

参考答案

复习讲义部分

第一篇 一轮复习 基础过关

第一部分 化学基本概念

第一章 物质及其变化

学案1 物质的分类、性质与转化

考点一

[必备知识·夯实]

1. 化合 游离

基础过关

(1)√ (2)× (3)× (4)× (5)× (6)√

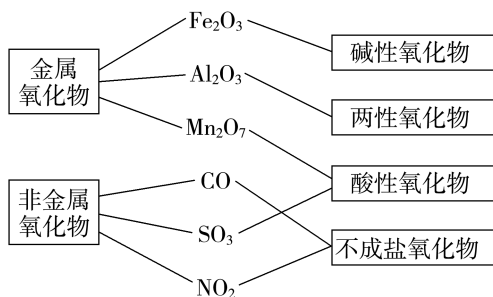
2. (1)① ⑩ ②⑨ ③⑦ ④⑤ ⑥⑫⑬⑭ ⑰ ⑧ ⑪⑮

⑪ (2) 钠盐 硫酸盐 碳酸盐

基础过关

1. (1)√ (2)× (3)× (4)× (5)× (6)√ (7)× (8)√

2.



3. (3) $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{HCl}$ 生成红褐色沉淀 红褐色液体变成红褐色沉淀 红褐色沉淀 黄色溶液 (4) 胶体 溶液 电解质 加热或搅拌

教材链接

(1) 散射

[关键能力·提升]

1. C [CO 不属于酸性氧化物, A 错误; $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 不属于盐, B 错误; HD 为单质, 不是化合物, D 错误。]

2. D [A. Na_2CO_3 俗称纯碱, 属于盐, 不是碱, 错误; B. Mn_2O_7 是酸性氧化物, 错误; C. NO 属于不成盐氧化物, 不是酸性氧化物, Al_2O_3 属于两性氧化物, 错误; D. H_3PO_4 属于酸, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 属于碱, NaHCO_3 属于盐, P_2O_5 属于酸性氧化物, Fe_2O_3 属于碱性氧化物, 正确。]

3. ①⑧⑨⑩⑭⑮⑰⑲⑲ ②③④⑤⑥⑦⑪⑫⑬⑯ ⑮

4. D [胶体呈电中性, 胶粒可能带电, A 错误; 葡萄糖水溶液不是胶体, 不能发生丁达尔效应, B 错误; 胶体粒子一般是离子、分子或难溶物的聚集体, 1 mol Fe^{3+} 水解得到的胶体粒子数远小于 N_A , C 错误。]

5. D [豆浆主要是豆类蛋白质分散在水中形成的胶体分散系(分散质粒子的直径为 1~100 nm), 胶体属于介稳体系, 故 A 正确; 胶体具有丁达尔效应, 故 B 正确; 江河入海口易形成三角洲, 就是含有胶体的江河水接触含电解质的海水发生聚沉, 豆浆中加入盐卤汁或石膏可加快凝聚成豆腐, 两者的原

理都为胶体遇电解质易发生聚沉, 故 C 正确; 蛋白质高温蒸煮时发生变性, 失去了生理活性, 故 D 错误。]

考点二

[必备知识·夯实]

1.

基础过关

1. (1)× (2)√ (3)× (4)× (5)√ (6)×

2. ①④⑥⑦⑧

2. (1) $\text{Na}, \text{K}, \text{Ca}, \text{Ba} \quad \text{C}, \text{S}, \text{P} \quad \text{N}, \text{Si}, \text{Cl} \quad \text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} \quad \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} \quad \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3 \quad 3\text{MgCl}_2 + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \quad [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2] \text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$
(2) 化合 分解 置换 复分解 氧化还原 非氧化还原 吸热 放热

基础过关

(1) ①④⑤ ⑥⑩ ③⑧⑨⑩

(2) $\text{CO} + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{CO}_2 \quad \text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$
 $\text{AgCl}(\text{s}) + \text{KI} \rightleftharpoons \text{AgI}(\text{s}) + \text{KCl} \quad 2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$

[关键能力·提升]

1. C [钠的焰色为黄色, 钾的焰色需透过蓝色钴玻璃观察, 呈紫色, A 错误; SO_2 的漂白是暂时性的, Cl_2 遇水生成的 HClO 才有漂白性且为永久性的, 而 Cl_2 不具有漂白性, B 错误; 醋酸铅(重金属盐)和甲醛均能使蛋白质不可逆变性, C 正确; 铜在常温浓硫酸中表现出惰性, 加热才能反应, 故在常温下浓硫酸无法刻蚀铜板, 而 FeCl_3 溶液可以, D 错误。]

真题变式 (1) 焰色试验 (2) Cl_2 与 H_2O 反应生成的 HClO 具有强氧化性, 使有色物质被氧化而褪色 SO_2 与有色物质化合为不稳定的无色物质而褪色 (3) 不是 该反应的化学方程式为 $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$, 无单质生成

2. D [常温下, 铁遇浓硫酸钝化生成致密的氧化膜, 可防止内部的铁继续反应, 因此可用铁罐车运输浓硫酸, 故 A 不符合题意; 烧碱和铝粉可以发生反应: $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$, 利用产生的氢气清通管道, 故 B 不符合题意; 漂粉精主要成分是 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, 其中的 ClO^- 具有强氧化性, 可以作游泳池的消毒剂, 故 C 不符合题意; 小苏打作膨松剂是利用碳酸氢钠受热分解生成碳酸钠、二氧化碳和水的原理, 和碳酸氢钠固体溶于水吸热无关, 故 D 符合题意。]

3. D [二氧化碳和氢氧化钠反应生成碳酸钠, 碳酸钠和过量二氧化碳反应生成碳酸氢钠, 碳酸氢钠受热分解为碳酸钠, 碳酸氢钠和盐酸反应生成二氧化碳, A 不符合题意; 氧化亚铜可被硝酸氧化为硝酸铜, 硝酸铜和氢氧化钠反应生成氢氧化铜, 氢氧化铜和硝酸反应生成硝酸铜, 氢氧化铜和乙醛反应生成氧化亚铜, B 不符合题意; 氧化铝和氢氧化钠反应生成 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 和二氧化碳反应生成氢氧化铝沉淀, 氢氧化铝和氢氧化钠生成 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, 氢氧化铝加热生成氧化铝, 故 C 不符合题意; 铁和氧气反应得到氧化铁, 氧化铁不能一步转化为氢氧化铁沉淀, D 符合题意。]

4. D [由题图转化关系及已知信息可知, 物质 X 是 CO_2 , 是一种常见的酸性氧化物, A 项错误; 反应②可以是 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与 CO_2 反应, B 项错误; 若 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液是饱和溶液, 则加入 CaO 后所得溶液的溶质质量分数不变, C 项错误; 题图中的所

有反应均为酸、碱、盐、氧化物之间的反应,不可能存在置换反应,D项正确。]

学案2 离子反应 离子方程式与离子共存

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1)①熔融 化合物 ②强电解质 弱电解质 (2) $\rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$ $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ (主) $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ (次) $\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^-$ $\text{NaHSO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$ (主) $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ (次) NaHSO_4 (熔融) $\rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HSO}_4^-$ $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+$ $[\text{B}(\text{OH})_4]^- \rightleftharpoons \text{RNH}_3^+$

2. 自由电子 离子 减弱 显著增强 基本不变

基础过关

1. (1)× (2)√ (3)× (4)× (5)× (6)×
2. (1)②⑤⑦⑪⑫ ①⑨⑩ ⑪⑫
(2) $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ $\text{NaHSO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{BaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$ $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$

[关键能力·提升]

1. B [A项, Na_2CO_3 的电离方程式应为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$, 错误; B项, BOH 为弱碱, 部分电离, 正确; C项, HA 为弱酸, 电离方程式应为 $\text{HA} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^-$, 错误; D项, CaCO_3 难溶于水, 但其溶解的部分全部电离, 属于强电解质, 电离方程式应为 $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$, 错误。]

2. 解析: (1) H^+ 与 OH^- 中和生成极弱电解质水, Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 结合成难溶性的 BaSO_4 , 溶液中自由移动的离子浓度降低。(2)和(4)都是因发生离子反应, 使弱电解质生成强电解质, 自由移动的离子浓度增加。(3)和(5)虽然发生了离子反应, 但自由移动离子的浓度基本未发生改变。(6)开始阶段 CO_2 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应生成 CaCO_3 沉淀, 自由移动的离子浓度降低至 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 完全反应后, 继续通入 CO_2 , CO_2 、 H_2O 与 CaCO_3 反应生成可溶性的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, 自由移动的离子浓度又增加。

答案: (1)D (2)B (3)C (4)B (5)C (6)A

考点二

[必备知识·夯实]

基础过关

1. (1)①③④⑤⑥⑦⑧⑪ (2)①③④⑥⑧ (3)⑤⑦⑨⑪
(4)④⑥ (5)③⑧
2. (1)① $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ② $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^-$
(2)① $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
② $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (合理即可)

[关键能力·提升]

1. (1)① $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
② $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
(2)① $\text{HS}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} \uparrow$
② $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$
③ $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$
(3)① $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
② $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$
③ $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
(4)① $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$
② $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$

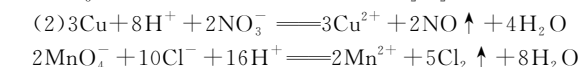
2. (1)① $\text{SO}_2 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HSO}_3^-$
② $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
(2) $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
(3)① $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
② $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$
3. (1) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$
(2) $\text{Fe} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
4. (1) $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
(2) $2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{BaSO}_4 \downarrow$
(3) $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4 \downarrow$
5. (1) $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$,
 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
(2)① $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ② $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$ ③ $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2 + 4\text{Cl}^-$
6. (1) $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$
(2) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{ClO}^- \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{HCO}_3^-$

考点三

[关键能力·提升]

1. C [NO 不溶于水, 不能大量存在于废液中, A 错误; H^+ 与 HSO_3^- 反应生成 SO_2 , 不能大量共存, B 错误; 浓盐酸与 KMnO_4 发生反应: $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$, 若浓盐酸过量, 则反应结束后的废液中大量存在 H^+ 、 K^+ 、 Mn^{2+} 、 Cl^- , C 正确; FeCl_3 在双氧水制 O_2 的反应中作催化剂, 故实验产生的废液中不含 Fe^{2+} , D 错误。]

真题变式 (1) A 项, NO 难溶于水, NO 不会大量存在; B 项, HSO_3^- 与 H^+ 不能大量共存; D 项, H_2O_2 与 Fe^{2+} (H^+) 反应



2. C [无色溶液中不能存在有色离子, 而高锰酸根在溶液中呈紫色, 不能大量存在, A 不符合题意; 强酸性溶液中, 碳酸氢根与 H^+ 反应生成二氧化碳和水, 碳酸氢根在该溶液中不能大量存在, B 不符合题意; 强碱性溶液中, 四种离子相互间不反应, 且均不与 OH^- 反应, 可以大量共存, C 符合题意; 强碱性溶液中, 镁离子与 OH^- 会形成氢氧化镁沉淀, 不能大量存在, D 不符合题意。]

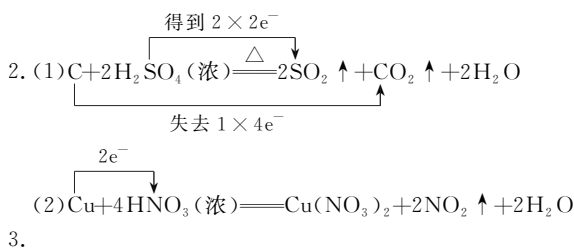
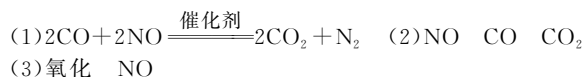
学案3 氧化还原反应的概念与规律

考点一

[必备知识·夯实]

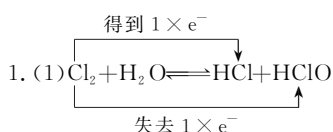
1.

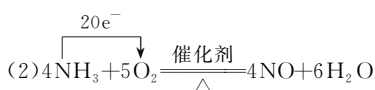
教材链接



3.

基础过关



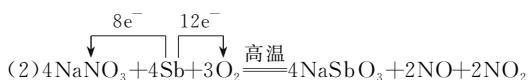


2. D B C A

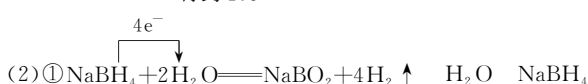
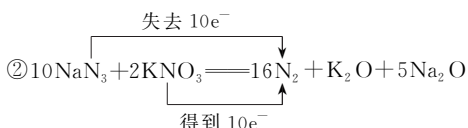
[关键能力·提升]

1. C [反应中氧化剂为 NaNO_3 (4 mol) 中的 N 和 O_2 (3 mol), 总物质的量为 7 mol, 还原剂为 Sb (4 mol), 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 7:4, 而非 4:7, C 错误。]

真题变式 (1) NaSbO_3 0.8 mol



2. (1) ① N_2 N_2 15:1



② 0.2

(3) 6

考点二

[必备知识·夯实]

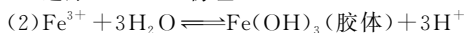
1. (1) 得电子 失电子 难易 (2) 氧化性 还原性 氧化性 还原性

2. (1) > > (3) > >

基础过关

1. (1) × (2) × (3) × (4) × (5) × (6) ×

2. (1) 还原 Fe^{3+} 物理



(3) ① +1 -1 > ② 杀菌消毒 吸附悬浮物

[关键能力·提升]

1. D [由第一个反应知, 氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{SO}_4^{2-}$, 还原性: $\text{SO}_2 > \text{Fe}^{2+}$; 由第二个反应知, 氧化性: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} > \text{Fe}^{3+}$, 还原性: $\text{Fe}^{2+} > \text{Cr}^{3+}$; 综合两个反应可得氧化性强弱顺序为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} > \text{Fe}^{3+} > \text{SO}_4^{2-}$, 还原性强弱顺序为 $\text{SO}_2 > \text{Fe}^{2+} > \text{Cr}^{3+}$ 。由分析知, A、B 均正确; 由分析知氧化性: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} > \text{SO}_4^{2-}$, 则 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 能将 Na_2SO_3 氧化成 Na_2SO_4 , C 正确; 在第一个反应中, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 是反应物, 其中铁元素化合价降低, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 作氧化剂, 在第二个反应中, Fe^{3+} 是生成物, 是由 Fe^{2+} 被氧化而得, Fe^{3+} 作氧化产物, D 错误。]

2. C [Cl_2 、 FeCl_3 、 I_2 的氧化性依次减弱, 所以氯气通入 FeI_2 溶液中, 先氧化碘离子后氧化亚铁离子, 且铁离子可氧化碘离子, 所以不可能存在反应 $3\text{Cl}_2 + 6\text{FeI}_2 = 2\text{FeCl}_3 + 4\text{FeI}_3$, A 错误; Co_2O_3 在酸性溶液中易得电子而被还原成 Co^{2+} , 所以 1 mol Co_2O_3 在酸性溶液中被还原生成 Co^{2+} 时转移 2 mol e⁻, B 错误; 氯化铁的氧化性大于碘单质, 氯化铁和碘化钾反应生成碘单质, 淀粉遇碘变蓝色, 所以氯化铁溶液能使淀粉-KI 试纸变蓝, C 正确; Co_2O_3 的氧化性强于 I_2 , Co_2O_3 能氧化碘离子生成碘单质, 而碘不能将 Co^{2+} 氧化成 Co_2O_3 , D 错误。]

3. 解析: (2) 假设 3 可直接分析碘离子的三种位置得出还原性的顺序: $\text{SO}_3^{2-} > \text{Fe}^{2+} > \text{I}^-$ 。(3) 对假设 2 的探究应依据假设依次设计几个氧化还原反应, 证明物质还原性强弱, 基本依据是还原剂的还原性强于还原产物的还原性; 步骤 2、4 应该是证明反应进行, 检验反应生成的产物 (Fe^{3+} 用硫氰化钾溶液检验、 I_2 用淀粉溶液检验、 SO_4^{2-} 用氯化钡溶液检验); 答题时, 可能出现的几种情形 (不能按照氯水过量来设计鉴别方案)。

答案: (2) $\text{SO}_3^{2-} > \text{Fe}^{2+} > \text{I}^-$

(3)

实验步骤	预期的现象和结论
步骤 2: (方法 1) 向试管中加入足量的 1 mol · L ⁻¹ 盐酸后再滴入数滴 (少许) 1 mol · L ⁻¹ BaCl ₂ 溶液, 振荡试管	若溶液中没有白色沉淀产生, 则说明还原性: $\text{I}^- > \text{SO}_3^{2-}$; 若溶液中有白色沉淀产生, 则说明还原性: $\text{SO}_3^{2-} > \text{I}^-$
步骤 2: (方法 2) 向试管中滴入少量淀粉溶液, 振荡试管	若溶液不变蓝色, 说明还原性: $\text{SO}_3^{2-} > \text{I}^-$; 若溶液变蓝色, 说明还原性: $\text{I}^- > \text{SO}_3^{2-}$
步骤 4: (方法 1) 向试管中滴入少量淀粉溶液, 振荡试管	若溶液不变蓝色, 说明还原性: $\text{Fe}^{2+} > \text{I}^-$; 若溶液变蓝色, 说明还原性: $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$
步骤 4: (方法 2) 向试管中滴入少量 10% KSCN 溶液, 振荡试管	若溶液不变红色, 说明还原性: $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$; 若溶液变红色, 说明还原性: $\text{Fe}^{2+} > \text{I}^-$

考点三

[必备知识·夯实]

1. (2) S SO_2 (3) Cl_2 5:1

2. (1) Fe^{2+} (2) Fe^{3+} Cu^{2+} 、 H^+

[关键能力·提升]

1. C [① $\text{X} \rightarrow \text{W} + \text{O}_2$ 中, X 中氧元素化合价升高, 则氮元素化合价降低, 所以氮元素化合价: $\text{X} > \text{W}$; ③ $\text{Y} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{Z} + \text{SO}_3$ 中, 硫元素化合价升高, 则氮元素化合价降低, 所以氮元素化合价: $\text{Y} > \text{Z}$; ② $\text{Z} + \text{Y} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{W}$ 为归中反应, 则氮元素化合价: W 处于 Z 和 Y 中间, 结合反应③可知, 氮元素化合价: $\text{Y} > \text{W} > \text{Z}$; ④ $\text{Q} + \text{Y} \rightarrow \text{Z} + \text{H}_2\text{O}$ 为归中反应, 氮元素化合价: Z 处于 Q 和 Y 之间, 结合反应③可知, 氮元素化合价: $\text{Y} > \text{Z} > \text{Q}$; ⑤ $\text{X} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{浓}) \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{Y} + \text{SO}_4^{2-}$, 铜元素化合价升高, 则 X 中氮元素化合价降低生成 Y, 所以氮元素化合价, $\text{X} > \text{Y}$; 综上所述, 这五种含氮化合物中氮元素的化合价由高到低的顺序为 $\text{X} > \text{Y} > \text{W} > \text{Z} > \text{Q}$ 。]

2. B [反应 $5\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{HNO}_3 + 4\text{N}_2 \uparrow + 9\text{H}_2\text{O}$ 中, NH_4NO_3 中 -3 价的 N 全部失去电子变成 N_2 中 0 价的 N, +5 价的 N 部分得到电子变成 N_2 中 0 价的 N。 HNO_3 中的 N 是 NH_4NO_3 中 +5 价的 N 未变价生成的, 所以 HNO_3 既不是氧化产物也不是还原产物, 故 A 错误; 根据题给化学方程式可知, 生成 4 mol N_2 时, 转移 15 mol 电子, 则当有 1 mol N_2 生成时, 转移 3.75 mol 电子, 故 B 正确; 氧化产物与还原产物的物质的量之比为 5:3, 故 C 错误; N_2 既是氧化产物又是还原产物, 故 D 错误。]

3. C [若金属无剩余, 说明铁和铜与氯化铁反应生成氯化亚铁和氯化铜, 则溶液中一定存在的金属阳离子有 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} , 若氯化铁过量, 可能存在 Fe^{3+} , 故 A 正确; 若剩余固体中含有铁和铜, 说明氯化铜完全与铁反应生成铜单质和氯化亚铁, 而 Fe 剩余说明氯化铁一定不存在, 则溶液中一定含有的阳离子是 Fe^{2+} , 一定不含 Cu^{2+} 和 Fe^{3+} , 故 B 正确; 若剩余固体中只有铜, 则溶液中一定含有的阳离子是 Fe^{2+} , 不含 Fe^{3+} , 可能含 Cu^{2+} , 故 C 错误; 若铜无剩余, 则溶液中一定存在 Cu^{2+} , Fe 能与 Cu^{2+} 反应, 则不会只剩余铁粉, 故 D 正确。]

学案 4 氧化还原反应方程式的书写与计算

考点一

[必备知识·夯实]

1. [示例] 解析: ① 标变价: $\overset{0}{\text{C}} + \overset{+6}{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})} \longrightarrow \overset{+4}{\text{CO}_2} \uparrow + \overset{+4}{\text{SO}_2} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

② 列变化, 求总数: $\overset{1 \times 4}{\text{C}} + \overset{2 \times 2}{\text{H}_2\text{S}\overset{+6}{\text{O}_4}(\text{浓})} \longrightarrow \overset{+4}{\text{CO}_2} \uparrow + \overset{+4}{\text{SO}_2} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

③ 配系数: $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

④ 查守恒: $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

答案: 1 2 1 2 2

2. (1) 3 6 2 1 3 3 2+6 3 2 4 (2) 3 10+12 6 10 3 8 (3) 2 10 16 2 5 8 (4) 1 13+9 3 1 13 11

[关键能力·提升]

1. (1) 3 28 9 1 14 (2) 1 8 1 2 5 2 (3) 6 1 14 6 2 7 (4) 1 18 1 2 15 7

2. (1) 2 5 6 H^+ 2 5 8 (2) 28 5 24 KOH 28 3 2 12 H_2O (3) 4 5 12 H^+ 4 5 11 H_2O

3. 1 N_2 6 H_2O

考点二

[必备知识·夯实]

1. [示例] 解析:

还原剂 $\longrightarrow$ 氧化产物

$\text{SO}_3^{2-} \xrightarrow{(6-4)\text{e}^-} \text{SO}_4^{2-}$

氧化剂 $\longrightarrow$ 还原产物

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \xrightarrow{2 \times (6-x)\text{e}^-} \text{Cr}^{x+}$

列式
得失电子守恒

$24 \times 10^{-3} \times 0.05 \text{ mol} \times (6-4) = 20 \times 10^{-3} \times 0.02 \text{ mol} \times 2 \times (6-x)$, 故 $x=3$ 。

答案: B

[关键能力·提升]

1. 解析: $1 \times (2+6x) = 16 \times (1+1)$, $x=5$ 。

答案: 5

2. 解析: 根据得失电子守恒可知 $V_1 c_1 \times 10^{-3} \times (3-2) \text{ mol} = V_2 c_2 \times 10^{-3} \times (7-2) \text{ mol} + 20 \times 10^{-3} \text{ L} \times c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) \times 2 \times (6-3)$, 故 $c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = \frac{c_1 V_1 - 5c_2 V_2}{120} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案: $\frac{c_1 V_1 - 5c_2 V_2}{120} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

3. 解析: 根据得失电子守恒可知关系式: $\text{Fe}^{3+} \sim \frac{1}{2} \text{I}_2 \sim \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 。
 $n(\text{Fe}) = n(\text{Fe}^{3+}) = n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0.02 \text{ L} \times 0.100 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.002 \text{ mol}$, 铁元素的总含量为 $\frac{0.002 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.02 \text{ L}} = 5.6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案: 5.6

第二章 物质的量

学案 5 物质的量 气体摩尔体积

考点一

[必备知识·夯实]

1. $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ $\frac{N}{N_A}$ $n \cdot N_A$ $\frac{N}{n}$

2. $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 相对原子质量或相对分子质量 $\frac{m}{n}$ $\frac{m}{M}$ $n \cdot M$

基础过关

(1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\checkmark$ (4) $\times$ (5) $\times$

[关键能力·提升]

1. (1) $60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 60 g (2) 0.1 mol 6 g (3) 0.2 mol $2.4 N_A$ $1.6 N_A$

2. 解析: (1) 根据电离方程式: $\text{Na}_2\text{R} = 2\text{Na}^+ + \text{R}^{2-}$ 可知, 1 mol Na_2R 电离出 2 mol Na^+ , 题目中有 0.4 mol Na^+ , 则有

$0.2 \text{ mol Na}_2\text{R}$, $M(\text{Na}_2\text{R}) = \frac{m(\text{Na}_2\text{R})}{n(\text{Na}_2\text{R})} = \frac{12.4 \text{ g}}{0.2 \text{ mol}} = 62 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 R 的相对原子质量 $= 62 - 2 \times 23 = 16$ 。

$n(\text{R}) = \frac{m(\text{R})}{M(\text{R})} = \frac{1.6 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 则含 R 的质量为 1.6 g 的 Na_2R 的物质的量为 0.1 mol。

(2) $M(\text{D}_2\text{O}) = 20 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $n(\text{D}_2\text{O}) = \frac{2.0 \text{ g}}{20 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 含质子数为 $0.1 \text{ mol} \times 10 \times N_A \text{ mol}^{-1} = N_A$, 含中子数为 $0.1 \text{ mol} \times 10 \times N_A \text{ mol}^{-1} = N_A$, 含原子数为 $0.1 \text{ mol} \times 3 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 0.3 N_A$ 。

(3) 根据 $N = n \times N_A$ 可列方程式, $a \text{ mol} \times N_A \text{ mol}^{-1} \times 2 = b$, 故 $N_A = \frac{b}{2a}$ 。

答案: (1) $62 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 16 0.1 mol (2) N_A N_A $0.3 N_A$ (3) $\frac{b}{2a}$

考点二

[必备知识·夯实]

1. 数目

2. (1) 物质的量 V_m L/mol (或 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$) 和 m^3/mol (或 $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$) $\frac{V}{n}$ (2) 0°C 101 kPa 22.4 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$

(3) $\frac{V}{V_m}$ $n V_m$

3. (1) 相同数目的分子 (2) 体积 物质的量 密度 摩尔质量 压强 物质的量

基础过关

1. (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\checkmark$ (6) $\checkmark$

2. (1) 3.17 (2) 2:3 (3) 11:16 (4) 3:2

[关键能力·提升]

1. 解析: (1) $\overline{M} = \frac{m}{b} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{m N_A}{b} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,

$V = \left(\frac{n}{m N_A} \times 22.4 \right) \text{ L} = \frac{22.4 n b}{m N_A} \text{ L}$ 。

(2) $M = \frac{1.92 \text{ g}}{0.672 \text{ L}} = 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M_r = 64$ 。

(3) $\overline{M}_r = \frac{44 + 28 \times 2}{3} \approx 33.3$ 。

答案: (1) $\frac{m N_A}{b} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\frac{22.4 n b}{m N_A} \text{ L}$ (2) 64 (3) 33.3

2. B [左右两侧气体温度、压强相同, 则体积之比等于物质的量(分子数)之比, 左右两侧气体体积之比为 4:1, 则左右两侧气体物质的量(分子数)之比为 4:1, A 正确; 右侧气体物质的量为 0.25 mol, 质量为 7 g, B 不正确; 同温同压条件下气体密度与其摩尔质量成正比, 则右侧气体密度是相同条件下氢气密度的 $\frac{28}{2} = 14$ 倍, C 正确; 若隔板处于容器正中间, 则左右两侧气体的物质的量相同, 还应充入 0.75 mol CO, D 正确。]

3. B [根据 $n = \frac{m}{M}$, 质量均为 $m \text{ g}$ 的 O_2 和 SO_2 物质的量与摩尔质量成反比, 即 $n(\text{O}_2) : n(\text{SO}_2) = 64 : 32 = 2 : 1$, 甲、乙中

所含的氧原子物质的量之比为 2:1, A 错误; 由 $pV=nRT$, 体积相等的甲和乙, 压强与温度成正比, 且 $n(\text{O}_2):n(\text{SO}_2)=2:1$, 即温度相同时, 代表氧气的曲线压强较大, B 正确; $n(\text{O}_2):n(\text{SO}_2)=2:1$, 质子数之比为 $2 \times 16:1 \times 32=1:1$, C 错误; 根据 $\rho=\frac{m}{V}$, 甲、乙容器体积相等, 两种气体的质量相等, 则密度也相等, 即甲、乙中气体密度比为 1:1, D 错误。]

学案 6 物质的量浓度及溶液的配制

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1) 溶液 物质的量 (2) $c_B \cdot V \frac{n_B}{c_B}$ (3) mol/L

2. (1) 溶质 溶液 (2) $\frac{m(\text{溶质})}{m(\text{溶液})} \times 100\%$

3. (2) $1\,000\rho \times w \text{ g} \frac{1\,000\rho w}{M} \text{ mol} \quad c=\frac{1\,000\rho w}{M} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

基础过关

1. (1) × (2) √ (3) × (4) √ (5) × (6) ×

2. 解析: (1) $n(\text{NH}_3)=\frac{V}{22.4} \text{ mol}, m(\text{NH}_3)=\frac{V}{22.4} \text{ mol} \times 17 \text{ g}$

$$\cdot \text{mol}^{-1}=\frac{17V}{22.4} \text{ g}.$$

$$(2) m(\text{溶液})=(\frac{V}{22.4} \times 17 + 1\,000) \text{ g},$$

$$V(\text{溶液})=\frac{(\frac{V}{22.4} \times 17 + 1\,000)}{\rho \times 1\,000} \text{ L}=\frac{17V+22\,400}{22\,400\rho} \text{ L}.$$

$$(3) c(\text{NH}_3)=\frac{\frac{V}{22.4} \text{ mol}}{\frac{17V+22\,400}{22\,400\rho} \text{ L}}=\frac{1\,000\rho V}{17V+22\,400} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

$$w(\text{NH}_3)=\frac{\frac{V}{22.4} \times 17 \text{ g}}{(\frac{V}{22.4} \times 17 + 1\,000) \text{ g}} \times 100\%=\frac{17V}{17V+22\,400} \times 100\%.$$

$$\text{答案: (1)} \frac{V}{22.4} \text{ mol} \quad \frac{17V}{22.4} \text{ g}$$

$$(2) (\frac{17V}{22.4} + 1\,000) \text{ g} \quad \frac{17V+22\,400}{22\,400\rho} \text{ L}$$

$$(3) \frac{1\,000\rho V}{17V+22\,400} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad \frac{17V}{17V+22\,400} \times 100\%$$

[关键能力·提升]

1. C [1 g 钙离子的物质的量 $n(\text{Ca}^{2+})=\frac{1 \text{ g}}{40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}=$

0.025 mol , 该溶液中含有硝酸根离子的物质的量 $n(\text{NO}_3^-)=2n(\text{Ca}^{2+})=0.025 \text{ mol} \times 2=0.05 \text{ mol}$, 20 g 该硝酸钙溶液的

体积 $V=\frac{20 \text{ g}}{d \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mL}^{-1}=\frac{1}{50d} \text{ L}$, 所以该溶液

中硝酸根离子的物质的量浓度 $c(\text{NO}_3^-)=\frac{0.05 \text{ mol}}{\frac{1}{50d} \text{ L}}=2.$

$50d \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故选 C。]

2. B [加入 BaCl_2 反应的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$, 溶液中 $n(\text{SO}_4^{2-})=n(\text{Ba}^{2+})=b \text{ mol}$; 根据氮元素守恒, 溶液中 $n(\text{NH}_4^+)=n(\text{NH}_3)=c \text{ mol}$; 原溶液中的电荷守恒为 $3n(\text{Al}^{3+})+n(\text{NH}_4^+)=2n(\text{SO}_4^{2-})$, 原溶液中 $n(\text{Al}^{3+})=$

$$\frac{2b-c}{3} \text{ mol}, c(\text{Al}^{3+})=\frac{\frac{2b-c}{3} \text{ mol}}{a \text{ L}}=\frac{2b-c}{3a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.]$$

3. A [依题意知, 稀释前 $c(\text{SO}_4^{2-})=\frac{a}{96V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, c(\text{Fe}^{3+})=$

$$\frac{a}{96V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{2}{3}=\frac{a}{144V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{若稀释后溶液中 } \text{Fe}^{3+}$$

的物质的量浓度为 $c(\text{稀})$, 故有 $\frac{a}{144V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5V \text{ L}=$

$$2V \text{ L} \times c(\text{稀}), c(\text{稀})=\frac{a}{576V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.]$$

4. (1) ① = ② > (2) ① = ② <

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) 刻度线 250 mL 500 mL 1 000 mL

4. (1) 40.0 (2) 托盘天平 40.0 量筒 (3) 烧杯 玻璃棒

基础过关

1. (1) √ (2) × (3) × (4) × (5) × (6) √ (7) √

2. 解析: (2) 操作 a 为洗涤烧杯和玻璃棒, 并将洗涤液转移到容量瓶中, 目的是避免溶质损失; 定容后应盖好瓶塞, 反复上下颠倒、摇匀。

答案: (1) bc (2) 避免溶质损失 盖好瓶塞, 反复上下颠倒、摇匀

[关键能力·提升]

1. B [因为固定质量为 1.6 g, 体积为 400 mL 且浓度约为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故不需要 500 mL 容量瓶配 500 mL 溶液, B 符合题意。]

2. B [配制一定物质的量浓度的溶液时, 溶质要放在烧杯中溶解, 不能直接放在容量瓶中溶解, A 不正确; 配制一定浓度的 NaCl 溶液时, 需要将在烧杯中溶解得到的 NaCl 溶液, 通过玻璃棒引流转移到选定规格的容量瓶中, B 正确; 配制一定物质的量浓度的溶液时, 定容阶段用玻璃棒引流, 玻璃棒下端应靠在刻度线以下的内壁上, 否则溶液体积会偏大, 所得溶液浓度会偏低, 且液面离刻度线 1~2 cm 时, 应改用胶头滴管滴加蒸馏水至溶液的凹液面与刻度线相切, C 不正确; 转移溶液时, 应使用玻璃棒引流, D 不正确。]

3. 解析: I. 由于配制一定物质的量浓度溶液需用到容量瓶, 而容量瓶自身带瓶塞, 故首先需进行容量瓶的检漏操作。II. b. 配制 480 mL 溶液需选用 500 mL 容量瓶, 需 $n(\text{NaOH})=0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 \text{ L}=0.05 \text{ mol}, m(\text{NaOH})=0.05 \text{ mol} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}=2.0 \text{ g}$, 需 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)=0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 \text{ L}=0.05 \text{ mol}, m(\text{Na}_2\text{CO}_3)=0.05 \text{ mol} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}=5.3 \text{ g}$, 即需称量 2.0 g NaOH 和 5.3 g Na_2CO_3 ; NaOH 容易吸水潮解, 故需放在烧杯中称量; d. 选用 500 mL 容量瓶; g. 定容时向容量瓶中加水至离刻度线 1~2 cm 时, 改用胶头滴管继续滴加。III. (1) 若溶液未冷却至室温, 直接转移并定容, 则溶液体积偏小, 导致所配溶液浓度偏大。(2) 转移时有溶液溅出, 则溶质损失, 导致所配溶液浓度偏小。(3) 定容时俯视刻度线, 溶液体积偏小, 导致所配溶液浓度偏大。

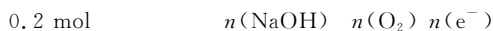
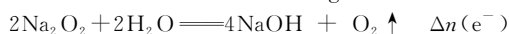
答案: I. 检查容量瓶是否漏液 II. 2.0 g 5.3 g 烧杯 500 胶头滴管 III. (1) 偏大 (2) 偏小 (3) 偏大

学案 7 物质的量在化学反应中的计算

考点一

[必备知识·夯实]

2. [示例] 解析: $n(\text{Na}_2\text{O}_2)=\frac{15.6 \text{ g}}{78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}=0.2 \text{ mol},$



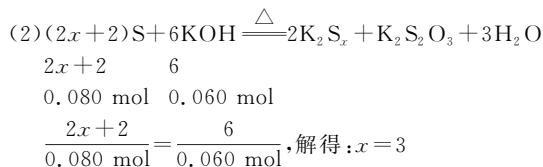
$$\frac{2}{0.2 \text{ mol}} = \frac{4}{n(\text{NaOH})} = \frac{1}{n(\text{O}_2)} = \frac{2}{n(e^-)}$$

$n(\text{NaOH}) = 0.4 \text{ mol}$, $n(\text{O}_2) = 0.1 \text{ mol}$, $n(\text{e}^-) = 0.2 \text{ mol}$,
 $V(\text{O}_2) = 2.24 \text{ L}$, $N(\text{e}^-) = 0.2 N_A$ 。

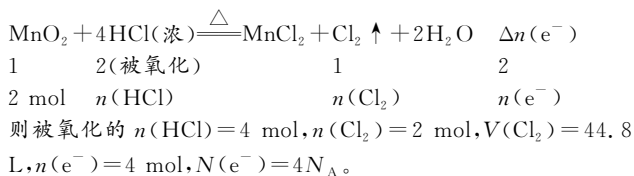
答案: 0.4 mol 2.24 L 0.2 N_A

[关键能力·提升]

1. (1) 30.0



2. 解析: $n(\text{MnO}_2) = \frac{200 \text{ g} \times 87\%}{87 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \text{ mol}$,

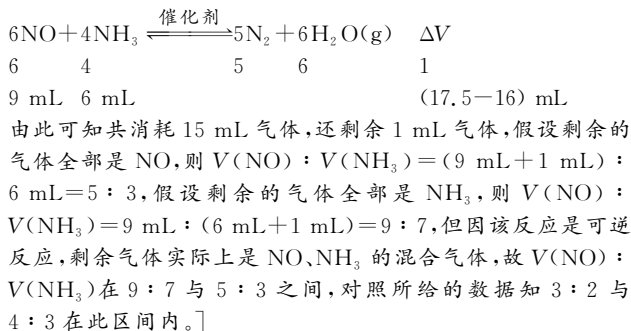


答案: 4 mol 44.8 L 4 N_A

考点二

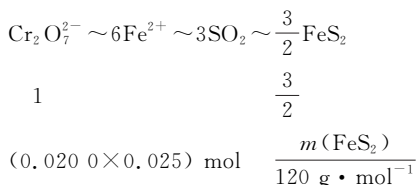
[必备知识·夯实]

一、[示例] C [根据反应前后气体的总体积,可用差量法直接求解。]



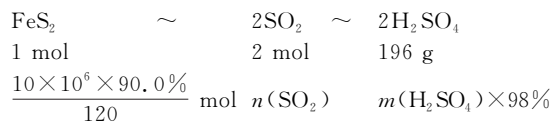
二、[示例] A [3.2 g Cu 的物质的量 $n(\text{Cu}) = \frac{3.2 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$, 30 mL $8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝酸中含有溶质的物质的量 $n(\text{HNO}_3) = 8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.03 \text{ L} = 0.24 \text{ mol}$, Cu 与 HNO_3 反应生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 NO_2 、NO 和 H_2O ,反应后溶液中含有 $a \text{ mol H}^+$,则溶液中还剩 $a \text{ mol HNO}_3$,反应过程中转移电子的物质的量 $n(\text{e}^-) = 2n(\text{Cu}) = 0.1 \text{ mol}$,假设反应产生 NO_2 、NO 的物质的量分别是 $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$,则根据得失电子守恒得 $x+3y=0.1$ ①,根据氮元素守恒得 $0.05 \times 2 + a + x + y = 0.24$ ②,联立①②解得 $x=0.16-1.5a$, $y=0.5a-0.02$ 。根据分析,生成的 NO 的物质的量为 $(0.5a-0.02) \text{ mol}$,A 正确;反应后溶液中含有 $a \text{ mol H}^+$,则溶液中还剩 $a \text{ mol HNO}_3$,同时 Cu 与 HNO_3 反应生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$,因此反应后的溶液中含有 NO_3^- ,B 错误;根据分析,生成的 NO_2 的物质的量为 $(0.16-1.5a) \text{ mol}$,其标准状况下的体积为 $22.4 \times (0.16-1.5a) \text{ L}$,C 错误;该反应中 Cu 作还原剂,被氧化,D 错误。]

三、[示例] 解析: (1) 根据化学方程式: $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$; $\text{SO}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+$; $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$,可得关系式:



$m(\text{FeS}_2) = 0.090 0 \text{ g}$,样品中 FeS_2 的质量分数为 $\frac{0.090 0 \text{ g}}{0.100 0 \text{ g}} \times 100\% = 90.0\%$ 。

(2) 由硫元素守恒得

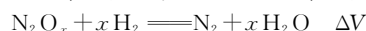


则 $n(\text{SO}_2) = 1.5 \times 10^5 \text{ mol}$,标准状况下 $V(\text{SO}_2) = 3.36 \times 10^6 \text{ L}$, $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1.5 \times 10^7 \text{ g} = 15 \text{ t}$ 。

答案: (1) 90.0% (2) 3.36×10^6 15

[关键能力·提升]

1. A [设该氮氧化物的分子式为 N_2O_x ,化学方程式为 $\text{N}_2\text{O}_x + x\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2 + x\text{H}_2\text{O}$,相同条件下参加反应的气体的体积之比等于其物质的量之比也等于其化学计量数之比,



则 $1 : x = 15.6 \text{ L} : 46.8 \text{ L}$, $x=3$,所以其化学式为 N_2O_3 。]

2. B [根据题意可知反应后的溶液中溶质为 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$,根据

元素守恒可知 $n(\text{Fe}) = \frac{1}{2} \times (0.12 \times 4 \text{ mol} - \frac{1.344}{22.4} \text{ mol}) = 0.21 \text{ mol}$,故根据铁元素守恒,相同质量的混合物与足量 CO 反应,得到的 Fe 的物质的量为 0.21 mol,B 项正确。]

3. 解析: (1) $n(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{28.8 \text{ g}}{144 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, $n(\text{NO}_x) =$

$\frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$,在反应中, Cu_2O 中的 Cu 元素化合价由 +1 价升高到 +2 价, HNO_3 中生成 NO_x 的 N 元素化合价由 +5 价降低为 +2x 价,依据得失电子守恒可得: $0.2 \text{ mol} \times 2 = 0.2 \text{ mol} \times (5-2x)$,解得 $x=1.5$ 。(2) 向反应后的溶液中加入 $4.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液,当沉淀质量达到最大时, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 及过量 HNO_3 刚好与 NaOH 完全反应,生成 NaNO_3 等,则 $n(\text{NaOH}) = n(\text{NO}_3^-)$,从而得出 $4.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V(\text{NaOH}) = n(\text{HNO}_3) - n(\text{NO}_x) = 0.100 \text{ L} \times 12.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.2 \text{ mol}$, $V(\text{NaOH}) = 0.25 \text{ L} = 250 \text{ mL}$ 。

答案: (1) 1.5 (2) 250

4. 解析: 根据得失电子守恒、电荷守恒及元素守恒可得关系式 $2\text{SO}_2 \sim \text{S}_2\text{O}_5^{2-} \sim 2\text{I}_2$, $n(\text{SO}_2) = n(\text{I}_2) = 0.010 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 10.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 1 \times 10^{-4} \text{ mol}$,该样品中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 的残留量(以 SO_2 计)为 $\frac{1 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{50.00 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.128 0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案: $\text{S}_2\text{O}_5^{2-} + 2\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-} + 4\text{I}^- + 6\text{H}^+$ 0.128 0

第二部分 元素及其化合物

第三章 金属及其化合物

学案 8 钠及其氧化物

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1) Na_2O 淡黄 $2\text{Na}_2\text{O} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{O}_2$ (2) 小 低 放 热 气体 剧烈 碱(NaOH) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ (3) $2\text{Na} + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$
 $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $4\text{Na} + \text{TiCl}_4 \xrightarrow{\text{熔融}} \text{Ti} + 4\text{NaCl}$

基础过关

1. (1) × (2) × (3) √ (4) × (5) ×
 2. ①③④⑥

2. $2\text{NaCl}(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 煤油或石蜡油

基础过关

- (1)✓ (2)× (3)✓ (4)✓
- 干燥的沙土或专用灭火剂

[关键能力·提升]

- A [Na 在空气中与空气中的 O_2 反应生成 Na_2O , 切面颜色变暗, 最后不是生成淡黄色的 Na_2O_2 , A 错误。]
- (1)钠与水反应放热, 放出的热量引发钠与硫的反应 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$, $2\text{Na} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{S}$ (2) Na_2S 放热 钠与硫反应引发后, 不需要加热就能继续反应, 说明其为放热反应 (3)①滴有酚酞的水溶液变红 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ (或 $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$) ②浸润 CuSO_4 溶液的滤纸上有黑色固体析出 $\text{S}^{2-} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{CuS} \downarrow$ ③浸润 CuSO_4 溶液的滤纸上有蓝色固体析出 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{Na}^+ + \text{H}_2 \uparrow$

考点二

[必备知识·夯实]

- $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ (1) O_2 (2) 1 : 2 (3) NaOH H_2O_2
 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 强氧化
- (1) Na_2SO_4 $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{S} \downarrow + 2\text{NaOH}$

基础过关

- (1)× (2)✓ (3)✓ (4)× (5)✓ (6)✓
- 有气泡生成, 溶液中有红褐色沉淀 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Na}^+ + 4\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$, $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$

[关键能力·提升]

- D [依题意可知, 淡黄色固体为过氧化钠, A 正确; 过氧化钠与水反应生成氢氧化钠和氧气, 化学方程式为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$, B 正确; 过氧化钠与二氧化碳反应生成碳酸钠和氧气, 氧气助燃, 所以“吹气生火”的小魔术中的火不可以用泡沫灭火器扑灭, C 正确; 反应过程中有明火, 近距离俯视存在安全隐患, D 错误。]
- (1) $\text{Na}^+ [\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-} \text{Na}^+$ 离子键、非极性共价键
(2) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 反应生成的 H_2O_2 具有漂白作用(或反应生成的 H_2O_2 氧化了酚酞)
(3) $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$
(4) $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$ 复分解反应
- B [62 g Na_2O 与 78 g Na_2O_2 的物质的量均为 1 mol, 投入相同体积的足量水中, 生成 NaOH 的物质的量均为 2 mol, 且溶液的质量均增加 62 g, 所得溶液的浓度相同, B 不正确。]
- B [由 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 可知, 1 mol NaHCO_3 分解生成 0.5 mol CO_2 、0.5 mol H_2O 和 0.5 mol Na_2CO_3 , 生成的 CO_2 和 H_2O 分别与 Na_2O_2 反应: $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$, $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$, 0.5 mol 二氧化碳首先与 0.5 mol Na_2O_2 反应生成 0.5 mol Na_2CO_3 , 然后 0.4 mol Na_2O_2 与 0.4 mol H_2O 反应生成 0.8 mol NaOH , 因此容器内残留的固体是 1 mol Na_2CO_3 和 0.8 mol NaOH 。]

学案 9 碳酸钠与碳酸氢钠 碱金属

考点一

[必备知识·夯实]

- 纯碱或苏打 易 易 小 (1) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ($x=1$ 或 7 或 10) 放 吸 (2) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
 $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$

- (1) $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$
(3) $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
 $\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (4)
 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} > (5) 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaHCO}_3 \downarrow$

基础过关

- (1)× (2)✓ (3)× (4)× (5)× (6)✓ (7)×
- CO_2 NaOH
- (1) $\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
(2) 小苏打水具有碱性, 中和酸性物质 (3) 酸 CO_2

教材链接

- (1) NH_3 CO_2

[关键能力·提升]

- 解析: (1) 图 I 所示实验不能达到实验目的, 因为碳酸钠和碳酸氢钠均可以与盐酸反应产生二氧化碳气体使澄清石灰水变浑浊; 图 II 所示实验可以鉴别碳酸钠和碳酸氢钠, 因为等质量的碳酸钠和碳酸氢钠与足量的稀盐酸反应, 生成的二氧化碳气体的量不同, 可根据气球膨胀程度来判断。 (3) 试管 B 装入碳酸氢钠, 试管 A 装入碳酸钠, 这样直接加热的碳酸钠, 温度高, 不分解, 澄清石灰水不变浑浊, 而间接加热的碳酸氢钠分解, 澄清石灰水变浑浊, 表明了碳酸氢钠不稳定。

答案: (1) II (2) $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ D (3) NaHCO_3
(4) CaCl_2 溶液或 BaCl_2 溶液(合理即可)

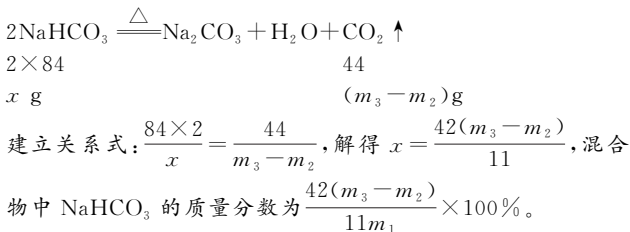
- 解析: (1) AB 段是碳酸氢钠与盐酸反应生成氯化钠、水和二氧化碳, 反应方程式为 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。 (2) 若 $V_1=100$, 消耗 HCl 的物质的量是 0.05 mol, 生成二氧化碳的物质的量是 0.03 mol, 即生成 CO_2 消耗的 HCl 的物质的量为 0.03 mol < 0.05 mol, 即生成 CO_2 消耗的 HCl 的物质的量为 0.03 mol, 由于白色固体中只含有两种物质, 所以白色固体中的两种物质肯定不可能是 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 , B 点时加入 HCl 的物质的量是 0.08 mol, 根据氯元素守恒可知溶液中的 $n(\text{NaCl})=0.08$ mol。 (3) 若白色固体由 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 组成, $V_2=100$, 消耗 HCl 的物质的量是 0.05 mol, 生成二氧化碳消耗 HCl 的物质的量是 0.03 mol, 所以和碳酸钠反应生成碳酸氢钠消耗 HCl 的物质的量是 0.02 mol, 因此根据 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$ 可知 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)=0.02$ mol, $V_1=0.02$ mol ÷ 0.5 mol · L⁻¹ = 0.04 L = 40 mL。 (4) 白色固体由 NaHCO_3 、 NaOH 组成, 溶于水发生反应 $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 若 $2V_1=V_2$, 根据 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$, $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, 可知所得溶液为 Na_2CO_3 溶液, 即 NaHCO_3 与 NaOH 恰好完全反应, 则 $m(\text{NaHCO}_3) : m(\text{NaOH})=84 : 40=21 : 10$; 最终生成二氧化碳的物质的量为 0.03 mol, 因此碳酸氢钠和氢氧化钠的物质的量均是 0.03 mol, 钠离子的物质的量是 0.06 mol, 所以配制的 100 mL 溶液中 $c(\text{Na}^+)=0.06$ mol ÷ 0.1 L = 0.6 mol · L⁻¹。

答案: (1) $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
(2) Na_2CO_3 、 NaHCO_3 0.08 (3) 0.02 40 (4) 21 : 10 0.6

- D [氨盐水中通入气体 X(CO_2) 后得到含 NaHCO_3 晶体的悬浊液, 其离子方程式为 $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+$, D 错误。]

- 解析: (1) 装置 B 中发生的反应为 NaHCO_3 加热分解生成碳酸钠、二氧化碳和水, 化学方程式为 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。 (2) 干燥管中盛放的是碱石灰, 碱石灰能吸收空气中的水蒸气和二氧化碳, 所以干燥管的作用是防止空

气中的 CO_2 和水蒸气进入 D 中影响测定结果,如果没有这个装置,空气中的二氧化碳和水蒸气进入装置 D,使装置 D 的质量增加量偏大,导致测定结果偏高。(3)设混合物中 NaHCO_3 的质量为 x g,根据反应的化学方程式



答案: (1) $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (2) 防止空气中的 CO_2 和水蒸气进入 D 中影响测定结果 偏高
(3) $\frac{42(m_3 - m_2)}{11m_1} \times 100\%$

考点二

[必备知识·夯实]

- (1) $4\text{Li} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Li}_2\text{O}$ $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$ (2) $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 2\text{KOH} + \text{H}_2 \uparrow$ (3) $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 2\text{K}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2$ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}(\text{OH})_2$
- (1) 特征颜色 定性分析操作 物理

基础过关

- (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\checkmark$ (5) $\times$ (6) $\times$
- (1) 煤油 石蜡 锂的密度小于煤油的密度 (2) Na, K
(3) Li_2O Li 与水反应生成 LiOH 和 H_2 (4) H_2O

[关键能力·提升]

- B** [钫是碱金属中最活泼的金属,在空气中燃烧生成的氧化物很复杂,不是只生成 Fr_2O 。]
- B** [某些非金属单质燃烧时火焰也有颜色,如 H_2 燃烧产生淡蓝色火焰,单质硫在空气中燃烧产生淡蓝色火焰,在纯氧中燃烧产生蓝紫色火焰,A 错误;焰色试验是金属元素的性质,与元素的存在形式(化合态或游离态)无关,同种金属元素的焰色试验相同, Na_2SO_4 、 NaOH 均含钠元素,灼烧时火焰颜色均为黄色,B 正确;观察钾元素的焰色试验时需要透过蓝色钴玻璃,观察钠元素的焰色试验不需要,C 错误;焰色试验是金属元素的性质,可以是金属单质或金属化合物,D 错误。]
- (1) B (2) $\text{K}^+ [\text{H}:]^- \text{KH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{KOH} + \text{H}_2 \uparrow$
 N_3 (3) $3\text{NaH} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe} + 3\text{NaOH}$ (4) 强

学案 10 铁及其重要化合物

考点一

[必备知识·夯实]

- 四 化合态 陨铁 $3d^6 4s^2$ VIII 银白 磁体
- (1) 排除装置中的空气,防止 Fe 与 O_2 反应 提供反应物水蒸气 $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ 将铁粉置于疏松的石棉绒上 否 产物 Fe_3O_4 也能被磁铁吸引 (2) Fe_3O_4
(3) S, I_2 Cl_2 、 Br_2 (4) $\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 浓硫酸或浓硝酸在其表面生成一层致密的氧化物薄膜 (5) $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \xrightarrow{\Delta} 3\text{Fe}^{2+}$

基础过关

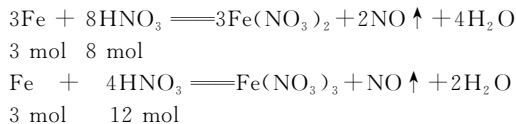
- (1) $\checkmark$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\checkmark$ (6) $\checkmark$
- (1) $+2$ (2) $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ (3) 黄色 浅绿色 $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} \xrightarrow{\Delta} 3\text{FeCl}_2$

[关键能力·提升]

- B** [用布擦干潮湿的自行车是防止铁和氧气、水常温下反应生锈,与红热的铁与水蒸气反应生成 Fe_3O_4 无关,A 不符合

题意;因铁与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 高温下反应生成 Fe_3O_4 和 H_2 ,故应将模具干燥后再注入熔融钢水,B 符合题意;常温下铁遇浓硝酸会在表面生成一层致密的氧化物薄膜,所以工厂用铁罐车运输浓硝酸,与浓硝酸易分解无关,C 不符合题意;生产中可以用铁槽盛放浓硫酸,是因为常温下铁在浓硫酸中表面形成致密的氧化膜阻止反应进一步进行,D 不符合题意。]

- 解析:** 开始时 Fe 过量生成 Fe^{2+} ,后期 Fe^{2+} 被 HNO_3 氧化为 Fe^{3+} 。



故 Fe 一定时消耗 HNO_3 的物质的量之比为 2:3,即 c、b 两点的数值比为 2:3。

答案: (1) Fe^{2+} Fe^{3+} 2:3 (2) $3\text{Fe} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \xrightarrow{\Delta} 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ $3\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \xrightarrow{\Delta} 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

考点二

[必备知识·夯实]

- 红棕色 $+2$ $+3$ $\text{FeO} + 2\text{H}^+ \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

基础过关

- (1) $\checkmark$ (2) $\checkmark$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\times$ (6) $\checkmark$
- $3\text{FeO} + 10\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \xrightarrow{\Delta} 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$
 $3\text{Fe}_3\text{Cl}_4 + 28\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \xrightarrow{\Delta} 9\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 14\text{H}_2\text{O}$

- 白色 红褐色 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$

教材链接

- (1) 不能 CCl_4 的密度比 FeSO_4 溶液的大,位于下层,无法隔绝空气
(2) 铁与稀硫酸反应产生氢气,用氢气赶尽装置内空气,当试管 B 中导管处氢气纯净时,关闭止水夹 a,试管 A 中气体压强增大,将 FeSO_4 溶液压入在氢气保护下的 NaOH 溶液中

[关键能力·提升]

- C** [该氧化物与盐酸反应后得到含有 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 的溶液,通入氯气后溶液中的 Fe^{2+} 被氧化成 Fe^{3+} ,其反应为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 。步骤①为复分解反应,步骤②为氧化还原反应,A 正确;由于盐酸过量,则溶液 a 中阳离子除了 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 外,还有 H^+ ,B 正确;盐酸过量且未知量,故溶液 b 中 Fe^{3+} 与 Cl^- 的物质的量之比无法计算,C 错误;步骤②反应为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$,其中消耗 0.1 mol Cl_2 ,则 Fe^{2+} 的物质的量为 0.2 mol,原氧化物中 Fe^{2+} 也为 0.2 mol,该氧化物中 Fe^{2+} 可以 FeO 的形式存在,其质量为 $0.2 \text{ mol} \times 72 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 14.4 \text{ g}$,则其中 Fe^{3+} 可认为以 Fe_2O_3 的形式存在,其质量为 $(30.4 - 14.4) \text{ g} = 16 \text{ g}$,其物质的量为 $\frac{16 \text{ g}}{160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$,则该氧化物可以写成 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{FeO}$,即该氧化物的化学式为 Fe_4O_5 ,D 正确。]
- B** [铁粉与足量稀硝酸反应时,生成 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 NO 和 H_2O ,A 正确; Fe_3O_4 中含 +2 价、+3 价铁,与足量稀硝酸反应生成 Fe^{3+} ,正确的离子方程式为 $3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 28\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \xrightarrow{\Delta} 9\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 14\text{H}_2\text{O}$,B 错误; $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 与稀硝酸发生复分解反应: $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HNO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$,C 正确; $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 具有较强的还原性,与足量稀硝酸发生氧化还原反应生成 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 NO 和 H_2O ,D 正确。]
- C** [此实验的目的是制备氢氧化亚铁,先用铁和稀硫酸反应制备硫酸亚铁,此反应在仪器 2 中进行,稀硫酸是溶液,应盛放在分液漏斗中,即应盛放在 1 中,A 正确;打开 B、C,关闭 A,利用仪器 2 中产生的氢气,把仪器 3 中的空气排尽,使装置处于还原氛围,然后关闭 B,打开开关 A,产生气体压强增

- 大,把仪器2产生的 FeSO_4 压入仪器3中,产生 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,B正确;反应一段时间后,仪器3中 FeSO_4 与 NaOH 溶液反应产生 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,故在仪器3中观察到白色沉淀,C错误;本实验利用反应生成氢气排净装置中的空气,使装置处于还原氛围,故制备的氢氧化亚铁可以相对较长时间的保持白色状态,D正确。]
4. D [实验A先打开K,旋转活塞使稀硫酸滴入与Fe反应产生氢气,利用氢气将装置中的空气排净,避免后来生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 被氧化,A正确;实验B铁粉与滴入的稀硫酸反应产生的氢气可以排尽装置内的空气,再挤压长胶头滴管,生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 白色沉淀,避免后来生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 被氧化,B正确;空气中的氧气能进入实验C的溶液中,因此4个实验中,相对而言,实验C中看到白色沉淀时间较短,C正确;四氯化碳的密度比水大,会处于 FeSO_4 溶液下方,不能隔绝空气,因此不能把苯换成四氯化碳,D错误。]

学案11 铁盐和亚铁盐 含铁物质的转化

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1)红 浅绿 红 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$, $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$, $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ (2) $\text{Fe}^{2+} + \text{Zn} \rightleftharpoons \text{Fe} + \text{Zn}^{2+}$ $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ (3)铁 酸
2. (1)红 灰绿 红褐 (2)红 紫 (3)蓝

基础过关

1. 向待提纯的溶液中先加入双氧水将 Fe^{2+} 氧化,再加入足量 CuO [或 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 或 CuCO_3 等]充分振荡,然后过滤得到 CuSO_4 溶液
2. $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$, $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$

[关键能力·提升]

1. A [取少量样品溶于盐酸,滴加KSCN溶液,溶液变红,则含有 Fe^{3+} ,说明铁粉变质,A正确;滴加KSCN溶液,溶液未变红,则不含 Fe^{3+} ,但还原铁粉有可能被氧化为 Fe^{2+} ,B错误;依次滴加氯水、KSCN溶液,溶液变红,不能判断铁粉是否变质,C错误;滴加KSCN溶液,溶液未变红,再滴加氯水,溶液变红,说明溶液中含有 Fe^{2+} ,但不能说明铁粉全部变质,D错误。]
2. D [FeCl_3 溶液为棕黄色, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体呈红褐色,溶液由棕黄色变为红褐色,说明加热促进了 Fe^{3+} 的水解,A项结论合理;实验②与实验①相比较,说明少量的 SO_3^{2-} 促进了 Fe^{3+} 的水解,滴加 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液产生蓝色沉淀,说明溶液中存在 Fe^{2+} ,即 Fe^{3+} 也发生了还原反应,B项结论合理;实验③是向过量的 Na_2SO_3 溶液中滴加少量的 FeCl_3 溶液,分组实验说明 Fe^{3+} 发生水解,但是未发生还原反应,C项结论合理;综合分析整个实验,可知 SO_3^{2-} 对 Fe^{3+} 的水解反应和还原反应都有影响,D项结论不合理。]
3. (1) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ (2) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$, $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ (3)取少量溶液B于试管中,滴加KSCN溶液,若溶液不变红色,说明溶液B中不存在 Fe^{3+} (4)防止被空气氧化

考点二

[必备知识·夯实]

2.

教材链接

杀菌消毒 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体

[关键能力·提升]

1. B

真题变式 (1) $\text{e}^- \rightarrow \text{d}$ $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
(2) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ (合理即可)

2. A [由转化关系可推断出,红棕色粉末为氧化铁,铁分别与盐酸、氯气反应生成氯化亚铁和氯化铁,则X是Fe,a是 Cl_2 ,b是 FeCl_2 ,c是 FeCl_3 ,d是 Fe_2O_3 。 Cl_2 无漂白性,A错误;Fe元素是人体必需的微量元素,B正确;高温下,Fe与水蒸气反应可生成 Fe_3O_4 和 H_2 ,C正确;苯酚遇 FeCl_3 的水溶液显紫色,D正确。]
3. C [Fe^{3+} 和 Al^{3+} 混合物加入浓盐酸进行酸化,此时 Fe^{3+} 在浓盐酸中生成黄色配离子 $[\text{FeCl}_4]^-$;加入乙醚进行萃取后,该配离子在乙醚(Et_2O ,沸点 34.6°C)中生成缔合物 $\text{Et}_2\text{O} \cdot \text{H}^+ \cdot [\text{FeCl}_4]^-$,分液后得到含 Al^{3+} 的水溶液;将有机层加水进行反萃取, Fe^{3+} 进入水溶液中,分液后得到乙醚和含 Fe^{3+} 的水溶液;由于少量乙醚溶解在水中,且乙醚可能会影响 Fe^{3+} 的使用或检测,所以需将水溶液进行蒸馏,分离出溶解的少量乙醚,从而得出含 Fe^{3+} 的水溶液。 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 都能与氨水反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀,所以不能用过量的氨水分离 Fe^{3+} 、 Al^{3+} ,A不正确;反萃取时,加水的目的是破坏缔合物,使 Fe^{3+} 进入水层,但加水量过多会导致乙醚层体积增大或乳化,不利于分离,所以并不是水越多越有利于 Fe^{3+} 分离,B不正确; Al^{3+} 为无色, Fe^{3+} 在浓盐酸中生成黄色配离子 $[\text{FeCl}_4]^-$,分液后水相为无色,说明 Fe^{3+} 已被萃取完全,达到分离目的,C正确;蒸馏时应选用直形冷凝管,若使用球形冷凝管,馏出液会滞留在冷凝管内,不易流出,球形冷凝管一般用于回流,D不正确。]
4. B [废铁屑的主要成分为Fe,杂质有Al、C及油脂,先加入NaOH溶液“碱浸”,可除去铁屑中的油脂,A正确;“酸浸”时加入盐酸,由于Al与NaOH溶液、盐酸均发生反应,故“滤渣”中不含Al,B错误;“操作1”通入空气的目的是将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,也可用 H_2O_2 溶液代替空气,C正确;“酸浸”后的滤液呈酸性,若改为先“氧化”后“调pH”,酸性条件下 Cl^- 、 ClO^- 和 H^+ 发生氧化还原反应生成 Cl_2 ,D正确。]

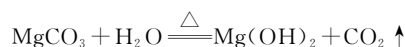
学案12 镁、铝及其化合物

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1) $2\text{Mg} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{MgO}$, $3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$, $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{C} + 2\text{MgO}$ (2) $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2 \uparrow$
2. (1) $\text{MgO} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

教材链接



3. (2) $\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Ca}^{2+}$ (3) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)× (6)×
2. MgO 、 Mg_3N_2 、C

[关键能力·提升]

1. D [镁为活泼金属,能与空气中的氧气、二氧化碳和水蒸气反应,要制备氮化镁,需要去除空气中的氧气、二氧化碳和水蒸气。装置A、B中可依次加入NaOH溶液、浓硫酸,由于混合气体通过氢氧化钠溶液后带出水蒸气,因此浓硫酸需要放在氢氧化钠溶液后,对气体进行干燥,A正确;装置C的作用是除去氧气,若去掉装置C,镁与氧气反应生成氧化镁,对产品纯度影响很大,B正确;氧气会与镁反应,为保证装置内氧气全部除去,实验时应先加热C,通入一段时间空气除尽氧

气,然后加热 D,C 正确;由于 Mg_3N_2 遇水会发生反应生成 NH_3 ,装置 E 中碱石灰的作用是防止空气中的水蒸气进入装置 D 中,D 错误。]

2. C [“沉镁”是将 Mg^{2+} 转化为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$,用 CaO 或者 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,可能发生反应: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$,
 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Mg}^{2+} = \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Ca}^{2+}$,A 正确;煅烧固体时应选用耐高温的坩埚,B 正确;“氯化”过程是在氯气氛围中高温煅烧氧化镁和碳混合物将镁转化为氯化镁,化学方程式为
 $\text{MgO} + \text{C} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{MgCl}_2 + \text{CO}$,反应为气体分子数不变的反应,C 错误;直接灼烧 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体不能得到无水氯化镁,D 正确。]

考点二

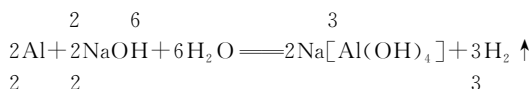
[必备知识·夯实]

1. (1) $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$ $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{AlCl}_3$
 (2) $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$
 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 4\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$

基础过关

1. (1)✓ (2)× (3)× (4)✓ (5)×

2. 解析: $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$



答案: (1) 3:1 1:1 (2) 1:3 1:3

2. 方案一 (1) Fe_2O_3 H_2SiO_3 (2) $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 4\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{SiO}_3$ $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ 方案二 (1) SiO_2 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (2) $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{CO}_2 = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$

[关键能力·提升]

1. B [根据铝元素“价—类”二维图可知,a 为 Al ,b 为 Al_2O_3 ,c 为铝盐,e 为 $\text{Al}(\text{OH})_3$,c 与 d、d 与 e 可以相互转化,则 d 为四羟基合铝酸盐。反应③是铝盐转化为四羟基合铝酸盐,反应④是四羟基合铝酸盐转化为铝盐,反应⑤是四羟基合铝酸盐转化为氢氧化铝,反应⑥是铝盐转化为氢氧化铝,反应⑦是氢氧化铝转化为四羟基合铝酸盐,上述反应均为复分解反应,故 A 正确;反应①是铝单质转化为铝盐,加酸可以实现转化,反应⑥是铝盐转化为氢氧化铝,加碱可以实现转化,两反应所加试剂不可能相同,故 B 错误;根据题图可知,d 为四羟基合铝酸盐,故物质类别处“□”代表四羟基合铝酸盐,故 C 正确;反应④是四羟基合铝酸盐转化为铝盐,可通过加入过量盐酸实现转化,离子方程式为 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 4\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$,反应⑤是四羟基合铝酸盐转化为氢氧化铝,可通过加入少量盐酸实现转化,离子方程式为 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$,故 D 正确。]

2. D [探究 Al 粉与 Fe_3O_4 发生反应所得黑色固体的成分,由实验可知,黑色固体与稀硫酸反应生成气体,且溶液 b 加 KSCN 溶液不变红,可知溶液 b 不含铁离子;黑色固体与 NaOH 溶液反应无气体,则一定不含 Al ,溶液 a 与二氧化碳反应生成的白色沉淀为氢氧化铝,则黑色固体中一定含氧化铝。由上述分析可知,黑色固体一定含氧化铝、 Fe ,一定不含 Al ,可能含 Fe_3O_4 。金属与稀硫酸反应生成 H_2 ,A 正确;固体含氧化铝,则反应②为 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$,B 正确;反应③中 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 与二氧化碳反应,可知白色沉淀是 $\text{Al}(\text{OH})_3$,C 正确;黑色固体中不含 Al ,可能含 Fe_3O_4 ,D 错误。]

3. B [铝土矿加入过量盐酸,氧化铝和氧化铁都可以溶解,二氧化硅不溶解,所以沉淀 I 为二氧化硅,溶液 I 为 FeCl_3 、

AlCl_3 和 HCl 的混合溶液,溶液 I 中加入过量氢氧化钠溶液,得到氢氧化铁沉淀和四羟基合铝酸钠、 NaCl 、过量 NaOH 的混合溶液,故沉淀 II 为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,溶液 II 为四羟基合铝酸钠、氯化钠和 NaOH 的混合溶液,向溶液 II 中通入过量二氧化碳,四羟基合铝酸钠与 CO_2 反应生成碳酸氢钠和氢氧化铝沉淀, NaOH 和 CO_2 反应生成 NaHCO_3 。沉淀 I 的主要成分为二氧化硅,A 正确;溶液 II 含有的阴离子为四羟基合铝酸根离子、氯离子、氢氧根离子,B 错误;溶液 III 中溶质的主要成分为碳酸氢钠和氯化钠,C 正确;氢氧化铝加热分解生成氧化铝和水,为分解反应,D 正确。]

学案 13 铜及其化合物 金属材料

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1) $2\text{Cu} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 碱式 (2)
 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (3) $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (4) $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} = 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$
 2. (1) $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ = \text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

教材链接

胆矾、生石灰、水

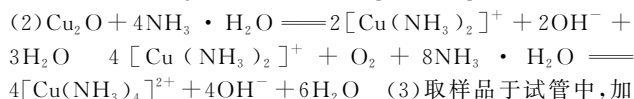
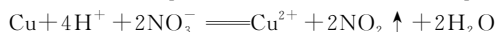
基础过关

1. (1)× (2)× (3)✓ (4)✓ (5)✓ (6)✓
 2. (1)浓硝酸 浓硝酸常温下能溶解 Cu ,但 Fe 遇浓硝酸其表面生成一层致密的氧化物薄膜
 (2)① $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{HCl} = \text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 反应生成的 Cu^{2+} 能够催化 H_2O_2 分解为 H_2O 和 O_2 ②b

[关键能力·提升]

1. B [A. 离子方程式不符合电荷守恒,错误;C. $\text{c} \rightarrow \text{d}$ 不能一步转化,错误;D. Cu^{2+} 与足量氨水反应生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$,错误。]
 2. D [Cu_2O 中滴加过量 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$ 溶液并充分振荡,砖红色沉淀转化为另一颜色沉淀,溶液显浅蓝色,说明 Cu_2O 转化成 Cu^{2+} , Cu 元素的化合价由 +1 升至 +2,根据氧化还原反应的特点知, Cu 元素的化合价还有由 +1 降至 0,新生成的沉淀为金属 Cu ,A 项正确;试管甲中沉淀的变化为 $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$,后滴加浓硝酸发生的反应为 $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,该过程中浓硝酸表现氧化性和酸性,B 项正确; Cu_2O 中滴加过量 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水并充分振荡,沉淀逐渐溶解得到无色溶液,静置一段时间后,无色溶液变为深蓝色,说明 $\text{Cu}(\text{I})$ 与 NH_3 形成的无色配合物易被空气中的 O_2 氧化成深蓝色的 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$,C 项正确;试管甲中 Cu_2O 溶于稀硝酸是因歧化生成了 Cu^{2+} 和 Cu 单质,不能说明其为碱性氧化物,试管乙中 Cu_2O 溶于浓氨水时利用的是氨的配位能力而非碱性,不能说明 Cu_2O 属于酸性氧化物,D 项错误。]

真题变式 (1) $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ = \text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$

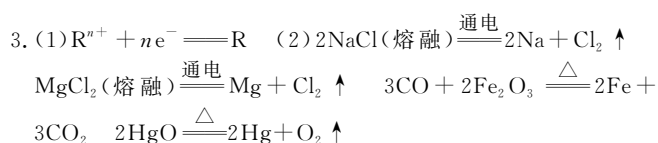


考点二

[必备知识·夯实]

1. 金属与非金属 金属特性 低 大

2. (1)低碳 Cr 、 Ni 小 大



基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)√
 2. ① ③ ③ ④

[关键能力·提升]

1. A [生铁用于炼钢和制造各种铸件,是由于生铁具有优良的铸造、切削加工和耐磨性能,A符合题意;钠钾合金用于快中子反应堆的热交换剂,是由于钠钾合金导热性好,B不符合题意;镁铝合金用于制造火箭、导弹、航天器等,是由于镁铝合金具有密度小、硬度和强度大的特点,C不符合题意;镍铬铝铜合金用于制备电路中的精密元件,是由于镍铬铝铜合金具有很高的电阻率,D不符合题意。]
 2. D [“淘洗去土滓”,使矿石和土分离属于原料的富集,A正确;纯铜为紫红色固体,“自然铜……色似干银泥”,因此自然铜为合金,B正确;铜与铅混合物的分离过程中,“铅质先化,从上孔流出”,利用了物质的熔点不同,C正确;不能用热分解法冶炼铜,应用热还原法冶炼铜,D错误。]
 3. D [Ag的冶炼可以用加热分解 Ag_2O 的方法制备,D错误。]

第四章 非金属及其化合物

学案 14 氯及其化合物

考点一

[必备知识·夯实]

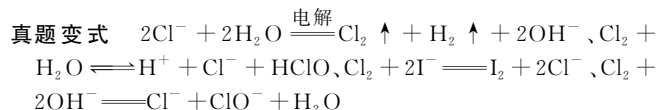
1. (1)棕红 棕黄 苍白 $Cl_2 + 2KI \rightleftharpoons I_2 + 2KCl$ $Cl_2 + SO_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 4H^+ + 2Cl^- + SO_4^{2-}$ $Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + Cl^- + HClO$ Cl_2 、 H^+ 、 Cl^- 、 $HClO$ 、 ClO^- 、 OH^- 棕色 阴凉
 (2) $Cl_2 + 2OH^- \rightleftharpoons Cl^- + ClO^- + H_2O$ $2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \rightleftharpoons CaCl_2 + Ca(ClO)_2 + 2H_2O$
 2. (1) $2HClO \xrightarrow{\text{光照}} 2HCl + O_2 \uparrow$ 漂白 $NaClO + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons HClO + NaHCO_3$ (2) $ClO^- + H_2O \rightleftharpoons HClO + OH^-$ 次氯酸 消毒 漂白 $Ca(ClO)_2 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons CaCO_3 \downarrow + 2HClO$

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)× (6)×
 2. (1)干燥的有色布条不褪色,湿润的有色布条褪色 $HClO$
 (2) $Cl_2 + 2NaOH \rightleftharpoons NaCl + NaClO + H_2O$ $Ca(ClO)_2$
 (3) $Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + Cl^- + HClO$ Cl_2 、 Cl^- 、 $HClO$ 、 ClO^-

[关键能力·提升]

1. D [闭合 K_1 ,电解饱和食盐水,U形管两侧生成 Cl_2 和 H_2 ,A错误; Cl_2 与 H_2O 生成 $HClO$, $HClO$ 具有漂白性,B错误;还原性: $Cl^- < I^-$,C错误;断开 K_1 ,闭合 K_2 ,形成 H_2-Cl_2 燃料电池,有电流形成,D正确。]



2. A [由题图可知,a为 HCl ,b为 $HClO$,c为 $HClO_4$,d为 Cl_2 ,e为-1价盐(如 $NaCl$),f为+5价盐(如 $KClO_3$),g为+7价盐(如 $KClO_4$)。a为 HCl ,可利用难挥发性酸制取挥发性酸来制取 HCl ,发生反应: $2NaCl + H_2SO_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} Na_2SO_4 + 2HCl \uparrow$,A合理; HCl 、 $HClO$ 发生归中反应生成氯气,生成1 mol Cl_2 转移1 mol 电子,B不合理; $NaClO$ 是漂白液的主

要成分,C不合理;c为 $HClO_4$,其稀溶液的氧化性较弱,和变价金属反应不能生成相应金属的高价盐,D不合理。]

3. A [$Ca(ClO)_2$ 是可溶性强电解质,在溶液中发生电离 $Ca(ClO)_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2ClO^-$, ClO^- 会发生水解 $ClO^- + H_2O \rightleftharpoons HClO + OH^-$,则溶液显碱性,故 $c(OH^-) > c(H^+)$,水解的程度是微弱的,则 $Ca(ClO)_2$ 溶液中存在 $c(ClO^-) > c(Ca^{2+}) > c(OH^-) > c(H^+)$,A正确。 $Ca(ClO)_2$ 溶液中存在 $ClO^- + H_2O \rightleftharpoons HClO + OH^-$,溶液显碱性,向其中滴加紫色石蕊溶液,溶液变为蓝色,由于 $HClO$ 具有强氧化性,会将蓝色物质氧化成无色物质,故不能根据溶液褪色说明 $Ca(ClO)_2$ 溶液显碱性,B错误。取少量 $Ca(ClO)_2$ 溶液于试管中,通入 CO_2 ,生成白色沉淀,发生反应 $Ca^{2+} + 2ClO^- + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons CaCO_3 \downarrow + 2HClO$,酸性: $H_2CO_3 > HClO$,C错误。实验Ⅲ中有黄绿色气体生成,说明发生归中反应 $Cl^- + ClO^- + 2H^+ \rightleftharpoons Cl_2 \uparrow + H_2O$,则氧化性: $ClO^- > Cl_2$,D错误。]
 4. B [碳酸的酸性比 $HClO$ 的酸性强,根据强酸制弱酸原理,正确的离子方程式为 $HCO_3^- + H^+ \rightleftharpoons CO_2 \uparrow + H_2O$,B不相符。]

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) $MnO_2 + 4HCl(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} MnCl_2 + Cl_2 \uparrow + 2H_2O$ $MnO_2 + 4H^+ + 2Cl^- \xrightarrow{\Delta} Mn^{2+} + 2H_2O + Cl_2 \uparrow$ (4)增大 $c(Cl^-)$,减少 Cl_2 与 H_2O 的反应,即减少 Cl_2 的溶解 干燥管或 U 形管 (5)上 饱和食盐水 (6) $NaOH$ $Cl_2 + 2OH^- \rightleftharpoons Cl^- + ClO^- + H_2O$ (7)蓝 蓝色石蕊试纸

教材链接

发生装置:根据反应物的状态和反应条件

↓
除杂装置:根据气体及其所含杂质的性质

↓
收集装置:根据气体的密度、水中溶解性及是否与 H_2O 反应

↓
尾气处理装置:根据气体的性质

2.

基础过关

- (1)e d c b (2) $MnO_2 + 4H^+ + 2Cl^- \xrightarrow{\Delta} Mn^{2+} + Cl_2 \uparrow + 2H_2O$ MnO_2 与浓盐酸反应,不与稀盐酸反应,随着反应进行,盐酸逐渐变稀,反应停止, HCl 不能完全反应 (3)吸收 Cl_2 中的 $H_2O(g)$ (4)除去氯气中的氯化氢气体 (5) $2Fe + 3Cl_2 \xrightarrow{\Delta} 2FeCl_3$ (6)⑤ ④

[关键能力·提升]

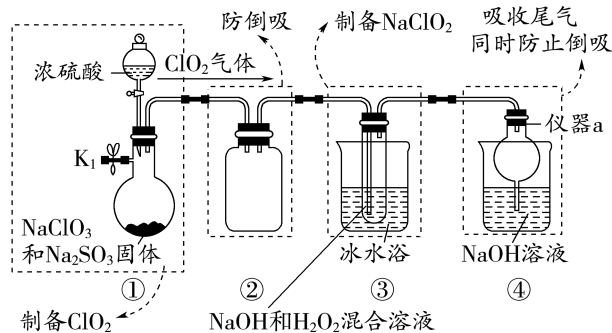
1. D [ICl_3 遇水易反应,故装置戊中碱石灰的作用有两个:一是吸收 Cl_2 ,二是防止外界水蒸气进入装置丁中,D不正确。]
 2. 解析:(1)实验室制备 Cl_2 ,若采用二氧化锰与浓盐酸加热的方法,根据反应条件结合装置可知乙和丙不能进行加热,只能在甲装置中进行反应,发生反应的化学方程式为 $MnO_2 + 4HCl(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} MnCl_2 + Cl_2 \uparrow + 2H_2O$;若采用高锰酸钾与浓盐酸常温下制备氯气,则不需要加热装置,同时因高锰酸钾易溶于水不能选用丙装置制取,应该在乙装置中进行,发生反应的化学方程式为 $2KMnO_4 + 16HCl(\text{浓}) \rightleftharpoons 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2 \uparrow + 8H_2O$ 。(2)B装置中仪器a为长颈漏斗,B装置可除去氯气中的氯化氢杂质,此外因长颈漏斗与外界连通,可以起到平衡内外压强的作用,从而能有效的防止倒吸现象,另外过量的氯气还可以贮存在B中。(3)C瓶溶液中的溶质除 $NaCl$ 外,还存在产物次氯酸钠,但室温下,饱和 $NaClO$ 溶液 pH 为 11,C 中溶液的 pH 为 12,从而说明溶液中还存在未

反应完的氢氧化钠。

答案:(1)甲(或乙) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ [或 $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$] (2)长颈漏斗 贮存少量气体[或平衡气压(安全瓶)或防倒吸] (3) NaClO 、 NaOH

3. A $[\text{ClO}_2]$ 易溶于水,不用①收集,③无法除去尾气,②可以从d口进气c口出气来收集 ClO_2 ,故A错误。]

4. 解析:



答案:(1)球形干燥管 作安全瓶,防止装置③中的溶液倒吸至装置①中 (2)关闭 K_1 , 关闭分液漏斗活塞,向装置④的烧杯中加水浸没球形干燥管下端,微热装置①中烧瓶,当装置④中出现气泡时停止加热,若装置④中球形干燥管下端有一段水柱,一段时间后水柱高度不变,则装置气密性良好 (3) $2\text{ClO}_2 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NaClO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ (4)从 K_1 处通入空气,将残留气体鼓入装置④中 (5)冷却结晶

学案 15 卤族元素与提取溴和碘

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1) FeI_2 $\text{HX} + \text{HXO}$ $\text{X}^- + \text{XO}^- + \text{H}_2\text{O}$ (2)加深 升高 增大 增强 减弱 增强

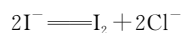
基础过关

(1) Cl_2 的氧化性大于 I_2 Cl_2 的氧化性大于 Br_2 将溴水滴入淀粉-KI 溶液中,溶液变蓝色 (2) $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} \xrightarrow{\Delta} \text{I}_2 + 2\text{KCl}$ $\text{I}_2 + 5\text{Cl}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 10\text{HCl} + 2\text{HIO}_3$ (3) $\text{HIO}_3 + 5\text{I}^- + 5\text{H}^+ \xrightarrow{\Delta} 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

2. (1)白色 淡黄色 黄色 (2) Br^- I^- (3)蓝色

[关键能力·提升]

1. A [元素的非金属性强弱与其对应的氢化物溶液的酸性强弱无关,可根据其最高价氧化物对应的水化物的酸性强弱进行比较,A 错误。]
2. D [A 项,在 KI 中加入足量新制氯水,也会置换出单质碘而使溶液变色,故不能确定是否含有 Br^- , 错误;B 项, Br^- 和 I^- 均能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,错误;C 项,加入少量的碘水,再加入 CCl_4 振荡,有机层萃取 I_2 而显紫色,不能证明含有 Br^- , 错误;D 项,加入足量 FeCl_3 溶液,由于还原性: $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$, Fe^{3+} 氧化 I^- 生成 I_2 , 用 CCl_4 萃取后,分离出 I_2 , 在无色的水层中加入 AgNO_3 溶液,有淡黄色沉淀生成,说明有 AgBr 生成,则含有 Br^- , 正确。]
3. D [F 的非金属性比 I 强, IF_5 中 I、F 的化合价依次为 +5 和 -1, 故 A 错误;氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$, IBr 与 Fe 反应生成 FeI_2 , 故 B 错误; BrCl 与足量 FeBr_2 反应的化学方程式为 $3\text{BrCl} + 6\text{FeBr}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{FeCl}_3 + 5\text{FeBr}_3$, BrCl 中 Br 元素在反应中由 +1 价变为 -1 价, 故 1 mol BrCl 与足量 FeBr_2 溶液完全反应时转移的电子为 2 mol, 故 C 错误; IBr 中溴的电负性较强, 溴显 -1 价、碘显 +1 价, IBr 可以与水反应生成 HIO 和 HBr , 各元素化合价没有改变, 不是氧化还原反应, 故 D 正确。]
4. (1) $(\text{CN})_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{NaCN} + \text{NaCNO} + \text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{Cl}_2 +$



考点二

[必备知识·夯实]

1. (2) $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$
2. (1) $2\text{I}^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2) $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$ CCl_4 蒸馏

[关键能力·提升]

1. C [溴单质沸点低, 可用热空气吹出得到含 Br_2 的空气, “吹出塔”步骤利用了溴单质易挥发的性质, A 正确; “吸收塔”内发生的反应是二氧化硫和溴单质反应生成硫酸和溴化氢, 反应的离子方程式为 $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Br}^- + 4\text{H}^+$, B 正确; 氯气和溴均可以和 NaOH 溶液反应, 不能用 NaOH 溶液除去溴中的少量氯气, C 错误; 制取过程中需要富集溴, 根据反应过程, 每提取 1 mol 溴, 理论上消耗氯气 2 mol, 标准状况下的体积为 $2 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 44.8 \text{ L}$, D 正确。]
2. B [应在坩埚中灼烧干海带, A 错误; 操作 a、c 均为过滤, B 正确; 操作 b 中用于提取碘的试剂必须与水互不相溶, 乙醇与水互溶, C 错误; ③的离子方程式为 $5\text{I}^- + \text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ \xrightarrow{\Delta} 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, D 错误。]

考点三

[必备知识·夯实]

1. 搅拌 适当加热 搅拌, 加速溶解
2. 问题探究 (1)静置后, 向上层清液中继续滴加 BaCl_2 溶液, 无沉淀生成 (2) Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$, $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \xrightarrow{\Delta} \text{CaCO}_3 \downarrow$, $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \xrightarrow{\Delta} \text{BaCO}_3 \downarrow$ (3)否, 若顺序颠倒则无法除去 Ba^{2+} (4)否, 若在过滤前加入盐酸, 则 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 CaCO_3 、 BaCO_3 又溶解而引入杂质 (5)蒸发皿 玻璃棒 酒精灯 搅拌, 防止溶液局部温度过高导致液滴飞溅 (6)保证杂质离子完全除去 向上层清液中加 BaCl_2 溶液, 无沉淀产生

[关键能力·提升]

1. C [用过量的 BaCl_2 溶液除去 SO_4^{2-} , 后续用碳酸钠溶液除去过量的 Ba^{2+} , A 项正确; Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 分别转化为 CaCO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 BaSO_4 沉淀, 通过过滤除去, B 项正确; 4 种试剂中, 最后加入盐酸, 目的是中和过量的碳酸钠和 NaOH , C 项错误; 加盐酸调节 pH 后的溶液中含 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 等离子, 加热析出的固体为 NaCl , 趁热过滤可减少 KCl 杂质, D 项正确。]

真题变式 $\text{BaCl}_2 - \text{NaOH} - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{HCl}$ 或 $\text{NaOH} - \text{BaCl}_2 - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{HCl}$ 或 $\text{BaCl}_2 - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{NaOH} - \text{HCl}$

2. (1) AgNO_3 BaSO_4
(2)过滤 引流
(3)使溶液中的 Ag^+ 、 Ba^{2+} 完全沉淀
(4) Na_2CO_3 HNO_3

学案 16 硫及其化合物

考点一

[必备知识·夯实]

一、

基础过关

1. (1)× (2)√ (3)× (4)×
2. ②③④⑦⑧⑨⑩

二、2. (2)褪色 还原 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ 褪色 漂白 溶液恢复红色 淡黄色沉淀 氧化 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \xrightarrow{\Delta} 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ BaSO_4 BaSO_3 $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} \xrightarrow{\Delta} \text{BaSO}_3 \downarrow$

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)× (6)✓
 2. (1) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ $\text{SO}_2, \text{O}_2, \text{SO}_3$ (2) $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$

关键能力·提升

1. **D** $[\text{CO}_2$ 也能使澄清石灰水变浑浊, ①错误; 酸性气体均能使湿润的蓝色石蕊试纸变红, ②错误; Cl_2 也能使品红溶液褪色, ③错误; CO_2 通入足量 NaOH 溶液中, 再滴加 BaCl_2 溶液, 有白色沉淀(BaCO_3)生成, 该沉淀溶于稀盐酸, ④错误。]
 2. 该气体为 CO_2 和 SO_2 的混合气体
 (1) B
 (2) 验证混合气体中是否含有 SO_2
 (3) 验证混合气体中是否含有 CO_2
 (4) CO_2 和 SO_2 的混合气体

3. **解析:** (1) ①制取的二氧化硫含有水蒸气, 且二氧化硫为酸性气体, 因此用浓硫酸干燥, 干燥时气体需长进短出, 二氧化硫的密度比空气大, 用向上排空气法收集, 因此装置连接顺序为 $a \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow g \rightarrow f \rightarrow d \rightarrow e$ 。②该实验在常温下进行, 用饱和 Na_2SO_3 溶液和 75% 浓硫酸反应制备二氧化硫, 因此反应方程式为 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ 。(2) SO_2 可将 I_2 还原为 I^- , 当 I_2 反应完全后淀粉液由蓝色变无色。(3) SO_2 有毒, 需用碱液吸收处理防止污染。
答案: (1) ① $c \rightarrow b \rightarrow g \rightarrow f$ ② $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ (2) 溶液由蓝色变无色 $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}^+ + 2\text{I}^- + \text{SO}_4^{2-}$ (3) 吸收未反应的 SO_2 , 防止污染空气 (4) $\text{SO}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$

4. **B** $[\text{SO}_2$ 具有漂白性, 能使品红溶液褪色, 具有还原性, 能使酸性高锰酸钾溶液褪色, SO_2 能使石蕊溶液变红, 故 A 错误; 二氧化硫、次氯酸等物质都能使品红溶液褪色, 故 B 正确; 漂白粉和过氧化钠的漂白性是利用其氧化性, 活性炭的漂白性是利用其吸附性, 二氧化硫的漂白性是因为其和有色物质反应生成无色物质, 故 C 错误; SO_2 与 NaOH 发生反应, 溶液因碱性减弱或不呈碱性而褪色, 不能说明 SO_2 具有漂白性, 故 D 错误。]

5. **C** $[\text{装置甲中浓硫酸和亚硫酸钠反应可制备 } \text{SO}_2, \text{SO}_2 \text{ 具有漂白性, 可以使品红溶液褪色, A 正确; 装置乙中的 } \text{NaOH} \text{ 溶液, 可以与 } \text{SO}_2 \text{ 和 } \text{Cl}_2 \text{ 反应, 可以用于吸收过量的 } \text{SO}_2 \text{ 和 } \text{Cl}_2, \text{ B 正确; 实验室制备 } \text{Cl}_2 \text{ 是在加热条件下 } \text{MnO}_2 \text{ 和浓盐酸反应, 即分液漏斗中盛装浓盐酸, C 错误; 二氧化硫具有漂白性, 可以使品红溶液褪色, 褪色后的溶液加热时又恢复原来的红色; 氯气和水反应生成的次氯酸具有漂白性, 因而氯气通入品红溶液中也能使品红褪色, 次氯酸的漂白不可逆, 加热时, 不能恢复红色, D 正确。}]$

考点二

必备知识·夯实

1. (1) $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 8\text{SO}_2 + 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ (2) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$

2. (2) 脱水 SO_2 强氧化 $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 强氧化性、酸性 浓 H_2SO_4 变为稀 H_2SO_4 时反应停止 溶液红色褪去 溶液变红 吸收 SO_2 , 防止污染空气

教材链接

- (1) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (2) 重晶石 (3) H_2O 波尔多液

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)✓ (6)× (7)×
 2. (1) 难挥发性(或高沸点) (2) 强氧化性和酸性 (3) 强氧化性 (4) 脱水性

关键能力·提升

1. **C** $[\text{将 Y 形管向左倾斜, 使浓硫酸流入含少量水的葡萄糖中, A 正确; } \text{CO}_2, \text{SO}_2 \text{ 均不和氯化钡溶液反应, 若装置 b 中出现白色沉淀, 是因为 } \text{SO}_2, \text{O}_2 \text{ 和氯化钡反应生成了 } \text{BaSO}_4, \text{ B 正确; c 中的品红溶液不能完全吸收 } \text{SO}_2, \text{SO}_2, \text{CO}_2 \text{ 均能使澄清石灰水变浑浊, C 不正确; 污染性尾气为 } \text{SO}_2, \text{ 可以用 } \text{NaOH} \text{ 溶液或酸性 } \text{KMnO}_4 \text{ 溶液吸收, 球形干燥管的作用为防倒吸, D 正确。}]$
 2. **C** $[\text{常温下铁遇浓硫酸发生钝化, 可以用铁制容器盛放浓硫酸, 故 A 错误; 随着反应的进行, 浓硫酸的浓度逐渐降低, Cu 与稀硫酸不反应, 而 Fe 能与稀硫酸反应生成氢气, 则 } \textcircled{2} \text{ 中铜丝或铁丝均有剩余时, 产生气体的物质的量不可能相等, 故 B 错误; } \textcircled{2} \text{ 中在加热条件下, 铜丝或铁丝逐渐溶解, 产生大量气体, 品红溶液褪色, 说明反应生成了 } \text{SO}_2, \text{ 故 C 正确; } \textcircled{1} \text{ 中现象的差异还与金属自身性质有关, 故 D 错误。}]$
 3. (3) H_2 和 SO_2 的混合气体 随着反应的进行, 硫酸的浓度变小, 铁与稀硫酸反应生成氢气
 4. **解析:** 检验 SO_4^{2-} 常会受到 Ag^+ 、 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 的干扰, 当向待测溶液中滴加氯化钡溶液时, 如果待测溶液中存在 Ag^+ , 同样会产生一种不溶于酸的白色沉淀氯化银。因此, 在检验 SO_4^{2-} 的过程中, 为了排除 Ag^+ 的干扰, 常先往溶液中滴加适量稀盐酸后再滴加氯化钡溶液。同时亚硫酸根离子容易被硝酸氧化为硫酸根离子干扰检验, 所以常选用稀盐酸不选用硝酸。
答案: (1) Ag^+ (2) SO_3^{2-} (3) 稀盐酸 无沉淀和气体生成 BaCl_2 溶液 产生白色沉淀

考点三

必备知识·夯实

1. (1) $2\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{SO}_3 + 4\text{H}^+ = 3\text{S} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ $5\text{S}^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ = 5\text{S} \downarrow + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$ $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$ $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_3\text{O}_4$

基础过关

⑤ 紫色的酸性 KMnO_4 溶液褪色 还原 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 产生的气体使品红溶液褪色

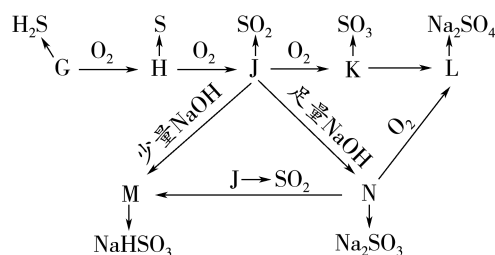
2. (2) $\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3$

教材链接

- ① 酸性氧化物的通性(与碱、碱性氧化物、水反应)
 ② 氧化性(化合价: $+4 \rightarrow 0$ 或 -2)
 ③ 还原性(化合价: $+4 \rightarrow +6$)

关键能力·提升

1. **D** $[\text{常温常压下 G、J 均为无色气体, J 具有漂白性, 结合图中物质转化和所学知识可推断:}]$



$\text{H}_2\text{S}, \text{SO}_3$ 均能与 NaOH 溶液反应, A 正确; $\text{S}, \text{Na}_2\text{SO}_3$ 中硫元素均处于中间价态, 二者既具有氧化性也具有还原性, B 正

确; NaHSO_3 、 Na_2SO_3 溶液中所含离子种类相同, 均为 Na^+ 、 H^+ 、 OH^- 、 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- , C 正确; H_2S 与 SO_2 发生反应 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$, 因此 1 mol G 与足量的 J 反应, 转移电子数为 $2N_A$, D 错误。]

2. C [根据图示可知, X 为 SO_2 , Y 为 SO_3 , Z 为 H_2SO_4 , M 为 CuSO_4 , N 为 CuS 。S 在过量氧气中燃烧生成 SO_2 , SO_2 催化氧化生成 SO_3 , 故 A 错误; 盐酸的酸性强于亚硫酸的酸性, 则 SO_2 通入 BaCl_2 溶液中, 不发生反应, 无现象, 故 B 错误; 根据方程式 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$, 2 mol H_2S 失去的电子与 1 mol SO_2 得到的电子相等, 则氧化产物和还原产物的物质的量之比为 2:1, 故 C 正确; S 具有弱氧化性, 与 Cu 化合生成 Cu_2S , 故 D 错误。]

3. C [制备过程所涉及物质中有 2 种酸性氧化物——二氧化硫和二氧化碳, 故 A 错误; SO_2 作漂白剂时, 未发生氧化还原反应, 没有表现还原性, 故 B 错误; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 由 NaHSO_3 过饱和溶液经结晶脱水制得, 则流程中的 Na_2CO_3 饱和溶液和 Na_2CO_3 固体不可互换, 否则得不到过饱和的 NaHSO_3 溶液, 故 C 正确; “结晶脱水”是加热固体分解, 应该在坩埚中进行, 故 D 错误。]

4. (1) $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (或 $\text{HSO}_3^- + \text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$) Na_2S 和 Na_2CO_3 的混合溶液 (2) S (3) NaOH 溶液 (合理即可) (4) 控制反应温度、调节酸的滴加速率 (或调节酸的浓度等) (5) 若 SO_2 过量, 溶液显酸性, 可能使产物分解

学案 17 氮及其氧化物 硝酸

考点一

[必备知识·夯实]

- 游离 化合
-

基础过关

- (1) × (2) × (3) × (4) ×
- $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$ $\text{N}_2 + 3\text{Mg} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$ $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电或高温}} 2\text{NO}$
- 稳定性 氧化性 沸点低、易汽化吸热

3.

基础过关

- (1) × (2) × (3) √ (4) × (5) ×
- 无 红棕 红棕 无 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

[关键能力·提升]

- D [反应①将 N_2 转化为 NO , 属于氮的固定, 反应②属于生物固氮, A 正确; 由题图知, 氮循环过程中涉及氮、氧元素, B 正确; 反应④是 O_2 将 NH_3 氧化为 NO_3^- , 氮元素化合价由 -3 价升高到 +5 价, 即生成 1 mol NO_3^- 失去 8 mol 电子, 根据得失电子守恒可知每生成 1 mol NO_3^- 需要消耗 2 mol O_2 , C 正确; 反应③中 NO 被氧化为 NO_3^- , 反应⑤中 NO_3^- 被还原为 N_2 , D 错误。]
- D [NO_2 和氢氧化钠反应生成硝酸钠、亚硝酸钠和水, NO_2 不是酸性氧化物, A 错误; 氮气性质不活泼, 其原因是氮气分子中含有氮氮三键, 键能大, 难断裂, B 错误; 反应③中生成 2 mol N_2 转移 6 mol 电子, 标准状况下每生成 22.4 L N_2 , 转移电子数为 $3N_A$, C 错误; $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$, NO 和 O_2 反应生成 NO_2 , NO_2 和水反应生成 HNO_3 和 NO , D 正确。]
- B [常温常压下, 气体体积之比等于其物质的量之比, 消耗的氧气为 $30 \text{ mL} \times \frac{1}{5} = 6 \text{ mL}$, 根据总反应 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 知, 参与反应的一氧化氮为 8 mL, 最终剩

余气体积约为 $20 \text{ mL} + 30 \text{ mL} - 6 \text{ mL} - 8 \text{ mL} = 36 \text{ mL}$, A 项正确; 在注射器中发生的反应为气体分子数减小的反应, 注射器内压强减小, 则活塞缓缓向左移动, B 项错误; 一氧化氮与氧气发生反应生成二氧化氮, 二氧化氮与水发生反应生成硝酸和一氧化氮, 可观察到注射器内气体由无色变成红棕色, 最后变成无色, C 项正确; 由总反应方程式, 可以列出:

$$\begin{array}{rcl} \text{NO} & \sim & \text{HNO}_3 \\ 24.5 \text{ L} & & 1 \text{ mol} \\ 8 \times 10^{-3} \text{ L} & & n \\ n \approx 3.27 \times 10^{-4} \text{ mol} \end{array}$$

$$\text{则硝酸的浓度 } c = \frac{n}{V} = \frac{3.27 \times 10^{-4} \text{ mol}}{5 \times 10^{-3} \text{ L}} \approx 0.07 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

D 项正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

- (1) HNO_3 分解生成的 NO_2 溶于硝酸中 保存在棕色带有玻璃塞的试剂瓶中, 置于阴凉处 (2) 向上拉铜丝脱离溶液 $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 (\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 生成的 NO 遇到试管内的 O_2 被氧化为 NO_2 $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 (\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 强氧化性、酸性

基础过关

- (1) √ (2) × (3) × (4) √ (5) × (6) × (7) √
- $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 1:2 1:4

[关键能力·提升]

- C [化合反应是由两种或两种以上物质生成一种新物质的反应, 铜与稀硝酸反应产生蓝色的硝酸铜溶液, 同时生成的无色 NO 与装置中空气发生化合反应生成红棕色的 NO_2 : $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, A 正确; a 中产生的 NO 可与 b 中空气中的氧气反应生成 NO_2 , 同时 NO_2 存在平衡转化: $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$, 若 NO 未反应完全, 则 b 中存在 3 种氮氧化物, 若 NO 完全转化为 NO_2 , 则 b 中存在 2 种氮氧化物, B 正确; 酚酞的变色范围为 8.2~10.0, 则 c 中溶液红色刚好褪去时, 溶液仍显碱性, 碳酸氢根离子并未完全反应, C 错误; 将 a 中稀硝酸换为浓硫酸并加热, 生成酸性氧化物 SO_2 , 过量的 SO_2 可与 NaHCO_3 发生反应: $\text{SO}_2 + \text{NaHCO}_3 = \text{NaHSO}_3 + \text{CO}_2$ 而使溶液呈酸性, 故 c 中溶液颜色会褪去, D 正确。]

真题变式 (1) $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ (2) $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{NO}$, $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 先上升, 后略有下降, 并保持稳定

2. D [①中, 过量的 Fe 把 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} , 错误; ③中, Al 与稀硝酸可以反应, 不发生钝化, 错误。]

3. D [收集到的气体为 NO 、 NO_2 , 其物质的量为 $\frac{3.36 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.15 \text{ mol}$, Cu 的物质的量为 $\frac{12.8 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, Cu 反应后生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, 结合氮元素守恒, 参加反应的硝酸的物质的量为 $0.15 \text{ mol} + 0.2 \text{ mol} \times 2 = 0.55 \text{ mol}$, 故 A 错误; Cu 的物质的量为 $\frac{12.8 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, 故 Cu 失去电子为 $0.2 \text{ mol} \times 2 = 0.4 \text{ mol}$, 设 NO_2 和 NO 的物质的量分别为 $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$, 则有 $x + 3y = 0.4$ 、 $x + y = 0.15$, 解得 $x = 0.025$, $y = 0.125$, 则混合气体中 NO 和 NO_2 的体积比为 $0.125 \text{ mol} : 0.025 \text{ mol} = 5 : 1$, 故 B 错误; 根据 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$, 至少需要 NaOH 溶液的体积为 $\frac{0.2 \text{ mol} \times 2}{1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.4 \text{ L} = 400 \text{ mL}$, 故 C 错误; NO 、 NO_2 和 O_2 反应最终生成 HNO_3 , 结合 B 选项, 根据得失电子守恒, O_2 得到的电子数等于铜失去的电子数, 则需要氧气的质量为 $\frac{0.4 \text{ mol}}{4} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.2 \text{ g}$, 故 D 正确。]

4. B $[\text{Cu} \xrightarrow{-2e^-} \text{Cu}^{2+} \xrightarrow{+2\text{OH}^-} \text{Cu}(\text{OH})_2, \text{Mg} \xrightarrow{-2e^-} \text{Mg}^{2+} \xrightarrow{+2\text{OH}^-} \text{Mg}(\text{OH})_2]$ 据此可得 $n(\text{OH}^-)$ 等于金属失去电子的物质的量, 则有 $n(\text{OH}^-) = \frac{18.5 \text{ g} - 10 \text{ g}}{17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$, 即金属失电子 0.5 mol ; $2n(\text{Cu}) + 2n(\text{Mg}) = 0.5 \text{ mol}$; 据质量关系可得: $64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times n(\text{Cu}) + 24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times n(\text{Mg}) = 10.0 \text{ g}$, 联立解得 $n(\text{Cu}) = 0.1 \text{ mol}$, $n(\text{Mg}) = 0.15 \text{ mol}$, 故合金中铜和镁的物质的量之比为 $0.1 \text{ mol} : 0.15 \text{ mol} = 2 : 3$, A 正确; 全部沉淀后, 溶质为 NaNO_3 , 根据氮原子守恒, 有 $n(\text{HNO}_3) = n(\text{NaNO}_3) + n(\text{NO}, \text{NO}_2) = 370 \times 10^{-3} \text{ L} \times 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + \frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.68 \text{ mol}$, 则有 $c(\text{HNO}_3) = \frac{1.68 \text{ mol}}{0.14 \text{ L}} = 12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 不正确; 据得失电子数目守恒可得: $3n(\text{NO}) + n(\text{NO}_2) = 0.5 \text{ mol}$, $n(\text{NO}) + n(\text{NO}_2) = \frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$, 联立解得 $n(\text{NO}) = 0.15 \text{ mol}$, $n(\text{NO}_2) = 0.05 \text{ mol}$, 相同条件下, 气体的体积分数等于其物质的量分数, 故 NO_2 的体积分数为 $\frac{0.05}{0.2} \times 100\% = 25\%$, C 正确; 据得失电子守恒可知, 通入的 O_2 得电子数与两种金属失电子数相同, 两种金属失去电子 0.5 mol , 则 $n(\text{O}_2) = \frac{0.5}{4} \text{ mol} = 0.125 \text{ mol}$, 在标准状况下的体积为 $0.125 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.8 \text{ L}$, D 正确。]

学案 18 氨和铵盐 氮及其化合物的相互转化

考点一

[必备知识·夯实]

1.

基础过关

1. (1)✓ (2)× (3)✓ (4)× (5)× (6)×
2. (1) $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl}$
(2) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$
3. (1) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ (2) $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$, $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^- + 4\text{H}_2\text{O}$

2. (1) 打开止水夹, 挤出胶头滴管中的水 氨极易溶于水, 使烧瓶内压强迅速减小 (2) 玻璃管中有空气, 水与 NH_3 无法接触 打开止水夹, 用热毛巾包裹烧瓶使其受热, 烧瓶内 NH_3 受热膨胀, 将导管中的空气排出, 使 NH_3 与 H_2O 接触

[关键能力·提升]

1. A $[\text{NH}_3 \text{ 与浓 } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 反应生成硫酸铵, B 错误; 氯化物溶液遇 } \text{NH}_3 \text{ 变浑浊, 氯化物也可以是 } \text{MgCl}_2 \text{ 等盐, C 错误; } \text{NH}_3 \text{ 溶于水生成的 } \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \text{ 是碱, } \text{NH}_3 \text{ 不是碱, D 错误。}]$
2. D $[\text{加热 } \text{NH}_4\text{Cl} \text{ 分解生成 } \text{NH}_3 \text{ 和 } \text{HCl}$, 但 NH_3 和 HCl 在试管口遇冷又重新化合生成 NH_4Cl , 故 A 错误; ③中气体颜色无明显变化, 说明此时并未产生 NO_2 , ④中收集到红棕色气体, 说明 NO 在④中转化为 NO_2 , 故 B 错误; ④中 NO_2 与生成的水反应生成硝酸, 硝酸再与未反应完全的氨反应生成硝酸铵, 因此白烟的主要成分为硝酸铵, 故 C 错误; 稀硫酸与铜不反应, NO_2 通入⑤中, 生成硝酸, 硝酸将铜氧化为 Cu^{2+} , 因此溶液变为蓝色, 故 D 正确。]
3. 解析: (1) 极易溶于水或气体与溶液易发生化学反应可形成喷泉, A、C 利用气体的溶解性形成喷泉, B 中发生化学反应形成喷泉, 而 D 中 NO 不溶于水, 也不能和水发生反应, 不能形成喷泉。 (2) C、D 项发生钝化, A 项不发生反应, 只有 B 项生成 NO , 锥形瓶内气体增多, 气体压强增大, 则可形成喷泉。 (3) 图 1 和图 2 两套装置, 均产生压强差, 形成喷泉, 图 1

是减小上部烧瓶内气体压强, 而图 2 是增大下部锥形瓶内气体压强。 (4) ①如果关闭活塞 c, 打开活塞 a、b, 再挤压胶头滴管, 盛有氨的烧瓶内气压减小, HCl 进入该烧瓶与氨结合生成氯化铵, 则观察到盛有 NH_3 的烧瓶内产生大量的白烟; ②在①操作的基础上, 打开活塞 c, 由于两烧瓶内气体减少, 外压大于内压, 则两烧瓶同时产生喷泉。 (5) 设烧瓶的容积为 1 L, 则 $n(\text{HCl}) = \frac{1}{22.4} \text{ mol}$, $c(\text{HCl}) = \frac{1}{22.4} \text{ mol/L}$, $n(\text{NO}_2) = \frac{1}{22.4} \text{ mol}$, $n(\text{HNO}_3) = \frac{2}{3} \times \frac{1}{22.4} \text{ mol}$, $V(\text{aq}) = \frac{2}{3} \text{ L}$, $c(\text{HNO}_3) = \frac{1}{22.4} \text{ mol/L}$ 。

答案: (1) D (2) B (3) 减小 增大 (4) ①盛有 NH_3 的烧瓶内产生大量的白烟 ②打开活塞 c (5) $\frac{1}{22.4} \text{ mol/L}$

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$ $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (2) $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (3) $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ 酸
2. $\text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 碱石灰 下 防止 NH_3 与空气的对流 湿润的红色石蕊试纸 蓝 蘸有浓盐酸 白烟

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)×
2. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaO} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \uparrow + \text{Ca}(\text{OH})_2$

[关键能力·提升]

1. C $[\text{氯化铵是强酸弱碱盐, 其水溶液显酸性, 会使湿润的 pH 试纸变红, 根据 I 中试纸变蓝, 说明 } \text{NH}_4\text{Cl} \text{ 发生了分解反应, A 正确; 根据 I 中试纸颜色变化, 说明氨气比氯化氢气体扩散速率快, B 正确; I 中试纸变成红色, 是 } \text{NH}_4\text{Cl} \text{ 分解产生的氯化氢造成的, C 不正确; 根据试管中部有白色固体附着, 说明氯化铵分解产生的氨气和氯化氢在扩散过程中又化合生成氯化铵, 则不宜用加热 } \text{NH}_4\text{Cl} \text{ 的方法制备 } \text{NH}_3, \text{ D 正确。}]$
2. C $[\text{根据流程图可知 A 项正确; } \text{NH}_4\text{Cl} \text{ 水解呈酸性, 长期过量使用会导致土壤酸化, 也会导致水体富营养化, B 项正确; 检验 } \text{NH}_4^+ \text{ 应使用湿润的红色石蕊试纸, C 项错误; 由选项 A 可知, 生物硝化法处理废水会使水体呈酸性, 可以加入石灰石与 } \text{H}^+ \text{ 反应来调节水体的 pH, D 项正确。}]$
3. 解析: (1) 装置 A 用于制备氨, 利用浓氨水受热易挥发的特点, 圆底烧瓶中可盛放碱石灰或生石灰; 装置 B 的作用是干燥氨。 (2) 先通一段时间的氨, 排出装置中的空气, 再点燃酒精灯。 (3) 化学方程式为 $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, 氨中 N 的化合价升高, 被氧化, 则氨作还原剂, 具有还原性。 (4) 氨极易溶于水, 需防止倒吸, 因此选用的装置是 II、III。

答案: (1) ac 干燥氨 (2) a (3) $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 还原 黑色固体变为红色 无水硫酸铜变蓝 (4) II、III

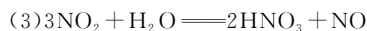
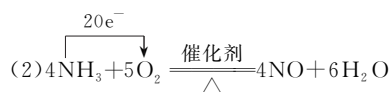
考点三

[关键能力·提升]

1. B $[\text{反应 1 为 } 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 反应 2 为 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\Delta} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$, 反应 3 为 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$, $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$, 反应 4 为 $4\text{NO}_2 +$

$2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$ 。每消耗 0.1 mol NH_4Cl , 生成 0.1 mol 氨气, 但是由于不是标准状况, 则气体的体积不是 2.24 L, A 错误; 反应 2 每生成 0.1 mol NO , 转移电子数为 $0.5N_A$, B 正确; 根据反应 3, 体系中存在 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$, 则最终二氧化氮分子的数目小于 $0.1N_A$, C 错误; 根据反应 4 可知, 为使 0.1 mol NO_2 完全转化成 HNO_3 , 至少需要 $0.025N_A$ 个 O_2 , D 错误。]

真题变式 (1) $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



2. A [根据题图中 N 元素化合价和物质类别信息, a 为 NH_3 , b 为 N_2 , c 为 NO , d 为 NO_2 , e 为 HNO_3 , f 为 NH_4NO_3 , A 正确; NH_3 在空气中不燃烧, B 错误; 少量的浓 HNO_3 中加入足量铜片, 开始产生的气体为 NO_2 , 由于铜片足量, 硝酸不足, 浓度降低, 此时产生的气体变为 NO , 所以最后得到的气体为 NO_2 和 NO 的混合气体, C 错误; 加热硝酸铵的时候有爆炸的危险, 故实验室中不能用加热消石灰和硝酸铵固体混合物的方法制取氨气, 一般采用加热氯化铵和熟石灰(消石灰)固体混合物的方法来制取氨气, D 错误。]

学案 19 碳、硅及其重要化合物 无机非金属材料

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1) $3\text{C} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{CO}_2 \uparrow + 4\text{Fe}$ $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$ (2) $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

2. 基础过关

1. (1) × (2) √ (3) × (4) × (5) × (6) × (7) ×
2. $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

[关键能力·提升]

1. 解析: (1) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 中碳元素的化合价为 +3, 反应中 H、O 元素的化合价均未变化, CO_2 中 C 显 +4 价, CO 中 C 显 +2 价, 无论生成哪种物质都会发生化合价变化, 根据得失电子守恒, 分解产物中 CO 和 CO_2 必须都有, 所以①②两种猜想一定不成立。(2) ①草酸晶体分解的产物中有 H_2O 、 CO 、 CO_2 , 同时还混有草酸蒸气, 所以验证其分解的产物, 要考虑到干扰因素, 选择正确的验证方法和合理的验证顺序, 结合提供的装置及其中所盛装的试剂, H_2O 是通过无水硫酸铜来检验的, 而且应当最先检验, CO_2 是用澄清石灰水来检验的, 但要注意草酸蒸气同样能使澄清石灰水变浑浊, 故要先除草酸蒸气(可以用冷凝的方法除去), 检验 CO 的方法是使干燥气体通过灼热的氧化铜, 看到黑色的固体变红且生成的气体能使澄清石灰水变浑浊, 则各装置合理的连接顺序为分解产生的气体 $\rightarrow \text{B} \rightarrow \text{E} \rightarrow \text{D} \rightarrow \text{A} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{E} \rightarrow \text{F}$ 。

答案: (1) ①② ①②两种猜想均违背了得失电子守恒(其他合理答案均可)

(2) ①E D A E F ②白色粉末变蓝 分解产物中有 H_2O 使升华的草酸蒸气冷凝而除去, 排除对 CO_2 的检验的干扰 ③C 中的黑色固体变红且后面澄清石灰水变浑浊



2. D [“碳中和”实际上就是通过植树造林、节能减排等方法实现二氧化碳的“零排放”。重质油裂解为轻质油, 只是将长链烃变为短链烃, 燃烧产生的二氧化碳的量不会改变, A 错误; 可燃冰作为新能源, 其主要成分为甲烷, 燃烧依旧会产生二氧化碳, B 错误; 清洁煤技术主要是减少二氧化硫、氮氧化物

以及可吸入颗粒物等污染物的排放, 但不能减少二氧化碳的排放, C 错误; 将二氧化碳转化为其他能源是实现“碳中和”最直接有效的一种方法, D 正确。]

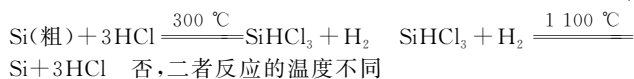
3. B [NaOH 溶液喷成雾状, 可增大反应物接触面积, 提高 CO_2 吸收率, A 正确; 环节 a 为 Na_2CO_3 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应生成 CaCO_3 沉淀, 需从溶液中过滤出来再高温煅烧, 故环节 a 中物质分离的基本操作是过滤, B 错误; NaOH 和 CaO 在流程中既有消耗, 也有生成, 可循环利用, C 正确; Na_2CO_3 可以和 CO_2 反应, 因此可用 Na_2CO_3 溶液代替 NaOH 溶液, D 正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) 氧化物 硅酸盐 (2) $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$

教材链接



2. (1) $\text{SiO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightleftharpoons \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

3. (1) $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{OH}^-$ (2) 水玻璃 碱 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$ $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{HCO}_3^-$

基础过关

1. (1) × (2) √ (3) × (4) × (5) × (6) √
2. $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ (或 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$)

[关键能力·提升]

1. B [稻壳在一定条件下制备纳米 SiO_2 , 纳米 SiO_2 和 Mg 在 650°C 发生置换反应生成 MgO 和纳米 Si, 加盐酸将 MgO 转化为 MgCl_2 , 过滤、洗涤、干燥得到纳米 Si。 SiO_2 是酸性氧化物, 与 NaOH 反应生成 Na_2SiO_3 和 H_2O , A 正确; 盐酸参与的反应为 $\text{MgO} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$, 该反应是非氧化还原反应, 盐酸体现酸性, 没有体现还原性, B 错误; 高纯硅可以将太阳能转化为电能, 故可用于制硅太阳能电池, C 正确; SiO_2 和 Mg 在 650°C 条件下发生置换反应得到 MgO 和纳米 Si, 反应的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} \xrightarrow{650^\circ\text{C}} \text{Si} + 2\text{MgO}$, D 正确。]

2. B [制备粗硅的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si}(\text{粗}) + 2\text{CO} \uparrow$, A 正确; 1 mol Si 中含有 Si—Si 键的数目为 $1 \text{ mol} \times 2 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 2 \times 6.02 \times 10^{23}$, B 错误; 题给流程图后面两步反应有 Si 和 SiHCl_3 生成, Si 易与氧气反应, SiHCl_3 易发生水解, 故原料气 HCl 和 H_2 应充分去除水和氧气, C 正确; 生成 SiHCl_3 的反应 $\text{Si}(\text{s}) + 3\text{HCl}(\text{g}) \xrightarrow{300^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 中, 反应前后气体的分子数减少, 即为熵减过程, D 正确。]

真题变式 (1) $\text{Si}(\text{粗}) + 3\text{HCl} \xrightarrow{300^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$
(2) $\text{SiHCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{H}_2 \uparrow + 3\text{HCl}$

考点三

[必备知识·夯实]

1. 黏土、石灰石 纯碱、石灰石、石英砂 (1) 硬化速率
2. (2) SiO_2

基础过关

1. (1) √ (2) × (3) × (4) √ (5) √ (6) ×
2. ②③ ①②④

[关键能力·提升]

1. C [不同的金属氧化物颜色可能不同,在高温下,釉料中的金属化合物发生氧化还原反应导致的颜色变化称为窑变,故 A 正确;新型无机非金属材料主要有先进陶瓷、非晶体材料、人工晶体、无机涂层、无机纤维等,氧化铝陶瓷属于新型无机非金属材料,故 B 正确;瓷器的原料主要是黏土,经高温烧制而成,瓷器中含有多种硅酸盐和二氧化硅,是混合物,故 C 不正确;HF 能与二氧化硅反应,陶瓷的成分是硅酸盐和二氧化硅,所以陶瓷不能用来盛装氢氟酸,故 D 正确。]
2. D [石墨烯为碳的单质,A 错误;氧化石墨烯中含 C、H、O 三种元素,不是氧化物,B 错误;氧化石墨烯不是碳的单质,C 错误;氧化石墨烯中含有一OH 和一COOH 亲水基,具有一定的亲水性,结构中的碳原子存在 sp^2 、 sp^3 杂化,D 正确。]

学案 20 环境保护 化学品的合理使用

考点一

[必备知识·夯实]

1. (2)物理法 化学法 (3) SO_3 H_2SO_3 氮氧化物 氟氯代烃 CO_2 氮、磷 2.5×10^{-6}
2. (3)100%

教材链接

- (1)25.4% 100% (2)化合反应、加成反应、加聚反应

[关键能力·提升]

1. B [燃煤时加生石灰,可吸收燃烧产生的 SO_2 ,减少其排放,B 错误。]
2. B [$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 、 $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 可用于水的净化处理,但不具备消毒杀菌作用,A 错误;酸性废水不可直接排放,C 错误;微生物处理废水时,将有机物降解为无害物质的过程发生化学变化,D 错误。]
3. D [二氧化硫是一种无色气体,A 项错误;机动车气缸中氮气与氧气反应生成 NO,燃油不完全燃烧生成 CO 和细颗粒物 $PM_{2.5}$,二氧化硫不是汽车尾气的主要成分,B 项错误;植物不能直接吸收氮的氧化物,而是通过吸收铵盐或硝酸盐来实现氮的固定,C 项错误;石灰的主要成分为 CaO,二氧化硫与之反应生成亚硫酸钙, $CaSO_3$ 与空气中 O_2 反应生成 $CaSO_4$,从而除去废气中的 SO_2 ,D 项正确。]
4. C [因为氨气的密度比空气小,实验室用向下排空气法收集氨气,氨气溶于水呈弱碱性,可以使滴有酚酞的水变红,①符合“绿色化学”;氯气有毒,与钠反应后,多余的氯气被碱液吸收,②符合“绿色化学”;浓盐酸和浓氨水都易挥发,③不符合“绿色化学”;铜与稀硝酸反应生成的一氧化氮有毒,一氧化氮可以用气球收集,④符合“绿色化学”。]
5. D [催化剂能够加快化学反应速率,但不能提高反应物的转化率,A 错误;反应②是 CH_3OH 与 O_2 反应生成 HCHO 和 H_2O ,原子利用率小于 100%,B 错误;甲醇被氧化为 HCHO 时使用的醇氧化酶是蛋白质,在高温下蛋白质会变性,失去活性,C 错误;“人工合成淀粉”既制得了淀粉,也降低了空气中 CO_2 的含量,因此有助于“双碳”达标和缓解粮食危机,D 正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

2. (1)OTC (2)0.9% 75%
- 3.

基础过关

1. (1)✓ (2)✓ (3)× (4)✓ (5)✓ (6)×
2. (1)⑦ (2)① (3)② (4)③ (5)⑤ (6)④⑥⑧

[关键能力·提升]

1. A
2. D [食品添加剂不都是人工合成的化学品,适量使用不会有副作用,故 A 错误;亚硝酸盐有毒,过度使用能够引起中毒,

故 B 错误;无论是天然的食品添加剂还是人工合成的食品添加剂都不能超标添加,超标后就会危害人体健康,需控制用量,故 C 错误;长期饮用含防腐剂、人工色素的饮品会过量摄入食品添加剂,影响人体健康,故 D 正确。]

3. D [胶体中加电解质溶液会发生聚沉,豆浆属于胶体,向豆浆中加入盐卤可制作豆腐,利用了胶体聚沉的性质,D 错误。]
4. (1) $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2 \uparrow + H_2O$ $Mg(OH)_2 + 2HCl = MgCl_2 + 2H_2O$ (2)增大药物与胃酸的接触面积,加快反应速率 (3)该药中的 $CaCO_3$ 与胃酸反应生成 CO_2 气体,加重胃溃疡,造成胃穿孔

学案 21 元素及其化合物的综合应用

考点一

[关键能力·提升]

1. A [单晶硅可用于制造芯片是因为其具有半导体的性质,A 错误;金属铝具有强还原性,可利用铝热反应来冶炼某些高熔点金属,B 正确;浓硫酸具有吸水性,可用作干燥剂,C 正确;氧炔焰的温度可达到 $3\ 000\ ^\circ C$,可用于焊接或切割金属,D 正确。]
2. A [$NaHCO_3$ 可用作餐具洗涤剂,是因为 $NaHCO_3$ 水解使溶液呈碱性,可以使油污水解,与其热分解性无关,A 符合题意;酚醛树脂具有耐高温的性质,可用作飞船外层烧蚀材料,B 不符合题意;离子液体中存在可自由移动的阴、阳离子,具有导电性,可作为原电池的电解质,C 不符合题意;水凝胶是一种亲水性物质,广泛应用于隐形眼镜中,D 不符合题意。]
3. A [向燃煤中加入的生石灰(主要成分为 CaO)可与煤燃烧生成的 SO_2 反应生成 $CaSO_3$, $CaSO_3$ 与氧气反应生成 $CaSO_4$,A 错误;可用盐酸酸化的氯化钡溶液来检验粗盐中是否含 SO_4^{2-} ,发生反应的离子方程式为 $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4 \downarrow$,B 正确;氯化镁为轻金属盐,豆腐中富含蛋白质,点卤制豆腐过程中发生蛋白质的盐析,C 正确;铁、活性炭、氯化钠与空气中的水蒸气形成原电池,铁作负极发生氧化反应,反应放出热量,故其可制暖贴,D 正确。]
4. B [过氧碳酸钠中含有过氧键,具有较强氧化性,可以漂白衣物,A 正确;酒曲中含有酵母菌和霉菌等微生物,米饭过熟会使微生物失活,与乙醇的挥发性无关,B 错误;柠檬酸酸性强于碳酸,可以将水垢中的碳酸钙转化为可溶性的柠檬酸钙,从而达到除水垢的目的,C 正确;油脂在碱性条件下水解生成易溶于水的甘油和高级脂肪酸盐,故可以用碱液清洗厨房油污,D 正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

- (1)硝酸 氨水 (2)置换 氧化还原 (3)蒸馏 蒸发结晶

[关键能力·提升]

1. D [封是封装,保持干燥,防止氧化,最不可能引起化学变化,D 符合题意。]
2. D [这段话意思即用软浆车榨取甘蔗汁,每石蔗糖汁加半升的石灰,取过滤后的甘蔗汁加热冷却,得到黑色晶体,用黄泥水淋洗可得到白糖。石灰为碱性物质,可与蔗汁中的酸性物质发生中和反应,A 正确;“冷凝成黑沙”即将热蔗糖水冷却结晶,是结晶过程,B 正确;“黄泥水淋下”可将黑色晶体变成白色,即实现脱色目的,C 正确;“白糖”是由蔗糖制得,故其主要成分为蔗糖,D 错误。]
3. B [“镹”,以生铁为之,生铁是铁和碳的合金,A 正确;“白瓷”是硅酸盐产品,主要成分是二氧化硅、氧化铝等,B 错误;“蒸”的条件是高温,是利用高温破坏酶的活性,延长茶的寿命,C 正确;咖啡因能促进大脑思维活跃,提神醒脑,所以“茶茗”具有提神功能,D 正确。]

考点三

[关键能力·提升]

1. D [可利用 ^{14}C 不断衰变的原理测定竹筒的年代,A 不符合

- 题意;X射线衍射法可用于分析晶体的结构,B不符合题意;可利用原子光谱上的特征谱线来鉴定元素,C不符合题意;红外光谱法可测定有机物分子中的化学键或官能团信息,质谱法是快速、精确测定相对分子质量的重要方法,D符合题意。]
2. **B** [明矾中 Al^{3+} 水解形成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体可吸附黄河水中的悬浮物,从而达到净水的目的,A不符合题意;漂白粉的有效成分为 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$,具有强氧化性,会破坏蚕丝的蛋白质结构,B符合题意;水垢的主要成分为 CaCO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 等,均可溶于食醋,C不符合题意;小苏打即 NaHCO_3 ,可与酸反应且受热易分解出 CO_2 ,故可用作烘焙糕点膨松剂,D不符合题意。]
3. **A** [生石灰的主要成分为 CaO , CaO 与 O_2 不反应,不能用作脱氧剂,A错误;硫酸铝中 Al^{3+} 水解生成的氢氧化铝胶体可吸附水中的悬浮物,故硫酸铝可用作净水剂,B正确;碳酸氢铵可中和酸并受热分解产生大量气体,使面团疏松、多孔,故可用作食品膨松剂,C正确;苯甲酸及其钠盐是常见的食品防腐剂,D正确。]
4. **D** [1 mol H_2O 的质量为 18 g,A错误; MoS_2 中 S 的化合价为 -2 价,根据化合物中各元素的化合价的代数和为 0 可知,Mo 的化合价为 +4 价,B错误;借助电动机机械腿行走时,电池将电能转化为动能,C错误。]
5. **C** [“84”消毒液的有效成分是次氯酸钠(NaClO),次氯酸钠可水解生成具有强氧化性的次氯酸(HClO),二氧化氯(ClO_2)是一种强氧化剂,二者的作用机制都是通过氧化反应来杀灭微生物,C错误。]

第三部分 化学实验基础

第五章 化学基础实验

学案 22 化学实验仪器和基本操作

考点一

[必备知识·夯实]

1. (2)外
2. I. (1)①②③ ④⑤⑥⑦ (2)蒸发皿 坩埚 蒸馏烧瓶 三颈烧瓶 (3)泥三角 坩埚钳 陶土网 II. (1)上部 没有 (2)0.1 0.1 0.01 是否漏水 只有一条 (3)10 mL 量筒 酸式滴定管 碱式滴定管 托盘天平 III. (1)分液漏斗 冷凝管(球形冷凝管和直形冷凝管) (球形)干燥管 (2)下 上 (3)下口 上口 冷凝回流 (4)固体 粗口 细口 (5)A B B A (6)②③④⑤⑥ IV. (1) (2)(3)(5)

[关键能力·提升]

1. (1)✓ (2)✓ (3)✓ (4)× (5)×
2. (1)(球形)分液漏斗 向反应器中添加液体药品,并能控制加入液体的多少 锥形瓶 收集气体 (2)长颈漏斗 防止气体逸出 U形管 球形干燥管 (3)漏斗 充分吸收氨气,防倒吸 (4)坩埚 泥三角 蒸发皿 (5)直形冷凝管 球形冷凝管 冷凝后的液体容易残留在球形区域内 防暴沸 (6)图 6 中温度计测定馏分的温度,图 7 中温度计测定反应体系的温度
3. **C** [从食盐水中得到 NaCl 晶体,需用蒸发皿进行结晶,不能用坩埚,C符合题意。]
4. **A** [灼烧海带需在坩埚中进行,并用泥三角支撑坩埚于三脚架上加热,仪器选择正确,A正确;加热浓缩 NaCl 溶液应使用蒸发皿(而非表面皿)和玻璃棒,表面皿无法直接加热,B错误; NaOH 易潮解且腐蚀性强,称量时应置于烧杯或表面皿中,而非称量纸上,C错误;量取 25.00 mL 的稀硫酸可以用 25 mL 移液管量取,并注入锥形瓶中,但移液管需要洗耳球配合使用,D错误。]
5. **D** [将黑木耳灼烧灰化,应该在坩埚中灼烧,选用的仪器有①②⑥⑦⑨,故 A 正确;用胶头滴管把浓硝酸滴入木耳灰中,使木耳灰溶解,用过滤的方法获得滤液,选用的仪器有④⑤

⑦⑩,故 B 正确;检验滤液中的 Fe^{3+} ,取少量滤液于试管中,用胶头滴管滴加几滴 KSCN 溶液,若溶液变红则说明含有 Fe^{3+} ,选用的仪器有③⑧⑩,故 C 正确;进行硫酸铜结晶水含量的测定需要称重,题给仪器中缺少天平,故 D 错误。]

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1)药匙 镊子
2. (1)加热 (2)(a) 倒吸 (3)大 小
3. (1)向下 炸裂 (2)向上
4. (3) CS_2 (或热的 NaOH 溶液) 稀硝酸
5. (1)碱 酸 酸碱 漂白 氧化 (2)玻璃片或表面皿 洁净的玻璃棒 标准比色卡 润湿 镊子 玻璃棒
6. (1)形成一段稳定的水柱 (2)关闭 高于 液面差保持不变 高于 液面差保持不变 (3)水不能持续流下

基础过关

1. (1)× (2)✓ (3)✓ (4)✓ (5)×
2. (1)×,加热结晶水合物时,试管口要略向下倾斜,防止生成的水倒流,导致试管炸裂 (2)×,取放蒸发皿要使用坩埚钳 (3)✓ (4)×,蒸发或浓缩溶液时要使用蒸发皿 (5)✓

[关键能力·提升]

1. **B** [H_2 为易燃气体,在点燃前需验纯,A正确;金属 K 为活泼金属,可以与水剧烈反应生成氢气并放出大量热,甚至引发爆炸,不能用湿抹布盖灭,B错误; Hg 有毒,温度计打碎后应用硫粉覆盖,使 Hg 转化为 HgS ,C正确;苯酚易溶于乙醇等有机物中,苯酚沾到皮肤上应立即用乙醇冲洗,然后再用水冲洗,D正确。]
2. **A** [灼烧海带制海带灰应在坩埚中进行,并用玻璃棒搅拌,给坩埚加热时不需要使用陶土网,A不正确;稀盐酸呈酸性,可用酸式滴定管量取 15.00 mL 稀盐酸,B正确;配制一定浓度的 NaCl 溶液时,需要将在烧杯中溶解得到的 NaCl 溶液通过玻璃棒引流转移到选定规格的容量瓶中,C正确;电石的主要成分 CaC_2 与水发生反应 $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CH}\equiv\text{CH}\uparrow$ 制取 C_2H_2 ,该制气反应属于固体与液体常温制气反应,D正确。]

真题变式 (1)坩埚 (2)酸式滴定管 (3)否 电石与 H_2O 反应放出大量的热且形成糊状物可能造成堵塞

3. **C** [NaOH 溶液滴定盐酸,选用碱式滴定管,此处选用聚四氟乙烯活塞酸碱通用,错在应该用左手操作活塞,此处用右手且握活塞的方式错误,A错误;吸收氨应防倒吸,苯的密度比水小,应在上层,起不到防倒吸的作用,选用此装置应该把苯换为 CCl_4 溶液,B错误;通过推拉铜丝,控制反应的发生与停止,C正确;托盘天平的精确读数为二位小数,不能读取 0.01 g,D错误。]
4. (1)将 e 导管下端管口浸入盛水的烧杯中,关闭 b 的活塞,打开 a 处止水夹,微热 d,若 e 导管口有气泡冒出,冷却至室温后,又有一段水柱上升,证明气密性良好 (2)不可行 b 为恒压分液漏斗,关闭 a 处止水夹后,无论装置的气密性是否良好,b 中的液体均能顺利滴下

考点三

[必备知识·夯实]

1.

基础过关

1. (1)✓ (2)✓ (3)× (4)× (5)✓ (6)× (7)✓ (8)✓ (9)✓ (10)✓
2. ⑤ ④ ①③ ②⑥ ⑦⑧
3. $2\text{NaOH} + \text{SiO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

[关键能力·提升]

1. **A** [酸、碱废液具有一定的腐蚀性,直接排放会损坏下水道,应分别收集、经处理达标后再排放,A符合题意;进行化学实验时为防止实验过程中液体溅出对身体造成伤害,需要佩戴

护目镜,B不符合题意;加热操作时应选择合适的工具避免烫伤,C不符合题意;乙醇易挥发、易燃,应存放在阴凉通风处并远离火种,D不符合题意。]

2. B [被水蒸气轻微烫伤,先用冷水冲洗一段时间,再涂上烫伤药膏,故A合理;稀释浓硫酸时,酸溅到皮肤上,先用大量的水冲洗,再涂上3%~5%的 NaHCO_3 溶液,故B不合理;苯酚有毒,对皮肤有腐蚀性,常温下苯酚在水中溶解性不大,但易溶于乙醇,苯酚不慎沾到手上,先用乙醇冲洗,再用水冲洗,故C合理;酒精灯打翻着火时,用湿抹布盖灭,湿抹布可以隔绝氧气,也可以降温,故D合理。]

真题变式 (1)立即用大量水冲洗,然后涂上2%的硼酸

(2)用沙土或沙子灭火

(3)双氧水或碘伏

3. B [液溴应保存在细口试剂瓶中,A错误; AgNO_3 见光易分解,故 AgNO_3 溶液应保存在棕色细口试剂瓶中,B正确;高锰酸钾具有强氧化性,易与具有还原性的苯酚发生氧化还原反应,故不能储存在同一药品柜中,C错误;金属锂的密度比煤油的小,会漂浮在煤油表面与空气反应,故金属锂应保存在石蜡固体中,D错误。]

4. 解析:①Li的密度比煤油小,不能保存在煤油中;②碱性溶液不能用玻璃塞;⑤ AgBr 、 AgI 见光均易分解,应放在棕色瓶中;⑦汽油、苯可溶解橡胶,不能用带有橡胶塞的试剂瓶保存;⑧氢氟酸与玻璃瓶的成分 SiO_2 反应生成 SiF_4 ,应用塑料瓶。

答案:③④⑥⑨

学案23 物质的分离与提纯

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1)过滤 烧杯 玻璃棒 漏斗 滤纸 漏斗边缘 玻璃棒 三层滤纸 烧杯内壁 (2)蒸发 蒸发皿 玻璃棒 酒精灯 (4)较大
2. (1)分液漏斗 溶解度 互不相溶 大 下 上 (2)蒸馏 沸点 支管口 沸石 下 上

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)× (6)× (7)× (8)×
2. (1)④ (2)① ⑦ (3)③ ④ (4)⑤ (5)⑥

[关键能力·提升]

1. B [二氯甲烷和四氯化碳互溶,二者沸点不同,可以用蒸馏的方法将二者分离,A正确;苯酚和碳酸氢钠都可以溶解在水中,不能用过滤的方法将二者分离,B错误;将青蒿浸泡在有机溶剂中得到提取液,寻找合适的萃取剂可以利用萃取的方法将提取液中的青蒿素提取出来,也可以利用不同溶质在色谱柱上的保留时间不同将青蒿素固定在色谱柱上,再利用极性溶剂将青蒿素洗脱下来,得到纯净的青蒿素,C正确;氯化钠和苯甲酸的溶解度随温度变化的差异较大,可以利用重结晶的方法将低温下溶解度较小的苯甲酸提纯出来,D正确。]

真题变式 (1)先将下层苯酚从分液漏斗的下口放出,再将 NaHCO_3 溶液从分液漏斗的上口倒出 (2)冷凝管、温度计

(3)停止加热,冷却后再加沸石

2. B [“侯氏制碱法”涉及的操作:①气体通入(NH_3 、 CO_2 通入饱和食盐水)对应D选项;②过滤(分离 NaHCO_3 沉淀)对应C选项;③灼烧(NaHCO_3 分解得 Na_2CO_3)对应A选项;“侯氏制碱法”不涉及蒸发溶液。]

3. (1)趁热过滤 防止形成 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (2)在不超过80℃的条件下加热浓缩,冷却结晶,过滤,用冷水洗涤 (3)有利于 Na_2SO_4 结晶析出,又能防止 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 结晶析出 冷却结晶

考点二

[必备知识·夯实]

2.

基础过关

灼热的铜网 灼热的氧化铜 NaOH 溶液(或碱石灰) 饱和 NaHCO_3 溶液 饱和 NaHCO_3 溶液(或酸性 KMnO_4 溶液) 饱和 NaHSO_3 溶液 CO_2 Cl_2 MgO (或 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 或 MgCO_3) NaOH 溶液 过滤、洗涤 NaOH 溶液 过滤、洗涤 精铜、 CuSO_4 溶液 电解精炼

[关键能力·提升]

1. D [A项, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和 H^+ 反应促进 Fe^{3+} 水解形成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,通过过滤即可除去 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和剩余的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$,合理;B项, Na_2S 和 AgCl 反应生成 Ag_2S 沉淀和 NaCl ,过滤除去 Ag_2S 和剩余的 AgCl ,合理;C项,碳酸钙与稀盐酸反应生成可溶的 CaCl_2 ,通过过滤可得到纯净的石英,合理;D项,加入足量氯化钙溶液能除去杂质纯碱,但又引入了新的杂质 CaCl_2 ,不合理。]

2. B [A项,向 FeCl_3 、 CuCl_2 的混合溶液中加入足量铁粉, FeCl_3 会和 Fe 反应生成 FeCl_2 ,错误;B项, Br_2 和 NaOH 溶液反应生成易溶于水的 NaBr 和 NaBrO ,充分振荡、静置、分液可以除去杂质 Br_2 ,正确;C项, KNO_3 的溶解度随温度升高变化较大,而 NaCl 的溶解度受温度影响不大,要提纯 KNO_3 ,将含有少量 NaCl 杂质的 KNO_3 固体溶于水,蒸发浓缩、冷却结晶,然后过滤即可得较纯净的 KNO_3 ,错误;D项,滤液中含有 NaCl ,得不到纯净的 AlCl_3 溶液,错误。]

3. D [KCl 和 H_3PO_4 反应生成 KH_2PO_4 ,经过萃取和分液后得到含 KH_2PO_4 的水相,经过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥得到 KH_2PO_4 。“反应原理”:生成的 HCl 易溶于有机萃取剂,平衡向正反应方向移动,从而制得 KH_2PO_4 ,A项错误;操作X是分液,需要的玻璃仪器主要有分液漏斗和烧杯,B项错误;因为有机萃取剂的密度比水小,故“有机相”在上层,分液操作时,“水相”从下口放出,“有机相”从上口倒出,C项错误;为了得到干燥纯净的 KH_2PO_4 晶体,一系列操作是蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥,D项正确。]

学案24 物质的检验与鉴别

考点一

[必备知识·夯实]

二、1. 白烟 蓝

2. 复燃 黄绿 变蓝 红棕 变红 变蓝

3. Cu 和 H_2O Cu 和 CO_2 红棕

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)√ (6)× (7)× (8)× (9)×
2. 将生成的气体依次通入①品红溶液、② NaOH 溶液、③品红溶液、④溴水中,若①品红溶液褪色证明含有 SO_2 ,若③品红溶液不褪色,且④溴水褪色,证明含有 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 。

[关键能力·提升]

1. B [浓盐酸也能与 KMnO_4 发生反应,使溶液紫红色褪去,A错误;加入稀盐酸,亚硫酸根离子会转化为二氧化硫气体,再加入氯化钡生成的沉淀只能是硫酸钡沉淀,可以说明样品已经变质,B正确;乙醇和水均会与金属钠发生反应生成氢气,C错误;先滴加氯水,再加入 KSCN 溶液,溶液变红,说明加入 KSCN 溶液前溶液中存在 Fe^{3+} ,但不能确定 Fe^{3+} 是否由 Fe^{2+} 氧化而来,D错误。]

2. (1)取少量产品溶于足量稀盐酸,静置,取上层溶液(或过滤,取滤液)于试管中,滴加 BaCl_2 溶液,若产生白色沉淀,则说明含有 Na_2SO_4 杂质(答案合理即可)

(2)取少量 Fe_3O_4 样品溶于足量稀硫酸中,然后加酸性

KMnO₄ 溶液,若紫红色褪去,则证明 Fe₃O₄ 中含有+2 价铁{或取少量 Fe₃O₄ 样品溶于足量稀盐酸中,然后加入 K₃[Fe(CN)₆]溶液,若有蓝色沉淀生成,则证明 Fe₃O₄ 中含有+2 价铁}

(3)取少量红色物质溶于稀硫酸(或稀盐酸)中,充分反应,若溶液呈蓝色,则证明含 Cu₂O

3. A [白色固体样品 X,可能含有 AgNO₃、NH₄NO₃、BaCl₂、KCl、Na₂SO₃、Na₂CO₃、Al₂O₃ 之中的几种或全部,在三个烧杯中各加入适量 X,分别加入足量以下三种试剂并微热使之充分反应。Ⅰ.加入蒸馏水,微热生成无色、有刺激性气味的气体,是因为在微热条件下铵根离子和弱酸根离子发生相互促进的水解反应生成了氨气,说明一定含 NH₄NO₃,反应后的白色不溶物为 AgNO₃ 和 Na₂SO₃、Na₂CO₃ 反应生成的 Ag₂SO₃、Ag₂CO₃ 沉淀,或 BaCl₂ 和 Na₂SO₃、Na₂CO₃ 反应生成的 BaSO₃、BaCO₃ 沉淀,可能还包含 Al₂O₃ 和生成的 AgCl;Ⅱ.加入稀盐酸反应后的不溶物为白色沉淀,同时生成无色、无味的气体,即二氧化碳气体,说明一定含 Na₂CO₃,一定不含 Na₂SO₃,白色沉淀可能为 AgNO₃ 生成的 AgCl,可能含 AgNO₃、BaCl₂,可能存在 Al₂O₃;Ⅲ.加入 NaOH 溶液,无沉淀,有无色刺激性气味的气体生成,说明一定含 NH₄NO₃,可能含 AgNO₃、BaCl₂、KCl、Na₂SO₃、Na₂CO₃、Al₂O₃,据此分析判断。由分析可知,可能含 Al₂O₃,故 A 正确;由分析可知,固体中可能含 BaCl₂,故 B 错误;加入盐酸生成无色无味气体,说明不含 Na₂SO₃,故 C 错误;由分析可知,KCl 的存在不能确定,故 D 错误。]

4. C [由于含有 Fe³⁺ 的溶液呈黄色,该题干的条件为无色溶液,因此不能存在 Fe³⁺;①加入 HNO₃ 酸化的 Ba(NO₃)₂ 溶液产生白色沉淀,由于 BaCO₃ 会溶于硝酸,可知该沉淀为 BaSO₄,说明该溶液中含有 SO₄²⁻;②加入锌粉,有气泡生成,即产生氢气,说明溶液中含有 H⁺,则不含 CO₃²⁻;③加入适量 Na₂O,Na₂O 与 H₂O 反应产生 NaOH,NaOH 与 Mg²⁺ 反应产生 Mg(OH)₂ 白色沉淀,说明溶液中含有 Mg²⁺;根据上述分析可知,溶液中一定含有的离子有:SO₄²⁻、H⁺、Mg²⁺,由于该溶液中各离子的物质的量相等,溶液为电中性,因此还存在其他阴离子,即 Cl⁻;综合可知,该无色溶液中一定存在的离子是 H⁺、SO₄²⁻、Mg²⁺ 和 Cl⁻,一定不存在的离子是 Fe³⁺、CO₃²⁻、K⁺,据此作答。根据上述分析可知,该无色溶液中一定没有 Fe³⁺、K⁺,A 错误;根据上述分析可知,由实验①、②可知该无色溶液中一定有 H⁺、SO₄²⁻,一定没有 CO₃²⁻,B 错误;根据上述分析可知,该无色溶液中一定有 H⁺、SO₄²⁻、Mg²⁺ 和 Cl⁻,C 正确;实验③加入适量 Na₂O,溶液中的 H⁺ 也会与 Na₂O 反应,发生的反应为 Na₂O+2H⁺====2Na⁺+H₂O,D 错误。]

考点二

[必备知识·夯实]

4.

基础过关

①③④⑤⑦⑩

[关键能力·提升]

1. C [乙炔、乙烯均为气体,均可以使酸性 KMnO₄ 溶液褪色,C 不正确。]
2. C [浓度相同的 NaClO、Ba(OH)₂、Al₂(SO₄)₃ 三种溶液的 pH 不同,可通过测定溶液 pH 来鉴别,A 不符合题意;酚酞试剂本身是无色的,NaClO 会水解使溶液显碱性,且 NaClO 具有漂白性,故 NaClO 会使酚酞先变红后褪色,酚酞遇强碱氢氧化钡溶液显红色,而遇酸性 Al₂(SO₄)₃ 溶液不变色,可以鉴别,B 不符合题意;KI 具有还原性,NaClO 溶液能将 KI 氧化为 I₂,碘水溶液呈黄色,Ba(OH)₂、Al₂(SO₄)₃ 均不与 KI 反应,无明显现象,无法鉴别,C 符合题意;分别向题给三种溶液中滴加饱和碳酸钠溶液,次氯酸钠溶液中无明显现象,氯氧

化钡溶液中生成白色沉淀,硫酸铝与 Na₂CO₃ 发生相互促进的水解反应生成氢氧化铝白色沉淀和二氧化碳气体,三者现象不同,可以鉴别,D 不符合题意。]

3. D [过氧化钠可以与水发生反应生成可溶性的氢氧化钠,硫磺不溶于水,A 可行;水晶为晶体,有独立的晶格结构,玻璃为非晶体,没有独立的晶格结构,可以用 X 射线衍射实验进行鉴别,B 可行;钠的焰色为黄色,钾的焰色为紫色(需透过蓝色钴玻璃观察),二者可以用焰色试验鉴别,C 可行;苯和甲苯都可以溶解溴水中的溴单质且密度都比水小,二者都在上层,不能用溴水鉴别苯和甲苯,D 不可行。]

真题变式 (1)CaCl₂ 溶液(或稀盐酸)

(2)KSCN 溶液(或 K₃[Fe(CN)₆]溶液)

(3)Ba(OH)₂ 溶液

(4)溴水(或 FeCl₃ 溶液)

4. B [FeCl₃ 溶液为棕黄色,先鉴别出 FeCl₃ 溶液,分别取其他四种溶液少许,滴加 FeCl₃ 溶液,反应生成红褐色沉淀的是 NaOH 溶液;再分别取其他三种溶液少许,滴加 NaOH 溶液,先产生白色沉淀后沉淀溶解的是 Al₂(SO₄)₃ 溶液;再利用 Al₂(SO₄)₃ 溶液分别与剩余的两种溶液反应,生成白色沉淀的是 Ba(NO₃)₂ 溶液,无现象的是 KCl 溶液,所以不加任何试剂就可被鉴别出的物质的先后顺序为④①②③⑤。]

学案 25 气体的制备及性质探究

考点一

[必备知识·夯实]

一、[示例] a e e e(或 f 或 g) c(或 d) e a e b e

二、

基础过关

1. 水 水 水 NaOH 溶液(或碱石灰) 灼热的 CuO
CuSO₄ 溶液

2. (1)× (2)× (3)× (4)√ (5)√ (6)× (7)√

[关键能力·提升]

1. C [饱和 Na₂SO₃ 溶液和浓硫酸反应可以制 SO₂,使用固液不加热制气装置,SO₂ 的密度比空气大,用向上排空气法收集,A 不符合题意;MnO₂ 和浓盐酸加热可以制 Cl₂,使用固液加热制气装置,Cl₂ 的密度比空气大,用向上排空气法收集,B 不符合题意;固体 NH₄Cl 与熟石灰加热可以制 NH₃,需要使用固固加热制气装置,图中装置不合理,C 符合题意;石灰石(主要成分为 CaCO₃)和稀盐酸反应可以制 CO₂,使用固液不加热制气装置,CO₂ 的密度比空气大,用向上排空气法收集,D 不符合题意。]

2. A [甲为反应发生装置,发生反应为 C+2H₂SO₄(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ CO₂↑+2SO₂↑+2H₂O,KMnO₄ 可氧化 SO₂,用酸性 KMnO₄ 溶液除去 SO₂,再通入品红溶液,若品红溶液不褪色,则可确认 SO₂ 已除干净,在排除 SO₂ 干扰的条件下,气体通入澄清石灰水,若澄清石灰水变浑浊,则可确认 CO₂ 的存在。按气流从左向右流向,以上装置的连接顺序为甲→丁→丙→乙,气体长进短出,装置中接口的正确连接顺序是 A→F→E→C→D→B,A 正确;SO₂ 具有漂白性,能使品红褪色,丁装置用酸性 KMnO₄ 溶液除 SO₂,若丁中溶液褪色,SO₂ 可能没除尽,若丙中品红褪色,则乙中的澄清石灰水变浑浊无法证明甲中反应生成了 CO₂,B 错误;若丙中品红溶液褪色,则说明 SO₂ 没有除尽,SO₂ 也能够使澄清石灰水变浑浊,所以无法证明甲中有 CO₂ 生成,C 错误;丁和丙都褪色,说明 SO₂ 没有除尽,SO₂ 干扰 CO₂ 的检验,不能根据乙中澄清石灰水变浑浊判断甲中生成了 CO₂,D 错误。]

3. D

4. B [NH₄Cl 受热分解生成 NH₃ 和 HCl 气体,二者在试管口遇冷又重新生成 NH₄Cl,A 不符合题意;实验室采用 MnO₂ 和浓盐酸共热的方法来制备 Cl₂,故可选用装置 c,氯气的密

度比空气大,采用向上排空气法收集,选用装置 d,B 符合题意;Cu 与浓硫酸需在加热条件下才能反应制得 SO_2 ,应选用装置 c, SO_2 的密度比空气大,采用向上排空气法收集,选用装置 d,C 不符合题意;Cu 和浓硝酸反应不需要加热,故可选择装置 b,但 NO_2 与水会反应,不能采用排水法收集,D 不符合题意。]

考点二

[必备知识·夯实]

3. [示例] (1)A E F C(或 CD) (2)关闭分液漏斗活塞,将 D 中导气管末端插入水中,对 B 中锥形瓶微热,若导管口有气泡冒出,停止加热,导气管中形成一段水柱,则装置气密性良好 (3)②④ (4)吸收过量的二氧化氮气体

[关键能力·提升]

1. 解析:(2)A 中得到的 Cl_2 中含有 HCl ,用装置 C 除去 Cl_2 中的 HCl 且起安全瓶的作用,C 中溶液为饱和 NaCl 溶液,根据已知, NOCl 能和水反应,所以 B 中发生反应的氯气必须是干燥的,所以装置 D 的作用是干燥氯气;装置 E 用于生成 NO ,且需要干燥,所以仪器连接顺序为 $a \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow b, c \leftarrow g \leftarrow f \leftarrow h$ 。若装置 B 中压强过大,可以观察到的现象为装置 C 中长颈漏斗内液面上升。

答案:(1)球形干燥管 $2\text{MnO}_4^- + 10\text{Cl}^- + 16\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ (2) $d \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow g$ $g \leftarrow f$ 饱和 NaCl 溶液 装置 C 中长颈漏斗内液面上升 (3)排尽装置内的空气,防止 NO 被氧化 (4)缺少尾气处理装置

2. 解析:Ⅰ.由实验装置图可知,制备草酸亚铁晶体的操作为组装好装置后,检查装置的气密性,添加试剂后,先关闭 K_2 ,打开 K_3 、 K_1 ,将一定量稀硫酸加入锥形瓶中,利用反应生成的氢气排尽装置中的空气,一段时间后,打开 K_2 ,关闭 K_3 、 K_1 ,再利用反应生成的氢气将装置 a 中的硫酸亚铁溶液压入装置 b 中,使硫酸亚铁溶液与草酸铵溶液混合反应制得草酸亚铁,装置 c 中盛有的水用于隔离空气,防止生成的草酸亚铁晶体被空气中的氧气氧化。

Ⅱ.由实验装置图可知,装置 A 为草酸亚铁晶体受热分解装置,盛有无水硫酸铜的干燥管用于检验生成的水蒸气,装置 B 中盛有的澄清石灰水用于检验生成的二氧化碳,装置 C 中盛有的氢氧化钠溶液用于吸收二氧化碳,防止二氧化碳干扰一氧化碳的检验,装置 D 中盛有的浓硫酸用于干燥气体,装置 E 和装置 F 用于检验生成的一氧化碳,该套装置的设计缺陷是缺少处理一氧化碳尾气的装置。

答案:(1)分液漏斗 (2)打开 K_2 ,关闭 K_3 、 K_1 (3)隔离空气,防止生成的草酸亚铁晶体被空气中的氧气氧化 (4)碱石灰 (5)缺少处理 CO 尾气的装置 (6) $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{FeO} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{CO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

第四部分 物质结构与性质

第六章 物质结构与性质

学案 26 原子结构与核外电子排布

考点一

[必备知识·夯实]

1. 核素 元素 化学 (1)质子数 中子数
2. (1)质子数(核电荷数) 质子 中子 相同 不同 (2)中子数 质子数 几乎相同 不同 (3)氢弹

基础过关

1. (1)× (2)× (3)√ (4)× (5)×
2. (1)核素 同位素 (2) $^{16}_8\text{O}_2$ 、 $^{16}_8\text{O}_3$ (3)30 24 (4)7 5

[关键能力·提升]

1. D $^{174}_{70}\text{Yb}$ 的质子数为 70,中子数为 $174 - 70 = 104$,故中子数和质子数之差为 $104 - 70 = 34$,A 错误;核素是指具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子, $^{174}_{70}\text{Yb}$ 、 $^{176}_{70}\text{Yb}$ 为两种核

素,B 错误;Yb 为 70 号元素,基态 Yb 原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 6s^2$,共有 20 个 d 电子,C 错误;由 Yb 的基态原子价电子排布式为 $4f^{14} 6s^2$ 知,Yb 位于第 6 周期,D 正确。]

2. B [根据质子数和质量数守恒,可推断出 a_X 为 ^6_2He 、 m_Y 为 ^4_2He ,X 的中子数为 $6 - 2 = 4$,A 项错误; ^6_2He 、 ^4_2He 的质子数相同,中子数不同,互为同位素,B 项正确; $^{13}_8\text{O}$ 、 $^{15}_8\text{O}$ 的半衰期很短,不能用作示踪原子研究化学反应历程,C 项错误;自然界不存在 $^{13}_8\text{O}_2$ 、 $^{15}_8\text{O}_2$ 分子是因为 $^{13}_8\text{O}$ 、 $^{15}_8\text{O}$ 的半衰期很短,D 项错误。]

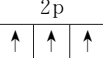
3. (1) $^{12}_1\text{H}$ 、 $^{16}_8\text{O}$ 与 D_2^{16}O 、 HD^{17}O 、 HT^{17}O 与 D_2^{17}O 、 DT^{16}O 、 HD^{16}O 与 H_2^{17}O 、 T_2^{16}O 与 DT^{17}O 不同 几乎相同

$$(2) \frac{a}{2m+A}(m+Z)N_A \quad \frac{a}{2m+A}(m+A-Z)N_A$$

考点二

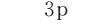
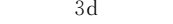
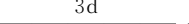
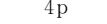
[必备知识·夯实]

1. 1 2 8 18 (1)球 哑铃 增大 相同 (2)4s 3d 4p
(3)低 高 $2n^2$ 8 2 18

2. (1)最低 (2)2 相反  (3)单独 平行 
全充满 半充满 全空 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

3.

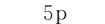
基础过关

- (1)① $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ (或 $[\text{Ne}]3s^2 3p^3$)
  ③9 ④3
(2)① $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ (或 $[\text{Ar}]3d^5 4s^1$)
  ③15 ④6
(3)① $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$ (或 $[\text{Ar}]3d^6$)
 ③14 ④4
(4)① $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ (或 $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^1$)
  ③15 ④1
(5)① $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$ (或 $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^4$)
  ③18 ④2

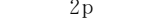
4. (1)最低能量 (2)吸收 释放

[关键能力·提升]

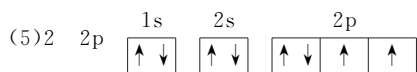
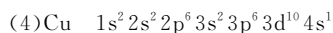
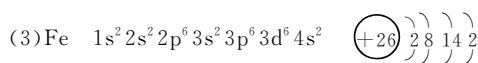
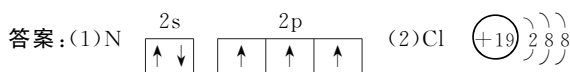
1. (2)(4)(5)(6)
2. (1)9 5 哑铃形 (2)4:5 强 基态 Fe^{3+} 的价层电子排布式为 $3d^5$,处于半充满状态,故基态 Fe^{3+} 比基态 Fe^{2+} 更稳

定 (3)4s $4f^5$ (4)K、Cu N (5)7  

3. 解析:(1)A 元素基态原子的电子排布图由题意可写成

  ,则该元素核外有 7 个电子,为氮

元素,其元素符号为 N。(2) B^- 、 C^+ 的电子层结构都与 Ar 相同,即核外都有 18 个电子,则 B 为 17 号元素 Cl,C 为 19 号元素 K。(3)D 元素原子失去 2 个 4s 电子和 1 个 3d 电子后变成 +3 价离子,其原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$,即 26 号元素铁。(4)E 元素基态原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$,故 E 为 Cu。(5)F 元素基态原子的最外层电子排布式为 $2s^2 2p^4$ 。(6)G 元素基态原子的价层电子排布式为 $3d^5 4s^1$,为 Cr;其未成对电子数为 6。(7)核外电子有 5 种空间运动状态的基态原子有 N($1s^2 2s^2 2p^3$),O($1s^2 2s^2 2p^4$),F($1s^2 2s^2 2p^5$),Ne($1s^2 2s^2 2p^6$)。



学案 27 元素周期表 元素周期律

考点一

[必备知识·夯实]

- (2)原子序数 最外层电子数 电子层数
- (1)2 8 8 18 18 32 32 2 10 18 36 54
(2)ⅠA ⅡA ⅢA ⅣA ⅤA ⅥA ⅦA ⅢB ⅣB ⅤB ⅥB ⅦB ⅠB ⅡB 8、9、10 18
- (2)半导体 农药

基础过关

- (1)× (2)× (3)× (4)× (5)√ (6)× (7)×
- (1) $n=m+1, n=m+11, n=m+25$
(2) $x+2, x+8, x+18, x+32$
(3) $y=x+m$ 或 $y=x+n$
(4)B

[关键能力·提升]

- B** [Y元素原子的价层电子排布式中出现了 np 能级,故其 ns 能级已经充满且只能为2个电子,则 $n-1=2, n=3$,即Y元素原子的价层电子排布式为 $3s^2 3p^4$,A正确,B错误;Y为S元素,X为F元素,第二周期所含非金属元素最多,C正确;Z为As元素,核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$,最后1个电子填充在 $4p$ 轨道,故属于 p 区元素,D正确。]
- C** [由题中所给5种元素的位置关系可以看出D一定不是第一周期元素(因为如果D是第一周期元素,则D一定属于元素周期表最左边的第ⅠA族元素或最右边的0族元素),A项错误;由题意可知5种元素在前四周期,所以D、B、E分别为第二、三、四周期的元素,由元素周期表的结构可知5种元素一定在过渡元素右边,所以D、E、A、C的原子序数分别为 $a-8, a+18, a-1, a+1$,B、D项错误,C项正确。]
- C** [第114号元素和第116号元素分别位于第七周期第ⅣA族和ⅥA族,均为金属元素,A、B正确,C错误;依据同周期原子半径递变规律判断114号元素的原子半径比116号元素的原子半径大,D正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

- 相同 增加 相同 逐渐减小 逐渐增大 逐渐减弱 逐渐增强 逐渐增强 逐渐减弱 $+1 \rightarrow +7$ $-4 \rightarrow -1$ 主族序数 大 减小 增大 减小
- 增强 减弱 减弱 增强 增强 减弱 减弱 增强 增强 减弱 减弱 增强

基础过关

- (1)× (2)× (3)× (4)× (5)× (6)×
- (1)> < (2)> > < > (3)< >
- (1)> > (2)< < (3)> > (4)< < (5)> > > (6)>

[关键能力·提升]

- A** [由题意可推知,W为S元素,X为O元素,Y为N元素,

Z为F元素。基态X(O)原子失去一个电子后核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^3$,基态Y(N)原子失去一个电子后核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$,基态O原子失去一个电子后 $2p$ 能级为半充满较稳定结构,则第二电离能: $O>N$,A错误;同主族元素从上到下,原子半径逐渐增大,故原子半径: $O<S$,同周期主族元素从左到右,原子半径逐渐减小,故原子半径: $F<O$,故原子半径: $F<S$,B正确;Y对应的单质为 N_2 ,Z对应的单质为 F_2 ,二者均为分子晶体,相对分子质量越大,物质的沸点越高,故沸点: $N_2<F_2$,C正确;同主族元素从上到下,电负性逐渐减小,故电负性: $O>S$,D正确。]

真题变式 (1) $S<O<N<F$ $S<N<O<F$ (2) $HF>H_2O>NH_3$ $HF<H_2O<NH_3$ (3) $S^{2-}>N^{3-}>O^{2-}>F^-$ $S^{2-}>N^{3-}>O^{2-}>F^-$

- B** [a为B,g为Na,二者为不同主族元素,A错误;g、h、i分别为Na、Mg、Al,同周期主族元素从左到右,金属性逐渐减小,故金属性: $Na>Mg>Al$,B正确;c、d、e分别为N、O、F,同周期主族元素从左到右,原子半径逐渐减小,原子半径: $N>O>F$,C错误;b为C,c为N,最简单氢化物分别为 CH_4 、 NH_3 , NH_3 分子间存在氢键,沸点升高,故最简单氢化物的沸点: $NH_3>CH_4$,D错误。]
- C** [短周期主族元素X、Y、Z、W的原子序数依次增大,Z与X能形成淡黄色化合物 Z_2X_2 ,该淡黄色化合物应为 Na_2O_2 ,则X为O元素,Z为Na元素,基态O原子的电子总数是其最高能级电子数的2倍;Y与W的最外层电子数相同,结合Y的原子序数在O与Na之间,则Y为F元素,W为Cl元素。同一周期从左向右元素的第一电离能呈增大趋势,同一主族从上到下第一电离能逐渐减小,故四种元素中第一电离能从大到小的顺序为 $Y>X>W>Z$,A错误;非金属性越强,元素的电负性越大,则电负性为 $Y>W>Z$,B错误;四种元素的离子半径从大到小的顺序为 $Cl^->O^{2-}>F^->Na^+$,即 $W>X>Y>Z$,C正确;F元素的非金属性强于Cl元素,则形成氢化物后,F原子吸引H原子的能力强于Cl原子,在水溶液中HF不容易发生电离,则HCl的酸性强于HF,D错误。]
- C** [H_2SO_3 比 H_2CO_3 酸性强,但 H_2SO_3 不是S元素的最高价含氧酸,不能说明非金属性: $S>C$ 。]

考点三

[必备知识·夯实]

1.

教材链接

- (1)+2 ⅡA $I_3 \gg I_2$ (2) I_3 是失去次外层的电子,但这层电子难以失去 (3) $3s^2$ (4)随电子失去,粒子的正电性越来越强,吸引电子能力越来越强,同时后失去的电子能量低,难失去

3.右下方

基础过关

- (1)< (2)离子键 共价键 (3)+2 -1

[关键能力·提升]

- (1)Cu Cu的第一电离能比Zn的第一电离能小,但Cu失去1个电子后形成的 Cu^+ 的价电子排布为 $3d^{10}$,较难失去电子,Zn失去1个电子后形成的 Zn^{2+} 的价电子排布为 $3d^{10} 4s^1$,较易失去1个电子达到稳定状态,Cu的第二电离能比Zn的第二电离能大
(2)a 同周期主族元素第一电离能从左到右呈增大的趋势,但由于N元素的 $2p$ 能级为半充满状态,因此N元素的第一电离能较C、O两种元素高 b
- 解析:** (2)根据电负性的递变规律:一般来说,同周期元素从左到右,元素电负性逐渐变大,同族元素从上到下,元素电负性逐渐变小,可知在同周期中电负性: $Na<Mg<Al$,同主族: $Be>Mg>Ca$,最小范围应为0.9~1.5。(3)根据已知条件及表中数值: Li_3N 中元素的电负性差值为2.0,大于1.7,形成离

子键,为离子化合物;BeCl₂、AlCl₃、SiC 中元素的电负性差值分别为 1.5、1.5、0.7,均小于 1.7,形成共价键,为共价化合物。共价化合物和离子化合物最大的区别在于熔融状态下能否导电,离子化合物在熔融状态下以离子形式存在,可以导电,但共价化合物却不能。

答案:(1)随着原子序数的递增,元素的电负性呈周期性变化 (2)0.9~1.5 (3)A BCD 测定各物质在熔融状态下能否导电,若导电则为离子化合物,反之则为共价化合物 (4)负 Cl 的电负性大于 P,Cl 对键合电子的吸引能力强

学案 28 化学键与电子式

考点一

[必备知识·夯实]

- (2)共用电子对 阴、阳离子 原子 静电 不偏向 偏向
- 阴、阳离子 原子 离子键 共价键 共价键

基础过关

- (1)× (2)× (3)√ (4)× (5)√ (6)×
- (1)①②⑪ ⑤⑥⑦⑨⑩ (2)①②③④⑧⑪ ③ ⑩ (3)①②③④⑪ (4)③⑧

[关键能力·提升]

- B** [CH₄ 中的 H 和 BCl₃ 中的 B 最外层均未达到 8e⁻,A 错误;N₂H₄ 的结构为 $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{N}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$,B 正确;NaHSO₄ 熔化只断裂离子键,C 错误;Cl₂ 与 NaOH 反应,没有非极性键的形成,D 错误。]
- D** [KH、NH₄H 均为离子化合物,A 错误;Na 与 O₂ 形成的 Na₂O₂ 含有离子键和非极性键,B 错误;HCl 属于共价化合物,C 错误;Na₂O₂ 和 CaC₂ 均为含离子键、非极性键的离子化合物,D 正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

- 大 σ π π 轴 镜面 σ π (2)E(反应物)-E(生成物)

基础过关

- (1)√ (2)√ (3)× (4)√ (5)× (6)√
- (1)9:2 (2) $2b-a-\frac{1}{2}c$

[关键能力·提升]

- C** [A 项,其分子内含有碳氧双键、碳氮单键,则含有 σ 键和 π 键,正确;B 项,反应之后配位键断裂,生成单质铁,即有金属键生成,正确;C 项,单键是 σ 键,双键中有 1 个 σ 键和 1 个 π 键,所以 1 mol 该分子中含有 7 mol σ 键、1 mol π 键,错误;D 项,一个该分子中含有 12 个 σ 键,则 0.5 mol 三聚三氧化硫分子中含有的 σ 键数目为 0.5 mol × 12 × N_A mol⁻¹ = 6N_A,正确。]
- A** [熔点的差异源于离子键的强度。K₃PO₄ 中一个 PO₄³⁻ 带 3 个单位负电荷,而 KNO₃ 中一个 NO₃⁻ 只带 1 个单位负电荷;离子所带电荷数越多,静电引力越强,离子键越强,熔点越高,因此,K₃PO₄ 的离子键比 KNO₃ 更强,A 错误;氮原子半径小,p 轨道有效重叠,能形成稳定的 N≡N 三键;磷原子半径大,p 轨道重叠程度低,难以形成稳定的 P≡P 三键,因此倾向于形成 P₄ 四面体结构,B 正确;含氧酸的酸性与 O—H 键极性有关,中心原子电负性越大,O—H 键极性越大,越易解离出 H⁺;氮电负性大于磷,因此 HNO₃ 中 O—H 键极性大,酸性强;H₃PO₂ 中 P 电负性小于 N,O—H 键极性小,酸性比 HNO₃ 弱,C 正确;NF₃ 的中心原子 N 为 sp³ 杂化,有 3 个 σ 键和 1 个孤电子对;P 有 3d 轨道可参与 sp³d 杂化,且原子半径大,能容纳 5 个配体,故形成 PF₅,D 正确。]
- C** [A 项,氮氮三键键长 < 氮氮双键键长 < 氮氮单键键长,

键长越短,键能越大,所以键能:N≡N > N=N > N—N,正确;B 项,H(g)+Cl(g)→HCl(g)的焓变为 H—Cl 键能的相反数,则 ΔH = -431.8 kJ·mol⁻¹,正确;C 项,NH₃ 的沸点高于 HCl 是由于 NH₃ 形成分子间氢键,而 HCl 不能,错误;D 项,根据 ΔH = E(反应物) - E(生成物),则 2NH₃(g) + 3Cl₂(g) → N₂(g) + 6HCl(g) ΔH = 6E(H—N) + 3E(Cl—Cl) - E(N≡N) - 6E(H—Cl) = -463.9 kJ·mol⁻¹,正确。]

- C** [CO₂ 的熔点比 SiO₂ 的低是因为二者晶体类型不同,CO₂ 不能用键能判断熔点,C 符合题意。]

考点三

[必备知识·夯实]

- (1) Na · : Cl · (2) Na⁺ [: F :]⁻ (3) $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ [\text{H} : \text{N} : \text{H}]^+ \end{array}$ [: O : H]⁻ (4) $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ [\text{Cl} :]^- \text{Mg}^{2+} [\text{Cl} :]^- \end{array}$ Na⁺ [: O :]²⁻ Na⁺ $\begin{array}{c} \text{Na}^+ [: \text{O} : \text{O} :]^{2-} \text{Na}^+ \text{Na}^+ [: \text{O} : \text{H}]^- \end{array}$ (5) N : : H : O : H H : O : Cl : (6) · O : H $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \cdot \text{C} : : \text{O} : \end{array}$

- (1)C≡O N≡N (2) $\begin{array}{c} \text{S} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ O=C=O (3) $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{N}-\text{Cl} \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$ H—O—O—H H—C≡C—H (4) $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ (5) $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{N}-\text{N}-\text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \end{array}$

[关键能力·提升]

- B** [硼原子最外层只有 3 个电子,BCl₃ 的电子式为 $\begin{array}{c} \cdot \cdot \\ : \text{Cl} : \text{B} : \text{Cl} : \\ \cdot \cdot \end{array}$,故②错误;在离子化合物中阴、阳离子应相间排布,则硫化钾的电子式应为 K⁺ [: S :]²⁻ K⁺,故⑤错误;在 N₂H₄ 中,N 与 N 之间是单键,故⑥错误。]
- (1) $\cdot \ddot{\text{Br}} \cdot + \cdot \text{Mg} \cdot + \cdot \ddot{\text{Br}} \cdot \longrightarrow [: \ddot{\text{Br}} :]^- \text{Mg}^{2+} [: \ddot{\text{Br}} :]^-$ $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H} : \text{C} : \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ (2) $4\text{H} \cdot + \cdot \ddot{\text{C}} \cdot \longrightarrow \text{H} : \text{C} : \text{H}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H} : \text{C} : \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ (3) $\text{K} \cdot + \cdot \ddot{\text{S}} \cdot + \text{K} \cdot \longrightarrow \text{K}^+ [: \ddot{\text{S}} :]^{2-} \text{K}^+$
- A**

学案 29 分子结构与分子间作用力

考点一

[必备知识·夯实]

1. (3) 直线形 三角形 V形 正四面体形 三角锥形 V形
2. (1) 相等 (2) 1个s轨道 1个p轨道 180° 直线形 1个s轨道 2个p轨道 120° 平面三角形 1个s轨道 3个p轨道 $109^\circ 28'$ 正四面体形 (4) sp 直线 sp V 三角 sp^3 三角锥 四面体

基础过关

1. (1) $\checkmark$ (2) $\times$ (3) $\checkmark$ (4) $\times$ (5) $\times$ (6) $\checkmark$ (7) $\checkmark$
2. ① 2 0 sp 直线形 直线形 ② 3 0 sp^2 三角形 三角形 ③ 4 0 sp^3 四面体形 四面体形 ④ 4 1 sp^3 四面体形 三角锥形 ⑤ 3 0 sp^2 三角形 三角形 ⑥ 4 0 sp^3 四面体形 正四面体形 ⑦ 5 0 $sp^3 d$ ⑧ 6 2 $sp^3 d^2$

[关键能力·提升]

1. C [SO₂、SO₃ 分子中 S 均为 sp^2 杂化, A 错误; SO₂ 的键角 $< 120^\circ$, SO₃ 的键角为 120° , B 错误; C 正确; SO₄²⁻ 的空间结构为正四面体形, D 错误。]
2. C [由 As₂O₃ 的分子结构可知, As 与 3 个 O 形成三角锥形结构, 中心原子 As 上有 1 个孤电子对和 3 个成键电子对, 则 As 原子的杂化方式为 sp^3 , A 项正确; AlH₄⁻ 的价层电子对数是 $4 + \frac{1}{2} \times (3 - 1 \times 4 + 1) = 4$, 价层电子对互斥模型是正四面体形, B 项正确; AsCl₃ 中含 1 个孤电子对和 3 个成键电子对, 空间结构为三角锥形, C 项错误; AsH₃ 中含有 1 个孤电子对和 3 个成键电子对, 空间结构为三角锥形, 键角小于 $109^\circ 28'$, D 项正确。]
3. 解析: (2) B(OCH₃)₃ 中 B 最外层有 3 个电子, 采用的杂化轨道类型是 sp^2 , 发生 sp^2 杂化的分子或离子有 SO₃、CO₃²⁻ 等。
(3) [Co(NH₃)₆]²⁺ 的中心原子 Co 周围形成了 6 个 σ 键, 故中心原子杂化后形成了 6 个杂化轨道, 其采取的杂化类型是 $sp^3 d^2$ 。
答案: (1) sp^2 直线形 sp (2) sp^2 SO₃、CO₃²⁻ (其他合理答案均可) (3) C (4) sp 、 sp^2 、 sp^3 sp^3 sp^3 (5) sp^3 sp^2
4. (1) ① $>$ $<$ ② $<$ $<$ $>$ ③ $>$ $>$ ④ $<$ $<$ (2) $\angle 2 > \angle 1 > \angle 3$ (3) 三角双锥形 120° 、 90° 、 180° (4) $>$
5. (1) Π_3^4 Π_3^4 Π_4^6 Π_4^6 Π_5^4 (2) Π_6^6 Π_5^6 Π_5^6 Π_4^4

考点二

[必备知识·夯实]

1. 相对分子质量 越大 越高
2. (1) 很大 氢原子 很大 (2) 升高

基础过关

1. (1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\times$ (6) $\checkmark$
2. (1) $<$ $<$ (2) $>$ $>$
(3) F—H...F—, F—H...O—, O—H...O—, O—H...F—

[关键能力·提升]

1. B [NH₂—NH₂ 与 H₂O 形成氢键, NH₂—NH₂ 的水溶性大于 CH₃—CH₃, A 错误; 分子稳定性与氢键无直接关系, C 错误; CH₄ 与 H₂O 分子间无氢键, D 错误。]
2. (1) 苯胺分子间存在分子间氢键 (2) FDCA 形成的分子间氢键更多 (3) SiCl₄ SiX₄ 都是结构相似的分子晶体, 相对分子质量依次增大, 范德华力依次增大 (4) H₂O > CH₃OH > CO₂ > H₂ H₂O 与 CH₃OH 均为极性分子, H₂O 中氢键比甲醇多; CO₂ 与 H₂ 均为非极性分子, CO₂ 的相对分子质量较大, 范德华力较大
3. 吡咯分子中含 N—H , 分子间形成氢键

学案 30 分子性质 配合物与超分子

考点一

[必备知识·夯实]

1.

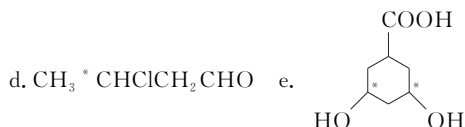
教材链接

- (1) NO、H₂O₂、NO₂、SO₂、CH₂Cl₂、HCN、HCHO、PCl₃
(2) P₄、C₆₀、Cl₂、CS₂、C₂H₂、SO₃、BF₃、PCl₅ (3) CS₂、C₂H₂、SO₃、BF₃、PCl₅ (4) H₂O₂

2. (1) 非极性溶剂 极性溶剂
3. 手性异构体 原子或原子团
4. (1) $>$ $>$ $>$ $>$ $>$ $>$ (2) $<$ $<$ $<$

基础过关

1. (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\checkmark$ (6) $\times$
2. (1) a. CH₃—^{*}CH—COOH
OH

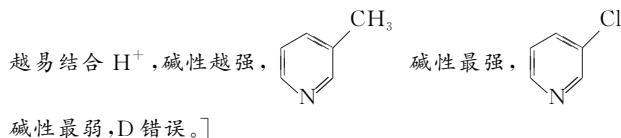


- (2) Cl 的电负性大于 Br, ClCH₂COOH 的—COOH 中羟基的极性大于 BrCH₂COOH 中的, 前者—COOH 易电离出氢离子

[关键能力·提升]

1. D [白磷的分子式为 P₄, 空间结构为正四面体, 每个 P 原子采取 sp^3 杂化, 而每个 P 原子有 5 个价电子, 所以每个 P 原子还剩一个孤电子对, A 正确; 白磷在空气中容易自燃, 保存于水中隔绝空气, 故其密度大于水, B 正确; 白磷的分子式为 P₄, 空间结构为正四面体, 为非极性分子, 水为极性分子, 根据“相似相溶”原理, 白磷难溶于水, C 正确; 白磷的分子式为 P₄, 为非极性分子, 属于分子晶体, 分子间作用力较弱, 故其熔点低, 熔点低与其共价键强弱无关, D 错误。]
真题变式 (1) P₄ 为正四面体的非极性分子, 而溶剂水为极性分子, 二者不相溶
(2) NH₃ 与 H₂O 形成分子间氢键
(3) $>$ $>$

2. B [SO₂ 为 V 形分子, 为极性分子, B 错误。]
3. C [沸点: CH₃CH₂OH > CH₃CH₂Cl > CH₃CH₂CH₃, A 错误; 极性: COS > SO₃, B 错误; C 正确; N 的电子云密度越大,



考点二

[必备知识·夯实]

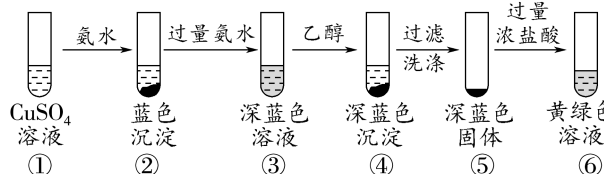
1. 孤电子对 空轨道 配位数
2. [实验 1] ① 蓝色沉淀生成 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ 蓝色沉淀溶解, 形成深蓝色溶液 $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^- + 4\text{H}_2\text{O}$ 析出深蓝色晶体 生成的 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 在乙醇中溶解度减小析出晶体 ② 白色沉淀生成 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$ 白色沉淀溶解得无色溶液 $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$ [实验 2] ① 溶液变红色 Fe^{3+} 可与 SCN^- 形成红色配离子 ② 无明显现象 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 难电离出 Fe^{3+} [问题和讨论] Fe^{3+} CN^- C 6
3. (1) 分子间相互作用 (4) 分子识别 自组装

基础过关

1. (1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\times$ (6) $\times$ (7) $\checkmark$ (8) $\checkmark$
2. $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$

关键能力·提升

1. D [向 CuSO_4 溶液中加入氨水生成蓝色 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀,继续滴加过量氨水, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀转化为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 深蓝色溶液,再加入乙醇,可以降低 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 的溶解度,使 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 析出,过滤后洗涤可得到 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 深蓝色固体,向 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 固体中加入过量浓盐酸, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 固体溶解,转化为 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 黄绿色溶液。



由上述分析知,②中沉淀为 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,④中沉淀为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$,二者不是同一种物质,A正确;③中现象说明向 CuSO_4 溶液中含有 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$ 加入过量氨水, $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$ 可以转化为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$,说明配体与 Cu^{2+} 的结合能力: $\text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O}$,B正确;向 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 深蓝色溶液中加入乙醇,可以降低 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 的溶解度,使 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 析出,即④中深蓝色沉淀在乙醇中的溶解度比在水中的小,C正确;向⑤中深蓝色固体中加入过量浓盐酸, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 固体溶解,转化为 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 黄绿色溶液,若改为向⑤中加入稀硫酸, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 中的 NH_3 与 H^+ 反应生成 NH_4^+ ,其反应为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_4^+$,最后得到 CuSO_4 蓝色溶液,不能得到黄绿色溶液,D错误。]

真题变式 (1)离子键、共价键、配位键 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ NH_3 N (2) $16N_A$

2. C $[\text{Ga}(\text{CH}_3)_3]$ 形成 3 个 σ 键,Ga 为 sp^2 杂化, $\angle \text{C}-\text{Ga}-\text{C} = 120^\circ$,而 $[\text{Ga}(\text{CH}_3)_3(\text{NH}_3)]$ 形成 4 个 σ 键,Ga 为 sp^3 杂化, $\angle \text{C}-\text{Ga}-\text{C} = 109^\circ 28'$,C 项错误。]
3. B [根据主体分子的结构可知,其中含有的 $-\text{SO}_3\text{H}$ 和 $-\text{OH}$ 可形成分子内氢键,A正确;根据主客体分子之间形成的包合物结构可知,主客体分子之间没有形成化学键,B错误; $\text{S}=\text{O}$ 中存在 σ 键和 π 键, $\text{S}-\text{O}$ 中只含 σ 键,故磺酸基中 $\text{S}-\text{O}$ 键能比 $\text{S}=\text{O}$ 小,C正确; $(\text{CH}_3)_4\text{N}^+$ 中 N 形成 4 个 σ 键,且 N 上无孤电子对,故 N 采取 sp^3 杂化, $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 中 N 形成 3 个 σ 键,且 N 上含有 1 个孤电子对,故 N 采取 sp^3 杂化,D正确。]
4. B [12-冠-4 和 18-冠-6 的孔径不同,络合离子不同,用 12-冠-4 替换 18-冠-6 不能起到相应的效果,A正确; KF 为离子化合物,不是极性分子,B错误;①的中心原子 O 为 sp^3 杂化,丙酮中 $\text{C}=\text{O}$ 的中心原子 C 为 sp^2 杂化,故键角 $\angle 1$ 小于 $\text{C}-\text{C}=\text{O}$,C正确;钾离子与 18-冠-6 之间形成超分子,这种超分子可溶于有机溶剂乙腈,并把阴离子 F^- 带入乙腈中,卤代烃也溶于乙腈,氟离子与卤代烃接触很充分,加之氟离子游离于超分子之外,静电约束减小,反应活性增强,导致反应速率增大,D正确。]

学案 31 晶体结构与性质

考点一

必备知识·夯实

1. (2)电子 阳离子 电中性 离子 液 晶
2. (1)有 无 有 无 固定 不固定 各向异性 熔点 X 射线衍射
3. (1)任何间隙 (3) $\frac{1}{n}$ 8 $\frac{1}{8}$ 4 $\frac{1}{4}$ 2 $\frac{1}{2}$

基础过关

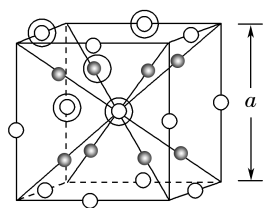
1. (1)× (2)× (3)√ (4)√ (5)√ (6)√
2. 2 2 8 8

关键能力·提升

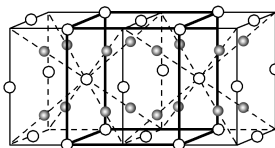
1. B [等离子体是由电子、阳离子和电中性粒子组成的整体上呈电中性的物质聚集体,B错误。]
2. B [晶体的各向异性和对称性不是矛盾的,晶体的对称性是粒子在空间呈周期性有序排列的必然结果,而各向异性是指粒子的排列具有特定的方向性。]
3. D [由题图可知, SO_2 分子位于长方体的棱心和体心,1 个晶胞中含 $(12 \times \frac{1}{4} + 1)$ 个 SO_2 分子,则含有 8 个 O 原子,A错误;由题图可知,晶胞中 SO_2 分子的取向不完全相同,如 1 和 2,B错误;1 号和 2 号 S 原子间的核间距离为上、下面面对角线的一半,即 $\frac{1}{2}\sqrt{a^2+b^2}$ pm,C 错误;以体心的 S 原子为例,由于 $a \neq b \neq c$,每个 S 原子周围与其等距且紧邻(距离最小)的 S 原子有 4 个,D 正确。]

4. B [由均摊法得,结构 1 中含有 Co 的数目为 $4 + 4 \times \frac{1}{8} =$

4.5,含有 S 的数目为 $1 + 12 \times \frac{1}{4} = 4$,Co 与 S 的原子个数比为 9 : 8,因此结构 1 的化学式为 Co_9S_8 ,故 A 正确;由题图可知,晶胞 2 中 S 与 S 的最短距离为面对角线的 $\frac{1}{2}$,晶胞边长为 a,即 S 与 S 的最短距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a$,故 B 错误;如图:



共 4 个,故 C 正确;如图



晶胞 2 放在一起时,图中以 S 为晶胞的 8 个顶角截取的部分就是晶胞 3,晶胞 2 和晶胞 3 表示同一晶体,故 D 正确。]

真题变式 (1) Li_2S $\frac{\sqrt{3}}{4}a$ (2) 8 4

考点二

必备知识·夯实

1. (1)4 sp^3 六 12 2 $\frac{1}{4}$ 8 (2)4 2 十二 Si 4 sp^3
2. (1)12 4 (2)4 2 8
3. (1)6 6 6 4 4 (2)8 8 8 (3)4 8 4 8
4. (1)范德华力 (2)2 sp^2 (3)共价 (4)高

关键能力·提升

1. B [A. NaCl 晶体中,每个晶胞中均摊 4 个 Na^+ 、4 个 Cl^- ,不存在分子,A 错误;B. 由晶胞结构可知每个 Cs^+ 周围与其最近且等距的 Cl^- 有 8 个,则每个 Cl^- 周围与其最近且等距的 Cs^+ 有 8 个,B 正确;C. CaF_2 晶胞中,若晶胞棱长为 a,则 Ca^{2+} 与 F^- 的最短距离为体对角线的四分之一,即 $\frac{\sqrt{3}a}{4}$,C 错误;D. 干冰晶体熔化时不会破坏化学键,仅破坏范德华力,D 错误。]

2. (1) $(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{3}{4})$ $(\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{3}{4})$ $(\frac{3}{4}, \frac{3}{4}, \frac{1}{4})$ $\frac{\sqrt{3}}{4}a$
- (2) 六 $109^\circ 28'$

考点三

[必备知识·夯实]

- 分子 原子 阴、阳离子 范德华力 共价键 金属键 离子键
- (2) > > > > > > > > > > > >

基础过关

- (1) × (2) × (3) × (4) √ (5) ×
- (1) 共价晶体 (2) 分子晶体 (3) 分子晶体 (4) 离子晶体 (5) 分子晶体 (6) 共价晶体 (7) 分子晶体

[关键能力·提升]

- D** [金刚石的熔、沸点高于晶体硅,说明 C—C 键比 Si—Si 键强度大,D 错误。]
- C** [熔、沸点: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{Te} > \text{H}_2\text{Se} > \text{H}_2\text{S}$, C 错误。]
- (1) 联氨分子间形成的氢键数目多于氨分子间形成的氢键 (2) > 两者均为离子化合物,且阴、阳离子的电荷数均为 1,但后者的离子半径较大,离子键较弱,因此其熔点较低 (3) > CO 为极性分子而 N_2 为非极性分子,CO 分子间作用力较大 (4) 增大 三种物质均为分子晶体,结构与组成相似,相对分子质量越大,范德华力越大,熔、沸点越高 (5) 金刚石为共价晶体而 C_{60} 为分子晶体 (6) 离子键 FeF_3 为离子晶体, FeBr_3 的化学键以共价键为主,属于分子晶体 (7) 离子晶体 K^+ 的半径大于 Na^+ , K_2O 中离子键较弱

学案 32 晶胞参数及其有关计算

考点一

[必备知识·夯实]

典例导航

$$6 \frac{\sqrt{2}}{2} a \frac{4 \times 143.5}{N_A a^3 \times 10^{-30}}$$

[关键能力·提升]

- D** [该晶胞中,钙原子数有 1 个,氧原子数有 $(12 \times \frac{1}{4})$ 个 = 3 个,钛原子数有 $(8 \times \frac{1}{8})$ 个 = 1 个,晶胞密度为 $\frac{48+16 \times 3+40}{N_A (a \times 10^{-10})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{136}{N_A a^3} \times 10^{30} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, D 错误。]
- 解析:** 据题图可知 Cs 位于晶胞体心, Pb 位于晶胞顶点,则 Pb 与 Cs 之间的距离为体对角线长度的 $\frac{1}{2}$, 即 $\frac{\sqrt{a^2+b^2+c^2}}{2}$ pm; 由均摊法可知该晶胞中含 1 个 Cs, 含 Pb 数目为 $\frac{1}{8} \times 8 = 1$, 含 Br 数目为 $\frac{1}{4} \times 12 = 3$, 故该化合物的化学式为 CsPbBr_3 ; 晶体密度为 $\frac{(M_{\text{Cs}}+M_{\text{Pb}}+3M_{\text{Br}}) \times 10^{30}}{N_A \cdot abc} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。
答案: $\frac{\sqrt{a^2+b^2+c^2}}{2}$ CsPbBr_3 $\frac{(M_{\text{Cs}}+M_{\text{Pb}}+3M_{\text{Br}}) \times 10^{30}}{N_A \cdot abc}$

考点二

[关键能力·提升]

- 解析:** 由图可知,立方氮化硼中 N 的配位数为 4; 面心上 6 个 N 原子构成正八面体,该正八面体的边长等于面对角线的一半,设 BN 晶胞边长为 $a \text{ cm}$, 1 个晶胞中含有 4 个 B 原子,含有 N 原子数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$, 所以 $d = \frac{4 \times (11+14)}{a^3 N_A}$, 解得 $a = \sqrt[3]{\frac{100}{d N_A}}$, 故正八面体的边长为 $\frac{\sqrt{2}}{2} \times \sqrt[3]{\frac{100}{d N_A}} \times 10^{10} \text{ pm}$;
 $V = \frac{M}{\rho} = \frac{4 \times (11+14)}{d N_A} \text{ cm}^3 = \frac{4 \times (11+14)}{d N_A} \times 10^{30} \text{ pm}^3$

$$V(\text{原子}) = 4 \times (\frac{4}{3} \pi a^3 + \frac{4}{3} \pi b^3) \text{ pm}^3$$

$$\text{原子利用率} = \frac{4 \times (\frac{4}{3} \pi a^3 + \frac{4}{3} \pi b^3)}{\frac{4 \times (11+14)}{d N_A} \times 10^{30}} \times 100\% =$$

$$\frac{4 N_A d \pi (a^3 + b^3)}{3 \times (11+14) \times 10^{30}} \times 100\%。$$

$$\text{答案: } 4 \frac{\sqrt{2}}{2} \times \sqrt[3]{\frac{100}{d N_A}} \times 10^{10} \frac{4 N_A d \pi (a^3 + b^3)}{3 \times (11+14) \times 10^{30}} \times 100\%$$

- 解析:** 根据晶胞结构 $2r_{\text{C}} = \frac{\sqrt{3}}{4} a$, 故 $r_{\text{C}} = \frac{\sqrt{3}}{8} a$, 利用率为

$$\frac{8 \times \frac{4}{3} \pi r_{\text{C}}^3}{a^3} \times 100\% = \frac{8 \times \frac{4}{3} \times \pi \times (\frac{\sqrt{3}}{8} a)^3}{a^3} \times 100\% = \frac{\sqrt{3}}{16} \pi \times 100\%。$$

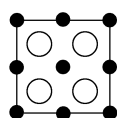
$$\text{答案: } \frac{\sqrt{3}}{16} \pi \times 100\%$$

考点三

[关键能力·提升]

- D** [根据均摊法可知,白球位于晶胞体内,数目为 1,黑球位于晶胞顶点、棱上与体内,数目为 $4 \times \frac{1}{6} + 4 \times \frac{1}{12} + 8 \times \frac{1}{4} + 2 = 5$, 结合晶胞化学式 $\text{SmCo}_k (k > 1)$ 可知,白球为 Sm、黑球为 Co, 故该物质的化学式为 SmCo_5 , A 正确; 体心原子的分数坐标为 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$, B 正确; 该晶胞中含 1 个 Sm 和 5 个 Co, 结合晶胞参数可知,该六方晶胞体积为 $\frac{\sqrt{3}}{2} a^2 c = \frac{\sqrt{3}}{2} \times (500 \times 10^{-10} \text{ cm})^2 \times 400 \times 10^{-10} \text{ cm} = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 10^{-22} \text{ cm}^3$, 则该晶体的密度为 $\frac{(150+59 \times 5) \text{ g}}{N_A \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 10^{-22} \text{ cm}^3} = \frac{890 \sqrt{3}}{3 N_A \times 10^{-22}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, C 正确; 结合晶胞示意图可知,原子 Q 与体心距离为侧面对角线长度的 $\frac{1}{2}$, 即 $\frac{1}{2} \sqrt{a^2 + c^2} = 50 \sqrt{41} \text{ pm}$, D 错误。]

- 解析:** (1) 由晶胞结构图可知磷化铝晶胞沿 y 轴的投影图为



- (2) 根据均摊法可知,晶胞中含有 Al 和 P 的数目均为 4, 所以晶体密度为 $\frac{(27+31) \times 4}{N_A \times (a \times 10^{-10})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{2.32 \times 10^{32}}{N_A \times a^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。(3) 4 个 P 的分数坐标分别为 $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$, $(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{3}{4})$, $(\frac{3}{4}, \frac{3}{4}, \frac{1}{4})$, $(\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{3}{4})$ 。
答案: (1) B (2) $\frac{2.32 \times 10^{32}}{N_A \times a^3}$ (3) $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$, $(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{3}{4})$, $(\frac{3}{4}, \frac{3}{4}, \frac{1}{4})$, $(\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{3}{4})$

第五部分 化学反应原理

第七章 化学反应与能量

学案 33 化学反应的热效应

考点一

[必备知识·夯实]

- (1) 吸收 等压 等于 (2) 放热 吸热 吸热 放热

基础过关

(1)③⑥⑦⑧⑨⑩ 小于

(2)①旧化学键断裂吸收的能量 新化学键形成释放的能量
反应热 ②放热 <

(3)解析: $\Delta H = E(\text{C}-\text{C}) + 6E(\text{C}-\text{H}) - E(\text{C}=\text{C}) - 4E(\text{C}-\text{H}) - E(\text{H}-\text{H}) = (347 + 6 \times 414 - 615 - 4 \times 414 - 436) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +124 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

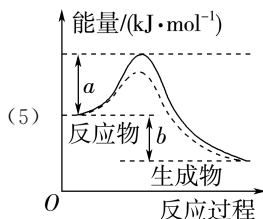
答案: $+124 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

2. (1)正反应 逆反应 $E_1 - E_2$ (2)降低 不改变

基础过关

(1)放热 (2) $-b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(3)反应物断键吸收的能量 (4) $a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



(5)

3. (1)物质 能量 2 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 与 1 mol $\text{O}_2(\text{g})$ 反应生成 2 mol 液态水时放出的热量为 571.6 kJ

基础过关

1. (1)×; 物质未标明聚集状态

(2)×; 液态肼的燃烧为放热反应, ΔH 应为“-”号

(3)×; SO_2 与 O_2 的反应为可逆反应, 1 mol SO_2 、0.5 mol O_2 混合反应, 消耗的 SO_2 的物质的量小于 1 mol

(4)×; 同素异形体应指明名称

2. (1) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -183 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) $\text{NH}_3(\text{g}) + \frac{5}{4} \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -226.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(3) $\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +46 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

[关键能力·提升]

1. A [提高反应温度, $c_{\text{平}}(\text{S})/c_{\text{平}}(\text{T})$ 增大, 说明反应 $\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{T}(\text{g})$ 的平衡逆向移动, 即该反应为放热反应, $c_{\text{平}}(\text{S})/c_{\text{平}}(\text{I})$ 减小, 说明 S 生成中间产物 I 的反应平衡正向移动, 属于吸热反应, 由此可排除 C、D 选项, 加入催化剂, 反应达到平衡所需时间大幅缩短, 即反应的决速步骤的活化能下降, 使得反应速率大幅加快, 活化能大的步骤为决速步骤, A 项符合题意。]

2. 解析: (1) 过渡态物质的总能量与反应物总能量的差值为活化能, 中间体 OMC 生成吸附态 EO(ads) 的活化能为 $(-93 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - (-176 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = 83 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(2) 由图可知, EO(g) 生成 AA(g) 放出热量 $(-117 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - (-219 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = 102 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 放热焓变为负值, 故热化学方程式为 $\text{EO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{AA}(\text{g}) \quad \Delta H = -102 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: (1) 83 (2) $\text{EO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{AA}(\text{g}) \quad \Delta H = -102 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. 解析: SiCl_4 、 H_2 和 HCl 分子中共价键的数目容易计算, 而产物硅属于共价晶体, 可根据共价晶体的结构计算晶体硅中的共价键的数目。1 mol 晶体硅中所含的 Si-Si 键为 2 mol, 即制取高纯硅反应的反应热 $\Delta H = 4 \times 360 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 2 \times 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (2 \times 176 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 4 \times 431 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = +236 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: $+236 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

4. 解析: 由 $\text{C}_{40}\text{H}_{20}$ 和 $\text{C}_{40}\text{H}_{18}$ 的结构简式和反应历程可以看出, $\text{C}_{40}\text{H}_{20}$ 中断裂了 2 个碳氢键, $\text{C}_{40}\text{H}_{18}$ 形成了 1 个碳碳键, 生成 1 个 H_2 形成了 1 个氢氢键, 所以 $\text{C}_{40}\text{H}_{20}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_{40}\text{H}_{18}(\text{g})$

$+ \text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H = (431.0 \times 2 - 298.0 - 436.0) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +128 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: $+128$

5. 解析: 在反应中硅元素的化合价从 +4 价降低到 0 价, 得到 4 个电子。当反应中有 1 mol 电子转移时吸收 59 kJ 热量, 则消耗 1 mol 氯化硅吸收的热量是 $59 \text{ kJ} \times 4 = 236 \text{ kJ}$, 因此该反应的热化学方程式为 $\text{SiCl}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Si}(\text{s}) + 4\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = +236 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: $\text{SiCl}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Si}(\text{s}) + 4\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = +236 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

6. 解析: 根据整个流程可知, $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2(\text{g})$ 为反应物, 产物为 $\text{HCOOH}(\text{l})$, 92 g $\text{HCOOH}(\text{l})$ 的物质的量为 $\frac{92 \text{ g}}{46 \text{ g/mol}} = 2 \text{ mol}$, 所以生成 1 mol 液态 HCOOH 放出 31.2 kJ 能量, 热化学方程式为 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCOOH}(\text{l}) \quad \Delta H = -31.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCOOH}(\text{l}) \quad \Delta H = -31.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

7. D [上述循环过程至少涉及四种能量转化方式: 太阳能 $\rightarrow$ 热能 $\rightarrow$ 化学能 $\rightarrow$ 热能 $\rightarrow$ 电能, A 项正确; 结合已知条件可知, 2 mol $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$ 完全分解为二氧化硫、氧气和水蒸气, 吸收热量 551 kJ, 热化学方程式表示为: $2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +551 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, B 项正确; 64 g S 相当于 2 mol S, 已知 64 g 固态硫完全燃烧放出热量为 592 kJ, 则 1 mol S(s) 完全燃烧放出热量 296 kJ, 热化学方程式为: $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -296 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, C 项正确; 根据盖斯定律, $-(\text{反应 I} + \text{反应 III}) = \text{反应 II}$, $\Delta H = -551 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 296 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -255 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, D 项错误。]

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) 1 mol (2) 最高

基础过关

解析: 四次实验 $(t_2 - t_1)$ 的值分别为 3.15、3.1、3.9、3.05, 第三次明显偏大, 舍弃, 则最终温度差平均值为第 1、2、4 组实验的温度差之和除以 3, 为 3.1, 平均值代入公式 $\frac{0.418(t_2 - t_1)}{0.025}$

计算即可。

答案: (1) 碱稍过量 (2) 铜丝导热性好, 比用玻璃搅拌器误差大 (3) 偏低 弱酸或弱碱在溶液中部分电离, 在反应过程中, 弱酸或弱碱会继续电离, 而电离是吸热的过程 (4) 20.05 20.3 20.3 20.55 51.8

2. (1) 1 mol

基础过关

①②③④

3.

基础过关

(1)(2)(3)(5)(6)

[关键能力·提升]

1. B [在稀溶液中, 强酸跟强碱发生中和反应生成 1 mol 液态 H_2O 时的反应热叫作中和热, 中和热是以生成 1 mol 液态 H_2O 为基准的, A 项错误; $\text{CO}(\text{g})$ 的燃烧热是 $283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -2 \times 283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 逆向反应时反应热的数值相等, 符号相反, B 项正确; 电解 2 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 吸收的热量和 2 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 在 $\text{O}_2(\text{g})$ 中完全燃烧生成液态水时放出的热量相等, C 项中的

ΔH 应为 $+571.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, C 项错误; 在 25°C 、 101 kPa 时, 1 mol 物质完全燃烧生成指定产物时(水应为液态)所放出的热量是该物质的燃烧热, D 项错误。]

2. A [单位质量(或体积)的燃料完全燃烧时所放出的热量称为热值, 1 g 的 H_2 完全燃烧放出 $\frac{1}{2} \times 285.8 \text{ kJ} = 142.9 \text{ kJ}$,

1 g 的 C_2H_2 完全燃烧放出的热量为 $\frac{1}{26} \times 1299.6 \text{ kJ} \approx 49.98$

kJ , 1 g 的 C_2H_4 完全燃烧放出的热量为 $\frac{1}{28} \times 1411.0 \text{ kJ} \approx$

50.39 kJ , 故三种物质中, H_2 热值最大, A 正确; 根据题意可知,

① $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \frac{5}{2}\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -1$

$299.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, ② $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H =$

$-285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, ③ $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) +$

$2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -1411.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 ① + ② - ③ 得

$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$, $\Delta H = (-1299.6 - 285.8 +$

$1411.0) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -174.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, B 错误; 断开 H—H 键要吸热, 且数值也不是 285.8 kJ , C 错误; $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$ 燃

烧的热化学方程式为 $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \frac{5}{2}\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) +$

$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -1299.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, D 错误。]

3. A [玻璃搅拌器起搅拌作用, 加快反应速率, 减小实验误差, 选项 A 正确; 温度计水银球应浸入溶液中但不能与烧杯底部接触, 选项 B 错误; 盐酸是强酸, 醋酸是弱酸, 醋酸电离吸热, 测得数值不同, 选项 C 错误; 在测定中和反应反应热的实验中, 不需要滴定管、天平, 选项 D 错误。]

4. 解析: (1) 仪器 A 为环形玻璃搅拌器。(2) ① 第一次测定的温度差为 4.0°C , 第二次测定的温度差为 6.1°C , 第三次测定的温度差为 3.9°C , 第四次测定的温度差为 4.1°C , 实验 2 的误差太大要舍去, 三次温度差的平均值为 4.0°C 。② 50 mL $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液与 30 mL $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2SO_4

溶液进行中和反应, 硫酸是过量的, 生成水的物质的量和消耗氢氧化钠的物质的量相等, 所以生成水的物质的量为 0.05

$\text{L} \times 0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.025 \text{ mol}$, 溶液的质量为 $80 \text{ mL} \times$

$1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = 80 \text{ g}$, 温度变化的值 $\Delta T = 4.0^\circ\text{C}$, 则生成

0.025 mol 水放出的热量 $Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 80 \text{ g} \times 4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$

$\cdot ^\circ\text{C}^{-1} \times 4.0^\circ\text{C} = 1337.6 \text{ J}$, 即 1.3376 kJ , 所以实验测得的

中和反应反应热 $\Delta H = \frac{-1.3376 \text{ kJ}}{0.025 \text{ mol}} \approx -53.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

③ a. 实验装置保温、隔热效果差, 测得的终止温度偏低, 中和

反应反应热 ΔH 偏大; b. 分多次把 NaOH 溶液倒入盛有

H_2SO_4 溶液的内筒中, 热量散失较多, 测得终止温度偏低, 中

和反应反应热 ΔH 偏大; c. 用温度计测定 NaOH 溶液的起始

温度后直接测定 H_2SO_4 溶液的温度, 导致温度计上残留的

碱液与稀硫酸反应, 起始温度偏高, 中和反应反应热 ΔH 偏

大; d. 量取 NaOH 溶液的体积时仰视读数, 会导致所量的氢

氧化钠溶液体积偏大, 放出的热量偏高, 中和反应反应热 ΔH

偏小。故答案为: abc。(3) 实验中改用 30 mL $0.50 \text{ mol} \cdot$

L^{-1} 硫酸溶液跟 60 mL $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氢氧化钠溶液进行反

应, 与上述实验相比, 生成的水的物质的量不同, 所放出的热

量不相等。

答案: (1) 环形玻璃搅拌器 (2) ① 4.0 ② $-53.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

③ abc (3) 不相等

5. C [A. 木材的主要成分为纤维素, 纤维素中含碳、氢、氧三种元素, 煤是古代植物埋藏在地下经历了复杂的变化逐渐形成的固体, 是有机物和无机物组成的复杂混合物, 主要含碳元素, A 正确; B. 石油裂化是将相对分子质量较大、沸点较高的烃分解为相对分子质量较小、沸点较低的烃的过程, 汽油的相对分子质量较小, 可以通过石油裂化的方式得到, B 正确; C. 燃料电池是将化学能转化为电能的装置, 不是将热能转化为电能, C 错误; D. 在催化剂作用下, 利用太阳能光解水可以

生成氢气和氧气, D 正确。]

6. B [太阳能、氢能、生物质能等利用过程中无污染, 都属于新能源, A 说法正确; 随着新能源的发现与利用, 煤炭等仍旧可作为能源, B 说法错误; 天然气与煤炭、石油等能源相比具有使用安全、热值高、洁净等优势, C 说法正确; 远古时期生物体吸收利用太阳能, 经过非常复杂的过程和漫长的时间形成煤、石油及天然气, D 说法正确。]

学案 34 盖斯定律与反应热的有关计算

考点一

[必备知识·夯实]

1. 始态 终态

基础过关

1. ②③④

2. $+118$

[关键能力·提升]

1. 解析: 燃烧热是指在 101 kPa 时, 1 mol 纯物质完全燃烧生成指定产物时所放出的热量, 则根据已知条件可以写出热化学

方程式: ① $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -a \text{ kJ}$

$\cdot \text{mol}^{-1}$, ② $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_2 = -b \text{ kJ}$

$\cdot \text{mol}^{-1}$, ③ $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}(\text{g}) + \frac{5}{2}\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) +$

$3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_3 = -c \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 根据盖斯定律, 题给反应

$= 2 \times \text{反应} ① + 3 \times \text{反应} ② - \text{反应} ③$, 故合成反应的 ΔH

$= (-2a - 3b + c) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: $-2a - 3b + c$ (或 $c - 2a - 3b$)

2. 解析: 根据已知条件分别给题述化学方程式编号, ① $\text{CaH}_2(\text{s}) +$

$6\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) = \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + 4\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) \quad \Delta H_1 = m \text{ kJ}$

$\cdot \text{mol}^{-1}$

② $2\text{CaH}_2(\text{s}) + \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) = 2\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + 3\text{Fe}(\text{s}) \quad \Delta H_2 =$

$n \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

③ $3\text{CaH}_2(\text{s}) + 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) = 3\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + 4\text{Fe}(\text{s}) \quad \Delta H_3 =$

$\frac{1}{3} \times ① + \frac{4}{3} \times ②$ 得到反应 ③, 根据盖斯定律可知 $\Delta H_3 =$

$\frac{1}{3} \times m \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + \frac{4}{3} \times n \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{m + 4n}{3} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: $\frac{m + 4n}{3}$

3. 解析: 根据题给信息可知 $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) = \frac{3}{2}\text{N}_2(\text{g}) +$

$2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H$, 结合盖斯定律, 此反应可由反应 ② - $\frac{1}{2} \times ①$

得出, 所以 $\Delta H = \Delta H_2 - \frac{1}{2} \Delta H_1 = -534 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - \frac{1}{2} \times$

$67.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -567.85 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。同理可得 $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) +$

$2\text{F}_2(\text{g}) = \text{N}_2(\text{g}) + 4\text{HF}(\text{g}) \quad \Delta H$, 此反应可由反应 ② +

$2 \times ③ - ④$ 得出, 所以 $\Delta H = \Delta H_2 + 2\Delta H_3 - \Delta H_4 = -534 \text{ kJ}$

$\cdot \text{mol}^{-1} + 2 \times (-538 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - (-484 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) =$

$-1126 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) = \frac{3}{2}\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H =$

$-567.85 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + 2\text{F}_2(\text{g}) = \text{N}_2(\text{g}) +$

$4\text{HF}(\text{g}) \quad \Delta H = -1126 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

4. 解析: 根据盖斯定律, 由 $(\text{I} \times \frac{1}{2}) - \text{II} - \text{III}$ 得反应 $\text{SO}_2(\text{g}) +$

$\text{I}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{HI}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \quad \Delta H = -213 \text{ kJ}$

$\cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: -213

5. 解析: ① $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) = \text{NH}_4^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g}) \quad \Delta H_1 = +698 \text{ kJ}$

• mol⁻¹; ② NH₄Cl(s) = NH₄⁺(aq) + Cl⁻(aq) ΔH₂ = +15 kJ • mol⁻¹; ③ Cl⁻(g) = Cl⁻(aq) ΔH₃ = -378 kJ • mol⁻¹; ④ $\frac{1}{2}$ (NH₄)₂SO₄(s) = NH₄⁺(g) + $\frac{1}{2}$ SO₄²⁻(g) ΔH₄; ⑤ $\frac{1}{2}$ (NH₄)₂SO₄(s) = NH₄⁺(aq) + $\frac{1}{2}$ SO₄²⁻(aq) ΔH₅ = +3 kJ • mol⁻¹; ⑥ $\frac{1}{2}$ SO₄²⁻(g) = $\frac{1}{2}$ SO₄²⁻(aq) ΔH₆ = -530 kJ • mol⁻¹; 则 ⑤ + ① - ⑥ - ② + ③ 得 ④, ΔH₄ = +838 kJ • mol⁻¹。
答案: +838

考点二

[必备知识·夯实]

1. 状态
2. 符号
4. 程度

基础过关

1. 解析: 反应(2)中 H₂ 的量更多, 因此放热更多, |ΔH₁| < |ΔH₂|, 但 ΔH₁ < 0, ΔH₂ < 0, 故 ΔH₁ > ΔH₂。

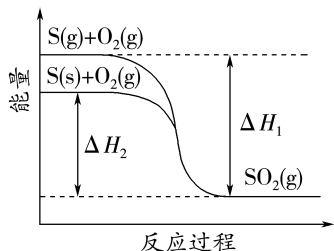
答案: >

2. 解析: 反应(2)中, C(s) 完全燃烧, 放热更多, |ΔH₁| < |ΔH₂|, 但 ΔH₁ < 0, ΔH₂ < 0, 故 ΔH₁ > ΔH₂。

答案: >

3. 解析:

方法一: 图像法, 画出上述两反应能量随反应过程的变化曲线。



由图像可知: |ΔH₁| > |ΔH₂|, 但 ΔH₁ < 0, ΔH₂ < 0, 故 ΔH₁ < ΔH₂。

方法二: 通过盖斯定律构建新的热化学方程式。

由反应(1) - 反应(2)可得 S(g) = S(s) ΔH = ΔH₁ - ΔH₂ < 0, 故 ΔH₁ < ΔH₂。

答案: <

4. C [反应②生成 BaSO₄ 沉淀, 为放热反应, ΔH₂ < 0, 反应③为 NH₃ • H₂O 与强酸发生的中和反应, 为放热反应, ΔH₃ < 0, A 错误; 反应④除了生成沉淀放热, 还有中和反应放热, 放出的热量大于反应②, 即 ΔH₄ < ΔH₂, B 错误; 根据盖斯定律可知 ΔH₄ = 2ΔH₁ + ΔH₂, 已知 ΔH₁ < 0, ΔH₂ < 0, 故 ΔH₄ < ΔH₁ + ΔH₂, C 正确; 反应③可表示 NH₃ • H₂O 与强酸发生的中和反应, NH₃ • H₂O 为弱碱, 电离需吸收能量, 故 ΔH₃ > ΔH₁, D 错误。]

[关键能力·提升]

1. B [对于反应 a、b, 升高温度平衡都向右移动, 故二者均为吸热反应, ΔH_a > 0, ΔH_b > 0。根据盖斯定律知 a = ② - ③, ΔH_a = ΔH₂ - ΔH₃ > 0, 推知 ΔH₂ > ΔH₃; b = ③ - 2 × ①, 故 ΔH_b = ΔH₃ - 2ΔH₁ > 0, 推知 ΔH₂ > ΔH₃ > 2ΔH₁。]
2. A [将 A 中的热化学方程式依次编号为 ①②, 根据盖斯定律, 由 ① - ② 可得 2S(s) + 2O₂(g) = 2SO₂(g) ΔH = ΔH₁ - ΔH₂ < 0, 即 ΔH₁ < ΔH₂, A 错误; 等量的 Br₂(g) 具有的能量高于等量的 Br₂(l) 具有的能量, 故 1 mol Br₂(g) 与 H₂(g) 反应生成 HBr(g) 放出的热量比 1 mol Br₂(l) 与 H₂(g) 反应生成 HBr(g) 放出的热量多, 则有 ΔH₁ < ΔH₂, B 正确; 将 C 中的两个反应依次编号为 ①②, 根据盖斯定律, 由 ① - ② 得 4Al(s) + 2Fe₂O₃(s) = 2Al₂O₃(s) + 4Fe(s), 则有 ΔH₃ =

ΔH₁ - ΔH₂ < 0, 则 ΔH₁ < ΔH₂, C 正确; Cl 原子半径比 Br 原子半径小, H—Cl 的键能比 H—Br 的键能大; 然断裂 Cl—Cl 键吸收的能量比断裂 Br—Br 键多, 且形成新键的放热差值远大于断键的吸热差值, 最终 Cl₂ 与 H₂ 反应放出的热量更多。故 ΔH₁ < ΔH₂, D 正确。]

3. B [A. 卤化铵的分解为吸热反应, 则 ΔH₁ > 0, ΔH₂ 对应的为 H—X 的断裂过程, 断裂化学键吸收热量, 则 ΔH₂ > 0, A 错误; B. HCl 的键能大于 HI, 故 NH₄Cl 的 ΔH₂ 大于 NH₄I 的 ΔH₂, B 正确; C. ΔH₅ 为 NH₃(g) 与 H⁺(aq) 反应, 与 X⁻ 无关, C 错误; D. 途径 6 与途径 1、2、3、4、5 之和的起点和终点相同, 结合盖斯定律可知 ΔH₁ + ΔH₂ + ΔH₃ + ΔH₄ + ΔH₅ = ΔH₆, D 错误。]

学案 35 原电池 化学电源

考点一

[必备知识·夯实]

1.

基础过关

1. ①③⑤⑧; ①只有一个金属, 不能构成两极, ③两极金属相同, ⑤酒精不是电解质溶液, 不导电, ⑧未形成闭合回路
2. 不能 该反应不是氧化还原反应

2. 氧化 还原 负 正 负 正

基础过关

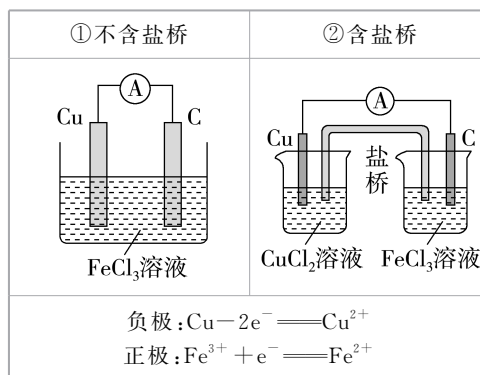
(1) 负 氧化反应 还原 Fe³⁺ + e⁻ = Fe²⁺ (2) 正 I₂ + 2e⁻ = 2I⁻ 乙

4. 负极 正极 电极材料

5.

基础过关

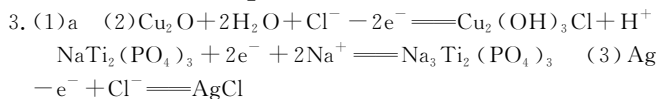
1. A
2. 粗锌表面形成原电池
3. Zn
4. Al Al - 3e⁻ + 4OH⁻ = [Al(OH)₄]⁻
- 5.



[关键能力·提升]

1. B [盐桥的作用是传导离子, 形成闭合电路, A 错误; Zn 片上发生氧化反应, C 错误; K⁺ 移向正极 (Cu 电极), D 错误。]
2. B [由图可知, 电极 A 上氧气转化成水, 氧元素化合价降低得到电子, 发生还原反应, 则电极 A 为正极, 电极反应式为: O₂ + 4e⁻ + 4H⁺ = 2H₂O; 则电极 B 为负极, 海泥层中的 HS⁻ 失电子生成 S, 电极反应式为: HS⁻ - 2e⁻ = S ↓ + H⁺, 在海泥细菌微生物的作用下还发生反应: 2CH₂O + SO₄²⁻ + H⁺ = 2CO₂ + HS⁻ + 2H₂O, 产生负极反应物 HS⁻。A. 在原电池中, 正极电势高于负极, 根据分析, A 为正极, B 为负极, 得到电极电势: B < A, A 正确; B. A 为正极, B 为负极, 海泥是依靠离子的移动来传导电荷的离子导体, 电子只能通过外电路进行传导, 海泥无法传导电子, B 错误;

C. 根据分析, 负极上 CH_2O 发生氧化反应, 结合反应的物质转化, 所写负极电极反应式符合氧化反应的电子转移逻辑, C 正确; D. 负极产生的 H^+ 由 B 附近移向 A 附近, 被氧气吸收转化为水, D 正确。]



4. A [由①可知还原性: $\text{M} > \text{N}$, 由②可知还原性: $\text{P} > \text{M}$, 由③可知还原性: $\text{N} > \text{E}$, 故可推知还原性: $\text{P} > \text{M} > \text{N} > \text{E}$, A 正确。]

5. 解析: (1)a 中加入 CuSO_4 , 消耗一部分 Zn , Cu 、 Zn 形成原电池, 反应速率加快, 所以 a 放出 H_2 的量减少, 但速率加快。

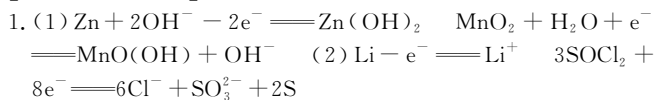
(2)a 中加入 CuSO_4 消耗 Zn , 但稀硫酸是定量的, 锌粉均过量, 不影响产生 H_2 的量, 速率也加快。

(3) CH_3COONa 与 H_2SO_4 反应后生成弱酸 CH_3COOH , H^+ 浓度降低从而减慢反应速率, 但产生 H_2 的量没发生变化。

答案: (1)A (2)B (3)C

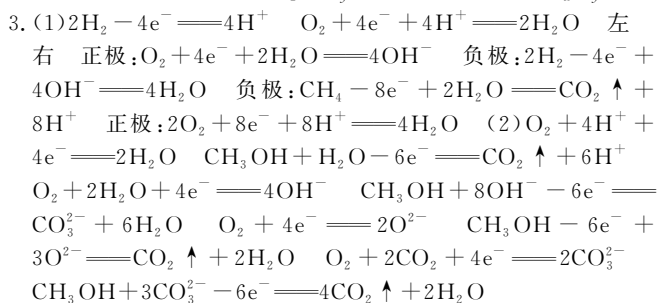
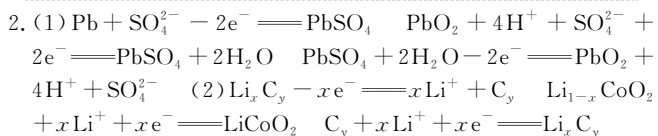
考点二

[必备知识·夯实]



基础过关

负极: $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ 正极: $2\text{MnO}_2 + 2\text{NH}_4^+ + 2\text{e}^- = 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 电解质溶液中含有 NH_4Cl , NH_4^+ 会发生水解, 使溶液呈酸性, Zn 能与 H^+ 反应生成 H_2 , 同时 Zn 也可以与 NH_4^+ 直接反应, 反应一旦发生, 就会有电子转移。锌不纯时杂质与锌形成微电池, 加剧自放电



[关键能力·提升]

1. D [酸性锌锰干电池, 锌筒为负极, 石墨棒为正极, 故 A 错误; 原电池工作时, 阳离子向正极方向移动, 故 B 错误; MnO_2 发生得电子的还原反应, 故 C 错误; 锌筒为负极, 负极发生失电子的氧化反应: $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$, 故 D 正确。]

2. C [高温条件下微生物会死亡, 该电池不能正常工作, A 选项正确; 电池的负极失电子, 发生氧化反应, 即葡萄糖失电子生成二氧化碳气体, B 选项正确; 放电过程中, 电子从负极区向正极区转移, C 选项错误; 结合题给条件分析, D 选项正确。]

3. B [由题中信息可知, 该电池充电时 Li^+ 得电子成为 Li 嵌入电极 A 中, 可知电极 A 在充电时作阴极, 故其在放电时作电池的负极, 而电极 B 是电池的正极。放电时, 外电路通过 a mol 电子时, 内电路中有 a mol Li^+ 通过 LiPON 薄膜电解质从负极迁移到正极, 但是 LiPON 薄膜电解质没有损失 Li^+ , B 不正确。]

4. D [充电时, 与电源正极相连的电极 M 为阳极, 电极 N 为阴极; 放电时, 电极 M 为正极, 电极 N 为负极。 LiMO_2 中 Li 为 +1 价, O 为 -2 价, M 为 +3 价, A 正确; 原电池中正极电势

高于负极电势, 放电时, 电极 M 为正极, B 正确; 放电时, 电极 N 为负极, Li_xC_6 失电子发生氧化反应, 根据电池总反应可知, 电极 N 上发生的电极反应为 $\text{Li}_x\text{C}_6 - x\text{e}^- = 6\text{C} + x\text{Li}^+$, C 正确; 充电时, N 为阴极, 阳离子向阴极定向移动, D 错误。]

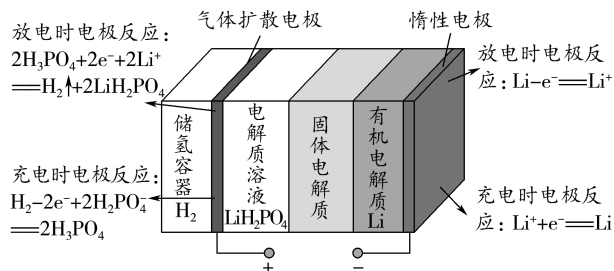
5. C [A 项, 根据题图, 连接负载时, 电极 A 发生反应: $2\text{S}_2^{2-} - 2\text{e}^- = \text{S}_4^{2-}$, 电极 A 发生氧化反应, 电极 A 为负极, 错误; B 项, 根据题图, 电池工作时, 膜 a、膜 b 之间生成 NaOH , 膜 a 为阳离子交换膜, 膜 b 为阴离子交换膜, 错误; C 项, 根据题图, 连接负载时, 电极 A 发生氧化反应, 电极 A 为负极, 负极区的电极反应为 $2\text{S}_2^{2-} - 2\text{e}^- = \text{S}_4^{2-}$, 正确; D 项, 连接电源时, 电路中每通过 $2N_A$ 个电子, 有 2 mol Na^+ 通过膜 a 进入阴极区, 有 2 mol OH^- 通过膜 b 进入阳极区, 所以消耗 NaOH 的质量为 80 g, D 错误。]

6. D [为实现海水的淡化, 海水中 Na^+ 应通过离子交换膜 I 进入最左侧, 为以 LiCl 形式回收锂元素, 海水中 Cl^- 应通过离子交换膜 II 向右侧迁移, Li^+ 应通过离子交换膜 III 向左侧迁移, 故离子交换膜 II 为阴离子交换膜, A 错误; 电极 a 的电极反应式可能为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$, 电极 a 附近溶液的 pH 增大, B 错误; 电极 b 为负极, C 错误; 每脱除 58.5 g (1 mol) NaCl , 溶液中有 1 mol Na^+ 、1 mol Cl^- 和 1 mol Li^+ 迁移, 所以理论上可回收 1 mol LiCl , D 正确。]

7. C [Cu^{2+} 易与 NH_3 结合生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 经低温热解生成 Cu^{2+} , 则甲室电极反应为 $\text{Cu} - 2\text{e}^- + 4\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, 甲室 Cu 电极为负极, 乙室 Cu 电极为正极, A 错误; 乙室中 SO_4^{2-} 通过隔膜迁移到甲室, 隔膜为阴离子膜, B 错误; 负极反应为 $\text{Cu} + 4\text{NH}_3 - 2\text{e}^- = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, 正极反应为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$, 总反应为 $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, C 正确; NH_3 扩散到乙室会与 Cu^{2+} 结合, 使甲、乙两室中电解液的浓度差减小, 电池的电动势降低, D 错误。]

8. C [浓差电池通过改变电解质溶液浓度实现放电, 当浓度相等时停止放电。阴离子交换膜只允许阴离子通过, 所以只能通过电极反应改变电解质溶液浓度, 左侧电解质溶液浓度减小, 右侧电解质溶液浓度增大, $\text{Ag}(1)$ 极上析出 Ag , $\text{Ag}(2)$ 极上银溶解, 由此推知, $\text{Ag}(1)$ 极为正极, 发生还原反应。A. 根据分析知, $\text{Ag}(1)$ 极为正极, 发生还原反应, A 错误; B. 为了维持电荷守恒, 左侧电解质溶液中的 NO_3^- 向右侧迁移, B 错误; C. 当两电极所在电解质溶液浓度相等时, 达到平衡停止放电, 停止放电时 $c(\text{AgNO}_3) = 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 即只转移 2 mol 电子, 负极: $\text{Ag} - \text{e}^- = \text{Ag}^+$, 正极: $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$, 起始时, 两电极的质量相等, 停止放电时, 正极增加 2 mol Ag (216 g), 负极减少 2 mol Ag (216 g), 两电极的质量差为 432 g, C 正确; D. 电池放电时将化学能主要转化成电能, 还有热能等, D 错误。]

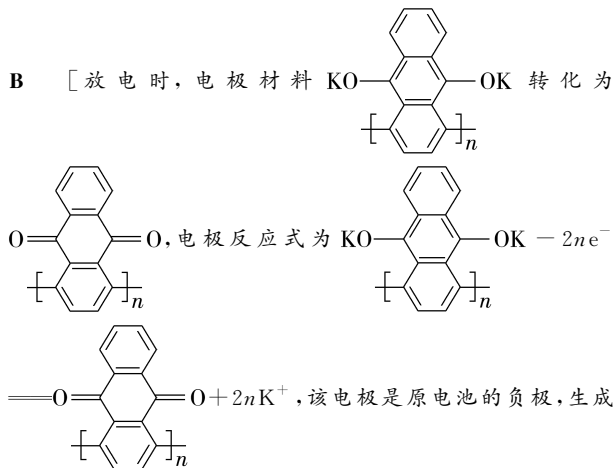
9. C [根据题目信息“使用前需先充电”及电池装置知, 充电时惰性电极上发生反应: $\text{Li}^+ + \text{e}^- = \text{Li}$, 则充电时惰性电极作阴极, 气体扩散电极作阳极, H_2 在阳极失电子生成的 H^+ 与 H_2PO_4^- 结合生成 H_3PO_4 , 放电过程与充电过程相反, 具体分析如下:



由放电时正极发生的反应知, 每 2 mol (14 g) Li^+ 进入电解质溶液, 有 1 mol (2 g) H_2 扩散到储氢容器, 故电解质溶液质量增加, A 错误; 由正、负极发生的反应知, 放电时电池总反应

为 $2\text{Li} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + 2\text{LiH}_2\text{PO}_4$, B 错误; 电解池中阳离子移向阴极, 故充电时 Li^+ 移向惰性电极, C 正确; 电解质溶液体积未知, 且 H_3PO_4 是弱酸, 故 $c(\text{H}^+)$ 不能判断, D 错误。]

10. B [放电时, 电极材料 $\text{KO}-\text{C}_{10}\text{H}_6-\text{OK}$ 转化为



的 K^+ 需要通过阳离子交换膜进入②区, 故该电极反应在③区发生, 即 b 为放电时的负极; 故 a 电极为放电时的正极, 二氧化锰得电子发生电极反应 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$, 阳离子的消耗多于生成, 故硫酸根离子通过阴离子交换膜进入②区; 且可知①区为酸性, ③区为碱性; A. 充电时, 外电源负极连接原电池负极, 即连接 b 电极, A 正确; B. 由分析知, 放电时, ①区溶液中的硫酸根离子向②区迁移, 则充电时, 硫酸根离子迁移方向与放电时相反, B 错误; C. 由分析及电极反应式, 放电时, 转移 $2N_A$ 个电子, 有 2mol K^+ 和 1mol 硫酸根离子进入②区, 故②区溶液增重 174g , C 正确; D. 由分析, 放电时, a 电极的电极反应式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$, D 正确。]

学案 36 电解池 金属的腐蚀与防护

考点一

[必备知识·夯实]

1. 电流 氧化还原反应 电 化学 电源 电解质 熔融电解质 闭合回路

基础过关

③⑥

2. (1) 氧化 还原 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cu} + \text{Cl}_2 \uparrow$ (2) 负 阴 阳 正 阴 阳 正 阳 阴 负

基础过关

(1) 正极 负极
(2) 阳极 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow$ 氧化 阴极 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$ 还原
(3) 阴 阳 $2\text{HCl} \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$

3. (2) $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$ $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$
 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 增大 加水 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$ $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow$ $2\text{HCl} \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$
 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$ $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow$ $\text{CuCl}_2 \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cu} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 减小 通入 HCl 加 CuCl_2 固体 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow$ $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ 通入 HCl $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$ $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ 减小并生成新电解质 加 CuO

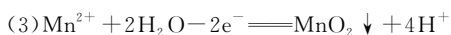
基础过关

- (1) HCl , CuCl_2 HCl , CuCl_2
(2) Na_2SO_4 , H_2SO_4 H_2O
(3) CuSO_4 , NaCl CuO 或 CuCO_3 , HCl
- (1) $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuCl}_2$ $\text{CuCl}_2 \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cu} + \text{Cl}_2 \uparrow$
(2) $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$ $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$
(3) 水 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2 \uparrow$

[关键能力·提升]

- A [由题干电解池装置图可知, 电解 NaOH 溶液时, 左侧电极为 O_2 转化为 H_2O_2 , 电极反应为: $\text{O}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^-$, 发生还原反应是阴极, 即 a 为电源负极, b 为电源正极, 即 m 电极为阳极, 电极反应为: $\text{Ni}(\text{OH})_2 - \text{e}^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O}$, 而电解 NaCl 溶液时, 右侧电极为 Cl^- 转化为 ClO^- , 电极反应为: $\text{Cl}^- + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$, 发生氧化反应是阳极, 即 n 电极为阴极, 电极反应为: $\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$, 据此分析解题。A. 由分析可知, a 为电源负极, A 错误; B. 由分析可知, 生成 H_2O_2 的电极发生还原反应, 且 H_2O_2 中 O 为 -1 价, 则其可以继续得到电子转化为 -2 价的 O, 即 H_2O_2 实际浓度比理论浓度小的原因可能是其在电极上放电电解, B 正确; C. 由分析可知, 左侧电极反应为: $\text{O}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^-$, m 电极反应为: $\text{Ni}(\text{OH})_2 - \text{e}^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O}$, 而电解 NaCl 溶液时, 右侧电极反应为: $\text{Cl}^- + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$, n 电极反应为: $\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$, 根据得失电子守恒得, 该转化的总反应为: $\text{O}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}_2$, C 正确; D. 由分析可知, m 电极反应为: $\text{Ni}(\text{OH})_2 - \text{e}^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O}$, n 电极反应为: $\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$, 故充分电解后, 将 m、n 对调, 能继续合成产物, 多次循环实现可持续生产, D 正确。]
- 解析: (1) 电解 CuSO_4 时, 阳极 H_2O 失电子生成 O_2 , 阴极 Cu^{2+} 得电子生成 Cu , 阳极生成 56mL O_2 (标准状况) 即 0.0025mol , 依据总反应式: $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$, 溶液中生成 0.01mol H^+ , $c(\text{H}^+) = 0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} = 1$; 电解生成 0.0025mol O_2 和 0.005mol Cu , 故要使溶液复原可加 0.005mol CuO , 质量为 0.4g , 或加 0.005mol CuCO_3 , 质量为 0.62g 。(2) 继续通电电解, 电解质为 H_2SO_4 溶液, 故实际被电解的物质为 H_2O ; 加入 $0.1\text{mol Cu}(\text{OH})_2$ 可使溶液复原, 相当于加入 0.1mol CuO 和 $0.1\text{mol H}_2\text{O}$, 故转移电子为 $(0.1 \times 2 + 0.1 \times 2)\text{mol} = 0.4\text{mol}$ 。(3) $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 相当于 $2\text{CuO} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{CO}_2$, CO_2 逸出, 故转移电子的物质的量为 $0.2\text{mol} \times 2 + 0.1\text{mol} \times 2 = 0.6\text{mol}$ 。
答案: (1) 1 0.4 CuO (或 0.62g CuCO_3) (2) 水 (或 H_2O) 0.4 (3) 0.6

- 解析: (4) 根据电解 NO 制备 NH_4NO_3 的工作原理示意图知: 阴极反应式为 $3\text{NO} + 15\text{e}^- + 18\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$, 阳极反应式为 $5\text{NO} - 15\text{e}^- + 10\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 5\text{NO}_3^- + 20\text{H}^+$, 总反应式为 $8\text{NO} + 7\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 3\text{NH}_4\text{NO}_3 + 2\text{HNO}_3$, 为了使电解产生的 HNO_3 全部转化为 NH_4NO_3 , 应补充 NH_3 。
答案: (1) $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow$
 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- + \text{Mg}^{2+} \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$
 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$
(2) $2\text{Al} - 6\text{e}^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+$
 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$
 $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$



(4) NH_3 根据总反应: $8\text{NO} + 7\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 3\text{NH}_4\text{NO}_3 + 2\text{HNO}_3$ 可知,要使电解产生的 HNO_3 转化为 NH_4NO_3 ,应补充 NH_3

4. D [为从海水中提取锂,电极1的电极反应式为: $\text{FePO}_4 + \text{e}^- + \text{Li}^+ = \text{LiFePO}_4$,则电极1为阴极,则电极2为阳极,电极材料为 Ag ,电极反应式为 $\text{Ag} - \text{e}^- + \text{Cl}^- = \text{AgCl}$;电极3为阴极,电极材料为 AgCl ,电极反应式为 $\text{AgCl} + \text{e}^- = \text{Ag} + \text{Cl}^-$,电极4为阳极,在电极4上发生氧化反应: $\text{LiFePO}_4 - \text{e}^- = \text{FePO}_4 + \text{Li}^+$,实现了锂的富集。A. 电极1为阴极,因此a为电源的负极,b为电源的正极,电极电势b高于a,故A错误;B. 由分析可知,电极2为阳极,应选择 Ag 电极,海水中有 Cl^- ,则电极2的电极反应式为: $\text{Ag} - \text{e}^- + \text{Cl}^- = \text{AgCl}$,故B错误;C. 电极4放电一段时间后转化成为 FePO_4 ,所以互换后电极4发生的反应与互换前电极1发生的反应相同,故C错误;D. 根据得失电子守恒,电路中各处的电量相等,所以理论上,电路通过1 mol 电子时,有1 mol Li^+ 富集在右侧电解液中,故D正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ (氧化反应) $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ (还原反应) 阳 阴离子和气体 $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$
(2)

基础过关

- (1) 负 阳 (2) $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{NaClO} + \text{H}_2 \uparrow$

2. $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ 不变 变小

基础过关

- (1) 氧化 $\text{Ni} - 2\text{e}^- = \text{Ni}^{2+}$, $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$; $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ (2) 不相等 (3) Fe^{2+} 、 Zn^{2+} (4) Cu 、 Pt

3. MgCl_2 (熔融) $\xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg} + \text{Cl}_2 \uparrow$ $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$
 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Mg}$

基础过关

- (1) 因为 MgO 的熔点很高。(2) 因为 AlCl_3 是共价化合物,其熔融态不导电。(3) 冰晶石(Na_3AlF_6)作助熔剂,可以降低 Al_2O_3 熔点,节省能源。(4) 阳极生成的氧气与石墨电极反应,所以石墨电极需不断补充。

[关键能力·提升]

1. B [M 极附近析出金属单质,M 极为阴极,与电源的负极相连,A 正确;M 极为阴极,N 极为阳极,电子由阳极流出,经电源流回阴极,B 错误;阳极上溶解的金属有 Pb 、 Fe 、 Zn ,阴极上析出的金属只有 Pb ,两极上得失电子守恒,故工作一段时间后,溶液中 $c(\text{Pb}^{2+})$ 减小,D 正确。]
2. B [由图可知,左侧发生 $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NH}_3$,N 元素化合价下降,则左侧是阴极区,右侧发生 $\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2$,Cl 元素化合价上升,则右侧是阳极区,据此解答;A. 电解池中,阳离子向阴极移动,则 K^+ 向左室迁移,A 正确;B. 电解过程中, NO_2^- 先生成,再消耗,是中间产物,其浓度增大还是减小,取决于生成速率与消耗速率,无法得出其浓度持续下降的结论,B 错误;C. b 处生成氯气,与水反应生成氯化氢和次氯酸,氯化氢能使蓝色石蕊试纸变红,次氯酸能使变红的试纸褪色,故能看到试纸先变红后褪色,C 正确;D. 左侧阴极总反应是 $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} = \text{NH}_3 \uparrow + 9\text{OH}^-$,右侧阳极总反应是 $8\text{Cl}^- - 8\text{e}^- = 4\text{Cl}_2 \uparrow$,将两电极反应相加即可得到总反应,D 正确。]

3. C [由题干装置可知,电极 II 产生 O_2 ,则电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$,即为电解池阳极,则电极 I 为阴极,发生还原反应,电极反应为 $2\text{HSO}_3^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{S}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$,A、B 正确;由题干装置可知,每处理 1 mol NO ,需要得到 2 mol e^- ,燃料电池中 1 mol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 失去 12 mol e^- ,根据得失电子守恒可知,至少消耗乙醇的物质的量为 $\frac{2}{12} \text{ mol} = \frac{1}{6} \text{ mol}$,C 错误;吸收塔中采用气-液逆流接触吸收,能够增大气体和液体的接触面积,提高反应速率,提高 NO 处理效率,D 正确。]
4. C [由题干装置可知,左侧为 CH_3OCH_3 燃料电池,a 电极为负极,电极反应为 $\text{CH}_3\text{OCH}_3 - 12\text{e}^- + 16\text{OH}^- = 2\text{CO}_3^{2-} + 11\text{H}_2\text{O}$,b 电极为正极,电极反应为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$;c 电极与电源正极相连,是阳极,电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$,d 电极与电源负极相连,是阴极,电极反应为 $2\text{CH}_2 = \text{CHCN} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{NC}(\text{CH}_2)_4\text{CN}$ 。由分析中 a 电极的电极反应可知,①室没有无色气体产生,A 错误;由分析可知 c 电极是阳极,则 c 电极上发生氧化反应,B 错误;由分析可知,d 电极发生的反应为 $2\text{CH}_2 = \text{CHCN} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{NC}(\text{CH}_2)_4\text{CN}$,C 正确;题干未告知气体所处的状态,无法计算气体的物质的量,D 错误。]

考点三

[必备知识·夯实]

1. (2) 原电池反应 (3) 酸性较强 弱酸性或中性 $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$

基础过关

1. ①②⑤
2. (1) 析氢 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ 有气泡冒出 (2) 吸氧 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$ 导管内液面上升
3. (1) 吸氧 (2) B

2. (1) 原电池 (2) 电解池

基础过关

1. 锌比铁活泼,发生腐蚀时作为原电池的负极,不断遭受腐蚀,而作为正极的钢闸门设备被保护起来。
2. 把被保护的钢闸门作为阴极,用惰性电极作为辅助阳极,两者均放在海水里,外接直流电源,通电后,调整外加电压,强制电子流向被保护的钢闸门,使钢闸门表面腐蚀速率降至零或接近零,钢闸门被迫成为阴极而受到保护。
3. ⑤④②①③⑥

[关键能力·提升]

1. D [由于金属活动性: $\text{Zn} > \text{Fe}$,钢铁外壳为正极,锌块为负极,故 A 错误; Zn 失去电子,发生氧化反应: $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$,镶嵌的锌块会被逐渐消耗,需根据腐蚀情况进行维护和更换,不能永久使用,故 B 错误,D 正确;该方法为牺牲阳极法,故 C 错误。]
2. B [题图 1 为牺牲阳极法,牺牲阳极一般为较活泼金属,其作为原电池的负极,失去电子被氧化;题图 2 为外加电流法,阳极材料为辅助阳极,其通常是惰性电极,其本身不失去电子,电解质溶液中的阴离子在其表面失去电子,如海水中的 Cl^- ,A 不正确;题图 2 中,外加电压偏高时,钢闸门表面积聚的电子很多,除了海水中的 H^+ 放电外,海水中溶解的 O_2 也会竞争放电,故可发生反应: $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$,B 正确;题图 2 为外加电流法,理论上只要能对抗钢闸门表面的腐蚀电流即可,当钢闸门表面的腐蚀电流为零时保护效果最好;腐蚀电流会随着环境的变化而变化,若外加电压保持恒定不变,则不能保证抵消腐蚀电流,C、D 错误。]
3. A [图 1 中构成原电池,铁作负极,开始时 $\text{pH} = 1.8$,AB 段溶液 pH 增大,体系压强增大,铁主要发生析氢腐蚀;BD 段溶液的 pH 增大,体系压强减小,正极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+$

Fe^{2+} 被 O_2 氧化。由图可知,AB段体系的压强增大,说明产生了氢气,故AB段主要发生析氢腐蚀,pH越大,氢离子浓度越小,析氢速率越小,A错误;AD段内发生铁的电化学腐蚀,负极的电极反应式为 $\text{Fe}-2\text{e}^-=\text{Fe}^{2+}$,B正确;由图可知BC段pH增大、压强减小,正极上氧气得电子生成水,电极反应式为 $\text{O}_2+4\text{e}^-+4\text{H}^+=2\text{H}_2\text{O}$,C正确;根据分析,DE段溶液pH基本不变的可能原因:相同时间内, $2\text{Fe}+\text{O}_2+4\text{H}^+=2\text{Fe}^{2+}+2\text{H}_2\text{O}$ 消耗 H^+ 的量与 $4\text{Fe}^{2+}+\text{O}_2+10\text{H}_2\text{O}=4\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow+8\text{H}^+$ 产生 H^+ 的量基本相同,D正确。]

第八章 化学反应速率与化学平衡

学案 37 化学反应速率及其影响因素

考点一

[必备知识·夯实]

1. 减小 增大 正值 常数 $a:b:c:d$

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)×

2. (1) $0.03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ $0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

(2) 60% (3) $\frac{10}{13}$

2.

基础过关

解析:根据 $v_{\text{逆}}=k \cdot c(\text{CO}) \cdot c^3(\text{H}_2)$,由题表中数据可得, $c_1=\frac{8.0}{0.1k}$, $c_2=\frac{6.75}{0.15^3 \times k}$,所以 $k \times \frac{6.75}{0.15^3 \times k} \times \frac{8.0}{0.1k}=16.0$,解得 $k=1.0 \times 10^4$,代入 c_2 的等式可得 $c_2=0.2$ 。

答案:0.2 1.0×10^4

[关键能力·提升]

1. D [本题可以采用归一法进行求解,B物质是固体,一般不用固体表示反应速率;C项中对应的 $v(\text{A})=0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$;D项中对应的 $v(\text{A})=3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,故选D。也可以用比值法,比值大者反应速率快。]

2. 解析:根据题给信息列出三段式:

	$2\text{SO}_2(\text{g})$	$+\text{O}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$2\text{SO}_3(\text{g})$
初始/mol	4	2		0
转化/mol	2	1		2
10 min 时/mol	2	1		2

恒温恒容下,气体总压之比等于气体总物质的量之比,所以10 min 时体系总压 $p_{10 \text{ min}}$ 满足 $\frac{p_0 \text{ kPa}}{p_{10 \text{ min}}}=\frac{6 \text{ mol}}{5 \text{ mol}}$,即 $p_{10 \text{ min}}=\frac{5}{6}p_0 \text{ kPa}$, $p_{\text{初始}}(\text{SO}_2)=\frac{2}{3}p_0 \text{ kPa}$, $p_{10 \text{ min}}(\text{SO}_2)=\frac{5}{6}p_0 \text{ kPa}$, $p_{\text{初始}}(\text{SO}_2)=\frac{2}{3}p_0 \text{ kPa}$, $p_{10 \text{ min}}(\text{SO}_2)=\frac{5}{6}p_0 \text{ kPa}$, $p_{\text{初始}}(\text{SO}_2)=\frac{2}{3}p_0 \text{ kPa}$,故 $v(\text{SO}_2)=\frac{\frac{2}{3}p_0 \text{ kPa}-\frac{1}{3}p_0 \text{ kPa}}{10 \text{ min}}=\frac{\frac{p_0}{30} \text{ kPa} \cdot \text{min}^{-1}}$ 。

答案: $\frac{p_0}{30}$

3. D [将第一组数据和第二组数据代入 $v=k \cdot c^m(\text{A}) \cdot c^n(\text{B})$ 可得 $\left(\frac{0.50}{0.25}\right)^m=\frac{2.8 \times 10^{-3}}{1.4 \times 10^{-3}}$,则 $m=1$,将第二组数据和第四

组数据代入 $v=k \cdot c^m(\text{A}) \cdot c^n(\text{B})$ 可得 $\left(\frac{0.100}{0.050}\right)^n=\frac{2.8 \times 10^{-3}}{2.8 \times 10^{-3}}$,则 $n=0$,A错误;根据 $m=1$, $n=0$,则 $v=k \cdot c(\text{A})$,代入第一组数据可得 $k=5.6 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$,B错误;增大反应物的浓度,增大了化学反应速率,并没有改变瞬时速

率常数 k (受温度、催化剂、固体表面积等因素的影响,与浓度无关),C错误;存在过量的B时,反应掉87.5%的A可以看作经历3个半衰期,即 $50\%+25\%+12.5\%$,因此所需的时间为 $\frac{3 \times 0.7}{5.6 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}}=375 \text{ min}$,D正确。]

4. 解析:根据阿伦尼乌斯公式 $R \ln k=-\frac{E_a}{T}+C$,将图中数据代入得 $80=-8.2 \times 10^{-3} E_a+C$, $20=-8.4 \times 10^{-3} E_a+C$,两式相减,求得 $E_a=3 \times 10^5 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}=300 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;当反应: $\text{CH}_4(\text{g})+\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})+2\text{H}_2(\text{g})$ 达平衡时, $v_{\text{正}}=k_{\text{正}} \cdot c(\text{CH}_4) \cdot c(\text{CO}_2)=v_{\text{逆}}=k_{\text{逆}} \cdot c^2(\text{CO}) \cdot c^2(\text{H}_2)$, $\frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}}=\frac{c^2(\text{CO}) \cdot c^2(\text{H}_2)}{c(\text{CH}_4) \cdot c(\text{CO}_2)}=K$,该反应为吸热反应,升高温度,K增大,即 $\frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}}$ 的值增大。

答案:300 增大

考点二

[必备知识·夯实]

1. (2) E_1 E_3 E_1-E_2

2. (1)增多 增加 (2)活化分子的百分数 增多 增加 (3)增大 增多 (4)增加 增多

基础过关

1. (1)× (2)√ (3)× (4)√ (5)× (6)√

2. (1)升高温度,使用催化剂 (2)①增大 反应物浓度增大 ②不变 反应物浓度不变 ③减小 反应物浓度减小

[关键能力·提升]

1. A [A项,恒容通“惰性气体”,反应物浓度没有改变,化学反应速率不变,正确;B项,W为固体,加入W,化学反应速率不改变,错误;C项,升高温度, $v_{\text{正}}$ 、 $v_{\text{逆}}$ 均增大,错误;D项,改变压强,活化分子百分数不变,错误。]

2. D [增大反应物浓度,正反应速率瞬间增大、逆反应速率不变,A错误;降低温度,正反应速率和逆反应速率都减小,B错误;该反应前后气体分子总数减小,所以增大压强,正反应速率和逆反应速率都增大,但正反应速率增大的程度更大,C错误;使用催化剂能同等程度地改变正反应速率和逆反应速率,题图Ⅱ研究的是 t_0 时刻使用催化剂对反应速率的影响,D正确。]

3. D [苯甲腈在溶液中发生连续水解: $\text{C}_6\text{H}_5\text{CN}+\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2+\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}+\text{NH}_3$,有 NH_3 生成,A正确; a 点之前 $x(\text{Y})$ 逐渐增大, $v(\text{Y})_{\text{消耗}}<v(\text{Y})_{\text{生成}}$;a点之后, $x(\text{Y})$ 逐渐减小, $v(\text{Y})_{\text{消耗}}>v(\text{Y})_{\text{生成}}$,a点是Y物质的最大值,则生成和消耗的速率相等,即 $v(\text{Y})_{\text{消耗}}=v(\text{Y})_{\text{生成}}$,B正确; $x(\text{Z})$ 在15 min前基本不变,15 min后明显增大,在没有另加物质、没有改变反应条件的情况下,可能是水解产物对生成Z的反应有催化作用,C正确;根据图像所示,反应的前期应该有 $v(\text{X})=v(\text{Y})+v(\text{Z})$,a点之后,由于 $v(\text{X})$ 明显减小, $v(\text{Z})$ 显著增大,三者的速率关系不再满足 $v(\text{X})=v(\text{Y})+v(\text{Z})$,D错误。]

4. (1)2.0 3.0 (2)反应物浓度 其他条件不变,增大(减小)反应物浓度,化学反应速率增大(减小) (3)②③

学案 38 化学平衡状态和平衡常数

考点一

[必备知识·夯实]

1. 正反应 逆反应 同时 小于 $\rightleftharpoons$

基础过关

该反应中KI过量,故不能直接检验是否存在 I^- 取少量反应液,滴加KSCN溶液,若溶液变红,则证明还有 Fe^{3+} 未完全反应 $0<c(\text{I}_2)<0.014 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

2. (1)减小 增大 $>$ $=$ 保持不变 (2)相等 保持不变
限度 (3)动态 $v_{\text{正}}=v_{\text{逆}}$ 浓度 发生改变

3. (1)等于

基础过关

1. (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\times$ (6) $\times$

2. ①②③

[关键能力·提升]

1. D [平衡时 $c(\text{X}):c(\text{Y})=2:3$, 反应消耗 $\Delta c(\text{X}):\Delta c(\text{Y})=1:3$, 故起始时 $c_1:c_2 \neq 1:3$, A 错误; 平衡时, Y 和 Z 的生成速率之比为 $3:2$, B 错误; 起始时 X、Y 的浓度之比与化学计量数之比不相等, 因此 X、Y 的转化率不相等, C 错误; 假设 Y 的浓度变为 0, 则 X 的最小浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 假设 Z 的浓度变为 0, 则 X 的最大浓度为 $0.24 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 正确。]

2. 解析: ①达到平衡时, $v_{\text{正}}$ 应保持不变; ②由于是放热反应, 又是绝热容器, 体系温度升高, 平衡左移, K 减小, 当 K 不变时, 温度不变, 达到平衡状态; ③图中达到平衡时, CO 、 CO_2 的改变量不是 $1:1$; ④ $w(\text{NO})$ 逐渐减小, 达到平衡时保持不变; ⑤因正反应放热, 容器绝热, 故反应开始后体系温度升高, 达到平衡状态时, 体系温度不再发生变化; ⑥ ΔH 是一个定值, 不能用于判断可逆反应是否达到平衡状态。

答案: ②④⑤

3. 解析: 该反应为气体体积增大的反应, 气体的总质量 m 不变, n 在改变, 由 $M=\frac{m}{n}$ 可知, 当容器中平均相对分子质量保持不变时, 则 n 保持不变, 反应达到平衡状态, A 符合题意; 根据质量守恒定律, 混合气体的质量始终不变, 容器容积不变, 则恒容容器中混合气体的密度始终不变, 不能说明反应达到平衡状态, B 不符合题意; 随着反应进行, 反应的浓度商 Q 增大, 当反应的浓度商 Q 不变时, 说明 $Q=K$, 反应达到平衡状态, C 符合题意; 混合气体中 CO 与 H_2 的浓度之比始终等于 $1:1$, 不能说明反应达到平衡状态, D 不符合题意。

答案: AC

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) $\frac{c^p(\text{C}) \cdot c^q(\text{D})}{c^m(\text{A}) \cdot c^n(\text{B})}$ $\frac{c^p(\text{C}) \cdot c^q(\text{D})}{c^m(\text{A}) \cdot c^n(\text{B})}$ (2)越大 越大

(3)温度

基础过关

(1) $\frac{c(\text{HClO}) \cdot c(\text{H}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)}{c(\text{Cl}_2)}$

(2) $\frac{c(\text{CO}) \cdot c(\text{H}_2)}{c(\text{H}_2\text{O})}$ (3) $\frac{c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})}$

(4) $\frac{c(\text{NH}_3)}{c^{\frac{1}{2}}(\text{N}_2) \cdot c^{\frac{3}{2}}(\text{H}_2)}$

2. (1)正 $>$ 逆 $<$ (2)吸 放 放 吸

基础过关

1. (1) $\checkmark$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\times$

2. 解析: (3) $Q=\frac{c(\text{CO}_2)}{c(\text{CO})}=\frac{0.025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}=2.5$, $Q>K$, 向逆反应方向移动, $v_{\text{正}}<v_{\text{逆}}$ 。

答案: (1) $\frac{c(\text{CO}_2)}{c(\text{CO})}$ (2)减小 (3)不处于 $<$ 逆反应

[关键能力·提升]

1. 解析: (2) $K_2'=\frac{1}{K_2}=5 \times 10^{-82}$ 。

(3) $K_3'=\sqrt{K_3}=2 \times 10^{-46}$ 。

(4) 该反应可以通过 (反应①-反应③) $\times \frac{1}{2}$ 得到, 故 $K_4=$

$\left(\frac{K_1}{K_3}\right)^{\frac{1}{2}}=5 \times 10^{60}$ 。

答案: (1) $\frac{c(\text{N}_2) \cdot c(\text{O}_2)}{c^2(\text{NO})}$ (2) 5×10^{-82} (3) 2×10^{-46}

(4) 5×10^{60}

2. C [温度升高, 平衡常数减小, 故正反应为放热反应, A 项正

确; 25°C 时, 逆反应的平衡常数 $K'=\frac{1}{K}=\frac{1}{5 \times 10^4}=2 \times 10^{-5}$,

B 项正确; 80°C 时, 若 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 、 CO 的浓度均为 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

则 $Q=\frac{c[\text{Ni}(\text{CO})_4]}{c^4(\text{CO})}=\frac{0.5}{0.5^4}=8>K$, $v_{\text{正}}<v_{\text{逆}}$, C 项错误;

80°C 达到平衡时, 若 $n(\text{CO})=0.3 \text{ mol}$, $c(\text{CO})=1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 $c[\text{Ni}(\text{CO})_4]=K \cdot c^4(\text{CO})=2 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}=2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 项正确。]

3. 解: 设平衡时 CO 转化为 CO_2 的物质的量为 $x \text{ mol}$, 假设容器的容积为 1 L 。

	$\text{CO}(\text{g})$	$+\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$+\text{H}_2(\text{g})$
$c_{\text{始}}/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	2	10		0	0
$\Delta c/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	x	x		x	x
$c_{\text{平}}/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	$2-x$	$10-x$		x	x

$K=\frac{x^2}{(2-x)(10-x)}=1.0$, 解得 $x=\frac{5}{3}$ 。

$\alpha(\text{CO})=\frac{\frac{5}{3} \text{ mol}}{2.0 \text{ mol}} \times 100\% \approx 83\%$ 。

答: 达到平衡时 CO 转化为 CO_2 的转化率为 83% 。

学案 39 化学平衡移动 化学反应方向

考点一

[必备知识·夯实]

1. (2)正反应 逆反应 减小 增大 吸热 放热

基础过关

(1)C 不 (2)A 逆反应 (3)D 逆反应 (4)B 正反应
(5)D 逆反应

2. (2) $<$ $<$

基础过关

1. (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\times$ (6) $\checkmark$ (7) $\times$

2. (1)向左 向左 向右 高 减小 减小 不变 (2)①向右
不移动 不移动 ② $p_{\text{甲}}<p'_{\text{甲}}<2p_{\text{甲}}$ $p'_{\text{乙}}=2p_{\text{乙}}$ $p'_{\text{丙}}=2p_{\text{丙}}$

[关键能力·提升]

1. C [该反应为气体分子数减小的反应, 减小体系压强, 平衡向气体分子数增大的方向移动, 即平衡向逆反应方向移动, A 错误; 该反应为放热反应, 升高温度, 平衡向吸热反应方向移动, 即平衡向逆反应方向移动, B 错误; 增大 H_2 浓度, 反应物浓度增大, 平衡向正反应方向移动, C 正确; 恒容下充入惰性气体, 各物质浓度不变, 平衡不移动, D 错误。]

真题变式 (1)增大 CO_2 浓度、降低温度、增大压强等 (2)逆

2. (1)正反应 减小 增大 (2)正反应 不变 不变 (3)正反应 增大 减小

3. 解析: $K=\frac{1.5}{1 \times 2^2}=0.375$, 此时 $Q=\frac{2.5}{2 \times 3^2} \approx 0.139 < 0.375$, 平衡向右移动。

答案: 向右

4. 解析: (1)甲、乙相比, 平衡时, 乙中温度高, 正向程度小, 乙中 $\alpha(\text{SO}_2)$ 较小。 (2)丙、丁相比, 平衡时, 丁中温度高, 正向程度小, 丁中 $\alpha(\text{SO}_2)$ 较小, $c(\text{SO}_2)$ 较大。 (3)甲、丙相比, 平衡时甲

中压强大,甲中 $\alpha(\text{SO}_2)$ 较大。

答案:(1)> > (2)> < (3)> <

5. C [A. 正反应是气体分子数增大的反应,以容器Ⅱ为参照,容器Ⅰ压强增大,相当于对容器Ⅱ加压,平衡向左移动, $\alpha(\text{I}) < \alpha(\text{II})$,故A错误;B. 加压,反应速率增大,达到平衡所用时间缩短, $t(\text{I}) < t(\text{II})$,故B错误;C. 气体总质量不变,容器Ⅰ为恒容,容器Ⅱ为恒压,因反应后气体分子数增大,恒压条件下,只能增大容器Ⅱ的体积,故 $\rho(\text{I}) > \rho(\text{II})$,故C正确;D. 平衡向左移动,气体物质的量减小,相对分子质量增大,即 $M(\text{I}) > M(\text{II})$,故D错误。]

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1)升高温度 增大压强 增大反应物的浓度 使用催化剂
降低温度 增大压强 增大反应物浓度 (2)400~500 °C
1:2.8 循环使用 铁触媒

2.

基础过关

1. (1)× (2)× (3)√ (4)×
2. (1)450 °C 该反应是放热反应,升高温度,转化率降低;在450 °C时,反应物的转化率较高 (2) 1×10^5 Pa (3)增大 O_2 浓度,提高 SO_2 的转化率 (4)加快反应速率,缩短反应达到平衡时间

[关键能力·提升]

1. B [由图可知,“吸附”是放热过程,而“脱附”则是吸热过程,故A错误;由图可知, $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g})$
 $\Delta H = -46 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,则 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$
 $\Delta H = -92 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,故B正确;降温减小反应速率,故C错误;反应历程中反应速率最慢的过程应为活化能最大的过程,由图可知 $\frac{1}{2}\text{N}_{2\text{ad}} + \frac{3}{2}\text{H}_2 = \text{N}_{\text{ad}} + 3\text{H}_{\text{ad}}$ 的活化能不是最大,故D错误。]
2. C [合成甲醇时压强越大甲醇的产率越高,但对设备的要求也越高,A错误;增大压强正、逆反应速率都增大,B错误;由图乙可知,520 K时甲醇的产率最大,合成甲醇的最佳温度为520 K,C正确;图示曲线为反应相同时间,520 K之前反应未达到平衡状态,升高温度,反应速率增大,单位时间内甲醇的产率增大,D错误。]

考点三

[必备知识·夯实]

1. (2)放热 < 增大 >
2. (1)混乱程度 混乱度 (3)增加
3. (1)> < (2)< > > < 温度 低温 高温

基础过关

1. (1)× (2)× (3)√ (4)√
2. ①②③⑤

[关键能力·提升]

1. C [A. 物质聚集状态不同熵值不同,同一物质:气体>液体>固体,1 mol H_2O 在不同状态时的熵值: $S[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] < S[\text{H}_2\text{O}(\text{g})]$,故A正确;B. $\text{CaCO}_3(\text{s}) = \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
 $\Delta H > 0, \Delta S > 0$,能否自发进行, $\Delta H - T\Delta S < 0$ 与温度有关,故B正确;C. 反应自发只能说明 $\Delta H - T\Delta S < 0$,不能说明 ΔH 和 ΔS 的变化相同,故C错误;D. 反应 $\Delta S < 0$,若能自发进行, $\Delta H - T\Delta S < 0$,则 ΔH 必须小于0,故D正确。]
2. 解析:(1)由于CO在 O_2 中燃烧生成 CO_2 为放热反应,则二氧化碳分解生成CO和 O_2 的反应为吸热反应, $\Delta H > 0$,根据化学方程式可知,反应前后气体的体积增加, $\Delta S > 0$,故低温下 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S > 0$,反应不能自发进行。(2) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$ 时反应自发进行,通过化学方程式可知常温下 $\Delta S < 0$,常温下反应能够自发进行,则 $\Delta H < 0$ 。(3)该反应的 ΔS

$> 0, \Delta H > 0$,则高温时 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$,反应能自发进行。(4) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 1.89 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 298 \times (-3.3 \times 10^{-3}) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.873 4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} > 0$,该反应不能自发反应。

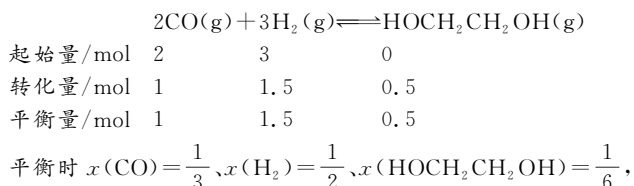
答案:(1)> > 不能 (2)< (3)高温 (4)2.873 不能

学案 40 化学平衡常数的拓展及有关计算

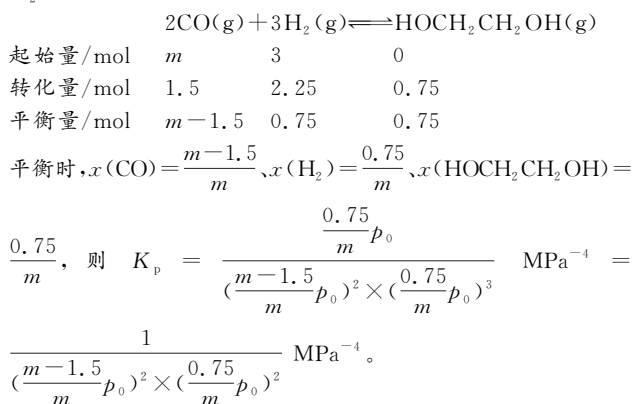
考点一

[关键能力·提升]

1. 解析:(1)由题目信息知,该反应为气体分子数减小的反应,同一温度下,增大压强,平衡正向移动,则 α 增大,故 L_1, L_2, L_3 分别代表 α 为0.6、0.5、0.4的曲线。(2)由图可知,压强相等时,温度越高则对应的平衡转化率 α 越小,即平衡逆向移动,故该反应为放热反应, $\Delta H < 0$ 。(3) M, N 两点对应平衡转化率相等,则平衡时各组分物质的量分数均相等,故 $K_x(M) = K_x(N)$;D点对应的平衡转化率为0.5,根据题给信息知,该反应按化学计量比进料,设起始加入2 mol CO、3 mol H_2 ,列三段式:



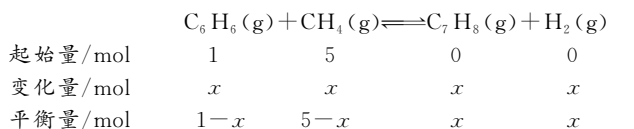
则D点对应体系的 $K_x = \frac{\frac{1}{6}}{(\frac{1}{3})^2 \times (\frac{1}{2})^3} = 12$ 。(4)设在该条件下,起始时加入 m mol CO和3 mol $\text{H}_2, \alpha(\text{H}_2) = 0.75$,则 H_2 转化了2.25 mol,由此列三段式:



答案:(1) L_1 该反应为气体分子数减小的反应,温度相同时,增大压强,平衡正向移动,固定平衡转化率增大 (2)<

(3)= 12 (4) $\frac{1}{(\frac{m-1.5}{m} p_0)^2 \times (\frac{0.75}{m} p_0)^2}$

2. 解析:设起始时 C_6H_6 的物质的量为1 mol, CH_4 的物质的量为5 mol,参加反应的 C_6H_6 的物质的量为 x mol,则可建立如下三段式:



依题意, $\frac{\frac{1-x}{6} \times p_{\text{总}}}{\frac{x}{6} \times p_{\text{总}}} = \frac{4}{1}$,解得 $x = 0.2$,平衡时, $n(\text{C}_6\text{H}_6) = 0.8 \text{ mol}, n(\text{CH}_4) = 4.8 \text{ mol}, n(\text{C}_7\text{H}_8) = 0.2 \text{ mol}, n(\text{H}_2) = 0.2 \text{ mol}$,则 C_6H_6 的平衡转化率为 $\frac{0.2 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \times 100\% = 20\%$,

$$\text{平衡常数 } K_p = \frac{\left(\frac{0.2}{6} \times 100 \text{ kPa}\right)^2}{\left(\frac{0.8}{6} \times 100 \text{ kPa}\right) \times \left(\frac{4.8}{6} \times 100 \text{ kPa}\right)}$$

$$\text{答案: } 20\% \quad \frac{\left(\frac{0.2}{6} \times 100 \text{ kPa}\right)^2}{\left(\frac{0.8}{6} \times 100 \text{ kPa}\right) \times \left(\frac{4.8}{6} \times 100 \text{ kPa}\right)}$$

$$\text{真题变式} \quad \frac{\left(\frac{0.2}{6}\right)^2}{\frac{0.8}{6} \times \frac{4.8}{6}}$$

考点二

[必备知识·夯实]

典例导航

$$(1) \frac{k_{1\text{正}} \cdot k_{2\text{正}}}{k_{1\text{逆}} \cdot k_{2\text{逆}}} < (2) \text{小于}$$

[关键能力·提升]

1. 解析: $K_1 = \frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}} = 1, K_2 = \frac{1.5k_{\text{逆}}}{k_{\text{逆}}} = 1.5 > K_1$, 又因为 $\Delta H > 0$, 故 $T_2 > T_1$ 。

答案: 1 >

2. 解析: (1) 平衡时 $v_{\text{正}}(\text{H}_2) = 2v_{\text{逆}}(\text{H}_2\text{O})$ 则 $k_1 c^4(\text{H}_2) \cdot c(\text{CO}_2) = 2k_2 c^2(\text{H}_2\text{O}) \cdot c(\text{CH}_4)$, 则 $K = \frac{c^2(\text{H}_2\text{O}) \cdot c(\text{CH}_4)}{c^4(\text{H}_2) \cdot c(\text{CO}_2)} = \frac{k_1}{2k_2}$; (2) 平衡时 $v_{\text{正}}(\text{H}_2) = 2v_{\text{逆}}(\text{H}_2\text{O})$, 只有 C 点对应温度下的 $v_{\text{正}}(\text{H}_2) = 2v_{\text{逆}}(\text{H}_2\text{O})$ 。

答案: (1) $\frac{k_1}{2k_2}$ (2) C

考点三

[关键能力·提升]

1. 解析: (1) 设平衡时 CO 为 $x \text{ mol}$, H_2 为 $y \text{ mol}$, CH_3OH 为 $z \text{ mol}$, 则 CH_3OCH_3 为 $2z \text{ mol}$, H_2O 为 $2z \text{ mol}$, 根据:
C 守恒: $x + z + 2 \times 2z = 4$
H 守恒: $2y + 4z + 6 \times 2z + 2 \times 2z = 2 \times 8$
O 守恒: $x + z + 2z + 2z = 4$

CO 的转化率为 $\frac{4-x}{4} \times 100\% = 80\%$, 解得 $x = 0.8, y = 1.6, z = 0.64$, $v(\text{H}_2) = \frac{(8-1.6) \text{ mol}}{2 \text{ L} \times 4 \text{ min}} = 0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

(2) 反应 I 中 CO 的转化率为 80% , 则生成的 CH_3OH 的物质的量为 $4 \text{ mol} \times 80\% = 3.2 \text{ mol}$, 反应 II 生成的 CH_3OCH_3 的物质的量为 $2z \text{ mol}$, 即 $2 \times 0.64 \text{ mol} = 1.28 \text{ mol}$, 则反应 II 转化的 CH_3OH 的物质的量为 $2 \times 1.28 \text{ mol} = 2.56 \text{ mol}$, 则反应 II 中 CH_3OH 的转化率 $\alpha = \frac{2.56 \text{ mol}}{3.2 \text{ mol}} \times 100\% = 80\%$ 。根据之前所解方程, 可得平衡时: CH_3OH 、 H_2 、 CO 的浓度分别为 $0.32 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 反应 I 的平衡常数 $K = \frac{0.32}{0.8^2 \times 0.4} = 1.25$ 。

答案: (1) $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (2) 80% 1.25

2. 解析: (1) 反应 II 是吸热反应, 其他条件一定时, 温度升高, 平衡正向移动, CH_4 平衡转化率增大, 由题图可知, 相同压强下, T_1 对应的 CH_4 平衡转化率最高, 故 T_1 温度最高。(2) CaCO_3 平衡转化率为 80% , 则反应 I 生成的 $n(\text{CO}_2) = 0.8 \text{ mol}$, CH_4 平衡转化率为 60% , 则反应 II 中 CH_4 转化 $1 \text{ mol} \times 60\% = 0.6 \text{ mol}$ 。列关系式:



转化量/mol 0.6 0.6 1.2 1.2
平衡时 CO 的物质的量为 1.3 mol , 则反应 III 生成 0.1 mol CO, 列关系式:



转化量/mol 0.1 0.1 0.1 0.1

平衡量/mol 1.1 0.1 0.1 1.3

反应 III 为气体分子数不变的反应, 可用物质的量代替分压计

算平衡常数, 故反应 III 的 $K_p = \frac{p(\text{CO}) \cdot p(\text{H}_2\text{O})}{p(\text{H}_2) \cdot p(\text{CO}_2)} =$

$$\frac{n(\text{CO}) \cdot n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{H}_2) \cdot n(\text{CO}_2)} = \frac{1.3 \times 0.1}{1.1 \times 0.1} \approx 1.2, \text{ 原位 } \text{CO}_2 \text{ 利用率} =$$

$$\frac{[n_{\text{CaCO}_3}(\text{初始}) - n_{\text{CaCO}_3}(\text{平衡}) - n_{\text{CO}_2}(\text{平衡})]}{n_{\text{CaCO}_3}(\text{初始})} \times 100\% =$$

$$\frac{1.0 - 0.2 - 0.1}{1.0} \times 100\% = 70\%。$$

答案: (1) T_1 反应 II 是吸热反应, 压强一定时, 温度越高, CH_4 平衡转化率越大

(2) 1.2 70%

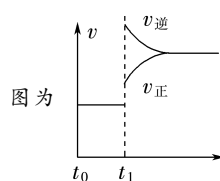
学案 41 化学反应速率与平衡的图像分析

考点一

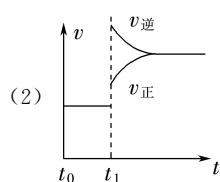
对点训练

1. 解析: (1) t_1 时刻反应速率都增大, 且增大程度相等, 则改变的反应条件为使用催化剂; 由于生成丙烯腈的反应是气体体积增大的放热反应, 而根据图中信息, t_2 时刻反应速率降低, 则可能为降温, 也可能为减小压强, 无论是降温还是减小压强, 平衡都是正向移动。

(2) 升高温度, 平衡逆向移动, $v_{\text{正}}$ 、 $v_{\text{逆}}$ 均增大, 但 $v_{\text{正}} < v_{\text{逆}}$, $v-t$



答案: (1) 使用催化剂 正向



2. D [根据“先拐先平, 数值大”的原则可知 $T_2 > T_1, p_2 > p_1$, 可确定该反应为放热反应, 升温逆向移动, B 为固体, $m < p + q$, 加压逆向移动, D 正确, A、B、C 错误。]

3. 解析: (2)

	$\text{CO}(\text{g})$	$+ 2\text{H}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$
$c_{\text{始}}/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	2.0	2.0		0
$\Delta c/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	$2.0 \times 40\%$	$2 \times 2.0 \times 40\%$		$2.0 \times 40\%$
$c_{\text{平}}/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	1.2	0.4		0.8

$K = \frac{0.8}{1.2 \times 0.4^2} \approx 4.17$, M、N 两点的温度相同, 故 N 点的平衡常数为 4.17。

答案: (1) $p_3 < p_2 < p_1$ (2) 4.17 (3) >

4. 解析: (1) 该反应为气体分子数减小的放热反应, 要提高 CH_3OH 的产率, 平衡得正向移动, 可以采取的措施有降低温度、增大压强、通入 H_2 、及时移去产物等。(2) 该反应正向为放热反应, 升高温度, 平衡逆向移动, K 值减小, 即升高温度, $\frac{1}{T}$ 减小, K 值减小, $\ln K$ 减小, 因此图 1 中能表示该反应的平

衡常数的对数 $\ln K$ 与 $\frac{1}{T}$ (T 表示温度) 之间的变化关系的曲线是 n。(3) 根据图示可知, c 点的温度高于 a 点的温度, 升高温度, 反应速率加快, 因此 $v(a)_{\text{逆}} < v(c)_{\text{逆}}$ 。在 573 K 时, 体积为 2 L 的刚性密闭容器中投入 2 mol CO_2 和 6 mol H_2 发生反应达到平衡。则起始时 $c(\text{CO}_2) = \frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 1 \text{ mol/L}$,

$c(\text{H}_2) = \frac{6 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 3 \text{ mol/L}$, T_2 温度下平衡时 H_2 的转化率为 80%, 转化的 H_2 浓度为 $3 \text{ mol/L} \times 80\% = 2.4 \text{ mol/L}$, 转化的 CO_2 浓度为 $\frac{1}{3} \times 2.4 \text{ mol/L} = 0.8 \text{ mol/L}$,

	$\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$			
起始时浓度 (mol/L)	1	3	0	0
转化的浓度 (mol/L)	0.8	2.4	0.8	0.8
平衡时浓度 (mol/L)	0.2	0.6	0.8	0.8

$$\text{则 } T_2 \text{ 温度下该反应的平衡常数 } K = \frac{c(\text{CH}_3\text{OH}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2) \cdot c^3(\text{H}_2)} = \frac{0.8 \times 0.8}{0.2 \times 0.6^3} \approx 14.81.$$

答案: (1) 通入 H_2 、及时移去产物(合理即可) (2) n (3) $<$ 14.81

5. D [随着温度升高, 反应 I 逆向移动, COS 的量减少, 而反应 II 正向移动, S 的量增加, 已知曲线 b 表示 COS 的平衡选择性, 所以曲线 c 表示 S 的平衡选择性, 曲线 a 表示 SO_2 的平衡转化率, A 正确; 由图可知, 升高温度, S 的平衡选择性增大, 说明反应 II 正向移动, 根据勒夏特列原理, 正反应是吸热反应, 即 $\Delta H_2 > 0$, B 正确; 设起始 $n(\text{SO}_2) = 1 \text{ mol}$, $n(\text{CO}) = 3 \text{ mol}$, 在 1400 K 下, SO_2 平衡转化率为 80%, 则转化的 $n(\text{SO}_2) = 0.8 \text{ mol}$, COS 平衡选择性为 50%, 则生成 $n(\text{COS}) = 0.8 \text{ mol} \times 50\% = 0.4 \text{ mol}$, 生成 $n(\text{S}) = 0.4 \text{ mol}$. 根据反应 I 生成 $n(\text{CO}_2) = 0.8 \text{ mol} \times 2 = 1.6 \text{ mol}$, 剩余 $n(\text{CO}) = 3 \text{ mol} - 0.8 \text{ mol} \times 3 + 0.4 \text{ mol} = 1 \text{ mol}$. 对于反应 $\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}(\text{g}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$, 平衡时 $n(\text{SO}_2) = 1 \text{ mol} - 0.8 \text{ mol} = 0.2 \text{ mol}$, $n(\text{CO}) = 1 \text{ mol}$, $n(\text{S}) = 0.4 \text{ mol}$, $n(\text{CO}_2) = 1.6 \text{ mol}$. 因为是恒压体系, 体积比等于物质的量之比, 设平衡时总体积为 V , 根据平衡常数表达式 $K = \frac{\frac{n(\text{S})}{V} \times (\frac{n(\text{CO}_2)}{V})^2}{\frac{n(\text{SO}_2)}{V} \times (\frac{n(\text{CO})}{V})^2} = \frac{0.4 \times 1.6^2}{0.2 \times 1^2} = 5.12$, C 正确; 反应 I 是气体分子数减小的反应, 增大压强, 反应 I 正向移动, 从而使 SO_2 的平衡转化率增大, D 错误。]

考点二

典例导航

(1) 30 加催化剂 (2) $<$ $>$ $<$

对点训练

1. 解析: (1) 在 220 °C 条件下, CO_2 平衡转化率为 40%, CO 的选择性为 5%, 则平衡时, 有 0.38 mol CO_2 参与反应 i, 消耗 1.14 mol H_2 , 有 0.02 mol CO_2 参与反应 iii, 消耗 0.02 mol H_2 , 则剩余的 $n(\text{H}_2) = 4 \text{ mol} - 0.02 \text{ mol} - 1.14 \text{ mol} = 2.84 \text{ mol}$; 二甲醚的选择性为 80%, 根据 $\text{S}(\text{二甲醚}) = \frac{\text{CH}_3\text{OCH}_3 \text{ 含有的碳原子数} \times n(\text{CH}_3\text{OCH}_3)}{n(\text{CO}_2) \text{ 转化}} \times 100\% = 80\%$, 可知平衡时 $n(\text{CH}_3\text{OCH}_3) = 0.4 \times 80\% \times \frac{1}{2} = 0.16 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.38 \text{ mol} + 0.16 \text{ mol} + 0.02 \text{ mol} = 0.56 \text{ mol}$, $n(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.38 \text{ mol} - 0.16 \text{ mol} \times 2 = 0.06 \text{ mol}$, 平衡常数 $K_p = \frac{\frac{0.16}{n_{\text{总}}} \times 5 \text{ MPa} \times \frac{0.56}{n_{\text{总}}} \times 5 \text{ MPa}}{(\frac{0.06}{n_{\text{总}}} \times 5 \text{ MPa})^2} \approx 24.9$;
- (2) 温度高于 280 °C 时, 升高温度, 反应 i 的 $\Delta H_1 < 0$, 平衡左移, 反应 iii 的 $\Delta H_3 > 0$, 平衡右移, 且反应 iii 右移程度大于反应 i 左移程度, 使 CO_2 的平衡转化率增大。
- 答案: (1) 24.9 (2) 温度高于 280 °C 时, 升高温度, 反应 i 的

$\Delta H_1 < 0$, 平衡左移, 反应 iii 的 $\Delta H_3 > 0$, 平衡右移, 且反应 iii 右移程度大于反应 i 左移程度, 使 CO_2 的平衡转化率增大

2. 解析: (1) 根据反应热 ΔH 与活化能 $E_{\text{正}}$ 、 $E_{\text{逆}}$ 的关系为 $\Delta H = \text{正反应活化能} - \text{逆反应活化能}$ 可知, 该反应的 $E_{\text{逆}} = E_{\text{正}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - \Delta H = (E_{\text{正}} + 67.59) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. (2) 该反应的正反应为气体体积减小的放热反应, 因此反应正向进行程度越大, 平衡时容器内压强越小, Δp 越大。从 T_3 到 T_1 , Δp 增大, 说明反应正向进行程度逐渐增大, 已知正反应为放热反应, 则温度由 T_3 到 T_1 逐渐降低, 即 $T_3 > T_2 > T_1$. 由题图甲中 M 点可知, 进料比为 $n(\text{SO}_2) : n(\text{Cl}_2) = 2$, 平衡时 $\Delta p = 60 \text{ kPa}$, 已知恒温恒容情况下, 容器内气体物质的量之比等于压强之比, 可据此列出“三段式”。

	$\text{SO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g})$			Δp
起始压强/kPa	160	80	0	
变化压强/kPa	60	60	60	60
平衡压强/kPa	100	20	60	

$$\text{可计算得 } \alpha(\text{Cl}_2) = \frac{60 \text{ kPa}}{80 \text{ kPa}} \times 100\% = 75\%, K_p =$$

$$\frac{p(\text{SO}_2\text{Cl}_2)}{p(\text{SO}_2) \cdot p(\text{Cl}_2)} = \frac{60 \text{ kPa}}{100 \text{ kPa} \times 20 \text{ kPa}} = 0.03 \text{ kPa}^{-1}.$$

(3) 由题图甲中 M 点可知, 进料比为 2 时, $\Delta p = 60 \text{ kPa}$, 结合“三段式”, 以及 T_1 时化学平衡常数可知, 进料比为 0.5 时, Δp 也为 60 kPa, 曲线 D 上存在 (0.5, 60)。

答案: (1) $E_{\text{正}} + 67.59$ (2) $T_3 > T_2 > T_1$ 该反应正反应放热, 且气体分子数减小, 反应正向进行时, 容器内压强减小, 从 T_3 到 T_1 , 平衡时 Δp 增大, 说明反应正向进行程度逐渐增大, 对应温度逐渐降低 75% 0.03 (3) D

第九章 水溶液中的离子反应与平衡

学案 42 弱电解质的电离平衡

考点一

【必备知识·夯实】

1. = $\neq$
 2. (2) 正向 增大 正向 正向 逆向 减小 正向 增大
 3. (1) 小 大 相同 (2) 小 少 大 多

基础过关

1. (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\times$
 2. 增大 减小 减弱 增大 增大 增强 增大 增大 增强 减小 减小 增强 减小 减小 增强 增大 增大 增强 升高温度

【关键能力·提升】

1. B [加入 NH_4Cl 固体, $c(\text{NH}_4^+)$ 增大, 平衡向左移动, $c(\text{OH}^-)$ 减小, A 不符合题意; 加入 NaOH 固体, $c(\text{OH}^-)$ 增大, 平衡向左移动, B 符合题意; 加入水, 稀释溶液, 平衡向右移动, $c(\text{OH}^-)$ 减小, C 不符合题意; 电离属于吸热过程, 加热, 平衡向右移动, $c(\text{OH}^-)$ 增大, D 不符合题意。]
2. C [加水促进电离, 但氢离子浓度减小, A 项错误; 通入过量 SO_2 气体发生反应 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 当 SO_2 过量时溶液显酸性, 而且酸性比 H_2S 强, pH 减小, B 项错误; 滴加新制氯水, 发生反应 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{HCl} + \text{S} \downarrow$, 平衡向左移动, HCl 酸性大于 H_2S , 所以溶液 pH 减小, C 项正确; 加入少量硫酸铜固体, 发生反应 $\text{H}_2\text{S} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$, H^+ 浓度增大, D 项错误。]
3. (1) 红色变浅 (2) $a + 2$ (3) 1×10^{-3} (4) $>$ $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HF} + \text{OH}^-$
4. D [由于稀释过程中 HA 的 pH 变化较大, 故 HA 的酸性强于 HB, 酸的酸性越强, 电离程度越大, 故同浓度的 HA 与 HB 溶液中, $c(\text{B}^-)$ 小于 $c(\text{A}^-)$, A 项错误, D 项正确; b 点溶液的 pH 小于 a 点溶液的 pH, 说明 b 点溶液中 $c(\text{H}^+)$ 和 $c(\text{B}^-)$ 较大, 故 b 点溶液导电性较强, B 项错误; HA 酸性强于

HB,则相同 pH 的溶液, $c(\text{HA}) < c(\text{HB})$,稀释相同倍数时, a 点的 $c(\text{HA})$ 小于 b 点的 $c(\text{HB})$,C 项错误。]

5. C [根据题图中信息可知,稀释 10 倍时,ROH 溶液的 pH 由 13 降到 12,说明 ROH 为一元强碱;MOH 溶液的 pH 由 12 降到 11~12 之间,说明 MOH 为一元弱碱,A 项正确;x 点 ROH 溶液与 MOH 溶液的 pH 相等,则两溶液的 $c(\text{OH}^-)$ 相等,根据 $\text{ROH} \rightleftharpoons \text{R}^+ + \text{OH}^-$, $\text{MOH} \rightleftharpoons \text{M}^+ + \text{OH}^-$ 可得 $c(\text{M}^+) = c(\text{R}^+)$,B 项正确;稀释前 ROH 的 $\text{pH} = 13$, $c(\text{R}^+) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,MOH 溶液的 $\text{pH} = 12$,但 MOH 为弱碱,则 $c(\text{ROH}) < 10c(\text{MOH})$,C 项错误;稀释前 ROH 溶液的 $\text{pH} = 13$,即 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,水电离出的 $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;稀释前 MOH 溶液的 $\text{pH} = 12$,即 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,水电离出的 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,为 ROH 溶液的 10 倍,D 项正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

2.

基础过关

1. (1)× (2)× (3)√ (4)√ (5)√ (6)√
2. (1)1.0% 1.0×10^{-5} (2) $\text{A}^{2-} + \text{HX} \rightleftharpoons \text{HA}^- + \text{X}^-$

[关键能力·提升]

1. (1) $\text{HCOOH} > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{S} > \text{HClO}$ (2)①>②>④>③
(3)① $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{ClO}^- \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{HCO}_3^-$ ② $\text{HCO}_3^- + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{CO}_3^{2-}$ ③ $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{HCOO}^-$

2. 解析:(1) $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} = \frac{n(\text{H}^+)}{n(\text{HF})}$, $\frac{c(\text{F}^-)}{c(\text{HF})} = \frac{n(\text{F}^-)}{n(\text{HF})}$ 或 $\frac{c(\text{F}^-)}{c(\text{HF})} = \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} = \frac{K_a(\text{HF})}{c(\text{H}^+)}$

$$(2) \frac{c(\text{F}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} = K_a(\text{HF}), \frac{c(\text{HF}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{F}^-)} = \frac{c(\text{HF}) \cdot c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{F}^-) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_w}{K_a(\text{HF})}$$

答案:(1)变大 变大 (2)不变 不变

3. 解析:(1)根据溶液呈中性可知 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $n(\text{NH}_4^+) = n(\text{NO}_3^-) = a \text{ mol}$ 。设加入氨水的浓度为 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,混合溶液的体积为 $V \text{ L}$,由 $K_b =$

$$\frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = \frac{\frac{a}{V} \times 10^{-7}}{\frac{bc}{V}} = 2 \times 10^{-5}, \text{得 } c = \frac{a}{200b}$$

$$(2) \text{根据电荷守恒: } 2c(\text{Ba}^{2+}) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-), c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 2c(\text{Ba}^{2+}) = 2 \times \frac{b}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$= b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, c(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{a}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = (\frac{a}{2} - b) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$K_a = \frac{b \times 10^{-7}}{\frac{a}{2} - b} = \frac{2b \times 10^{-7}}{a - 2b}$$

$$\text{答案:(1)} \frac{a}{200b} \text{ (2)} \frac{2b \times 10^{-7}}{a - 2b}$$

4. 解析:(1)由题中图像可知 $\text{pH} = 1.2$ 时, $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) = c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$,则 $K_{a1} = 10^{-1.2}$ 。(2) $\text{pH} = 4.2$ 时, $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$,则 $K_{a2} = 10^{-4.2}$ 。(3)由电离常数表达式可知

$$\frac{c^2(\text{HC}_2\text{O}_4^-)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})} = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} = \frac{10^{-1.2}}{10^{-4.2}} = 10^3 = 1\ 000$$

答案:(1) $10^{-1.2}$ (2) $10^{-4.2}$ (3)1 000

学案 43 水的电离与溶液的 pH

考点一

[必备知识·夯实]

1. $c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$ 增大 1×10^{-14}
2. 逆 不变 减小 逆 不变 正 不变 增大 正 不变 正 增大 增大 逆 减小 减小

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)× (6)√
2. (1) $1 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $1 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (2) $1 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

[关键能力·提升]

1. (1)4 或 10 4 或 10 (2) 1×10^{-10}
2. (1) $B > C > A = D = E$ (2)D (3)碱 (4) 1×10^{-10} (5)A、B、C (6) $1 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $1 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 $1 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
3. (1) 1×10^{-8} (2)中 碱 (3)碱 $\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$ (4)20

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1)> = < (2)酸 碱
2. (2)12 0.1 10 (3)玻璃棒 标准比色卡 1~14

基础过关

1. (1)× (2)√ (3)× (4)× (5)×
2. (1)2 1×10^{-12} (2) 1×10^{-2}

[关键能力·提升]

1. (1)①不确定 ②酸性 ③中性 ④不确定 (2)①中性 ②酸性 (3)①酸性 ②碱性 (4)不确定 (5)①碱性 ②碱性

2. 解析:(1) $c(\text{OH}^-)_{\text{混}} = \frac{0.15 \times 2 - 0.1}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$$L^{-1}, c(\text{H}^+) = \frac{1 \times 10^{-12}}{0.1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{pH} = 11$$

(2)设氢氧化钡溶液体积为 $V_1 \text{ L}$,硫酸氢钠溶液的体积为 $V_2 \text{ L}$,依题意知, $n(\text{Ba}^{2+}) = n(\text{SO}_4^{2-})$,由 $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{NaHSO}_4 \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ 知,生成的氢氧化钠的物质的量为 $n(\text{NaOH}) = n[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 0.5 \times 10^{-2} V_1 \text{ mol}$

$$\frac{0.5 \times 10^{-2} V_1 \text{ mol}}{(V_1 + V_2) \text{ L}} = 1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{则 } V_1 : V_2 = 1 : 4$$

答案:(1)11 (2)1 : 4

3. 解析:(1)混合后溶液呈中性,则混合前稀硫酸中 H^+ 的物质的量等于 NaOH 溶液中 OH^- 的物质的量,则 $100 \times 10^{-3} \times 10^{-a} = 10 \times 10^{-3} \times 10^{-14+b}$, $a + b = 15$ 。(2) $10^{-14+a} V_a =$

$$10^{-b} V_b, \frac{V_a}{V_b} = \frac{10^{-b}}{10^{-14+a}} = 10^{14-a-b} = 10$$

答案:(1) $a + b = 15$ (2)10

学案 44 酸碱中和滴定及迁移应用

考点一

[必备知识·夯实]

1. (2)=
2. (1)酸式 碱式 (2)0.01 (3)是否漏水 2~3 mL “0”刻度 “0”刻度以下某刻度
3. (2)甲基橙 (3)酚酞
4. (2)锥形瓶内溶液颜色 (3)2~3

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)× (6)×
2. (1)将碱式滴定管的乳胶管弯曲,使尖嘴出口倾斜朝上,然后缓慢挤压玻璃球赶出气泡。
(2)将滴有半滴溶液的滴定管尖嘴靠近锥形瓶内壁,流出半滴

溶液,然后用蒸馏水冲入溶液中。

(3)0.00 26.10 26.10

5. (1)偏大 偏大 (2)偏大 偏大 (3)偏小 偏小 (4)偏小 偏小 (5)无影响 无影响

教材链接

大 小 小 大

[关键能力·提升]

1. (1)容量瓶 (2)酚酞溶液 恰好反应时溶液为碱性 (3)滴入最后半滴 NaOH 溶液后,溶液由无色恰好变为浅红色,并在半分钟内不恢复 (4)0.75 4.5 (5)①②⑤⑥

2. 解析:(2)根据关系式 $\text{HCl} \sim \text{NaOH}$ 可知 $c(\text{HCl}) = \frac{0.5000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.00 \times 10^{-3} \text{ L}}{20.00 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.5500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案:(1)AD (2)0.550 0

真题变式 ①②④

考点二

[关键能力·提升]

1. 解析:根据题意, $\text{Na}_{10}\text{P}_3\text{O}_{13}\text{Cl} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 中 Cl 为 +1 价,与生成的 I_2 为 1:1 关系,结合 $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 建立关系式为 $\text{Na}_{10}\text{P}_3\text{O}_{13}\text{Cl} \cdot 5\text{H}_2\text{O} \sim \text{I}_2 \sim 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$,产品纯度为 $\frac{1}{2} \times 0.05 \text{ mol/L} \times 0.02 \text{ L} \times \frac{100 \text{ mL}}{25 \text{ mL}} \times 656.5 \text{ g/mol} \times 100\%$

$= 87.5\%$;若静置时间过长,溶液中过量 KI 可被空气中氧气氧化生成碘单质,导致后续滴定过程消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的体积偏大,产品纯度的测定值将偏大。

答案:淀粉溶液 87.5 偏大

2. 解析:(2)过量的 Ag^+ 的物质的量为 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 10.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 10^{-3} \text{ mol}$,沉淀 Cl^- 消耗 Ag^+ 的物质的量为 $(0.2000 \times 100.00 \times 10^{-3} - 10^{-3}) \text{ mol} = 0.019 \text{ mol}$, $\text{SO}_2\text{Cl}_2 \sim 2\text{Cl}^- \sim 2\text{Ag}^+$, $n(\text{SO}_2\text{Cl}_2) = \frac{1}{2} \times 0.019 \text{ mol} = 0.0095 \text{ mol}$,

$m(\text{SO}_2\text{Cl}_2) = 0.0095 \text{ mol} \times 135 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.2825 \text{ g}$,产品中 SO_2Cl_2 的质量分数为 $\frac{1.2825 \text{ g}}{1.5 \text{ g}} \times 100\% = 85.5\%$;若步骤

③中不加入硝基苯保护 AgCl , AgCl 可转化为 AgSCN ,致使消耗的 NH_4SCN 溶液体积偏大,计算出剩余的 Ag^+ 的物质的量偏大, Cl^- 的物质的量偏小, SO_2Cl_2 的含量偏低。

答案:(1)滴入最后半滴 NH_4SCN 标准溶液后,溶液变为红色,且半分钟内不恢复原来的颜色 (2)85.5% 偏低

学案 45 盐类的水解 溶液中粒子浓度的比较

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1)弱电解质 H^+ OH^- 电离平衡 增大 中和 (2)酸碱 中

2. (1) $\rightleftharpoons$ (2) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$

基础过关

1. (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\checkmark$ (4) $\times$ (5) $\times$

2. (1) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$

(2) $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$

(3) $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$

(4) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$

(5) $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$

(6) $\text{Ti}^{4+} + (x+2)\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 4\text{H}^+$

[关键能力·提升]

1. C $[\text{HSO}_3^-]$ 电离程度大于水解程度,显酸性,电离出的 H^+ 抑制水电离, $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C 错误。]

2. (1) $1 \times 10^{-5.2}$ $1 \times 10^{-9.4}$ (2) HCO_3^- 的水解程度小于 CO_3^{2-} 的水解程度 (3)大 (4) HCO_3^- 的水解程度大于其电离程度 $1 \times 10^{-4.3}$ $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$

3. 解析:(1) $K_h = \frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot K_w}{c(\text{HSO}_3^-) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-2}} = 1 \times 10^{-12}$ 。由 $K_h = \frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{HSO}_3^-)}$ 可得, $\frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3)}{c(\text{HSO}_3^-)} =$

$\frac{K_h}{c(\text{OH}^-)}$,加入 I_2 后, HSO_3^- 被氧化为 H_2SO_4 ,溶液中 c

(H^+) 增大, $c(\text{OH}^-)$ 减小, K_h 不变,故 $\frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3)}{c(\text{HSO}_3^-)}$ 增大。

(2) 根据 $K_h = \frac{K_w}{K_b}$ 可得, NH_4Cl 的水解常数 $K_h =$

$\frac{1 \times 10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 5.56 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,又知 $K_h = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}{c(\text{NH}_4^+)}$,由于 NH_4^+ 水解程度较小,近似处

理: $c(\text{H}^+) \approx c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$, $c(\text{NH}_4^+) \approx 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 $c(\text{H}^+) \approx 2.4 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案:(1) 1×10^{-12} 增大 (2) 2.4×10^{-5}

4. (1) NH_4^+ 水解使溶液显酸性,其水解常数 $K_h(\text{NH}_4^+) = \frac{K_w}{K_b} =$

$\frac{10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} \approx 5.6 \times 10^{-10}$, HCO_3^- 水解使溶液显碱性,其水解

常数 $K_h(\text{HCO}_3^-) = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{4.4 \times 10^{-7}} \approx 2.3 \times 10^{-8}$, HCO_3^- 的水解程度大于 NH_4^+ 的水解程度,溶液显碱性

(2) 酸 HA^- 的 $K_h = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-2}} = 1 \times 10^{-12}$, $K_a = 1 \times 10^{-10} >$

K_h , HA^- 的电离程度大于水解程度

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1)增大 增大

基础过关

$\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ ②向左 增大 减小 颜色变浅 ③向右 增大 减小 颜色变深 ④向右 减小 增大 颜色变浅 ⑤向右 减小 增大 红褐色沉淀

2. (1)升温促进 Na_2CO_3 水解,溶液中 $c(\text{OH}^-)$ 增大 (2)盐酸水 (3) $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体 (4) $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

基础过关

1. (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\checkmark$ (6) $\times$

2. (1)产生白色沉淀,且红色褪去 在 Na_2SO_3 溶液中, SO_3^{2-} 水解: $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSO}_3^- + \text{OH}^-$,使溶液显碱性,加入 BaCl_2 后, $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_3 \downarrow$ (白色),由于 $c(\text{SO}_3^{2-})$ 减小,水解平衡左移, $c(\text{OH}^-)$ 减小,红色褪去 (2) CaCO_3 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$,加入 CaCO_3 , CaCO_3 与 H^+ 反应: $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, Fe^{3+} 水解平衡右移,生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀而除去 (3)在干燥的 HCl 气流中,抑制了 MgCl_2 的水解,且带走了 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 受热产生的水蒸气,故能得到无水 MgCl_2

[关键能力·提升]

1. C $[\text{BC}$ 盐溶液 $\text{pH} > 7$, HC 为弱酸, BOH 可能为强碱,又因 AC 盐溶液 $\text{pH} = 7$, AOH 为弱碱,又因 BD 盐溶液 $\text{pH} = 7$, HD 可能为强酸。]

2. A $[\text{加入少量 NaOH 固体,会增大溶液中 } \text{OH}^- \text{ 的浓度,使水解平衡向左移动, } c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \text{ 增大, A 项正确;加入少量}$

FeCl₃ 固体, FeCl₃ 水解显酸性, CH₃COONa 水解显碱性, 在同一溶液中二者水解相互促进, $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 减小, B 项不正确; CH₃COONa 溶液加水稀释时 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 减小, 溶液的碱性变弱, $c(\text{H}^+)$ 增大, 故 $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$ 增大, C 项不正确; 温度升高, CH₃COONa 的水解程度增大, 水解常数 $K_h = \frac{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$ 增大, 则 $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-)}$ 减小, D 项不正确。]

3. 解析: (1) 根据流程图, 加入氧化剂 X 可把 Fe²⁺ 氧化为 Fe³⁺, 而没有增加新杂质, 所以 X 为 Cl₂ 或 H₂O₂ 等。(2) 结合提示, 调节 pH 至 4~5, 使 Fe³⁺ 全部沉淀, 同样不引入新杂质, 所以 Y 最好为 CuO 或 Cu(OH)₂ 或 Cu₂(OH)₂CO₃。(3) 将 CuCl₂ 溶液加热蒸干, Cu²⁺ 水解生成 Cu(OH)₂, 灼烧 Cu(OH)₂ 分解生成 CuO。(4) CuCl₂ 溶液在蒸发结晶过程中发生水解, 为抑制其水解, 根据 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$, 可加入盐酸抑制其水解, 在蒸发过程中要不断搅拌且不能蒸干。
- 答案: (1) Cl₂ (或 H₂O₂ 等) $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ (或 $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$) (2) 调节溶液酸性, 使 pH 为 4~5, 且不引入新杂质 CuO [或 Cu(OH)₂ 或 Cu₂(OH)₂CO₃] (3) CuO (4) 通入 HCl 气体 (或加入盐酸), 并不断搅拌且不能蒸干

考点三

[关键能力·提升]

1. C [a 点溶质为等量的 NaHXO₃ 和 NaCl, b 点溶质为 H₂XO₃ 和 NaCl。由起点可知 0.1 mol·L⁻¹ Na₂XO₃ 溶液为碱性, 说明 Na₂XO₃ 为强碱弱酸盐, XO₃²⁻ 存在两步水解反应, 且水也存在电离, 则 $c(\text{OH}^-) > c(\text{HXO}_3^-)$, 则 0.1 mol·L⁻¹ Na₂XO₃ 溶液中: $c(\text{Na}^+) > c(\text{XO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{HXO}_3^-) > c(\text{H}^+)$, A 错误; 由电荷守恒: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HXO}_3^-) + 2c(\text{XO}_3^{2-}) + c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$, 常温下当溶液 pH=7 时, 为中性即 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 溶液中存在: $c(\text{Na}^+) = c(\text{HXO}_3^-) + 2c(\text{XO}_3^{2-}) + c(\text{Cl}^-)$, B 错误; a 点溶液的溶质为 NaHXO₃ 和 NaCl, pH>7, HXO₃⁻ 水解程度大于电离程度, $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}_2\text{XO}_3) > c(\text{H}^+) > c(\text{XO}_3^{2-})$, C 正确; b 点溶质为 $n(\text{H}_2\text{XO}_3) = \frac{1}{2}n(\text{NaCl})$, 故 $n(\text{Cl}^-)$ 是含 X 元素微粒的物质的量的 2 倍, 根据物料守恒, b 点溶液中: $c(\text{Cl}^-) = 2[c(\text{H}_2\text{XO}_3) + c(\text{HXO}_3^-) + c(\text{XO}_3^{2-})]$, D 错误。]
2. A [加水稀释, 体积影响程度较大, 溶液中 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ 的浓度一定下降, A 正确; 向溶液中加入少量 NaCl 固体, $\text{CuCl} + \text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{CuCl}_2]^-$, $[\text{CuCl}_2]^- + \text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{CuCl}_3]^{2-}$, $\text{CuCl} + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{CuCl}_3]^-$ 平衡均正向移动, $[\text{CuCl}_2]^-$ 的浓度不一定上升, B 错误; $[\text{CuCl}_2]^-$ 不能拆分, 故 $\text{H}[\text{CuCl}_2]$ 的电离方程式为 $\text{H}[\text{CuCl}_2] = \text{H}^+ + [\text{CuCl}_2]^-$, C 错误; 体系中存在电荷守恒: $c(\text{Cu}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) + c([\text{CuCl}_2]^-) + 2c([\text{CuCl}_3]^{2-})$, D 错误。]
3. (1) ①>③>②>④ ②>④>③>① (2) ②>①>③ (3) ④>②>③>①
4. (1) ②>③>①>④ (2) ④>②>③>① (3) ④>①>③>②

学案 46 水溶液中各类图像分析

考点一

[关键能力·提升]

1. B [CH₃COOH、CF₃COOH 和 CH₂ClCOOH 的酸性强弱: CF₃COOH>CH₂ClCOOH>CH₃COOH。在相同的浓度下, HA 的酸性越强, 电离出的 $c(\text{H}^+)$ 越大, pH 越小。根据图

像, 滴定还未开始时, 溶液的 pH: 曲线 I>曲线 II>曲线 III, 则酸性: 曲线 I<曲线 II<曲线 III, 可知曲线 I 表示的是 CH₃COOH 溶液的滴定曲线, 曲线 II 和 III 分别表示的是 CH₂ClCOOH 和 CF₃COOH 溶液的滴定曲线。开始时, CF₃COOH 溶液的 pH=1.06, $c(\text{CF}_3\text{COO}^-) \approx c(\text{H}^+) = 10^{-1.06} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{CF}_3\text{COOH}) \approx (0.1000 - 10^{-1.06}) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $K_a = \frac{c(\text{CF}_3\text{COO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{CF}_3\text{COOH})} = \frac{10^{-1.06} \times 10^{-1.06}}{0.1000 - 10^{-1.06}} \approx 10^{-0.23}$, B 错误。]

2. D [根据题图可知, 横坐标为 2 时, 酸碱完全反应生成正盐, 弱酸根阴离子促进水的电离, 相同浓度的正盐 pH 越大, 水的电离程度越大, 则相同浓度时, Na₂SO₃ 溶液中水的电离程度比 Na₂T 溶液中的大, 故 A 正确; 横坐标为 1 时酸碱恰好反应生成 NaHT, 溶液的 pH<7, 溶液呈酸性, 说明 HT⁻ 的电离程度大于水解程度, 所以 $c(\text{T}^{2-}) > c(\text{H}_2\text{T})$, 故 B 正确; 相同浓度的二元弱酸, 溶液的 pH 越小, 该酸的电离平衡常数越大, 根据题图知, 未加碱时亚硫酸溶液的 pH 较小, 则电离平衡常数: $K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3) > K_{a1}(\text{H}_2\text{T})$, 故 C 正确; 要使等体积、浓度均为 0.1 mol·L⁻¹ 的 H₂SO₃ 溶液、H₂T 溶液分别滴加等浓度的 NaOH 溶液至 pH=7, pH 为 7 时, $\frac{n(\text{NaOH})}{n(\text{酸})}$ 越大消耗的碱越多, 根据题图知, H₂T 溶液消耗的 NaOH 溶液的体积更大, 故 D 错误。]
3. A [b 点溶液为 NaCl 溶液, c 点溶液中含 Na₂S, a 点溶液中含 CuCl₂, Na₂S、CuCl₂ 水解促进水的电离, 故 b 点溶液中水的电离程度不是最大, A 错误。]

考点二

[关键能力·提升]

1. C $[\text{Cu}^+ + 3\text{L} \rightleftharpoons [\text{CuL}_3]^+]$ 的 $K = \frac{c([\text{CuL}_3]^+)}{c(\text{Cu}^+) \times c^3(\text{L})}$, 当图中 $\delta([\text{CuL}_3]^+) = \delta(\text{Cu}^+)$ 时, $K = \frac{1}{c^3(\text{L})}$, $\lg K = -3\lg c(\text{L})$, 由图像可知, 此时 $-1.6 < \lg c(\text{L}) < -1.2$, 则 $\lg K \neq 0.27$, A 错误; 当 $c(\text{Cu}^+) = c([\text{CuL}]^+)$ 时, 由图像可知, $\delta(\text{Cu}^+) = \delta([\text{CuL}]^+) = 0.48$, $\delta([\text{CuL}_3]^+)$ 可忽略不计, 则 $\delta([\text{CuL}_2]^+) = 0.04$, $c([\text{CuL}_2]^+) = 0.04 \times 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 错误; $[\text{CuL}_n]^+$ 结合 L 的离子方程式为 $[\text{CuL}_n]^+ + \text{L} \rightleftharpoons [\text{CuL}_{n+1}]^+$, 当 $\delta([\text{CuL}_n]^+) = \delta([\text{CuL}_{n+1}]^+)$ 时, $K = \frac{1}{c(\text{L})}$, 由图像交点可知, 随着 n 变大, $c(\text{L})$ 逐渐变大, 则 K 值变小, 说明 $[\text{CuL}_n]^+$ 结合 L 的能力随之减小, C 正确; 若 $c([\text{CuL}]^+) = c([\text{CuL}_3]^+)$, 由图像交点可知, $\delta([\text{CuL}]^+) = \delta([\text{CuL}_3]^+) < 0.2$, $\delta([\text{CuL}_2]^+) > 0.6$, 则 $c([\text{CuL}_2]^+) > 2c([\text{CuL}_3]^+)$, 故 $2c([\text{CuL}_2]^+) > c([\text{CuL}]^+) + 3c([\text{CuL}_3]^+)$, D 错误。]
2. D [常温下将 NaOH 溶液滴入 20 mL 0.1 mol/L NaHA 的溶液中, 由 $\text{NaHA} + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{A} + \text{H}_2\text{O}$ 可知, 随着 NaOH 溶液的加入, A²⁻ 的浓度上升, HA⁻ 浓度下降, 曲线 a 代表 HA⁻, 曲线 b 代表 A²⁻, 剩余曲线为滴定曲线。根据滴定曲线可知, 不加 NaOH 溶液时, pH<7 为酸性, 说明 HA⁻ 以电离为主。若加入的 NaOH 等于 10 mL, $c(\text{Na}_2\text{A}) : c(\text{NaHA}) = 1 : 1$, 根据 HA⁻ 的电离大于水解, 则有 $c(\text{A}^{2-}) > c(\text{HA}^-)$, 而 m 点时, 存在 $c(\text{A}^{2-}) = c(\text{HA}^-)$, 若是加入 NaOH 溶液的体积大于 10 mL, 则溶液中生成更多的 A²⁻, 因此到达 m 点需要加入 NaOH 溶液的体积小于 10 mL, A 错误; q 点为 Na₂A 溶液, $\text{A}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA}^- + \text{OH}^-$, 其第一步水解平衡常数 $K_{h1} = \frac{K_w}{K_{a2}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^{2-})} = \frac{1 \times 10^{-14}}{10^{-4.2}} = 10^{-9.8}$, 数量级为 10⁻¹⁰, B 错误; q 点时, 溶液刚好反应生成 Na₂A, 水的电离程度最大, Na₂A 越少, 水的电离程度越小,

故水的电离程度 $m < n < q$, C 错误; n 点时滴入了 10 mL NaOH 溶液, $c(\text{Na}_2\text{A}) : c(\text{NaHA}) = 1 : 1$, 根据物料守恒和电荷守恒可得: $2c(\text{Na}^+) = 3[c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{A}^{2-})]$, $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HA}^-) + 2c(\text{A}^{2-})$, 消去 $c(\text{Na}^+)$ 可得 $2c(\text{H}^+) + c(\text{HA}^-) + 3c(\text{H}_2\text{A}) = c(\text{A}^{2-}) + 2c(\text{OH}^-)$, 此时溶液呈酸性, 则 $c(\text{A}^{2-}) > c(\text{HA}^-) + 3c(\text{H}_2\text{A})$, D 正确。]

3. D [随着 NaOH 溶液的增加, 溶液中 $c(\text{B}^-)$ 逐渐增大、 $c(\text{HB})$ 逐渐减小, 则 $\lg c(\text{B}^-)$ 逐渐增大、 $\lg c(\text{HB})$ 逐渐减小, 所以曲线①、②分别表示 $\lg c(\text{HB})$ 、 $\lg c(\text{B}^-)$, C 项错误; a 点加入 NaOH 溶液的体积为 10 mL, 得到等物质的量浓度的 HB、NaB, 溶液中存在电荷守恒 $c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{B}^-) + c(\text{OH}^-)$ 、存在物料守恒 $2c(\text{Na}^+) = c(\text{B}^-) + c(\text{HB})$, 所以 $2c(\text{H}^+) + c(\text{HB}) = c(\text{B}^-) + 2c(\text{OH}^-)$, 溶液显酸性, $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$, 故 $c(\text{HB}) < c(\text{B}^-)$, A 项错误; b 点时 $\text{pH} = 7$, 如果 $V[\text{NaOH}(\text{aq})] = 20 \text{ mL}$, 则与 HB 溶液恰好完全反应生成 NaB, NaB 为强碱弱酸盐, 溶液的 $\text{pH} > 7$, b 点时, 滴入 $V[\text{NaOH}(\text{aq})] \neq 20 \text{ mL}$, B 项错误; ①、②交点时 $\lg c(\text{B}^-) = \lg c(\text{HB})$, $c(\text{B}^-) = c(\text{HB})$, 溶液的 $\text{pH} = 5$, HB 的电离平衡常数 $K_a(\text{HB}) = c(\text{B}^-) \times c(\text{H}^+) / c(\text{HB}) = c(\text{H}^+) = 10^{-5}$, D 项正确。]

考点三

[关键能力·提升]

1. D [向某浓度的 H_2A 溶液中加入 NaOH 固体时, 由于二者反应, H_2A 逐渐减少, $-\lg c(\text{H}_2\text{A})$ 会逐渐增大, 故图中呈上升趋势的为 $-\lg c(\text{H}_2\text{A})$ 与 pH 的变化关系; $c(\text{A}^{2-})$ 会逐渐增大, $-\lg c(\text{A}^{2-})$ 逐渐减小, 但是不会等于 0, 所以呈下降趋势且与横坐标无交点的为 $-\lg c(\text{A}^{2-})$ 与 pH 的变化关系, 则另一条为 $-\lg \frac{c(\text{A}^{2-})}{c(\text{HA}^-)}$ 与 pH 的变化关系。 a 到 b 的滴定过程 $-\lg c(\text{A}^{2-})$ 逐渐减小, 则 $c(\text{A}^{2-})$ 逐渐增大, A^{2-} 对水电离起促进作用, $c(\text{A}^{2-})$ 越大, 水的电离程度越大, a 到 b 过程中水的电离程度增大, A 正确; 电离常数的表达式为: $K_{a1} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HA}^-)}{c(\text{H}_2\text{A})}$, $K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^{2-})}{c(\text{HA}^-)}$, $K_{a1} \cdot K_{a2} = \frac{c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{A})}$ ④, 当 $\text{pH} = 3.05$ 时, $-\lg c(\text{A}^{2-})$ 与 $-\lg c(\text{H}_2\text{A})$ 相等, 即 $c(\text{A}^{2-}) = c(\text{H}_2\text{A})$ 代入④, 可得 $K_{a1} \cdot K_{a2} = (10^{-3.05})^2 = 10^{-6.1}$, 又由图中可知, 当 $\text{pH} = 5.3$ 时, $-\lg \left[\frac{c(\text{A}^{2-})}{c(\text{HA}^-)} \right] = 0$, 即 $c(\text{A}^{2-}) = c(\text{HA}^-)$, 即 $K_{a2} = 10^{-5.3}$, 所以 $K_{a1} = \frac{10^{-6.1}}{10^{-5.3}} = 10^{-0.8}$, B 正确; a 点溶液中 $c(\text{A}^{2-}) = c(\text{H}_2\text{A})$, a 点时, $K_{a1} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HA}^-)}{c(\text{H}_2\text{A})} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HA}^-)}{c(\text{A}^{2-})}$, $\frac{K_{a1}}{c(\text{H}^+)} = \frac{c(\text{HA}^-)}{c(\text{A}^{2-})} = \frac{10^{-0.8}}{10^{-3.05}} = 10^{2.25}$, 则 $c(\text{HA}^-) > c(\text{A}^{2-})$, C 正确; NaHA 溶液, HA^- 既存在电离又存在水解, 所以 $c(\text{Na}^+) > c(\text{HA}^-)$, $\text{HA}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^{2-}$, $\text{HA}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{A} + \text{OH}^-$, 所以 $c(\text{A}^{2-})$ 与 $c(\text{HA}^-)$ 的大小取决于电离和水解的程度, $K_{a2} = 10^{-5.3}$, 即 HA 的水解常数 $K_h = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{10^{-0.8}} = 10^{-13.2}$, 所以 HA^- 的水解程度小于 HA^- 的电离程度, 所以 $c(\text{H}_2\text{A}) < c(\text{A}^{2-})$, NaHA 溶液中 $c(\text{Na}^+) > c(\text{HA}^-) > c(\text{A}^{2-}) > c(\text{H}_2\text{A})$, D 错误。]
2. D [含 Ag 物种存在平衡: $[\text{AgY}_2]^+ \rightleftharpoons \text{Y} + [\text{AgY}]^+$ (K_{D1}), $[\text{AgY}]^+ \rightleftharpoons \text{Y} + \text{Ag}^+$ (K_{D2}), 随着 $-\lg[c(\text{Y})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]$ 增大, 即 $c(\text{Y})$ 减小, $[\text{AgY}_2]^+$ 减少、 $[\text{AgY}]^+$ 先增加后减少、 Ag^+ 增加, 则曲线 I、II、III 分别对应 $[\text{AgY}_2]^+$ 、 $[\text{AgY}]^+$ 、 Ag^+ 。将 H_2Y^{2+} 视为二元弱酸, 则其存在如下平

衡: $\text{H}_2\text{Y}^{2+} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HY}^+$ (K_{a1}), $\text{HY}^+ \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Y}$ (K_{a2}), 随着 pH 增大, H_2Y^{2+} 减少、 HY^+ 先增加后减少、 Y 增加, 故三者分别对应曲线 IV、V、VI。曲线 IV、V 交点处 $\text{pH} = 6.85$, $c(\text{H}_2\text{Y}^{2+}) = c(\text{HY}^+)$, 故 $K_{a1} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HY}^+)}{c(\text{H}_2\text{Y}^{2+})} = c(\text{H}^+) = 10^{-6.85}$, 同理, 可得 $K_{a2} = 10^{-9.93}$ 。由上述分析知, A 正确; $K_{a1} \times K_{a2} = \frac{c(\text{HY}^+) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{Y}^{2+})} \times \frac{c(\text{Y}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HY}^+)} = \frac{c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{Y})}{c(\text{H}_2\text{Y}^{2+})} = 10^{-6.85} \times 10^{-9.93} = 10^{-16.78}$, $\delta(\text{HY}^+)$ 最大时, 溶液中 $c(\text{H}_2\text{Y}^{2+}) = c(\text{Y})$, 则 $c^2(\text{H}^+) = 10^{-16.78} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$, 解得 $c(\text{H}^+) = 10^{-8.39} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} = 8.39$, B 正确; $\text{Ag}^+ + \text{Y} \rightleftharpoons [\text{AgY}]^+$ 的平衡常数 $K_1 = \frac{c([\text{AgY}]^+)}{c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Y})}$, 曲线 II、III 的交点处 $c(\text{Ag}^+) = c([\text{AgY}]^+)$, $c(\text{Y}) = 10^{-4.70} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 $K_1 = 10^{4.70}$, C 正确; 由 Ag 守恒可知: $1.00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = c(\text{Ag}^+) + c([\text{AgY}]^+) + c([\text{AgY}_2]^+)$, $-\lg[c(\text{Y})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})] = 3.00$ 时, $c(\text{Ag}^+) = 10^{-5.01} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c([\text{AgY}]^+) = c([\text{AgY}_2]^+) = 4.95 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 5.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由 Y 守恒可知: $1.15 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2c([\text{AgY}_2]^+) + c([\text{AgY}]^+) + c(\text{Y}) + c(\text{HY}^+) + c(\text{H}_2\text{Y}^{2+})$, 将 $c([\text{AgY}]^+)$ 、 $c([\text{AgY}_2]^+)$ 代入计算可得 $c(\text{Y}) + c(\text{HY}^+) + c(\text{H}_2\text{Y}^{2+}) \approx 1.15 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 3 \times 5.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $\delta(\text{Y}) = \frac{c(\text{Y})}{c(\text{H}_2\text{Y}^{2+}) + c(\text{HY}^+) + c(\text{Y})} \approx \frac{1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{1.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.1$, 由图 2 知, $\delta(\text{Y}) = 0.1$ 时 $c(\text{HY}^+) > c(\text{Y}) > c(\text{H}_2\text{Y}^{2+})$, 故 D 错误。]

学案 47 沉淀溶解平衡

考点一

[必备知识·夯实]

- (1)相等 饱和溶液
- 溶解方向 增大 吸热 溶解方向 不变 不变 沉淀方向 溶解方向

教材链接

- (1)否。
- (2)有。

基础过关

- (1)× (2)√ (3)× (4)× (5)×
- 右移 不变 左移 增大 右移 减小 左移 减小 右移 减小

[关键能力·提升]

- A [恒温下, 加 CaO 生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 水减少, 但溶液浓度不变, pH 不变, A 错误。]
- C [碳酸钙在水中的溶解度小, 溶于水的碳酸钙在溶液中完全电离, 使溶液中的离子浓度增大, 导致 $a \rightarrow b$ 电导率上升, 故 A 项正确; 由题图可知, $c \rightarrow d$ 、 $e \rightarrow f$ 的电导率下降, 说明溶液中离子浓度减小, 即 c 和 e 对应的时刻分别加入了 10 mL 蒸馏水, 加入蒸馏水, 碳酸钙的溶解平衡正向移动, 故 B 项正确, C 项错误; g 后的电导率几乎不再改变, 说明溶液中的离子浓度不再改变, 碳酸钙的溶解在溶液达到平衡状态, 故 D 项正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

- $c^m(\text{A}^{n+}) \cdot c^n(\text{B}^{m-})$ $c^m(\text{A}^{n+}) \cdot c^n(\text{B}^{m-})$ 沉淀 平衡 未饱和
- 温度 吸热 溶解 增大

[关键能力·提升]

1. 解析: (2) 高氯水样中 $c(\text{Cl}^-)$ 很高, 滴加 Ag^+ 时会产生 AgCl 沉淀, 则溶液中满足 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)$; 生成 Ag_2CrO_4 沉淀时, 溶液中满足 $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})$ 。联立两式可得: $c(\text{Cl}^-) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{AgCl})}{c(\text{Ag}^+)} =$

$$\frac{K_{\text{sp}}(\text{AgCl})}{\sqrt{\frac{K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)}{c(\text{CrO}_4^{2-})}}} = \frac{1.8 \times 10^{-10}}{\sqrt{\frac{2.0 \times 10^{-12}}{5 \times 10^{-3}}}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 9 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}。$$

(3) 利用沉淀溶解平衡原理, 当 $Q > K_{\text{sp}}$ 时, 有沉淀析出。溶液中 Cl^- 、 Br^- 、 CrO_4^{2-} 的浓度均为 $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 向该溶液中逐滴加入 $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 AgNO_3 溶液时, 溶解度小的先满足 $Q > K_{\text{sp}}$, 有沉淀析出。比较 K_{sp} , AgBr 、 AgCl 同类型, 溶解度: $\text{AgBr} < \text{AgCl}$ 。再比较 AgCl 、 Ag_2CrO_4 沉淀所需 $c(\text{Ag}^+)$, Cl^- 沉淀时所需 $c(\text{Ag}^+) \geq \frac{K_{\text{sp}}(\text{AgCl})}{c(\text{Cl}^-)} =$

$$\frac{1.56 \times 10^{-10}}{0.010} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.56 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{CrO}_4^{2-} \text{ 沉淀}$$

时所需 $c(\text{Ag}^+) \geq \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)}{c(\text{CrO}_4^{2-})}} = \sqrt{\frac{9.0 \times 10^{-12}}{0.010}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 3.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故推知三种阴离子产生沉淀的先后顺序为 Br^- 、 Cl^- 、 CrO_4^{2-} 。

$$(4) K = \frac{c(\text{Mn}^{2+})}{c(\text{Ca}^{2+})} = \frac{c(\text{Mn}^{2+}) \cdot c^2(\text{F}^-)}{c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{F}^-)} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{MnF}_2)}{K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2)} = 1.4 \times 10^8。$$

$$(5) 0.2 \times \frac{1}{1000} \times c^2(\text{OH}^-) = 2 \times 10^{-20}, c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{pH} = 6。$$

答案: (1) $c(\text{Ag}^+) = \frac{0.03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1.00 \text{ L}}{1.00 \text{ L} + 0.50 \text{ L}} = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Cl}^-) = \frac{0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 \times 0.50 \text{ L}}{1.00 \text{ L} + 0.50 \text{ L}} = 0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = 0.02 \times 0.04 = 8.0 \times 10^{-4} > K_{\text{sp}}$, 所以有 AgCl 沉淀生成

$$(2) 9 \times 10^{-6} \quad (3) \text{Br}^-, \text{Cl}^-, \text{CrO}_4^{2-} \quad (4) 1.4 \times 10^8 \quad (5) 6$$

2. D [调 pH=4 后, 根据题给已知信息①可知, Fe^{3+} 会完全沉淀, Al^{3+} 会部分沉淀, 则“沉渣 I”中含有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$, A 说法正确; Na_2S 溶液中 S^{2-} 水解使得溶液呈碱性, 水解的主要离子方程式为 $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$, B 说法正确; 当 Cu^{2+} 和 Zn^{2+} 完全沉淀时, 溶液中 $\frac{c(\text{Cu}^{2+})}{c(\text{Zn}^{2+})} =$

$$\frac{c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{Zn}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CuS})}{K_{\text{sp}}(\text{ZnS})} = \frac{6.4 \times 10^{-36}}{1.6 \times 10^{-24}} = 4.0 \times 10^{-12},$$

C 说法正确; “出水”中含有较多的 Ca^{2+} , 需经阳离子交换树脂软化处理, 否则容易产生水垢, 堵塞管道, D 说法错误。]

3. 解析: (2) 由已知信息可知, SrSO_4 的溶度积比 BaSO_4 的溶度积大, 故“盐浸”时发生沉淀的转化反应, 离子方程式是 $\text{Ba}^{2+} + \text{SrSO}_4 \rightleftharpoons \text{Sr}^{2+} + \text{BaSO}_4$ 。 BaCl_2 溶液中 Ba^{2+} 的物质的量为 $100 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.11 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.011 \text{ mol}$, 由上述离子方程式可知, 0.01 mol SrSO_4 需消耗 0.01 mol BaCl_2 , 则理论上反应后混合液中的 $n(\text{Sr}^{2+}) = 0.01 \text{ mol}$, $n(\text{Ba}^{2+}) = 0.001 \text{ mol}$, 故 $c(\text{Sr}^{2+}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Ba}^{2+}) = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 反应后的溶液是 BaSO_4 的饱和溶液, 则溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4)}{c(\text{Ba}^{2+})} = \frac{10^{-9.97}}{10^{-2}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-7.97} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Sr}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 10^{-7.97} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-8.97} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ 。

答案: (1) Ca^{2+} 、 Mg^{2+} (2) $\text{Ba}^{2+} + \text{SrSO}_4 \rightleftharpoons \text{Sr}^{2+} + \text{BaSO}_4$

$$10^{-8.97}$$

考点三

[必备知识·夯实]

- (1) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ (2) $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow$ $\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{HgS} \downarrow$ SO_4^{2-} 与钡盐生成的 BaSO_4 比与钙盐生成的 CaSO_4 更难溶, 剩余 SO_4^{2-} 的浓度更小
- (1) 减小 < 溶解 (2) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- 白 黄 黑 红褐 (3) $\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ $\text{ZnS}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CuS}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$

基础过关

- (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\checkmark$ (4) $\times$
- AgCl 存在溶解平衡 $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$, 加入氨水, Ag^+ 与 NH_3 结合为 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, $c(\text{Ag}^+)$ 减小, 溶解平衡右移, 至 AgCl 完全溶解。

[关键能力·提升]

- C [A. 将①中所得浊液氢氧化镁过滤, 氢氧化镁存在沉淀溶解平衡: $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{OH}^-(\text{aq}) + \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$, 所得滤液中含少量 Mg^{2+} , 故 A 正确; B. ①中浊液中存在氢氧化镁, 存在沉淀溶解平衡: $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{OH}^-(\text{aq}) + \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$, 故 B 正确; C. 实验②中剩余的氢氧化钠和氯化铁之间反应可生成氢氧化铁, 不能说明 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 比 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 难溶, 实验③中氢氧化镁沉淀转化为红褐色的氢氧化铁沉淀, 发生的反应为 $3\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$, 故 C 错误; D. 氢氧化镁存在沉淀溶解平衡: $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{OH}^-(\text{aq}) + \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$, 加氯化铵会和氢氧根离子反应, 所以平衡正向移动沉淀溶解, 故 D 正确。]
- D [因胃酸可与 CO_3^{2-} 反应生成水和二氧化碳, 使 CO_3^{2-} 浓度降低, 从而使平衡 $\text{BaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ 向溶解方向移动, 使 Ba^{2+} 浓度增大, 与 $K_{\text{sp}}(\text{BaCO}_3)$ 和 $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4)$ 相对大小无关, A 错误; BaCO_3 溶于胃酸, 起不到解毒的作用, B 错误; 根据 $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4)$, BaSO_4 饱和溶液中 Ba^{2+} 浓度约为 $1.05 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} > 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, BaSO_4 不会引起人体中毒, 则 $c(\text{Ba}^{2+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液不会引起 Ba^{2+} 中毒, C 错误; 用 $0.36 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2SO_4 溶液给钡离子中毒患者洗胃, 反应后 $c(\text{Ba}^{2+}) = \frac{1.1 \times 10^{-10}}{0.36} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 3.06 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 钡离子浓度很小, 可起到解毒的作用, D 正确。]

学案 48 沉淀溶解平衡图像

考点一

[关键能力·提升]

- A [因为 a 点和 b 点都在 CuS 的沉淀溶解平衡曲线上, K_{sp} 是定值, A 错误; 因为 $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) < K_{\text{sp}}(\text{MnS})$, 向 CuSO_4 溶液中加入 MnS , 可以发生沉淀转化反应: $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{MnS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CuS}(\text{s}) + \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$, B 正确; 从图像可知, $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) = 0.01 \times 6 \times 10^{-34} = 6 \times 10^{-36}$, $K_{\text{sp}}(\text{MnS}) = 0.01 \times 3 \times 10^{-11} = 3 \times 10^{-13}$, 在含有 CuS 和 MnS 固体的溶液中 $c(\text{S}^{2-})$ 相同, $c(\text{Cu}^{2+}) : c(\text{Mn}^{2+}) = K_{\text{sp}}(\text{CuS}) : K_{\text{sp}}(\text{MnS}) = (2 \times 10^{-23}) : 1$, C、D 正确。]
- D [A. 根据图像 $c(\text{I}^-)$ 在 $0 \sim 1.0 (x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})$ 范围内 $c(\text{Cu}^+)$ 不变, 没有 CuI 生成, 错误; B. $x = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CuI})}{c(\text{Cu}^+)} = \frac{10^{-12}}{10^{-3}} = 10^{-9}$, 错误; C. CuI 悬浊液不存在 I_2 , 错误; D. a 点 CuCl 悬浊液中 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{Cu}^+) = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $K_{\text{sp}}(\text{CuCl}) = c(\text{Cl}^-) \cdot c(\text{Cu}^+) = 1.0 \times 10^{-3} \times 1.0 \times 10^{-3} = 1.0 \times$

10^{-6} , 如果 c 点 CuCl 未完全溶解, $c(\text{Cl}^-):c(\text{I}^-)=\frac{K_{\text{sp}}(\text{CuCl})}{c(\text{Cu}^{2+})}:\frac{K_{\text{sp}}(\text{CuI})}{c(\text{Cu}^{2+})}=K_{\text{sp}}(\text{CuCl}):K_{\text{sp}}(\text{CuI})=(1.0\times 10^{-6}):(1.0\times 10^{-12})=10^6$, 正确。]

考点二

[关键能力·提升]

1. C $[\text{Cu}^{2+}、\text{Mn}^{2+}、\text{Zn}^{2+}]$ 三种离子对应的硫化物中 $K_{\text{sp}}(\text{CuS})$ 最小, 约为 1×10^{-35} , 故 A 错误; 向 MnS 的悬浊液中加入少量水, 沉淀溶解平衡向溶解的方向移动, $c(\text{S}^{2-})$ 不变, 故 B 错误; $K_{\text{sp}}(\text{ZnS})<K_{\text{sp}}(\text{MnS})$, 可用 MnS 除去 MnCl_2 溶液中混有的少量杂质 ZnCl_2 , 故 C 正确; $K_{\text{sp}}(\text{CuS})$ 最小, 所以向浓度均为 $1\times 10^{-5}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{Cu}^{2+}、\text{Zn}^{2+}、\text{Mn}^{2+}$ 混合溶液中逐滴加入 $1\times 10^{-4}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 Na_2S 溶液, Cu^{2+} 最先沉淀, 故 D 错误。]

2. D [根据溶度积表达式可知, 两边取负对数得 $-\lg c(\text{Cl}^-)=-\lg K_{\text{sp}}(\text{AgCl})+\lg c(\text{Ag}^+)$, $-\lg c(\text{CrO}_4^{2-})=-\lg K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)+2\lg c(\text{Ag}^+)$, $-\lg c(\text{PO}_4^{3-})=-\lg K_{\text{sp}}(\text{Ag}_3\text{PO}_4)+3\lg c(\text{Ag}^+)$, 结合图像中直线斜率可知, $L_1、L_2、L_3$ 直线斜率依次减小, L_1 代表 $-\lg c(\text{PO}_4^{3-})$ 与 $\lg c(\text{Ag}^+)$ 的关系, L_2 代表 $-\lg c(\text{CrO}_4^{2-})$ 与 $\lg c(\text{Ag}^+)$ 的关系, L_3 代表 $-\lg c(\text{Cl}^-)$ 与 $\lg c(\text{Ag}^+)$ 的关系, 根据 a 点坐标数据计算: $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)=(10^{-4.1})^2\times 10^{-3.75}=10^{-11.95}$, $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_3\text{PO}_4)=(10^{-4.1})^3\times 10^{-3.75}=10^{-16.05}$, 根据 b 点坐标数据计算: $K_{\text{sp}}(\text{AgCl})=10^{-2.2}\times 10^{-7.55}=10^{-9.75}$ 。 L_2 是 Ag_2CrO_4 曲线, 根据 a 点坐标数据计算: $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)=(10^{-4.1})^2\times 10^{-3.75}=10^{-11.95}$, 或根据 b 点坐标数据计算: $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)=(10^{-2.2})^2\times 10^{-7.55}=10^{-11.95}$, A 错误; 曲线 $L_1、L_2、L_3$ 分别表示溶液中 $-\lg c(\text{PO}_4^{3-})、-\lg c(\text{CrO}_4^{2-})、-\lg c(\text{Cl}^-)$ 与 $\lg c(\text{Ag}^+)$ 关系, 则浓度均为 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{NaCl}、\text{Na}_2\text{CrO}_4、\text{Na}_3\text{PO}_4$ 溶液中滴加 AgNO_3 溶液, 分别生成 $\text{AgCl}、\text{Ag}_2\text{CrO}_4、\text{Ag}_3\text{PO}_4$ 时, 所需最低 Ag^+ 浓度依次为 $10^{-8.75}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}、10^{-5.475}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $10^{-5}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 故生成沉淀的先后顺序为 $\text{AgCl}、\text{Ag}_2\text{CrO}_4、\text{Ag}_3\text{PO}_4$, B 错误; $K_{\text{sp}}(\text{AgCl})=10^{-2.2}\times 10^{-7.55}=10^{-9.75}$, 常温下饱和氯化银溶液中, $c(\text{Ag}^+)=\sqrt{K_{\text{sp}}(\text{AgCl})}=\sqrt{10^{-9.75}}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}=10^{-4.875}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, C 错误; 计算 c 点坐标: $9.75+\lg c(\text{Ag}^+)=16.05+3\lg c(\text{Ag}^+)$, 解得: $\lg c(\text{Ag}^+)=-3.15$, 代入数据计算, 可得: $-\lg c(\text{Cl}^-)=-\lg c(\text{PO}_4^{3-})=6.6$, 即 c 点坐标为 $(-3.15, 6.6)$, D 正确。]

3. D [由题意可知, 醋酸溶液与硝酸银溶液的反应为 $\text{HAc}+\text{Ag}^+\rightleftharpoons\text{AgAc}\downarrow+\text{H}^+$, 反应的平衡常数 $K=\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HAc})\cdot c(\text{Ag}^+)}$, 溶液中醋酸浓度恒定为 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 反应的平衡常数不变, 溶液中 Ag^+ 浓度随 pH 增大而减小, 则 L_1 直线代表 pAg 与 pH 的关系, L_2 直线代表 pAc 与 pH 的关系, A 正确; 由 a 点坐标可知, 溶液 $\text{pH}=4.4$ 时, $c(\text{Ag}^+)=c(\text{Ac}^-)=10^{-1.36}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 则醋酸的电离常数 $K_{\text{a}}(\text{HAc})=\frac{10^{-4.4}\times 10^{-1.36}}{0.1}=10^{-4.76}$, AgAc 的溶度积 $K_{\text{sp}}(\text{AgAc})=10^{-1.36}\times 10^{-1.36}=10^{-2.72}$, 反应 $\text{HAc}+\text{Ag}^+\rightleftharpoons\text{AgAc}\downarrow+\text{H}^+$ 的平衡常数 $K=\frac{10^{-4.4}}{0.1\times 10^{-1.36}}=10^{-2.04}$, B 正确; $\text{pH}=2$ 时, 即 $c(\text{H}^+)=10^{-2}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 根据 $K_{\text{a}}(\text{HAc})=10^{-4.76}$, 可得 $c(\text{Ac}^-)=10^{-3.76}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, C 正确; $\text{pH}=6$ 时, 即 $c(\text{H}^+)=10^{-6}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 根据 $K=10^{-2.04}$ 可得 $c(\text{Ag}^+)=10^{-2.96}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $\text{pAg}=2.96$, D 错误。]

4. D [根据 $\text{HF}\rightleftharpoons\text{H}^++\text{F}^-$ 可知, pH 增大, H^+ 的浓度减小, F^- 的浓度增大, $-\lg c(\text{F}^-)$ 减小, 则①为 pH 与 $\text{pc}(\text{F}^-)$ 的关系, 根据 $\text{pc}(\text{F}^-)=1$ 时, $\text{pH}=3.2$, 则 $K_{\text{a}}=\frac{c(\text{F}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})}$

$\frac{10^{-3.2}\times 10^{-1}}{0.1}=10^{-3.2}$, 根据③给的点可知, $K_{\text{sp}}=10^{-5.4}\times (10^{-1})^2=10^{-7.4}$, 根据②给的点可得, 此时 $K_{\text{a}}=\frac{c(\text{F}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})}=\frac{10^{-4.2}\times c(\text{F}^-)}{0.1}=10^{-3.2}$, 则 $c(\text{F}^-)=1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 则 $K_{\text{sp}}=10^{-5.7}\times 1^2=10^{-5.7}$, 根据 $K_{\text{sp}}(\text{BaF}_2)>K_{\text{sp}}(\text{PbF}_2)$, 所以 $K_{\text{sp}}(\text{BaF}_2)=10^{-5.7}$, $K_{\text{sp}}(\text{PbF}_2)=10^{-7.4}$, ③为 $\text{pc}(\text{Pb}^{2+})$ 与 pH 的关系, ②为 $\text{pc}(\text{Ba}^{2+})$ 与 pH 的关系, A、B 正确; ①与②线的交点为 $c(\text{F}^-)=c(\text{Ba}^{2+})=\sqrt[3]{K_{\text{sp}}(\text{BaF}_2)}=10^{-1.9}$, $K_{\text{a}}=\frac{c(\text{F}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})}=\frac{c(\text{H}^+)10^{-1.9}}{0.1}=10^{-3.2}$, $c(\text{H}^+)=10^{-2.3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 则 pH 为 2.3, C 正确; 当 $\text{pH}=2$ 时, $K_{\text{a}}=\frac{c(\text{F}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})}=\frac{10^{-2}\times c(\text{F}^-)}{0.1}=10^{-3.2}$, 则 $c(\text{F}^-)=10^{-2.2}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}<c(\text{H}^+)$, 溶液中 $c(\text{Pb}^{2+})=\frac{10^{-7.4}}{(10^{-2.2})^2}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}=10^{-3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}<c(\text{F}^-)$, 则 $c(\text{H}^+)>c(\text{F}^-)>c(\text{Pb}^{2+})>c(\text{OH}^-)$, D 错误。]

学案 49 化工流程题的解题模板

(一)建立思维模型

典例导航

(1)ab (2) $2\text{Bi}_2\text{S}_3+9\text{O}_2\xrightarrow{\text{高温}}2\text{Bi}_2\text{O}_3+6\text{SO}_2$ (3)抑制金属离子水解 (4) SiO_2 (5) $\text{Mn}_2\text{O}_3+6\text{H}^++2\text{Cl}^-\rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+}+\text{Cl}_2\uparrow+3\text{H}_2\text{O}$ (6)将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+}

(二)提升解题能力

对点训练

1. (1)还原 (2)① $2\text{Fe}^{2+}+\text{H}_2\text{O}_2+2\text{H}^+\rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+}+2\text{H}_2\text{O}$ ② $\text{Fe}^{2+}、\text{Fe}^{3+}、\text{Al}^{3+}$ ③除去 $\text{Ca}^{2+}、\text{Mg}^{2+}$ ④ $\text{Mn}^{2+}、\text{Mg}^{2+}、\text{Ca}^{2+}$ 开始沉淀(或完全沉淀)的 pH 比较接近, 不能通过调 pH 的方法只除去 $\text{Mg}^{2+}、\text{Ca}^{2+}$ 而保留 Mn^{2+} (3) $\text{Mn}^{2+}+2\text{HCO}_3^-\rightleftharpoons\text{MnCO}_3\downarrow+\text{CO}_2\uparrow+\text{H}_2\text{O}$ (4) O_2 作氧化剂 持续鼓入空气可使氧气的浓度增大, 有利于提高化学反应速率, 提高产率 (5) $>$ 除杂过程中加入了 MnCO_3 , Mn 元素会进入滤液, 最终也要转化为产品

2. 解析: 富铈灰加入高锰酸钾和硫酸混合溶液、氯化钠溶液浸取时, 氧化铝转化为硫酸铝、氧化锌转化为硫酸锌、氧化铁和氧化亚铁转化为硫酸铁、氧化钨转化为四氯合铈离子, 过滤得到含有硫酸铝的滤渣和浸取液; 向浸取液中加入萃取剂萃取, 分液得到水相和含有 $[\text{CH}_3\text{CONR}_2\text{H}]\text{TiCl}_4$ 的有机相; 向有机相加入醋酸铵溶液反萃取, 分液得到含有四氯合铈离子的溶液; 向溶液中加入亚硫酸钠溶液, 将四氯合铈离子转化为 TiCl_4 沉淀, 过滤得到 TiCl_4 ; 向 TiCl_4 中加入硫酸, 经焙烧、酸浸、水浸得到 Ti_2SO_4 溶液, 最后用 Zn 置换 Ti_2SO_4 溶液得到金属铈; (2)由题干流程图可知, “浸取 I”中 Ti_2O 转化为 Ti^{3+} , 该过程发生反应的化学方程式为: $5\text{Ti}_2\text{O}+4\text{KMnO}_4+21\text{H}_2\text{SO}_4\rightleftharpoons 2\text{K}_2\text{SO}_4+4\text{MnSO}_4+5\text{Ti}_2(\text{SO}_4)_3+21\text{H}_2\text{O}$; (4)常温下, 向“萃取分液”后的水相中加入 NaOH 溶液, 调 pH 回收铁, 即使 Fe^{3+} 完全沉淀, 则 $c^3(\text{OH}^-)\times 10^{-5}>K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]$, $c(\text{OH}^-)>\sqrt[3]{\frac{2.7\times 10^{-39}}{10^{-5}}}\text{ mol/L}=3\times 10^{-\frac{35}{3}}\text{ mol/L}$, $\text{pH}>2.8$, 而 Zn^{2+} 不产生沉淀, 则已知水相中 $c(\text{Zn}^{2+})=0.1\text{ mol/L}$, 即 $c^2(\text{OH}^-)\times 0.1<K_{\text{sp}}[\text{Zn}(\text{OH})_2]$, $c(\text{OH}^-)<\sqrt{\frac{1.0\times 10^{-17}}{0.1}}\text{ mol/L}=10^{-8}\text{ mol/L}$, 则 $\text{pH}<6.0$, 控制 pH 范围为 $2.8<\text{pH}<6.0$; (5)由萃取过程的反应原理可知, 加入醋酸铵溶液反萃取时, 醋酸根离子与氢离子反应

生成醋酸,溶液中氢离子浓度减小,使萃取过程的平衡向逆反应方向移动,使 $[\text{CH}_3\text{CONR}_2\text{H}]\text{TiCl}_4$ 转化为四氯合铊离子,故答案为: CH_3COO^- 消耗 H^+ ,使萃取过程的平衡逆向移动,Tl元素以 TiCl_4 形式重新进入水层;(6)还原、氯化、沉淀过程中生成 TiCl_4 的反应为溶液中的四氯合铊离子与亚硫酸根离子反应生成 TiCl_4 沉淀、硫酸根离子、氯离子和氢离子,反应的离子方程式为 $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3^{2-} + \text{TiCl}_4 = \text{TiCl}_4\downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 3\text{Cl}^-$ 。

答案:(1) $\begin{array}{|c|c|} \hline 6s \\ \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 6p \\ \hline \uparrow \quad \quad \quad \\ \hline \end{array}$ (2) $5\text{Tl}_2\text{O} + 4\text{KMnO}_4 + 21\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{MnSO}_4 + 5\text{Ti}_2(\text{SO}_4)_3 + 21\text{H}_2\text{O}$
(3) PbSO_4 (4) 2.8~6.0 (5) CH_3COO^- 消耗 H^+ ,使萃取过程的平衡反应逆向移动,Tl元素以 TiCl_4 形式重新进入水层
(6) $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3^{2-} + \text{TiCl}_4 = \text{TiCl}_4\downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 3\text{Cl}^-$

3. 解析:以含钴废料(含少量 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 等杂质)制取 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$:用盐酸溶解废料,过滤出滤渣,得到含 Co^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 的酸性滤液,向滤液中加入适量的 NaClO_3 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,再加 Na_2CO_3 调pH,沉淀 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$,过滤得滤渣[主要成分为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$]和滤液,向含有 Co^{2+} 的溶液中加入活性炭和 NH_4Cl 溶液得到 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$,再依次加入氨水和 H_2O_2 ,发生反应依次为 $\text{CoCl}_2 + 6\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2\downarrow + 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_2\text{O}_2 + 2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} = 2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3\downarrow + 2\text{NH}_3\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,再将沉淀在 HCl 氛围下蒸发浓缩、冷却结晶、减压过滤得到产品。(2)1个氨分子中含有3个 σ 键, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 中 Co^{3+} 的配位数是6,1 mol $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 中含 σ 键的数目为 $(6 + 6 \times 3)N_A = 24N_A$;若其中2个 NH_3 被 Cl^- 取代,2个 Cl^- 可以在同一边上或2个 Cl^- 在对角线上,则所形成的 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$ 的空间结构有2种;(4)根据分析,再加 Na_2CO_3 调pH,沉淀 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$,而 Co^{2+} 不沉淀, Al^{3+} 沉淀完全时, $c(\text{OH}^-) = \sqrt[3]{\frac{1 \times 10^{-32.3}}{1 \times 10^{-5}}} \text{ mol/L} = 10^{-9.1} \text{ mol/L}$, $\text{pH} = 4.9$,溶液中 $c(\text{Co}^{2+}) = 0.1 \text{ mol/L}$, Co^{2+} 不沉淀的 $c(\text{OH}^-) < \sqrt[2]{\frac{1 \times 10^{-13.8}}{0.1}} \text{ mol/L} = 10^{-6.4} \text{ mol/L}$, $\text{pH} < 7.6$,则调节pH的范围为 $4.9 \sim 7.6$ 或 $4.9 \leq \text{pH} < 7.6$;(5) NH_4Cl 溶于水电离出 NH_4^+ 会抑制后期加入的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离,可防止后续加氨水时 $c(\text{OH}^-)$ 过大生成 $\text{Co}(\text{OH})_2$;(7)根据Co原子守恒,处理1 t含钴废料(Co元素的质量分数为40%),理论上可得到 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 的质量为 $\frac{1 \text{ t} \times 40\%}{59} \times 267.5 = 1.813 \text{ t}$,6 t,则 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 的产率为 $\frac{1.813 \text{ t}}{1.813 \text{ t}} \times 100\% \approx 73.75\%$ 。

答案:(1)第四周期Ⅷ族 (2) $24N_A$ 2
(3) $6\text{Fe}^{2+} + \text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ = 6\text{Fe}^{3+} + \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$
(4) $4.9 \sim 7.6$ 或 $4.9 \leq \text{pH} < 7.6$
(5) NH_4Cl 溶于水电离出 NH_4^+ 会抑制后期加入的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离
(6) $\text{H}_2\text{O}_2 + 2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + 2\text{NH}_4^+ = 2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + 2\text{NH}_3\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 或 $2\text{Co}^{2+} + 10\text{NH}_3 + 2\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}_2 = 2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 或 $2\text{Co}^{2+} + 10\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}_2 = 2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + 12\text{H}_2\text{O}$
(7)73.75%

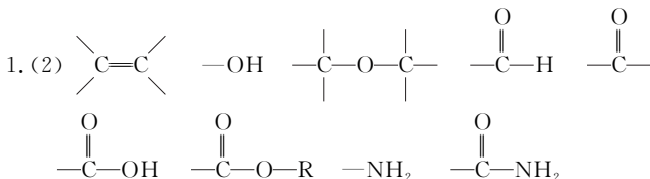
第六部分 有机化学基础

第十章 有机化学基础

学案 50 认识有机化合物

考点一

[必备知识·夯实]



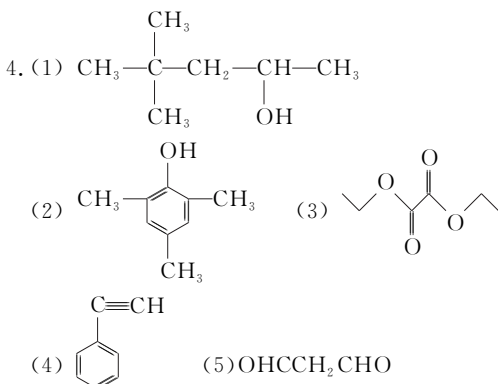
基础过关

- (1)× (2)× (3)× (4)× (5)× (6)√
- (1)羟基、醛基、碳碳双键 脂环 (2)醚键、(酮)羰基、羟基 芳香族
- (1)3,4,5-三甲苯-5,6-二乙基辛烷 (2)4-甲基-1-戊炔 2-甲基-1,2-丁二醇 3-甲基-2-氯丁烷 (3)甲苯 乙苯 邻间对 邻二甲苯 间二甲苯 对二甲苯 苯环 1-甲基-2-乙苯

[关键能力·提升]

- D [除⑤外,其余物质都含有 π 键,⑦中含有羧基,⑧中含有酯基,⑦和⑧均不能与 H_2 发生加成反应,D错误。]

- D $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2\text{NH}_2 \end{array}$ 分子中含羰基和氨基,D错误。]
- (1)2-甲基-2-戊烯 (2)1,2-二乙基苯 (3)4-甲基-2-戊醇 (4)2-乙基-1,3-丁二烯 (5)4-甲基戊醛



考点二

[必备知识·夯实]

- 1.4 单键 双键 三键 碳链 碳环
- 官能团

基础过关

- (1)√ (2)× (3)× (4)√ (5)√
- sp^2 、 sp^3 $23N_A$ $\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$ $\text{O}-\text{H}$

二、2. (1) $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ CH_3OCH_3 (2)连接顺序和方式

空间结构

三、1. 相似 CH_2

基础过关

- (1)× (2)× (3)× (4)× (5)× (6)× (7)×
- (1) $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array}$ (2)2

[关键能力·提升]

- B [分子中的官能团有羟基、碳碳双键、(酮)羰基、羧基4种]

The chemical structure shows a complex polyketide chain. It features a central benzene ring with two carbonyl groups (C=O) at the 1 and 4 positions. The ring is substituted with several side chains. On the left, there is a side chain ending in a hydroxyl group (HO). On the right, there is a side chain ending in a carboxylic acid group (COOH). The chain is composed of various carbon atoms, some of which are part of the aromatic ring, and others are part of the side chains. The structure is drawn with standard chemical notation, including bonds, angles, and functional groups.

CC(C)(CC)C/C=C/C(C)C/C=C/C(=O)OC


CC(C)(CC)C(CCC(C)C)C(=O)OCC

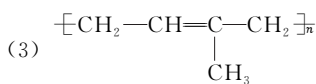
(2)

C=CC1=CC=CC=C1

C/C=C/C1=CC=CC=C1

C/C=C/C1=CC=CC=C1

45 ■ ■



基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)√ (5)× (6)×
 2. (1)5 (2)1 (3)4 $\text{CH}_2\text{=CH—CH(CH}_3\text{)—C(CH}_3\text{)=CH}_2$ (4种)

结构中任1种即可)

[关键能力·提升]

1. **B** [二者结构相似,在分子组成上相差2个 CH_2 原子团,因此二者互为同系物,A错误;二者都是由分子构成,结构相似,物质的相对分子质量越大,分子间作用力越大,物质的熔沸点就越高,由于甲的相对分子质量比乙大,所以甲比乙的沸点高,密度大,B正确;甲、乙分子中均含有2种H原子,因此其一氯代物均有2种,C错误;甲分子式是 C_6H_{14} ,乙分子式是 C_4H_{10} ,物质的分子中含有的C、H原子数越多,等物质的量的物质燃烧反应消耗 O_2 就越多。由于甲分子中含有C、H原子数多,所以甲燃烧消耗的 O_2 多,D错误。]
 2. **C** [A项,它的名称为2,4-二甲基-1-戊烯,错误;B项,该烯烃不对称,与 HCl 加成反应可能生成两种产物,错误;D项,该有机物与 H_2 的加成产物为
 $\text{CH}_3\text{—CH(CH}_3\text{)—CH}_2\text{—CH(CH}_3\text{)—CH}_3$,其一氯代物有3种,错误。]
 3. **B** [根据题意可知该气态烃含有一个碳碳三键或两个碳碳双键且含有6个氢原子,分子式应为 C_4H_6 ,B正确。]
 4. **D** [A.加热一段时间后,发现忘了加碎瓷片,要立即停止加热,冷却至室温倒出液体,再补加碎瓷片,A正确;B.制备乙烯时应该使温度迅速上升到 170°C ,减少副产物的生成, 140°C 时会生成乙醚,B正确;C. NaOH 溶液的作用是除去产生的 SO_2 、 CO_2 等杂质,防止影响乙烯的检验,因为二氧化硫也会使酸性高锰酸钾溶液褪色,C正确;D.实验时溴的四氯化碳溶液会褪色但不分层,高锰酸钾溶液会褪色也会分层,D错误。]
 5. **A** [由制备和研究乙炔性质的实验装置图可知,b中发生反应: $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$,c中硫酸铜溶液除去杂质 H_2S 和 PH_3 ,d中溴水与乙炔发生加成反应,e中乙炔与酸性高锰酸钾溶液发生氧化反应,最后点燃尾气。a中用饱和食盐水是为了控制反应速率,避免反应过快,不易控制,与制备乙炔的纯净度无关,A项错误;由分析可知,c中硫酸铜溶液的作用是除去杂质 H_2S 和 PH_3 ,防止影响后续实验,B项正确;由分析可知,d中发生加成反应,e中发生氧化反应,两者褪色原理不同,C项正确;乙炔燃烧产生明亮、伴有浓烟的火焰,D项正确。]

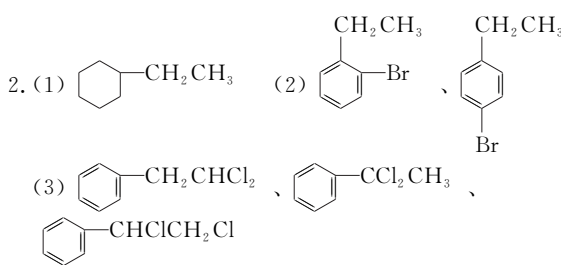
考点二

[必备知识·夯实]

1. 苯环
 2. (1)平面正六边形 sp^2 (2)无色 液态 有特殊气味 小易溶 低 易 有毒
 3. (2)实验探究 $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{FeBr}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + \text{HBr}$
 $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 4. 取代 $\text{O}_2\text{N—C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + 3\text{HNO}_3$
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHCl}_2$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{CCl}_3$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$

基础过关

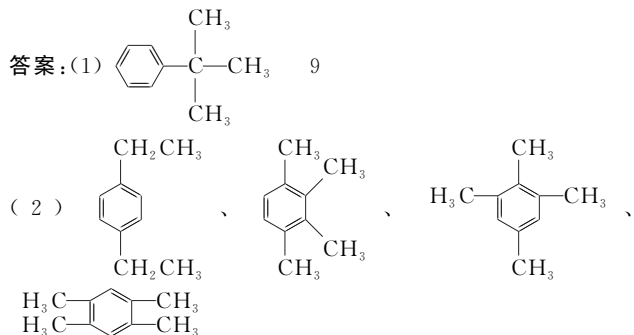
1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)×



[关键能力·提升]

1. **C** [$\text{R}(\text{C}_7\text{H}_8)$ 属于芳香烃,则结构简式为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$,苯环上有3种不同化学环境的氢原子,故其一氯代物有3种,A正确;甲苯与 Cl_2 在光照条件下发生 $-\text{CH}_3$ 上的取代反应,与 Cl_2 在 FeCl_3 催化下发生苯环上甲基的邻、对位上氢原子的取代反应,反应条件不同,所得产物不同,B、D正确;甲苯分子中有4种不同化学环境的氢原子,核磁共振氢谱有4组峰;Z是 $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{CH}_3$,分子中有5种不同的氢原子,故核磁共振氢谱有5组峰,C错误。]
 2. 解析: (1)若苯的同系物乙能被酸性高锰酸钾溶液氧化为分子式为 $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$ 的芳香酸(二元酸),说明苯环上有两个侧链,可能是两个乙基,也可能是一个甲基和一个丙基,而丙基又有两种结构($-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 和 $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$),两个侧链

在苯环上的位置又有邻、间、对3种,故乙可能的结构有 $3 \times 3 = 9$ 种。(2)分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$ 的苯的同系物苯环上的一溴代物只有一种,其苯环上可能只有2个相同的侧链且位于对位,或4个相同的侧链,且两两处于对称位置。



3. **B** [反应完全后,混合液分层,先用分液漏斗进行分液,再利用蒸馏烧瓶、直形冷凝管等进行蒸馏,B错误;为减少苯的挥发,并防止液体暴沸,混合溶液时,要向浓硝酸中加入浓硫酸,待冷却至室温后,将所得混合物加入苯中,D正确。]

考点三

[必备知识·夯实]

1. (1)C (2)隔绝空气 (3) $\text{C} + \text{H}_2\text{O(g)} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$
 2. (1)C、H
 3. (1)甲烷 (2) $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O(g)} \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温}} \text{CO} + 3\text{H}_2$

[关键能力·提升]

1. **C**
 2. **B** [装置Ⅱ中逸出的气体通入酸性高锰酸钾溶液,烯烃将发生氧化反应,A项正确;石蜡油分解生成的气体中既有烯烃,又有烷烃,B项错误;根据元素守恒,可得 $\text{C}_{18}\text{H}_{38} \xrightarrow{\Delta} \text{C}_2\text{H}_6 + 8\text{C}_2\text{H}_4$,故十八烷完全分解为乙烷和最多乙烯时,乙烷与乙烯物质的量之比为1:8,C项正确;装置Ⅰ中硫酸铝是催化剂,D项正确。]

学案 52 卤代烃 醇与酚

考点一

[必备知识·夯实]

2. (1)高 升高 不 可 小 大

3. (1)氢氧化钠的水溶液、加热 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{水}}$

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{NaBr}$ (2)强碱(如 NaOH 或 KOH)的醇溶液、

加热 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{醇}} \text{CH}_2 = \text{CH}_2 \uparrow + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$

$\text{CH}_2 = \text{CHCH}_2\text{CH}_3$ 或 $\text{CH}_3\text{CH} = \text{CH}-\text{CH}_3$ $\text{CH} \equiv \text{CH}$

4. (1) $\text{CH}_3\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{HCl}$ $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2$

$\xrightarrow{\text{FeBr}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + \text{HBr} \uparrow$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{HBr} \xrightarrow{\Delta} \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{CH}_3-\text{CH} = \text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{CH}_2\text{Br}$

基础过关

1. (1)× (2)√ (3)× (4)× (5)×

2. (1) NaOH 和 乙醇 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{乙醇}}$

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH} = \text{CH}_2 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$

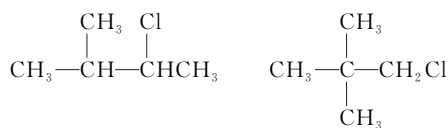
(2)除去乙醇,防止还原酸性 KMnO_4 溶液 检验生成的产物为烯烃 否 用溴水检验烯烃产物,乙醇不干扰 (3)1-丁烯、2-丁烯

[关键能力·提升]

1. C [卤代烃中与卤素原子直接相连的碳原子的邻位碳原子上含氢原子,能发生消去反应;卤代烃在氢氧化钠溶液中水解能得到醇。①③⑤不能发生消去反应,能水解得到醇;②④⑥既能发生消去反应生成烯烃,又能发生水解反应生成醇。]

2. C [先取少量 1-溴丁烷,加入氢氧化钠溶液,然后加热进行水解,溶液冷却后,加入硝酸中和过量的氢氧化钠,再加入硝酸银观察是否有沉淀,故正确顺序为③⑤②⑥④①;故选 C。]

3. 4 $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{Cl})-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{Cl})-\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、



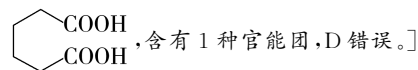
4. D [A 的结构简式为 $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{Cl}$,发生消去反应生成 B, B 的结构简式应为 C_6H_{10} , B 与 Cl_2 发生加成反应生成 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{Cl}_2$,

$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{Cl}_2$ 发生消去反应生成 C, C 的结构简式为 C_6H_8 ,最后 C 与 Cl_2 发生加成反应生成 $\text{C}_6\text{H}_8\text{Cl}_2$ 。据分析可知, A→

B 的反应类型是消去反应, A 正确; $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{Cl}_2$ 发生消去反应能生成两种产物,分别为 C_6H_8 、 C_6H_{10} ,则同一反应条件下生成 C 的同时,可生成环己炔, B 正确; $\text{C}_6\text{H}_8\text{Cl}_2$ 与 NaOH 溶液发生水解反应生成的酚羟基也能与 NaOH 溶液反应,而

$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{Cl}_2$ 与 NaOH 溶液发生水解反应生成的醇羟基不能与

NaOH 溶液反应,则消耗 NaOH 的物质的量之比为 2:1, C 正确; B 被酸性高锰酸钾溶液氧化后的有机物为



考点二

[必备知识·夯实]

1. (1)饱和碳原子 $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}(n \geq 1)$ (2)脂肪 芳香

2. 升高 高于 减小

3. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 羟基 (1)① $2\text{RCH}_2\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{RCH}_2\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$ (2)①③

$2\text{RCH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu/Ag}} 2\text{RCH}_2\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$ (3)②

$\text{RCH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{HBr} \xrightarrow{\Delta} \text{RCH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{H}_2\text{O}$ (4)②⑤

$\text{RCH}_2\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{RCH} = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (5)① R'

$\text{COOH} + \text{RCH}_2\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{R}'\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{R} + \text{H}_2\text{O}$

(6)①② $2\text{RCH}_2\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\text{一定温度}]{\text{浓硫酸}} \text{RCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{R} + \text{H}_2\text{O}$

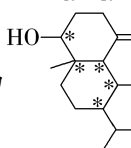
基础过关

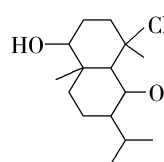
1. (1)× (2)√ (3)√ (4)× (5)√ (6)√ (7)×

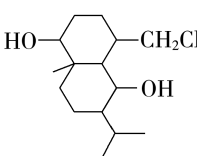
2. (1)C (2)D (3)B (4)2

[关键能力·提升]

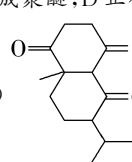
1. D [该物质的分子式应为 $\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}_2$, A 错误;该物质有 5 个

手性碳原子,用*标注为  , B 错误;若其与 HCl

发生加成反应,产物为  或

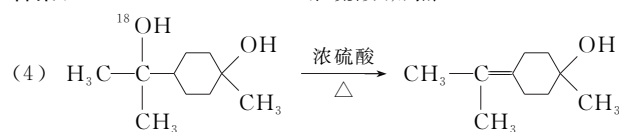
 ,不存在选项中的加成产物, C 错误; M 中含 2 个—OH,分子之间缩聚形成聚醚, D 正确。]

真题变式

(1)羟基 (2)3 2 (3)  (4)2

2. 解析: (1)由 α-松油醇结构简式,可确定其分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$, 1 mol $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ 完全燃烧时消耗 O_2 的物质的量为 $(10 + \frac{18}{4} - \frac{1}{2})\text{mol} = 14\text{ mol}$ 。 (2) A 分子中羟基所连碳原子上没有氢原子,不能被酸性 KMnO_4 溶液氧化, a 符合题意; A 分子中含有羟基,能与 HX 发生取代反应转化为卤代烃, b 不符合题意; A 分子中不含不饱和键,不能发生加成反应, c 符合题意; A 分子中羟基上的氢原子比较活泼,能发生取代反应, d 不符合题意。

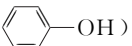
答案: (1)1:14 (2)ac (3)浓硫酸、加热



+H₂¹⁸O 消去反应

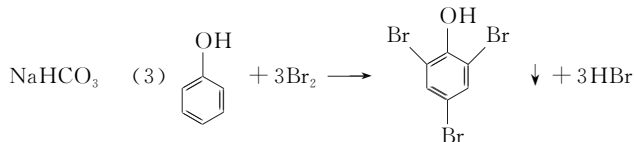
考点三

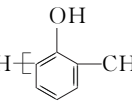
[必备知识·夯实]

1. (1) 直接 苯酚() 羟基 (2) C₆H₆O —OH
13

2. 有特殊气味 粉红色 腐蚀性 65℃

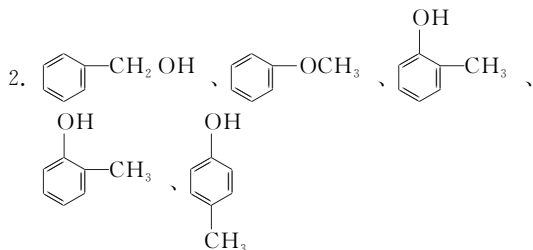
3. (1) C₆H₅OH + NaOH → C₆H₅ONa + H₂O C₆H₅ONa + CO₂ + H₂O → C₆H₅OH + NaHCO₃ (2) C₆H₅ONa +



(4) 紫 (5) 粉红 (6)  + (n - 1)H₂O

基础过关

1. (1) × (2) × (3) × (4) × (5) √ (6) ×



[关键能力·提升]

1. B [由阿魏酸的分子结构可知,其分子中存在醇羟基、酚羟基、酯基和碳碳双键共四种官能团。该有机物含有酚羟基,故可看作是酚类物质,酚羟基显酸性,且酸性强于HCO₃⁻,故该有机物可与Na₂CO₃溶液反应,A正确;由分子结构可知,与醇羟基相连的C原子与3个不同化学环境的C原子相连,且这3个C原子上均有H原子,因此,该有机物发生消去反应时,其消去反应产物最多有3种,B不正确;该有机物在酸性条件下的水解产物有2种,其中一种含有碳碳双键和2个醇羟基,其能通过加聚反应生成高聚物;另一种水解产物含有羧基和酚羟基,其能通过缩聚反应生成高聚物,C正确;该有机物分子中含有酚羟基且其邻位C原子上有H原子,故其可与浓溴水发生取代反应;还含有碳碳双键,故其可与Br₂发生加成反应,因此,该有机物与Br₂反应时可发生取代和加成两种反应,D正确。]

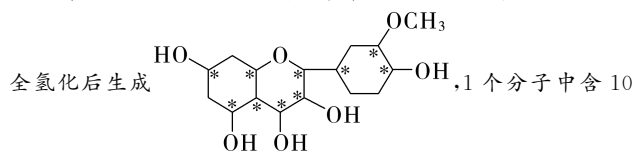
真题变式 (1) C₂₂H₃₀O₄ 8 (2) 4 sp²、sp³ (3) 3

2. A [B项,苯酚与溴水反应,说明—OH对苯环产生影响,不符合题意;C项,苯酚与H₂反应,说明含有不饱和键,不符合题意;D项,甲苯与硝酸发生三元取代,说明—CH₃对苯环产生影响,不符合题意。]

3. B [苯酚可与氢氧化钠溶液反应生成可溶于水的苯酚钠,最后与苯混合后溶体分层,该操作能达到实验目的,A正确;盐酸易挥发,若将盐酸与NaHCO₃溶液混合产生的气体直接通入苯酚钠,可能挥发的HCl会与苯酚钠反应生成常温下难溶于水的苯酚,不能证明是CO₂与其发生的反应,达不到实验目的,应该先除去CO₂中可能挥发的HCl再进行实验操作,B错误;酚可与溴水发生取代反应,γ-崖柏素有酚的通性,且γ-崖柏素的环上有可以被取代的H,故γ-崖柏素可与溴水发生取代反应,C正确;酚类物质不与NaHCO₃溶液反应,γ-崖柏素分子中没有可与NaHCO₃溶液反应的官能团,故其不可与NaHCO₃溶液反应,D正确。]

4. D [分子中含有酚羟基、羟基、碳碳双键,能和强氧化性物质反应,故该化合物具有抗氧化、抗衰老功能,A正确;该化合

物含有羟基、醚键、羰基3种含氧官能团,B正确;该化合物完



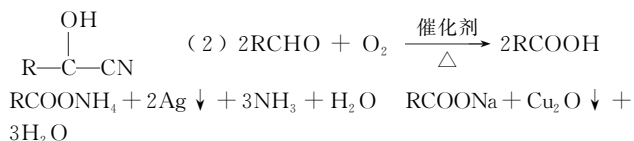
学案 53 醛与酮 羧酸

考点一

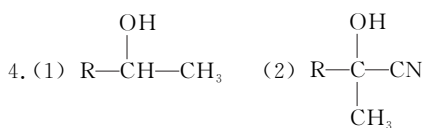
[必备知识·夯实]

1. 烃基(或氢原子) 醛基  (醛基) 羰基 两个烃基  (酮羰基)

2. (1) RCHO + H₂ $\xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}}$ RCH₂OH RCHO + HCN $\xrightarrow{\text{催化剂}}$



3. HCHO 气体 液体

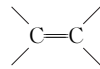


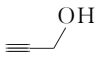
基础过关

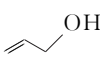
1. (1) × (2) √ (3) × (4) √ (5) √

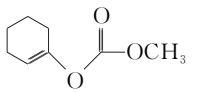
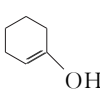
2. (1) 2 mol 1 mol (2) 4 mol 2 mol HCHO + 4[Ag(NH₃)₂]OH $\xrightarrow{\Delta}$ 4Ag ↓ + (NH₄)₂CO₃ + 6NH₃ + 2H₂O HCHO + 4Cu(OH)₂ + 2NaOH $\xrightarrow{\Delta}$ Na₂CO₃ + 2Cu₂O ↓ + 6H₂O

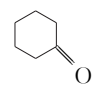
[关键能力·提升]

1. B [A项,—CHO干扰  的检验,应先用弱氧化剂把—CHO除去后,再加溴水检验 ,错误;C项,物质B分子中含有醛基,可以发生银镜反应,但不含酯基或卤素原子,不能发生水解反应,错误;D项,1mol B分子中含有1mol苯环、1mol碳碳双键、1mol醛基、1mol羰基,最多可与6mol H₂发生加成反应,错误。]

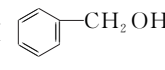
2. B [乙炔与水发生加成反应生成乙醇,然后异构化生成乙醛,A不符合题意;  与H₂发生加成反应生成

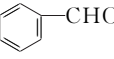
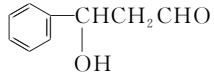
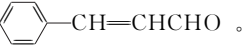
,不存在烯醇式与酮式的互变异构原理,B符合题意;

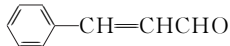
意;  水解得到 ,  不

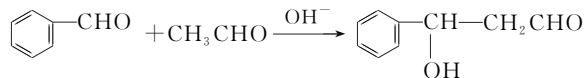
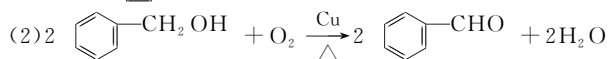
稳定,会发生题述异构化反应生成 ,C不符合题意;

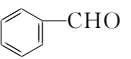
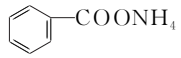
酮式向烯醇式转化过程中可形成分子内氢键,D不符合题意。]

3. 解析:通过反应条件和信息可知,A为CH₃CH₂OH,B为CH₃CHO,C为苯甲醇() ,D为苯甲醛

() , E 为  , F 为  .

答案:(1)  羟基、醛基



(3)加成反应 取代(或水解)反应 氧化反应 加成反应
消去反应 (4)  + 2Ag(NH₃)₂OH $\xrightarrow{\Delta}$  + 2Ag↓ + 3NH₃ + H₂O 氧化还原反应

考点二

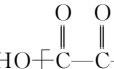
[必备知识·夯实]

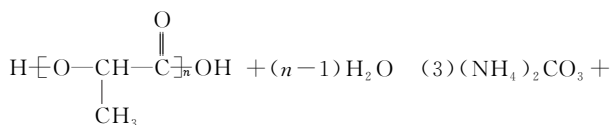
1. 烃基(或氢原子) C_nH_{2n}O₂ (n≥1)

2. C₁₇H₃₅COOH C₁₇H₃₃COOH HCOOH HOOC—COOH

3. (1)醛基、羧基 (2)  草酸

4. (1)减小 不溶于水 (2)升高 < 高 氢键

5. (2)  HO——O——H



实验探究 (2)导气兼冷凝 催化剂和吸水剂 防止倒吸 乙醇、乙酸挥发

基础过关

1. (1)× (2)√ (3)× (4)× (5)× (6)× (7)×

2. 解析:1 mol 羟基和 1 mol 羧基各消耗 1 mol Na,故共消耗 7 mol Na;1 mol 该有机化合物分子中含有 4 mol 酚羟基、1 mol 羧基、2 mol 酯基,故共可以与 7 mol NaOH 反应;只有羧基能与 NaHCO₃ 反应,故消耗 1 mol NaHCO₃;1 mol 该有机化合物与溴水反应,共消耗 8 mol Br₂,其中 2 mol 苯环消耗 6 mol,2 mol 碳碳双键消耗 2 mol。

答案:(1)7 mol 7 mol (2)1 mol (3)8 mol

[关键能力·提升]

1. D [分子中存在—OH 和—COOH,可以形成分子间氢键—O—H…O,A 正确;分子中含有一—OH,可以和乙酸发生酯化反应,分子中含有一—COOH,可以和乙醇发生酯化反应,B 正确;分子中含有一—COOH,可以和 NaHCO₃ 反应产生 CO₂,C 正确;分子中只有碳碳双键能和 Br₂ 的 CCl₄ 溶液反应,分子中含 2 个碳碳双键,1 mol Z 与 Br₂ 的 CCl₄ 溶液反应消耗 2 mol Br₂,D 错误。]

真题变式 (1)3 2 (2)5

2. D [由结构简式可知,M 的分子式为 C₁₂H₁₂O₅,故 A 正确;有机物分子中含有碳碳双键,可使溴的四氯化碳溶液、酸性高锰酸钾溶液褪色,故 B 正确;有机物分子中含有碳碳双键,可以发生加成、加聚、氧化反应,分子中含有酯基,能发生水解反应,水解属于取代反应,故 C 正确;1 mol M 与足量 Na 反应生成 1 mol 氢气,1 mol M 与足量 NaHCO₃ 溶液反应生成 1 mol 二氧化碳气体,产生气体的物质的量之比为 1:1,故 D 错误。]

3. C [该有机物为羟基羧酸,分子中含—OH 和—COOH,在浓硫酸存在时加热可发生消去反应,和分子内酯化反应,A、B、D 产物可以得到;C 产物不可能得到。]

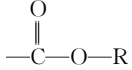
4. C [酯化反应是可逆反应,适当增加  的用量可增大苯甲酸的转化率,A 正确;球形冷凝管和蛇形冷凝管均可以冷凝回流,所以仪器 b 可用仪器 c 代替,B 正确;实验后混合液

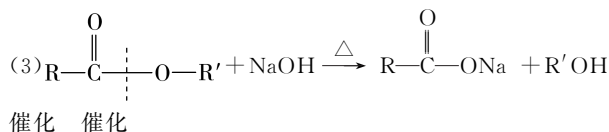
经饱和碳酸钠溶液吸收多余的  和剩余的苯甲酸,再用水洗涤后可获得粗品,用 NaOH 溶液会使产物水解造成产率下降,C 错误;分水器中水层高度不变时表示不再产生水,即反应达到平衡,可停止加热,D 正确。]

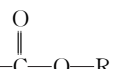
学案 54 羧酸衍生物——酯与酰胺

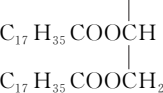
考点一

[必备知识·夯实]

1. (1)—OH —OR'  (2)芳香 小



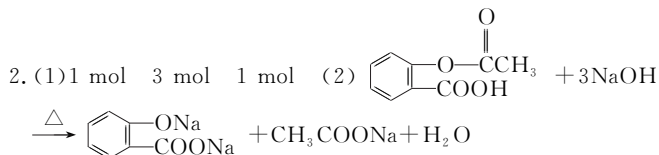
2. (1)高级脂肪酸  (3)小 混合

(4)  3C₁₇H₃₅COOH 3C₁₇H₃₅COONa

大

基础过关

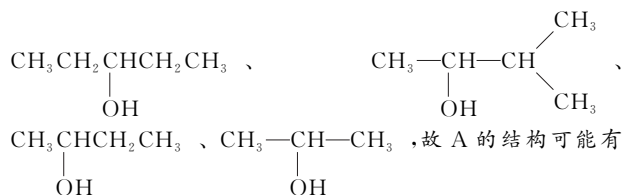
1. (1)√ (2)√ (3)× (4)× (5)× (6)√ (7)×



[关键能力·提升]

1. C [反应①是羧酸和醇的酯化反应,是典型的取代反应,A 正确;由题给反应②的合成路线可知,羧酸和烯烃在酸性条件下生成了酯,所以这个反应是合成酯的方法之一,B 正确;产物分子中异丙基中间碳原子为 sp³ 杂化,因此产物分子中所有碳原子不共平面,C 错误;根据酯的命名原则,从该酯的结构特征看,羧酸部分是乙酸,醇是异丙醇,所以其名称是乙酸异丙酯,D 正确。]

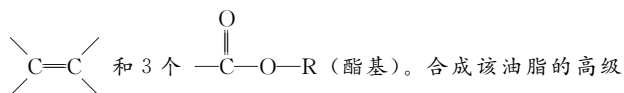
2. A [根据题意可知,E 至少有 3 个碳原子,故 C 可能为甲酸、乙酸、丙酸,则 D 可能为 、



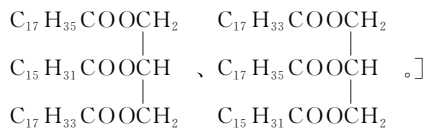
5 种,A 正确。]

3. D [植物油分子中含有不饱和的碳碳双键,碳碳双键性质活泼,容易被酸性高锰酸钾溶液氧化而使酸性高锰酸钾溶液褪色,D 错误。]

4. C [根据该油脂的分子结构可知一个油脂分子中含 1 个



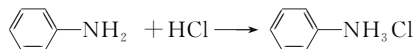
脂肪酸是混酸,和 H_2 加成时得不到硬脂酸甘油酯;一定条件下 1 mol 该油脂只能与 1 mol H_2 发生加成反应;酯基在 NaOH 溶液中水解,得到肥皂的主要成分——高级脂肪酸钠;与该物质互为同分异构体,完全水解后产物相同的油脂均为高级脂肪酸在甘油上的取代位置不同而形成的异构体,有两种:



考点二

[必备知识·夯实]

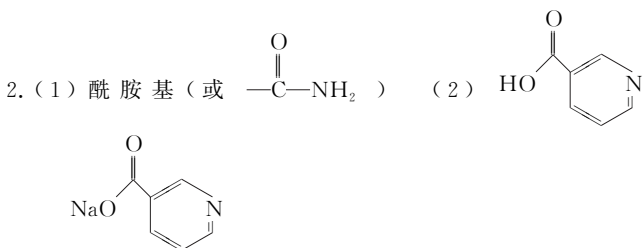
1. (1) 烃基 氨基 氢原子 取代的氨基 (2) 碱性



2. (1) 羟基 (2) 酰 酰胺 (3) $\text{RCOOH} + \text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow \text{RCOONa} + \text{NH}_3 \uparrow$

基础过关

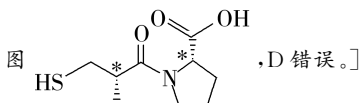
1. (1) × (2) √ (3) √ (4) × (5) × (6) √



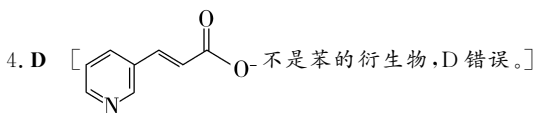
[关键能力·提升]

1. B [胺与羧酸反应生成酰胺基的反应和酯化反应均为分子间脱水,属于取代反应,A 错误;B 正确; C_4NH_{11} 的胺类同分异构体共 8 种,C 错误;胺类物质中氮原子均为 sp^3 杂化,D 错误。]

2. C [卡托普利的含氧官能团有羧基和酰胺基,A 错误;酰胺基、羧基都能与 NaOH 反应,1 mol 该有机物最多能与 2 mol NaOH 即 80 g NaOH 反应,B 错误;羧基能发生酯化反应,酰胺基能发生水解反应,均属于取代反应,巯基($-\text{SH}$)类似醇羟基,能发生氧化反应,C 正确;连有四个不同原子或基团的碳原子为手性碳原子,卡托普利分子中有 2 个手性碳原子,如图



3. A [分子中含有酯基、氨基、酰胺基、醚键、碳碳双键 5 种官能团,A 错误。]



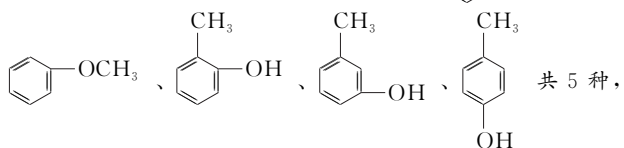
学案 55 有机物的同分异构体

考点一

[关键能力·提升]

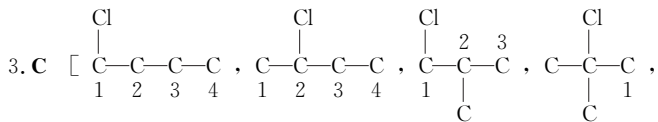
1. B [甲苯苯环上有 3 种处于不同化学环境的氢原子,丙基有 2 种,故甲苯苯环上的氢原子被含 3 个碳原子的烷基取代产物有 $2 \times 3 = 6$,A 正确; 的分子式为

$\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$, 其芳香族化合物有 、

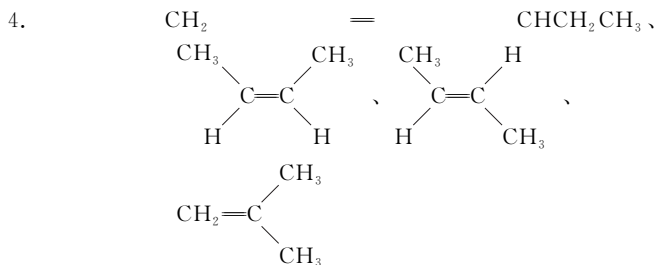


B 错误;含 5 个碳原子的饱和链烃为正戊烷,其一氯代物有 3 种,C 正确;菲分子中有 5 种处于不同化学环境的氢原子,故一硝基取代物有 5 种,D 正确。]

2. C [$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 的醇有 4 种, $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$ 的羧酸有 3 种,二者形成酯有 $3 \times 4 = 12$ 种。]



共 12 种。]



考点二

[必备知识·夯实]

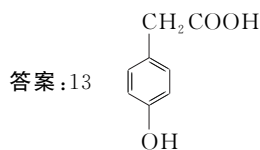
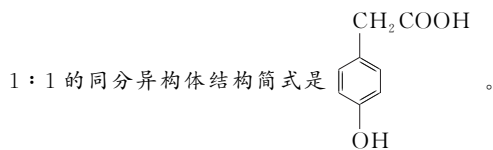
[示例] 解析:第一步:根据限定条件确定碎片基团或官能团:

①加入 FeCl_3 溶液发生显色反应可确定含酚羟基。

②与 NaHCO_3 溶液反应有气体放出可确定含 $-\text{COOH}$,根据上述已确定的两种基团,进而确定还含有 $-\text{CH}_3$ 。

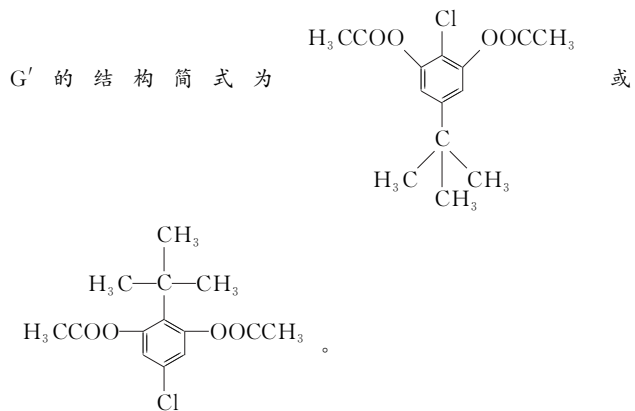
第二步:将碎片基团或官能团组装确定同分异构体:

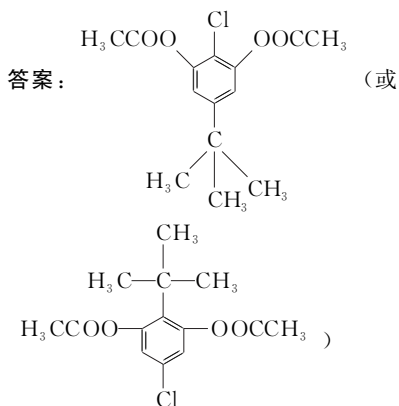
若苯环上有两条支链 $-\text{CH}_2\text{COOH}$ 和 $-\text{OH}$,有邻、间、对 3 种结构;若苯环上有三条支链 $-\text{OH}$ 、 $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{COOH}$,有 10 种结构,所以满足条件的 F 的同分异构体共有 13 种。其中,核磁共振氢谱理论上有 5 组峰,且峰面积之比为 2:2:2:



[关键能力·提升]

1. 解析:G 分子中含有 14 个 C、1 个 Cl、4 个 O,不饱和度为 6,其同分异构体(记作 G')在碱性条件下水解后酸化,生成两种有机产物 X 和 Y,且 $n(\text{X}):n(\text{Y})=2:1$,说明 G' 分子中存在两个酯基;Y 分子中含有苯环且能与 FeCl_3 溶液发生显色反应,说明 Y 分子中含有酚羟基,则 X 分子中应含有羧基;结合 X 的相对分子质量为 60 可知,X 为 CH_3COOH ;G' 中只有三种不同化学环境的 H 原子,故 G' 结构对称,结合剩余碳原子数知,苯环上的另一个含碳取代基只能是 $-\text{C}(\text{CH}_3)_3$,因此





2. 解析:由 F 的结构简式可知,F 的不饱和度为 8,分子式为 $C_{12}H_{11}NO$,其同分异构体满足条件:a. 含有一 NH_2 ,且无 $N-O$ 键、含有 2 个苯环,核磁共振氢谱为 6 组峰,说明其是对称结构,满足条件的有 $HO-C_6H_4-C_6H_4-NH_2$ 、 $C_6H_5-O-C_6H_4-NH_2$,共 2 种。

答案:2

3. 解析:D 为 $C_2H_5OOC-CH_2-CH_2-COOC_2H_5$,其同分异构体与 D 的官能团完全相同,说明有两个酯基,且水解后生成丙二酸,说明主体结构中含有 $-OOC-CH_2-COO-$,根据 D 的结构简式,剩余的 C 的个数为 5,剩余 H 的个数为 12,因同分异构体中只含有酯基,则不能将 H 单独连接在某一端的 O 上,因此将 5 个碳原子拆分。当一侧连接 $-CH_3$ 时,另一侧连接 $-C_4H_9$,此时 $-C_4H_9$ 共有 4 种不同的结构;当一侧连接 $-C_2H_5$ 时,另一侧连接 $-C_3H_7$,此时 $-C_3H_7$ 共有 2 种不同的结构,故满足条件的同分异构体有 $4+2=6$ (种)。

答案:6

4. 解析:I 的分子式为 $C_9H_9NO_4$,其不饱和度为 6,其同分异构体中苯环占 4 个不饱和度, $C=O$ 和硝基各占 1 个不饱和度,因此满足条件的同分异构体中除了苯环、 $C=O$ 和硝基之外没有其它不饱和结构。由题给信息,结构中存在“ $-C_6H_4-NO_2$ ”,根据核磁共振氢谱中峰面积之比为 3:2:2:2 可知,结构中不存在羟基、存在甲基,结构高度对称,硝基苯基和 $C=O$ 共占用 3 个 O 原子,还剩余 1 个 O 原子,因此剩余的 O 原子只能插入两个相邻的 C 原子之间。不考虑该 O 原子,碳骨架的异构有 2 种,且每种都有 3 个位置可以插入该 O 原子,如图: $CH_3-①-CH_2-②-C(=O)-③-C_6H_4-NO_2$,
 $CH_3-C(=O)-④-CH_2-⑤-C_6H_4-NO_2$ (序号表示插入 O 原子的位置),因此符合题意的同分异构体共有 6 种。其中,能够水解生成 H ($HO-C_6H_4-NO_2$) 的结构为 $CH_3-CH_2-C(=O)-O-C_6H_4-NO_2$ 。

答案:6 $CH_3-CH_2-C(=O)-O-C_6H_4-NO_2$

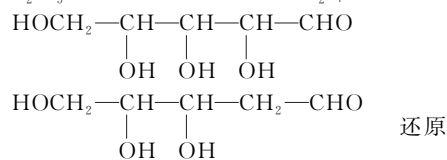
学案 56 生物大分子 合成高分子

考点一

[必备知识·夯实]

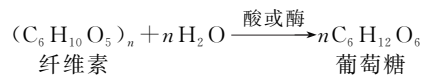
1. (2)C、H、O (3)2~10

2. (1) 同分异构体 氧化反应 $Cu(OH)_2$ 己六醇
 $2C_2H_5OH + 2CO_2 \uparrow$ (2)



3. $C_{12}H_{22}O_{11}$ 葡萄糖和果糖 葡萄糖

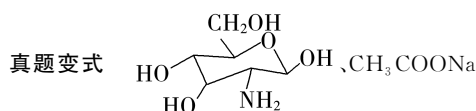
4. (1) $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \xrightarrow{\text{酸或酶}} nC_6H_{12}O_6$
 淀粉 葡萄糖



实验探究 不正确 加入 NaOH 水溶液呈碱性后,加入碘水, I_2 与 NaOH 溶液发生反应,没有 I_2 存在,不能证明淀粉完全水解 不正确 乙实验方案中未用碱中和作催化剂的酸,银镜反应须在碱性条件下才能发生 正确 水解液加入碘水,溶液无现象,说明无淀粉存在,淀粉完全水解。有银镜产生,说明淀粉水解生成葡萄糖

[关键能力·提升]

1. B [淀粉与纤维素的分子通式均为 $(C_6H_{10}O_5)_n$,但 n 值不同,故二者不互为同分异构体,B 错误。]
 2. B [由该物质的结构简式可知,其分子式为 $C_8H_{15}O_6N$,故 A 错误;该物质结构中含有多个醇羟基,能发生缩聚反应,故 B 正确;结构相似、分子组成相差若干个 CH_2 原子团的化合物互为同系物,葡萄糖分子式为 $C_6H_{12}O_6$,该物质的分子式为 $C_8H_{15}O_6N$,二者不互为同系物,故 C 错误;单键均为 σ 键,双键含有 1 个 σ 键和 1 个 π 键,该物质结构中含有 $C=O$,即分子中存在 σ 键和 π 键,故 D 错误。]

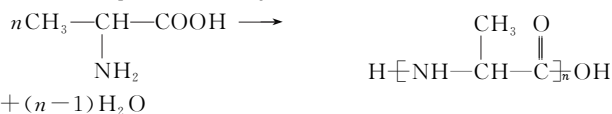
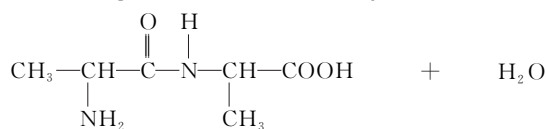
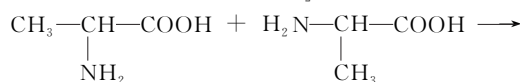
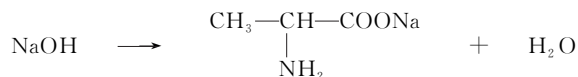


3. D [步骤 1 中 $2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 硫酸的作用是作催化剂,加快淀粉水解的速率,A 正确;pH 试纸可用来检测溶液酸碱性,B 正确;步骤 3 中产生砖红色沉淀,说明 $Cu(OH)_2$ 被还原,淀粉水解产物作还原剂,具有还原性,C 正确;氢氧化钠可与碘单质反应, I_2 被消耗,无法说明淀粉是否完全水解,若要验证淀粉是否完全水解,应取步骤 1 的溶液少许,滴入碘水,D 错误。]
 4. D [某糖是否属于还原糖,可通过银镜反应加以证明。银镜反应应该采取水浴加热,同时考虑到银镜反应应该在碱性条件下进行,故蔗糖水解后应先加碱中和作催化剂的酸,然后才能进行银镜反应,综上所述,D 项正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) 氨基 $-NH_2$ $-COOH$ (2) $CH_3-CHCOOH +$
 $|$
 NH_2



2. (1) 氨基酸 肽键 (2) 氨基酸 $-\text{NH}_2$ $-\text{COOH}$ 可逆
不可逆 黄 烧焦羽毛
3. (1) 催化剂 蛋白质 (2) 接近体温 7 专一性

基础过关

1. (1) × (2) × (3) × (4) × (5) √ (6) √
2. (1) 牛奶、蛋清中含蛋白质,遇铅、汞重金属盐变性,缓解了铅、汞对人体蛋白质的变性 (2) 紫外线可以使细菌蛋白变性而灭活 (3) 灼烧

4. (1) 磷酸 戊糖 碱基 环状 腺嘌呤 鸟嘌呤 胞嘧啶 胸腺嘧啶 (2) 碱基 氢键 鸟嘌呤 核苷酸 单链 32% 18% 18%

[关键能力·提升]

1. C [谷氨酸分子间可形成两种二肽,A 错误;谷氨酸分子中有 1 个手性碳原子,B 错误;X 的数目为 8 种(不含立体异构),D 错误。]
2. B [鸡蛋清溶液中加入硝酸显黄色,且蛋白质变性,加水不可溶解,B 错误。]
3. A [由 I 和 II 的结构可知,I 中的碳碳双键发生加成反应生成 II,A 错误;I 和 II 中均含有羟基,均可发生酯化反应,B 正确;I 和 II 中均含有酰胺基,均可发生水解反应,C 正确;根据题中反应的反应机理可知,2 个乙烯分子在 UV 下能生成环丁烷,D 正确。]
4. A [脱氧核糖核酸(DNA)的戊糖为脱氧核糖,碱基为腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶、胸腺嘧啶,核糖核酸(RNA)的戊糖为核糖,碱基为腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶、尿嘧啶,两者的碱基不完全相同,戊糖不同,故 A 错误;碱基与戊糖缩合形成核苷,核苷与磷酸缩合形成了核苷酸,核苷酸缩合聚合可以得到核酸,如图:
戊糖 $\xrightarrow[\text{水解}]{\text{缩合}}$ 核苷 $\xrightarrow[\text{水解}]{\text{缩合}}$ 核苷酸 $\xrightarrow[\text{水解}]{\text{缩合聚合}}$ 核酸,故 B 正确;核苷酸中的磷酸基团能与碱反应,碱基能与酸反应,因此核苷酸在一定条件下,既可以与酸反应,又可以与碱反应,故 C 正确;核酸分子中碱基通过氢键实现互补配对,DNA 中腺嘌呤(A)与胸腺嘧啶(T)配对,鸟嘌呤(G)与胞嘧啶(C)配对,RNA 中尿嘧啶(U)替代了胸腺嘧啶(T),结合成碱基对,遵循碱基互补配对原则,故 D 正确。]

考点三

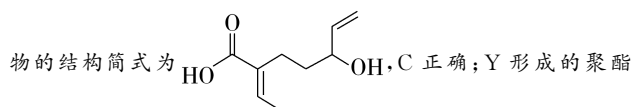
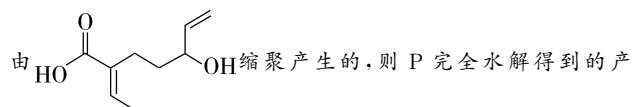
[必备知识·夯实]

2. (3) 单体 链节 聚合度
3. (2) 热塑性 热固性
4. (1) $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{R}}{\text{CH}} \right]_n$ $\left[\text{CH}_2 - \text{CH} = \underset{\text{R}}{\text{C}} - \text{CH}_2 \right]_n$
 $\left[\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CN}}{\text{CH}} \right]_n$ $\left[\text{CH} = \underset{\text{R}}{\text{C}} \right]_n$
(2) $\text{H} - \left[\text{OCH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} \right]_n \text{OH} + (2n-1)\text{H}_2\text{O}$
 $\text{H} - \left[\text{OCH}_2 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} \right]_n \text{OH} + (n-1)\text{H}_2\text{O} \quad (n-1)$
 $\text{H}_2\text{O} \quad \text{H} - \left[\text{NHCH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{NH} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} \right]_n \text{OH}$
 $\text{H} - \left[\text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_2 \right]_n \text{OH} \quad \text{H} - \left[\text{OCH}_2\text{CH}_2 \right]_n \text{OH}$

[关键能力·提升]

1. B [ABS 高韧性工程塑料的韧性强,可用于制造汽车零部件,A 正确;聚氯乙烯微孔薄膜中会加入增塑剂来提高产品性能,部分增塑剂有毒,故不能用于制造饮用水分离膜,B 错误;聚苯乙烯具有隔热的作用,可有效阻止热量传递,故可用于制造建筑工程保温材料,C 正确;热固性酚醛树脂具有耐热、阻燃、电绝缘性能好的特点,故可用于制造集成电路的底板,D 正确。]

2. A [根据 X 的结构简式可知,X 物质名称是 1,3-丁二烯,A 错误;P 分子中含有碳碳双键,可以和溴水中的溴单质发生加成反应,可以使溴水褪色,B 正确;根据 P 的结构可知,P 是由



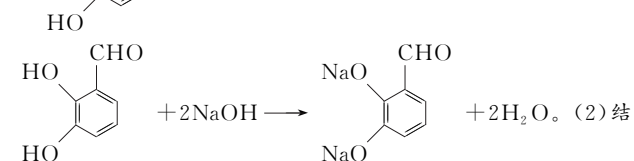
类高分子主链上含有大量酯基,易水解,而 Y 通过碳碳双键加聚得到的高分子主链主要为长碳链,与聚酯类高分子相比难以降解,D 正确。]

学案 57 有机合成中的推断

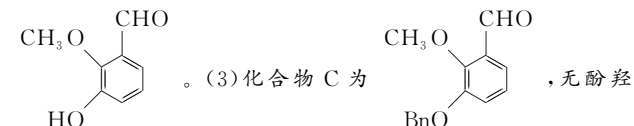
考点一

[关键能力·提升]

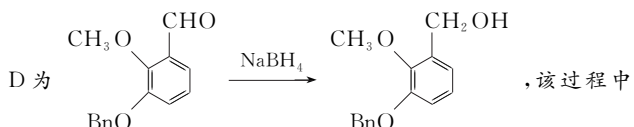
1. 解析:(1)由化合物 A 的结构简式可知其含氧官能团是醛基和(酚)羟基。酚羟基具有酸性,能与 NaOH 发生中和反应,



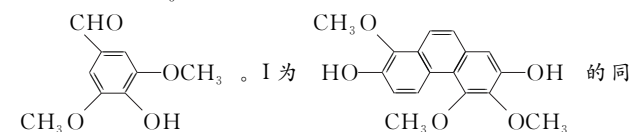
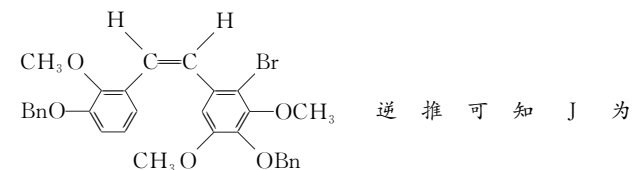
合 B 的分子式以及 A、C 的结构简式可推知 B 为



基,不能与 FeCl_3 溶液作用显色,①错误;C 分子中含醛基,能与新制氢氧化铜反应生成氧化亚铜砖红色沉淀,②正确;C 分子中含醛基,D 分子中含羟基,二者不互为同系物,③错误;C 分子中含醛基,能与 HCN 发生加成反应,④正确。(4)C→



涉及醛基与 BH_4^- 的亲核加成反应以及还原反应,故涉及的反应类型有加成反应和还原反应。(5) CH_3OLi 是甲醇与 Li 反应的产物,其名称是甲醇锂(或甲氧基锂)。(6)结合题干合成路线中的物质变化及反应条件,由多取代苯甲醛 J 的分子式及核磁共振氢谱特点,结合

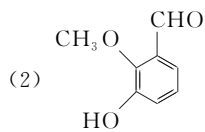
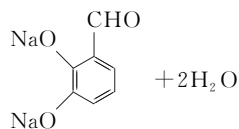
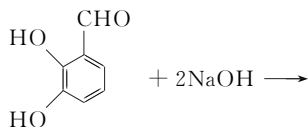


分异构体,由 $\text{BnO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{C}(\text{H})-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Br})_2-\text{OCH}_3$ 的结构并结合

题干中 $\text{G} \rightarrow \text{H} \rightarrow$ 毛兰菲的转化可推知 I

为 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_2(\text{CH}_3\text{O})_4-\text{OCH}_3$ 。

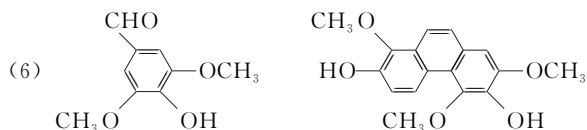
答案:(1)醛基、(酚)羟基



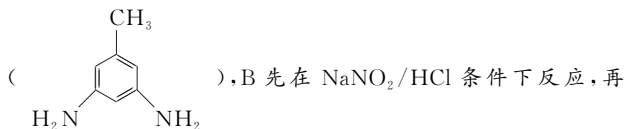
(3)②④

(4)加成反应 还原反应

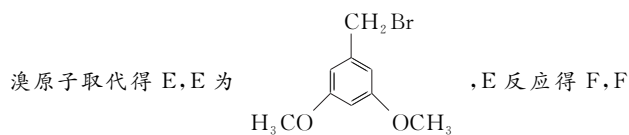
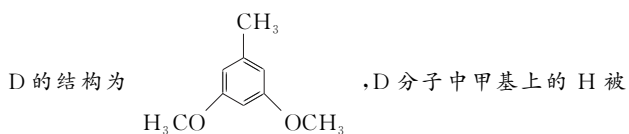
(5)甲醇锂(或甲氧基锂)



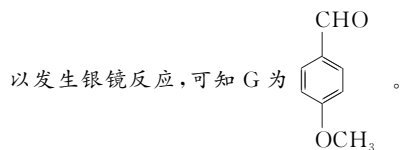
2. 解析: A 在 Fe/H^+ 的条件下, 硝基被还原得到 B



加水、加热得到 C, C 与 $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{SO}_2$ 在碱性条件下反应得到 D, 结合 D 的分子式和 E 的分子式可知, D 生成 E 是发生了溴的取代反应, 参考 F 的结构简式和 D 的分子式可知,

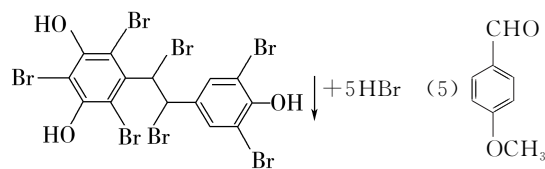
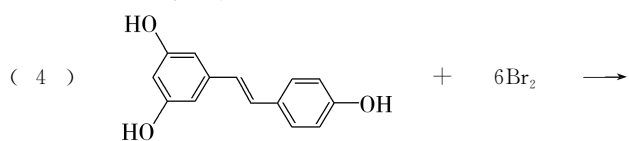


与 G 反应得 H, 根据 G 的分子式和 H 的结构, 又已知 G 可



答案:(1)碳碳双键、醚键 (2)还原反应 取代反应

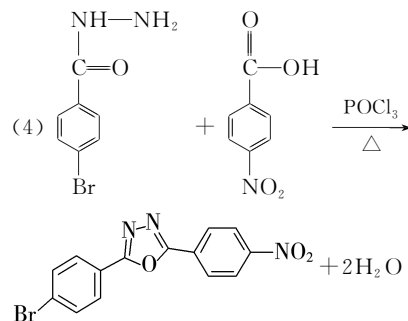
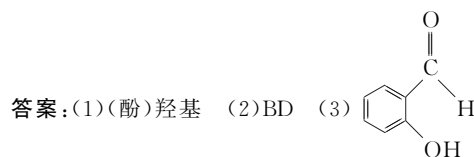
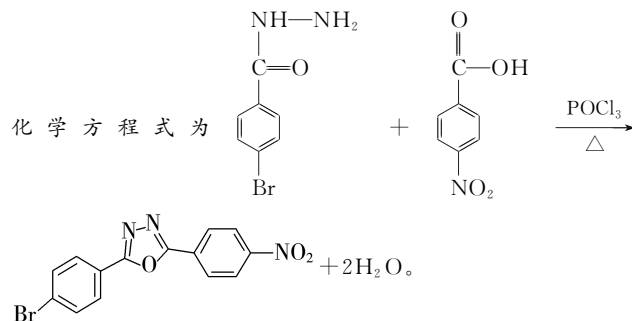
(3)5-甲基-1,3-苯二酚



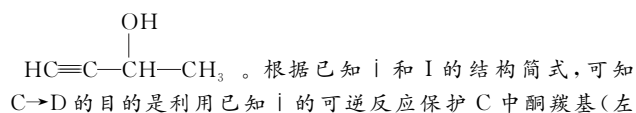
考点二

[关键能力·提升]

1. 解析:(1)结合题给化合物 I 的结构可知, 其体现酸性的官能团的名称为(酚)羟基。(2)化合物 A 分子中的 $-\text{Br}$ 为吸电子基团, 会增大羧基中 $\text{O}-\text{H}$ 键的极性, 使 $-\text{COOH}$ 更易电离出 H^+ , 故化合物 A 的酸性比苯甲酸强, A 错误; 化合物 B 分子中含有酯基, 在酸性、碱性条件下均可发生水解反应, 故化合物 B 既可与酸反应又可与碱反应, B 正确; $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 过程中, 化合物 E 分子中的硝基被还原为氨基, 故发生的是还原反应, C 错误; 化合物 H 分子中 N 的电负性较强, 可与附近羟基上的 H 形成分子内氢键, D 正确。(3)由上述分析可知, G 的结构简式为 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ 。(4)由上述分析可知, $\text{C} + \text{D} \rightarrow \text{E}$ 的

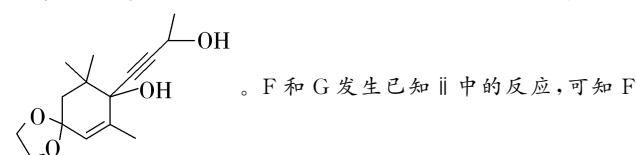


2. 解析: C_2H_2 为乙炔($\text{CH}\equiv\text{CH}$), B 分子中含有碳碳三键, 根据 A 和 B 的分子式可知, $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 的反应为加成反应, 可知在醛中的碳氧双键处发生加成, 则 A 为乙醛, B 的结构简式为

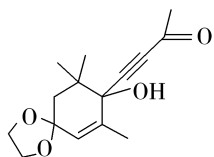


下角的), 则 D 的结构简式为 $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}(\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3)-\text{CH}_3$ 。根据 B、D、E 的

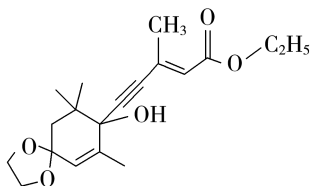
分子式, 可知 B 和 D 发生了加成反应, 结合 I 的结构, 可知 D 中的碳氧双键处发生了变化, 则 E 的结构简式为



中含有碳氧双键,再结合 I 的结构,可知 E 中的羟基(最上面的那个羟基)被氧化成了酮羰基, F 的结构简式为



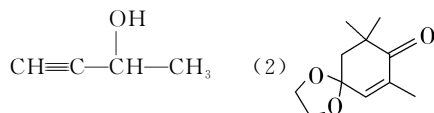
。结合已知 ii, 可知 H 的结构简式为



。通过 H 和 I 的结构对比,可

知 H 中的碳碳三键变成了碳碳双键。

答案: (1) $\text{CH}\equiv\text{CH}+\text{CH}_3\text{CHO}$ $\xrightarrow{\text{一定条件}}$



利用已知 i 的

可逆反应保护 C 中酮羰基 (3) 羟基 酮羰基 (4) ① CrO_3 、

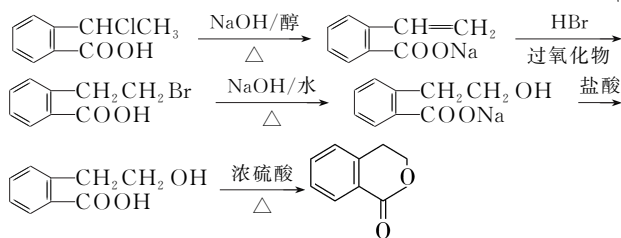
吡啶 ② $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$

学案 58 有机合成路线的设计

[必备知识·夯实]

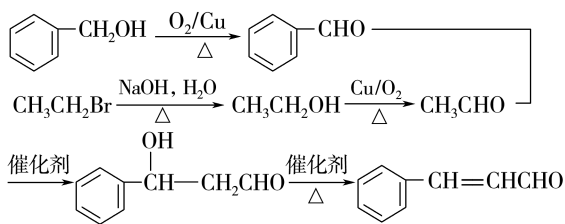
一、

基础过关



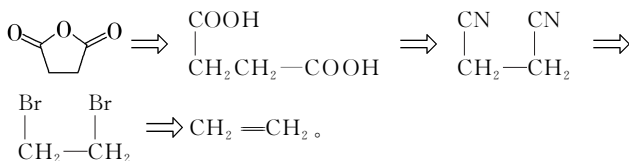
二、

基础过关

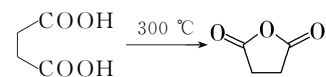


[关键能力·提升]

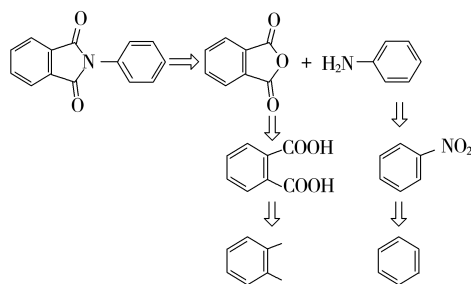
1. 解析: 根据已知信息, 利用逆合成分析法确定合成路线。



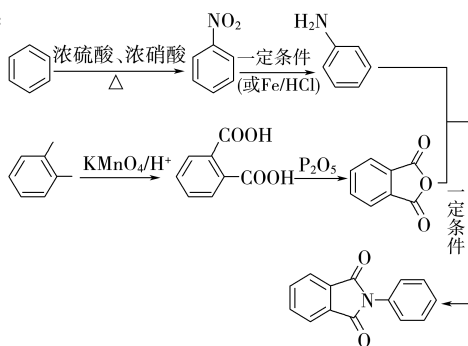
答案: $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{Cl}_2} \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl} \xrightarrow[\text{乙醇}]{\text{NaCN}} \text{NCCH}_2\text{CH}_2\text{CN} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}_2\text{O}, \text{H}^+}$



2. 解析: 逆合成分析法:



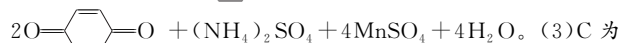
答案:



3. 解析: (1) B 为 $\text{O}=\text{C}_6\text{H}_4=\text{O}$, 含氧官能团名称为酮羰基。

B($\text{O}=\text{C}_6\text{H}_4=\text{O}$) $\rightarrow$ C($\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$) 为有机物加氢的反应, 属于还原反应。(2) 根据化合物中各元素化合价代数和为 0 可知, $\text{A}(\text{C}_6\text{H}_7\text{N}) \rightarrow \text{B}(\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2)$ 过程中, 碳元素的化合价由 $-\frac{2}{3}$ 价升高为 0 价, 1 mol $\text{A}(\text{C}_6\text{H}_7\text{N})$ 共失 4 mol e^- ,

1 mol $\text{MnO}_2 \rightarrow$ 1 mol MnSO_4 , 锰元素的化合价由 +4 价降低为 +2 价, 得 2 mol e^- , 根据得失电子守恒, $\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$ 、 MnO_2 的化学计量数之比为 1:2, 结合元素守恒, 可得配平化学方程式为 $2\text{C}_6\text{H}_7\text{N} + 4\text{MnO}_2 + 5\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

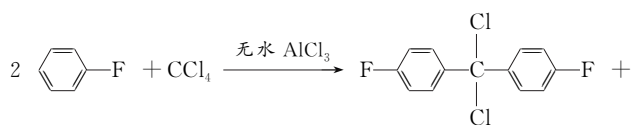


$2\text{O}=\text{C}_6\text{H}_4=\text{O} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 4\text{MnSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ 。(3) C 为

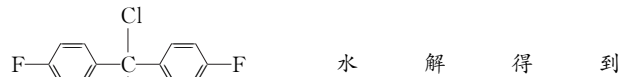
$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$, 不饱和度为 4, 脂肪烃衍生物 G(不含苯环) 是 C 的同分异构体, 分子中含有羟甲基($-\text{CH}_2\text{OH}$, 有两种处于不同化学环境的氢原子), 核磁共振氢谱有两组峰, 即有两种处于不同化学环境的氢原子, 故其结构简式为



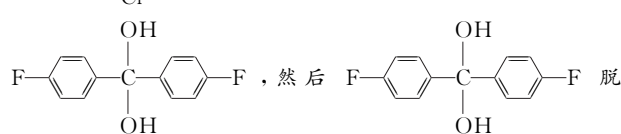
$\text{HOCH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$ 。(4) A($\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$) 含有氨基, 能与乙酸反应生成酰胺, 故 a 正确; B 只存在



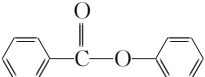
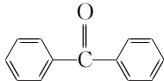
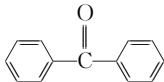
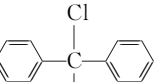
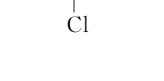
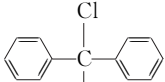
1 种位置异构体, 故 b 错误; D $\rightarrow$ E 的反应为



$2\text{HCl}, \text{CCl}_4$ 是反应试剂, 故 c 正确; E $\rightarrow$ F 的反应过程中首先

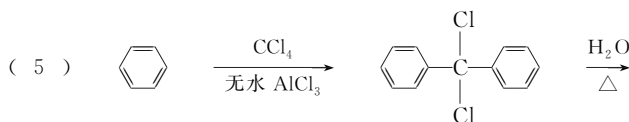


水得到 $\text{F}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{F}$, 其中水解反应属于取代反应, 故 d 正确。(5) 运用逆合成分析法, 结合题干中反应类型,

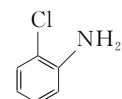
倒推中间产物,确定合成路线:
 由
 发生类似已知氧化反应得到,
 可由  发生类似 E→F 的反
 应得到,  可由  和 CCl_4 、无水 AlCl_3 发

生类似 D→E 的反应得到。

答案:(1)酮羰基 还原反应 (2) $2 \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + 4\text{MnO}_2 + 5\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{O}=\text{C}_6\text{H}_4=\text{O} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 4\text{MnSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ (3) $\text{HOCH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$ (4) b

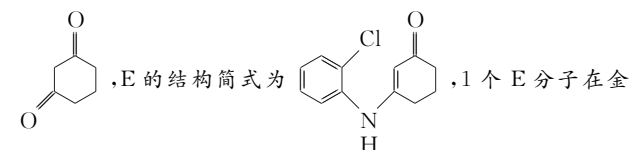


4. 解析:A 发生硝化反应生成 B,B 中磺酸基酸化后生成 C,C 在 Fe/HCl (浓)作用下发生还原反应生成 D,D 的结构简式为



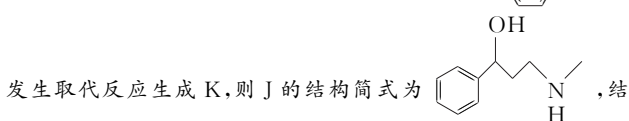
;D 和 $\text{X}(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2)$ 发生已知信息的反应生成 E,

结合 X 的分子式可知,其不饱和度为 3,故 X 的结构简式为

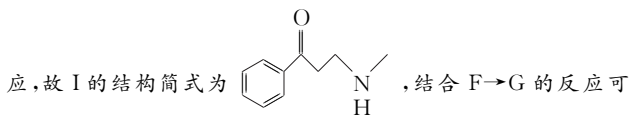


属催化作用下脱去 1 个 HCl 分子得到 F 分子,F 发生取代反应生成 G,G 经过多步合成 H。

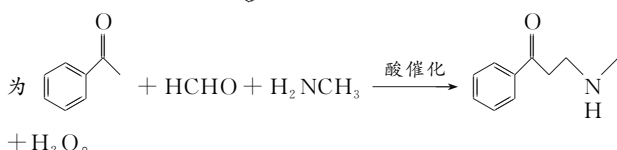
(5)采用逆合成分析法可知,最后一步 J 和 $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CF}_3$



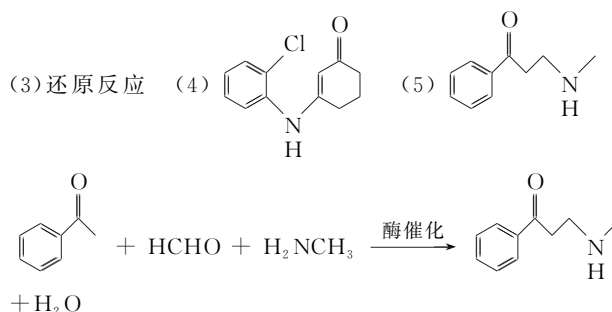
合反应②的条件可知,I 发生还原反应得到 J,Y 含有羰基,按照 F→G 的方法合成 I,则反应②是羰基被还原为羟基的反



知,Y 的结构简式为  ,故第①步反应的化学方程式



答案:(1)对氯苯磺酸(或 4-氯苯磺酸) (2) 碳氯键 硝基



第七部分 化学综合实验

第十一章 化学综合实验

学案 59 “微型”实验装置与方案的评价

考点一

[必备知识·夯实]

2.

基础过关

(1)√ (2)√ (3)√ (4)√ (5)× (6)√ (7)×
 (8)× (9)× (10)× (11)√ (12)√ (13)×

[关键能力·提升]

1. C [隔热层可防止热量散失,温度计测定反应前后的温度,玻璃搅拌器可使反应物完全反应,图中中和反应的反应热测定装置合理,A 不符合题意;乙酸乙酯与饱和食盐水不互溶,饱和食盐水在下,乙酸乙酯在上,可通过分液进行分离,B 不符合题意;在铁片上电镀,待镀金属作阴极,镀层金属作阳极,图中两个电极放反,不能达到实验目的,C 符合题意;转移热蒸发皿至陶土网,需要用坩埚钳夹取蒸发皿,操作合理,D 不符合题意。]

2. B [制取银氨溶液,向 AgNO_3 溶液中滴加氨水,至开始生成的沉淀恰好溶解,得到银氨溶液,而不是向氨水中滴加 AgNO_3 溶液,A 错误;NaOH 为碱性溶液,可使用聚四氟乙烯活塞的滴定管滴定未知浓度的盐酸,B 正确; SO_2 具有还原性,可以被酸性 KMnO_4 溶液氧化而使溶液褪色,证明了 SO_2 具有还原性,不能证明 SO_2 具有漂白性,C 错误;装置中的 NH_3 能与水直接接触,无法防倒吸,D 错误。]

3. C [CO_2 密度大于空气,应采用向上排空气法收集,A 错误;苯与溴在溴化铁的催化作用下反应,反应较剧烈,反应放热,且溴易挥发,挥发出来的溴单质能与水反应生成氢溴酸,所以验证反应生成的 HBr ,应先将气体通过四氯化碳,将挥发的溴单质除去,B 错误; MgCl_2 能水解,在加热时通入干燥的 HCl ,能避免 MgCl_2 的水解,C 正确;电解时,阳极发生氧化反应,阴极发生还原反应,所以丁装置铁为阳极,失去电子,生成二价铁离子,铜为阴极,溶液中的铜离子得到电子,得到铜,D 错误。]

4. C [Fe 与 Cu 形成原电池,电流表指针偏转方向由电流流入的方向决定,而电子定向移动的方向与电流方向相反,电子由 Fe 电极通过导线流入 Cu 电极,说明 Fe 比 Cu 活泼,同理得 Zn 比 Fe 活泼,则金属活动性顺序: $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu}$,A 不符合题意; FeCl_3 溶液滴入淀粉 KI 溶液,溶液颜色变蓝说明氧化性: $\text{I}_2 < \text{Fe}^{3+}$,新制氯水滴入含 KSCN 的 FeCl_2 溶液中,溶液变红,说明氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$,则氧化性顺序: $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$,B 不符合题意;向苯中滴入酸性高锰酸钾溶液,溶液颜色为紫色,说明苯和酸性高锰酸钾不反应,向甲苯中滴入酸性高锰酸钾溶液,溶液紫色褪去说明甲苯与酸性高锰酸钾反应,故得出结论:苯环使甲基活化,C 符合题意;等体积不同浓度的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液中加入等体积等浓度的 H_2SO_4 溶液中,浓度大的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 出现浑浊所用时间较短,能得出结论:增大反应物浓度,该反应速率加快,D 不符合题意。]

考点二

[必备知识·夯实]

3.

基础过关

- (1)× NaOH 中含有 Na^+ , 对其水溶液进行焰色试验时, 其火焰也是黄色。检验钾元素要透过蓝色钴玻璃进行观察, 透过蓝色钴玻璃火焰呈紫色说明含有钾元素, 否则不含有
 - (2)× NH_3 极易溶于水, 在溶液中加入 NaOH 稀溶液, 生成的氨水浓度小, 不加热时 NH_3 不会逸出
 - (3)× 淀粉碘化钾试纸检验的是具有强氧化性的气体, 气体 Y 可能是 Cl_2 , 也可能是 O_3 、 NO_2 等气体
 - (4)× O_3 、 Cl_2 也能使品红溶液褪色
 - (5)× 若溶液 Y 中含有 SO_3^{2-} , 滴加硝酸时能被氧化成 SO_4^{2-} , 加入 BaCl_2 溶液也会有白色沉淀产生
 - (6)× 只要是挥发性的浓酸遇蘸有浓氨水的玻璃棒都能产生白烟, 浓盐酸、浓硝酸都符合
 - (7)✓ Fe^{2+} 的检验方法正确
 - (8)× H_2SO_3 是中强酸, 电离出的 H^+ 与溶液中的 NO_3^- 能将 SO_3^{2-} 氧化成 SO_4^{2-} , 故该白色沉淀是 BaSO_4
 - (9)× 酸性条件下, NO_3^- 具有强氧化性, 能将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 滴加 KSCN 溶液, 溶液变红, 不能说明 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 晶体已氧化变质
- (1)× 醋酸具有挥发性, 挥发的 CH_3COOH 也能使苯酚钠溶液变浑浊, 无法比较碳酸与苯酚的酸性强弱
 - (2)× 盐酸具有挥发性, 挥发的 HCl 也能使 Na_2SiO_3 溶液变浑浊, 无法比较碳酸与硅酸的酸性强弱
 - (3)✓ 发生反应: $\text{HCO}_3^- + [\text{Al}(\text{OH})_4]^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
 - (4)✓ 根据“越弱越水解”知, Na_2CO_3 溶液的碱性强, 则 CO_3^{2-} 结合 H^+ 的能力强
 - (5)× 根据“越弱越水解”知, CH_3COONa 溶液的碱性强, 则 CH_3COOH 的酸性较弱
 - (6)× pH 越小, 酸性越强, 电离出 H^+ 的能力越强, 故 HCOOH 的电离能力较强
 - (7)× 盐酸不是氯元素的最高价含氧酸, 盐酸的酸性强于 H_2SiO_3 , 并不能说明非金属性: $\text{Cl} > \text{Si}$
- (1)× 新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 会直接与 H_2SO_4 反应得不到砖红色沉淀, 应向水解后的溶液中先加氢氧化钠溶液中和硫酸, 再加入新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$
 - (2)× NaOH 与 AgNO_3 反应生成的 AgOH 极不稳定, 易分解生成棕褐色的 Ag_2O , 干扰溴离子的检验, 应该先加稀硝酸中和 NaOH, 再加入 AgNO_3 溶液
 - (3)× 醛基也能使酸性高锰酸钾溶液褪色
 - (4)× 苯酚与少量浓溴水反应生成的少量 2,4,6-三溴苯酚可溶于过量的苯酚中, 观察不到白色沉淀
 - (5)× 氯化钠不能使蛋白质发生变性, 只能使蛋白质发生盐析
- (1)✓ HS^- 水解生成 OH^- , 电离生成 H^+ , 溶液呈碱性, 说明 HS^- 的水解程度大于电离程度
 - (2)✓ 使淀粉溶液显蓝色的是 I_2 , 与 AgNO_3 反应成黄色沉淀的是 I^- , 则 KI_3 溶液中含有 I_2 和 I^- , 故可推知 KI_3 溶液中存在平衡: $\text{I}_3^- \rightleftharpoons \text{I}_2 + \text{I}^-$
 - (3)× 滴有甲基橙的 AgNO_3 溶液显红色, 是因为 Ag^+ 水解使溶液呈酸性, 加入 Cl^- 可沉淀 Ag^+ , Ag^+ 的水解平衡逆向移动, $c(\text{H}^+)$ 减小
 - (4)× 发生反应: $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{S}^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{S}(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$, 说明 Ag_2S 的溶度积更小
 - (5)✓ Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 的浓度相同, 沉淀类型相同, K_{sp} 小的先沉淀

[关键能力·提升]

- C [在铁制镀件表面镀铜时, 待镀件应连接电源负极, 铜片应连接电源正极, A 不符合题意; 粗盐提纯时, 加入 BaCl_2 溶液去除 SO_4^{2-} , 加入 NaOH 溶液去除 Mg^{2+} , 加入 Na_2CO_3 溶液去除 Ca^{2+} 与过量的 Ba^{2+} , Na_2CO_3 溶液不能先于 BaCl_2 溶液加入, B 不符合题意; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中存在平衡: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{橙色}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}(\text{黄色}) + 2\text{H}^+$, 滴加 NaOH 溶液, $c(\text{H}^+)$ 减小, 平衡正向移动, 滴加 H_2SO_4 溶液, $c(\text{H}^+)$ 增大, 平衡逆向移动, 故可通过观察溶液颜色变化来探究 $c(\text{H}^+)$ 对平衡移动的影响, C 符合题意; 乙醇中含有羟基, 可与 Na 反应, 故无法探究有机物 M 中是否含有羟基, D 不符合题意。]
- C [恒压密闭容器中通入 N_2 , NO_2 、 N_2O_4 浓度减小, 故混合体系颜色变浅, 同时反应物、生成物分压均减小, 相当于减小压强, 平衡向气体分子数增大的方向移动, 即向 NO_2 增加的方向移动, A 不符合题意; AgCl 和 Ag_2CrO_4 类型不同, $K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$ 与 $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$ 的表达式不同, 无法根据沉淀出现的先后顺序判断两者大小关系, B 不符合题意; FeCl_3 溶液中加入过量铁粉, 静置后滴加 KSCN 溶液无明显变化, 说明此时所得溶液中 Fe 元素以 Fe^{2+} 形式存在, 取上层清液滴加几滴氨水后, 溶液变红, 说明 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} , Fe^{2+} 体现还原性, C 符合题意; 鸡蛋清溶液遇饱和 Na_2SO_4 溶液发生盐析, 加水稀释后恢复, 不改变蛋白质的活性, D 不符合题意。]
- C [NH_4Cl 分解生成 NH_3 和 HCl, 二者相遇又重新生成 NH_4Cl , 不能用于制氨气, 故 A 不符合题意; 氨水不溶解银和铜, 故 B 不符合题意; 在苯酚、苯乙烯、乙苯中分别加入浓溴水, 现象依次是生成白色沉淀、溶液褪色、溶液分层且上层呈棕红色, 可以区别, 故 C 符合题意; SO_2 不能漂白紫色石蕊溶液, D 不符合题意。]

学案 60 综合实验试题突破

考点一

[关键能力·提升]

- 解析: 由硝基苯制苯胺过程中, 由于反应比较剧烈, 故硝基苯需从上方缓慢加入; 反应完成后, 改用水蒸气蒸馏装置, 将苯胺-水蒸馏出, 苯胺在水中有一定的溶解度, 加入 NaCl 固体, 可使溶解在水中的大部分苯胺就以油状物晶体析出, 分液分离出有机层, 水层用乙醚萃取, 分出醚层; 合并有机层和醚层, 加入粒状氢氧化钠干燥, 得到苯胺醚溶液, 再次蒸馏得到苯胺。

 - (1)硝基苯在常温下是液体, 应保存在细口瓶中, 故选 A。
 - (2)为了确保较好的冷凝效果, 冷凝管中的水流方向应下进上出, 即进水口是 a。
 - (3)由于苯胺在水中有一定溶解度, 利用盐析效应, 加入 NaCl 固体, 溶液中离子浓度增加, 会争夺水分子, 导致苯胺的溶解度降低, 溶解在水中的大部分苯胺就会以油状物晶体析出, 提升实验产率。
 - (4)乙醚密度小于水, 故醚层位于上层。
 - (5)乙醚沸点低(34.5°C), 冰水浴可防止其挥发并提高冷凝效率; 由于乙醚和苯胺的沸点相差较大, 回收乙醚后, 需要放出冷凝管中的冷凝水再蒸馏, 这样操作的原因是避免冷凝水残留影响后续高温蒸馏($180\sim 185^\circ\text{C}$ 收集苯胺)时冷凝管的效率(或防止高温下冷凝管因温差过大破裂)。
 - (6)缓慢滴加是为了控制反应温度, 而非单纯减小反应速率, 因为该反应为放热反应, 若温度过高, 产物苯胺会与乙酸发生取代反应, 导致产率下降, 故 A 错误; 蒸馏时加沸石防暴沸是正确的操作, B 正确; 红外光谱可区分硝基苯(含硝基特征峰)和苯胺(含氨基特征峰), C 错误; 乙醚是一种有毒物质, 具有挥发性, 尾气需要处理, D 错误。
 - (7)根据反应原理可知, 0.08 mol 硝基苯, 理论上制备 0.08 mol 苯胺, 理论产量: $0.08\text{ mol} \times 93\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 7.44\text{ g}$, 实际产量: 5.58 g , 产率: $\frac{5.58\text{ g}}{7.44\text{ g}} \times 100\% = 75\%$ 。

答案:(1)A (2)a

(3)利用盐析效应,加入 NaCl 可降低苯胺的溶解度,使其析出,提升产率 (4)上

(5)防止其挥发并提高冷凝效率 避免冷凝水残留影响后续高温蒸馏时冷凝管的效率(或防止高温下冷凝管因温差过大破裂)

(6)B

(7)75%

2. 解析:装置甲左侧装置制备二氧化碳,通过装置甲除去二氧化碳中的氯化氢后,在装置乙中利用 Na_2CO_3 溶液和 FeSO_4 溶液制备 $\text{FeCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,由于 Fe^{2+} 具有还原性,容易被空气中氧气氧化,所以增加了装置丙,利用液封防止 O_2 (或空气)进入装置乙中氧化产品。

(3)①由于装置中含有空气,因此先通入一段时间 CO_2 的目的是排尽装置中空气,防止 $\text{Fe}(\text{II})$ 被氧化。②根据题意,硫酸亚铁和碳酸钠反应生成产物,化学方程式为: $\text{FeSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{FeCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ 。③由于二价铁具有还原性,要防止空气中氧气氧化二价铁,故装置丙的作用是液封,防止空气中的氧气进入装置乙中,氧化产品。④乙醇易挥发,使用无水乙醇洗涤便于干燥产品,减少产品损失。

(4)①高锰酸钾为强氧化性物质,不能使用碱式滴定管(会腐蚀橡胶管),应使用酸式滴定管;滴定终点现象为当滴入最后半滴高锰酸钾标准溶液,溶液变成浅紫红色,且半分钟内不变色。②第二组测量数据离散程度较大,需要舍去,已知 $5\text{Fe}^{2+} \sim \text{MnO}_4^-$,所以样品中 $n(\text{FeCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 20 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 5 \times \frac{250 \text{ mL}}{25 \text{ mL}} = 0.01 \text{ mol}$,故 $m(\text{FeCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0.01 \text{ mol} \times 152 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.52 \text{ g}$,则纯度 = $\frac{1.52 \text{ g}}{1.8000 \text{ g}} \times 100\% \approx 84.4\%$ 。

答案:(1)分液漏斗 (2)饱和碳酸氢钠(NaHCO_3) (3)①排尽装置中的空气,防止 Fe^{2+} 被氧化 ② $\text{FeSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{FeCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ ③液封,防止空气中的氧气进入装置乙中,氧化产品 ④减少产品的损失,便于干燥 (4)①酸式 溶液变成浅紫红色,且半分钟内不变色 ②84.4%

3. (1)球形冷凝管 P_2O_5 (或无水 CaCl_2)

(2)一水合氨电离导致溶液中 NH_3 浓度小,产物产率小,且 OH^- 浓度过大产生 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 沉淀

(3)A

(4) $2\text{CoCl}_2 + 8\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} = 2[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(5)乙醇

(6)76.01%

(7)小于

考点二

[关键能力·提升]

解析:(1)蒸馏水一般会溶有少量氧气,氧气具有氧化性,在探究亚硫酸钠和六价铬盐反应的实验中,亚硫酸钠具有还原性,水中溶解的氧气可能会与亚硫酸钠发生反应,干扰实验,所以使用煮沸的蒸馏水进行实验,是考虑了蒸馏水中溶解的 O_2 对实验的影响。

(2)根据实验中溶液颜色的变化可知,实验 I 中, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 在酸性条件下具有强氧化性, Na_2SO_3 具有还原性,二者发生氧化还原反应, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 中 Cr 元素化合价由 +6 价降低到 +3 价, Na_2SO_3 中 S 元素化合价由 +4 价升高到 +6 价,根据得失电子守恒、电荷守恒和元素守恒,可得离子反应为: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{SO}_3^{2-} + 8\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

(3)实验 II 中只做了碱性条件下 Na_2SO_3 与 K_2CrO_4 的反应,没有排除溶液中其他成分(比如水等)对实验的影响,所以需要补做一个空白对照实验。补做实验的步骤为:取 2 mL pH

=8 的 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ K}_2\text{CrO}_4$ 溶液,向其中加入 5 滴蒸馏水,现象为溶液无明显变化,这样就可以对比说明在碱性条件下, Na_2SO_3 与 K_2CrO_4 是否发生反应。

(4)实验 III 中溶液褪色变化,若已排除实验 III 中溶液体积变化导致溶液颜色变化的可能, Na_2SO_3 是强碱弱酸盐,在水溶液中发生水解反应而呈碱性,即实验 II 颜色变化是因为饱和的 Na_2SO_3 溶液发生水解反应产生的 OH^- ,使得 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 逆向移动所致。

(5)氧化还原反应有氧化剂和还原剂,反应速率与氧化剂的氧化性强弱和还原剂还原性的强弱有关,则由实验 I—IV 知,酸性条件下,亚硫酸钠和六价铬发生了氧化还原反应。丙同学提出猜想,猜想①:溶液酸性增强,正六价铬的氧化性增强;猜想②:溶液酸性增强,亚硫酸钠的还原性增强。(6)已知对相同反应,氧化剂的氧化性或者还原剂的还原性变化越大,电压变化幅度越大。观察“电压—时间”对比曲线,曲线 AB 的电压变化幅度为 $0.900 \text{ V} - 0.740 \text{ V} = 0.160 \text{ V}$,曲线 AC 的电压变化幅度为 $0.770 \text{ V} - 0.740 \text{ V} = 0.030 \text{ V}$,显然曲线 AB 的电压变化幅度更大,装置①是向左臂(K_2CrO_4 溶液)中滴加稀硫酸,装置②是向右臂(Na_2SO_3 溶液)中滴加稀硫酸。结合(5)中猜想内容(虽然本题未给出(5)中猜想具体内容,但根据实验设计可知),猜想①应该是与 K_2CrO_4 相关的某种变化,猜想②应该是与 Na_2SO_3 相关的某种变化。因为装置①中滴加稀硫酸后电压变化幅度大,说明装置①中发生的反应使氧化剂的氧化性或者还原剂的还原性变化更大,所以从电压变化幅度看,(5)中猜想①成立的可能性更大。

答案:(1)溶解 O_2 (2) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{SO}_3^{2-} + 8\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ (3)向 2 mL pH=8 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ K}_2\text{CrO}_4$ 溶液中滴加 5 滴水,溶液颜色变化和实验 II 相同 (4)水解 $\text{OH}^- + 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ (5)亚硫酸钠的还原性增强 (6)①

考点三

[关键能力·提升]

1. 解析:向水中通入氨气制备氨水,向 CuSO_4 溶液中滴加氨水,首先形成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 蓝色沉淀,继续加氨水,转化为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 配离子,然后加入 95% 乙醇结晶,经减压过滤、乙醇与浓氨水的混合液洗涤、丙酮洗涤、低温干燥得到一水硫酸四氨合铜晶体。将晶体溶于水通过碘量法测定晶体中 Cu 的含量,滴定原理为: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_4^+$, $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$, $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$,用硫代硫酸钠标准溶液滴定生成的 I_2 ,利用计量关系: $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \sim \text{I}_2 \sim 2\text{Cu}^{2+} \sim 2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 计算铜元素的质量分数。

(1)1 mol $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 中含有 $4 \times 3 = 12 \text{ mol N—H}$ σ 键、4 mol Cu—N σ 键,总的 σ 键个数为 $16N_A$ 个。(4)乙醇本身作为非极性溶剂,能降低硫酸四氨合铜在溶液中的溶解度,当乙醇与水按一定比例混合时,会形成共溶剂效应,进一步削弱晶体与溶剂的相互作用,使其更易从溶液中析出,浓氨水提供碱性环境,可抑制硫酸四氨合铜的水解,在洗涤过程中,氨水与乙醇协同作用,既保持晶体表面碱性,又通过乙醇的溶剂效应促进杂质分离,减少目标产物在洗涤过程中的溶解流失。(5)步骤 5 主要为用硫代硫酸钠标准溶液滴定 I_2 ,硫代硫酸钠标准溶液呈碱性,需使用碱性滴定管,故答案为 D。(6)据分析,晶体中铜元素的质量分数为 $\frac{n(\text{Cu}^{2+}) \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{64c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{64cV \times 10^{-3} \text{ g}}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{6.4cV}{m}\%$ 。A.稀硫酸未加热煮沸,存在溶解氧气,氧气可氧化 I^- 生成 I_2 , I_2 物质的量增加,根据计量关系 $\text{I}_2 \sim 2\text{Cu}^{2+}$,Cu 物质的量增加,结果偏高,不符合题意;B.滴定前有气泡,滴定后消失,标准溶液体积偏大,结果偏高,不符合题意;C.终

点俯视标准液液面,标准溶液体积偏小,结果偏小,符合题意;D.烧杯中的溶液有少量溅出,硫代硫酸钠的物质的量减少,浓度减少,消耗的体积会偏多,导致结果偏大,不符合题意。

答案:(1) $16N_A$ (2) $Cu(OH)_2 + 4NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+} + 2OH^- + 4H_2O$ (3)加快结晶 (4)提供碱性环境,抑制硫酸四氨合铜的水解 (5)D (6) $\frac{6.4cV}{m}\%$ C

2. (1)Mg、Zn;在金属活动性顺序表中,Mg、Zn排在Fe之前,Cu排在Fe之后,因此Mg、Zn可将 Fe^{3+} 还原为Fe,Cu不能将 Fe^{3+} 还原为Fe单质

(2)①产生蓝色沉淀 ② Fe^{3+} 水解反应为 $Fe^{3+} + 3H_2O \rightleftharpoons 3H^+ + Fe(OH)_3$,加入Mg或Zn会消耗 H^+ ,促进 Fe^{3+} 水解平衡正向移动,使其转化为 $Fe(OH)_3$ 沉淀

③ $2Fe^{3+} + Fe \rightleftharpoons 3Fe^{2+} + 2H^+ + Fe \rightleftharpoons Fe^{2+} + H_2 \uparrow$
向pH为3~4的稀盐酸中加铁粉,一段时间后取出少量溶液,滴加 $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液,不产生蓝色沉淀 不取出固体,向固-液混合物中持续加入盐酸,控制 $pH < 1.2$,加入几滴KSCN溶液,待溶液红色消失后,停止加入盐酸,待pH为3~4时,取出固体

(3)加入镁粉后产生大量气泡,使镁粉不容易被 $Fe(OH)_3$ 沉淀包裹

第二篇 二轮复习 专题突破

第一部分 选择题热点突破

板块一 化学语言与概念

热点一 化学与STSE 传统文化

必考热点 迁移拓展

命题角度 1

[新题速递]

- B** [蒸馏法通过蒸发和冷凝分离水和盐分,正确制备淡水,A正确;海水中的 Br^- 需经 Cl_2 氧化生成 Br_2 ,但需进一步蒸馏或萃取才能得到液溴,不能直接获得,B错误;海水晒盐通过蒸发水分使NaCl结晶析出,属于蒸发结晶过程,C正确;离子交换膜电解NaCl溶液时,阴极区生成NaOH并富集,得到烧碱溶液,D正确;故答案选B。]
- D** [硫酸铝为重金属盐,会导致蛋白质变性,不能用作食品添加剂,A错误;木糖醇分子中含有5个羟基的五元醇,属于有机物,不属于无机物,B错误;葡萄糖酸- δ -内酯是含有羟基和酯基的内酯化合物,属于有机物,不属于无机物,C错误;二氧化硫是酸性氧化物,在国家规定的食品添加范围内,添加的二氧化硫可以起到防腐和抗氧化的作用,能用作食品添加剂,D正确;故选D。]
- A** [聚氯乙烯的单体为氯乙烯,其结构简式为 $CH_2=CHCl$,A错误;四氧化三铁具有磁性,可涂覆在胶带上制成磁带,B正确;材料晶态与非晶态间的转化为原子间排列顺序的变化,未发生化学键的变化,故涉及的是物理变化,C正确;单晶硅中Si原子间均通过Si—Si共价键相连,是共价晶体,D正确。]
- B** [高温下 SiO_2 与碳发生反应生成Si和CO,A正确;苯的溴代反应需催化剂,仅升温无法生成溴苯,B错误;硒的化合物(如硒化氢)多数有毒,但硒是人体必需的微量元素,微量摄入有益健康,过量则有害,C正确;镇痛类生物碱的双重作用描述正确,如吗啡等生物碱可用于镇痛治疗,但滥用会导致成瘾和危害健康,D正确。]
- A** [合成氨工业中由氢气与氮气反应制氨气,发生反应的化学方程式为 $N_2(g) + 3H_2(g) \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2NH_3(g)$,A符合题意;湿法炼铜的原理是 $Fe + CuSO_4 \rightleftharpoons Cu + FeSO_4$,B不符

合题意;高炉炼铁的原理是 $Fe_2O_3 + 3CO \xrightarrow{\text{高温}} 2Fe + 3CO_2$,C不符合题意;接触法制硫酸时物质的转化过程为 $FeS_2 \xrightarrow[\text{高温}]{O_2} SO_2 \xrightarrow[\text{催化剂}]{O_2} SO_3 \xrightarrow{H_2O} H_2SO_4$,D不符合题意。]

- D** [石灰石的主要成分为 $CaCO_3$,煅烧时生成CaO和 CO_2 ,属于化学变化,A不符合题意;磁铁矿的主要成分为 Fe_3O_4 ,炼铁过程中Fe元素的化合价发生变化,属于化学变化,B不符合题意;煤的液化是将煤转化为液体燃料的过程,有新物质生成,属于化学变化,C不符合题意;石油分馏是依据各物质的沸点不同,将石油分成不同沸点范围的蒸馏产物的过程,属于物理变化,D符合题意。]
- C** [破冰过程无新物质生成,是物理变化,A错误;天然气液化的过程是由气态变为液态的过程,是物理变化,无新的化学键形成,B错误;燃烧放热,化学能转化为热能,C正确;水是共价化合物,每个氢原子都与氧原子共用一对电子,电子式为 $H : \overset{\cdot\cdot}{O} : H$,D错误。]
- A** [A项,植物油可制肥皂,是因为植物油属于酯,植物油和氢氧化钠反应生成高级脂肪酸钠和甘油;B项,明矾可作净水剂,是因为明矾中 Al^{3+} 水解生成 $Al(OH)_3$ 胶体,吸附水中的悬浮杂质;C项,烟花中加入金属化合物产生五彩缤纷的焰火,是因为金属原子核外电子跃迁产生的光谱;D项,聚丙烯酸钠可作高分子吸水材料,是因为聚丙烯酸钠中含有亲水基团。]
- A** [氮化硼陶瓷基复合材料是性能优良的新型无机非金属材料,A正确;磁铁的主要成分是四氧化三铁,不是氧化铁,B错误;合金的熔点通常低于各成分金属,但有些合金中添加的元素具有较高熔点,这样就会造成金属合金的熔点比原金属的高,C错误;卫星计算机芯片使用的是高纯度的硅,不是二氧化硅,D错误。]

命题角度 2

[新题速递]

- D** [纸哪吒所用的材料为纸,其主要成分为纤维素,属于有机化合物,A不符合题意;石印章的主要成分为硅酸盐,属于无机化合物,B不符合题意;木活字的主要原料为木材,其主要成分为纤维素,属于有机化合物,C不符合题意;不锈钢针的主要成分为含铁、铬等元素的合金,D符合题意。]
- A** [劳动英雄模范牌由石材制成,其主要成分为二氧化硅、硅酸盐等,属于无机非金属材料,A正确;红军党员登记表为纸制品,纸的主要成分为纤维素,属于有机高分子材料,B错误;陕甘红军兵工厂铁工具的主要成分为铁,属于金属材料,C错误;谢觉哉使用过的皮箱主要由皮革制成,皮革的主要成分为蛋白质,属于有机高分子材料,D错误。]
- B** [古建筑中的基石主要材料为石材,其主要成分为硅酸盐,不属于有机物,A不符合题意;斗拱的主要材料是木材,木材的主要成分为纤维素,属于有机物,B符合题意;青瓦主要由黏土制成,其主要成分为硅酸盐,不属于有机物,C不符合题意;琉璃的主要成分为二氧化硅,不属于有机物,D不符合题意。]
- D** [贝壳粉的主要成分是碳酸钙,属于碳酸盐,A错误;核桃油属于油脂,相对分子质量较小,不属于有机高分子,B错误;氧化铁(Fe_2O_3)能与酸反应,不耐酸,C错误;碳在常温下化学性质稳定,不易被氧化,D正确。]
- C** [红山玉龙的主要成分为 SiO_2 和硅酸盐,属于无机非金属材料,A不符合题意;鎏金铁芯铜龙由金属材料制成,不属于有机高分子,B不符合题意;云龙纹丝绸的主要成分为蛋白质,属于有机高分子材料,C符合题意;云龙纹瓷瓶的主要成分为硅酸盐,属于传统无机非金属材料,D不符合题意。]
- A** [金代六曲葵花鎏金银盏为金属制品;北燕鸭形玻璃注、汉代白玉耳杯、新石器时代彩绘几何纹双腹陶罐均由无机非

金属材料制成,故选 A。

7. B [A 项,洛神赋图材质主要成分是纤维素,属于有机高分子材料;B 项,三彩载乐骆驼俑主要成分是陶瓷,陶瓷的主要成分是硅酸盐,属于无机非金属材料;C 项,木雕双头镇墓兽材质为木材,主要成分是纤维素,属于有机高分子材料;D 项,三星堆青铜神树材质是合金,属于金属材料。]

8. A $[\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow, 10.0 \text{ g CaCO}_3 \text{ 即 } 0.1 \text{ mol CaCO}_3, \text{ 完全分解生成 } 0.1 \text{ mol CaO, 含阴、阳离子共为 } 0.2 \text{ mol, A 错误; } \text{Fe} + \text{CuSO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Cu} + \text{FeSO}_4 \text{ 中, } 0.1 \text{ mol Fe 失去 } 0.2 \text{ mol 电子, B 正确; } \text{HgS} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Hg} + \text{SO}_2 \uparrow, 1 \text{ mol HgS 完全反应生成 } 1 \text{ mol SO}_2, \text{ C 正确; } (\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{催化剂}} n\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ (葡萄糖), } 1 \text{ mol 纤维素完全水解生成 } n \text{ mol 葡萄糖, D 正确。}]$

热点二 阿伏加德罗常数 化学用语

必考热点 迁移拓展

命题角度 1

[新题速递]

1. C $[\text{N}_3^- \text{ 离子的电子数为 } 3 \times 7 + 1 = 22, \text{ 则 } 1 \text{ mol } \text{N}_3^- \text{ 离子含有的电子数为 } 1 \text{ mol} \times 22 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 22N_A, \text{ A 错误; 未明确是否为标准状况, 无法计算消耗 } 1 \text{ mol 次氯酸钠时, 生成氮气的体积, B 错误; 由方程式可知, 反应消耗 } 2 \text{ mol NaN}_3 \text{ 时, 消耗次氯酸钠的物质的量为 } 1 \text{ mol, 则处理 } 6.5 \text{ g NaN}_3 \text{ 时, 至少需要次氯酸钠的物质的量为 } \frac{6.5 \text{ g}}{65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{1}{2} = 0.05 \text{ mol, C 正确; 由方程式可知, 反应消耗 } 2 \text{ mol NaN}_3 \text{ 时, 转移电子的物质的量为 } 2 \text{ mol, 处理 } 1 \text{ mol NaN}_3 \text{ 时, 转移电子的数目为 } 1 \text{ mol} \times 2 \times \frac{1}{2} \times N_A \text{ mol}^{-1} = N_A, \text{ D 错误; 故选 C。}]$
2. D $[1 \text{ 分子 } ^{18}\text{O}_2 \text{ 含有的中子数为 } 20, 1 \text{ 分子 } ^{16}\text{O}_2 \text{ 含有的中子数为 } 16, \text{ 故 } 1 \text{ mol } ^{18}\text{O}_2 \text{ 的中子数比 } 1 \text{ mol } ^{16}\text{O}_2 \text{ 的多 } 4N_A, \text{ A 错误; } \text{Fe} \text{ 与水蒸气发生反应: } 3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O(g)} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2, \text{ 则 } 1 \text{ mol Fe 与水蒸气完全反应, 生成 } \text{H}_2 \text{ 的数目为 } \frac{4}{3} N_A, \text{ B 错误; 在 } 1 \text{ L } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ 的 } \text{NH}_4\text{Cl} \text{ 溶液中, 由于 } \text{NH}_4^+ \text{ 会发生水解, 故 } \text{NH}_4^+ \text{ 的数目小于 } 0.1N_A, \text{ C 错误; } \text{Cl}_2 \text{ 和 } \text{H}_2 \text{ 发生反应: } \text{Cl}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{HCl}, \text{ 标准状况下 } 22.4 \text{ L (1 mol) } \text{Cl}_2 \text{ 与足量 } \text{H}_2 \text{ 反应, 形成的共价键数目为 } 2N_A, \text{ D 正确。}]$
3. A $[12 \text{ g } ^{12}\text{C} \text{ 的物质的量为 } 1 \text{ mol, 每个 } ^{12}\text{C} \text{ 原子含有 } 6 \text{ 个质子, 因此总质子数为 } 6N_A, \text{ A 正确; 常温常压下, } 6.72 \text{ L CO}_2 \text{ 的物质的量小于 } 0.3 \text{ mol, 每个 CO}_2 \text{ 分子含 } 2 \text{ 个 } \sigma \text{ 键, 总 } \sigma \text{ 键数小于 } 0.6N_A, \text{ B 错误; pH=1 \text{ 的稀硫酸中, } \text{H}^+ \text{ 浓度为 } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, 1 \text{ L 溶液中 } \text{H}^+ \text{ 数目为 } 0.1 N_A, \text{ 而非 } 0.2 N_A, \text{ C 错误; SO}_2 \text{ 与 } \text{O}_2 \text{ 生成 SO}_3 \text{ 的反应为可逆反应, 无法完全转化, 实际生成的 SO}_3 \text{ 分子数小于 } N_A, \text{ D 错误。}]$
4. B $[18 \text{ g H}_2\text{O} \text{ 的物质的量为 } 1 \text{ mol, 1 个 H}_2\text{O} \text{ 分子平均能形成 } 2 \text{ 个氢键, 故 } 1 \text{ mol H}_2\text{O} \text{ 晶体内氢键数目为 } 2N_A, \text{ A 正确; NaF 溶液中阳离子有 } \text{Na}^+、\text{H}^+ \text{ (由水电离产生), 则 } 1 \text{ L } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaF 溶液中阳离子总数大于 } N_A, \text{ B 错误; 环己烷与戊烯的最简式均为 CH}_2, \text{ 故 } 28 \text{ g 环己烷与戊烯的混合物中碳原子的物质的量为 } \frac{28 \text{ g}}{14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \text{ mol, 碳原子的数目为 } 2N_A, \text{ C 正确; 放电时, 铅酸蓄电池负极的电极反应式为 } \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- \xrightarrow{\text{放电}} \text{PbSO}_4, \text{ 电池负极增加的质量为 } \text{SO}_4^{2-} \text{ 的质量, } n(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{96 \text{ g}}{96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol, 结合负极的电极反应式可知, 增加 } 1 \text{ mol SO}_4^{2-} \text{ 时, 转移 } 2 \text{ mol 电子, 即转移电子数为 } 2N_A, \text{ D 正确。}]$

5. B $[\text{未指明 CH}_4 \text{ 是否处于标准状况, } 22.4 \text{ L CH}_4 \text{ 的物质的量无法确定为 } 1 \text{ mol, 因此原子数目无法确定为 } 5N_A, \text{ A 错误; } ^{18}\text{O} \text{ 的中子数为 } 18 - 8 = 10, 1 \text{ mol } ^{18}\text{O} \text{ 含 } 10 \text{ mol 中子, 数目为 } 10N_A, \text{ B 正确; } 28 \text{ g Fe (0.5 mol) 与 S 反应生成 FeS, FeS 中 Fe 元素的化合价为 } +2, \text{ 转移电子数为 } 0.5 \text{ mol} \times 2 \times N_A \text{ mol}^{-1} = N_A, \text{ 而非 } 1.5N_A, \text{ C 错误; 浓盐酸与 MnO}_2 \text{ 反应时, 随反应进行, 盐酸浓度降低, 反应停止, 实际生成 Cl}_2 \text{ 的物质的量小于理论值 } 0.3 \text{ mol, D 错误。}]$

[思维纠偏]

(1)✓ (2)× (3)× (4)× (5)✓ (6)×

命题角度 2

[新题速递]

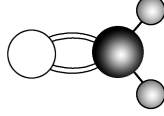
1. C $[\text{ } ^1_0\text{n} \text{ 表示一个中子, A 错误; } ^6_3\text{Li} \text{ 为 } 3 \text{ 号元素, 其基态原子的核外电子排布式为 } 1s^2 2s^1, \text{ B 错误; } ^3_1\text{H} \text{ 与 } ^2_1\text{H} \text{ 质子数相同, 中子数不同, 二者互为同位素, C 正确; } ^4_2\text{He} \text{ 的原子核外电子数为 } 2, \text{ 原子结构示意图为 } \textcircled{+2} \text{ } 2, \text{ D 错误。}]$

2. C $[\text{氩原子的质子数为 } 10, \text{ 故中子数为 } 12 \text{ 的氩核素可表示为 } ^{22}_{10}\text{Ne}, \text{ A 错误; 氯化镁为离子化合物, 电子式为 } [\text{:Cl:}]^- \text{Mg}^{2+} [\text{:Cl:}]^-, \text{ B 错误; 甲醛分子中 C 原子采取}$

sp^2 杂化, 球棍模型为 , C 正确; CO_3^{2-} 的中心原子

C 的价层电子对数为 $3 + \frac{4 + 2 - 2 \times 3}{2} = 3$, 无孤电子对, 故 CO_3^{2-} 的价层电子对互斥模型为平面三角形, D 错误。]

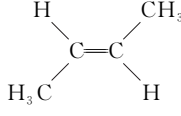
3. C $[\text{HCHO} \text{ 是平面结构的分子, 含有 C=O 和 C-H, 且原子}$

半径: $\text{C} > \text{O} > \text{H}$, 其空间结构模型为 , A 正

确; 乙炔($\text{CH}\equiv\text{CH}$)发生加聚反应生成聚乙炔, 化学方程式为 $n\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \xrightarrow{\text{催化剂}} [\text{CH}=\text{CH}]_n$, B 正确; 碳酸银难溶于水, 不能拆成离子, 正确的离子方程式为 $\text{Ag}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}^+ \xrightarrow{\text{反应}} 2\text{Ag}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, C 错误; SO_4^{2-} 的中心原子 S 的价层电子对数是 $4 + \frac{6 + 2 - 4 \times 2}{2} = 4$, 无孤电子对, 则 1 mol SO_4^{2-} 含有 $4N_A$ 个 σ 键电子对, D 正确。]

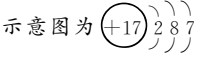
4. A $[\text{CS}_2 \text{ 的结构与 CO}_2 \text{ 的结构类似, 故 CS}_2 \text{ 的电子式为}$

$:\text{S}::\text{C}::\text{S}: \text{, A 正确; Be 为 } 4 \text{ 号元素, 基态 Be 原子的价电子排布式为 } 2s^2, \text{ B 错误; 题图为乙炔的空间填充模型,}$

C 错误; 反-2-丁烯的结构简式为 , D

错误。]

5. A $[\text{NH}_3 \text{ 的中心原子 N 的价层电子对数为 } 3 + \frac{1}{2} \times (5 - 3 \times 1) = 4, \text{ 且含有 } 1 \text{ 个孤电子对, 故 NH}_3 \text{ 的 VSEPR 模型为四面体形, A 正确; 硫化钠是离子化合物, 电子式: } \text{Na}^+ [\text{:S:}]^{2-} \text{Na}^+, \text{ B 错误; 氯是第 } 17 \text{ 号元素, Cl 原子结构}$

示意图为 , C 错误; $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 是强电解质, 溶于水

完全电离, 电离方程式: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \xrightarrow{\text{完全电离}} 2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}$, D 错误。]

热点三 离子反应 氧化还原反应

必考热点 迁移拓展

命题角度 1

[新题速递]

- D** $[\text{Al}^{3+} \text{ 与 } \text{S}^{2-} \text{ 发生互促双水解 } 2\text{Al}^{3+} + 3\text{S}^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow, \text{ 且 } \text{MnO}_4^- \text{ 会氧化 } \text{S}^{2-}, \text{ 不能共存, A 错误; } \text{H}^+ \text{ 与 } \text{SO}_3^{2-} \text{ 不共存能, 会生成二氧化硫和水, B 错误; } \text{NH}_4^+ \text{ 与 } \text{OH}^- \text{ 反应生成 } \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}, \text{Mg}^{2+} \text{ 与 } \text{OH}^- \text{ 生成 } \text{Mg}(\text{OH})_2 \text{ 沉淀, 不能共存, C 错误; 4 种离子均互不发生反应, D 正确; 故答案选 D。}]$
- B** [铁锈的主要成分为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, 能溶于盐酸生成 FeCl_3 和水, 离子方程式为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + (3+x)\text{H}_2\text{O}$, A 正确; H_2S 为弱酸, 离子方程式不能拆成离子, 离子方程式为 $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$, B 错误; 乙醇与钠反应生成乙醇钠和氢气, 化学方程式正确, C 正确; NO_2 与水反应生成硝酸和 NO , 化学方程式正确, D 正确。]
- A** [亚硫酸氢钠(NaHSO_3)与石灰水反应时, HSO_3^- 不能拆开, 先与 OH^- 中和生成 SO_3^{2-} , 再与 Ca^{2+} 结合生成 CaSO_3 沉淀, 正确的离子方程式为 $\text{HSO}_3^- + \text{OH}^- + \text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{CaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, A 错误; Na_2O_2 与水反应的离子方程式为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Na}^+ + 4\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$, B 正确; NO_2 与水反应的离子方程式为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{NO}$, C 正确; Cl_2 与 NaBr 溶液反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$, 符合氧化还原反应规律(Cl_2 氧化 Br^- 为 Br_2), D 正确。]
- A** [磷酸二氢钠水解生成磷酸和氢氧化钠, 其水解反应的离子方程式为 $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{OH}^-$, A 正确; 用稀盐酸浸泡氧化银生成氯化银沉淀和水, 其离子方程式为 $\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons 2\text{AgCl} + \text{H}_2\text{O}$, B 错误; 次氯酸钠溶液具有强氧化性, 因此向次氯酸钠溶液中加入碘化氢溶液会发生氧化还原反应生成 I_2 和 Cl^- , 其离子方程式为 $\text{ClO}^- + 2\text{H}^+ + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_2 + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$, C 错误; 向硫酸氢钠溶液中滴加少量碳酸氢钡溶液, 其离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, D 错误。]
- D** [加热条件下, 二氧化锰氧化浓盐酸中的 Cl^- 生成 Cl_2 , A 正确; NO_2 与水反应生成硝酸和 NO , B 正确; 加热条件下 CuO 可将羟基氧化成醛基, 自身被还原为 Cu , C 正确; D 项中 O 原子不守恒、电荷不守恒, 正确的离子方程式为 $5\text{SO}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 5\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}^+$, D 错误。]
- A** [用 Na_2CO_3 溶液处理水垢中的 CaSO_4 , 生成溶解度更小的碳酸钙: $\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$, A 正确; 水解方程式不对, 明矾是硫酸铝钾晶体, 溶于水, 铝离子水解生成氢氧化铝胶体, 可用于净水: $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$, 不写沉淀符号, B 错误; 物质拆分不对, 抗酸药中的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 可治疗胃酸过多, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 属于难溶性碱, 离子方程式: $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$, C 错误; 未配平方程式, 用酸化的 KI 淀粉溶液检验加碘盐中的 IO_3^- : $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, D 错误。]
- A** [HF 是弱酸, 不能拆写成离子, 用氢氟酸雕刻玻璃: $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightleftharpoons \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, A 错误; 用绿矾($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)处理酸性废水中的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, 生成铬离子和铁离子: $6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$, B 正确; 泡沫灭火器灭火的原理为铝离子、碳酸氢根离子发生相互促进的水解反应生成氢氧化铝沉淀和二氧化碳: $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$, C 正确; 工业电解饱和食盐水生成烧碱、氯气和氢气: $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$, D 正确。]
- D** [玻璃的主要成分为 SiO_2 , 用氢氟酸刻蚀玻璃时, SiO_2 和

氢氟酸反应生成 SiF_4 气体和水, 反应的离子方程式为 $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightleftharpoons \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, A 错误; Fe^{3+} 可以将 Cu 氧化成 Cu^{2+} , 三氯化铁刻制覆铜电路板时发生反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$, B 错误; 氯气具有强氧化性, 可以把硫代硫酸根离子氧化为硫酸根离子, 氯气被还原为氯离子, 反应的离子方程式为 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 4\text{Cl}_2 + 5\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-} + 8\text{Cl}^- + 10\text{H}^+$, C 错误; 碳酸钙的溶解度小于硫酸钙, 可以用碳酸钠溶液浸泡水垢使硫酸钙转化为疏松、易溶于酸的碳酸钙, 反应的离子方程式为 $\text{CaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$, D 正确。]

[思维纠偏]

(1)× (2)× (3)× (4)× (5)✓ (6)× (7)× (8)×

命题角度 2

[新题速递]

- B** [研磨硝化棉是物理粉碎过程, 无化合价变化, 不涉及氧化还原反应, A 错误; 硫黄(S)转化为硫酸(H_2SO_4)时, 硫的化合价从 0 升至 +6, 发生氧化反应, 涉及氧化还原反应, B 正确; 蒸馏法分离酒精是物理过程, 无新物质生成, 不涉及氧化还原反应, C 错误; 植物油在熟石灰作用下水解生成甘油和脂肪酸盐, 属于水解反应, 无化合价变化, 不涉及氧化还原反应, D 错误。]
- D** [Cl_2 的氧化性强于 Br_2 , 能氧化 Br^- 生成 Br_2 , A 正确; Br_2 氧化二氧化硫生成硫酸, 自身被还原为 Br^- , B 正确; 氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性, 故氧化性: $\text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+}$, C 正确; Br_2 与 NaOH 溶液的反应为 $3\text{Br}_2 + 6\text{NaOH} \rightleftharpoons 5\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, 则 3 mol Br_2 完全反应, 转移 5 mol 电子, D 错误。]
- C** [由题图可知, N_2 由 N_2H_4 生成, N 元素的化合价升高, N_2H_4 发生氧化反应, N_2 是氧化反应的产物, A 错误; 分析题图知, 该过程总反应的化学方程式为 $\text{N}_2\text{H}_4 + 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + 12\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{N}_2 + 6\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$, N_2H_4 为还原剂, Fe^{2+} 为还原产物, 结合还原剂的还原性大于还原产物的还原性知, 还原性: $\text{N}_2\text{H}_4 > \text{Fe}^{2+}$, B 错误; 由总反应知, 反应过程中 H^+ 被消耗, 故处理后溶液 pH 增大, C 正确; 由题图可知, 该反应的催化剂为 $[\text{Cu}(\text{N}_2\text{H}_4)_2]^{2+}$, D 错误。]
- B** [合成氨及其相关工业中, 部分物质间的转化关系如下, 甲为 N_2 , 反应 I 为 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$, 反应 II 为 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$, 乙为 NO , 反应 III 为 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$, 丙为 NO_2 , 反应 IV 为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 反应 V 为 $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{NO}_3$ 。甲、乙、丙三种物质中都含有氮元素, A 正确; 甲为 N_2 , 反应中作氧化剂, 乙为 NO , 反应中作还原剂, 丙为 NO_2 , 反应中既作氧化剂也作还原剂, B 错误; 反应 IV 的另一种产物 NO 可循环使用, C 正确; 反应 V 为 $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{NO}_3$, N 元素化合价未发生改变, D 正确。]
- B** [如图所示, V 的化合价包含 +4 和 +5, 表现出氧化性和还原性, A 正确; 根据反应机理可知, 随着 H_2O_2 的加入, 可能形成双过氧钒物种, B 错误; 根据反应机理可知, 存在 V—O 键裂解生成过氧钒自由基 $[\text{V}(\text{IV})-\text{O}-\text{O} \cdot]$, 如图: $\left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{V} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array} \right]^+ \rightarrow \left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{V} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array} \right]^+$, C 正确; 如图所示, 反应为苯、过氧化氢, 产物为苯酚、水, 反应的化学方程式为 $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{钒基催化剂}} \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$, D 正确。]
- D** [向 Na_2CO_3 饱和溶液中通入 SO_2 至 $\text{pH}=4.1$, 发生反应生成 NaHSO_3 和 CO_2 ; 向溶液中再加入 Na_2CO_3 固体至 $\text{pH}=7 \sim 8$, Na_2CO_3 与 NaHSO_3 发生反应, 生成 Na_2SO_3 和

NaHCO₃;再向溶液中通入 SO₂ 至 pH=4.1,SO₂ 与 Na₂SO₃ 和 NaHCO₃ 发生反应,分别生成 NaHSO₃ 和 CO₂ 气体等,从而获得 NaHSO₃ 过饱和溶液;结晶脱水,从而获得 Na₂S₂O₅。流程 I 反应为 Na₂CO₃+2SO₂+H₂O=2NaHSO₃+CO₂,流程 II 反应为 Na₂CO₃+2NaHSO₃=CO₂↑+H₂O+2Na₂SO₃,流程 III 反应为 Na₂SO₃+SO₂+H₂O=2NaHSO₃,NaHSO₃ 过饱和溶液经结晶、脱水可生成 Na₂S₂O₅ 固体;2NaHSO₃=Na₂S₂O₅+H₂O,流程中涉及的反应均为非氧化还原反应,A 正确;流程中溶液 I 溶质的成分为 NaHSO₃,B 正确;NaHSO₃ 过饱和溶液经结晶、脱水可生成 Na₂S₂O₅ 固体;2NaHSO₃=Na₂S₂O₅+H₂O,C 正确;Na₂S₂O₅ 中 S 的化合价为 +4,抗氧化时,硫元素由 +4 升为 +6,1 mol Na₂S₂O₅ 失 4 mol 电子,而 1 mol O₂ 得 4 mol 电子,Na₂S₂O₅ 和 O₂ 的物质的量之比为 1:1,D 错误。]

板块二 物质转化与应用

热点四 元素及其化合物

必考热点 迁移拓展

命题角度 1

[新题速递]

1. C [实验室制备氨气需要 NH₄Cl 与 Ca(OH)₂ 共热: 2NH₄Cl+Ca(OH)₂ $\xrightarrow{\Delta}$ CaCl₂+2NH₃↑+2H₂O,单独加热 NH₄Cl 会分解但无法有效收集 NH₃,A 错误;SiO₂ 不与盐酸反应,B 错误;常温下 Cl₂ 通入 NaOH 溶液中,发生反应:Cl₂+2NaOH=NaCl+NaClO+H₂O,方程式书写正确,C 正确;稀硝酸与 FeCl₂ 反应时,还原产物应为 NO,方程式为:4HNO₃(稀)+3FeCl₂=2FeCl₃+Fe(NO₃)₃+NO↑+2H₂O,D 错误;故答案选 C。]
2. A [向燃煤中加入的生石灰(主要成分为 CaO)可与煤燃烧生成的 SO₂ 反应生成 CaSO₃,CaSO₃ 与氧气反应生成 CaSO₄,A 错误;可用盐酸酸化的氯化钡溶液来检验粗盐中是否含 SO₄²⁻,发生反应的离子方程式为 Ba²⁺+SO₄²⁻=BaSO₄↓,B 正确;氯化镁为盐,豆腐中富含蛋白质,点卤制豆腐过程中发生蛋白质的盐析,C 正确;铁、活性炭、氯化钠与空气中的水蒸气形成原电池,铁作负极发生氧化反应,反应放出热量,故其可制暖贴,D 正确。]
3. C [钠的焰色为黄色,钾的焰色需透过蓝色钴玻璃观察,呈紫色,现象描述错误,A 错误;SO₂ 的漂白是暂时性的,Cl₂ 需生成 HClO 才有漂白性且为永久性,但 Cl₂ 本身不直接漂白,B 错误;醋酸铅(重金属盐)和甲醛均能使蛋白质变性,性质与现象正确,C 正确;铜在常温浓硫酸中表现出惰性,加热才能反应,故浓硫酸无法腐蚀铜电路板,而 FeCl₃ 溶液可以,D 错误。]
4. D [泡沫灭火器工作时 NaHCO₃ 和 Al₂(SO₄)₃ 发生相互促进的水解反应生成 Al(OH)₃ 和 CO₂,A 正确;Na 与 H₂O 反应生成 NaOH 和 H₂,B 正确;NO₂ 与 NaOH 反应生成 NaNO₃ 和 NaNO₂,C 正确;石灰乳是悬浊液,Ca(OH)₂ 在离子方程式中不能拆写,正确的离子方程式为 2Cl₂+2Ca(OH)₂=2Ca²⁺+2Cl⁻+2ClO⁻+2H₂O,D 错误。]
5. B [乙烯中含有碳碳双键,能被酸性高锰酸钾氧化,从而使其褪色,A 正确;KOH 溶液与 CuSO₄ 溶液发生复分解反应,生成 Cu(OH)₂ 蓝色沉淀,B 错误;苯酚与 FeCl₃ 发生显色反应,溶液呈紫色,C 正确;浓氨水挥发出的氨气遇到湿润的红色石蕊试纸,发生反应:NH₃+H₂O $\rightleftharpoons$ NH₃·H₂O $\rightleftharpoons$ NH₄⁺+OH⁻,试纸变为蓝色,D 正确。]
6. A [气体 C 能使湿润的红色石蕊试纸变蓝,则 C 为 NH₃,G 是强酸,则 E 是 NO,F 是 NO₂,G 是 HNO₃;H 是白色固体,常用作钡餐,H 是 BaSO₄,D 是 BaCl₂,C(NH₃)和 HCl 可转化为 NH₄Cl,则 A 是 NH₄Cl,固体 A 与固体 B 研细后混合,常温下搅拌产生气体 C 和固体 D,温度迅速下降,则 B 是

Ba(OH)₂·8H₂O,A 和 B 反应是 NH₄Cl 和 Ba(OH)₂·8H₂O 反应。在 C(NH₃)的水溶液(氨水)中加入少量固体 A(NH₄Cl),铵根离子浓度增大,抑制了 NH₃·H₂O 的电离,OH⁻ 浓度减小,溶液 pH 减小,A 错误;D(BaCl₂)易溶于水,溶于水电离出 Ba²⁺,钡是重金属,有毒,B 正确;F(NO₂)与水反应生成强酸硝酸,故 NO₂ 溶于雨水可形成硝酸型酸雨,C 正确;G 是 HNO₃,常温下浓硝酸将 Fe 钝化,故常温下可用铁制容器来盛装浓硝酸,D 正确。]

7. D [液氨易液化,汽化时吸热,常用于制冷,A 正确;油脂水解可生成甘油,B 正确;二氧化硫能与有色物质反应生成不稳定的无色物质,具有漂白性,C 正确;铜的金属活动性比铁弱,与铁形成原电池时铁作负极被腐蚀,反而加速船体腐蚀,D 错误;故选 D。]
8. B [草酸与酸性 KMnO₄ 溶液反应,MnO₄⁻ 被还原为 Mn²⁺,溶液褪色,说明草酸作还原剂,体现还原性,实验操作及现象与对应结论匹配,A 不符合题意;Zn(OH)₂ 加入过量 NaOH 溶液中,充分搅拌,溶解得到无色溶液,Zn(OH)₂ 能与碱反应,只体现酸性,实验操作及现象与对应结论不匹配,B 符合题意;TiCl₄ 液体和 FeCl₃ 固体分别暴露在潮湿空气中,只有前者会冒“白烟”,说明 TiCl₄ 易水解,所以水解性:TiCl₄>FeCl₃,实验操作及现象与对应结论匹配,C 不符合题意;CrO₃ 加热分解为 Cr₂O₃ 和 O₂,O₂ 能使带火星的木条复燃,说明 CrO₃ 不稳定,热稳定性:CrO₃<Cr₂O₃,实验操作及现象与对应结论匹配,D 不符合题意。]
9. C [由题图可知,a 为 -2 价的氢化物,即 H₂S,b 为 S 单质,c 为 +4 价的氧化物,即 SO₂,d 为 +6 价的氧化物,即 SO₃,e 为 +4 价的含氧酸,即 H₂SO₃,f 为 +6 价的含氧酸,即 H₂SO₄,g 为 +4 价的钠盐,即亚硫酸钠,h 为 +6 价的钠盐,即硫酸钠,i 为 Na₂S。H₂S、SO₂ 均具有还原性,H₂S 不能用浓硫酸干燥,+4 价和 +6 价之间不能形成硫的化合物,故 SO₂ 可以用浓硫酸干燥,A 错误;b 是硫单质,微溶于乙醇,所以不能用乙醇洗涤沾有硫的试管,应用二硫化碳或热的氢氧化钠溶液洗涤,B 错误;SO₂ 可以和 Na₂S 发生归中反应生成 S 单质,C 正确;Na₂SO₃ 是强碱弱酸盐,其溶液呈碱性,g 溶液在空气中久置后,被氧气氧化为 Na₂SO₄ 溶液,该溶液呈中性,则 pH 减小,D 错误。]
10. C [二氧化硫具有还原性,能够使溴水褪色,Br₂+SO₂+2H₂O=H₂SO₄+2HBr,A 正确;二氧化硫为酸性氧化物,能够与水反应生成亚硫酸:SO₂+H₂O $\rightleftharpoons$ H₂SO₃,湿润的蓝色石蕊试纸变红,说明 SO₂ 水溶液显酸性,B 正确;浓硫酸稀释也会产生大量的热,所以烧瓶壁发热,不能说明反应 S₂O₃²⁻(aq)+2H⁺(aq)=S(s)+H₂O(l)+SO₂(g)是放热反应,C 错误;H₂S 溶液产生黄色沉淀是因为 SO₂ 与 H₂S 生成 S 单质:2H₂S+SO₂=3S↓+2H₂O,H₂S 是还原剂,SO₂ 是氧化剂,氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1:2,D 正确。]

[思维纠偏]

- (1)× (2)× (3)× (4)√ (5)× (6)×

命题角度 2

[新题速递]

1. C [“浸出”过程中硫酸可作催化剂催化稻草中的纤维素水解生成葡萄糖,还可作浸取剂与金属氧化物反应得到含金属离子的溶液,A 正确;该流程中所用生物质为稻草,而稻草来源广泛且可再生,B 正确;结合“浸出”后的操作及产物可知,“浸出”时 MnO₂ 被葡萄糖还原为 Mn²⁺,Co₃O₄ 被还原为 Co²⁺,Fe₂O₃ 转化为 Fe³⁺,Fe 的化合价不变,故 Fe 未被还原,C 错误;“沉钴”后的上层清液为 CoS 的饱和溶液,存在 c(Co²⁺)·c(S²⁻)=K_{sp}(CoS)=10^{-20.4},D 正确。]
2. D [富集液中含有两种金属离子 Cd²⁺、Mn²⁺,其浓度相当,加入试剂 X 沉镉,由金属化合物的 K_{sp} 可知,CdCO₃、MnCO₃ 的 K_{sp} 接近,不易分离,则试剂 X 选择含 S²⁻ 的试剂,得到

CdS 滤饼,加入 NaHCO_3 溶液沉锰,发生反应: $\text{Mn}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{MnCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。粉碎工业废料能增大废料与浸出液的接触面积,有利于提高金属元素的浸出率,A 正确;试剂 X 可以是 Na_2S 溶液,B 正确;若先加入 NaHCO_3 溶液进行“沉锰”,由题中信息以及 K_{sp} 数据可知,金属离子 Cd^{2+} 、 Mn^{2+} 浓度相当,则 Cd^{2+} 也会沉淀,后续流程中无法分离 Cd 和 Mn,所以“沉镉”和“沉锰”的顺序不能对换,C 正确;“沉锰”时,发生反应的离子方程式是 $\text{Mn}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{MnCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,D 错误。]

3. A [钢渣用盐酸酸浸后, CaO 、 FeO 、 Fe_2O_3 分别转化成 Ca^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 进入滤液 I 中,则滤渣 I 为 SiO_2 ,根据已知信息, CaC_2O_4 的 K_{sp} 与 FeC_2O_4 的接近,而 $\text{Fe}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ 能溶于水,则要想有效分离 Ca、Fe 元素,滤渣 II 只能是 CaC_2O_4 ,为了防止生成 FeC_2O_4 ,需要将滤液 I 中的 Fe^{2+} 完全转化成 Fe^{3+} 以保证 Fe 元素留在滤液 II 中,因此试剂 X 需氧化 Fe^{2+} ,滤渣 I 用 NaOH 溶液碱浸得到 Na_2SiO_3 溶液,向其中加入试剂 Y 经一系列操作得到 SiO_2 。结合上述分析可知,试剂 X 不能用 Fe 粉, A 错误;向 Na_2SiO_3 溶液中加入酸可得到 H_2SiO_3 , H_2SiO_3 受热分解可得到 SiO_2 ,因此试剂 Y 可以为盐酸,B 正确;“分离”后,Fe 元素在滤液 II 中,C 正确; CaC_2O_4 存在沉淀溶解平衡: $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq})$,若酸浸后滤液 I 的 pH 过小,则 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 与 H^+ 结合导致 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 浓度降低,平衡正向移动,导致 CaC_2O_4 的质量减少,D 正确。]

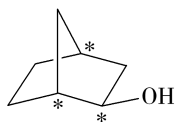
热点五 有机化合物的结构与性质

必考热点 迁移拓展

命题角度 1

[新题速递]

1. B [反应物与产物分子式相同,所以摩尔质量相同,故 A 正确;反应物含碳碳三键,产物含碳碳双键,官能团不同,红外光谱不同,故 B 错误;反应物含碳碳三键、产物含碳碳双键,均能被酸性高锰酸钾氧化,从而使酸性高锰酸钾溶液褪色,故 C 正确;由反应物和产物的结构可知,反应过程中亚甲基($-\text{CH}_2-$)转变为双键结构的一部分,此过程涉及碳氢键的断裂和碳碳双键的形成,故 D 正确;故选 B。]
2. A [糖类中的单糖和二糖不是高分子,油脂也不是高分子, A 错误;蔗糖水解生成葡萄糖和果糖,二者分子式相同、结构不同,互为同分异构体, B 正确;蛋白质水解的最终产物是氨基酸,酶作为催化剂促进反应, C 正确;植物油含不饱和脂肪酸,催化加氢可减少双键,提高饱和度, D 正确。]
3. B [乙腈中存在碳氢单键、碳碳单键和碳氮三键,各原子均满足稳定结构,电子式正确, A 正确;乙腈中甲基碳原子是四面体结构,所有原子不可能共面, B 错误;乙腈与丙炔都是分子晶体且都是极性分子,但乙腈中 C 与 N 形成的键极性更强,乙腈分子极性更强,分子间作用力乙腈大于丙炔,沸点乙腈高于丙炔, C 正确;乙腈中有碳氮三键,能够发生加成反应, D 正确。]
4. B [结合 I 的结构简式可知,其分子式为 C_7H_{10} , A 错误; I 中碳碳双键两端的碳原子形成环,张力较大,不稳定, B 正确;连接 4 个不同基团的碳原子是手性碳原子, II 中含有三个手性碳,如图:



, C 错误; II 经过浓硫酸催化脱水,可以形成

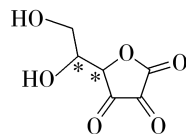


两种物质, D 错误。]

5. A [根据多烯环配合物的结构可知,该多烯环上的 C—H 键为共价键, A 正确;结合该配合物具有芳香性可知,该多烯环

配合物的结构类似苯环的结构,故其中碳碳双键数目不为 8, B 错误;根据该配合物的结构可知,该多烯环上共有 10 个氢原子, C 错误;该多烯环配合物的结构类似苯环的结构,故其能发生取代反应, D 错误。]

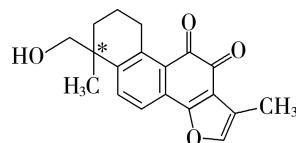
6. C [由抗坏血酸和脱氢抗坏血酸的结构简式可知,二者分子式不同,相对分子质量不同,质谱法能测定相对分子质量,故可用质谱法鉴别二者, A 正确;抗坏血酸分子中含多个羟基,能发生缩聚反应, B 正确;脱氢抗坏血酸中含酯基,能在



NaOH 溶液中水解, C 错误;如图

“*”的两个碳原子为手性碳原子, D 正确。]

7. C [X 是对称结构,两个亚甲基等效,两个羧基等效,核磁共振氢谱有 2 组峰, A 错误;1 mol Y 含有 2 mol 羧基、1 mol 碳溴键,2 mol 羧基能消耗 2 mol NaOH 、1 mol 碳溴键能消耗 1 mol NaOH ,1 mol Y 最多可消耗 3 mol NaOH , B 错误;天冬氨酸含有羧基,能和碱反应生成羧酸盐,含有氨基能和酸反应生成盐,属于两性化合物, C 正确;天冬氨酸含有羧基和氨基,通过缩聚反应可合成聚天冬氨酸, D 错误。]
8. C [根据 X 的结构简式可知,其结构中含有酯基和酰胺基,因此可以发生水解反应, A 错误;有机化合物 Y 中含有一 $-\text{NH}-$ 结构,呈碱性,可以与盐酸发生反应生成盐,生成的盐在水中的溶解性较好, B 错误;有机化合物 Z 中含有苯环和碳碳双键,无饱和碳原子,其所有的碳原子均为 sp^2 杂化, C 正确;随着体系中 $c(\text{Y})$ 增大, Y 在反应中起催化作用,反应初始阶段化学反应速率会加快,但随着反应的不断进行,反应物 X 的浓度不断减小,且浓度的减小占主要因素,反应速率又逐渐减小,即不会一直增大, D 错误。]
9. D [淀粉、纤维素是自然界中广泛分布的两种多糖, A 正确;根据纤维素单链结构,可以发现 1 个纤维素链节中存在 3 个 $-\text{OH}$,链间可以形成较多的氢键,从而无法和 H_2O 形成氢键,因此纤维素难溶于水, B 正确;根据题干信息“纤维素可在低温下溶于 NaOH 溶液”可知,在碱性条件下,链间氢键被破坏,纤维素和水之间形成了较多氢键,从而增大了纤维素在水中的溶解度, C 正确;由题干信息“纤维素可在低温下溶于 NaOH 溶液”可知,低温增大了纤维素在 NaOH 溶液中的溶解性, D 错误。]
10. D [苯环碳、双键碳、羰基碳为 sp^2 杂化, A 错误;分子中含有醚键、酚羟基、酰胺基、碳碳双键 4 种官能团, B 错误;辣椒素中不含羧基,不能与 Na_2CO_3 溶液反应产生 CO_2 , C 错误;1 mol 分子中含有 1 mol 酚羟基和 1 mol 酰胺基,故 1 mol 辣椒素最多能与 2 mol NaOH 发生反应, D 正确。]
11. B [分子中含有 sp^3 杂化的饱和碳原子,且连接了 3 个碳原子,这 4 个碳原子就一定不能共面, A 正确;1 个米格列奈分子中含有一个羧基和一个酰胺基,羧基能与等量的 NaOH 发生中和反应,酰胺基能与等量的 NaOH 发生水解反应,即 1 mol 米格列奈能与 2 mol NaOH 反应, B 错误;米格列奈分子含有的羧基能与氨基酸和蛋白质中的氨基之间脱去水而发生取代反应, C 正确;米格列奈分子含有苯环,可以发生加成反应,含有羧基,能和羟基发生取代(酯化)反应, D 正确。]
12. A [由丹参酮 II B 的结构简式可知,其分子中含有羟基、酮羰基、醚键,共 3 种含氧官能团, A 正确;连有 4 个不同原子或原子团的碳原子称为手性碳原子,



图中标 * 的碳原子为手性碳原

子,只有一个, B 错误;丹参酮 II B 分子中与羟基相连的碳原子的邻位 C 上没有氢原子,故不能发生消去反应, C 错误;丹参酮 II B 分子中含有苯环、呋喃环()、酮羰基,可以和

H₂ 发生加成反应,则 1 mol 该有机物与足量 H₂ 反应最多消耗 7 mol H₂,D 错误。]

[思维纠偏]

(1)× (2)× (3)× (4)× (5)× (6)√ (7)× (8)√

命题角度 2

[新题速递]

1. C [由 I 的结构简式可知,其含有碳碳双键、氨基、酯基 3 种官能团,A 错误;II 中酯基与氨基均为疏水基团,故 II 不溶于水,遇水不能使黏合物分离,B 错误;II 为高分子化合物,相对分子质量大,熔、沸点高,常温下为固态,C 正确;该反应中化合物 I 的碳碳双键断裂,发生加成反应,故该反应为加聚反应,D 错误。]

2. B [1 分子 X 中含有 1 个苯环、2 个酮羰基、1 个碳碳双键,故 1 mol X 最多能和 6 mol H₂ 发生加成反应,A 错误;Y 中只形成单键的碳原子为 sp³ 杂化,形成双键的碳原子为 sp² 杂化,故 sp³ 和 sp² 杂化的碳原子数目比为 2:4=1:2,B 正确;Z 中存在同时连有 3 个碳原子的饱和碳原子,所有碳原子不可能在同一平面上,C 错误;Z 中含有碳碳双键,能与 Br₂ 发生加成反应使 Br₂ 的 CCl₄ 溶液褪色,D 错误。]

3. A [A 与 B 发生加成反应,结合 A 的分子式以及 P 的结构简式,可推出 A 的结构简式为



,A 与 B 反应生成 D,由

P 的结构简式可知,反应物 A 与 B 的化学计量比是 2:1;D 与 E 反应生成高聚物 P 和水。反应物 A 中有 1 个手性碳

原子,如图所示



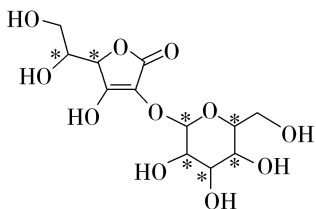
,A 正确;由分析可知,反应物 A 与

B 的化学计量比是 2:1,B 错误;反应物 D 与 E 生成高聚物 P 和水,有小分子生成,为缩聚反应,C 错误;由高分子 P 的结构可知,P 中的酰胺基易水解,导致高分子 P 可降解,即高分子 P 可降解的原因是 C—N 键断裂,D 错误。]

4. D [结合 K 的结构简式可知,K 中环上碳原子均为 sp² 杂化,饱和碳原子均为甲基上的碳原子,所以 K 中不含手性碳原子,A 错误;M 中苯环和羧基中碳原子为 sp² 杂化,甲基上的碳原子为 sp³ 杂化,B 错误;M 中含有羧基,故 M 可与 NaHCO₃ 反应,K 不能与 NaHCO₃ 反应,C 错误;K 中含有羟基、醚键、酮羰基 3 种含氧官能团,M 中含有羟基、醚键、羧基 3 种含氧官能团,故 K、M 共有羟基、醚键、酮羰基、羧基 4 种含氧官能团,D 正确。]

5. B [由反应机理图可知,H⁺ 先消耗,最后又生成,故 H⁺ 为该反应的催化剂,A 正确;由化合物 A 的结构可知,其存在 6 种不同化学环境的氢原子,故其一溴代物有 6 种,B 错误;由图可知,C 转化为 D 时,苯基重排,而甲基仍位于原来的碳原子上,故步骤 III 中苯基迁移能力强于甲基,C 正确;化合物 E 含酚羟基,能发生氧化反应和取代反应,含有苯环,能发生加成反应,D 正确。]

6. B [AA2G 分子中含有碳碳双键,能与溴发生加成反应而使溴水褪色,A 错误;AA2G 分子中含有羟基,能与乙酸发生酯化反应,B 正确;AA2G 分子中含有酯基,酯基可在氢氧化钠溶液中发生水解反应,C 错误;如图



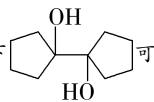
中“*”所示,AA2G 分子中含有

7 个手性碳原子,D 错误。]

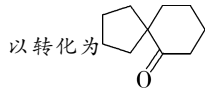
7. B [反应物中含有苯环结构,属于芳香醇,与乙二醇不互为同系物,A 正确;碳原子上连有四个不同的原子或原子团时,该碳原子为手性碳原子,反应物分子中有两个手性碳原子,

B 错误;主、次产物的结构中氢原子化学环境种类不同,因此通过核磁共振氢谱可以验证反应产物的主、次关系,C 正确;

类比邻二醇分子内重排水原理,酸性条件下

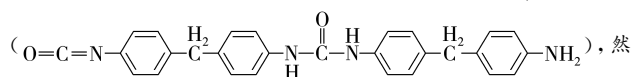


以转化为



,D 正确。]

8. D [合成聚脲 W 是先通过 1 分子的有机物 M 和 1 分子的有机物 N 发生氨基和氮碳双键加成生成有机物 H



后有有机物 H 自身不断通过氨基和氮碳双键加成合成聚脲 W。

有机物 M (O=C=N—C₆H₄—C₆H₄—N=C=O) 分子中

有三种处于不同化学环境的氢原子,所以 M 的核磁共振氢谱有 3 组峰,A 错误;同系物必须含有相同种类和相同个数的官能团,有机物 N 分子中含有两个氨基,但是苯胺分子中只有一个氨基,它们的分子式不是相差若干个 CH₂,所以它们不是同系物,B 错误;由上述分析可知反应 2 是加成反应形成的聚合,没有水生成,所以不是缩聚反应,C 错误;有机物 W 的结构中含有大量 N—H,所以分子之间可以形成氢键,该分子是线型分子,然后分子之间再形成大量氢键,可以减小分子之间的间隙,导致水分子难以渗入,D 正确。]

板块三 物质结构与性质

热点六 物质结构与性质

必考热点 迁移拓展

命题角度 1

[新题速递]

1. D [X、Y、Z 的原子序数依次增大且均为长周期主族元素。X 的价层电子数为 4(ⅣA 族),Y 有一个未成对电子(可能为 I A 族或ⅦA 族元素),Z⁺ 的 4p 轨道填满,说明 Z 的原子序数为 37,即 Rb,根据原子序数依次增大,可确定 X 为 Ge,Y 为 Br。X 为 Ge,Y 为 Br,Z 为 Rb,不属于同一周期,A 错误;X 为 Ge,Y 为 Br,Z 为 Rb,金属性最强的元素为 Rb,所以最高价氧化物对应水化物碱性最强的是 Z,B 错误;X 为 Ge,单质为金属晶体;Y 为 Br,单质为分子晶体;Z 为 Rb,单质为金属晶体;Ge 原子半径较小,而且价电子数多,金属键较强,熔点较高,所以单质熔点最高的是 X,C 错误;电子层数越多的,原子半径越大,X、Y 为第四周期元素,Z 为第五周期元素,所以 Z 的原子半径最大,D 正确。]

2. A [M 是原子半径最小的元素,为 H,Q 是形成物质种类最多的元素,则为 C,R 是地壳中含量最高的元素,为 O,T、X、Y 同周期且原子序数递增,Q(C)和 X 均与 Y 相邻,结合 Z 的原子序数 Z=M+R+T=1+8+T,Z≤20,得 T=11(Na),Z=20(Ca)。又因为 T、X、Y 同周期,Q、X 均与 Y 相邻,可推出 Q(C)与 Y(Si)同主族相邻,X(Al)与 Y(Si)相邻且 T(Na)、X(Al)、Y(Si)同属第三周期,故推出 M 为 H、Q 为 C、R 为 O、T 为 Na、X 为 Al、Y 为 Si、Z 为 Ca,据此解答。H 与 Ca 形成 CaH₂,为活泼金属形成的氢化物,为离子化合物,A 正确;同周期主族元素的原子半径从左到右逐渐减小,同主族元素的原子半径从上到下逐渐增大,R 为 O、T 为 Na、X 为 Al,则它们的原子半径大小为 O<Al<Na,即 R<X<T,B 错误;QR₂ 为 CO₂,为直线形的非极性分子,C 错误;同周期主族元素电负性从左到右逐渐增大,同主族电负性从下到上逐渐增大,Q 为 C、R 为 O、Y 为 Si,则电负性:Si<C<O,正确顺序为 Y<Q<R,D 错误。]

3. D [W、X、Y、Z 是原子序数依次增大的短周期元素,由 X、Z 位于同一主族,X、Z 形成 2 个共价键知 X 为 O、Z 为 S;W 可

形成1个共价键,Y可形成5个共价键,结合原子序数关系知,W为H、Y为P。同主族元素从上到下电负性逐渐减小,同周期主族元素从左到右电负性逐渐增大,故电负性: $O>S>P$,A正确;该化合物中P形成4个 σ 键,无孤电子对,S形成2个 σ 键,有2个孤电子对,故P和S均采取 sp^3 杂化,B正确;基态H原子的价层电子排布式为 $1s^1$,基态O原子的价层电子排布式为 $2s^2 2p^4$,基态P原子的价层电子排布式为 $3s^2 3p^3$,则未成对电子数: $H<O<P$,C正确;同主族元素从上到下第一电离能逐渐减小,同周期主族元素从左到右第一电离能呈增大趋势,但第IIA族、VA族例外,故第一电离能: $O>S, P>S$,D错误。]

4. D [Y的最外层电子数是内层的3倍,则Y的最外层电子数为6,Y为O,X和Y的最外层电子数之和等于Z的最外层电子数,则X的最外层电子数应为1,且原子序数小于氧元素,则X为H,Z的最外层电子数为7,则Z为Cl,M的价层电子排布是 $3d^{10} 4s^2$,M是Zn,综上所述:X为H、Y为O、Z为Cl、M是Zn。元素非金属性越强,电负性越大, H_2O 中O为负化合价,因此X(H)的电负性小于Y(O),A错误;Y(O)的单质 O_2 是非极性分子,但 O_3 是极性分子(V形结构导致偶极矩不为零),B错误;X(H)、Y(O)、Z(Cl)形成的化合物如HClO,属于弱电解质,并非全部为强电解质,C错误;M为Zn,比Fe活泼,镶嵌Zn会通过牺牲阳极保护铁管,使其不易被腐蚀,D正确。]

5. B [Z是周期表中电负性最大的元素,Z为F,电子层数为2,未成对电子数为1;X、Y、Z三种元素位于同一短周期且原子序数依次增大,三者的原子核外电子层数之和与未成对电子数之和相等,则X和Y未成对电子数之和为5,X为C和Y为N或X为N和Y为O;化合物分子式为 XY_2Z ,则X和2个Y总化合价为+1价, NO_2F 符合,故X为N,Y为O,Z为F。N、O、F位于同周期,F在最右边,F的原子半径最小,A错误;X为N,Y为O,Z为F,同周期主族元素、从左往右,第一电离能呈增大趋势,N的2p轨道半充满,第一电离能大于O,故三者中O的第一电离能最小,B正确;X为N,N的最高正化合价为+5,C错误;X为N,Z为F, NF_3 和 NH_3 的中心原子均为 sp^3 杂化,孤电子对数均为1,前者成键电子对离中心原子N较远,成键电子对之间的斥力较小,键角较小,D错误。]

6. D [已知X、Y和Z都是短周期元素,X、Y的价电子数相等,X形成5个共价键、Y形成3个共价键,Y的2p轨道半充满,则Y为N,X为P,Z形成1个共价键,且Z的最外层只有1个未成对电子,又X、Z电子层数相同,则Z为Cl。同周期主族元素从左到右,第一电离能整体呈增大的趋势,故第一电离能: $P<Cl$,A错误;N和P的简单氢化物分别为 NH_3 和 PH_3 ,电负性: $N>P$,则 NH_3 中成键电子对更靠近中心原子N,成键电子对间斥力更大,键角更大,故键角: $NH_3>PH_3$,B错误;元素的非金属性越强,则其对应最高价含氧酸的酸性越强,非金属性: $Cl>N>P$,故最高价含氧酸的酸性: $HClO_4>HNO_3>H_3PO_4$,C错误;N可形成 NO 、 NO_2 等多种氧化物,P可形成 P_2O_5 、 P_4O_6 等多种氧化物,Cl可形成 Cl_2O 、 ClO_2 等多种氧化物,D正确。]

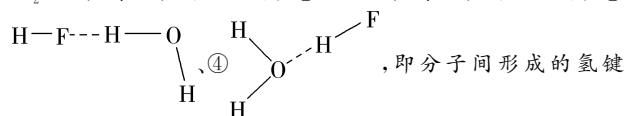
7. D [由已知信息可推出Q、W、X、Y、Z分别为B、C、N、F、Na。 BF_3 的中心B原子的价层电子对数为 $3+\frac{3-3\times 1}{2}=3$,无孤电子对,其空间结构为平面正三角形,正、负电荷中心重合,因此 BF_3 为非极性分子,A错误;NaF为离子晶体,B错误;同周期元素从左向右,原子半径逐渐减小,同主族元素从上到下,原子半径逐渐增大,因此原子半径: $Na>Li>C$,C错误; N_2 中N原子之间为三键,因此1个 N_2 分子中有2个 π 键,D正确。]

8. D [Y可形成5个共价键,Z可形成3个共价键,Z和Y同族,Y原子序数比Z大,即Z为N元素,Y为P元素,W可形成4个共价键,原子序数比N小,即W为C元素,R可形成

1个共价键,原子序数比C小,即R为H元素,X可形成2个共价键,原子序数在N和P之间,即X为O元素,综上:R为H元素、W为C元素、Z为N元素、X为O元素、Y为P元素。由于 NH_3 可形成分子间氢键,而 PH_3 不能,因此沸点: $NH_3>PH_3$,故A错误;W为C元素、Z为N元素,由于非金属性: $C<N$,因此最高价氧化物对应的水化物的酸性: $H_2CO_3<HNO_3$,故B错误;同周期主族元素从左到右第一电离能呈增大趋势,第IIA族、第VA族元素的第一电离能大于同周期相邻元素,即第一电离能: $C<O<N$,故C错误; NO_3^- 的中心原子的价层电子对数为 $3+\frac{5+1-2\times 3}{2}=3$,属于 sp^2 杂化, NO_3^- 的空间结构为平面三角形, CO_3^{2-} 的中心原子的价层电子对数为 $3+\frac{4+2-2\times 3}{2}=3$,属于 sp^2 杂化, CO_3^{2-} 的空间结构为平面三角形,故D正确。]

9. A [X的最外层电子数等于内层电子数,则X的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2$,X为Be元素,W只能形成一个共价键,结合W的位置可知W为H元素,Y是有机物分子骨架元素,则Y为C元素,Q和W能形成两种室温下常见的液态化合物,则Q为O元素,则Z为N元素,据此解答。同一周期,从左到右,主族元素的第一电离能呈增大的趋势,N中2p轨道为半充满结构,较为稳定,第一电离能大于同周期与之相邻的元素,则第一电离能: $C<O<N$,故A错误;该化合物中O的电负性较大,可以和H之间形成氢键,故B正确;Be和Al处在元素周期表的对角线上,具有相似的化学性质,如 $Be(OH)_2$ 、 $Al(OH)_3$ 都具有两性,故C正确;H、N、O可以形成离子化合物,如 NH_4NO_3 ,故D正确。]

10. C [Y的核外电子占5个原子轨道且有2个未成对电子,则Y的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^1$,则Y为O,Y与W同主族,W为S;X的核电荷数等于W的最外层电子数,X为C;X、Y、Z同周期,则Z为F,综上所述,X、Y、Z、W依次为C、O、F、S。一般来说,同周期主族元素从左往右,电负性逐渐变大,同主族元素从上到下,电负性逐渐变小,元素的电负性: $S<O<F$,A错误; $WY_2(SO_2)$ 的中心原子S的价层电子对数是 $2+\frac{6-2\times 2}{2}=3$,含有1个孤电子对,空间结构为V形, $XY_2(CO_2)$ 的中心原子C的价层电子对数是 $2+\frac{4-2\times 2}{2}=2$,无孤电子对,空间结构为直线形,B错误;Y的氢化物为 H_2O ,Z的氢化物为HF,二者混合时,形成的氢键包括:① H_2O 分子间的氢键、②HF分子间的氢键、③



有4种,C正确;X(C)的最高价氧化物对应水化物为 H_2CO_3 (弱酸),W(S)的为 H_2SO_4 (强酸),D错误。]

11. B [原子序数依次增大的五种短周期元素X、Y、Z、W、M,只有Y、Z、W处于同一周期,X形成1个共价键,则X为H;Y形成4个共价键,Z形成3个共价键,W形成2个共价键,则Y、Z、W依次为C、N、O,M形成5个共价键,则M为P。同周期从左向右,主族元素原子半径逐渐减小,同主族元素从上到下,原子半径逐渐增大,则原子半径: $Y>Z>W$,A正确;图中键角 α 中的N、 β 中的C、 γ 中的O的价层电子对数都为4,都采取 sp^3 杂化,孤电子对数依次为1、0、2,由于斥力:孤电子对—孤电子对>孤电子对—成键电子对>成键电子对—成键电子对,故键角: $\beta>\alpha>\gamma$,B错误;一般来说,同周期主族元素从左到右,电负性逐渐增大,同主族元素从上到下,电负性逐渐减小,所以电负性: $O>N>P$,即 $W>Z>M$,C正确;同周期主族元素从左到右,第一电离能呈增大趋势,但N原子2p轨道为半充满较稳定状态,其第一电离能大于O,所以第一电离能: $N>O>C$,即 $Z>W>Y$,D正确。]

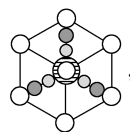
命题角度 2

[新题速递]

1. A [石蜡油的成分主要是高碳烷烃, 相对分子质量大, 分子间作用力大, 导致黏度大, 因此石蜡油流动性比水小的原因是分子间作用力比水分子间作用力大, A 错误; NH_3 中 N 有一个孤电子对, 能与水提供的 H^+ 结合, 从而释放 OH^- , 因此 NH_3 溶于水显碱性, B 正确; F 的电负性大于 O, OF_2 中 F 显负电性, O 显正电性, H_2O 中 O 显负电性, H_2O 中 O 容易转移电子给 OF_2 中 O, 因此 OF_2 可以氧化 H_2O , C 正确; 石墨是层状结构, 石墨层间靠范德华力维系, 范德华力较弱, 导致层与层之间容易滑动, 故石墨具有润滑性, D 正确。]
2. C [$-\text{CH}_3$ 是推电子基团, 使乙酸中羟基的极性减弱, 乙酸性弱于甲酸, A 正确; $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+$ 的体积大于 NH_4^+ , 导致其硝酸盐的晶格能较小、熔点更低, B 正确; Fe 熔点高于 Na 是因为 Fe 的金属键更强, 而不是因为 Fe 的金属性比钠弱, 金属性是金属失电子的能力, 与金属熔点无关, C 错误; H_2O 分子间氢键使其沸点高于 H_2S , D 正确。]
3. A [由图中数据可知, 氮氮键的键长: $\text{N}_2\text{O} < \text{N}_2\text{O}_3$, 则氮氮键的键能: $\text{N}_2\text{O} > \text{N}_2\text{O}_3$, A 正确; 二者均为分子构成的物质, 分子间作用力: $\text{N}_2\text{O}_3 < \text{N}_2\text{O}_4$, 熔点: $\text{N}_2\text{O}_3 < \text{N}_2\text{O}_4$, B 错误; N_2O_4 为对称的平面结构, 极性较弱, 而 N_2O 结构不对称, 正负电荷中心不重合, 属于极性分子, 故分子极性: $\text{N}_2\text{O}_4 < \text{N}_2\text{O}$, C 错误; N_2O_3 结构为 $\text{O}=\text{N}-\text{NO}_2$, 中心原子 N 的孤电子对数为 $\frac{5-2\times 1-1\times 1}{2}=1$, 价层电子对数为 3, 中心原子 N 为 sp^2 杂化, 受孤电子对影响, 键角略小于 120° ; 而 N_2O_4 的中心原子 N 的孤电子对数为 $\frac{5-2\times 2-1\times 1}{2}=0$, 价层电子对数为 3, 也是 sp^2 杂化, 没有孤电子对的影响, 故键角: $a < b$, D 错误。]
4. D [NH_3 中 N 的价层电子对数为 $3+\frac{1}{2}(5-3\times 1)=3+1=4$, 为 sp^3 杂化, 键角为 107° , NO_3^- 中 N 的价层电子对数为 $3+\frac{1}{2}(5+1-3\times 2)=3+0=3$, 为 sp^2 杂化, 键角为 120° , 故键角: $\text{NH}_3 < \text{NO}_3^-$, A 项错误; NH_2OH 为分子晶体, $[\text{NH}_3\text{OH}]\text{Cl}$ 为离子晶体, 故熔点: $\text{NH}_2\text{OH} < [\text{NH}_3\text{OH}]\text{Cl}$, B 项错误; 由题可知, 25°C 下, $K_b(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) > K_b(\text{NH}_2\text{OH})$, 故 NH_2OH 的碱性比 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 弱, 故同浓度的水溶液中, $[\text{NH}_3\text{OH}]^+$ 的水解程度大于 NH_4^+ 的水解程度, 同浓度水溶液的 pH: $[\text{NH}_3\text{OH}]\text{Cl} < \text{NH}_4\text{Cl}$, C 项错误; O 的电负性大于 N, O—H 键的极性大于 N—H 键, 故羟胺分子间氢键的强弱: $\text{O}-\text{H}\cdots\text{O} > \text{N}-\text{H}\cdots\text{N}$, D 项正确。]
5. A [由所给分子结构图可知, P 和 Q 分子都呈对称结构, 正负电荷中心重合, 都是非极性分子, A 错误; 同周期主族元素, 从左到右第一电离能呈增大趋势, 氮原子的 2p 轨道为较稳定的半充满结构, 第一电离能大于同周期相邻元素, 则第一电离能由小到大的顺序为 $\text{B} < \text{C} < \text{N}$, B 正确; 由所给分子结构可知, P 分子式为 $\text{C}_{24}\text{H}_{12}$, Q 分子式为 $\text{B}_{12}\text{N}_{12}\text{H}_{12}$, P、Q 分子都含 156 个电子, 故 1 mol P 和 1 mol Q 所含电子数目相等, C 正确; 由所给分子结构可知, P 和 Q 分子中 C、B 和 N 均与其他三个原子成键, P 和 Q 分子呈平面结构, 故 P 和 Q 分子中 C、B 和 N 均为 sp^2 杂化, D 正确。]
6. D [N_2 的键能大于 O_2 , 因此, 相同条件下 N_2 比 O_2 稳定, A 正确; N_2O 与 NO_2^+ 均为 CO_2 的等电子体, 故其均为直线形分子, 两者空间构型相同, B 正确; N_2O 的中心原子是 N, 其在催化剂作用下可分解为 O_2 和 N_2 , 说明 N_2O 中 N—O 键比 N—N 键更易断裂, C 正确; N_2O 中 σ 键和大 π 键的数目均为 2, 因此, σ 键和大 π 键的数目相等, D 错误。]

命题角度 3

[新题速递]



1. A [沿晶胞体对角线方向投影得到的投影图为

A 错误; 由题图可知, 与 Ag 直接相连的原子有 4 个, 晶胞中 B 位于顶点, 个数为 $8\times\frac{1}{8}=1$, 与 B 直接相连的原子有 4 个, 故 Ag 与 B 均为 sp^3 杂化, B 正确; 晶体中与 Ag 最近且距离相等的 Ag 分别位于该晶胞上、下、前、后、左、右相邻 6 个晶胞的体心, C 正确; Ag 和 B 的最短距离为晶胞体对角线长的 $\frac{1}{2}$, 由题目信息知, 该晶胞的密度为 $d\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 设晶胞参数

为 $a\text{ pm}$, 由均摊法知, B 位于晶胞的顶点, 个数为 $8\times\frac{1}{8}=1$, C、N、Ag 均位于晶胞体内, 个数分别为 4、4、1, 则该晶胞的密度为 $\frac{223\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}{(a\times 10^{-10}\text{ cm})^3\cdot N_A\text{ mol}^{-1}}=d\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 解得 $a=\sqrt[3]{\frac{223}{N_A d}}\times 10^{10}$, 故 Ag 和 B 的最短距离为 $\frac{\sqrt{3}}{2}\times\sqrt[3]{\frac{223}{N_A d}}\times 10^{10}\text{ pm}$, D 正确。]

2. A [碘晶体为分子晶体, A 错误; “卤键”是分子间作用力, 液态碘分子间距离较近, 也存在“卤键”(可类比冰和水进行分析, 冰和水中都存在氢键), B 正确; 127 g 碘晶体的物质的量为 0.5 mol, 根据题图可知, 1 个 I_2 形成 4 个“卤键”, 1 个“卤键”被 2 个 I_2 共有, 故 127 g 碘晶体中含有“卤键”的数目为 $0.5\text{ mol}\times 4\times\frac{1}{2}N_A\text{ mol}^{-1}=N_A$, C 正确; 题图方框条件下形成的重复单元的体积为 $abd\times 10^{-30}\text{ cm}^3$, 且上、下层中各含 2 个 I_2 , 故碘晶体的密度为 $\frac{2\times 254}{abd\times N_A\times 10^{-30}}\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, D 正确。]

3. D [该晶体中存在 Fe^{2+} 、 Cl^- 之间的离子键, Fe^{2+} 、 NH_3 中 N 原子之间的配位键(共价键), 还存在分子间作用力, 故为混合晶体, A 项、B 项正确; 该物质溶于水可得到 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 、 Fe^{2+} , 二者反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 难溶物, C 项正确; NH_3 与 Fe^{2+} 形成的配位键不稳定, 该物质容易分解为 FeCl_2 和 NH_3 , 故该化合物的稳定性比 FeCl_2 差, D 项错误。]

4. D [根据题给晶胞结构, 由“均摊法”可知, 每个晶胞中含有 $1+12\times\frac{1}{4}=4$ 个 Bi, 含有 $8+8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}=12$ 个 F, 故该铋氟化物的化学式为 BiF_3 , A 正确; 将晶胞均分为 8 个小立方体, 则晶胞体内的 8 个 F 位于 8 个小立方体的体心, 以 M 为原点建立坐标系, 设 N 的原子分数坐标为 $(0, 0, 1)$, 右前下的顶角 F 原子的原子分数坐标为 $(1, 0, 0)$, 则 T 的原子分数坐标为 $(1, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$, S 的原子分数坐标为 $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{3}{4})$, 故粒子 S、T 之间的距离为 $\sqrt{(1-\frac{1}{4})^2+(\frac{1}{2}-\frac{1}{4})^2+(\frac{1}{2}-\frac{3}{4})^2}$

$\times a\text{ pm}=\frac{\sqrt{11}}{4}a\text{ pm}$, B 正确; 由 A 项分析可知, 每个晶胞中有 4 个 BiF_3 单元, 晶胞体积为 $a^3\times 10^{-30}\text{ cm}^3$, 则晶体密度为 $\frac{4\times 266}{N_A\times a^3\times 10^{-30}}\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}=\frac{1\ 064}{N_A\times a^3\times 10^{-30}}\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, C 正确; 以晶胞体心处铋离子为分析对象, 距离其最近且等距的氟离子有 8 个, D 错误。]

5. B [根据题意, 导电时 Li^+ 发生迁移, 化合价不变, 则 Ti 和 La 的价态不变, A 正确; 根据“均摊法”, 1 个晶胞中含 Ti: $8\times\frac{1}{8}=1$ 个, 含 O: $12\times\frac{1}{4}=3$ 个, 含 La 或 Li 或空位共: 1 个, 则 $x+y=1$ —空位数, 根据化合物中化合价代数和为 0 可得 $x+3y=2$, 若 $x=\frac{1}{3}$, 则 $y=\frac{5}{9}$, 空位数目为 $1-\frac{5}{9}-\frac{1}{3}=0$

$\frac{1}{9}$, Li^+ 与空位数不相等, B 错误; 由立方晶胞的结构可知, 与体心最邻近的 O 原子数为 12, 即位于棱心的 12 个 O 原子, C 正确; 导电时 Li^+ 向正极移动, 即与电流方向相同, 则空位移动方向与电流方向相反, D 正确。]

6. D [LiH 中 H 元素为 -1 价, 由图中 CN_2^{2-} 化合价可知, N 元素为 -3 价, C 元素为 +4 价, 根据反应 $2\text{LiH} + \text{C} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Li}_2\text{CN}_2 + \text{H}_2$ 可知, H 元素由 -1 价升高到 0 价, C 元素由 0 价升高到 +4 价, N 元素由 0 价降低到 -3 价, 由此可知还原剂是 LiH 和 C, A 正确; Li^+ 位于晶胞的面上, 则晶胞中含有的 Li^+ 个数为 $8 \times \frac{1}{2} = 4$, B 正确; 观察位于体心的 CN_2^{2-} 可知, 与它最近且距离相等的 Li^+ 有 8 个, C 正确; CN_2^{2-} 的中心原子 C 原子的价层电子对数为 $2 + \frac{1}{2} \times (4 + 2 - 3 \times 2) = 2$, 且 CN_2^{2-} 与 CO_2 互为等电子体, 可知 CN_2^{2-} 为直线形结构, D 错误。]

7. B [N 是第 V A 族元素, 位于元素周期表的 p 区, A 正确; B 是 5 号元素, 价层电子排布式为 $2s^2 2p^1$, 价层电子的轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 2s & & 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & \\ \hline \end{array}$, B 不正确; 六方氮化硼晶体俗称“白石墨”, 与石墨具有类似的结构, 为层状结构, 硼原子为 sp^2 杂化, C 正确; 六方氮化硼晶体俗称“白石墨”, 与石墨具有类似的结构, 层状结构之间存在范德华力, D 正确。]

8. C [Co_3O_4 与 Fe_3O_4 类似, 则 Co_3O_4 晶体中 Co 元素的化合价为 +2、+3 价, A 正确; 填充在四面体空隙中的 Co 原子配位数为 4, 填充在八面体空隙中的 Co 原子配位数为 6, B 正确; Co 为 27 号元素, 其原子的基态价电子排布式为 $3d^7 4s^2$, C 不正确; 晶胞边长为 $a \text{ nm}$, 晶胞的体积为 $(a \times 10^{-7})^3 \text{ cm}^3$, 根据均摊法, 1 个晶胞中有 3 个 Co、4 个 O, Co_3O_4 的摩尔质量为 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, N_A 为阿伏加德罗常数的值, 则 Co_3O_4 的晶体密度为 $\frac{M}{N_A \times (a \times 10^{-7})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{M \times 10^{21}}{N_A a^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, D 正确。]

板块四 反应变化与规律

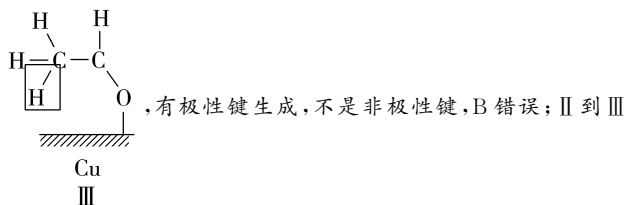
热点七 化学反应(历程)机理、 化学反应速率和限度

必考热点 迁移拓展

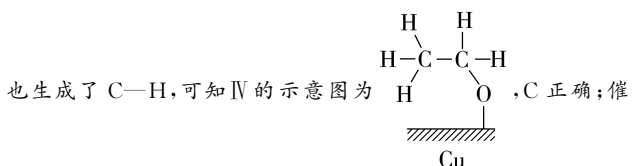
命题角度 1

[新题速递]

1. C [由题图可知, I 到 II 的过程中消耗了氢离子和电子, 属于还原反应, A 错误; II 到 III 的过程中生成了 C—H, 如图



的过程中生成了 C—H, 由 III 结合氢离子和电子可知, III 到 IV



化剂可改变反应的活化能, 增大反应速率, 不能改变反应热, D 错误。]

2. C [由题图可知, 生成物的能量比反应物的高, 则总反应是

吸热反应, A 错误; 化学平衡常数只与温度有关, 而与其他条件无关, 因此两种不同催化剂作用下总反应的化学平衡常数相同, B 错误; 由题图可知, 丙烷被催化剂 a 吸附后能量更低, 则丙烷被催化剂 a 吸附得到的吸附态更稳定, C 正确; 反应的决速步骤为活化能最大的步骤, 即反应进行最慢的步骤, 由题图可以看出, 在 ① 转化为 ② 的进程中, $^*\text{CH}_3\text{CHCH}_3 + ^*\text{H} \rightarrow ^*\text{CH}_3\text{CHCH}_2 + 2^*\text{H}$ 的活化能最大, 因此 ① 转化为 ② 的进程中, 决速步骤为 $^*\text{CH}_3\text{CHCH}_3 + ^*\text{H} \rightarrow ^*\text{CH}_3\text{CHCH}_2 + 2^*\text{H}$ (或写为 $^*\text{CH}_3\text{CHCH}_3 \rightarrow ^*\text{CH}_3\text{CHCH}_2 + ^*\text{H}$), D 错误。]

3. D [由反应历程图可知, 反应 I 反应后相对能量增加 0.05 eV, 体系能量升高, 故反应 I 为吸热过程, A 正确; 反应 II 中 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 脱去的步骤是反应 II 的最后一步, 其活化能为 $3.39 \text{ eV} - 0.70 \text{ eV} = 2.69 \text{ eV}$, B 正确; 反应 III 历程中存在 TS 6 和 TS 7 两个过渡态, 故反应 III 包含 2 个基元反应, C 正确; 整个反应历程中, 活化能最高的步骤是反应 III 中的 TS 7 对应的步骤, 其活化能为 $6.37 \text{ eV} - 3.30 \text{ eV} = 3.07 \text{ eV}$, D 错误。]

4. B [根据反应原理, I 先消耗再生成, 是整个历程的催化剂, II 先生成, 再消耗, 是中间产物, A 错误; 过程中存在 H_2O_2 中 O—O 非极性键的断裂, 以及 O_2 中非极性键的形成; 还存在 O—H 极性键的断裂, 以及 O—C 极性键的形成, B 正确; 过程中 Ti 的化学键 (Ti—O) 始终是 4 个, 配位键不会改变 Ti 的化合价, 故 Ti 元素的化合价不变, C 错误; 反应生成了 H_2O , 且存在 H_2O_2 的分解反应, 原子利用率小于 100%, D 错误。]

命题角度 2

[新题速递]

1. A [起始时 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ 的物质的量为 1 mol, 故体系中 C 原子的物质的量为 3 mol, 550 °C 时曲线 ① 对应物质的物质的量为 5.0 mol, 若为 5.0 mol CO 或 5.0 mol CH_4 , 均会导致 C 原子的物质的量超过 3 mol, 不符合题意, 故曲线 ① 对应的物质应为 H_2 。反应 III 为放热反应, 升高温度, 反应 III 平衡逆向移动, CH_4 的物质的量减小, 故曲线 ② 对应的物质为 CH_4 , 则曲线 ③ 对应的物质为 CO。550 °C 时, CO、 CO_2 、 CH_4 的物质的量分别为 0.4 mol、2.2 mol、0.4 mol, 三者所含 C 原子的物质的量为 0.4 mol + 2.2 mol + 0.4 mol = 3 mol, 根据 C 原子守恒可知此时体系中不存在 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ 。平衡体系中的含 H 物质有 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ 、 H_2 、 H_2O 、 CH_4 , 含 C 物质有 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ 、 CH_4 、CO、 CO_2 , 根据 C 元素守恒有: $1 \text{ mol} \times 3 = 3n(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) + n(\text{CH}_4) + n(\text{CO}) + n(\text{CO}_2)$, 根据 H 元素守恒有: $1 \text{ mol} \times 8 + 9 \text{ mol} \times 2 = 8n(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) + 4n(\text{CH}_4) + 2n(\text{H}_2) + 2n(\text{H}_2\text{O})$, 两式联立, 结合上述分析和图中数据可得 $n(\text{H}_2\text{O}) = 7.2 \text{ mol}$, 故 550 °C 时, H_2O 的平衡转化率为 $\frac{9-7.2}{9} \times 100\% = 20\%$, A 正

确; 由题图知, 550 °C 反应达到平衡时, $n(\text{CO}_2) : n(\text{CO}) = 11 : 2$, B 错误; 其他条件不变, 在 400 ~ 550 °C 范围, 升高温度, 反应 I 的平衡向正反应方向移动, 反应 II 和 III 的平衡向逆反应方向移动, CO_2 的物质的量增加, 说明反应 III 的平衡向逆反应方向移动的程度大于反应 II, 故平衡时 H_2O 的物质的量随温度升高而减小, C 错误; 反应 I 是气体分子数增大的反应, 反应 II 是气体分子数不变的反应, 反应 III 是气体分子数减小的反应, 其他条件不变, 增大压强, 反应 I 的平衡向逆反应方向移动, 反应 II 的平衡不移动, 反应 III 的平衡向正反应方向移动, 平衡时 H_2 的物质的量减小, D 错误。]

2. C [反应达到平衡时, 正、逆反应速率相等, 则对于反应 $\text{M}(\text{g}) \xrightleftharpoons[k_1]{k_{-1}} \text{A}(\text{g})$ 存在关系式: $k_{-1} \cdot x_{\text{M}, \text{平衡}} = k_1 \cdot x_{\text{A}, \text{平衡}}$, 对于反应 $\text{A}(\text{g}) \xrightleftharpoons[k_{-2}]{k_2} \text{N}(\text{g})$ 存在关系式: $k_{-2} \cdot x_{\text{N}, \text{平衡}} = k_2 \cdot x_{\text{A}, \text{平衡}}$, 两式联立可得 $\frac{x_{\text{N}, \text{平衡}}}{x_{\text{M}, \text{平衡}}} = \frac{k_{-1} k_2}{k_1 k_{-2}}$, A 正确; 起始时, x_{M} 和 x_{N} 均

为0, t_1 时, $x_M = x_N$, 则 $0 \sim t_1$ 时间段, 生成 M 和 N 的平均反应速率相等, B 正确; 催化剂不影响平衡移动, 故 $x_{M, \text{平衡}}$ 不变, C 错误; $A(g) \rightarrow M(g)$ 和 $A(g) \rightarrow N(g)$ 均为放热反应, 则升高温度, 平衡均逆向移动, 故 $x_{A, \text{平衡}}$ 变大, D 正确。]

3. C [实验①中, $0 \sim 2$ 小时内平均反应速率 $v(\text{SeO}_4^{2-}) = \frac{(5.0 \times 10^{-5} - 1.0 \times 10^{-5}) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2 \text{ h}} = 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, A 不正确; 实验③中水样初始 $\text{pH} = 8$, 溶液呈弱碱性, 结合氧化还原反应规律可得 $2\text{Fe} + \text{SeO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Se} + 2\text{OH}^-$, B 不正确; 综合分析实验①和②可知, 在相同时间内, 实验①中 SeO_4^{2-} 浓度的变化量大, 因此, 其他条件相同时, 适当增加纳米铁的质量可加快反应速率, C 正确; 综合分析实验②和③可知, 在相同时间内, 实验②中 SeO_4^{2-} 浓度的变化量大, 因此, 其他条件相同时, 适当减小水样初始 pH , SeO_4^{2-} 的去除效果更好, 但若水样初始 pH 太小, 与 H^+ 反应的纳米铁的量增多, 反而影响 SeO_4^{2-} 的去除效果, D 不正确。]

4. A [由题图可知, 3 h 时异山梨醇的浓度继续增大, 15 h 后异山梨醇浓度才不再变化, 所以 3 h 时, 反应②未达到平衡状态, 即正、逆反应速率不相等, 故 A 错误; 题图显示该温度下, 15 h 后所有物质浓度都不再变化, 且此时山梨醇转化完全, 即反应充分, 而 1, 4-失水山梨醇仍有剩余, 即反应②正向进行程度小于反应①, 所以该温度下的平衡常数: ① > ②, 故 B 正确; 由题图可知, 在 $0 \sim 3$ h 异山梨醇的浓度变化量为 $0.042 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$, 所以平均速率 $v(\text{异山梨醇}) = \frac{0.042 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}}{3 \text{ h}} = 0.014 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 故 C 正确; 催化剂只能改变化学反应速率, 不能改变物质的平衡转化率, 所以反应②加入催化剂不改变其平衡转化率, 故 D 正确。]

5. C [已知: ① $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_1 = -286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; ② $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_2 = -1410 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; ③ $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_3 = -44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 由盖斯定律可知, ① $\times 6$ - ② - 4 $\times$ ③ 可得 $2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 6 + 1410 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 4 = -130 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 将 H_2 和 CO_2 按物质的量之比为 1:3 加入 V L 的密闭容器中, 发生反应 $2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 升高温度, 平衡逆向移动, H_2 和 CO_2 的物质的量增大, 由系数关系可知, 曲线 a 表示 H_2 的物质的量分数随温度变化, 曲线 b 表示 CO_2 的物质的量分数随温度变化, 曲线 c 表示 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的物质的量分数随温度变化, 曲线 d 表示 C_2H_4 的物质的量分数随温度变化, A、B 正确; 由 A 可知, 反应 $2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 是放热反应, 升高温度 K 值减小, 则 $K_E > K_F$, C 错误; 曲线 d 表示的是 C_2H_4 物质的量分数随温度变化, $2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 是气体体积减小的反应, 增大压强, 平衡正向移动, C_2H_4 的物质的量分数增大, 则 570 K、0.2 MPa 反应达到平衡状态时, M 点显示的可能是 C_2H_4 的物质的量分数, D 正确。]

5. C [已知: ① $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_1 = -286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; ② $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_2 = -1410 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; ③ $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_3 = -44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 由盖斯定律可知, ① $\times 6$ - ② - 4 $\times$ ③ 可得 $2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 6 + 1410 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 4 = -130 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 将 H_2 和 CO_2 按物质的量之比为 1:3 加入 V L 的密闭容器中, 发生反应 $2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 升高温度, 平衡逆向移动, H_2 和 CO_2 的物质的量增大, 由系数关系可知, 曲线 a 表示 H_2 的物质的量分数随温度变化, 曲线 b 表示 CO_2 的物质的量分数随温度变化, 曲线 c 表示 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的物质的量分数随温度变化, 曲线 d 表示 C_2H_4 的物质的量分数随温度变化, A、B 正确; 由 A 可知, 反应 $2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 是放热反应, 升高温度 K 值减小, 则 $K_E > K_F$, C 错误; 曲线 d 表示的是 C_2H_4 物质的量分数随温度变化, $2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 是气体体积减小的反应, 增大压强, 平衡正向移动, C_2H_4 的物质的量分数增大, 则 570 K、0.2 MPa 反应达到平衡状态时, M 点显示的可能是 C_2H_4 的物质的量分数, D 正确。]

热点八 电化学

必考热点 迁移拓展

命题角度 1

[新题速递]

1. D [由题图可知, 断开 K_2 , 闭合 K_1 时, 该装置为电解池, 电极 a 为阳极, 水失去电子发生氧化反应生成氧气: $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$, 电极 b 为阴极, 水得到电子发生还原反应生成氢气: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$; 一段时间后断开 K_1 , 闭合 K_2 , 则形成氢氧燃料电池, 电极 a 氧气发生还原

反应, 为正极, 电极 b 氢气发生氧化反应, 为负极。闭合 K_1 时, 该装置为电解池, 阴离子向阳极电极 a 移动, A 正确; 闭合 K_1 时, 电极 b 为阴极, 水得到电子发生还原反应生成氢气: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$, 使溶液显碱性, 则电极 b 附近溶液变为红色, B 正确; 闭合 K_2 时, 电极 a 为正极, C 正确; 闭合 K_2 后短时间内, 电极 b 为负极, 氢气失去电子发生氧化反应生成水: $\text{H}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = 2\text{H}_2\text{O}$, D 不正确。]

2. B [从题图中可看出, 该装置为原电池, 电极 a 上 $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2$, N 元素化合价由 +5 价降低为 0 价, 得电子, 发生还原反应, 为正极, 电极反应为 $2\text{NO}_3^- + 10\text{e}^- + 12\text{H}^+ = \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, 电极 b 为负极, 发生失去电子的氧化反应, 电极反应为 $(\text{CH}_2\text{O})_n - 4\text{ne}^- + n\text{H}_2\text{O} = n\text{CO}_2 \uparrow + 4n\text{H}^+$ 。该装置是原电池, 由化学能转化为电能, A 错误; 由分析可知, 电极 a 为正极, 电极 b 为负极, B 正确; 原电池中电子转移方向为外电路中由负极经导线到正极, 该装置中电极 b 为负极、电极 a 为正极, 故电子从电极 b 经过负载到电极 a, 电子不会经过电解质溶液, C 错误; 每 1 mol $(\text{CH}_2\text{O})_n$ 参与反应时, 转移 $4n$ mol 电子, D 错误。]

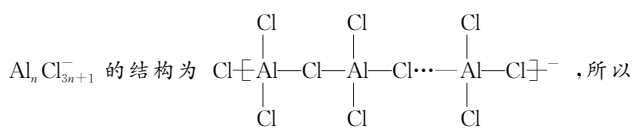
3. D [放电时, 该电池为原电池, 阳离子向正极移动, 由题图可知, Li^+ 向 b 极移动, 则 b 极为正极, a 极为负极; 充电时为电解池, a 极为阴极, 阴极上 Li^+ 得电子发生还原反应, b 极为阳极。根据 Li^+ 移动方向可知: b 极为正极, a 极为负极; 充电时, b 极为阳极, a 极为阴极, 故 b 极电势高于 a 极, A 正确; 放电时, 电子由负极 a 流出, 经外电路负载流入正极 b, B 正确; 充电时, b 极为阳极, 失去电子, 电极反应为 $\text{LiLaZrTaO} - x\text{e}^- = x\text{Li}^+ + \text{Li}_{1-x}\text{LaZrTaO}$, C 正确; 放电时, 外电路通过 1 mol 电子时, b 极增加 1 mol Li^+ , 质量增加 7 g, a 极减少 1 mol Li^+ , 质量减少 7 g, 充电时, 外电路通过 1 mol 电子时, b 极失去电子迁移 1 mol Li^+ 到 a 极, b 极质量减少 7 g, a 极 1 mol Li^+ 得到电子, 质量增加 7 g, 两电极质量变化差值为 14 g, D 错误。]

4. D [由题意知, 左侧装置为原电池, 电极 1 发生氧化反应, 则电极 1 为负极, 电极反应为 $\text{Mg} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2$, 电极 2 为正极, 电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$, 电极 3、4 分别为阳极、阴极, 电极反应分别为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ 。将催化剂生长在泡沫镍电极上, 可增大催化剂与反应物的接触面积, 提高催化效率, A 正确; 由上述分析可知, 电极 1 为原电池负极, 故外电路中电子从电极 1 经外电路流向电极 4, B 正确; 由上述分析可知, 电极 3 的反应为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, C 正确; 根据得失电子守恒可知, 理论上, 电路中每通过 2 mol 电子, 电极 2 和电极 4 均产生 1 mol H_2 , 共产生 2 mol H_2 , D 错误。]

5. C [根据电池中所含物质可知, 能形成的自发氧化还原反应只有 $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$, 因此氧化剂 Fe^{3+} 所在电极区的 b 极为正极, 电极材料为石墨, 则 a 极为负极, 电极材料为负载铁的石墨。隔膜需防止右侧的 Fe^{3+} 进入左侧, 应使用阴离子交换膜, A 错误; 由上述分析知, 放电时 a 极为负极, B 错误; 充电时的总反应为 $3\text{Fe}^{2+} \xrightarrow{\text{通电}} \text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+}$, 消耗 Fe^{2+} , 故隔膜两侧溶液 Fe^{2+} 浓度均减小, C 正确; 根据放电的总反应: $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$ 知, Fe^{3+} 每减少 1 mol, Fe^{2+} 总量相应增加 1.5 mol, D 错误。]

6. B [放电时, 负极发生反应: $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4$, 正极发生反应: $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$; 充电时, 阴极反应为 $\text{PbSO}_4 + 2\text{e}^- = \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$, 阳极反应为 $\text{Fe}^{2+} - \text{e}^- = \text{Fe}^{3+}$ 。由上述分析可知, 放电时, 负极由 Pb 变为 PbSO_4 , 电极质量增加, A 错误; 储能过程为充电过程, 充电过程中电能转化为化学能, B 正确; 放电时, 阳离子向电池正极移动, 故放电时左侧 H^+ 通过质子交换膜移向右侧, C 错误; 充电过程的总反应为 $\text{PbSO}_4 + 2\text{Fe}^{2+} = \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{3+}$, D 错误。]

7. D [根据题中工作原理图可推知放电时铝为负极, 硫为正极。

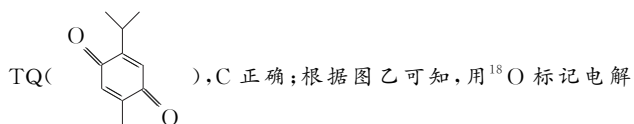
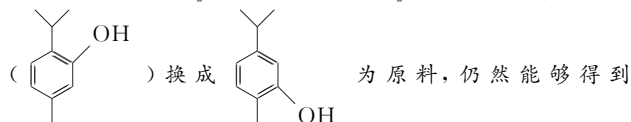


含 $4n$ 个 $\text{Al}-\text{Cl}$ 键, A 正确; 由 $\text{Al}_n\text{Cl}_{3n+1}^-$ 的结构可知, 同时连接 2 个 Al 原子的 Cl 原子有 $(n-1)$ 个, B 正确; 由电池总反应可知充电时, 再生 1 mol Al 单质需由铝离子得到电子生成, 所以至少转移 3 mol 电子, C 正确; 由总反应可知放电时间越长, 负极铝失去电子生成的铝离子越多, 所以 n 值大的 $\text{Al}_n\text{Cl}_{3n+1}^-$ 浓度越高, D 错误。

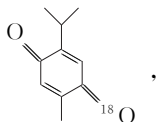
命题角度 2

[新题速递]

1. D [电极 b 发生 $\text{TY} \rightarrow \text{TQ}$, 发生加氧去氢的反应, 即发生氧化反应, 电极 b 为阳极, 电极 a 为阴极, 阴极上氢离子得电子生成 H_2 。电解时阳离子向阴极移动, 则 H^+ 从右室向左室移动, A 正确; 根据图乙可知, 电极 b 所在区域 TY 是反应物, TQ 是生成物, 电极 a 中水是反应物, H_2 为生成物, 总反应方程式为 $\text{TY} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{TQ} + 2\text{H}_2 \uparrow$, B 正确; 将 TY



液中的水, 可得到 ^{18}O 在环上甲基的邻位上



D 错误。

2. B [由装置图可知, 该装置中有直流电源, 为电解池, 则 $\text{Li}_x\text{CoO}_2 (x < 1)$ 转化为 LiCoO_2 过程中, Co 元素化合价由 $+(4-x)$ 价降为 $+3$ 价, Li_xCoO_2 得电子发生还原反应, 为阴极, 电极反应式为 $\text{Li}_x\text{CoO}_2 + (1-x)\text{e}^- + (1-x)\text{Li}^+ \rightleftharpoons \text{LiCoO}_2$, Pt 电极为阳极, 失电子, 发生氧化反应, 电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ 。由分析知, Li_xCoO_2 电极上发生的反应: $\text{Li}_x\text{CoO}_2 + (1-x)\text{e}^- + (1-x)\text{Li}^+ \rightleftharpoons \text{LiCoO}_2$, A 错误; 由电极反应式可知, 产生标准状况下 5.6 L (即 0.25 mol) O_2 时转移 1 mol 电子, 理论上转化 $\frac{1}{1-x}$ mol 的

Li_xCoO_2 , B 正确; SO_4^{2-} 为阴离子, 应向阳极移动, 即向 Pt 电极迁移, C 错误; 由阳极电极反应式可知, 电解过程中, 阳极产生 H^+ 、消耗 H_2O , 溶液的酸性增强, 则阳极附近 pH 降低, D 错误。

3. B [由题中电解原理图可知, Ni 电极产生氢气, 作阴极, 发生还原反应, 电解质溶液为 KOH 溶液, 则电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$; Pt 电极 $\text{C}_3\text{N}_8\text{H}_4$ 失去电子生成 $\text{C}_6\text{N}_{16}^{4-}$, 作阳极, 电极反应为 $2\text{C}_3\text{N}_8\text{H}_4 + 8\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_6\text{N}_{16}^{4-} + 8\text{H}_2\text{O}$, 同时, Pt 电极还伴随少量 O_2 生成, 电极反应为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。由分析可知, Ni 电极为阴极, Pt 电极为阳极, 电解过程中, 阴离子向阳极移动, 即 OH^- 向 Pt 电极移动, A 错误; 由分析可知, Pt 电极 $\text{C}_3\text{N}_8\text{H}_4$ 失去电子生成 $\text{C}_6\text{N}_{16}^{4-}$, 电解质溶液为 KOH 溶液, 电极反应为 $2\text{C}_3\text{N}_8\text{H}_4 + 8\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_6\text{N}_{16}^{4-} + 8\text{H}_2\text{O}$, B 正确; 由分析可知, 阳极主要反应为 $2\text{C}_3\text{N}_8\text{H}_4 - 4\text{e}^- + 8\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{C}_6\text{N}_{16}^{4-} + 8\text{H}_2\text{O}$, 阴极反应为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$, 则电解过程中发生的总反应主要为 $2\text{C}_3\text{N}_8\text{H}_4 + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{C}_6\text{N}_{16}^{4-} + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2 \uparrow$, 反应消耗 OH^- , 生成 H_2O , 电解一段时间后, 溶液 pH 降低, C 错误; 根据电解总反应: $2\text{C}_3\text{N}_8\text{H}_4 +$

$4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{C}_6\text{N}_{16}^{4-} + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2 \uparrow$ 可知, 每生成 1 mol H_2 , 生成 0.5 mol $\text{K}_4\text{C}_6\text{N}_{16}$, 但 Pt 电极伴随少量 O_2 生成, 发生电极反应: $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 则生成 1 mol H_2 时得到的部分电子由 OH^- 放电产生的 O_2 提供, 所以生成 $\text{K}_4\text{C}_6\text{N}_{16}$ 的物质的量小于 0.5 mol, D 错误。]

4. B [多孔电极 1 上 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 发生得电子的还原反应转化成 $\text{H}_2(\text{g})$, 多孔电极 1 为阴极, 电极反应为 $2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2 + 2\text{O}^{2-}$; 多孔电极 2 上 O^{2-} 发生失电子的氧化反应转化成 $\text{O}_2(\text{g})$, 多孔电极 2 为阳极, 电极反应为 $2\text{O}^{2-} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow$ 。电极 1 的多孔结构能增大电极的表面积, 增大与水蒸气的接触面积, A 项正确; 根据分析, 电极 2 为阳极, 发生氧化反应: $2\text{O}^{2-} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow$, B 项错误; 工作时, 阴离子 O^{2-} 向阳极移动, 即 O^{2-} 从多孔电极 1 迁移到多孔电极 2, C 项正确; 根据分析, 电解总反应为 $2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2 + \text{O}_2$,

分解 2 mol H_2O 转移 4 mol 电子, 则理论上电源提供 2 mol 电子能分解 1 mol H_2O , D 项正确。]

5. C [右侧溶液为饱和食盐水, 右侧电极产生气体, 则右侧电极为阳极, Cl^- 放电产生氯气, 电极反应为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow$; 左侧电极为阴极, 发生还原反应, Fe_2O_3 在碱性条件下转化为 Fe , 电极反应为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe} + 6\text{OH}^-$; 中间为阳离子交换膜, Na^+ 由阳极向阴极移动。由分析可知, 阳极反应为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow$, A 正确; 由分析可知, 阴极反应为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe} + 6\text{OH}^-$, 消耗水产生 OH^- , 阴极区溶液中 OH^- 浓度逐渐升高, B 正确; 由分析可知, 理论上每消耗 1 mol Fe_2O_3 , 转移 6 mol 电子, 产生 3 mol Cl_2 , 同时有 6 mol Na^+ 由阳极转移至阴极, 则阳极室溶液减少 $3 \times 71 \text{ g} + 6 \times 23 \text{ g} = 351 \text{ g}$, C 错误; 由分析可知, 理论上每消耗 1 mol Fe_2O_3 , 转移 6 mol 电子, 有 6 mol Na^+ 由阳极转移至阴极, 阴极室物质最多增加 $6 \times 23 \text{ g} = 138 \text{ g}$, D 正确。]

6. C [由题图可知, 放电时 Zn 作负极, 电极反应为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$, 多孔碳作正极, 电极反应为 $\text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$; 充电时 Zn 作阴极, 电极反应为 $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn} + 4\text{OH}^-$, 多孔碳作阳极, 电极反应为 $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 。放电时该装置是原电池, 负极反应为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$, 是自发进行的氧化还原反应, A 正确; 放电时, Zn 电极的电极反应为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$, 消耗氢氧根离子, 一段时间后 Zn 电极附近 pH 减小, B 正确; 充电时多孔碳电极的电极反应为 $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$, C 错误; 放电时, K^+ 由 Zn 电极移向多孔碳电极以平衡电荷, 故离子交换膜为 K^+ 交换膜, D 正确。]

命题角度 3

[新题速递]

1. C [由题图中氢离子和氢氧根离子的流向, 可推出左侧 Pt 电极为阳极, 右侧石墨电极为阴极, 阳极发生的反应为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 阴极发生的反应为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$, III 室中氯化钠浓度降低了, 说明钠离子往阴极方向移动, 氯离子往阳极反向移动, 据此解答。由分析可知, Pt 电极为阳极, 阳极发生的反应为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, A 正确; 水可微弱地电离出氢离子和氢氧根离子, 在外加电场的作用下, 氢离子和氢氧根离子往两侧移动, 降低了浓度, 可促进双极膜中水的电离, B 正确; 由分析可知, III 室中氯化钠浓度降低了, 说明钠离子往阴极方向移动, 氯离子往阳极反向移动, 即钠离子往右侧移动, 通过 Y 膜, 则 Y 膜为阳离子交换膜, 氯离子往左侧移动, 通过 X 膜, 则 X 膜为阴离子交换膜, C 错误; IV 室每生成 1 mol NaOH , 则转移 1 mol 电子, 有 1 mol 氢离子移到 II 室中, 生成 1 mol $\text{B}(\text{OH})_3$, D 正确。]

2. B [由题图可知,左侧电极发生反应 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} - e^- = [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$,则左侧为阳极,右侧电极反应为 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + e^- = [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$,则右侧电极为阴极,据此解答。由分析可知,阴极反应为 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + e^- = [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$,A 正确;已知②处的电解液温度比①处的低,则可推断 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + e^- = [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 是吸热反应,因此 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 的能量更低,更稳定,B 错误;多孔隔膜可以阻止两电极区的溶液对流,可阻止热交换,C 正确;题干明确指出电子转移过程非常快,物质结构来不及改变,电子转移(即氧化还原反应)本身不会直接导致结构变化,热效应实际上来源于电子转移完成后,新生成的离子: $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 和 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 因配位环境或电荷分布变化引起的结构重组导致热量变化,D 正确。]
3. B [在 KOH 溶液中, HCHO 转化为 HOCH_2O^- : $\text{HCHO} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{HOCH}_2\text{O}^-$, 存在平衡 $\text{HOCH}_2\text{O}^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{OCH}_2\text{O}]^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, Cu 电极上发生的电子转移反应为 $[\text{OCH}_2\text{O}]^{2-} - e^- = \text{HCOO}^- + \text{H} \cdot$, $\text{H} \cdot$ 结合成 H_2 , Cu 电极为阳极; PbCu 电极为阴极,首先 $\text{HOOC}-\text{COOH}$ 在 Pb 上发生得电子的还原反应转化为 $\text{OHC}-\text{COOH}$: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2e^- + 2\text{H}^+ = \text{OHC}-\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$, $\text{OHC}-\text{COOH}$ 与 $\text{HO}-\text{N}^+\text{H}_3$ 反应生成 $\text{HOOC}-\text{CH}=\text{N}-\text{OH}$: $\text{OHC}-\text{COOH} + \text{HO}-\text{N}^+\text{H}_3 \longrightarrow \text{HOOC}-\text{CH}=\text{N}-\text{OH} + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$, $\text{HOOC}-\text{CH}=\text{N}-\text{OH}$ 发生得电子的还原反应转化成 $\text{H}_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{COOH}$: $\text{HOOC}-\text{CH}=\text{N}-\text{OH} + 4e^- + 5\text{H}^+ = \text{H}_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$ 。根据分析,电解过程中,阳极区消耗 OH^- 、同时生成 H_2O ,故电解一段时间后阳极区 $c(\text{OH}^-)$ 减小,A 项正确;根据分析,阴极区的总反应为 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{HO}-\text{N}^+\text{H}_3 + 6\text{H}^+ + 6e^- = \text{H}_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{COOH} + 3\text{H}_2\text{O}$, 1 mol H_2O 解离成 1 mol H^+ 和 1 mol OH^- ,故理论上生成 1 mol $\text{H}_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{COOH}$ 双极膜中有 6 mol H_2O 解离,B 项错误;根据分析,结合装置图,阳极总反应为 $2\text{HCHO} + 4\text{OH}^- - 2e^- = 2\text{HCOO}^- + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,C 项正确;根据分析,阴极区的 Pb 上发生反应 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}^+ + 2e^- = \text{OHC}-\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$,D 项正确。]
4. D [阳极室: $2\text{Cl}^- - 2e^- = \text{Cl}_2 \uparrow$; 阴极室: $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$,电解法可以制备 KNO_3 ,根据题图,阳极室中的钾离子进入硝酸钾稀溶液, NaNO_3 溶液中硝酸根离子进入硝酸钾溶液,钠离子进入阴极室生成氢氧化钠。 NaNO_3 中 NO_3^- 通过 Y 膜向左移,Y 膜为阴离子交换膜,A 错误;阴极室发生反应 $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$, OH^- 浓度逐渐增加,B 错误;生成 1 mol Cl_2 时,转移 2 mol 电子,阴极室内生成 1 mol H_2 但补充了 2 mol Na^+ ,因此阴极室溶液质量增加 44 g,C 错误;生成 1 mol Cl_2 (标准状况下体积为 22.4 L)转移 2 mol 电子,同时有 2 mol K^+ 移向硝酸钾溶液,则阳极室内减少 2 mol KCl ,即溶液质量减少 149 g,D 正确。]

热点九 水溶液中的离子平衡

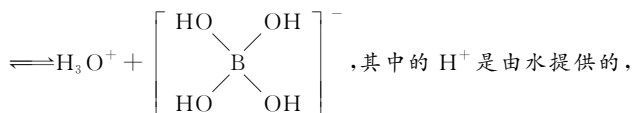
必考热点 迁移拓展

命题角度 1

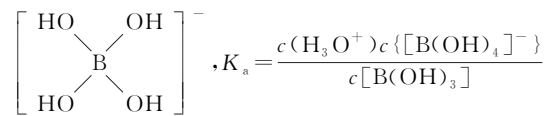
[新题速递]

1. C [在 2 mL 0.2 mol $\cdot$ L $^{-1}$ 的 AgNO_3 溶液中加入等体积等浓度的 NaCl 溶液得悬浊液 1,经分离后,向 AgCl 中滴加 6 mol $\cdot$ L $^{-1}$ 的氨水,发生反应 $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$,加入 0.1 mol $\cdot$ L $^{-1}$ KI 溶液 2 mL,发生反应 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + \text{KI} = \text{AgI} \downarrow + \text{KCl} + 2\text{NH}_3$,得到 AgI 沉淀,由物质的量关系可知, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ 不能完全反应,溶液 3 中可能还存在剩余的氨水以及 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ 。溶液 1 中主要溶质是 NaNO_3 ,同时由于存在溶解平衡: $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$,还存在极少量的 Ag^+ 、 Cl^- ,选项中关系式满足电荷守恒,A 正确;根据元素守恒可知,若 Ag^+ 不水解,则 $c(\text{Cl}^-) = c([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+)$,但 Ag^+ 会水解生成其他含银的微粒,故 $c(\text{Cl}^-) > c([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+)$,B 正确;溶液 3 中可能存在氨水过量的情况,不能得出 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ 的结论,C 错误;由实验操作可知,存在转化 $\text{AgCl} \xrightarrow{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} \xrightarrow{\text{KI}} \text{AgI}$,由此说明 AgI 更难溶,故可得出结论: $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{AgI})$,D 正确。]
2. B [由 $K_{\text{a}}(\text{HSO}_4^-) = 1.2 \times 10^{-2}$ 知,较浓 H_2SO_4 溶液中存在: $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_4^-$, $\text{HSO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$,故较浓 H_2SO_4 溶液中存在电荷守恒: $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HSO}_4^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$,A 错误; $2\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{SO}_3$ 的平衡常数 $K = \frac{c(\text{SO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}_2\text{SO}_3)}{c^2(\text{HSO}_3^-)} = \frac{c(\text{SO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+) \cdot c(\text{H}_2\text{SO}_3)}{c(\text{HSO}_3^-) \cdot c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HSO}_3^-)} = \frac{K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{SO}_3)}{K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{SO}_3)} = \frac{6.0 \times 10^{-8}}{1.2 \times 10^{-2}} = 5.0 \times 10^{-6}$,B 正确; $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中存在质子守恒: $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + 2c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{H}^+)$,C 错误;加入 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液“沉镍”时, $n(\text{Na}^+)$ 不变,溶液体积增大,故 $c_{\text{沉镍}}(\text{Na}^+) \neq c_{\text{沉镍}}(\text{Na}^+)$,D 错误。]
3. B [Na_2S 溶液中只有 5 种离子,分别是 H^+ 、 Na^+ 、 OH^- 、 HS^- 、 S^{2-} ,溶液是电中性的,存在电荷守恒,可表示为 $c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HS}^-) + 2c(\text{S}^{2-})$,A 正确; 0.01 mol $\cdot$ L $^{-1}$ Na_2S 溶液中, S^{2-} 水解使溶液呈碱性,其水解常数 $K_{\text{h}} = \frac{c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{HS}^-)}{c(\text{S}^{2-})} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{a2}}} = \frac{10^{-14}}{10^{-12.9}} = 10^{-1.1}$,由于 $c(\text{HS}^-) < 10^{-2}$ mol $\cdot$ L $^{-1}$,所以 $\frac{c(\text{OH}^-)}{c(\text{S}^{2-})} > 1$,则 $c(\text{OH}^-) > c(\text{S}^{2-})$,B 不正确; $K_{\text{sp}}(\text{FeS})$ 远远大于 $K_{\text{sp}}(\text{CdS})$,向 $c(\text{Cd}^{2+}) = 0.01$ mol $\cdot$ L $^{-1}$ 的溶液中加入 FeS 时,可以发生沉淀的转化,该反应的平衡常数为 $K = \frac{K_{\text{sp}}(\text{FeS})}{K_{\text{sp}}(\text{CdS})} = \frac{10^{-17.20}}{10^{-26.10}} = 10^{8.9} \gg 10^5$,因此该反应可以完全进行, CdS 的饱和溶液中 $c(\text{Cd}^{2+}) = \sqrt{10^{-26.1}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-13.05} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,若加入足量 FeS 时可使 $c(\text{Cd}^{2+}) < 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,C 正确; $\text{Cd}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{CdS} + 2\text{H}^+$ 的平衡常数 $K = \frac{c^2(\text{H}^+)}{c(\text{Cd}^{2+}) \cdot c(\text{H}_2\text{S})} = \frac{K_{\text{a1}} \cdot K_{\text{a2}}}{K_{\text{sp}}(\text{CdS})} = \frac{10^{-6.97} \times 10^{-12.90}}{10^{-26.10}} = 10^{6.23} \gg 10^5$,该反应可以完全进行,因此,当向 $c(\text{Cd}^{2+}) = 0.01$ mol $\cdot$ L $^{-1}$ 的溶液中通入 H_2S 气体至饱和, Cd^{2+} 可以完全沉淀,所得溶液中 $c(\text{H}^+) > c(\text{Cd}^{2+})$,D 正确。]
4. D [根据题意可知,M 点为 $c(\text{OH}^-) = c(\text{HCOO}^-)$,N 点为恰好反应点,溶质为 HCOONa 。M 点时 OH^- 抑制水的电离,故水的电离程度: $M < N$,A 正确;根据电荷守恒恒知, $c(\text{HCOO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$,又因 M 点 $c(\text{OH}^-) = c(\text{HCOO}^-)$,故 $2c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$,B 正确; $V(\text{HCOOH}) = 10 \text{ mL}$ 时,根据电荷守恒恒知 $c(\text{HCOO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$,根据元素守恒恒知 $c(\text{Na}^+) = 2[c(\text{HCOO}^-) + c(\text{HCOOH})]$,故 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + 2c(\text{HCOOH}) + c(\text{HCOO}^-)$,C 正确;N 点时溶质为 HCOONa , HCOO^- 水解,故 $c(\text{Na}^+) > c(\text{HCOO}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{HCOOH}) > c(\text{H}^+)$,D 错误。]
5. B [硼砂水解生成等物质的量浓度的 $\text{B}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Na}[\text{B}(\text{OH})_4]$,硼酸遇水转换 $\text{B}(\text{OH})_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \left[\begin{array}{c} \text{HO} \quad \text{OH} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{B} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{HO} \quad \text{OH} \end{array} \right]^-$,故 Na^+ 与 $\text{B}(\text{OH})_3$ 的物质的量浓度不

相等, A 错误; 根据已知, 硼酸遇水转换 $B(OH)_3 + 2H_2O$



B 正确; 25 °C 时, $B(OH)_3 + 2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ +$



$= 5.8 \times 10^{-10}$, $c(H^+) = \sqrt{5.8 \times 10^{-10} \times c[B(OH)_3]} = \sqrt{5.8 \times 10^{-12}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \sqrt{5.8} \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 因 $\lg \sqrt{5.8} \approx 0.38$, $\text{pH} \approx 6 - 0.38 \approx 5.62$, C 错误; $B(OH)_3$ 的电离平衡常数为 $K_a = 5.8 \times 10^{-10}$, $[B(OH)_4]^{-}$ 的水解平衡常数 $K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{5.8 \times 10^{-10}} = \frac{1}{5.8} \times 10^{-4}$, 水解程度大于电离程度, 溶液显碱性, D 错误。

6. B [由题图可知, $c(Na_2CO_3) = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, $\text{pH} > 12.0$, 溶液中 $c(OH^-) > 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 A 错误; 盐溶液越稀越水解, Na_2CO_3 水解程度随其浓度增大而减小, 故 B 正确; 结合题图可知, 当 $c(Na_2CO_3) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} = 12$, $K_h = \frac{c(HCO_3^-)c(OH^-)}{c(CO_3^{2-})} = \frac{10^{-2} \times 10^{-2}}{0.5} = 2 \times 10^{-4}$, 则 $K_{a2} = \frac{K_w}{K_h} = 5 \times 10^{-11}$, 故 C 错误; $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2CO_3 溶液与 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $NaHCO_3$ 溶液等体积混合, 溶液中 $c(CO_3^{2-}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(HCO_3^-) = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据 C 项分析知 $K_h = \frac{c(HCO_3^-) \cdot c(OH^-)}{c(CO_3^{2-})} = 2 \times 10^{-4}$, 代入数据得 $c(OH^-) \approx 1.3 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 D 错误。]

命题角度 2

[新题速递]

1. D [由图 1 中的信息可知, 当加入 NaOH 标准溶液的体积为 20.00 mL 时到达滴定终点, 由关系式 $4NH_4^+ \sim [(CH_2)_6N_4H^+ + 3H^+] \sim 4OH^-$ 可知, 由于待测液的体积和标准溶液的体积相同, 因此, 浓缩后的溶液中 $c(NH_4^+) = c(OH^-) = 0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则原废水中 $c(NH_4^+) = 0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{1}{10} = 0.001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 因此, 废水中 NH_4^+ 的含量为 $0.001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 18 \text{ 000 mg} \cdot \text{mol}^{-1} = 18.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, A 错误; c 点加入 NaOH 标准溶液的体积过量, 由电荷守恒可知, $c[(CH_2)_6N_4H^+] + c(H^+) + c(Na^+) = c(OH^-) + c(Cl^-)$, Cl^- 和 Na^+ 均不参与离子反应, 则 c 点 $c(Cl^-) < c(Na^+)$, $c[(CH_2)_6N_4H^+] + c(H^+) < c(OH^-)$, B 错误; a 点, 消耗的 NaOH 溶液体积是滴定终点的一半, 此时溶液的溶质为 $NaCl$ 、 HCl 和 $(CH_2)_6N_4HCl$, 其物质的量之比为 2 : 1 : 1, 则溶液中 $c[(CH_2)_6N_4H^+] < c(H^+)$, C 错误; 由图 1 和图 2 可知, 当 $\text{pH} = 6.00$ 时, $(CH_2)_6N_4$ 占比较高, $\delta[(CH_2)_6N_4] = 0.88$, 则由氮元素守恒可知, $\delta[(CH_2)_6N_4H^+] = 0.12$, 两种粒子的浓度之比等于其分布分数之比, 则 $(CH_2)_6N_4H^+ \rightleftharpoons (CH_2)_6N_4 + H^+$ 的平衡常数 $K = \frac{c[(CH_2)_6N_4] \cdot c(H^+)}{c[(CH_2)_6N_4H^+]} = \frac{0.88 \times 10^{-6}}{0.12} \approx 7.3 \times 10^{-6}$, D 正确。]
2. D [点 a 溶液中 $\eta = 1.00$, 此时溶液中 $c(CH_3COOH) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(H^+) = 10^{-3.38} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(CH_3COO^-) \approx c(H^+) = 10^{-3.38} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $K_a(CH_3COOH) \approx \frac{10^{-3.38} \times 10^{-3.38}}{0.01} = 10^{-4.76}$, A 说法正确; 点 a 溶液中根据元素守恒可得 $c(Na^+) = c(Cl^-) = c(CH_3COO^-) + c(CH_3COOH) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 说法正确; 点 b 溶液中的

溶质为 $NaCl$ 和等物质的量浓度的 CH_3COONa 、 CH_3COOH , 由题图可知, 点 b 溶液呈酸性, 故 CH_3COOH 的电离程度大于 CH_3COO^- 的水解程度, 则 $c(CH_3COOH) < c(CH_3COO^-)$, C 说法正确; 点 c 溶液中 $\eta = 2.00$, 此时溶液中的溶质为 $NaCl$ 和 CH_3COONa , CH_3COO^- 水解会促进水的电离, 点 d 溶液中的溶质为 $NaCl$ 、 CH_3COONa 和 $NaOH$, OH^- 抑制水的电离, 点 a、b 的溶液均呈酸性, H^+ 抑制水的电离, 故水的电离程度最大的是点 c, D 说法错误。]

3. B [NaHA 溶液中 HA^- 的水解常数 $K_h = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{10^{-3.04}} = 10^{-10.96} < K_{a2}$, 则 HA^- 的电离程度大于水解程度, 故稀释过程中 $c(A^{2-}) > c(H_2A)$, 则曲线 n 为 $\delta(HA^-)$ 的变化曲线, 曲线 m 为 $\delta(A^{2-})$ 的变化曲线, 曲线 p 为 $\delta(H_2A)$ 的变化曲线, A 正确; a 点, $\text{pc}(Na^+) = 1.0$, 则 $c(Na^+) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\delta(HA^-) = 0.70$, $\delta(H_2A) = \delta(A^{2-}) = 0.15$, $K_{a2} = \frac{c(A^{2-})c(H^+)}{c(HA^-)} = 10^{-4.37}$, $c(H^+) = \frac{0.70}{0.15} \times 10^{-4.37} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} \neq 4.37$, B 错误; b 点, $\delta(HA^-) = 0.70$, $\delta(H_2A) = \delta(A^{2-}) = 0.15$, 即 $c(H_2A) = c(A^{2-})$, 根据元素守恒, 有 $c(A^{2-}) + c(H_2A) + c(HA^-) = c(Na^+)$, 故 $2c(H_2A) + c(HA^-) = c(Na^+)$, C 正确; c 点: $\delta(HA^-) = \delta(A^{2-})$, 故 $c(A^{2-}) = c(HA^-)$, 根据电荷守恒有 $c(Na^+) + c(H^+) = 2c(A^{2-}) + c(HA^-) + c(OH^-)$, 故 $c(Na^+) + c(H^+) = 3c(HA^-) + c(OH^-)$, D 正确。]
4. A [Na_2A 的水解程度应大于 $NaHA$, 且所用 Na_2A 的浓度大于 $NaHA$, 所以未滴加盐酸时, Na_2A 溶液的 pH 更大, 即甲代表 Na_2A 溶液, 乙代表 $NaHA$ 溶液; 向 Na_2A 溶液中滴加盐酸时, 先发生 $Na_2A + HCl = NaCl + NaHA$, 再发生 $NaHA + HCl = NaCl + H_2A \uparrow$, 而向 $NaHA$ 溶液中滴加盐酸开始时即发生 $NaHA + HCl = NaCl + H_2A \uparrow$, 即 $NaHA$ 溶液中更先产生气体, 所以丙代表 $NaHA$ 溶液, 丁代表 Na_2A 溶液。若 $K_{a1} \cdot K_{a2} < K_w$, 即 $K_{a2} < \frac{K_w}{K_{a1}}$, 即 $K_{a2} < K_{h2}$, 由题图可知, $NaHA$ 溶液显碱性, 说明 HA^- 的水解程度大于其电离程度, 即 $K_{h2} > K_{a2}$, A 正确; 根据分析可知曲线乙和丙代表向 $NaHA$ 溶液中滴加盐酸, B 错误; d 点时, Na_2A 溶液与盐酸按照物质的量比为 1 : 2 反应, H_2A 以气体形式逸出, 不再遵循元素守恒, C 错误; 根据题给已知条件, $n(A^{2-}) = n(HA^-) = 0.004 \text{ mol}$, 反应达到滴定终点时, 产生的 H_2A 均为 0.004 mol , 并且反应后溶液的体积也相同, 都是 60 mL, 所以压强相等, 两容器压力传感器检测的数值相等, 故 D 错误。]
5. D [根据加入 NaOH 标准溶液后曲线变化可知曲线③代表 pH 变化, 曲线①②代表含磷微粒的分布系数。含磷微粒只有 2 种, 结合起点 pH, 可推出 H_3PO_2 为一元弱酸(若为一元强酸或二元或三元酸, 含磷微粒不是 2 种或者起点 pH 不对应)。由图像分析可知, 当 $V(NaOH \text{ 标准溶液}) = 0$ 时, 溶液的 $\text{pH} > 1$, 则 $\delta(H_3PO_2)$ 最大, $\delta(H_2PO_2^-)$ 最小; 又因曲线①随 $V(NaOH \text{ 标准溶液})$ 的增大而减小, 曲线②随 $V(NaOH \text{ 标准溶液})$ 的增大而增大, 所以曲线①代表 $\delta(H_3PO_2)$; 曲线②代表 $\delta(H_2PO_2^-)$, A 错误; H_3PO_2 为一元弱酸, 不存在 $K_2(H_3PO_2)$, B 错误; 曲线①代表 $\delta(H_3PO_2)$; 曲线②代表 $\delta(H_2PO_2^-)$, 根据题给图像, $V(NaOH \text{ 标准溶液}) = 10 \text{ mL}$ 时, $c(H_2PO_2^-) > c(H_3PO_2)$, C 错误; 当 $V(NaOH \text{ 标准溶液}) = 20 \text{ mL}$ 时, 达到滴定终点, $NaOH$ 与 H_3PO_2 二者按照物质的量之比为 1 : 1 恰好反应, 溶质为 NaH_2PO_2 , 其水溶液显碱性, 存在元素守恒: $c(H_3PO_2) + c(H_2PO_2^-) = c(Na^+)$, 即当溶液为中性时, $NaOH$ 不足, 溶液为 NaH_2PO_2 和 H_3PO_2 的混合溶液, 溶液中存在: $c(H_2PO_2^-) + c(H_3PO_2) > c(Na^+)$, D 正确。]

命题角度 3

[新题速递]

1. D [草酸为二元弱酸,在水溶液中分两步电离,其电离平衡常数表达式分别为 $K_{a1} = \frac{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}$ 、 $K_{a2} = \frac{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)}$,根据 $K_{a1} > K_{a2}$ 可知,当 $\lg X=0$ 时, K_{a1} 对应的 $c(\text{H}^+)$ 大, pH 数值小,因此 $K_{a1} = \frac{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = 10^{-1.2}$, $K_{a2} = \frac{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)} = 10^{-3.8}$,以此解题。 $K_{a1}K_{a2} = \frac{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} \times \frac{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)} = \frac{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = 10^{-5.0}$,当溶液中 $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 时, $c(\text{H}^+) = 10^{-2.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, pH = 2.5, A 正确;当溶液呈中性时, $c(\text{H}^+) = 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,由两步电离平衡常数可知, $\frac{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = \frac{10^{-1.2}}{10^{-7}} > 1$, $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$,同理: $\frac{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)} = \frac{10^{-3.8}}{10^{-7}} > 1$, $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$, B 正确;实验 2 的离子方程式: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq}) + \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{BaC}_2\text{O}_4(\text{s}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$,平衡常数: $K = \frac{c^2(\text{H}^+)}{c(\text{Ba}^{2+})c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) \cdot c(\text{H}^+) \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \cdot c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)} = \frac{K_{a1}K_{a2}}{K_{sp}(\text{BaC}_2\text{O}_4)} = \frac{10^{-5}}{10^{-7.6}} = 10^{2.6}$,平衡常数较大,该反应进行的程度较大,判断可产生沉淀, C 正确;根据电荷守恒,溶液中存在: $2c(\text{Ba}^{2+}) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$, D 错误。]
2. B $[\text{NH}_4\text{NO}_3]$ 溶液中 NH_4^+ 易水解,初始溶液显弱酸性,随着溶液 pH 升高, NH_4^+ 会转化成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NH_3 ,保持溶液体积和 N 元素总物质的量不变,故 $c(\text{NH}_3)$ 增大,则平衡 $\text{Ag}^+ + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 、 $\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 会向正反应方向移动, $c(\text{Ag}^+)$ 降低, $c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\}$ 、 $c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\}$ 增大,且 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 的起始浓度小于 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 的起始浓度,故 IV 为 NH_3 变化曲线、III 为 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 的变化曲线、II 为 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 的变化曲线、I 表示 Ag^+ 的变化曲线。由上述分析知, A 正确; D 点对应溶液中的阴离子有 NO_3^- 、 OH^- 、 Cl^- ,阳离子有 NH_4^+ 、 H^+ 、 Ag^+ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$,而 D 点对应溶液的 pH > 7,呈弱碱性,说明此时体系中加入了某种碱,则阳离子中还应还有其他阳离子 M^{n+} ,该溶液中的电荷守恒式为 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) + c(\text{Ag}^+) + c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\} + c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\} + n \cdot c(\text{M}^{n+}) = c(\text{NO}_3^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-)$,由于 Cl^- 、 Ag^+ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 均来自 AgCl ,故 $n(\text{Ag}) : n(\text{Cl}) = 1 : 1$,存在元素守恒: $c(\text{Ag}^+) + c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\} + c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\} = c(\text{Cl}^-)$,两式联立得 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) + n \cdot c(\text{M}^{n+}) = c(\text{NO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$,则 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) < c(\text{NO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$,即 $c(\text{NH}_4^+) - c(\text{OH}^-) < 0.1 - c(\text{H}^+)$, B 错误;曲线 I、II 对应的交点处有 $c(\text{Ag}^+) = c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\}$,且对应的 pH 为 7.02, $c(\text{NH}_3) = 10^{-3.24} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,代入得 $K_1 = \frac{c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\}}{c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{NH}_3)} = \frac{1}{c(\text{NH}_3)} = 10^{3.24}$, C 正确;曲线 II、III 对应的交点处有 $c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\} = c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\}$,则 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+ +$

$\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 的平衡常数 $K_3 = \frac{c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\}}{c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\} \cdot c(\text{NH}_3)} = \frac{1}{c(\text{NH}_3)} = 10^{3.80}$, $K_2 = K_1 \cdot K_3 = 10^{3.24} \times 10^{3.80} = 10^{7.04}$, C 点为曲线 I、III 的交点, $c(\text{Ag}^+) = c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\}$,代入得 $K_2 = \frac{c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\}}{c(\text{Ag}^+) \cdot c^2(\text{NH}_3)} = \frac{1}{c^2(\text{NH}_3)} = 10^{7.04}$,则此时 $c(\text{NH}_3) = 10^{-3.52} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 正确。]

3. B [99% 的 X、Y 转化为配离子时,溶液中 $\frac{c(\text{X})}{c(\text{X 配离子})} = \frac{c(\text{Y})}{c(\text{Y 配离子})} = \frac{1\%}{99\%}$,则 $\lg \frac{c(\text{X})}{c(\text{X 配离子})} = \lg \frac{c(\text{Y})}{c(\text{Y 配离子})} \approx -2$,根据图像可知,纵坐标约为 -2 时,溶液中 $-\lg c_X(\text{CN}^-) > -\lg c_Y(\text{CN}^-)$,则溶液中 CN^- 的平衡浓度: $X < Y$, A 错误; Q 点时, $\lg \frac{c(\text{X})}{c(\text{X 配离子})} = \lg \frac{c(\text{Z})}{c(\text{Z 配离子})}$,即 $\frac{c(\text{X})}{c(\text{X 配离子})} = \frac{c(\text{Z})}{c(\text{Z 配离子})}$,加入少量可溶性 Y 盐后,会消耗 CN^- 形成 Y 配离子,使得溶液中 $c(\text{CN}^-)$ 减小(沿横坐标轴向右移动), $\lg \frac{c(\text{X})}{c(\text{X 配离子})}$ 与 $\lg \frac{c(\text{Z})}{c(\text{Z 配离子})}$ 曲线在 Q 点相交后,随着 $-\lg c(\text{CN}^-)$ 继续增大, X 对应曲线位于 Z 对应曲线上方,即 $\lg \frac{c(\text{X})}{c(\text{X 配离子})} > \lg \frac{c(\text{Z})}{c(\text{Z 配离子})}$,则 $\frac{c(\text{X})}{c(\text{X 配离子})} > \frac{c(\text{Z})}{c(\text{Z 配离子})}$, B 正确;设金属离子形成配离子的离子方程式为 $\text{金属离子} + m\text{CN}^- \rightleftharpoons \text{配离子}$,则平衡常数 $K = \frac{c(\text{配离子})}{c(\text{金属离子}) \cdot c^m(\text{CN}^-)}$, $\lg K = \lg \frac{c(\text{配离子})}{c(\text{金属离子})} - m \lg c(\text{CN}^-) = -\lg \frac{c(\text{金属离子})}{c(\text{配离子})} - m \lg c(\text{CN}^-)$,即 $\lg \frac{c(\text{金属离子})}{c(\text{配离子})} = -m \lg c(\text{CN}^-) - \lg K$,故 X、Y、Z 三种金属离子形成配离子时结合的 CN^- 越多,对应 $\lg \frac{c(\text{金属离子})}{c(\text{配离子})} \sim -\lg c(\text{CN}^-)$ 曲线斜率越大,由题图知,曲线斜率: $Y > Z$,则由 Y、Z 制备等物质的量的配离子时,消耗 CN^- 的物质的量: $Z < Y$, C 错误;由 P 点状态移动到形成 Y 配离子的反应的平衡状态时, $-\lg c(\text{CN}^-)$ 不变, $\lg \frac{c(\text{Y})}{c(\text{Y 配离子})}$ 增大,即 $c(\text{Y})$ 增大, $c(\text{Y 配离子})$ 减小,则 P 点时 Y 配离子的解离速率 > 生成速率, D 错误。]
4. D [根据已知信息和图像分析可知,随着 pH 增大, $c(\text{HS}^-)$ 和 $c(\text{S}^{2-})$ 均增大, $c(\text{Ni}^{2+})$ 和 $c(\text{Cd}^{2+})$ 均减小,根据电离平衡常数 $K_{a1} \gg K_{a2}$, $K_{sp}(\text{NiS}) > K_{sp}(\text{CdS})$,可知 ① 为 pH 与 $-\lg c(\text{Cd}^{2+})$ 的关系曲线, ② 为 pH 与 $-\lg c(\text{Ni}^{2+})$ 的关系曲线, ③ 为 pH 与 $-\lg c(\text{S}^{2-})$ 的关系曲线, ④ 为 pH 与 $-\lg c(\text{HS}^-)$ 的关系曲线。利用坐标点 (4.9, 13.0) 可以求出 $K_{sp}(\text{CdS}) = 10^{-13} \times 10^{-13} = 10^{-26}$, A 错误; ③ 为 pH 与 $-\lg c(\text{S}^{2-})$ 的关系曲线, B 错误;利用坐标点 (4.2, 3.9) 可以求出 $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{10^{-4.2} \times 10^{-3.9}}{0.1} = 10^{-7.1}$, C 错误;根据 $K_{a1}(\text{H}_2\text{S})$,求出 pH = 4.9 时 $c(\text{HS}^-) = \frac{K_{a1} \cdot c(\text{H}_2\text{S})}{c(\text{H}^+)} = \frac{10^{-7.1} \times 0.1}{10^{-4.9}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-3.2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,结合坐标点 (4.9, 13.0),代入 $K_{a2}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{HS}^-)} = \frac{10^{-4.9} \times 10^{-13}}{10^{-3.2}} = 10^{-14.7}$, D 正确。]
5. D [在水体中 H_2A 由于与空气中的某种成分作用而保持平衡,则 H_2A 的浓度保持不变,则 ① 代表 H_2A ,随着 pH 逐渐增大, HA^- 、 A^{2-} 离子浓度增大, pH 较小时 HA^- 的浓度大于

A^{2-} 的浓度,则曲线②代表 HA^- ,曲线③代表 A^{2-} ,曲线④代表 M^{2+} ,A 正确;由 a 点(6.3, -5)可知此时溶液中的 H_2A 、 HA^- 浓度相等,且 $pH=6.3$,即 $c(H^+)=1 \times 10^{-6.3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$,则 H_2A 的一级电离常数 $K_{a1}=c(H^+)=1.0 \times 10^{-6.3}$,

B 正确;根据二级电离常数 $K_{a2}=\frac{c(A^{2-}) \cdot c(H^+)}{c(HA^-)}$,可得

$$c(A^{2-})=\frac{K_{a2} \cdot c(HA^-)}{c(H^+)}, \text{ 即 } c(M^{2+})=\frac{K_{sp}(MA)}{c(A^{2-})}=\frac{K_{sp}(MA) \cdot c(H^+)}{K_{a2} \cdot c(HA^-)}, \text{ 所以 } \frac{c(M^{2+})_a}{c(M^{2+})_b}=\frac{c(HA^-)_b \cdot c(H^+)_a}{c(HA^-)_a \cdot c(H^+)_b},$$

$$\text{由于 } c(HA^-)=\frac{K_{a1} \cdot c(H_2A)}{c(H^+)}, \text{ 而 a、b 两点 } c(H_2A) \text{ 不变,则}$$

$$K_{a1} \cdot c(H_2A) \text{ 不变,则 } \frac{c(M^{2+})_a}{c(M^{2+})_b}=\frac{c^2(H^+)_a}{c^2(H^+)_b}, \text{ 根据题给图像可知 } c(H^+)_a=10^{-6.3} \text{ mol} \cdot L^{-1}, c(H^+)_b=10^{-8.3} \text{ mol} \cdot L^{-1},$$

$$\text{所以 } \frac{c(M^{2+})_a}{c(M^{2+})_b}=\frac{(10^{-6.3})^2}{(10^{-8.3})^2}=10^4, \text{ C 正确; } K_{sp}(MA)=3 \times 10^{-9}, \text{ 根据题给图像可知 } pH=8.3 \text{ 时, } \lg c(X)=-5, \text{ 即}$$

$$c(H_2A)=c(A^{2-})=10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}, \text{ 则 } c(M^{2+})=3 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1}, \text{ D 错误。]$$

6. B $[H_2NCH_2CH_2NH_2]$ 为二元弱碱,存在 $H_2NCH_2CH_2NH_2 + H_2O \rightleftharpoons (H_2NCH_2CH_2NH_3)^+ + OH^-$ 、 $(H_2NCH_2CH_2NH_3)^+ + H_2O \rightleftharpoons (H_3NCH_2CH_2NH_3)^{2+} + OH^-$ 电离, CH_3COOH 为一元弱酸,存在 $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$ 电离,如题图所示,随溶液 pOH 增大,

$$c(OH^-) \text{ 减小, } c(H^+) \text{ 增大, } \frac{c(CH_3COO^-)}{c(CH_3COOH)} = \frac{K_a(CH_3COOH)}{c(H^+)} \text{ 减小, } p \frac{c(CH_3COO^-)}{c(CH_3COOH)} \text{ 增大,则直线 } L_3 \text{ 代}$$

$$\text{表 } p \frac{c(CH_3COO^-)}{c(CH_3COOH)} \text{ 与 } pOH \text{ 的关系;同理,随 } pOH \text{ 增大,}$$

$$\frac{c[(H_2NCH_2CH_2NH_3)^+]}{c(H_2NCH_2CH_2NH_2)} = \frac{K_{b1}(H_2NCH_2CH_2NH_2)}{c(OH^-)} \text{ 增大,}$$

$$\frac{c[(H_3NCH_2CH_2NH_3)^{2+}]}{c[(H_2NCH_2CH_2NH_3)^+]} = \frac{K_{b2}(H_2NCH_2CH_2NH_2)}{c(OH^-)} \text{ 增大,故}$$

$$\frac{c[(H_2NCH_2CH_2NH_3)^+]}{c(H_2NCH_2CH_2NH_2)} \text{ 减小,}$$

$$p \frac{c[(H_3NCH_2CH_2NH_3)^{2+}]}{c[(H_2NCH_2CH_2NH_3)^+]} \text{ 也减小,由于}$$

$$K_{b1}(H_2NCH_2CH_2NH_2) > K_{b2}(H_2NCH_2CH_2NH_2), \text{ 则 } L_2$$

$$\text{表示 } p \frac{c[(H_2NCH_2CH_2NH_3)^+]}{c(H_2NCH_2CH_2NH_2)} \text{ 与 } pOH \text{ 的关系, } L_1 \text{ 表示}$$

$$p \frac{c[(H_3NCH_2CH_2NH_3)^{2+}]}{c[(H_2NCH_2CH_2NH_3)^+]} \text{ 与 } pOH \text{ 的关系;根据 } L_2 \text{ 上的}$$

$$\text{点 } (0, 4.1), K_{b1}(H_2NCH_2CH_2NH_2) = \frac{c[(H_2NCH_2CH_2NH_3)^+] \cdot c(OH^-)}{c(H_2NCH_2CH_2NH_2)} = 10^{-4.1}, \text{ 根据 } L_1 \text{ 上}$$

$$\text{点 } (2, 5.2), K_{b2}(H_2NCH_2CH_2NH_2) = 10^{-7.2}, \text{ 根据 } L_3 \text{ 上}$$

$$\text{点 } (1, 10.2), K_a(CH_3COOH) = 10^{-4.8}。 L_1 \text{ 表示}$$

$$p \frac{c[(H_3NCH_2CH_2NH_3)^{2+}]}{c[(H_2NCH_2CH_2NH_3)^+]} \text{ 与 } pOH \text{ 的关系, A 错误。M 点}$$

$$\text{为 } L_2、L_3 \text{ 的交点,则 M 点溶液中 } \frac{c[(H_2NCH_2CH_2NH_3)^+]}{c(H_2NCH_2CH_2NH_2)}$$

$$= \frac{c(CH_3COO^-)}{c(CH_3COOH)},$$

$$\frac{K_{b1}(H_2NCH_2CH_2NH_2)}{c(OH^-)} = \frac{K_a(CH_3COOH)}{c(H^+)}$$

$$c(OH^-) = \sqrt{\frac{K_{b1}(H_2NCH_2CH_2NH_2) \cdot K_w}{K_a(CH_3COOH)}} =$$

$$\sqrt{\frac{10^{-4.1} \times 10^{-14}}{10^{-4.8}}} \text{ mol} \cdot L^{-1} = 10^{-6.65} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\frac{c[(H_2NCH_2CH_2NH_3)^+]}{c(H_2NCH_2CH_2NH_2)} = 10^{2.55}, \text{ 即}$$

$$p \frac{c[(H_2NCH_2CH_2NH_3)^+]}{c(H_2NCH_2CH_2NH_2)} = -2.55, pOH = 6.65, \text{ M 点坐}$$

标为(-2.55, 6.65),B 正确;滴加 10 mL $0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 盐酸时,反应后 $H_2NCH_2CH_2NH_3Cl$ 和 CH_3COONa 的浓度之比为 1:1,溶液中存在 $(H_2NCH_2CH_2NH_3)^+$ 的电离与水解,存在 CH_3COO^- 的水解。 $(H_2NCH_2CH_2NH_3)^+$ 的电离

$$K_{b2}(H_2NCH_2CH_2NH_2) = 10^{-7.2} \text{ 大于水解 } K_h = \frac{K_w}{K_{b1}} =$$

$$\frac{10^{-14}}{10^{-4.1}} = 10^{-9.9}, \text{ 溶液显碱性, } CH_3COO^- \text{ 的水解显碱性, } pH >$$

$$7, \text{ C 错误;滴加 } 20 \text{ mL } 0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} \text{ 盐酸时,根据元素守恒,}$$

$$c(Cl^-) = 2c[(H_2NCH_2CH_2NH_3)^+] + 2c[(H_3NCH_2CH_2NH_3)^{2+}] + 2c(H_2NCH_2CH_2NH_2), \text{ D}$$

错误。]

板块五 实验原理与方法

热点十 化学实验基本操作与评价

必考热点 迁移拓展

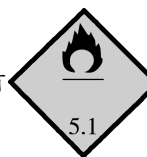
命题角度 1

[新题快速]



1. A [图标说明实验过程中会遇到加热操作,或

用到温度较高的仪器,A 正确;标有



的化学品为氧化剂药品,B 错误;浓硫酸具有腐蚀性,当浓硫酸溅到皮肤上时,应立即用大量水冲洗,然后用 3%~5% 的 $NaHCO_3$ 溶液冲洗,C 错误;高锰酸钾具有强氧化性,能氧化乙醇,不可以与乙醇等有机物存放在同一个药品柜中,D 错误。]

2. B [a 是洗气瓶,可以用于气体的尾气处理,比如用 $NaOH$ 溶液吸收多余氯气等,A 正确;蒸馏装置应该用直形冷凝管,不能用球形冷凝管,B 错误;灼烧海带在坩埚中进行,坩埚要放在泥三角上,C 正确;用过滤法进行固液混合物的分离,要用到漏斗,D 正确。]

3. D [Na_2CO_3 的热稳定性强, $NaHCO_3$ 固体受热易分解,所以用加热法不能除去 $NaHCO_3$ 固体中混有的 Na_2CO_3 ,A 错误;苯中混有苯酚时,加入浓溴水,苯酚与溴反应生成 2,4,6-三溴苯酚,但其溶于苯,不能达到除去苯中杂质的目的,B 错误; $NaCl$ 溶液中混入 Na_2SO_4 杂质,加入稍过量的 $BaCl_2$ 溶液、 Na_2CO_3 溶液后, $NaCl$ 溶液中仍混有 Na_2CO_3 杂质,需再加入适量盐酸除去,C 错误;亚硫酸的酸性强于碳酸, CO_2 中混入 SO_2 时,将混合气体通过饱和碳酸氢钠溶液,此时 SO_2 被溶液吸收,同时生成 CO_2 气体,从而达到除杂的目的,D 正确。]

4. B [溶解氯化钠固体一般在小烧杯中进行,如果在试管中溶解少量氯化钠固体,应敞口左右轻轻振荡试管使氯化钠固体溶解,不能用拇指堵住试管口上下振荡,A 错误;可用酸式滴定管量取 20.00 mL 草酸溶液,从酸式滴定管中放出液体时,酸式滴定管的活塞柄向右,左手从滴定管后向右伸出,拇指在滴定管前,食指及中指在管后,三指平行地轻轻拿住活塞柄,滴定管下端伸入锥形瓶口内约 1 cm,B 正确;用排空气法收集二氧化碳气体,没有出气导管,会使瓶内压强过大,产生

- 危险,C 错误;钠与水反应剧烈,实验时不能近距离俯视烧杯,观察钠与水的反应时应佩戴护目镜并在远处观察,D 错误。]
5. D [向容量瓶中加水时,需要用玻璃棒引流,A 错误;润洗滴定管时应加入少量标准液,倾斜着转动滴定管,使标准液润湿全部滴定管内壁,然后一手控制活塞,将液体从滴定管下部放入预置的烧杯中,重复 2~3 次,B 错误;滴定时,酸式滴定管的活塞柄向右,左手从滴定管后向右伸出,拇指在滴定管前,食指及中指在管后,三指平行地轻轻拿住活塞柄,用右手的拇指、食指和中指拿住锥形瓶颈,其余两指辅助在下侧,使瓶底离滴定台高约 2~3 cm,滴定管下端深入瓶口内约 1 cm,C 错误;读数时视线与凹液面最低处相切,D 正确。]
6. A [给试管中的物质加热时,液体体积不能超过试管容积的 $\frac{1}{3}$,且用酒精灯外焰加热,操作合理,A 正确;定容时,视线应与刻度线保持水平,操作错误,B 错误;稀释浓硫酸应遵循“酸入水”的原则,操作错误,C 错误;氢氧化钠溶液呈碱性,应在碱式滴定管中进行滴定,装置使用错误,D 错误。]
7. B [蒸馏时温度计下端水银球应位于蒸馏烧瓶的支管口处,B 错误。]
8. A [用 pH 试纸测定溶液 pH 不能将 pH 试纸伸入溶液中,B 操作不规范;加热试管中的液体,试管中液体体积不能超过试管体积的三分之一,C 操作不规范;向试管中滴加液体,胶头滴管应该在试管上方竖直悬空,D 操作不规范。]
9. D [用 HCl 标准溶液滴定 NaOH 溶液时,眼睛应注视锥形瓶中溶液,以便观察溶液颜色的变化从而判断滴定终点,A 项合理;浓硫酸的密度比水的密度大,浓硫酸溶于水放热,故稀释浓硫酸时应将浓硫酸沿烧杯内壁缓慢倒入盛水的烧杯中,并用玻璃棒不断搅拌,B 项合理;NaCl 的溶解度随温度升高变化不明显,从 NaCl 溶液中获得 NaCl 晶体采用蒸发结晶的方法,C 项合理;配制一定物质的量浓度的溶液时,用玻璃棒引流时玻璃棒底端应该在容量瓶刻度线以下;定容阶段,当液面在刻度线以下约 1 cm 时,应改用胶头滴管滴加蒸馏水,D 项不合理。]
10. A [溶液中含有 Fe^{2+} ,可以与 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 发生反应生成蓝色沉淀,A 项合理;随着滴定的不断进行,溶液中 S^{2-} 不断被消耗,但是溶液中的 HS^- 还可以继续发生电离生成 S^{2-} ,B 项不合理;金属 Na 既可以和水发生反应又可以和乙醇发生反应,故不能用金属 Na 除去乙醇中少量的水,C 项不合理; ClO^- 具有氧化性,不能用 pH 试纸测定其 pH 的大小,可以用 pH 计进行测量,D 项不合理。]

命题角度 2

[新题速递]

1. C [电石与饱和 NaCl 溶液反应制备乙炔,乙炔可与酸性高锰酸钾溶液发生氧化还原反应而使酸性 KMnO_4 溶液褪色,A 不符合题意; Na_2SO_3 固体与 70% 的浓 H_2SO_4 反应制备 SO_2 , SO_2 可与酸性高锰酸钾溶液发生氧化还原反应而使酸性 KMnO_4 溶液褪色,B 不符合题意;大理石与稀 HCl 反应制备 CO_2 , CO_2 不能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,C 符合题意; Al_2S_3 固体遇水发生水解反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 H_2S , H_2S 可与酸性高锰酸钾溶液发生氧化还原反应而使酸性 KMnO_4 溶液褪色,D 不符合题意。]
2. C [隔热层可防止热量散失,温度计测定反应前后的温度,玻璃搅拌器可使反应物完全反应,反应热测定装置合理,A 不符合题意;乙酸乙酯与饱和食盐水不互溶,饱和食盐水在下方,乙酸乙酯在上方,可通过分液进行分离,B 不符合题意;在铁片上镀锌,待镀金属作阴极,镀层金属作阳极,题图中两个电极放反,不能达到实验目的,C 符合题意;转移热蒸发皿至陶土网,需要用坩埚钳夹取蒸发皿,操作合理,D 不符合题意。]
3. B [HCl、 Cl_2 均能与碱石灰(主要成分为 CaO 、 NaOH 、 KOH)发生反应,故不能用碱石灰除去 Cl_2 中的 HCl,A 错误;U 形管左侧铜丝与稀硝酸反应生成 NO,由于 U 形管左侧

不与空气接触,故可避免生成的 NO 被氧化,B 正确;乙醇与 CS_2 互溶,故不能用乙醇萃取 CS_2 中的 S,C 错误;闭合 K_1 断开 K_2 时,该装置为电解池,阴极发生反应 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$,阳极发生反应 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow$,无 O_2 生成,故断开 K_1 闭合 K_2 时不能形成氢氧燃料电池,D 错误。]

4. D [Na_2CO_3 溶液显碱性,油污可在碱性溶液且加热的条件下发生水解反应,故该操作可除去油污,能达到实验目的,A 不符合题意;铁锈的主要成分为氧化铁,氧化铁可与稀盐酸反应,能达到除铁锈的目的,B 不符合题意;向 CuSO_4 溶液中滴加足量氨水的过程中,先生成氢氧化铜沉淀,当氨水过量时,氢氧化铜继续与一水合氨反应生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$,能达到实验目的,C 不符合题意;题给装置中铁钉作原电池的负极,Fe 失电子发生氧化反应,铜氨溶液中的 Cu^{2+} 在正极(铜片)发生得电子的还原反应生成 Cu,达不到实验目的,D 符合题意。]
5. D [铜与浓硫酸反应,生成二氧化硫,二氧化硫有毒会污染空气,二氧化硫属于酸性氧化物,可用氢氧化钠溶液吸收,所以为防止有害气体逸出,先放置浸 NaOH 溶液的棉团,再加热,A 正确;实验室制备氧气时,为了防止水槽中的水倒吸,实验结束时应先把导管移出水面,再熄灭酒精灯,可避免试管炸裂,B 正确;分液时,为了使液体顺利流下,需保持分液漏斗内部和外界大气压相等,所以分液时,先打开分液漏斗上方的玻璃塞,再打开下方的活塞,将下层液体从下口放出,再将上层液体从上口倒出,操作方法正确,C 正确;蒸馏时,为了更好的冷凝效果,冷凝水应从②口通入,①口流出,操作方法不正确,D 不正确。]
6. C [CaO 与水反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 使 $c(\text{OH}^-)$ 增大,溶剂(水)减少,且反应放热,促使 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解,试管口放一团用水或稀硫酸浸湿的棉花球,既可以减小空气对流,使 NH_3 充满试管,又可以吸收多余的 NH_3 ,防止污染空气,故 A 正确;硫化氢能和硫酸铜溶液反应生成硫化铜沉淀,所以图②可用于除去 C_2H_2 中少量的 H_2S ,故 B 正确; CH_2Cl_2 和 CCl_4 沸点不同,应采用蒸馏的方法分离,蒸馏时温度计水银球应位于蒸馏烧瓶支管口处,故 C 错误;制备明矾晶体时,先用饱和明矾溶液制取小晶体,再将小晶体悬挂在饱和明矾溶液的中央位置,有利于获得对称性更好的晶体,盖上硬纸片可防止空气中的灰尘等掉入溶液中,影响大晶体形成,故 D 正确。]

命题角度 3

[新题速递]

1. D [$0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的多元弱酸溶液的 pH 也可能为 2,A 错误;浓硫酸稀释时放热,故将浓硫酸滴入稀 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中,体系温度升高,干扰 H^+ 对 Fe^{3+} 水解影响的探究,B 错误;向 AgNO_3 溶液先滴入几滴 NaCl 溶液,有 AgCl 生成,再滴入几滴 NaI 溶液, I^- 与溶液中过量的 Ag^+ 反应生成黄色沉淀,不能证明发生了沉淀的转化,无法比较 AgCl 和 AgI 的 K_{sp} 大小,C 错误;将氯气通入 Na_2S 溶液中,产生淡黄色沉淀,说明有 S 单质生成,则 Cl_2 具有氧化性,D 正确。]
2. C [Fe 、 Cu 、稀硫酸原电池中,电子由活泼金属 Fe 流向 Cu,Fe、Zn、稀硫酸原电池中,电子由 Zn 流向 Fe,活泼性: $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu}$,A 正确; FeCl_3 与淀粉 KI 溶液反应,溶液变蓝色,则氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$,新制氯水加入含 KSCN 的 FeCl_2 溶液中,溶液变红色,生成了 Fe^{3+} ,则氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$,故氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$,B 正确;酸性高锰酸钾分别滴入苯和甲苯中,甲苯能使酸性高锰酸钾溶液褪色,说明了苯环使甲基活化,C 错误;不同浓度的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液与相同浓度的稀硫酸反应,浓度大的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液先出现浑浊,说明增大反应物浓度,反应速率加快,D 正确。]
3. C [Fe 与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 在高温下反应生成的气体是 H_2 ,该反应前后氢元素由 +1 价变成 0 价,被还原,体现了 H_2O 的氧化性,A 错误;如果待测液中含有 Ag^+ , Ag^+ 与 Cl^- 反应也能产

生白色沉淀,通过该实验不能得出待测液中含有 SO_4^{2-} 的结论,B 错误; $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 溶液能与盐酸反应,不能与 NaOH 溶液反应, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 与 NaOH 溶液和盐酸都能反应,说明 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的碱性比 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的强,C 正确; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中存在平衡: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙色) + $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}$ (黄色) + 2H^+ ,加入 NaOH 溶液后, OH^- 与 H^+ 反应,生成物浓度减小,使平衡正向移动,导致溶液由橙色变为黄色,题给结论错误,D 错误。]

4. B [用蓝色石蕊试纸检验某无色溶液,试纸变红,该溶液显酸性,但不一定是酸溶液,也有可能是显酸性的盐溶液,A 不符合题意;动物纤维的主要成分是蛋白质,灼烧后有类似烧焦羽毛的味道,若用酒精灯灼烧织物产生类似烧焦羽毛的味道,说明该织物含有动物纤维,含有蛋白质,B 项符合题意;乙醇和浓硫酸共热,会得到很多产物,如乙醚、乙烯、 SO_2 、 CO_2 等,其中的二氧化硫也能使溴水褪色,不能说明产生的气体就是乙烯,C 不符合题意;氯化镁溶液中滴入氢氧化钠溶液,会发生复分解反应,生成难溶的氢氧化镁,与氢氧化钠和氢氧化镁的碱性无关,不能由此得出氢氧化钠的碱性比氢氧化镁强,D 不符合题意。]
5. B [AlCl_3 溶于水后导电,但 AlCl_3 在熔融状态下不导电,说明其为共价化合物。 AlCl_3 固体溶于水后导电是因 AlCl_3 在水中水解生成离子,不能证明是离子化合物,A 错误;浓硝酸使蛋白质变性,产生白色沉淀(变性现象);加热后变黄是蛋白质中苯环结构的黄色反应特征。现象与结论均正确,B 正确;蔗糖水解需在酸性条件下进行,但后续检测葡萄糖时未中和酸性(需用 NaOH 调节至碱性),导致无法与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应生成砖红色沉淀,无法判断是否水解,C 错误;煮沸滤液可能导致 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} ,此时滴加 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 无法检测 Fe^{2+} ,即使无蓝色沉淀,也不能证明菠菜中不含 Fe^{2+} ,D 错误。]

命题角度 4

[新题速递]

1. A [先缓慢通入 Ar ,排尽装置内空气,防止对实验造成干扰,关闭 I 左侧阀门,先后点燃乙、丙、甲处酒精灯,一段时间后,II 中灼热的铜网变黑,说明 NaNO_3 分解产生了 O_2 ,熄灭酒精灯甲,再次缓慢通入 Ar ,使 NaNO_3 分解产生的气态产物全部反应,浓硫酸用于防止空气中的水蒸气进入装置干扰实验。一段时间后,II 中灼热的铜网变黑,说明 NaNO_3 分解产生了 O_2 ,为确保能准确测定产生的氧气的质量,应先点燃乙处酒精灯,再点燃丙处酒精灯,最后点燃甲处酒精灯,A 错误;II、III 中 Cu 均能和氧气反应生成黑色的 CuO ,整个过程中,若 III 中灼热的铜网未变黑,则说明生成的 O_2 在 II 中反应完全,B 正确;II 中的 Cu 只能吸收 O_2 ,实验结束后,若 I 中减少的质量等于 II 中增加的质量,则分解的气态产物只有 O_2 ,C 正确;由该实验可知 NaNO_3 受热易分解产生氧化剂、助燃性气体 O_2 ,故 NaNO_3 应远离热源、可燃物,并与还原性物质分开存放,D 正确。]
2. B [当气球被充入气体时,气体在气球内产生了一定的压力,这将均匀地作用在气球内外的表面上,使得外壳可以均匀分担气体的压力,故 A 正确;烧瓶中应加入苯甲酰氯的乙醚溶液,格氏试剂通过滴液漏斗缓慢滴加,防止副反应的发生,故 B 错误;反应体系为无水、无氧的密封装置,需要用题图中的漏斗保持体系内压强不变,保证液体顺利滴下,而不能用球形分液漏斗,故 C 正确;苯甲酰氯比二苯甲酮更易与格氏试剂反应使得二苯甲酮产率高,故 D 正确。]
3. C [本题利用 Li 和液氨反应 $\text{Li} + n\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{Li}^+ + [\text{e}(\text{NH}_3)_n]^-$ 制备 $[\text{e}(\text{NH}_3)_n]^-$;碱石灰可以吸收浓氨水中的水分,同时吸水过程大量放热,使一水合氨受热分解产生氨;利用集气瓶收集氨;过量的氨进入双口烧瓶中,在冷却体系中发生反应生成 $[\text{e}(\text{NH}_3)_n]^-$;最后的球形干燥管中可装 P_2O_5 ,除去过量的氨,同时防止空气中的水进入引起副反应。

碱石灰为生石灰和氢氧化钠的混合物,可以吸收浓氨水中的水分,同时吸水过程大量放热,有利于 NH_3 逸出,A 正确;锂片表面有 Li_2O , Li_2O 会阻碍 Li 和液氨的接触,所以必须打磨出新鲜表面,B 正确;第一个干燥管的作用是干燥氨, P_2O_5 为酸性干燥剂能与氨反应,所以不能用 P_2O_5 ,而装置末端的干燥管作用为吸收过量的氨,可用 P_2O_5 ,C 错误;双口烧瓶中发生的变化是 $\text{Li} + n\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{Li}^+ + [\text{e}(\text{NH}_3)_n]^-$,D 正确。]

4. B [NH_4Cl 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 的反应是吸热反应,所以烧瓶壁变冷,吸热反应的 $\Delta H > 0$,A 错误;试纸会变蓝,说明有 NH_3 生成,反应物都是固体,生成物中有气体,故产氨过程熵增,B 正确;滴加浓盐酸后,有白烟产生,说明体系中有氨,氨和浓盐酸发生反应生成 NH_4Cl 颗粒形成白烟,不是 NH_4Cl 的升华,C 错误;实验过程中,浓盐酸会与生成的 NH_3 反应,气球不会一直变大,D 错误。]
5. C [金属铜在稀硝酸中不会发生钝化,开始反应速率较慢,可能的原因是铜表面有氧化铜,故 A 项说法错误;由于装置内有空气,铜和稀硝酸反应生成的 NO 迅速被氧气氧化为红棕色的 NO_2 ,产生的 NO_2 浓度逐渐增加,气体颜色逐渐变深,故 B 项说法错误;装置内氧气逐渐被消耗,生成的 NO_2 量逐渐达到最大值,同时装置内的 NO_2 能与溶液中的 H_2O 发生反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$,气体颜色变浅,故 C 项说法正确;由于该装置为密闭体系,生成的 NO 无法排出,逐渐将锥形瓶内液体压入长颈漏斗,铜丝与液面脱离接触,反应停止,故 D 项说法错误。]

第二部分 非选择题题型突破

大题题型一 化工流程题

化整为零 分层突破

分点突破 1

[素养进阶]

1. 解析:由题图可知,向废镍催化剂中加入 NaOH 溶液进行碱浸,可除去油脂,并发生反应 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$,将 Al 及其氧化物溶解,得到的滤液①含有 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$,滤饼①为 Ni 、 Fe 及其氧化物和少量其他不溶性杂质,加稀硫酸酸浸后得到含有 Ni^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 的滤液②, Fe^{2+} 经 H_2O_2 氧化为 Fe^{3+} 后,加入 NaOH 调节 pH 使 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀除去,再控制 pH 浓缩结晶得到硫酸镍的晶体。
- (1)根据分析可知,向废镍催化剂中加入 NaOH 溶液进行碱浸,可除去油脂,并将 Al 及其氧化物溶解,发生反应 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 。
- (2)由分析可知,“转化”中 H_2O_2 的作用是将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 后,以便后续调 pH 将其沉淀与 Ni^{2+} 分离;若将工艺流程改为先“调 pH ”后“转化”,会使调 pH 过滤后的溶液中含有 Fe^{2+} 、则滤液③中可能含有转化生成的 Fe^{3+} ,故不能改为先“调 pH ”后“转化”。
- (3)由题干信息,硫酸镍在强碱中被 NaClO 氧化得到 NiOOH 沉淀,即反应中 Ni^{2+} 被氧化为 NiOOH 沉淀, ClO^- 被还原为 Cl^- ,则根据氧化还原得失电子守恒可得离子方程式为 $2\text{Ni}^{2+} + \text{ClO}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{NiOOH} \downarrow + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。
- 答案:(1) $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
- (2)将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,以便后续调 pH 将其沉淀与 Ni^{2+} 分离 不能
- (3) $2\text{Ni}^{2+} + \text{ClO}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{NiOOH} \downarrow + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$
2. 解析:废旧催化剂(主要成分为 Fe_2O_3 、 SiO_2 、 La_2O_3 、 CeO_2) 中加入稀硫酸和 H_2O_2 ,得到含有 H^+ 、 Fe^{3+} 、 La^{3+} 、 Ce^{3+} 的滤液, CeO_2 中的 Ce 由 +4 价变为 +3 价, H_2O_2 被氧化为 O_2 ,

“沉铁”步骤除去 Fe^{3+} ，“萃取”后 Ce^{3+} 进入萃取液，最后得到 Ce ；萃余液中 La^{3+} 用草酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 沉淀得到 $\text{La}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ ，“灼烧”后得到 La_2O_3 ，最后得到 La 。

(2)“浸取”时 CeO_2 与 H_2O_2 反应生成 Ce^{3+} ，说明 H_2O_2 被氧化，氧化产物是 O_2 ，反应的离子方程式为 $2\text{CeO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Ce}^{3+} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ；(3)“沉铁”过程中需要 Fe^{3+} 完全沉淀，而 Ce^{3+} 、 La^{3+} 不能沉淀，由表格数据可知，需调节 pH 的范围是 $3.2 \leq \text{pH} < 7.8$ ；(4)①“沉淀”后所得滤液的 $\text{pH} = 2$ ，

$$c(\text{H}^+) = 10^{-2} \text{ mol/L}, \text{ 溶液中 } \frac{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = \frac{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \times c(\text{H}^+) \times c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) \times c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \times c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) \times c(\text{H}^+) \times c(\text{H}^+)} = \frac{K_{a1} \times K_{a2}}{c^2(\text{H}^+)} = \frac{6 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-4}}{(10^{-2})^2} = \frac{3}{25} = 0.12; \text{②“灼烧”步骤中, } \text{La}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \text{ 与 } \text{O}_2 \text{ 反应得到 } \text{La}_2\text{O}_3 \text{ 和一种无毒的气体 } \text{CO}_2, \text{ 故}$$

灼烧时发生反应的化学方程式为 $2\text{La}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{La}_2\text{O}_3 + 12\text{CO}_2$ 。

答案：(1)增大固体与液体的接触面积，加快反应速率，提高浸取率 (2) $2\text{CeO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Ce}^{3+} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (3) $3.2 \leq \text{pH} < 7.8$

(4)① 0.12 (或 $\frac{3}{25}$) ② $2\text{La}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{La}_2\text{O}_3 + 12\text{CO}_2$

分点突破 2

[素养进阶]

1. 解析：向废钒催化剂 (含 V_2O_5 以及不溶于酸的杂质) 中加入稀硫酸进行酸浸，发生 $\text{V}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons (\text{VO}_2)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 反应， V_2O_5 转化为 VO_2^+ ，向滤液中加入 Na_2SO_3 ，发生 $2\text{VO}_2^+ + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{VO}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 反应，得到 VOSO_4 ，进行萃取和反萃取，加入 KClO_3 进行氧化，发生 $6\text{VO}^{2+} + \text{ClO}_3^- + 9\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 6\text{VO}_3^- + 18\text{H}^+$ 反应，得到 VO_3^- ，再加入 NH_4Cl 沉钒，制得 NH_4VO_3 晶体。

(1)“酸浸”时 V_2O_5 转化为 VO_2^+ ，加入 Na_2SO_3 进行还原， VO_2^+ 中 V 为 +5 价，被还原为 VO^{2+} (V 为 +4 价)， SO_3^{2-} 被氧化为 SO_4^{2-} ，根据氧化还原反应得失电子守恒、电荷守恒和元素守恒配平离子方程式，得到 $2\text{VO}_2^+ + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{VO}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2)由 $2\text{VO}_2^+ + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{VO}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 可知，“还原”生成 1 mol VO^{2+} 时消耗的 Na_2SO_3 的物质的量为 0.5 mol，由于钒的总回收率为 90%，则“氧化”时，由 $6\text{VO}^{2+} + \text{ClO}_3^- + 9\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 6\text{VO}_3^- + 18\text{H}^+$ 反应可知，消耗 1 mol $\times 90\% = 0.9 \text{ mol } \text{VO}^{2+}$ ，需要 $\frac{0.9}{6} \text{ mol}$ 的 KClO_3 ，“还原”时消耗的 Na_2SO_3 和“氧化”时消耗的 KClO_3 的物质的量之比为 $\frac{1}{2} : \frac{0.9}{6} = 10 : 3$ 。

(3)①“沉钒”过程发生反应生成 NH_4VO_3 ，加入过量 NH_4Cl ，溶液中 NH_4^+ 浓度增大，根据沉淀溶解平衡原理，利用同离子效应，促进 NH_4VO_3 晶体的析出，提高沉钒率。

②如图，温度高于 80°C 时， NH_4^+ 的水解程度增大， NH_4^+ 浓度减小 (若答到“温度升高， NH_4VO_3 溶解度增大”亦可)，沉钒率下降。

答案：(1) $2\text{VO}_2^+ + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{VO}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

(2) $10 : 3$

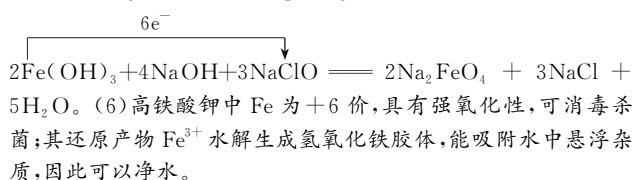
(3)①利用同离子效应，促进 NH_4VO_3 晶体的析出，提高沉钒率 ② NH_4^+ 的水解程度增大， NH_4^+ 浓度减小 (若答到“温度升高， NH_4VO_3 溶解度增大”亦可)

2. 解析：矿粉焙烧时产物有 Fe_2O_3 、 MnO 、 SO_2 等，酸浸时 Fe^{2+} 将 MnO_2 还原为 Mn^{2+} ， Fe_2O_3 、 MnO 分别以 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} 进入溶液；氧化时将 Fe^{2+} 全部氧化为 Fe^{3+} ，调 pH 使 Fe^{3+} 沉淀完

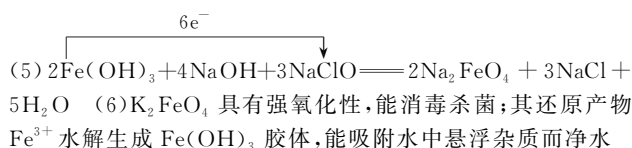
全，而 Mn^{2+} 不沉淀，滤液沉锰后焙烧得到 MnO_2 ，滤渣 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 经氧化得到 K_2FeO_4 。

(1) Mn^{2+} 的价电子排布为 $3d^5$ ，是半充满的稳定结构，难失去电子；而 Fe^{2+} 失去 1 个电子后可得到更稳定的 $3d^5$ 半充满结构，因此气态 Mn^{2+} 更难再失 1 个电子。

(2)第一次“焙烧”时，硫铁矿会产生有毒酸性尾气 SO_2 ，可用 NaOH 或 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液吸收。“酸浸”中将 MnO_2 转化成 Mn^{2+} ，离子方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(3)调节 pH 的目的是使 Fe^{3+} 完全沉淀，同时保证 Mn^{2+} 不沉淀，因此 pH 需等于或大于 Fe^{3+} 完全沉淀的 $\text{pH} = 3.2$ ，小于 Mn^{2+} 开始沉淀的 $\text{pH} = 8.1$ 。(4)温度超过 60°C 时， NH_4HCO_3 受热分解，反应物浓度减小。(5)滤渣为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，制备 Na_2FeO_4 的单线桥表示为



答案：(1)难 基态 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 的价层电子排布式分别为 $3d^5$ 、 $3d^6$ ， Mn^{2+} 的 3d 轨道为半充满的稳定结构，难以再失去电子，而 Fe^{2+} 再失去 1 个电子后可形成 3d 轨道半充满的稳定结构 (或其他合理答案) (2) NaOH [或 $\text{Ca}(\text{OH})_2$] $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ (3) Fe^{3+} 催化 H_2O_2 分解 $3.2 \leq \text{pH} < 8.1$ (4) 温度过高， NH_4HCO_3 受热分解，导致溶液中 CO_3^{2-} 浓度减小



分点突破 3

[素养进阶]

1. 解析：向阳极泥中加入稀硫酸将 ZnO 转化成 ZnSO_4 ，随滤液除去，向滤渣中加稀硫酸和葡萄糖酸浸，+4 价的 Mn 变成 +2 价的 Mn 进入溶液，过滤，得 MnSO_4 溶液，经过一系列操作，得 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 晶体，在剩余的溶液中加入 NH_4HCO_3 和氨水生成 MnCO_3 ，经过滤、洗涤、干燥，得到高纯 MnCO_3 固体；在前面过滤得到的滤渣中加入 Na_2CO_3 溶液，使 PbSO_4 转化成溶解度更小的 PbCO_3 ，再加入醋酸，酸浸溶铅，得到 Ag 单质和醋酸铅溶液，在醋酸铅溶液中加入 H_2SO_4 ，生成 PbSO_4 沉淀，过滤得 PbSO_4 。

(1) Mn 为 25 号元素，在元素周期表中位于第四周期第 VII B 族； PbMn_4O_8 中 Pb 为 +2 价，O 为 -2 价，设 PbMn_4O_8 中含 a 个 +2 价 Mn，则 +4 价 Mn 有 $(4-a)$ 个，据化合价代数和为 0 列式为 $2 \times 1 + 2a + 4 \times (4-a) = 2 \times 8$ ，解得 $a = 1$ ，则 +2 价和 +4 价 Mn 的个数比为 1 : 3。

(2)根据阳极泥的成分及酸洗后离子的去向可知，向阳极泥中加入稀硫酸后将 ZnO 转成了 ZnSO_4 ，并随滤液除去，故滤液 1 主要溶质为 ZnSO_4 。

(3)由题中信息可知，在酸洗后剩余的滤渣中加入稀硫酸、葡萄糖与 MnO_2 发生氧化还原反应，+4 价的 Mn 得电子被还原成 Mn^{2+} ，葡萄糖中 C 失电子被氧化成 CO_2 ，其反应的化学方程式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 + 12\text{MnO}_2 \rightleftharpoons 12\text{MnSO}_4 + 6\text{CO}_2 \uparrow + 18\text{H}_2\text{O}$ 。

(4)碳化过程是在含 Mn^{2+} 的溶液中加入 NH_4HCO_3 和氨水生成 MnCO_3 固体的过程，则发生反应的离子方程式为 $\text{Mn}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{MnCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ 。

(5)由图可知温度 40°C 以上时 MnSO_4 主要以 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 形式结晶，且晶体的溶解度随温度升高而减小，因此在加热蒸发浓缩结晶后，采用趁热过滤可减少晶体损失。

(6) 当 PbSO_4 中加入 Na_2CO_3 溶液后, 发生反应 $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{PbSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{PbCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$, 该反应的平衡常数 $K = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4)}{K_{\text{sp}}(\text{PbCO}_3)} = \frac{2.5 \times 10^{-8}}{7.5 \times 10^{-14}} = \frac{1}{3} \times 10^6 > 10^5$, PbSO_4 几乎可以完全转化为 PbCO_3 , 故可用 Na_2CO_3 溶液将“滤渣”中的 PbSO_4 转化为 PbCO_3 。

答案: (1) 第四周期第ⅦB族 1:3

(2) Zn^{2+}

(3) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 + 12\text{MnO}_2 \xrightarrow{\text{葡萄糖}} 12\text{MnSO}_4 + 6\text{CO}_2 \uparrow + 18\text{H}_2\text{O}$

(4) $\text{Mn}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{MnCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$

(5) 加热浓缩结晶 高于 40°C 趁热过滤

(6) 当 PbSO_4 中加入 Na_2CO_3 溶液后, 发生反应 $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{PbSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{PbCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$, 该反应的平衡常数 $K = \frac{1}{3} \times 10^6 > 10^5$, PbSO_4 几乎可以完全转化为 PbCO_3 。

2. 解析: 铁镍矿石的主要成分是四氧化三铁和氧化镍, 还含有铜、钙、镁、硅的氧化物, 粉碎后, 加入稀硫酸进行酸溶, 其中硅的氧化物不与酸反应, 形成废渣 1, 滤液中含有 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ni^{2+} , 加入 H_2O_2 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 后, 利用碳酸钠除铁, 得到黄钠铁矾渣, 再利用硫离子除铜, 得到硫化铜废渣 2, 再利用 NaF 除钙、除镁, 得到废渣 3 为 CaF_2 、 MgF_2 , 最后利用 NaOH 沉镍, 得到 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 固体。

(1) 铁镍矿石粉碎可以增大固体与酸溶液接触面积, 使之充分反应。

(2) “酸溶”时, 加入稀硫酸, 硅的氧化物与稀硫酸不反应, 四氧化三铁、铜的氧化物、钙的氧化物、镁的氧化物、 NiO 与稀硫酸反应生成 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ni^{2+} , 废渣 1 的主要成分为 SiO_2 。

(3) “除铁”时用到过氧化氢, 过氧化氢不稳定, 受热易分解, 所以需控制温度不超过 40°C 。

(4) H_2S 为弱酸, 在离子方程式中不可拆分, 其离子方程式为 $\text{H}_2\text{S} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$ 。

(5) $K_{\text{sp}}[\text{Ni}(\text{OH})_2] = c(\text{Ni}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-) = 1.0 \times 10^{-15}$, $c(\text{Ni}^{2+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+) = 9$ 。

答案: (1) 便于酸溶时增大固体与酸溶液接触面积, 使之充分反应, 提高浸出率

(2) Fe^{2+} 、 Mg^{2+} SiO_2

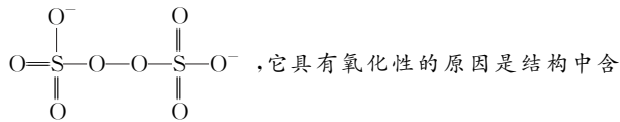
(3) 温度过高过氧化氢分解, 浓度降低

(4) $\text{H}_2\text{S} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$

(5) 9

化零为整 整体把握

[母题变式] 提示: 过二硫酸根离子的结构式为



[真题自测]

解析: (1) 由上述流程分析可知, “酸溶 1”的目的是除去合金粉中的 Fe 。(2) 已知“酸溶 2”中 Rh 被氧化为 $\text{H}_3[\text{RhCl}_6]$, 王水中浓硝酸被还原为 NO_2 , 结合元素守恒及得失电子守恒可知, 该反应的化学方程式为 $\text{Rh} + 6\text{HCl} + 3\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{王水}} \text{H}_3[\text{RhCl}_6] + 3\text{NO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。由上述流程分析可知, “滤渣”的主要成分是 SiO_2 。(3) “沉铑”中得到的沉淀经“灼烧”后含有的少量的 Rh_2O_3 和 RhCl_3 被氢气还原为 Rh , 故“高温还原”中发生反应的化学方程式为 $\text{Rh}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Rh} + 3\text{H}_2\text{O}$ 和 $2\text{RhCl}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Rh} + 6\text{HCl}$ 。(4) SnCl_2 初始浓

度为 $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 恰好生成 $\text{Sn}(\text{OH})_2$ 沉淀时, 溶液中 $c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}[\text{Sn}(\text{OH})_2]}{c(\text{Sn}^{2+})}} \approx 2.3 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

$\text{pOH} \approx 11.6$, $\text{pH} \approx 2.4$, 故为避免生成 $\text{Sn}(\text{OH})_2$ 沉淀, 溶液适宜的 pH 应小于 2.4, 故本题选 A。(5) $[\text{Rh}(\text{SnCl}_3)_5]^{4-}$ 带 4 个单位负电荷, Sn 为 +2 价, 则 Rh 为 +1 价。“活化还原”过程中, $\text{Rh}(\text{III})$ 以 $[\text{RhCl}_6]^{3-}$ 计, 被还原为 $\text{Rh}(\text{I})$, SnCl_2 被氧化为 $[\text{SnCl}_6]^{2-}$, 同时 SnCl_2 与 Cl^- 结合形成 $[\text{SnCl}_3]^-$, 每形成 1 个 $[\text{Rh}(\text{SnCl}_3)_5]^{4-}$ 需要 5 个 SnCl_2 , 结合元素守恒及得失电子守恒可知, 理论上 SnCl_2 和 $[\text{RhCl}_6]^{3-}$ 反应的物质的量之比为 6:1。(6) 根据上述流程分析可知, “酸溶 3”的目的是将 Rh 与 Zn 、 Sn 分离。

答案: (1) 除 Fe

(2) $\text{Rh} + 6\text{HCl} + 3\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{王水}} \text{H}_3[\text{RhCl}_6] + 3\text{NO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$

(3) $\text{Rh}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Rh} + 3\text{H}_2\text{O}$, $2\text{RhCl}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Rh} + 6\text{HCl}$

(4) A

(5) +1 6:1

(6) 将 Rh 与 Zn 、 Sn 分离

大题型二 化学实验综合题

化整为零 分层突破

分点突破 1

[素养进阶]

1. (1) $\text{D} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{E} \rightarrow \text{F}$

(2) 恒压分液漏斗 $\text{MnO}_2 + 2\text{Cl}^- + 4\text{H}^+ \xrightarrow{\Delta} \text{Cl}_2 \uparrow + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) 装置 E 中无液滴滴下

(4) 蒸馏

(5) 当滴入最后半滴标准 KSCN 溶液时, 溶液恰好由无色变为红色且半分钟内不褪色 95% BC

2. 解析: 由实验装置图可知, 装置 A 中硫化钙与盐酸反应制备硫化氢; 装置 B 中盛有的饱和硫氢化钠溶液用于除去氯化氢; 装置 C 为空载仪器, 作安全瓶起到防倒吸的作用; 装置 D 中 CaCN_2 与硫化氢、水在 80°C 条件下反应制备硫脲; 装置 E 中盛有的硫酸铜溶液用于吸收硫化氢, 防止污染空气; 反应制得的硫脲与过氧化氢溶液反应制得二硫化硫脲。(1) 装置 B 中盛有的饱和硫氢化钠溶液用于除去氯化氢; 由实验装置图可知, 仪器 a 为漏斗; (2) 由题意可知, 二硫化硫脲具有还原性, 所以用硫脲制备二硫化硫脲时, 应分批加入过氧化氢溶液, 防止过氧化氢溶液局部过量导致二硫化硫脲被氧化而使得产率降低; (3) 与过滤相比, 二硫化硫脲的制备中采用减压过滤可以加快过滤速率, 同时有利于使产物更干燥; (4) 由题意可知, 硫脲制备二硫化硫脲的反应为硫脲与过氧化氢溶液反应生成二硫化硫脲和水, 反应的化学方程式为 $\text{CS}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{反应}} (\text{NH}_2)_2\text{CSO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

答案: (1) 饱和 NaHS 溶液 漏斗

(2) 防止 H_2O_2 局部过量导致二硫化硫脲被氧化

(3) 加快过滤速率, 同时使产物更干燥

(4) $\text{CS}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{反应}} (\text{NH}_2)_2\text{CSO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

分点突破 2

[素养进阶]

1. 解析: 由题给流程可知, 装置中发生的反应为邻苯二甲酸酐与浓氨水在 $80 \sim 95^\circ\text{C}$ 的热水浴中发生取代反应生成邻苯二甲酸铵, 邻苯二甲酸铵在加热条件下发生取代反应生成邻苯二甲酰亚胺, 所得固体经冷却, 洗涤、抽滤、烘干, 进一步提纯得固体邻苯二甲酰亚胺, 据此分析解题。

(1) 仪器 A 的名称为恒压滴液漏斗(或恒压分液漏斗)。

分点突破 3

[素养进阶]

1. 解析: 甲装置中, 铜与浓硫酸加热反应生成 SO_2 气体, 乙装置是安全瓶, 在丙中 SO_2 与 NaOH 反应生成 NaHSO_3 , 用品红溶液可以检验 SO_2 是否过量, 尾气用酸性高锰酸钾溶液吸收。

(1) 甲中 Cu 与浓硫酸共热发生反应生成硫酸铜、 SO_2 气体和水, 反应的化学方程式为 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 若 NaOH 完全转化为 NaHSO_3 , 则 SO_2 过量, 过量的 SO_2 能使品红溶液褪色, 故把针筒中的品红溶液推入锥形瓶中, 若品红溶液褪色, 说明 NaOH 已完全转化为 NaHSO_3 。

(3) SO_2 与 I_2 发生氧化还原反应生成硫酸和 HI , 蘸有碘水的淀粉试纸接近实验 b 的试管口, 若蓝色褪去, 证明气体是 SO_2 ; 离子方程式为 $\text{I}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}^+ + 2\text{I}^- + \text{SO}_4^{2-}$ 。

(4) ① 实验 a 是向 2 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaHSO_3 溶液中加入 2 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CuSO_4 溶液, 若 Cu^{2+} 水解使溶液中 H^+ 浓度增大, H^+ 与亚硫酸氢根离子反应也应该有 SO_2 产生, 实验 a 中没有气体产生, 故假设 1 不成立。

② 假设 2 中 Cl^- 存在时, Cu^{2+} 与 HSO_3^- 反应生成 CuCl 白色沉淀和 H^+ , 离子方程式为 $2\text{Cu}^{2+} + \text{HSO}_3^- + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CuCl} \downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$ 。

(5) 加入 NaCl 后, Cu^{2+} 的氧化性增强, 两极发生氧化还原反应, 形成原电池, 有电流产生, Cu^{2+} 被还原为 Cu^+ , 同时与 Cl^- 生成 CuCl 沉淀, 故加入 NaCl 固体后, 电流表指针偏转, 右侧烧杯有白色沉淀生成。

(6) SCN^- 是一种拟卤离子, 其性质与卤离子相似, 能够增强 Cu^{2+} 的氧化性, Cu^{2+} 会把 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 对实验产生干扰。

答案: (1) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) 把针筒中的品红溶液推入锥形瓶中, 若品红溶液褪色, 说明 NaOH 已完全转化为 NaHSO_3 。

(3) 试纸蓝色褪去 $\text{I}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}^+ + 2\text{I}^- + \text{SO}_4^{2-}$

(4) ① 实验 a 中没有无色气体生成 ② $2\text{Cu}^{2+} + \text{HSO}_3^- + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CuCl} \downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$

(5) 电流表指针偏转, 右侧烧杯有白色沉淀生成

(6) SCN^- 增强了 Cu^{2+} 的氧化性, Cu^{2+} 会将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+}

2. 解析: 实验中通过氯化铁溶液和硫氰化钾溶液混合后, 加入铁粉后溶液颜色变化, 探究氯化铁溶液和 Fe 的反应。

(1) 先算出 FeCl_3 的物质的量 $n(\text{FeCl}_3) = cV = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 0.1 \text{ mol}$, 则 $m(\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = nM = 0.1 \text{ mol} \times 270.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 27.05 \text{ g}$ 。

(2) 配制一定物质的量浓度溶液需要的仪器有容量瓶、烧杯、玻璃棒、胶头滴管等, 图中 A 是容量瓶, C 是胶头滴管。 Fe^{3+} 水解的离子方程式为 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$, 加入浓盐酸, 增大 H^+ 浓度, 抑制 Fe^{3+} 水解。

(3) 向一支试管中滴加 KSCN 溶液无明显变化, 说明溶液中可能没有 Fe^{3+} ; 向另一支中滴加 FeCl_3 溶液出现红色, 说明溶液中有 SCN^- , 所以溶液红色褪去是因为 Fe^{3+} 被消耗, Fe 与 Fe^{3+} 反应的离子方程式为 $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$ 。

(4) 为保证溶液总体积相同便于对比, b 和 d 中溶液总体积要相等。d 中溶液总体积为 $2.0 + 1.0 + V_2$, b 中溶液总体积为 $2.0 + V_1$, 且 d 中加入 1.0 mL 蒸馏水和 $V_2 \text{ mL}$ FeCl_3 溶液, b 中不加入 FeCl_3 溶液, 为保证 FeCl_3 总量一致 (d 中加入少量 FeCl_3 溶液), d 中加入 0.05 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ FeCl_3 溶液 (可忽略体积变化), 则总体积为 $2.0 \text{ mL} + 1.0 \text{ mL} + 0.05 \text{ mL} = 3.05 \text{ mL}$, 所以 $V_1 = 3.05 - 2.0 = 1.05$, $V_2 = 0.05$ 。

(5) 从资料可知, SCN^- 能与 Fe 反应生成 CN^- , CN^- 与 Fe^{3+} 结合生成更稳定的 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$, SCN^- 浓度越大, 相同时间

(2) 实验中球形干燥管的作用为吸收尾气 NH_3 , 球形干燥管只能盛放固体, ① 氢氧化钾和 ③ 碱石灰不和 NH_3 反应, 不能吸收 NH_3 , ② 无水氯化钙可以和 NH_3 反应, 故其中盛装的试剂是无水氯化钙, 故选 ②。

(3) 根据反应原理, 邻苯二甲酸酐与氨水反应生成邻苯二甲酸铵, 则步骤 I 中, 白色固体是反应生成的邻苯二甲酸铵。

(4) 根据表格可知, 邻苯二甲酰亚胺易溶于乙醇。因此, 选用乙醇可以有效地溶解邻苯二甲酰亚胺, 减少邻苯二甲酸酐的溶解量, 使分离更加完全。

(5) 步骤 III 中趁热过滤后, 滤液“缓慢降温”而不是快速降温的原因是缓慢降温易形成大颗粒晶体, 利于抽滤 (或缓慢降温有助于形成更纯净的晶体)。

(6) 邻苯二甲酸酐的物质的量为 $\frac{37.0 \text{ g}}{148 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.25 \text{ mol}$, 理

论上邻苯二甲酸酐与反应生成的邻苯二甲酰亚胺的物质的量之比为 1:1, 因此理论产量为 $0.25 \text{ mol} \times 147 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 36.75 \text{ g}$, 实际产量为 29.4 g , 邻苯二甲酸酐的利用率为 $\frac{29.4 \text{ g}}{36.75 \text{ g}} \times 100\% = 80\%$ 。

答案: (1) 恒压滴液漏斗 (或恒压分液漏斗)

(2) ② (3) 邻苯二甲酸铵

(4) 减少邻苯二甲酸酐的溶解量, 使分离更加完全

(5) 缓慢降温易形成大颗粒晶体, 利于抽滤 (或缓慢降温有助于形成更纯净的晶体)

(6) 80%

2. 解析: 本实验制备苯氧乙酸, 先让氯乙酸与碳酸钠反应生成氯乙酸钠, 再加入苯酚、氢氧化钠溶液至 pH 为 12, 沸水浴中加热一段时间, 充分反应生成苯氧乙酸钠, 利用强酸制备弱酸, 苯氧乙酸钠与盐酸反应生成苯氧乙酸。

(1) 根据仪器 B 的特点, 仪器 B 为球形冷凝管; 冷凝管通入冷却水, 为了增强冷凝效果, 冷却水下进上出, 出水口为 b。

(2) 氯原子具有吸电子效应, 使氯乙酸的羧基中 O—H 键极性增强, 更易电离出 H^+ , 酸性更强, K_a 值更大, 根据 $\text{p}K_a = -\lg K_a$, 酸性越强, $\text{p}K_a$ 越小, 则 $\text{p}K_a(\text{ClCH}_2\text{COOH}) < \text{p}K_a(\text{CH}_3\text{COOH})$ 。

(3) 步骤 II 中补充氢氧化钠溶液目的是反应过程中, 酚类物质与氢氧化钠反应, 且生成的产物在反应中也会消耗氢氧化钠, 补充氢氧化钠可维持溶液 pH=12, 保证反应体系中有足够的碱性, 使反应能够继续进行。

(4) 抽滤 (减压过滤) 的优点有过滤速度快, 因为在减压条件下, 液体更容易通过滤纸; 液体和固体分离比较完全; 滤出的固体易干燥, 由于减压抽滤能将固体表面的液体尽量抽干。

(5) 实验中使用的氯乙酸有毒, 在反应过程中可能会有氯乙酸等有毒物质挥发到空气中, 从环保角度考虑, 应在装置上连接一个尾气吸收装置, 吸收可能挥发出来的有毒气体。

(6) 氯乙酸 (ClCH_2COOH) 的物质的量 $n(\text{ClCH}_2\text{COOH}) = \frac{3.78 \text{ g}}{94.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.04 \text{ mol}$, 苯酚 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) 的物质的量

$n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = \frac{2.82 \text{ g}}{94 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03 \text{ mol}$, 根据反应原理可知,

苯酚物质的量少, 以苯酚的量为基准进行计算, 则理论生成苯氧乙酸的物质的量为 0.03 mol , 苯氧乙酸的理论产量 $m =$

$0.03 \text{ mol} \times 152 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.56 \text{ g}$, 产率 = $\frac{\text{实际产量}}{\text{理论产量}} \times 100\% = \frac{3.00 \text{ g}}{4.56 \text{ g}} \times 100\% \approx 66\%$, 故答案选 C。

答案: (1) 球形冷凝管 b

(2) < 氯原子为吸电子基团, 导致 O—H 键极性增大, 因此氯乙酸酸性大于乙酸

(3) 提供碱性环境, 保持溶液呈碱性

(4) ABC (5) 在冷凝管上端尾部连接装有碱石灰的球形干燥管 (6) C

生成 CN^- 浓度越大,结合 Fe^{3+} 速率越快, Fe^{3+} 消耗快,溶液褪色快。

(6)先向 FeCl_3 溶液中加入过量铁粉,将 Fe^{3+} 充分反应,再取滤液,向滤液中滴加少量 KSCN 溶液,若溶液不变红,说明 Fe 与 FeCl_3 发生了反应。

答案:(1)27.05

(2)AC 浓盐酸

(3) $\text{KSCN} \quad \text{FeCl}_3 \quad \text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$

(4)1.05 0.05

(5)铁粉能与 SCN^- 反应生成 CN^- , CN^- 与 Fe^{3+} 结合成稳定性更强的 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$, SCN^- 浓度越大,相同时间内生成 CN^- 的浓度越大, CN^- 与 Fe^{3+} 结合生成稳定配合物的速率越快, Fe^{3+} 消耗的速率越快,因此溶液褪色越快

(6)先向 FeCl_3 溶液中加入过量的铁粉,再取滤液,向滤液中滴加少量 KSCN 溶液

分点突破 4

[素养进阶]

1. 解析:某赤铁矿石含有 Fe 、 Al 、 Ca 、 Mg 、 Si 、 O 等元素;用浓盐酸与试样反应,使得试样中 Fe 元素以离子形式存在,用 Na_2WO_4 作指示剂滴加 SnCl_2 溶液、 TiCl_3 使 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ,加二苯胺磺酸钠作为指示剂,用 $0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液滴定 Fe^{2+} ,根据消耗 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的量计算试样中 Fe 的质量分数。

(1)二氧化硅为难溶于酸的白色固体,步骤 I 中,当观察到剩余固体完全变为白色时,表明试样已充分溶解; FeCl_3 受热易升华,避免氯化铁损失,充分溶解后,需要用少量水吹洗表面皿。

(2)根据影响反应速率的因素,步骤 II 中,趁热滴加 SnCl_2 的目的是加快反应速率;滴加过程中, $[\text{SnCl}_4]^{2-}$ 被 Fe^{3+} 氧化为 $[\text{SnCl}_6]^{2-}$, Fe 元素化合价由 +3 价降低为 +2 价, Sn 元素化合价由 +2 价升高为 +4 价,根据得失电子守恒,该反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + [\text{SnCl}_4]^{2-} + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + [\text{SnCl}_6]^{2-}$;根据题意,摇动下滴加 TiCl_3 (还原剩余的 Fe^{3+}) 至出现浅蓝色的五价钨 $[\text{W(V)}]$,可知 Na_2WO_4 的作用是作指示剂。

(3)步骤 III 中,加入的 H_3PO_4 与 Fe^{3+} 反应生成无色 $[\text{Fe}(\text{HPO}_4)_2]^-$,可消除 Fe^{3+} 的黄色,以便于观察终点的颜色。

(4)根据得失电子守恒得反应关系式: $6\text{Fe}^{2+} \sim \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $n(\text{Fe}^{2+}) = 6n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 6 \times 0.025 \text{ L} \times 0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.003 \text{ mol}$,则 0.28 g 试样中 Fe 的质量分数 = $\frac{0.003 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.28 \text{ g}} \times 100\% = 60\%$ 。

答案:(1)剩余固体完全变为白色 避免氯化铁损失

(2)加快反应速率 $2\text{Fe}^{3+} + [\text{SnCl}_4]^{2-} + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + [\text{SnCl}_6]^{2-}$ 作指示剂

(3)观察终点的颜色 (4)60

2. 解析:(1)通过恒压设计平衡漏斗内外压强,有利于甘氨酸溶液在反应过程中能平稳、连续滴加;(2)三颈烧瓶中 $\text{Zn}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 与稍过量的 $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 溶液在 $90 \sim 95^\circ\text{C}$ 条件下发生反应, Zn^{2+} 与甘氨酸根 $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$ 结合,同时释放出 CO_2 和 H_2O ,则化学方程式为 $\text{Zn}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + 4\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH} \xrightarrow{90 \sim 95^\circ\text{C}} 2\text{Zn}(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO})_2 + \text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$;(3)由三颈烧瓶中所发生的反应可知,反应前,三颈烧瓶中有固体 $\text{Zn}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$,随着甘氨酸的加入,固体逐渐溶解,溶液由浑浊变为澄清,且会产生气泡,当固体完全溶解或不再有气泡产生时,表明反应完全;(4)据 EDTA 与锌离子按照 1:1(物质的量之比)反应生成稳定的络合物可知, $m \text{ g}$ 样品中锌元素的质量分数为

$$\frac{c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times 10^{-3} \text{ L} \times \frac{100 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}} \times 65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{m \text{ g}} \times$$

$100\% = \frac{26cV}{m}\%$;A. 加待测溶液前,锥形瓶洗涤后未干燥,标准

溶液用量不变,不影响所测产品中锌元素的质量分数;B. 滴定前,滴定管未用 EDTA 标准溶液润洗会导致标准溶液用量偏大,所测产品中锌元素的质量分数偏高;C. 滴定前平视读数,滴定结束后俯视读数,导致读取的标准溶液体积偏小,所测产品中锌元素的质量分数偏低;(5)根据结构简式,中心离子 Zn^{2+} 与两个甘氨酸分子中的氮原子、两个氧原子及一个水分子中的氧原子配位,共形成五个配位键,则 Zn^{2+} 的配位数为 5;该配合物和 NH_3 中 N 原子均为 sp^3 杂化, NH_3 中的 N 有 1 个孤电子对,在配合物中氮原子孤对电子参与配位形成 $\text{Zn}-\text{N}$ 键,孤对电子密度降低,键角增大,故 NH_3 中 $\text{H}-\text{N}-\text{H}$ 键角较小。

答案:(1)恒压滴液漏斗 平衡压强,有利于甘氨酸溶液顺利滴下

(2) $\text{Zn}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + 4\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH} \xrightarrow{90 \sim 95^\circ\text{C}} 2\text{Zn}(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO})_2 + \text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$

(3)固体完全溶解(或不再有气泡产生)

(4) $\frac{26cV}{m}$ B

(5)5 <

3. (1) 恒压滴液漏斗 C (2) 无水 CaCl_2 (或碱石灰, P_2O_5 等)

(3) $\text{AlCl}_3 + 4\text{LiH} \xrightarrow{\text{乙醚}} \text{Li}[\text{AlH}_4] + 3\text{LiCl}$ 调节恒压滴液漏斗玻璃塞,缓慢滴加溶液

(4) LiH 、 LiCl 隔绝空气 加快过滤速率 (5)A

(6)83.3

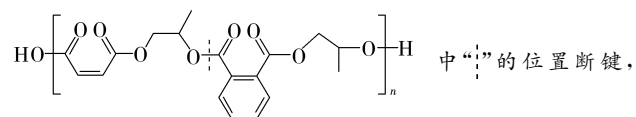
化零为整 整体把握

[母题变式]

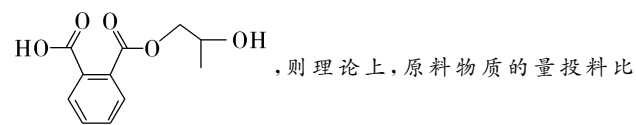
6 +4

[真题自测]

解析:(1)按照如图



单体分别为 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{OH}$ 和



,则理论上,原料物质的量投料比

$n(\text{顺丁烯二酸酐}) : n(\text{邻苯二甲酸酐}) : n(1,2\text{-丙二醇}) = 1 : 1 : 2$ 。(2)装置 B 是空气冷凝管,作用是导气和冷凝回流;仪器 C 的名称是直形冷凝管;根据已知信息,反应过程中醇解产物生成聚酯时有 H_2O 产生,为提高反应产率,需使产生的水以 $\text{H}_2\text{O(g)}$ 形式逸出,故应保持温度计 2 示数高于水的沸点且低于反应物沸点,则合理的温度范围为 $100 \sim 105^\circ\text{C}$,B 正确。(3)5 次实验分别消耗 KOH -乙醇标准溶液的体积为 24.98 mL 、 24.80 mL 、 24.10 mL 、 25.00 mL 、 25.02 mL ,其中第 2、3 次数据误差较大,应舍去;取其余三次的平均值,消耗标准溶液的体积为 25.00 mL 。 $a \text{ g}$ 样品消耗 KOH 的质量为 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 25.00 \times 10^{-3} \text{ L} \times \frac{250.00 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 14c \text{ g} = 14\,000c \text{ mg}$,则该样品的酸值为 $\frac{14\,000c}{a} \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$;随着反应的进行,样品中 $-\text{COOH}$ 减少,

酸值应降低,若测得酸值高于聚合度要求,应增大 N_2 的流速,促进反应的进行。(4)该实验的反应过程中,酸酐与醇发生醇解反应时,生成了羧酸官能团,实现了自催化,故反应中无需另加催化剂。

答案:(1)1:1:2 (2)导气和冷凝回流 直形冷凝管 B

(3)2、3 $\frac{14\ 000c}{a} \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ C

(4)反应过程中生成酸,实现了自催化

大题题型三 化学反应原理综合题

化整为零 分层突破

分点突破 1

[素养进阶]

1. 解析:(1)由题图可知总反应中活化能最大的反应: $\text{CO}_2^* + 2\text{H}^* \rightleftharpoons \text{HCOO}^* + \text{H}^*$,这是决定总反应速率步骤的反应。

(2)由题图可知, $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCOOH}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = +14.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,结合 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,故 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCOOH}(\text{g})$ 的 $\Delta H = (-41 + 14.8) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -26.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案:(1) $\text{CO}_2^* + 2\text{H}^* \rightleftharpoons \text{HCOO}^* + \text{H}^*$ (或 $\text{CO}_2^* + \text{H}^* \rightleftharpoons \text{HCOO}^*$) (2)-26.2

2. 解析:碳的摩尔燃烧焓是指 100 kPa 时,1 mol 碳完全燃烧生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 时的焓变,即目标化学反应为 $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})$,利用盖斯定律,目标热化学方程式为 $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_5$,可由 $2 \times$ 反应 4 - 反应 1 - 反应 2 得到,即 $\Delta H_5 = 2\Delta H_4 - \Delta H_1 - \Delta H_2$; $\text{CO}(\text{g})$ 的摩尔燃烧焓,反应

6: $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_6$, $\text{H}_2(\text{g})$ 的摩尔燃烧

焓,反应 7: $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_7 < 0$,反应 6

- 反应 7 得: $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H$,要比较 $\text{CO}(\text{g})$ 的摩尔燃烧焓与 $\text{H}_2(\text{g})$ 的摩尔燃烧焓的相对大小,即要求 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H$ 与 0 的大小关系;反应 3 - 反应 2 得反应 8: $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_8 = (205.2 - 247.3) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -42.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,而过程 9: $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_9 > 0$,反应 8 + 过程 9 得: $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = \Delta H_8 + \Delta H_9$,无法判断 $\Delta H_8 + \Delta H_9$ 大于 0 还是小于 0,即无法判断 $\text{CO}(\text{g})$ 的摩尔燃烧焓与 $\text{H}_2(\text{g})$ 的摩尔燃烧焓的相对大小。

答案: $2\Delta H_4 - \Delta H_1 - \Delta H_2$ 无法判断

3. 解析:(1)已知标准摩尔生成焓($\Delta_f H_m^\ominus$)是指标准状态下,由稳定的单质生成 1 mol 化合物的焓变,生成液态水放出的热量更多,则 $\Delta_f H_m^\ominus[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] < \Delta_f H_m^\ominus[\text{H}_2\text{O}(\text{g})] = -241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2)石墨在标准状态下,生成 1 mol $\text{CO}_2(\text{g})$ 的热化学方程式为 $\text{C}(\text{石墨}, \text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(3) $\Delta H = \Delta_f H_m^\ominus[\text{CH}_4(\text{g})] + 2\Delta_f H_m^\ominus[\text{H}_2\text{O}(\text{g})] - \Delta_f H_m^\ominus[\text{CO}_2(\text{g})] - 4\Delta_f H_m^\ominus[\text{H}_2(\text{g})] = -165 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $a = -74.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案:(1) < (2) $\text{C}(\text{石墨}, \text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(3) -74.9

分点突破 2

[素养进阶]

1. 解析:(1)该反应 $\Delta H < 0$,正反应气体分子数减少, $\Delta S < 0$ 。根据 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$,只有低温下才能满足 $\Delta G < 0$,反应自发进行; $\Delta H = E_{\text{正}} - E_{\text{逆}} < 0$,因此正反应活化能小于逆反应活化能。

(2)随温度升高,乙烯转化率先升后降。初始阶段反应未达平衡,升高温度使反应速率加快,单位时间内转化的反应物增多,则转化

率上升;当反应达到平衡状态后,继续升高温度,平衡逆向移动,导致转化率下降。200 $^\circ\text{C}$ 时转化率处在下降阶段,表明此时反应为平衡状态。200 $^\circ\text{C}$ 时乙烯转化率为 60%,总转化乙烯的物质的量为 $1 \text{ mol} \times 60\% = 0.6 \text{ mol}$,主反应转化乙烯的物质的量为 0.6 mol

$\times \frac{2}{3} = 0.4 \text{ mol}$,副反应转化乙烯的物质的量为 0.2 mol 。平衡时各

物质的物质的量: $n(\text{C}_2\text{H}_4) = 0.4 \text{ mol}$, $n(\text{O}_2) = 1 \text{ mol} - 0.4 \times \frac{1}{2} \text{ mol} - 0.2 \times 3 \text{ mol} = 0.2 \text{ mol}$, $n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}) = 0.4 \text{ mol}$, $n(\text{CO}_2) =$

0.4 mol , $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.4 \text{ mol}$,总物质的量 $n_{\text{总}} = 1.8 \text{ mol}$ 。由 $p(\text{O}_2) = p_{\text{总}} \times \frac{0.2}{1.8} = p_0$,得 $p_{\text{总}} = 9p_0$,则 $p(\text{C}_2\text{H}_4) = p(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}) = 2p_0$ 。分

压平衡常数 $K_p = \frac{p^2(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})}{p^2(\text{C}_2\text{H}_4) \cdot p(\text{O}_2)} = \frac{(2p_0)^2}{(2p_0)^2 \cdot p_0} (\text{kPa})^{-1} = \frac{1}{p_0} (\text{kPa})^{-1}$ 。

答案:(1)低温 < (2) $\frac{1}{p_0}$

2. (1) L_2 1

(2) I $\frac{7}{40}$

分点突破 3

[素养进阶]

1. 解析:(1)缩小容器体积,反应 I 和 II 的平衡逆向移动,反应 IV 的平衡正向移动,则 CO 、 H_2 的浓度减小, CO_2 、 H_2O 的浓度增大,可能导致反应 III 中 $Q_{\text{III}} \neq K_{\text{III}}$,平衡可能发生移动,故 A 正确;移去部分 $\text{C}(\text{s})$,不影响平衡,则反应 II $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$,故 B 错误;降温,反应 IV $v_{\text{正}}$ 、 $v_{\text{逆}}$ 均减小,故 C 错误; $\Delta H = E_{\text{a}} - E_{\text{a}}'$,使用催化剂,反应的 ΔH 不变,则 $E_{\text{a}} - E_{\text{a}}'$ 不变,故 D 正确。

(2) $\ln K = -\frac{\Delta H}{RT} + \frac{\Delta S}{R}$,由盖斯定律:反应 I - 反应 II 和反应

III - 反应 IV 均得到反应 $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$,则 $\Delta H_1 - \Delta H_2 = \Delta H_3 - \Delta H_4$,因 $\Delta H_1 > 0$ 、 $\Delta H_2 > 0$ 、 $\Delta H_3 > 0$ 、 $\Delta H_4 < 0$,故 $\Delta H_1 - \Delta H_2 = \Delta H_3 - \Delta H_4 > 0$,即 $\Delta H_1 > \Delta H_2$,所以

曲线 a、b、c 分别代表反应 IV、反应 II、反应 I 的 $\ln K_p^\ominus$ 与温度

倒数 $\frac{1}{T}$ 的关系; T_1 时, $K_{pI}^\ominus = K_{pII}^\ominus$,则 $\frac{\left(\frac{p(\text{CO})}{100}\right)^2 \cdot \left(\frac{p(\text{H}_2)}{100}\right)^2}{\frac{p(\text{CH}_4)}{100} \cdot \frac{p(\text{CO}_2)}{100}} = \frac{\left(\frac{p(\text{H}_2)}{100}\right)^2}{\frac{p(\text{CH}_4)}{100}}$,所以 $\frac{p^2(\text{CO})}{p(\text{CO}_2)} =$

$\frac{(x \text{ kPa})^2}{p(\text{CO}_2)}$

100 kPa;体系达到平衡时 CO 的分压为 $x \text{ kPa}$,则 $\frac{x^2}{100} \text{ kPa}$,开始时, $n(\text{CO}_2) : n(\text{CH}_4) =$

$1 : 1$,故 $p(\text{CO}_2)_{\text{始}} = 50 \text{ kPa}$, $\alpha(\text{CO}_2) = \frac{50 - \frac{x^2}{100}}{50} \times 100\% =$

$\left(1 - \frac{x^2}{5\ 000}\right) \times 100\%$ 。

(3)由题图可知,氧空位越多,各步生成的物质能量越低,越稳定,越有利反应的进行。

答案:(1)AD

(2)100 $\left(1 - \frac{x^2}{5\ 000}\right) \times 100\%$

(3)多 氧空位多,各步基元反应所得到的产物能量低,反应易于发生

2. 解析:(1)已知,① $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1$;② $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = +41.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;③ $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H_3 = -90.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;由盖斯定律可知,

②+③=①,则反应 $\text{CO}_2(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 $\Delta H_1=\Delta H_2+\Delta H_3=+41.2\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}-90.8\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}=-49.6\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,该反应过程中气体体积减小, $\Delta S<0$, $\Delta H-T\Delta S<0$ 时,反应可以自发进行,则该反应自发进行的条件是低温。

(2)决速步指的是活化能最高的一步, COOH^* 羧酸路径决速步的活化能为 1.17 eV ,甲酸盐路径决速步发生反应的方程式为 $\text{HCOO}^*+\text{H}^*=\text{H}_2\text{COO}^*$,根据图中信息中间体 HCOO^* 的能量比 COOH^* 的能量低,根据能量越低越稳定,因此 HCOO^* 比 COOH^* 更稳定,实验测得甲酸盐路径更容易进行。

(3)200℃下,使用催化剂A, CO_2 的转化率更高, CH_3OH 的选择性更大,应选用的催化剂是A。

(4)200℃、压强为 p 的条件下,在恒容密闭容器中加入催化剂A,1 mol $\text{CO}_2(\text{g})$ 和3 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 反应并达到平衡状态, CO_2 平衡转化率为8%,甲醇选择性为80%,则平衡时 $n(\text{CO}_2)=1\text{ mol}-1\text{ mol}\times 0.08=0.92\text{ mol}$, $n(\text{甲醇})=0.08\text{ mol}\times 0.8=0.064\text{ mol}$, $n(\text{CO})=0.08\text{ mol}\times 0.2=0.016\text{ mol}$,由O元素守恒可知, $n(\text{H}_2\text{O})=2\text{ mol}-0.92\text{ mol}\times 2-0.064\text{ mol}-0.016\text{ mol}=0.08\text{ mol}$,由H元素守恒可知, $n(\text{H}_2)=\frac{6-0.08\times 2-0.064\times 4}{2}\text{ mol}=2.792\text{ mol}$,气体总物质的量为

$2.792\text{ mol}+0.92\text{ mol}+0.016\text{ mol}+0.08\text{ mol}+0.064\text{ mol}=3.872\text{ mol}$,则主反应在该温度下的分压平衡常数 $K_p=\frac{0.064}{3.872}p\times\frac{0.08}{3.872}p\times\frac{0.92}{3.872}p\times\left(\frac{2.792}{3.872}p\right)^3$ 。

(5)根据 Arrhenius 方程($k=A\cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$, k 是速率常数, A 是定值, E_a 是活化能, R 是气体常数, T 是绝对温度)可知, $\ln k=\ln(A\cdot e^{-\frac{E_a}{RT}})=\ln A+\ln e^{-\frac{E_a}{RT}}=\ln A-\frac{E_a}{RT}$,根据图示,直线M较N平缓,可知 E_a 小,反应速率大,所以催化效率高的对应曲线M,则催化剂B对应的曲线是N。

答案:(1)-49.6 低温

(2)1.17 eV $\text{HCOO}^*+\text{H}^*=\text{H}_2\text{COO}^*$ 中间体 HCOO^* 比 COOH^* 更稳定

(3)A 200℃下,使用催化剂A, CO_2 的转化率更高, CH_3OH 的选择性更大

(4) $\frac{0.064}{3.872}p\times\frac{0.08}{3.872}p\times\frac{0.92}{3.872}p\times\left(\frac{2.792}{3.872}p\right)^3$

(5)N

分点突破 4

[素养进阶]

1. 解析:(1)在阴极上水得电子生成氢气和氢氧根离子,符合题图中阴极液中含有 KOH 的信息,故阴极反应式为 $2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-=\text{H}_2\uparrow+2\text{OH}^-$ 。

(2)由题图中数据可知,生成1 mol 环氧乙烷转移2 mol 电子,则生成0.4 mol 环氧乙烷转移电子0.8 mol;阴极生成0.

5 mol H_2 ,转移总电子1 mol,因此 $\eta=\frac{0.8\text{ mol}}{1\text{ mol}}\times 100\%=80\%$;根据阳极液中的一个关键平衡, Cl^- 浓度升高, $\text{Cl}_2+\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons\text{HClO}+\text{H}^++\text{Cl}^-$ 平衡向逆反应方向移动, HClO 浓度降低,不利于目标产物环氧乙烷生成,电流效率下降。

答案:(1) $2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-=\text{H}_2\uparrow+2\text{OH}^-$ (2)80% Cl^- 浓度增大, $\text{Cl}_2+\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons\text{HClO}+\text{H}^++\text{Cl}^-$ 平衡逆向移动, HClO 浓度减小,环氧乙烷的产率下降

2. 解析:由题图可知,电子由M极流向N极,说明M极为负极,

电极反应为 $2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^-=\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+$;N极为正极,电极反应为 $\text{CO}_2+2\text{H}^++2\text{e}^-=\text{CO}+\text{H}_2\text{O}$ 。导线中通过0.2 mol 电子时,负极产生0.2 mol H^+ ,此时有0.2 mol H^+ 通过质子交换膜移向N极,即M极电解质溶液中 H^+ 的量不变,电解质溶液的pH不变。

答案:(1) $\text{CO}_2+2\text{H}^++2\text{e}^-=\text{CO}+\text{H}_2\text{O}$

(2)不变

3. 解析:放电时,二氧化碳在正极得电子生成碳酸锂和碳单质,正极反应为 $3\text{CO}_2+4\text{Li}^++4\text{e}^-=2\text{Li}_2\text{CO}_3+\text{C}$ 。充电时,电流恒定,升高温度,电解反应的速率不变。

答案: $3\text{CO}_2+4\text{Li}^++4\text{e}^-=2\text{Li}_2\text{CO}_3+\text{C}$ 不变

4. 解析:(1)根据图示,石墨电极2上 $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ 发生还原反应生成 $\text{NC}(\text{CH}_2)_4\text{CN}$,石墨电极2上的电极反应为 $2\text{CH}_2=\text{CHCN}+2\text{e}^-+2\text{H}^+=\text{NC}(\text{CH}_2)_4\text{CN}$ 。

(2) $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ 中C原子的杂化轨道类型为 sp 和 sp^2 , $\text{NC}(\text{CH}_2)_4\text{CN}$ 中C原子的杂化轨道类型为 sp 和 sp^3 ,则C原子的杂化轨道类型发生了变化。

答案:(1) $2\text{CH}_2=\text{CHCN}+2\text{e}^-+2\text{H}^+=\text{NC}(\text{CH}_2)_4\text{CN}$

(2)是

化零为整 整体把握

[真题自测]

解析:(1)① $\text{CaH}_2(\text{s})+6\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})=\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})+4\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s})$

$\Delta H_1=m\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

② $2\text{CaH}_2(\text{s})+\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s})=2\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})+3\text{Fe}(\text{s})$ $\Delta H_2=n\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

③ $3\text{CaH}_2(\text{s})+2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})=3\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})+4\text{Fe}(\text{s})$ ΔH_3

$\frac{1}{3}\times\text{①}+\frac{4}{3}\times\text{②}$ 得到反应③,根据盖斯定律可知 $\Delta H_3=\frac{1}{3}$

$\times m\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}+\frac{4}{3}\times n\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}=\frac{m+4n}{3}\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

(2)随着铁的生成,电阻变小,可用单位时间内电阻的变化量来表示反应速率,即 $-\frac{\Delta R}{\Delta t}$,选d。(3)其他条件相同,

温度越高,反应速率越大,曲线I电阻变化最快,故曲线I对应的反应温度最高。

(4)由图可知途径a中能垒为1.3 eV,比途径b中小,故途径a反应速率更大,途径a是主要途径。(5)固体质量一直增加,则氢气的来源之一是反应②;若要判断另一个反应是否是 H_2 的来源,必须进行的实验是将 $\text{CaH}_2(\text{s})$ 放在不含水的 N_2 气流中加热升温,看固体质量是否在减小。(6)在相同温度下,用 $\text{CaH}_2(\text{s})$ 还原 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ 比直接用 $\text{H}_2(\text{g})$ 还原更有优势,从平衡移动原理角度解释原因: $\text{CaH}_2(\text{s})$ 消耗 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的同时产生 $\text{H}_2(\text{g})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的浓度减小、 $\text{H}_2(\text{g})$ 的浓度增大均有利于 $3\text{H}_2(\text{g})+\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})\rightleftharpoons 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})+2\text{Fe}(\text{s})$ 平衡正向移动,提高Fe的产率。

答案:(1) $\frac{m+4n}{3}$ (2)d (3)I (4)a (5)② 将 $\text{CaH}_2(\text{s})$ 放在

不含水的 N_2 气流中加热升温,看固体质量是否在减小 (6) $\text{CaH}_2(\text{s})$ 消耗 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 同时产生 $\text{H}_2(\text{g})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的浓度减小、 $\text{H}_2(\text{g})$ 的浓度增大均有利于平衡 $3\text{H}_2(\text{g})+\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})\rightleftharpoons 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})+2\text{Fe}(\text{s})$ 正向移动,提高Fe的产率

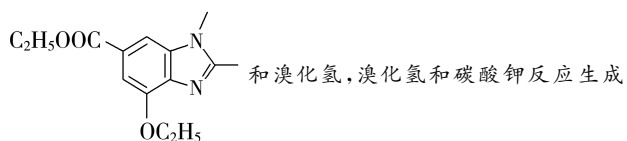
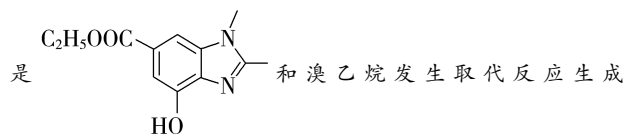
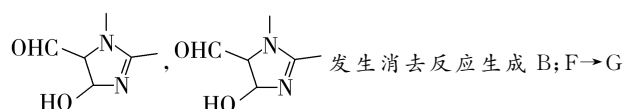
大题型四 有机化学基础综合题

化整为零 分层突破

分点突破 1

[素养进阶]

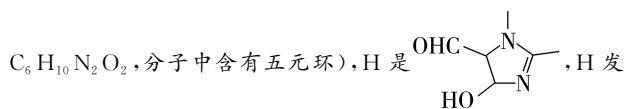
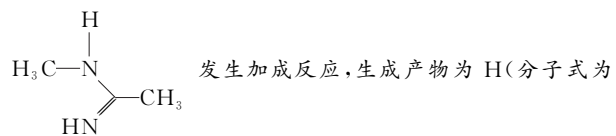
1. 解析:A 和 $\text{H}_3\text{C}-\text{N}(\text{H})-\text{CH}_3$ 发生加成反应生成



碳酸氢钾和溴化钾, 促进 F 转化为 G。

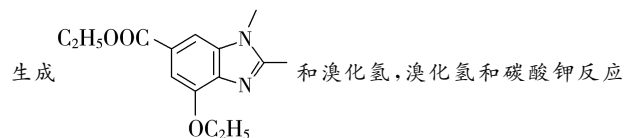
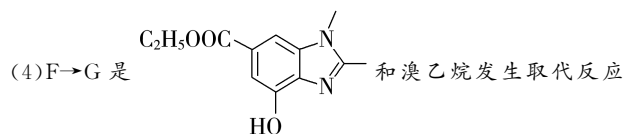
(1) 根据 A 的结构简式, A 的名称是 2-溴丙二醛。

(2) A $\rightarrow$ B 的反应分两步进行, 第一步是 A 和

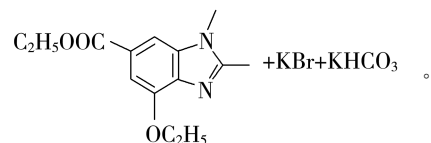
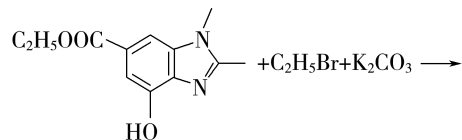


生消去反应生成 B, 则第二步反应的反应类型为消去反应。

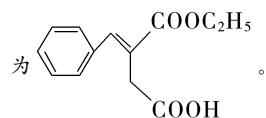
(3) 根据 G 的结构简式, 有机物 G 分子中的含氧官能团的名称为酯基、醚键。



生成碳酸氢钾和溴化钾, 反应的化学方程式为



(5) ① 根据 B $\rightarrow$ C $\rightarrow$ D, 可知 M 的结构简式



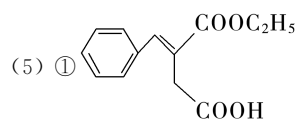
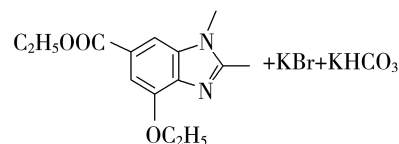
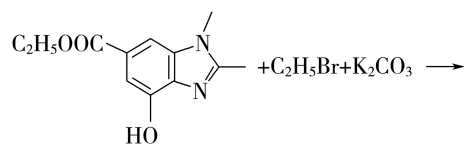
② 根据 F $\rightarrow$ G 的反应试剂和反应条件, 反应 a 的反应条件和试剂为 $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 、 K_2CO_3 。

答案: (1) 2-溴丙二醛

(2) 消去反应

(3) 酯基、醚键

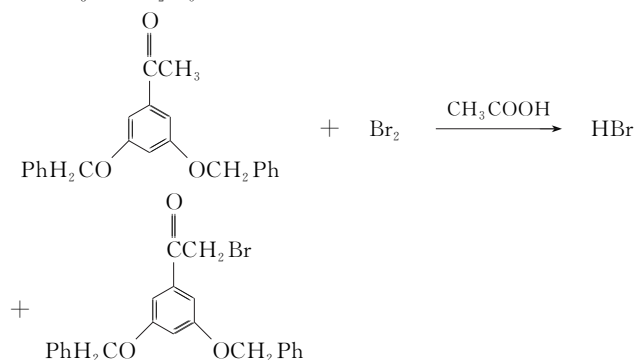
(4)



2. (1) 浓硫酸, 加热 2

(2) 取代反应 保护酚羟基

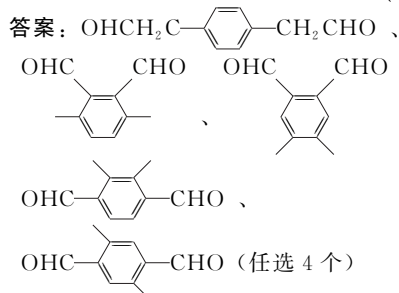
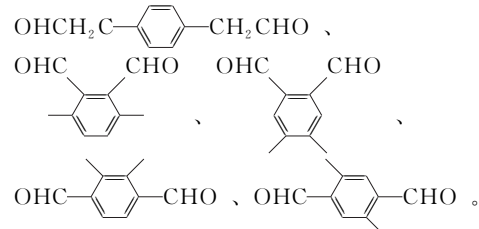
(3) $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$



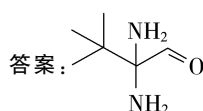
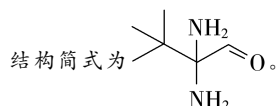
分点突破 2

[素养进阶]

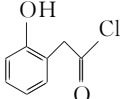
1. 解析: ① 能与银氨溶液反应生成光亮银镜的芳香族化合物中含有醛基和苯环; ② 核磁共振氢谱表明: 分子中有 3 种不同化学环境的氢原子, 则符合要求的同分异构体为

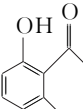


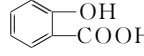
2. 解析: $\text{HN}(\text{CH}_2)_3\text{N}(\text{CH}_2)_3\text{OH}$ 的不饱和度为 1, 其同分异构体: ① 能发生银镜反应, 说明含有醛基; ② 其核磁共振氢谱峰面积比为 9:4:1, 说明含有三个甲基; 则符合条件的同分异构体的

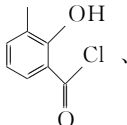
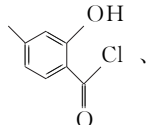


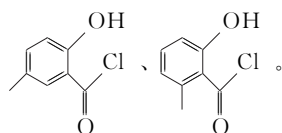
3. 解析: $\text{Cl}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_5$ 的同分异构体中: ①遇 FeCl_3 溶液发生显色反应, 说明含酚羟基; ②能发生水解反应且水解产物

包含羧基, 说明可能含有 $-\text{C}(=\text{O})-\text{Cl}$ 和 $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{Cl}$; 组合起来为  (有邻、间、对位 3

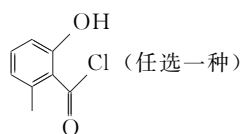
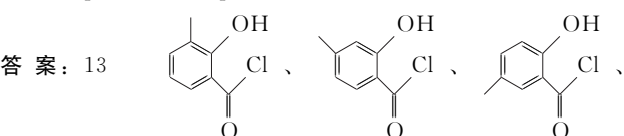
种结构) 和  (共有 10 种结构), 则共有 13 种同分

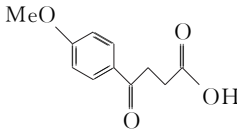
异构体; 水杨酸的结构简式为 , 则所得同分异构体中水解产物与水杨酸互为同系物的同分异构体的结构

简式分别为 , ,

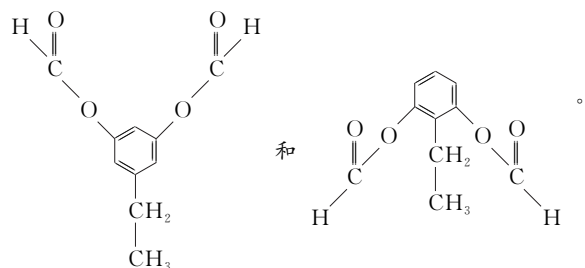


答案: 13

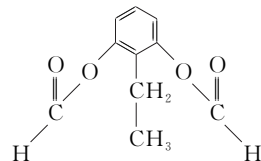
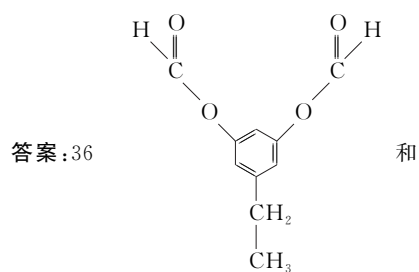


4. 解析: D 为 , X 是 D 的同系物 (比

D 少一个 CH_2 原子团), 则 X 的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_4$, X 的同分异构体满足: ①含有苯环; ②苯环上有三个支链, 并且两个是酯基。根据题目的条件限制, 苯环上的三个支链共有 4 种组合, 分别是 ① $-\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{HCOO}-$ 、 $\text{HCOO}-$, 有 6 种同分异构体; ② $-\text{CH}_3$ 、 $\text{HCOO}-$ 、 $-\text{OOCCH}_3$, 有 10 种同分异构体; ③ $-\text{CH}_3$ 、 $\text{HCOO}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{OOCH}_3$, 有 10 种同分异构体; ④ $-\text{CH}_3$ 、 $\text{HCOO}-$ 、 $-\text{COOCH}_3$, 有 10 种同分异构体; 所以一共有 36 种符合条件的同分异构体。其中, 核磁共振氢谱显示有 5 组峰, 说明含有五种不同化学环境的氢原子, 结构较对称, 峰面积之比为 1:2:2:2:3, 根据一个 X 分子中含有 10 个氢原子, 可知这五种氢原子的个数分别为 1、2、2、2、3, 则符合题意的同分异构体的结构简式为



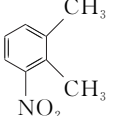
答案: 36

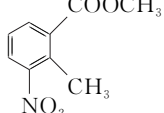


分点突破 3

[素养进阶]

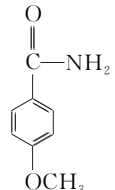
1. 解析: 根据 A、B 的分子式及 C 的结构简式可知, A 为邻二甲

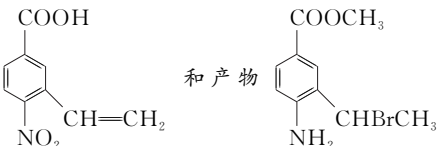
苯, A→B 的反应为硝化反应, 故 B 为 ; C→D 为

酯化反应, 故 D 为 .

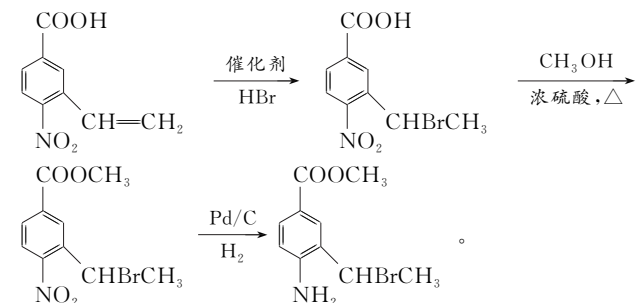
(1) 依据信息可知, 符合条件的 B 的同分异构体中含苯环、

$-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2$ (与苯环直接相连)。若该同分异构体为苯的二取代衍生物, 则另一个取代基可能为 ① $-\text{CH}_2\text{OH}$ 、② $-\text{OCH}_3$, 有邻、间、对三种位置异构, 共 $2 \times 3 = 6$ 种; 若该同分异构体为苯的三取代衍生物, 则另两个取代基为 $-\text{OH}$ 和 $-\text{CH}_3$, 共有 10 种位置异构, 符合条件的 B 的同分异构体共有 $6 + 10 = 16$ 种; 其中核磁共振氢谱中峰面积之比为 3:

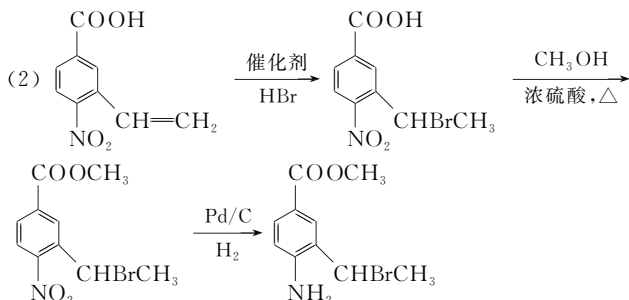
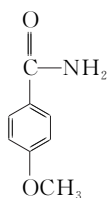
2:2:2 的结构简式为 。(2) 根据反应物

和产物  的结构比较可

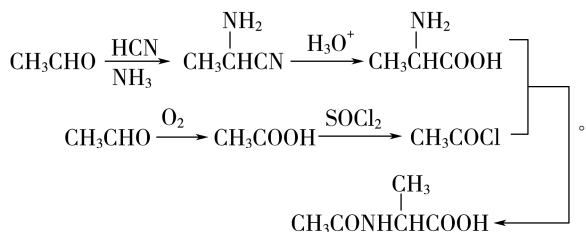
知, 反应物中羧基与甲醇发生酯化反应, 碳碳双键与溴化氢发生加成反应, 硝基被还原为氨基, 故合成路线为



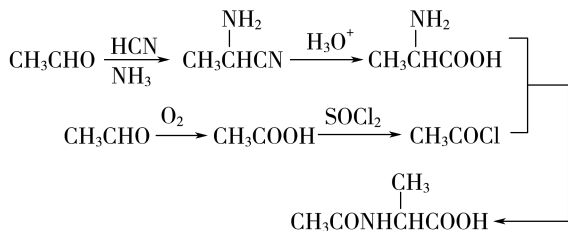
答案:(1)16



2. 解析: M 的结构类似于题图中的 I, 逆向推导 M 可由 α -氨基丙酸与乙酰氯发生取代反应合成, 乙酰氯的合成可由乙醛氧化并发生取代反应制备, α -氨基丙酸的制备类似于题图中路线 B $\rightarrow$ C $\rightarrow$ D, 所以可得如下合成路线:

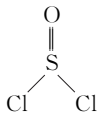


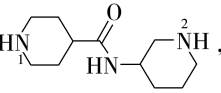
答案:



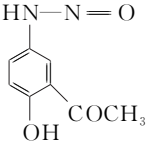
化零为整 整体把握

[母题变式]

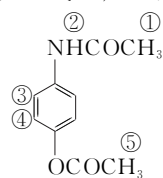
(1) 提示: SOCl_2 的结构式为 , B 生成 F 发生了取代反应。

(2) 提示: 不能。这样得到的中间产物是 , 与 1,2 号 N 相连的氢原子都可以被取代, 不能得到纯净的目标产物。

[真题自测]

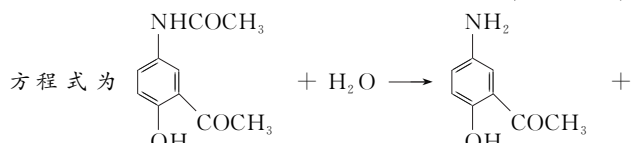
1. 解析: A 与乙酸酐发生取代反应生成 B, B 在 AlCl_3 作用下发生反应转化为 C, C 分子中酰胺基水解生成 D, D 在 H^+ 、 NaNO_2 作用下生成 E 为 , E 与 HF 发生取代

反应转化为 G。据此解答。(1) 化合物 A 分子内含氧官能团名称为羟基。(2) A 中氨基和羟基分别与乙酸酐发生取代反应生成 B; B 的核磁共振氢谱共有 5 组峰, 如图所示:

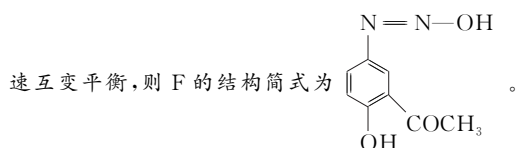
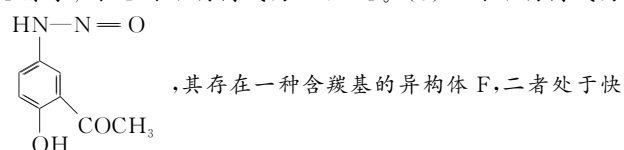


(3) B 和 C 的不同之处在于: B 分子的官

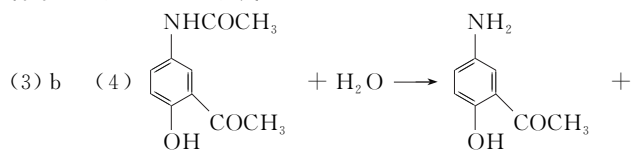
能团是酯基, C 分子中的官能团是羟基和酮羰基, 两种溶液均不能和碳酸氢钠溶液反应, 排除 a; C 分子中酚羟基能和碳酸钠溶液反应生成钠盐, 可溶于水, 而 B 不能和碳酸钠反应, 再通过分液即可分离 B 和 C, 选 b; 两种溶液均不能和硫酸钠溶液反应, 排除 c。(4) C $\rightarrow$ D 的反应是酰胺基的水解反应, 化学



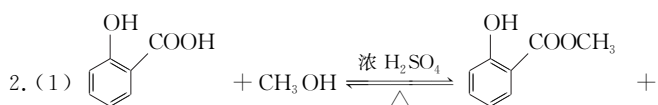
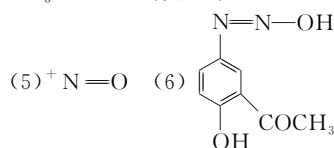
CH_3COOH ; A $\rightarrow$ B 引入 $\text{CH}_3\text{CO}-$, C $\rightarrow$ D 重新生成氨基, 其作用是保护氨基。(5) 根据电荷守恒推断, X 分子带一个单位正电荷, 根据原子守恒推断, X 分子含有一个 N 原子和一个 O 原子, 则 X 的结构简式为 $^+\text{N}=\text{O}$ 。



答案:(1)羟基 (2)取代 5

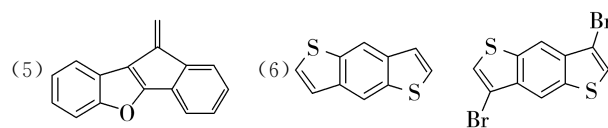


CH_3COOH 保护氨基



H_2O (2)羟基 醛基

(3)取代反应 (4)4



课时达标作业部分

一轮复习 课时提能作业

学案分层作业(一)

- A** [熟石灰是 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 为纯净物, 氯化氢为纯净物, 空气为混合物, 胆矾为 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 为纯净物, B、C、D 错误。]
- C** [②③④为溶液, 不会出现丁达尔效应, C 符合题意。]
- (1) A 组: CO_2 B 组: 气态非金属单质 C 组: O_2 D 组: 酸
(2) $\text{CO}_2 + 2\text{Cu} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$
- (1) $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH}$
(2) $2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$
(3) $\text{Zn} + \text{CuCl}_2 \rightleftharpoons \text{ZnCl}_2 + \text{Cu}$ (或 $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$)
(4) $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$ (合理即可)
- 方法 1: $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} \rightleftharpoons \text{Cu} + \text{FeSO}_4$
方法 2: $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$, $\text{H}_2 + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
- (1) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2$
(2) 酸性氧化物和酸, $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3$, $\text{CaO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (合理即可)
(3) 否, CaO 易吸水生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 而变质
(4) 取少许干燥剂于试管中, 加少量水, 若试管外壁不发热, 则说明已失效。(合理即可)
- D** [青铜是铜锡合金, 属于合金, A 正确; 蚕丝织品的主要成分是蛋白质, 属于天然高分子材料, B 正确; 陶瓷是硅酸盐材料, 属于无机非金属材料, C 正确; 珐琅彩的矿物颜料多为金属氧化物或无机盐, 属于无机化合物, D 错误; 故答案选 D。]
- (1) 漏斗
(2) 分解反应、化合反应、复分解反应
(3) CaCO_3
(4) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{KOH}$
(5) $2\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
(6) $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 解析:** (1) 步骤 I 中 FeCO_3 转化为 FeCl_2 , 铁元素化合价没有发生变化, 应使用的试剂为稀盐酸, 发生反应的化学方程式为 $\text{FeCO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{FeCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$; 步骤 II 是用氧气作氧化剂, 在酸性条件下将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 还原产物为水, 反应的离子方程式为 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(2) 步骤 II 反应前后 Fe 元素化合价由 +2 价变为 +3 价, Fe 元素的化合价升高; 步骤 I 与步骤 IV 发生的反应都是复分解反应, 步骤 III 发生的反应是化合反应, 步骤 II 发生的反应不属于四种基本反应类型中的任何一种, 故选 ab。
(3) ①氢氧化铁胶体的制备方法: 向沸腾的蒸馏水中逐滴加入 1~2 mL 饱和氯化铁溶液, 继续煮沸至液体呈红褐色, 停止加热, 就会得到氢氧化铁胶体, 则方案一能够制得氢氧化铁胶体; 胶体区别于溶液与悬浊液的本质特征为分散质粒子的直径为 1~100 nm, 检验方案一是否成功的方法是利用丁达尔效应, 即用激光笔照射该分散系, 如果呈现一条光亮的“通路”, 则证明该方案成功。②盐酸使 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体发生聚沉, 生成红褐色沉淀, 继续加入盐酸, 会发生酸碱中和反应, 生成氯化铁和水, 此反应的化学方程式是 $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \rightleftharpoons \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。
答案: (1) 稀盐酸 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$
(2) 升高 ab
(3) ①一 分散质粒子的直径为 1~100 nm 用激光笔照射该分散系, 如果呈现一条光亮的“通路”, 则证明该方案成功
② $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \rightleftharpoons \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

学案分层作业(二)

- D** 2. **B** 3. **C**
- (1) 能耗低, 步骤少, 操作方便
(2) $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$ $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$
(3) $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow$ (4) 强
- (1) BD (2) H^+ 、 Cu^{2+}
(3)

废水

 $\xrightarrow[\text{溶液}]{\text{过量 NaOH}}$ $\xrightarrow[\text{溶液}]{\text{过量 BaCl}_2}$ $\xrightarrow[\text{溶液}]{\text{过量 Na}_2\text{CO}_3}$ $\xrightarrow{\text{过滤}}$

滤液

 $\xrightarrow[\text{调至中性}]{\text{加盐酸}}$

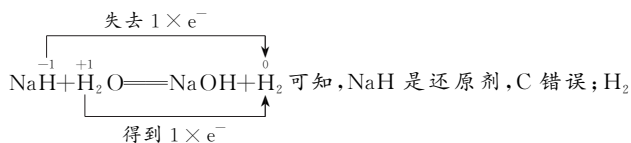
溶液

 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$, $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$, $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$, $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow$, $\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$, $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。
- C** [NH_4^+ 与 OH^- 会结合生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (弱电解质), 不能大量共存, A 错误; H^+ 与 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 在酸性条件下发生歧化反应, 生成 S 和 SO_2 , 不能大量共存, B 错误; Mg^{2+} 、 K^+ 、 I^- 、 SO_4^{2-} 之间不生成沉淀、气体或弱电解质, 且无氧化还原反应, 可以大量共存, C 正确; 在溶液中, CO_3^{2-} 与 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 均会发生反应, 不能大量共存, D 错误; 故选 C。]
- B** [过量铁粉与稀硝酸反应时, Fe 最终应被氧化为 Fe^{2+} 而非 Fe^{3+} , 离子方程式为 $3\text{Fe} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, A 错误; Cl_2 的氧化性强于 Br_2 , 能将 Br^- 氧化为 Br_2 , 离子方程式为 $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$, B 正确; 用惰性电极电解 MgCl_2 溶液时, 阴极 H_2O 分解产生 H_2 和 OH^- , OH^- 与 Mg^{2+} 结合生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀, 离子方程式应为 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$, C 错误; CaSO_4 为固体, 在离子方程式中应保留其化学式, 离子方程式为 $\text{CaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$, D 错误。]
- B** [硫酸四氨合铜在酸性条件下不稳定, Fe^{3+} 在 pH 为 3.2 左右沉淀完全, 硫酸四氨合铜溶液中 H^+ 、 Fe^{3+} 均不能大量共存, A 错误; 碱性高锰酸钾溶液中 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 CH_3COO^- 、 F^- 均能共存, B 正确; FeCl_3 溶液中, Fe^{3+} 与 I^- 和 SCN^- 均能反应, 不能大量共存, C 错误; $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 溶液中, NH_4^+ 与 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 发生相互促进的水解反应, 不能大量共存, HCO_3^- 与 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀和 CO_3^{2-} , 不能大量共存, D 错误。]
- (1) 4 (2) $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
(3) 不可以 Ba^{2+} 是重金属离子, 对人体有害
(4) $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
- 解析:** (1) 由实验 I 中放出气体可知, 该溶液中一定含有 CO_3^{2-} , 则一定没有 Ag^+ 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} , 由生成的白色胶状沉淀判断溶液中一定含有 SiO_3^{2-} , 生成 H_2SiO_3 沉淀, 所以由实验 I 可知, 该溶液中一定含有 CO_3^{2-} 、 SiO_3^{2-} , 一定没有 Ag^+ 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} 。(2) 由实验 I 可知, 与足量盐酸反应产生气体的阴离子为 CO_3^{2-} , 故反应的离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。(3) 由实验 I、II 可知, $n(\text{CO}_3^{2-}) = 0.025 \text{ mol}$, $c(\text{CO}_3^{2-}) = 0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $n(\text{SiO}_3^{2-}) = 0.04 \text{ mol}$, $c(\text{SiO}_3^{2-}) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由实验 III 可知溶液中不含 SO_4^{2-} , 由电荷守恒知, 溶液中一定含有 K^+ , 不能确定 NO_3^- 是否存在。
答案: (1) Ag^+ 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+}
(2) $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
(3) ? 0.25 0.4 0

学案分层作业(三)

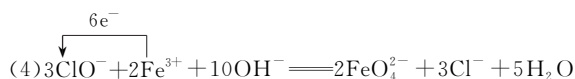
- D** 2. **B**

3. D [根据该反应的特点,其不属于置换反应和复分解反应,属于氧化还原反应, A、B 错误; 根据



既是氧化产物又是还原产物,两者物质的量之比为 1:1, D 正确。]

4. (1)强氧化 (2)ClO⁻ FeO₄²⁻ (3)>



5. (1)C (2)钾 (3)BC

6. D [由题干数据可知,PbO₂/PbSO₄(或 Pb²⁺)的电极电势大于 Fe³⁺/Fe²⁺的电极电势,说明 PbO₂ 的氧化性强于 Fe³⁺,则向含 0.2 mol FeCl₂ 的溶液中加入 0.1 mol PbO₂,Fe²⁺被氧化为 Fe³⁺,故滴加 KSCN 溶液,可观察到溶液变红,A 正确;由题干数据可知,I₂/I⁻的电极电势大于 Sn⁴⁺/Sn²⁺的电极电势,则往淀粉-KI 溶液中滴加 SnCl₄ 溶液,I⁻不能被 Sn⁴⁺氧化,故溶液不变蓝,B 正确;电极电势:Cl₂/Cl⁻>Fe³⁺/Fe²⁺>Sn⁴⁺/Sn²⁺,故可得出还原性:Sn²⁺>Fe²⁺>Cl⁻,C 正确;电极电势:MnO₄⁻/Mn²⁺>Cl₂/Cl⁻,即高锰酸根离子能够将 Cl⁻氧化为 Cl₂,故酸化高锰酸钾溶液时,不可使用盐酸,D 错误。]

7. C [反应Ⅲ中,Fe²⁺与 NO 结合生成 Fe(NO)²⁺,没有元素化合价的变化,不是氧化还原反应,A 错误;4FeS₂+15O₂====4Fe³⁺+8SO₄²⁻中电荷和原子不守恒,B 错误;反应Ⅱ中,FeS₂中 S 元素的化合价由-1 价升高为+6 价,则每消耗 1 mol FeS₂,转移电子的物质的量为 14 mol,C 正确;反应Ⅰ中,Fe(NO)²⁺与 O₂ 反应生成 Fe³⁺和 NO,酸性条件下,没有 OH⁻,所以反应Ⅰ的离子方程式为 4Fe(NO)²⁺+O₂+4H⁺====4Fe³⁺+4NO+2H₂O,D 错误。]

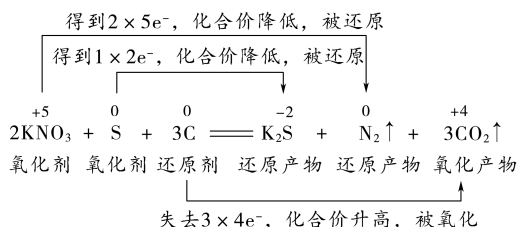
8. 解析:(1)B 中的 Fe²⁺被氧化为 Fe³⁺,向 Fe³⁺的盐溶液中通入二氧化硫,发生氧化还原反应:2Fe³⁺+SO₂+2H₂O====2Fe²⁺+SO₄²⁻+4H⁺;检验硫酸根离子,先用稀盐酸酸化排除碳酸根离子和亚硫酸根离子等的干扰,再加入 BaCl₂ 溶液,如果出现白色沉淀,说明有 SO₄²⁻,反之无 SO₄²⁻。(2)SO₂、Fe²⁺和 Cl⁻还原性强弱的顺序为 SO₂>Fe²⁺>Cl⁻。

答案:(1)2Fe³⁺+SO₂+2H₂O====2Fe²⁺+SO₄²⁻+4H⁺ 取溶液少许于试管中,先加入足量稀盐酸酸化,再滴加少量 BaCl₂ 溶液,若有白色沉淀生成,证明含有 SO₄²⁻,反之无 SO₄²⁻。

(2)还原性:SO₂>Fe²⁺>Cl⁻

学案分层作业(四)

1. D [对该反应的化学方程式分析如下:



由分析知,只有碳元素被氧化,A 错误;未指明气体所处状态,无法计算,B 错误;由分析知,氧化产物与还原产物的物质的量之比为 3:2,C 错误;1 mol C 参与反应时,共转移 4 mol 电子,其中 $\frac{1}{3}$ mol S 参与反应,转移 $\frac{2}{3}$ mol 电子,所以被 S 氧

化生成的 CO₂ 的物质的量为 $\frac{\frac{2}{3}}{4} \text{ mol} = \frac{1}{6} \text{ mol} \approx 0.17 \text{ mol}$,

D 正确。]

2. C [还原剂氧化性大于还原产物,C 错误。]

3. C ZnCO₃

4. 解析:(1)二氧化锰和高锰酸钾制备氯气的化学方程式分别为 MnO₂+4HCl(浓)====MnCl₂+Cl₂↑+2H₂O、2KMnO₄+16HCl(浓)====2KCl+2MnCl₂+5Cl₂↑+8H₂O,根据方程式分析解答。

(2)制备漂白粉的化学方程式为 2Cl₂+2Ca(OH)₂====CaCl₂+Ca(ClO)₂+2H₂O,根据方程式分析解答。

(3)根据得失电子守恒可得: $\frac{3.5 \text{ g}}{71 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 =$

$\frac{m(\text{NaClO})}{74.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2, m(\text{NaClO}) \approx 3.67 \text{ g}$ 。

答案:(1)作氧化剂 不一样 因为 HCl 在该反应中只有一部分被氧化为氯气,当生成 1 mol Cl₂ 时,MnO₂ 消耗 4 mol

HCl,KMnO₄ 消耗 $\frac{16}{5}$ mol HCl

(2)Ca(ClO)₂ 1:1

(3)3.67

5. D [反应①的生成物有 KCl、KClO、KClO₃ 等,其中 K、Cl 元素的物质的量之比为 1:1,所以每消耗 4 mol KOH,吸收 2 mol 氯气,标准状况下 2 mol 氯气的体积为 22.4 L·mol⁻¹×2 mol=44.8 L,A 错误;反应②中 K₂FeO₄ 为氧化产物,KClO 为氧化剂,则氧化性:K₂FeO₄<KClO,B 错误;设 ClO⁻ 的物质的量为 5 mol,ClO₃⁻ 的物质的量为 1 mol,氯气转化成 ClO⁻、ClO₃⁻ 被氧化,转化成 KCl 被还原,根据得失电子守恒可知,生成 KCl 的物质的量为 5 mol×1+1 mol×(5-0)=10 mol,则氧化剂与还原剂的物质的量之比为 10 mol:(5 mol+1 mol)=5:3,C 错误;根据得失电子守恒可得关系式:2K₂FeO₄~3KClO~3Cl₂,则得到 0.2 mol K₂FeO₄ 时消耗 0.3 mol Cl₂,D 正确。]

6. C [AsO₃³⁻ 中 As 的价层电子对数为 $\frac{5+3-3 \times 2}{2} + 3 = 4$,有

1 个孤电子对,所以空间结构为三角锥形,故 A 错误;反应中 ClO⁻ 是氧化剂,Cl 从+1 价变为-1 价,1 mol ClO⁻ 得到 2 mol 电子;AsO₃³⁻ 是还原剂,As 从+3 价变为+5 价,1 mol AsO₃³⁻ 失去 2 mol 电子,根据得失电子守恒,氧化剂与还原剂物质的量之比为 1:1,故 B 错误;每个 As 从+3 价升高到+5 价,失去 2 个电子,因此每生成 1 mol AsO₄³⁻,反应转移电子的物质的量为 2 mol,故 C 正确;电解池中阴离子向阳极移动,OH⁻ 为阴离子,因此 OH⁻ 移向阳极,故 D 错误。]

7. D [V₂O₃→NaVO₃ 的反应为 V₂O₃+Na₂CO₃+O₂====2NaVO₃+CO₂,NaVO₃→V₂O₅ 的反应为 2NaVO₃+2NH₄Cl====V₂O₅+2NaCl+2NH₃↑+H₂O,V₂O₅→VOCl₂ 路径Ⅰ的反应为 V₂O₅+6HCl(浓)====2VOCl₂+Cl₂↑+3H₂O,V₂O₅→VOCl₂ 路径Ⅱ的反应为 2V₂O₅+N₂H₄·2HCl+6HCl====4VOCl₂+N₂↑+6H₂O,VOCl₂ 与 NH₄HCO₃ 反应得到产品。由分析知,A、B 错误;V₂O₅ 转化为 VOCl₂,钒元素化合价由+5 价降低到+4 价,被还原,路径Ⅰ中的还原剂为 HCl,其氧化产物为氯气,氯气有毒,路径Ⅱ中的还原剂为 N₂H₄·2HCl,其氧化产物是氮气,无毒无污染,因此路径Ⅱ更符合绿色化学思想,C 错误;+4 价的钒在弱酸性环境中具有还原性,路径Ⅱ中若盐酸浓度过低,一部分 VOCl₂ 可能被氧化为 VO₂Cl,D 正确。]

8. 解析:(3)①由流程图可知白磷和烧碱溶液反应生成 PH₃ 和 NaH₂PO₂,产物中 H 原子个数比 O 原子个数多,因此反应物中除 P₄、NaOH 外还应有 H₂O 参与,据此可写出反应的化学方程式。由于使用的烧碱过量,所以得到的 NaH₂PO₂ 应是次磷酸的正盐,即次磷酸属于一元酸。②1 mol P₄ 与烧碱溶液发生反应:P₄+3NaOH+3H₂O====PH₃↑+3NaH₂PO₂,生成 1 mol PH₃ 和 3 mol NaH₂PO₂,3 mol NaH₂PO₂ 与硫酸

发生反应: $2\text{NaH}_2\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_3\text{PO}_2$, 生成 $3\text{ mol H}_3\text{PO}_2$, $3\text{ mol H}_3\text{PO}_2$ 再发生分解反应: $2\text{H}_3\text{PO}_2 = \text{PH}_3 \uparrow + \text{H}_3\text{PO}_4$, 又生成 1.5 mol PH_3 , 所以整个工业流程中共生成 2.5 mol PH_3 。

答案: (1) $\text{AlP} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{PH}_3 \uparrow + \text{Al}(\text{OH})_3$

(2) 24 11 12 8 3 24

(3) ① $\text{P}_4 + 3\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{PH}_3 \uparrow + 3\text{NaH}_2\text{PO}_2$ —

② 2.5

阶段精准补漏(一)

- B** [燃料的燃烧都属于氧化还原反应, 故 A 不选; 人工吹制玻璃器皿, 不存在元素化合价的变化, 不属于氧化还原反应, 故 B 选; 铜狮表面出现铜绿, Cu、O 元素的化合价发生变化, 属于氧化还原反应, 故 C 不选; 酸雨在形成过程中, 亚硫酸被空气中的氧气氧化, S、O 元素的化合价发生变化, 属于氧化还原反应, 故 D 不选。]
- D** [用滴定法测水中 Cl^- 含量利用了 Ag^+ 和 Cl^- 生成 AgCl 沉淀, 通过测 AgCl 沉淀的量从而测定水中 Cl^- 的含量, 劳动项目与所述化学知识有关联, A 不符合题意; 利用过氧化钠和水反应生成氢氧化钠和氧气可以检验 Na_2O_2 是否失效, 劳动项目与所述化学知识有关联, B 不符合题意; 顺丁橡胶硫化就是聚异戊二烯中的碳碳双键打开与硫形成二硫键, 劳动项目与所述化学知识有关联, C 不符合题意; 通过 ^{14}C 测定化石年代是利用同位素的放射性, 通过半衰期计算化石年代, 与同素异形体无关, 劳动项目与所述化学知识没有关联, D 符合题意。]
- B** [氮化铝(AlN)是铝和氮的化合物, 不含硅元素, 不属于硅酸盐材料, A 错误; 硬质钨合金是钨与其他金属形成的合金, 具有金属特性, 如导电性、延展性, 属于金属材料, B 正确; 聚苯乙烯是苯乙烯聚合而成的合成塑料, 属于合成高分子材料, 而非天然高分子, C 错误; 石墨烯是单层碳原子组成的二维碳材料, 属于无机非金属材料, 并非有机高分子, D 错误。]
- C** [煤在高温下与水蒸气反应生成 CO 和 H_2 , 化学方程式正确, A 正确; 过氧化钠与二氧化碳反应生成碳酸钠和氧气, 化学方程式正确, B 正确; FeCl_3 与 Cu 反应时, Fe^{3+} 被还原为 Fe^{2+} 而非单质 Fe , 正确的化学方程式为 $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} = 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$, C 错误; 铅酸蓄电池放电时, Pb 和 PbO_2 与硫酸反应生成 PbSO_4 和 H_2O , 化学方程式正确, D 正确。]
- A** [AB 段发生反应①~④, 若原料中 $c(\text{H}^+)$ 减小, 快反应①②生成的 HSO_3^- 和 H_2SO_3 也会减少, 导致慢反应③④的速率变小, 反应③④生成的 H^+ 作为反应⑤的反应物, 反应⑤的速率也变小, 最终导致周期变长, A 说法错误; 类比反应③, 可知反应④中亚硫酸被氧化, 反应的离子方程式为 $3\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{BrO}_3^- = 3\text{SO}_4^{2-} + \text{Br}^- + 6\text{H}^+$, B 说法正确; H^+ 参与反应①②, 在反应③④中又重新生成, 反应①~④的总反应可表示为 $3\text{SO}_3^{2-} + \text{BrO}_3^- \xrightarrow{\text{H}^+} 3\text{SO}_4^{2-} + \text{Br}^-$, H^+ 起催化作用, C 说法正确; 该反应过程中 pH 变化较为明显, 利用 pH 响应变色材料, 可将 pH 的变化转化为颜色的变化, 使 pH 振荡可视化, D 说法正确。]
- D** [氨催化氧化生成 N_2 和 H_2O , A 正确; 液氨与金属钠反应生成 NaNH_2 并放出气体, Na 元素化合价升高, 根据原子守恒和化合价升降规律知, 该气体为 H_2 , B 正确; $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 溶于氨水得到深蓝色 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ 溶液, 该过程发生非氧化还原反应, 根据原子守恒知, C 正确; 浓氨水与 HgCl_2 反应不能得到 HCl , 正确的化学方程式为 $\text{HgCl}_2 + 2\text{NH}_3 = \text{Hg}(\text{NH}_2)\text{Cl} \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$, D 错误。]
- C** [试管壁上的银镜用稀硝酸清洗, 银与稀硝酸反应生成硝酸银、水和一氧化氮气体, A 不正确; 由于 PbS 的溶解度远远小于 FeS , 因此工业废水中的 Pb^{2+} 用 FeS 去除, 离子方程式中 FeS 不可拆, B 不正确; 海水提溴过程中将溴吹入 SO_2 吸收塔, SO_2 在水溶液中将 Br_2 还原为 Br^- , C 正确; $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 被

氧化为 CO_2 , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 属于弱酸, 离子方程式中不可拆, D 不正确。]

- A** [火法炼锌过程中 C 作还原剂, ZnCO_3 在高温条件下分解为 ZnO 、 CO_2 , CO_2 与 C 在高温条件下生成还原性气体 CO , C 还原 ZnO 生成 Zn 和 CO , 因此总反应方程式为 $\text{ZnCO}_3 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Zn} + 3\text{CO} \uparrow$, 故 A 错误。]
- C** [$[\text{Ag}^+ \cdot \text{Cu}^{2+}]$ 能与一水合氨反应形成配离子, 不能大量共存, A 项错误; Fe^{3+} 与 I^- 会发生氧化还原反应, Fe^{3+} 与 HCO_3^- 会发生相互促进的水解反应, 不能大量共存, B 项错误; 醋酸显酸性, 在醋酸溶液中 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、 Br^- 、 H^+ 均不会发生反应, 能大量共存, C 项正确; 硝酸银溶液中的 Ag^+ 会与 Cl^- 、 CO_3^{2-} 反应生成沉淀, 不能大量共存, D 项错误。]
- D** [由题图可知, 过程 I 中 NO_2^- 转化为 NO , 氮元素化合价由 +3 价降低到 +2 价, NO_2^- 作氧化剂, 被还原, 发生还原反应, A 错误; 由题图可知, 过程 I 反应的离子方程式为 $\text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ + \text{e}^- = \text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 生成 1 mol NO 转移 1 mol e^- , 过程 II 反应的离子方程式为 $\text{NH}_4^+ + \text{NO} + 2\text{H}^+ + 3\text{e}^- = \text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$, 消耗 1 mol NO 转移 3 mol e^- , B 错误; 由过程 II 反应的离子方程式知, 过程 II 参与反应的 $n(\text{NO})$ 与 $n(\text{NH}_4^+)$ 之比为 $1:1$, C 错误。]

学案分层作业(五)

- D** [CO_2 的摩尔质量为 $44\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, A 错误; 16 g O_2 的物质的量 $n = \frac{m}{M} = \frac{16\text{ g}}{32\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5\text{ mol}$, B 错误; 标准状况下, 水不是气体, 不能用 $22.4\text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 计算其体积, C 错误; $0.5\text{ mol Na}_2\text{SO}_4$ 中含有 Na^+ 的物质的量为 1 mol , 数目约为 6.02×10^{23} 个, D 正确。]
- A** [由题意知, $n(\text{CO}) \times 28\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + n(\text{CO}_2) \times 44\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 14.4\text{ g}$, $n(\text{CO}) + n(\text{CO}_2) = \frac{8.96\text{ L}}{22.4\text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.4\text{ mol}$, 联立两式解得: $n(\text{CO}) = n(\text{CO}_2) = 0.2\text{ mol}$ 。混合气体的总物质的量为 0.4 mol , 则所含碳原子总数目为 $0.4N_A$, A 错误; 混合气体通过 NaOH 溶液时, CO_2 被吸收, 气球中收集到的气体是 CO , 其物质的量为 0.2 mol , 故在标准状况下的体积为 4.48 L , B 正确; NaOH 溶液吸收 CO_2 生成 Na_2CO_3 和 H_2O , 则 NaOH 溶液增加的质量即为 CO_2 的质量, 应为 $0.2\text{ mol} \times 44\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8.8\text{ g}$, C 正确; 相同温度和压强下, 气体的体积之比等于其物质的量之比, 则 CO 和 CO_2 的体积之比为 $0.2\text{ mol} : 0.2\text{ mol} = 1:1$, D 正确。]
- A** [Fe 不足, 根据铁的物质的量计算, 则反应转移电子为 0.1 mol , A 正确; HCl 的物质的量为 $0.1\text{ L} \times 3\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.3\text{ mol}$, HCl 溶液中 Cl^- 数目为 $0.3N_A$, B 错误; $2.8\text{ g } ^{56}\text{Fe}$ 的物质的量为 0.05 mol , 含有的中子数为 $0.05\text{ mol} \times (56 - 26) \times N_A \text{ mol}^{-1} = 1.5N_A$, C 错误; 根据 $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$, HCl 过量, 铁的物质的量为 0.05 mol , 产生 0.05 mol H_2 , 标准状况下体积为 $0.05\text{ mol} \times 22.4\text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.12\text{ L}$, D 错误。]
- A** [溶液体积未知, 不能计算 Co^{2+} 的数目, B 错误; 合成氨是可逆反应, 0.1 mol N_2 不能完全反应, 故生成的 NH_3 分子数目小于 $0.2N_A$, C 错误; 水中也含有氧原子, 则 $n(\text{O}) = \frac{100\text{ g} \times 17\%}{34\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 + \frac{100\text{ g} \times (1 - 17\%)}{18\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 5.6\text{ mol}$, D 错误。]
- B** [16 g O_2 的物质的量为 0.5 mol , 含有的质子数目为 $0.5\text{ mol} \times 8 \times 2N_A \text{ mol}^{-1} = 8N_A$, A 错误; 1 个 SO_2 含有 $2\text{ 个 } \sigma$ 键, 则 1 mol SO_2 含有的 σ 键数目为 $2N_A$, B 正确; 题述反应中, S 元素化合价由 -2 价升高到 $+4$ 价, 失 6 个电子 , $1\text{ mol Cu}_2\text{S}$ 完全反应转移的电子数目为 $6N_A$, C 错误; Cu^{2+} 会水解, 故 $1\text{ L } 0.10\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CuSO_4 溶液中含有的 Cu^{2+} 数目小于 $0.1N_A$, D 错误。]
- C** [标准状况下, 11.2 L NH_3 为 0.5 mol , 含 $5N_A$ 个质子正

确,但 HF 沸点 $19.5^{\circ}\text{C} > 0^{\circ}\text{C}$,在标准状况下为液体,不能使用气体摩尔体积计算,因此质子数不相等,A 错误; NO_2 气体会二聚形成 N_2O_4 ,46 g NO_2 (1 mol) 实际分子数小于 N_A ,因为部分以二聚体存在,B 错误; $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 中,每个 NH_3 配体有 3 个 N—H σ 键和 1 个 Co—N σ 键,共 4 个 σ 键,6 个配体共 24 个 σ 键,0.1 mol 含 $2.4N_A$ 个 σ 键,C 正确; $\text{pH}=3$ 时 $c(\text{H}^+)=10^{-3}\text{ mol/L}$, NH_4^+ 和 Al^{3+} 均水解,则 1 L 溶液中生成的 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 分子数小于 $10^{-3}N_A$,D 错误。]

7. D [反应①的化学方程式为: $2\text{H}_2\text{S}+3\text{O}_2\xrightarrow{\text{点燃}}2\text{SO}_2+2\text{H}_2\text{O}$,标准状况下 11.2 L H_2S 的物质的量为 0.5 mol,消耗 0.5 mol H_2S ,断裂极性键(H—S 键)1 mol,数目为 N_A ,A 错误;反应②的化学方程式为 $2\text{SO}_2+\text{O}_2\rightleftharpoons 2\text{SO}_3$, SO_2 中 S 从 +4 价升至 +6 价,该反应为可逆反应,0.5 mol SO_2 不能完全反应,故转移电子数目小于 N_A ,B 错误; SO_3 在标准状况下为固体,不能使用气体摩尔体积计算物质的量,C 错误;100 mL 0.1 mol·L⁻¹ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液中, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的物质的量为 0.01 mol, NH_4^+ 在水溶液中会发生水解, NH_4^+ 的数目小于 $0.02N_A$,D 正确。]

8. B [A 项,由方程式 $\text{XY}_2(\text{液})+3\text{O}_2(\text{气})\rightleftharpoons \text{XO}_2(\text{气})+2\text{YO}_2(\text{气})$,可知反应前后气体的体积不发生变化,故 $V(\text{O}_2)=V(\text{XO}_2)+V(\text{YO}_2)=33.6\text{ L}$,即在标准状况下,参加反应的 O_2 体积为 33.6 L,错误;B 项,生成物的总质量为 33.6 L $\times 2.56\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}\approx 86.0\text{ g}$,氧气的物质的量为 $\frac{33.6\text{ L}}{22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}}=1.5\text{ mol}$,根据质量守恒定律可知 XY_2 的质量为 $86.0\text{ g}-1.5\text{ mol}\times 32\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=38.0\text{ g}$,根据方程式可知 $n(\text{XY}_2)=\frac{1}{3}n(\text{O}_2)=\frac{1}{3}\times 1.5\text{ mol}=0.5\text{ mol}$, XY_2 的摩尔质量为 $\frac{38\text{ g}}{0.5\text{ mol}}=76\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$,正确;C 项,由 B 项分析可知, XY_2 的相对分子质量为 76,结合产物 XO_2 、 YO_2 均为气体,X、Y 的化合价均为 +4 价,可推测为 C 和 S, $76=12+32\times 2$,故 Y 为 S, X 为 C,错误;D 项,由方程式 $\text{XY}_2(\text{液})+3\text{O}_2(\text{气})\rightleftharpoons \text{XO}_2(\text{气})+2\text{YO}_2(\text{气})$,可知反应前后气体的体积不发生变化,在相同条件下测得反应前后气压基本不变,错误。]

9. C [同温同压下,气体体积与物质的量成正比,两种气体的体积比为 1:1,A 正确;两种气体的质量比为 14:1,B 正确;a 气体的质量确定,但一定物质的量的气体体积与温度、压强有关,所以密度不确定,C 错误;分解产物 N_2 、 H_2 两种气体的物质的量相等,假设为 $n\text{ mol}$,则平均摩尔质量 $\overline{M}=\frac{m_{\text{总}}}{n_{\text{总}}}=\frac{n(\text{N}_2)\times 28\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}+n(\text{H}_2)\times 2\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}{n(\text{N}_2)+n(\text{H}_2)}=15\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$,D 正确。]

10. C [质量的单位是 g,不是 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$,A 错误;个数均为 N_A 的 C、H、O 三种原子的物质的量为 1 mol,分别乘以各自的摩尔质量 $12\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 、 $1\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 、 $16\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$,得到质量比为 12:1:16,B 错误;14.2 g 双氢青蒿素的物质的量为 $14.2\text{ g}\div 284\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=0.05\text{ mol}$,由于一个分子中含有的原子个数是 44,所以 0.05 mol 双氢青蒿素中含有的原子总数为 $2.2N_A$,C 正确;一个双氢青蒿素的分子中含有 15 个碳原子,含有 N_A 个碳原子的双氢青蒿素的物质的量为 $1\text{ mol}\div 15\approx 0.067\text{ mol}$,D 错误。]

11. 解析:(1)设 FeO 、 Fe_2O_3 的物质的量分别为 $x\text{ mol}$ 、 $y\text{ mol}$,根据铁、氧原子物质的量之比得 $(x+2y):(x+3y)=4:5$, $x:y=2:1$, Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 物质的量之比 $=x:2y=1:1$ 。(2)根据催化剂中 Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 的物质的量之比为 1:2,可知 FeO 、 Fe_2O_3 的物质的量之比为 1:1,混合物中铁的质量分数为 $\frac{3\times 56}{72+160}\times 100\%\approx 72.4\%$ 。(3)8 g 氧气的

物质的量为 $\frac{8\text{ g}}{32\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.25\text{ mol}$,则该条件下的气体摩尔体积为 $\frac{6\text{ L}}{0.25\text{ mol}}=24\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。(4)9.5 g 某二价金属的氯化物中含有 0.2 mol Cl^- ,则该氯化物的物质的量为 0.1 mol,此氯化物的摩尔质量为 $\frac{9.5\text{ g}}{0.1\text{ mol}}=95\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。(5)标准状况下 6.72 L 一氧化碳的物质的量为 $\frac{6.72\text{ L}}{22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.3\text{ mol}$,0.3 mol CO 完全反应生成二氧化碳失去的电子的物质的量为 $0.3\text{ mol}\times (4-2)=0.6\text{ mol}$,转移电子的数目为 $0.6N_A$,根据得失电子守恒,反应生成铁的物质的量为 $\frac{0.6\text{ mol}}{3-0}=0.2\text{ mol}$,质量为 $56\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}\times 0.2\text{ mol}=11.2\text{ g}$ 。

答案:(1)1:1

(2)72.4%

(3)24 L·mol⁻¹

(4)95 g·mol⁻¹

(5)11.2 0.6 N_A

学案分层作业(六)

1. B [0.27 kg 质量分数为 10% 的 CuCl_2 溶液中 $m(\text{CuCl}_2)=270\text{ g}\times 10\%=27\text{ g}$,则有 $n(\text{CuCl}_2)=0.2\text{ mol}$,又知溶液的体积为 100 mL,故该溶液中 $c(\text{CuCl}_2)=0.2\text{ mol}\div 0.1\text{ L}=2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $c(\text{Cu}^{2+})=2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,与 $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ MgCl}_2$ 溶液中 $c(\text{Cl}^-)$ 相等,A 正确;取出该溶液的一半,其物质的量浓度不变,仍为 $2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,B 错误;50 mL 该溶液中含有 CuCl_2 的物质的量为 $2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 0.05\text{ L}=0.1\text{ mol}$,C 正确;加入蒸馏水稀释至 200 mL,体积增大 1 倍,其浓度减小一半,则所得溶液中 $c(\text{CuCl}_2)=1.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,D 正确。]

2. D [36.5 g HCl 的物质的量为 1 mol,所得溶液的体积大于 1 L,则所得溶液的物质的量浓度小于 $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,A 错误;题中未指明是否为标准状况下,故无法计算 1 mol HCl 的体积,B 错误;盐酸的体积为 $V=\frac{m}{\rho}=\frac{36.5+1\ 000}{\rho}\text{ mL}=\frac{36.5+1\ 000}{1\ 000\rho}\text{ L}$,根据计算公式 $c=\frac{n}{V}$ 得到 $c=\frac{1}{\frac{36.5+1\ 000}{1\ 000\rho}}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}=\frac{1\ 000\rho}{36.5+1\ 000}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,C 错误;根据公式 $c=\frac{1\ 000\rho\omega}{M}$,变形即可得到 $\omega=\frac{36.5c}{1\ 000\rho}$,D 正确。]

3. A [$c=\frac{1\ 000\rho\omega}{M}=\frac{1\ 000\times 1.14\times 14\%}{40}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\approx 4.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,20 mL 该溶液中含有溶质的质量是 $0.02\text{ L}\times 4.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 40\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=3.2\text{ g}$ 。]

4. C [根据稀释过程中溶质的物质的量不变可知, $2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 1\text{ L}=0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times a\text{ L}$,解得 $a=4$ 。]

5. B [该混合溶液中 $n(\text{H}^+)=(0.1\text{ L}\times 0.3\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}+0.3\text{ L}\times 0.25\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1})\times 2=0.21\text{ mol}$,所以 $c(\text{H}^+)=\frac{0.21\text{ mol}}{0.5\text{ L}}=0.42\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。]

6. 解析:(1)利用 $c=\frac{1\ 000\rho\omega}{M}$ 计算, $c(\text{H}_2\text{SO}_4)=\frac{1\ 000\times 1.84\times 98\%}{98}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}=18.4\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $c(\text{NH}_3)=\frac{1\ 000\times 0.88\times 25\%}{17}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\approx 12.9\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。(2)硫酸的密度大于水,氨水的密度小于水,各取 5 mL 与等质量的水混合后,所得稀硫酸的体积大于 10 mL,稀氨水的体积小于 10 mL,故有 $c(\text{H}_2\text{SO}_4)<9.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $c(\text{NH}_3)>6.45\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。(3)5 mL 硫酸和 5 mL 氨水的质量分别为

$1.84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 5 \text{ mL} = 9.2 \text{ g}$, $0.88 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 5 \text{ mL} = 4.4 \text{ g}$, 而 5 mL 水的质量约为 5 g , 故各取 5 mL 与等体积的水混合后, $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) > 49\%$, $\omega(\text{NH}_3) < 12.5\%$ 。

答案: (1) $18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $12.9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(2) $<$

(3) $>$

7. C [①稀释浓硫酸时, 应该把浓硫酸倒入水中, 用玻璃棒不断搅拌, 故①错误; ②用玻璃棒引流, 符合实验要求, 故②正确; ③不能用蒸馏水洗涤量筒, 洗涤液用玻璃棒引流至 250 mL 容量瓶中, 故③错误; ④向容量瓶中加入蒸馏水至液面距刻度线 $1 \sim 2 \text{ cm}$ 处, 改用胶头滴管滴加蒸馏水至凹液面与刻度线相切, 故④错误; 存在的错误共有 3 处, 故本题选 C。]

8. B [葡萄糖不是电解质, 故 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 葡萄糖溶液中溶质的质量物质的量浓度为 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$; 已知 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 = \text{Al}^{3+} + 3\text{NO}_3^-$, 故 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液中离子的质量物质的量浓度为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \times 4 = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$; 已知 $\text{NaCl} = \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$, 故 $0.06 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ NaCl}$ 溶液中离子的质量物质的量浓度为 $0.06 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \times 2 = 0.12 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$; 甘油不是电解质, 故 $0.08 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 甘油溶液中溶质的质量物质的量浓度为 $0.08 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。综上所述可知, B 溶液中 m 最大, 则其凝固点最低。]

9. C [设气体的体积为 $V \text{ L}$, 则 $\frac{V}{22.4} \div \frac{\frac{V}{22.4} \times M + a}{1000b} = c$, 化简整理得: $V = \frac{22.4ac}{1000b - Mc}$ 。]

10. B [当等体积混合时, 设浓溶液的密度为 ρ_1 , 稀溶液的密度为 ρ_2 , 体积各为 1 L , 则混合后 $q\% = \frac{\rho_1 \cdot 1 \text{ L} \times 3p\% + \rho_2 \cdot 1 \text{ L} \times p\%}{(\rho_1 + \rho_2) \times 1 \text{ L}} = \left(\frac{3\rho_1 + \rho_2}{\rho_1 + \rho_2} \right) \times p\% = (1 + \frac{2}{1 + \frac{\rho_2}{\rho_1}}) p\%$, 则: 当 $\rho_1 > \rho_2$ 时, 如 H_2SO_4 溶液、 HNO_3 溶液, $q > 2p$; 当 $\rho_1 < \rho_2$ 时, 如氨水、酒精溶液, $q < 2p$ 。]

11. (1) B

(2) 5.4 500 mL 容量瓶

(3) 将浓硫酸沿烧杯内壁慢慢加入水中, 边加边用玻璃棒搅拌

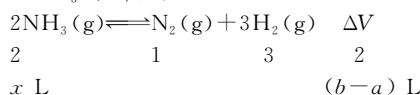
(4) ACF

学案分层作业(七)

1. D [$27.4 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$ 与 NaHCO_3 的混合物与稀盐酸恰好完全反应生成氯化钠, 依据氯元素守恒可知氯化钠的物质的量是 0.4 mol , 质量为 $0.4 \text{ mol} \times 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 23.4 \text{ g}$ 。]

2. D [Cu_2S 与 FeO 均与稀硝酸发生氧化还原反应, 铜元素化合价由 $+1$ 价上升至 $+2$ 价, 硫元素化合价由 -2 价上升至 $+6$ 价, 铁元素化合价由 $+2$ 价上升至 $+3$ 价, $1 \text{ mol Cu}_2\text{S}$ 参与反应能够失去 10 mol 电子, 144 g FeO 的物质的量为 2 mol , 参加反应失去 2 mol 电子, 因此 $1 \text{ mol Cu}_2\text{S}$ 与 144 g FeO 共失去 12 mol 电子, 硝酸发生还原反应每生成 1 mol NO 得到电子 3 mol , 故根据得失电子守恒可知共生成 4 mol NO , 故选 D 项。]

3. C [设有 $x \text{ L NH}_3$ 分解, 则



NH_3 的体积分数为 $\frac{a - (b-a)}{b} = \frac{2a-b}{b}$ 。]

4. C [FeSO_4 与 NaOH 反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$, 加热过程中 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 被氧气氧化成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 受热分解为 Fe_2O_3 和 H_2O , 最后得到的固体为 Fe_2O_3 , 根据 Fe 原子守恒, 得 $2\text{FeSO}_4 \sim \text{Fe}_2\text{O}_3$, 则 $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) =$

$$\frac{(200 \times 10^{-3} \times 0.1) \text{ mol}}{2} = 0.01 \text{ mol}, m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0.01 \text{ mol} \times 160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.6 \text{ g}。]$$

5. A [根据甲醇处理含氨废水的反应原理可得关系式: $\text{NH}_3 \sim \text{NO}_3^- \sim \frac{5}{6} \text{CH}_3\text{OH}$, 理论上每天所需甲醇的质量为

$$\frac{0.034 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 500 \times 10^3 \text{ L}}{17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 95\% \times 96\% \times \frac{5}{6} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.432 \times 10^4 \text{ g} = 24.32 \text{ kg}。]$$

6. 解析: $14.35 \text{ g ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量为 $\frac{14.35 \text{ g}}{287 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$, 由锌原子守恒可知, 七水硫酸锌完全分解生成硫酸锌的质量为 $0.05 \text{ mol} \times 161 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8.05 \text{ g}$, 则 100°C 时, 剩余固体带有结晶水, 设剩余固体的化学式为 $\text{ZnSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, 由固体的质量为 8.95 g 可知, 结晶水 x 的值为 $\frac{8.95 \text{ g} - 8.05 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.05 \text{ mol}} = 1$, 则剩余固体的化学式为 $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

答案: $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

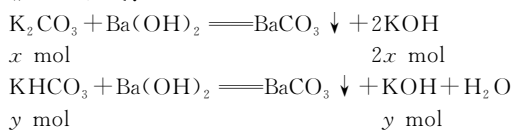
7. C [未指明气体是否处于标准状况, 22.4 L CO_2 的物质的量不一定是 1 mol , 无法确定 σ 键数目, A 错误; $7.8 \text{ g Na}_2\text{O}_2$ 为 0.1 mol , Na_2O_2 由 2 个 Na^+ 和 1 个 O_2^{2-} 构成, 总离子数为 $0.3N_A$, B 错误; Na_2CO_3 溶液中 CO_3^{2-} 会水解生成 HCO_3^- , 导致 CO_3^{2-} 小于 1 mol , 即数目小于 N_A , C 正确; $1 \text{ mol Na}_2\text{O}_2$ 反应转移 1 mol 电子, 但题目未明确物质的量, 仅说“等物质的量”, 无法确定转移电子数, D 错误。]

8. A [设原混合物中 $n(\text{K}_2\text{CO}_3) = x \text{ mol}$, $n(\text{KHCO}_3) = y \text{ mol}$,

根据总质量可得 $138x + 100y = 3.38$ ①

向溶液中加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, 恰好使生成白色沉淀的量最多, 反应后剩余的 OH^- 的物质的量 $n(\text{OH}^-) = 0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.05 \text{ L} = 0.04 \text{ mol}$ 。

根据方程式:



可得 $2x + y = 0.04$ ②, 联立①②解方程组得: $\begin{cases} x = 0.01 \\ y = 0.02 \end{cases}$

所以原混合物中 $n(\text{K}_2\text{CO}_3) : n(\text{KHCO}_3) = 0.01 \text{ mol} : 0.02 \text{ mol} = 1 : 2$ 。]

9. C [所得溶液恰好能被 $80 \text{ mL } 0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸中和, 中和后的产物是 NaCl , 可知 $n(\text{Na}) = n(\text{HCl}) = 0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.08 \text{ L} = 0.04 \text{ mol}$, 若生成物只有 Na_2O_2 , 则 $m(\text{Na}_2\text{O}_2) = \frac{0.04 \text{ mol}}{2} \times 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.56 \text{ g}$, 若生成物只有 Na_2O ,

则 $m(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{0.04 \text{ mol}}{2} \times 62 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.24 \text{ g}$, 若生成物

只有 NaO_2 , $m(\text{NaO}_2) = 0.04 \text{ mol} \times 55 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.2 \text{ g}$ 。由以上分析可知, A、B 错误; 若生成物为 Na_2O 和 Na_2O_2 , 质量在 1.24 g 与 1.56 g 之间, C 正确; 生成物若为 Na_2O_2 和 NaO_2 , 质量在 1.56 g 与 2.2 g 之间, D 错误。]

10. D [在溶液中 Cl_2 先与 Fe^{2+} 反应, 再与 Br^- 反应, $n(\text{Cl}_2) = \frac{3.36 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.15 \text{ mol}$; $n(\text{Cl}^-) = 0.3 \text{ mol}$; 假设 FeBr_2 溶液的浓度是 $x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则在原溶液中 $n(\text{Fe}^{2+}) = 0.1x \text{ mol}$, $n(\text{Br}^-) = 0.2x \text{ mol}$; 根据得失电子守恒, 由题意可得: $0.1x + (0.2x - 0.3) = 0.15 \times 2$, 解得 $x = 2$ 。]

11. 解析: (1) 起始时 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 固体质量为 5.56 g , 物质的量为 $\frac{5.56 \text{ g}}{278 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol}$, 若完全失去结晶水, 固体质量剩余 $0.02 \text{ mol} \times 152 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.04 \text{ g}$, 180°C 时, 固体质

量为 3.40 g,失去的是部分结晶水,剩余固体的摩尔质量为 $\frac{3.40 \text{ g}}{0.02 \text{ mol}} = 170 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,设剩余物质为 $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $152 + 18x = 170, x = 1$,N 的化学式为 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

(2)用 BaCl_2 溶液检验 SO_3 ,会有 BaSO_4 白色沉淀生成,用品红溶液检验 SO_2 ,品红溶液褪色即证明有 SO_2 , SO_3 与 H_2O 反应,故应先检验 SO_3 后检验 SO_2 ,甲、乙试剂依次是 C、B。

答案:(1) $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

(2)C B

12. 解析:(1)根据关系式 $\text{TiCl}_4 \sim 4\text{HCl} \sim 4\text{AgNO}_3, n(\text{TiCl}_4) = \frac{1}{4}(\text{HCl}) = \frac{1}{4}(\text{AgNO}_3) = \frac{1}{4} \times 40.00 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-3} \text{ mol}$,则产品纯度为 $\frac{10^{-3} \text{ mol} \times 190 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 5}{1 \text{ g}} \times 100\% = 95.0\%$ 。(2)未用标准液润洗滴定管,消耗的标准液偏多,产品纯度测定结果偏高,A 错误;安全漏斗吸收挥发的 HCl 气体,未将安全漏斗中的液体转移到容量瓶中,产品纯度测定结果偏低,B 正确;滴定终点时仰视读数,标准液体积偏大,产品纯度测定结果偏高,C 错误;滴加过多的 K_2CrO_4 溶液会让滴定终点提前,标准液偏少,产品纯度测定结果偏低,D 正确。

答案:(1)95.0

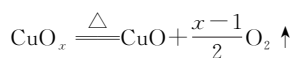
(2)BD

阶段精准补漏(二)

1. C $[\text{NCl}_3]$ 中 N 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{5-3 \times 1}{2} = 4$,则 1 mol NCl_3 中 N 的价层电子对数为 $4N_A$,A 不符合题意; H_2^{18}O 的摩尔质量为 $20 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,18 g H_2^{18}O 的物质的量为 0.9 mol,每个 H_2^{18}O 含 10 个中子,故中子数为 $9N_A$,B 不符合题意;标准状况下,33.6 L NH_3 的物质的量为 1.5 mol,每个 NH_3 分子含 3 个 σ 键,故 σ 键数目为 $4.5N_A$,C 符合题意; HClO 是弱酸,部分电离,故 1.0 L 0.1 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ HClO 溶液中 H^+ 数目小于 $0.1N_A$,D 不符合题意。]
2. D [每个 OH^- 中共有 10 个电子,0.1 mol OH^- 含 1 mol 电子,即 N_A 个电子,A 错误;常温常压下,气体摩尔体积约为 24.5 L/mol,11.2 L Cl_2 的物质的量约为 0.457 mol,氯原子数目约为 0.914 N_A ,B 错误; NaClO 溶液中 ClO^- 会水解,导致 ClO^- 实际浓度小于 1 mol/L,1 L 1 mol/L NaClO 溶液中 ClO^- 数目小于 N_A ,C 错误;制备反应为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$, Cl_2 发生歧化反应,每摩尔 Cl_2 转移 1 摩尔电子;71 g Cl_2 为 1 mol,转移电子数目为 N_A ,D 正确。]
3. A $[\text{NO}_2^-]$ 中 N 为 +3 价,由题图可知, NO_2^- 经三步转化为 N_2 ,其中 NO_2^- 在亚硝酸盐还原酶的作用下转化为 X,X 在 X 还原酶的作用下转化为 Y,X、Y 均为氮氧化物,即 X 为 NO ,Y 为 N_2O 。标准状况下,2.24 L NO 和 N_2O 混合气体的物质的量为 0.1 mol,所含氧原子数为 $0.1N_A$,故 A 正确; HNO_2 为弱酸,因此 NO_2^- 能够水解为 HNO_2 ,1 L 0.1 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ NaNO_2 溶液中 NO_2^- 数目小于 $0.1N_A$,故 B 错误; NH_2OH 完全转化为 NO_2^- 时,N 元素的化合价由 -1 价升高到 +3 价,3.3 g NH_2OH 的物质的量为 0.1 mol,转移的电子数为 $0.4N_A$,故 C 错误;1 个 N_2 分子中含有 10 个价电子,2.8 g N_2 的物质的量为 0.1 mol,含有的价电子总数为 N_A ,故 D 错误。]
4. A $[26 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_2]$ 的物质的量为 1 mol,一个 C_2H_2 分子中含有 3 个 σ 键,故 26 g C_2H_2 中含有 σ 键的数目为 $3N_A$,A 正确; NH_4^+ 在水溶液中发生水解,故 1 L 1 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ NH_4NO_3 溶液中含 NH_4^+ 的数目小于 N_A ,B 错误; CO 和 H_2 均由分子构成,1 mol CO 和 H_2 的混合气体含有的分子数目为 N_A ,C 错误; Na 与 H_2O 反应生成 11.2 L H_2 ,由于未给出气体所处的状态,无法求出生成气体的物质的量,也无法求出转移电子

数目,D 错误。]

5. A [每个异丁烷分子中含有 10 个 C—H、3 个 C—C,则 0.50 mol 异丁烷分子中含有 6.5 mol 共价键,数目为 $6.5N_A$,A 正确;标准状况下, SO_3 为固体,2.24 L SO_3 的物质的量大于 0.1 mol,电子数目大于 $4.00N_A$,B 错误;1 L $\text{pH} = 2$ 的 H_2SO_4 溶液中 H^+ 浓度为 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 H^+ 数目为 $0.01N_A$,C 错误; CO_3^{2-} 在水溶液中会发生水解,故 1.0 L 1.0 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2CO_3 溶液中 CO_3^{2-} 的数目小于 $1.0N_A$,D 错误。]
6. D [配制 NaCl 溶液用到天平、烧杯、玻璃棒、容量瓶、胶头滴管,粗盐提纯用到蒸发皿、酒精灯、玻璃棒等,D 正确。]
7. A [A 项,量筒不能准确量取 25.00 mL 溶液,错误;B 项, Na_2CO_3 溶液呈碱性,应用带塑料塞的容量瓶,正确;C 项,仰视刻度线,所配溶液体积偏大,浓度偏小,正确;D 项,达到滴定终点时溶液由黄色变为橙色,正确。]
8. 解析:(1)X 为铜的氧化物,设 X 的化学式为 CuO_x ,其在惰性氛围下分解生成黑色氧化物(CuO),则:



$$\begin{array}{ccc} 64 + 16x & 80 & \\ m & n & \end{array}$$

则 $\frac{64+16x}{m} = \frac{80}{n}$,又 $\frac{n}{m} = \frac{5}{6}$,解得 $x = 2$,则 X 的化学式为 CuO_2 。(2) CuO_2 在酸性条件下生成 Cu^{2+} , Cu^{2+} 与 KI 反应生成 I_2 ,淀粉遇 I_2 变蓝色,用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定 I_2 ,当滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液时,溶液的蓝色褪去,且半分钟内不恢复原来的颜色时,表明 I_2 已完全反应,达到滴定终点。 CuO_2 中 Cu 为 +2 价,O 为 -1 价,结合已知反应可知, CuO_2 在酸性条件下与 KI 发生反应: $2\text{CuO}_2 + 8\text{I}^- + 8\text{H}^+ = 2\text{CuI} \downarrow + 3\text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$,可得关系式: $2\text{CuO}_2 \sim 3\text{I}_2 \sim 6\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$,

$$\text{则样品中 } m(\text{CuO}_2) = \frac{0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 15.00 \times 10^{-3} \text{ L}}{6} \times$$

$$2 \times 96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.048 \text{ g}, w(\text{CuO}_2) = \frac{0.048 \text{ g}}{0.050 \text{ g}} \times 100\% = 96\%。$$

答案:(1) CuO_2

(2)当滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液时,溶液蓝色刚好褪去,且半分钟内不恢复原来的颜色 96%

学案分层作业(八)

1. D
2. C $[\text{NaOH}$ 溶液质量不确定,b g 溶液中溶质不确定,C 项符合题意。]
3. $4\text{Na} + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O}, \text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH}, 2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
4. (1)氧化物(或过氧化物或金属氧化物) 焰色试验
(2)淡黄 Na_2O_2 与 H_2O 反应产生 O_2 ,且放热
(3) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow, 2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 既作氧化剂又作还原剂 401
5. A [拔出大头针,钠粒掉落,钠与水接触,可开启实验,A 项正确;钠与水反应剧烈,为安全起见,应取绿豆大小的钠粒,B 项错误;钠与水反应会生成氢气,氢气燃烧火焰呈现淡蓝色,但是在尖嘴玻璃导管处点燃时,由于受尖嘴玻璃导管影响,会观察到火焰呈黄色,C 项错误;该实验实现了废物的利用,但产生的废液中氢氧化钠的碱性较强,不能直接排放,D 项错误。]
6. D $[\text{O}_2^{2-}, \text{O}_2]$ 的结构不同, O_2^{2-} 只含 σ 键, O_2 含 π 键和 σ 键,A 项错误; CO_2 为 sp 杂化,VSEPR 模型为直线形, CO_3^{2-} 为 sp^2 杂化,VSEPR 模型为平面三角形,B 项错误;反应 I 为 $2\text{K}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = \text{O}_2 + 2\text{K}_2\text{CO}_3$, K_2O_2 中一部分 O 的化合价由 -1 价升高至 0 价,另一部分 O 的化合价由 -1 价降低至 -2 价,被氧化和被还原的 O 原子个数比为 1:1,反应 II

为 $4\text{KO}_2 + 2\text{CO}_2 = 3\text{O}_2 + 2\text{K}_2\text{CO}_3$, KO_2 中一部分 O 的化合价由 $-\frac{1}{2}$ 价升高至 0 价, 另一部分 O 的化合价由 $-\frac{1}{2}$ 价降低至 -2 价, 被氧化和被还原的 O 原子个数比为 $3:1$, C 项错误; 反应 I 为 $2\text{K}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = \text{O}_2 + 2\text{K}_2\text{CO}_3$, 反应 II 为 $4\text{KO}_2 + 2\text{CO}_2 = 3\text{O}_2 + 2\text{K}_2\text{CO}_3$, 由化学方程式可知, 反应 I 和 II 中生成 $1\text{ mol K}_2\text{CO}_3$ 转移的电子数之比为 $2:3$, D 项正确。]

7. C [粗盐水中先加入的过量试剂 1 为氯化钡, 除去 SO_4^{2-} , 再加入过量 NaOH 溶液, 除去 Mg^{2+} , 最后加入的过量试剂 2 为碳酸钠溶液, 除去过量的 Ba^{2+} 和 Ca^{2+} , 过滤后得到的固体为硫酸钡、氢氧化镁、碳酸钙和碳酸钡, 滤液为 NaCl 、 NaOH 、碳酸钠的混合液, 随后向滤液中通入的气体 1 为 NH_3 , 使溶液呈碱性, 然后通入的气体 2 为 CO_2 , 此时反应生成 NaHCO_3 , NaHCO_3 溶解度较小结晶析出, 过滤得到 NaHCO_3 固体, 灼烧 NaHCO_3 得到碳酸钠。流程 II 后的滤液中大量存在的离子只有铵根离子和氯离子, 大部分钠离子已经随 NaHCO_3 结晶析出, C 错误。]

8. 解析: (3) $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{BaCO}_3) = \frac{y}{197} \text{ mol}$, Na_2CO_3 的质量分数为 $\frac{\frac{y}{197} \times 106}{x} \times 100\%$ 。

答案: (1) Na_2CO_3 分液漏斗 除去 CO_2 中的水蒸气
(2) ①液面上升 ②体积
(3) ①过滤 称量 ② $\frac{106y}{197x} \times 100\%$

学案分层作业(九)

1. B 2. B

3. ① Fe^{2+} 具有氧化性 ② 向 FeCl_2 溶液中加入氯水 溶液由浅绿色变为棕黄色 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ③ $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$

4. (1) 防止 Fe^{2+} 被氧化

(2) $+2$ 价是铁元素的中间价态, 既可升高也可降低

(3) ① 还原 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ② KSCN 溶液 红色 ③ 取少许 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeCl}_2$ 溶液于试管中, 加入锌片, 静置一段时间, 锌片上有固体析出, 溶液的浅绿色消失, 则证明 Fe^{2+} 的氧化性

5. D [$\text{Fe}(\text{OH})_2$ 中 $+2$ 价铁元素易被氧化为 $+3$ 价, 即在空气中加热会生成氧化铁, A 错误; 硝酸具有强氧化性, 即 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 溶解于足量硝酸可生成 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, B 错误; 维生素 C 能将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} , 该过程中维生素 C 失去电子作还原剂, C 错误; 高铁酸盐 (含 FeO_4^{2-}) 中铁元素的化合价为 $+6$ 价, 具有强氧化性, 消杀水中细菌时得电子生成 Fe^{3+} , Fe^{3+} 水解可生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体, 进而可吸附水中的悬浮物, D 正确。]

6. C [装置中含有氧气, 为防止氧气跟铁反应, 应先点燃 A 处酒精灯一段时间后再点燃 B 处酒精灯, A 正确; FeCl_2 易水解, 由于从 A 出来的气体含有水蒸气, 故应在 A、B 和 B、C 之间各添加一个干燥装置以除去水蒸气, B 正确; C 装置无防倒吸装置, 故吸收某些气体时容易发生倒吸, C 错误; 在制得的固体溶解液中滴加 KSCN 溶液, 溶液不变色, 说明溶液中不含 Fe^{3+} , D 正确。]

7. B [废铁屑中有油污, 预处理时, 需要使用 Na_2CO_3 溶液, 将溶液进行适当升温可促进碳酸钠水解, 同时有利于油污水解, A 项正确; 纳米 Fe_3O_4 属于纯净物, 不属于胶体, 不能发生丁达尔效应, B 项错误; 滤液 B 的溶质为 FeCl_2 , 加入氢氧化钠溶液, 先生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 白色沉淀, 迅速转为灰绿色, 最后转化为红褐色, C 项正确; FeOOH 与滤液 B (氯化亚铁溶液) 发生反应: $2\text{FeOOH} + \text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, D 项正确。]

8. 解析: (1) ① 铁与水蒸气反应的化学方程式为 $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ 。② 产物 Fe_3O_4 也会被磁铁吸引, 无法确定产物中有未反应的铁单质, 结论错误。(3) 通过实验 ①, 说明溶液中没有 KSCN , 含有 Fe^{3+} , 假设 I 不正确; 实验 ②: 另取同浓度的 FeCl_3 溶液滴加 2 滴 KSCN 溶液, 溶液变红, 再通入 O_2 , 无明显变化, 说明假设 II 不正确, 实验 ② 的目的是验证假设 II 是否成立; 由实验 ① ② 知假设 I 和 II 都不成立, 得出假设 III 是正确的。

答案: (1) $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ ② 产物 Fe_3O_4 也会被磁铁吸引, 无法确定产物中有未反应的铁单质, 结论错误

(2) H_2O_2 氧化 KSCN

(3) I 验证假设 II 是否成立 III

学案分层作业(十)

1. A

2. (1) $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$

(2) 硬度、价格、光泽、耐磨性、耐腐蚀性、易加工程度等 (任选三条)

3. (1) NaOH 溶液与 CO_2 气体发生反应, 导致易拉罐内压强变小 $\text{CO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ (2) Al 与 NaOH 溶液反应产生 H_2 , 易拉罐内压强又变大 $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$

4. (1) 石灰乳 过量 $\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Ca}^{2+}$

(2) 过滤

(3) 盐酸 $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ = \text{Mg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

(4) MgCl_2 (熔融) $\xrightarrow{\text{通电}} \text{Mg} + \text{Cl}_2 \uparrow$

(5) HCl

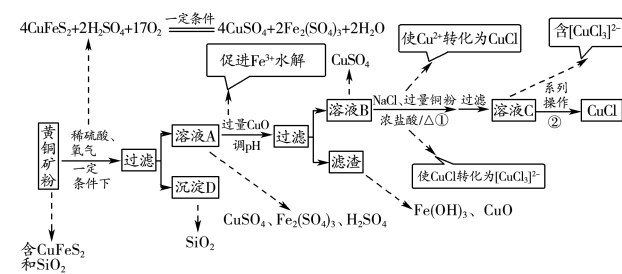
5. $2[\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2] + 3\text{C} \xrightarrow{\Delta} 6\text{Cu} + 7\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (或 $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} 3\text{CuO} + 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{C} + 2\text{CuO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Cu} + \text{CO}_2$)

6. C [黄铜是铜锌合金, C 项错误。]

7. D [CuCl 难溶于稀硫酸, Cu_2O 与稀硫酸反应生成 Cu , 故反应后的固体为 CuCl 与 Cu 的混合物, 无法确定 Cu 的量, 无法计算试样纯度, D 错误。]

8. C [通入过量的二氧化碳, 滤液中的 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 只能转化为氢氧化铝沉淀, C 错误。]

9. 解析:



答案: (1) $4\text{CuFeS}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 17\text{O}_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} 4\text{CuSO}_4 + 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) SiO_2

(3) 使 Fe^{3+} 完全转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀除去

(4) 生成的 CuCl 难溶于水会附着在 Cu 的表面, 阻碍反应进一步发生

(5) 向溶液 C 中加入大量的水 无水乙醇

(6) $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuCl} \downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$

阶段精准补漏(三)

1. D ["沉铜"过程中, Fe 与 Cu^{2+} 发生置换反应生成 Fe^{2+} 和

Cu, 正确的离子方程式为 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$, A 错误; “碱浸”过程中若 NaOH 过量, 会使 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 转化为可溶于水的 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$, B 错误; “氧化”前 Fe 的化合价为 +2 价, “氧化”后得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, Fe 的化合价升高, C 错误; “沉锂”过程中加入 Na_2CO_3 后有 Li_2CO_3 析出, 利用了 Li_2CO_3 的溶解度比 Na_2CO_3 小的性质, D 正确。]

2. D $[\text{Na}_2\text{CO}_3$ 和 NaHCO_3 的溶液中均存在 H_2O 、 H_2CO_3 、 H^+ 、 OH^- 、 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- , A 正确; 向 NaHCO_3 中滴入 NaOH 溶液会发生反应: $\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, B 正确; NaHCO_3 受热易分解, 可转化为 Na_2CO_3 , 而 Na_2CO_3 热稳定性较强, 利用二者热稳定性差异, 可从它们的固体混合物中除去 NaHCO_3 , C 正确; 室温下, Na_2CO_3 和 NaHCO_3 饱和溶液的 pH 相差较大的主要原因是 CO_3^{2-} 的水解程度远大于 HCO_3^- , D 错误。]

3. A [铁发生吸氧腐蚀时, 正极上 O_2 得电子结合水生成为氢氧根离子, 清洗铁锅后及时擦干, 除去了铁锅表面的水分, 没有了电解质溶液, 能减缓铁锅因发生吸氧腐蚀而生锈, A 正确; 食盐中含有碘酸钾, 碘酸钾不稳定受热易分解, 因此烹煮食物时后期加入食盐, 与 NaCl 无关, B 错误; 蔗糖汁的主要成分仍是糖类, 同时还含有一些醛类、酮类等物质, 蔗糖在高温下并未炭化, C 错误; 食用纯碱主要成分为 Na_2CO_3 , 制作面点时加入食用纯碱, 利用了 Na_2CO_3 中和发酵过程产生的酸, D 错误。]

4. 解析: (1) MnO_2 转化为 MnSO_4 得 2e^- , NH_4HSO_4 转化为 N_2 失 3e^- , 根据得失电子守恒, MnO_2 、 NH_4HSO_4 的化学计量数分别为 3、2, 即 $3\text{MnO}_2 + 2\text{NH}_4\text{HSO}_4 \rightarrow 3\text{MnSO}_4 + \text{N}_2$, 再根据元素守恒, 配平化学方程式为 $3\text{MnO}_2 + 3\text{NH}_4\text{HSO}_4 \xrightarrow{\text{低温焙烧}} 3\text{MnSO}_4 + \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O} \uparrow + \text{NH}_3 \uparrow$ 。 “高温焙烧”时温度为 650°C , 根据已知信息可知, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 可完全分解生成 Fe_2O_3 和 SO_3 , “水浸”时 Fe_2O_3 不溶于水, CaSO_4 微溶于水, 故所得滤渣主要成分除 SiO_2 外还含有 Fe_2O_3 、 CaSO_4 。(2) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 在高温时完全分解为气体, S 元素逸出, 故直接“高温焙烧”, 金属氧化物转化为硫酸盐的量减小, 则“水浸”时金属元素的浸出率减小。(3) “反萃取”时应使萃取反应逆向进行, 故应增大 $c(\text{H}^+)$, 结合得到 CuSO_4 溶液知, 加入的试剂为 H_2SO_4 。

答案: (1) $3\text{MnO}_2 + 3\text{NH}_4\text{HSO}_4 \xrightarrow{\text{低温焙烧}} 3\text{MnSO}_4 + \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O} \uparrow + \text{NH}_3 \uparrow$ Fe_2O_3 、 CaSO_4

(2) 减小

(3) H_2SO_4

学案分层作业(十一)

1. C

2. (1) $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$ 氢气在氯气中安静燃烧, 发出苍白色火焰, 瓶口有白雾出现

(2) $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 既作氧化剂、又作还原剂 1:1

(3) $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 + 2\text{HClO}$ 、 $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$ 包装是否密封、有无结块、保质期等

3. NaClO 中氯元素的化合价为 +1 价, HCl 中氯元素的化合价为 -1 价, 酸性条件下 ClO^- 与 Cl^- 发生氧化还原反应产生有毒的 Cl_2 $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

4. (1) 1.426 g

(2) 实际实验中不能实现全部转化, 要考虑损耗

(3) 浓盐酸在反应过程中变为稀盐酸, 反应就会停止, 生成 Cl_2 变少

5. B $[\text{NaOH}$ 为强碱, 水溶液中发生电离: $\text{NaOH} = \text{Na}^+ + \text{OH}^-$, 酚酞溶液遇碱变红, A 正确; ①中溶液颜色褪去, 也可能是因为氯气与水反应生成的次氯酸具有漂白性, 可以使酚酞溶液褪色, B 错误; 淀粉遇碘单质变蓝, 故②中溶液显蓝色,

C 正确; Cl_2 具有氧化性, 可以氧化碘单质, 发生反应: $5\text{Cl}_2 + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{IO}_3^- + 10\text{Cl}^- + 12\text{H}^+$, D 正确。]

6. A [由题图可知, a 为 HCl, b 为 Cl_2 , c 为 ClO_2 , d 为 HClO, f 为次氯酸盐。根据分析可知, a 为 HCl, 是由分子构成的, A 错误; 根据分析可知, a→b 就是 $\text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2$, f→d 就是次氯酸盐→HClO, 这些转化都能一步反应实现, 故 B 正确; 根据分析可知, c 为 ClO_2 , 具有强氧化性, 可作为自来水消毒剂, 故 C 正确; 根据分析可知, d 为 HClO, 结构式为 $\text{H}-\text{O}-\text{Cl}$, 形成的共价键是 $\text{H}-\text{O}$ 共价键和 $\text{O}-\text{Cl}$ 共价键, O 采用 sp^3 杂化, $\text{H}-\text{O}$ 共价键属于 s- sp^3 键, $\text{O}-\text{Cl}$ 共价键属于 p- sp^3 键, D 正确。]

7. A $[\text{NaClO}_3$ 与盐酸反应生成 Cl_2 , 不可用稀盐酸代替稀硫酸, A 错误。]

8. (1) 恒压滴液漏斗 1:5

(2) 饱和食盐水(或饱和 NaCl 溶液) 降低

(3) 增大反应物的接触面积, 加快反应速率

(4) 蒸发浓缩 冷却结晶

学案分层作业(十二)

1. C 2. D

3. (1) acd

(2) 过滤 蒸馏 漏斗、玻璃棒、烧杯

(3) $2\text{I}^- + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

(4) 取待测水溶液于试管中, 加入淀粉溶液, 溶液变蓝, 证明含 I_2

(5) ⑤ 分液漏斗

4. (1) 配制食盐的水溶液 A;

(2) 取维生素 C 片溶解于水中, 得到维生素 C 溶液 B;

(3) 取少许食盐水于试管中, 加入几滴淀粉溶液, 再滴加维生素 C 溶液, 若溶液变蓝, 则证明食盐中含 KIO_3 ;

(4) 另取少许食盐水于试管中, 加入几滴淀粉溶液, 再加几滴“84”消毒液, 若溶液变蓝, 证明食盐中含 KI。

5. C $[\text{向海水中通入氯气和酸, 可发生反应 } \text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- = 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2, \text{ 因为液溴易挥发, 所以可采用热空气吹出溴单质, A 正确; 吸收塔中发生反应 } \text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4, \text{ 硫元素由 } +4 \text{ 价升高到 } +6 \text{ 价, } \text{SO}_2 \text{ 被氧化, B 正确; 根据 B 项分析, 吸收时 } \text{SO}_2 \text{ 作还原剂, 而 } \text{Fe}^{3+} \text{ 具有强氧化性, 不与溴单质反应, 因此 } \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ 溶液不能代替 } \text{SO}_2 \text{ 和水, C 错误; 蒸馏塔中发生反应 } \text{Cl}_2 + 2\text{HBr} = 2\text{HCl} + \text{Br}_2, \text{ 该反应为置换反应, D 正确。}]$

6. B $[\text{F}$ 处棉花球变蓝, 也可能是 Cl_2 与 KI 反应生成了 I_2 , B 错误。]

7. A $[\text{卤水中的 } \text{I}^- \text{ 在酸性条件下被氧化成 } \text{I}_n^-, \text{ 用离子交换树脂吸附后, 用亚硫酸钠溶液将 } \text{I}_n^- \text{ 还原成 } \text{I}^-, \text{ 然后在氯化钠和 HCl 通入后发生离子交换, 将碘离子转移至溶液中, 溶液中的 } \text{I}^- \text{ 被 } \text{KClO}_3 \text{ 氧化为 } \text{I}_2, \text{ 最后用热空气吹出, 得到碘单质。 “氧化 1” 为卤水中 } \text{I}^- \text{ 被氯气氧化为 } \text{I}_n^-, \text{ 发生反应 } 2n\text{I}^- + (n-1)\text{Cl}_2 = 2(n-1)\text{Cl}^- + 2\text{I}_n^-, \text{ A 错误; 根据以上分析, 离子交换树脂的作用是富集碘元素, B 正确; 根据氧化还原反应中得失电子守恒, } \text{Cl}_2 \sim 2\text{Cl}^- \sim 2\text{e}^-, \text{Na}_2\text{SO}_3 \sim \text{Na}_2\text{SO}_4 \sim 2\text{e}^-, \text{ 所以 } n(\text{Cl}_2) : n(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 1 : 1, \text{ C 正确; 利用 } \text{I}_2 \text{ 易升华的性质, 鼓入热空气使碘成为气体从溶液中逸出, D 正确。}]$

8. 解析: (1) 通入热空气吹出 Br_2 , 利用了溴易挥发的性质。(2) 含溴混合物经过蒸馏得到液溴。(3) 实验室检验硫酸根离子的操作为取少量溶液于试管中, 滴加过量的稀盐酸, 无明显现象, 然后加入 BaCl_2 溶液, 若有白色沉淀产生, 则说明有硫酸根离子。(4) 步骤④为含碘离子的溶液, 过氧化氢和稀硫酸反应生成碘单质, 反应的离子方程式为 $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ = 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$ 。(5) ①碘单质既是氧化剂, 又是还原剂, 碘单质化合价升高生成氧化产物 NaIO_3 的部分为还原剂, 碘单质化合价降低生成还原产物 NaI 的部分作氧化剂, 故还原剂与氧化剂的物质的量之比为 1:5。②操作 2 为过滤, 使用的玻

璃仪器有烧杯、漏斗、玻璃棒。③反萃取流程中可循环利用的物质是四氯化碳。

答案:(1)挥发

(2)蒸馏

(3)取少量溶液于试管中,滴加过量的稀盐酸,无明显现象,然后加入 BaCl_2 溶液,若有白色沉淀产生,则说明有 SO_4^{2-}

(4) $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ = 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$

(5)①1:5 ②烧杯、漏斗、玻璃棒 ③ CCl_4

学案分层作业(十三)

1. C 2. D 3. C

4. (1)C

(2) $\text{SO}_2 + \text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(3)cd

5. C [Na_2SO_3 固体与 70% 浓硫酸反应生成 SO_2 气体, a 棉球蘸有品红溶液, 能被 SO_2 漂白褪色, 棉球变成白色, 微热后重新变红, A 正确; b 棉球蘸有含酚酞溶液的 NaOH 溶液, 棉球变为白色, 其原因是 SO_2 与 NaOH 溶液反应生成 Na_2SO_3 和 H_2O , 溶液碱性减弱, B 正确; c 棉球蘸有 I_2 与淀粉的混合溶液, 发生反应: $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$, 棉球变为白色, SO_2 作还原剂, 体现其还原性, C 错误; 若将试剂改为浓盐酸和 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 固体, 反应生成 Cl_2 , Cl_2 可使品红溶液褪色, 可与 NaOH 溶液反应使其碱性减弱, 故 a、b 处棉球也会变白色, D 正确。]

6. B [SOCl_2 水解生成氯化氢和二氧化硫两种气体, 品红溶液褪色说明二氧化硫具有漂白性, A 正确; 冷凝水下口进上口出, 故 b 口为进水口, B 错误; 装置正确的连接顺序为 $\text{N} \rightarrow \text{I} \rightarrow \text{J} \rightarrow \text{K} \rightarrow \text{J} \rightarrow \text{H}$, C 正确; 往装置 N 三颈烧瓶中加入 SOCl_2 的目的是脱去 $\text{ZnCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 中的结晶水, 同时利用生成的氯化氢气体抑制氯化锌的水解, D 正确。]

7. 解析: (1) 通过硫元素的“价—类”二维图可知, X 为硫元素的氢化物, 且硫元素的化合价为 -2 价, 故 X 的化学式为 H_2S 。将 X 与 SO_2 混合, 生成淡黄色固体硫, 其反应的化学方程式是 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$, 通过化学方程式中硫元素的化合价变化可知, S 既是氧化产物又是还原产物, 且二者物质的量之比为 2:1, 故二者的质量之比也为 2:1。 (2) 根据硫元素的“价—类”二维图可知, W 是硫酸, 则过量的 Fe 粉与一定量浓硫酸混合加热反应首先生成的气体是 SO_2 , 随着反应的进行, 浓硫酸浓度变小, 所以后期又有 H_2 生成。 (3) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 中 S 的化合价为 +2, 制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 时选用的反应物都含 S 元素, 则根据氧化还原反应中的“归中反应”规律, 反应物中 S 元素的化合价应一个大于 +2 价、一个小于 +2 价, 只有 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{S}$ 符合。

答案: (1) H_2S 2:1

(2) SO_2 和 H_2 $2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{S} \xrightarrow{\Delta} 3\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) B

(4) 接触室 SO_3 溶于水转化为 H_2SO_4 过程中放热, 产生酸雾, 会降低 SO_3 的吸收效率

8. I. (3) H_2 和 SO_2 的混合气体

II. (1) 变浅 SO_2

(2) 由黑色变成红色 由白色变成蓝色 H_2 和 SO_2 的混合气体

III. (1) 随着反应的进行, 硫酸的浓度变小, 铁与稀硫酸反应生成氢气

(2) 不能 因为混合气体中可能含水蒸气, 会干扰 H_2 的检验

阶段精准补漏(四)

1. B [若 X 为铝, 则 Al 与 O_2 反应生成 Al_2O_3 , Al_2O_3 不能与 O_2 反应, 不满足该转化关系, A 错误; X 为 S 时, 能满足该转化关系: $\text{S} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{SO}_2 \xrightarrow{\text{O}_2} \text{SO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{Na}_2\text{SO}_4$, 则氧化物 1 为 SO_2 , SO_2 具有漂白性, 可使品红溶液褪色, B 正

确; X 为钠时, 能满足该转化关系: $\text{Na} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{Na}_2\text{O} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{Na}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{NaOH} \xrightarrow{\text{HCl}} \text{NaCl}$, 则氧化物 2 为过氧化钠, 过氧化钠与水反应生成氧气, C 错误; X 可为 C, 碳酸氢钠受热易分解为碳酸钠、二氧化碳和水, 故热稳定性: $\text{NaHCO}_3 < \text{Na}_2\text{CO}_3$, D 错误。]

2. D [氯气与氢氧化钠反应, 生成氯化钠、次氯酸钠和水, 开始发生反应为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$, A 正确; 25 °C 时, 氯化钠溶解度最小, 随反应进行, NaCl 逐渐增多, 则最先析出, B 正确; 由于次氯酸钠的溶解度随温度的变化趋势较大, 将反应后的固液混合物过滤, 滤液降温可析出 NaClO 固体, C 正确; 由于氢氧化钠的溶解度随温度的变化趋势较小, 次氯酸钠的溶解度随温度的变化趋势较大, 在冷却结晶的过程中, NaClO 会大量析出, 氢氧化钠则不会, D 错误。]

3. C [先通入 $\text{HCl}(\text{g})$, 排净装置中的空气, Sn 与 HCl 在管式炉中发生反应制取 SnCl_2 , 冷却剂用于冷凝 SnCl_2 , SnCl_2 盛接器收集 SnCl_2 。已知 SnCl_2 易水解, 则导气管 a 需接一个装有碱石灰的干燥管, 防止水蒸气进入使得 SnCl_2 水解, 同时可以吸收尾气, A 正确; SnCl_2 具有还原性, 应先通入 $\text{HCl}(\text{g})$, 排除装置中的 O_2 , 防止 SnCl_2 被氧化, B 正确; 若通入气体更换为 Cl_2 , SnCl_2 具有还原性, 可能被氧化为更高价态, 如 SnCl_4 , 无法制备纯净的 SnCl_2 , C 错误; 配制 SnCl_2 溶液时, 加入盐酸, 抑制 Sn^{2+} 水解, 加入金属 Sn, 防止 Sn^{2+} 被氧化, D 正确。]

4. B [黄铁矿和空气中的 O_2 在加热条件下发生反应生成 SO_2 和 Fe_3O_4 , SO_2 和空气中的 O_2 在 400~500 °C、常压、催化剂的作用下发生反应得到 SO_3 , 用 98.3% 浓硫酸吸收 SO_3 , 得到 H_2SO_4 。I 是黄铁矿和空气中的 O_2 在加热条件下发生反应, 生成 SO_2 和 Fe_3O_4 , 化学方程式: $3\text{FeS}_2 + 8\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 6\text{SO}_2$, 故 A 正确; $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ 是熵减的放热反应, 高压低温有利于平衡正向移动, II 中采用 400~500 °C、催化剂, 均是为了提高反应速率, 常压则是为了兼顾成本, 故 B 错误; 将黄铁矿换成硫黄, 则不再产生 Fe_3O_4 , 即可以减少废渣产生, 故 C 正确; 硫酸工业产生的尾气为 SO_2 、 SO_3 , 可以用碱液吸收, 故 D 正确。]

5. A [利用浓盐酸和二氧化锰反应制氯气需要加热, 题图中缺少加热装置, 且分液漏斗内应盛装浓盐酸, 不能达到预期目的, A 符合题意; 实验室制得的氯气中有 HCl 杂质, 可以通过饱和食盐水洗气除杂, 再通过无水氯化钙干燥, 可以达到净化、干燥 Cl_2 的目的, B 不符合题意; 氯气密度大于空气, 可以用向上排空气法收集, 可以达到预期目的, C 不符合题意; H_2 可以在氯气中安静地燃烧, 产生苍白色火焰, 氯气将氢气氧化, 验证了氯气的氧化性, D 不符合题意。]

6. A [过量 SO_2 与 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2S 溶液反应, 产生的淡黄色沉淀是 S, 同时生成 NaHSO_3 , SO_2 过量不能生成 Na_2SO_3 , 因此, 总反应的化学方程式为 $5\text{SO}_2 + 2\text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{S} \downarrow + 4\text{NaHSO}_3$, A 错误; 过量 SO_2 与 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 FeCl_3 溶液反应, 生成 FeCl_2 、 H_2SO_4 、 HCl , 总反应的化学方程式为 $2\text{FeCl}_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$, B 正确; 过量 SO_2 与 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CuCl_2 溶液反应, 生成的白色沉淀是 CuCl , 总反应的化学方程式为 $\text{SO}_2 + 2\text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CuCl} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$, C 正确; Na_2CO_3 水解使溶液显碱性, 其水溶液能使酚酞溶液变红, 过量 SO_2 与 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2CO_3 溶液反应, 生成 CO_2 、 NaHSO_3 , NaHSO_3 溶液显酸性, 因此, 溶液由红色变无色, 总反应的化学方程式为 $2\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 2\text{NaHSO}_3$, D 正确。]

7. 解析: 在装置 A 中 HCl 与 KMnO_4 发生反应制取 Cl_2 , 由于盐酸具有挥发性, 为排除 HCl 对 Cl_2 性质的干扰, 在装置 B 中盛有饱和 NaCl 溶液, 除去 Cl_2 中的杂质 HCl , 在装置 C 中通过改变溶液的 pH, 验证不同条件下 Cl_2 与 MnSO_4 反应, 装置 D 是尾气处理装置, 目的是除去多余 Cl_2 , 防止造成大气污染。

(4)①Cl₂与NaOH反应产生NaCl、NaClO和H₂O,使溶液碱性减弱,反应的化学方程式为Cl₂+2NaOH=NaCl+NaClO+H₂O。②取Ⅲ中放置后的1 mL悬浊液,加入4 mL 40% NaOH溶液,溶液紫色迅速变为绿色,且绿色缓慢加深。溶液紫色变为绿色是由于在浓碱条件下,MnO₄⁻可被OH⁻还原为MnO₄²⁻,根据得失电子守恒、电荷守恒及原子守恒,可知该反应的离子方程式为4MnO₄⁻+4OH⁻=4MnO₄²⁻+O₂↑+2H₂O;溶液绿色缓慢加深,原因是MnO₂被NaClO氧化,可证明Ⅲ的悬浊液中氧化剂过量。③取Ⅱ中放置后的1 mL悬浊液,加入4 mL水,溶液碱性减弱,溶液紫色缓慢加深,说明ClO⁻将MnO₂氧化为MnO₄⁻,发生的离子反应是3ClO⁻+2MnO₂+2OH⁻=2MnO₄⁻+3Cl⁻+H₂O。

答案:(1)饱和NaCl溶液

(2)2Mn(OH)₂+O₂=2MnO₂+2H₂O

(3)Mn²⁺的还原性随溶液碱性的增强而增强

(4)①Cl₂+2NaOH=NaCl+NaClO+H₂O ②4MnO₄⁻+4OH⁻=4MnO₄²⁻+O₂↑+2H₂O NaClO ③3ClO⁻+2MnO₂+2OH⁻=2MnO₄⁻+3Cl⁻+H₂O

学案分层作业(十四)

1. D 2. C

3. (1)①N₂ NO₂ 3NO₂+H₂O=2HNO₃+NO ②Cu+4HNO₃(浓)=Cu(NO₃)₂+2NO₂↑+2H₂O 属于

③3Ag+4H⁺+NO₃⁻=3Ag⁺+NO↑+2H₂O

(2)③ HNO₃完全转化为Cu(NO₃)₂且不产生污染气体

4. (1)4HNO₃ $\xrightarrow{\text{光照}}$ 4NO₂↑+O₂↑+2H₂O

(2)①3Cu+8H⁺+2NO₃⁻=3Cu²⁺+2NO↑+4H₂O

②2NO+O₂=2NO₂

(3)①Cu+4HNO₃(浓)=Cu(NO₃)₂+2NO₂↑+2H₂O

②3NO₂+H₂O=2HNO₃+NO

5. B [过程①有根瘤菌参与,不能在高温下进行,A错误;过程②是NH₃/NH₄⁺和O₂反应生成NO₂⁻,浇水和松土有利于过程②,B正确;过程③中NO₂⁻转化为NO₃⁻,N元素的化合价由+3价升高到+5价,NO₂⁻作还原剂被氧化,C错误;氮的固定是将大气中游离态的氮转化为含氮化合物的过程,过程④是氮的化合物之间的转化,D错误。]

6. B [注射器4中稀硝酸与铜反应:3Cu+8HNO₃=3Cu(NO₃)₂+2NO↑+4H₂O,硝酸体现出氧化性和酸性,A正确;注射器2中充满NO,与注射器1中空气中氧气反应生成红棕色NO₂气体,颜色改变,B错误;装置4若换成浓氨水和碱石灰,会生成NH₃,故可进行NH₃与空气和水反应的性质探究,C正确;连通装置1、2实验后生成NO₂气体,装置3中NaOH溶液与NO₂反应:2NO₂+2NaOH=NaNO₃+NaNO₂+H₂O,可进行尾气的吸收处理,D正确。]

7. 解析:(1)根据装置特点和实验目的,装置⑤收集NO,装置④盛放浓硝酸,装置⑥中盛放NaOH溶液吸收NO₂,因为要验证稀硝酸不能氧化NO,所以装置③中应该盛放3 mol·L⁻¹稀硝酸。(2)由于装置中残存的空气能氧化NO而对实验产生干扰,所以滴加浓硝酸之前需要通入一段时间的CO₂赶走装置中的空气,同时也需将装置⑤中的导管末端伸入倒置的烧瓶内防止反应产生的NO气体逸出。(4)NO通过稀硝酸后,若无红棕色NO₂产生,说明稀硝酸不能氧化NO,所以盛放稀硝酸的装置③液面上方没有颜色变化即可说明。装置④中盛放的是浓硝酸,若浓硝酸能氧化NO,则装置④的液面上方会产生红棕色气体。(5)要证明是Cu(NO₃)₂浓度过高或是溶解了NO₂导致装置①中溶液呈绿色,可设计将溶解的NO₂赶走(a、c方案),再观察颜色变化,也可在饱和Cu(NO₃)₂溶液中通入NO₂,观察比较反应后的颜色变化(d方案)。

答案:(1)3 mol·L⁻¹稀硝酸、浓硝酸、氢氧化钠溶液

(2)打开弹簧夹,通入一段时间CO₂,关闭弹簧夹,将装置⑤中的导管末端伸入倒置的烧瓶内

(3)将NO₂转化为NO 3NO₂+H₂O=2HNO₃+NO

(4)装置③中液面上方气体仍为无色,装置④中液面上方气体由无色变为红棕色

(5)acd

学案分层作业(十五)

1. B 2. D

3. (1)N₂ N₂分子中含有N≡N,结构和性质稳定

(2)NH₃ NH₃易液化,液氨汽化时吸收大量的热

(3)NH₃ NH₃+H⁺=NH₄⁺

(4)铵盐 NH₄⁺+OH⁻ $\xrightarrow{\Delta}$ NH₃↑+H₂O

4. (1)H : N : H O₂

H

(2)3NO₂+H₂O=2HNO₃+NO

3Cu+8H⁺+2NO₃⁻=3Cu²⁺+2NO↑+4H₂O

(3)4NH₃+5O₂ $\xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}}$ 4NO+6H₂O 40:17

5. (1)NH₄⁺+OH⁻ $\xrightarrow{\Delta}$ NH₃↑+H₂O

(2)2OH⁻+NH₄⁺+2O₂ $\xrightarrow{\text{微生物}}$ NO₃⁻+3H₂O

6. D [由“价—类”二维图可知,a为NH₃、b为N₂、c为NO、d为NO₂或N₂O₄、e为HNO₃、f为HNO₂、g为NaNO₃、h为NaNO₂。工业制HNO₃是用NH₃与O₂反应生成NO,经过一系列转化最后生成HNO₃,D错误。]

7. C [③装置作用是除去N₂中的O₂,但NaOH溶液不能吸收O₂,C错误。]

8. 解析:A装置采用实验室制法产生NH₃,经B装置除去水得到干燥的NH₃,在加热条件下和CuO反应,D装置无水硫酸铜检验是否有H₂O产生。(1)结合题目所给信息可知,C中氨和氧化铜反应,生成Cu、N₂和H₂O,则C装置中反应的化学方程式为2NH₃+3CuO $\xrightarrow{\Delta}$ 3Cu+N₂+3H₂O;实验后C中固体为Cu,和浓硫酸混合加热的化学方程式为Cu+2H₂SO₄(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ CuSO₄+SO₂↑+2H₂O,充分反应后浓硫酸变稀,反应停止,加入FeCl₃溶液,其中的Fe³⁺可以氧化Cu;加入KNO₃溶液,则和剩余的H⁺形成硝酸,可和Cu继续发生反应,故选AD。(2)D装置的名称为干燥管;氨和二氧化硫在水中生成亚硫酸铵,亚硫酸铵与氯化钡反应生成亚硫酸钡沉淀。氯气能将二氧化硫氧化为硫酸根离子,从而与钡离子结合生成硫酸钡白色沉淀,故A符合;二氧化氮能与水反应生成硝酸,硝酸能将二氧化硫氧化为硫酸根离子,硫酸根离子与钡离子结合生成硫酸钡白色沉淀,故B符合;二氧化碳与二氧化硫、氯化钡均不反应,无沉淀生成,故C不符合;硫化氢和二氧化硫反应生成S单质黄色沉淀,不能生成白色沉淀,故D不符合。(3)氨极易溶于水,尾气吸收需要防止倒吸,题图中能用来吸收尾气的装置是②④⑤,①装置没有出气口,③装置容易发生倒吸。(5)检验铵根离子的方法是取E装置中溶液少许于试管中,加入少量NaOH固体或浓氢氧化钠溶液并加热,若产生能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体,则证明溶液中含有NH₄⁺。

答案:(1)2NH₃+3CuO $\xrightarrow{\Delta}$ 3Cu+N₂+3H₂O AD

(2)干燥管 BaSO₃ AB

(3)②④⑤

(4)Ca(OH)₂+2NH₄Cl $\xrightarrow{\Delta}$ CaCl₂+2NH₃↑+2H₂O

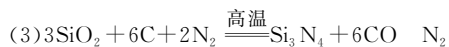
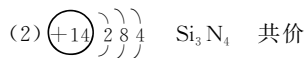
(5)取E装置中溶液少许于试管中,加入少量NaOH固体或浓氢氧化钠溶液并加热,若产生能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体,则证明溶液中含有NH₄⁺。

学案分层作业(十六)

1. A 2. B

3. (1)⑥⑧ (2)②③④⑤⑦ (3)①②

4. (1)acd



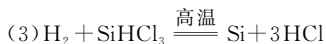
5. C [球碳分子、管状碳分子和洋葱状碳分子都能在 O_2 中燃烧生成 CO_2 , 故 C 错误。]

6. D [SiO_2 属于酸性氧化物, D 错误。]

7. C [反应 2 是二氧化硅和碳在高温下反应生成硅和一氧化碳, 其副产物 CO 可作燃料, 故 A 正确; 反应 3 是硅和 HCl 反应生成 H_2 和 SiHCl_3 , 反应 4 是 H_2 和 SiHCl_3 反应生成 Si 和 HCl, 反应 3 的副产物是反应 4 的原料, 反应 4 的副产物是反应 3 的原料, 因此反应 3 和反应 4 的副产物可循环利用, 故 B 正确; 反应 1 是非氧化还原反应, 故 C 错误; 硅的熔点高, 如果反应 3 和反应 4 在同一容器中进行, 不能达到提纯目的, 应通过温度不同, 利用反应 3 除去难溶性杂质(如 SiO_2), 然后将三氯甲硅烷蒸馏出来, 故 D 正确。]

8. (1)排出空气, 防止 H_2 遇空气爆炸

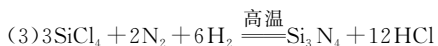
(2)水浴加热



9. 解析: (1)石英砂不能与碱性物质共同存放的原因是 SiO_2 与碱性物质可以发生反应。(2)反应①是石英砂与焦炭发生氧化还原反应; 反应②是硅单质与 Cl_2 发生氧化还原反应。(3)结合题给信息, SiCl_4 与 N_2 、 H_2 反应可得到 Si_3N_4 和 HCl。

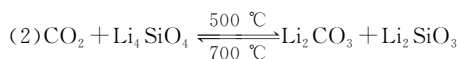


(2)①②



10. 解析: (3)根据题图可知, $\text{Fe}_{0.9}\text{O}$ 可以将 CO_2 转化为 Fe_3O_4 和 C, 过程 I 反应的化学方程式为 $10\text{Fe}_{0.9}\text{O} + \text{CO}_2 = 3\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{C}$, 可知生成 3 mol 的 Fe_3O_4 消耗 1 mol CO_2 , 而 Fe_3O_4 又在太阳能高温作用下分解为 $\text{Fe}_{0.9}\text{O}$ 和氧气, 可实现铁的氧化物的循环利用。

答案: (1)AB



(3)①氧化 22.4 L ②将 CO_2 转化为 C 和 O_2 ; 利用了太阳能; 铁的氧化物可循环使用

学案分层作业(十七)

1. B 2. C 3. B 4. D

5. (1) SO_2 、 NO_x 、可吸入颗粒物等

(2)防止重金属 Pb 中毒

(3)限制高硫煤的使用, 减少或限号个人汽车使用, 搭乘公交车、植树绿化等(任写两条)

6. A [木质炊具的主要成分为纤维素, A 错误; 葡萄糖与果糖分子式相同, 结构不同, 故互为同分异构体, B 正确; “沥”中涉及除去不溶性的杂质, 主要操作是过滤, C 正确; “陈”的过程中乙醇和乙酸缓慢地发生了酯化反应, 生成乙酸乙酯, 出现果香味, D 正确。]

7. B [太阳能、风能为新能源, 则推广可利用太阳能、风能的都市照明系统利于节能减排和改善环境, A 不选; 不能将未经分类的生活垃圾直接填埋, 不利于节能减排和改善环境, B 选; 地铁、轻轨等轨道交通, 减少氮氧化物的排放, 则利于节能减排和改善环境, C 不选; 推行“限塑令”, 加快研发利用二氧化碳合成的聚碳酸酯类可降解塑料, 利于节能减排和改善环境, D 不选。]

8. C [铝合金熔点低于各组分金属的熔点, A 错误; SiC 属于新型无机非金属材料, B 错误; 环氧树脂不导电, 可作为防腐涂料, 减小海水与桥体金属间的腐蚀电流, C 正确; “歼-35”战斗机机翼所使用的“碳纤维布”是复合材料, 与金刚石不是同素异形体, D 错误。]

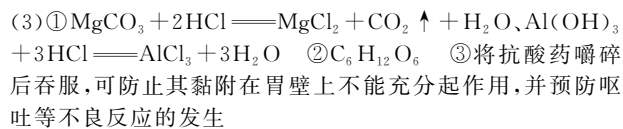
9. B [用铁粉制成的双吸剂包放入食品包装袋中, 可防止食品被氧化和受潮, 从而延长食品保质期, A 做法合理; 阴离子表面活性剂主要起清洁作用, 不能与水垢发生反应, B 做法不合理; “84”消毒液有效成分是次氯酸钠, 白醋中含醋酸, 醋酸与次氯酸钠反应可生成次氯酸, 次氯酸具有强氧化性, 能提高消毒效率, C 做法合理; 水果会释放乙烯, 乙烯有催熟作用, 高锰酸钾溶液能将乙烯氧化, 从而使水果保鲜, D 做法合理。]

10. C [石膏主要成分是硫酸钙, 豆浆属于胶体, 胶体遇电解质发生聚沉, 则豆浆中加入石膏进行点卤形成豆腐, 劳动项目与上述化学知识有关联, A 不符合题意; 铝与 NaOH 溶液反应生成四羟基合铝酸钠和氢气, 能使封闭管道内气压增大, 常用铝粉与 NaOH 疏通管道, 劳动项目与上述化学知识有关联, B 不符合题意; 由硫化钠除去废水中的铜离子是因为硫离子能将溶液中的铜离子转化为硫化铜沉淀而除去, 与硫化钠的还原性无关, C 符合题意; 增塑剂能提高塑料的柔韧性和弹性, 故聚氯乙烯树脂中加入增塑剂, D 不符合题意。]

11. 解析: (1)CaO 溶于水生成强碱并放出大量的热, 会灼伤和腐蚀人体。(2)患胃溃疡较重者, 不能食用与胃酸反应产生 CO_2 气体的抗酸药, 为避免胃穿孔, 可选用(1)中的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 粉。(3)①能发挥药效的是碳酸镁与氢氧化铝。②淀粉水解的最终产物是葡萄糖。③将抗酸药嚼碎后吞服可防止其黏附在胃壁上不能充分起作用, 并预防呕吐等不良反应的发生。

答案: (1)C

(2)B



阶段精准补漏(五)

1. B [氮化硅属于无机非金属材料, A 不符合题意; 合金属于金属材料, B 符合题意; 聚酰亚胺属于有机高分子材料, C 不符合题意; 反渗透膜的材质主要包括醋酸纤维素和芳香族聚酰胺等, 不属于金属材料, D 不符合题意。]

2. B [大米中含淀粉, 淀粉水解生成麦芽糖, A 不符合题意; 次氯酸钠具有强氧化性, 能使蛋白质变性, 故可用次氯酸钠溶液消毒, B 符合题意; 蛋白质由 C、N、O、H 等元素组成, 给小麦施氮肥可补充小麦合成蛋白质的氮元素, C 不符合题意; 肥皂中的高级脂肪酸钠含有亲水基和疏水基, 当肥皂与油污接触时, 疏水基的一端溶入油污中, 亲水基的一端溶入水中, 油污颗粒被一层亲水基团包围而不能彼此结合, 因此经水漂洗后就可达到去污的目的, D 不符合题意。]

3. B [A 项, NH_3 极易溶于水, 溶于水后圆底烧瓶内压强减小, 从而产生喷泉, 可以达到预期目的; B 项, P_2O_5 为酸性氧化物, NH_3 为碱性气体, 两者可以发生反应, 故不可以用 P_2O_5 干燥 NH_3 , 难以达到预期目的; C 项, NH_3 的密度比空气小, 可采用向下排空气法收集, 可以达到预期目的; D 项, CaO 与浓氨水混合后与水反应并放出大量的热, 促使 NH_3 挥发, 可用此装置制备 NH_3 , 可以达到预期目的。]

4. A [洗洁精去除油污主要是利用乳化原理, 油污没有水解, A 错误; 炒菜时不宜将油加热至冒烟, 主要是油脂在高温下容易生成对身体有害的稠环化合物, B 正确; 长期暴露在空气中的食盐变成了糊状, 因为食盐中常含有容易潮解的 MgCl_2 , C 正确; 久煮的鸡蛋蛋黄表面常呈灰绿色, 是由于蛋白中硫元素与蛋黄中铁元素生成的 FeS 和蛋黄混合呈灰绿色, D 正确;

故选 A。]

5. D [理想的新能源应具有资源丰富、可再生、对环境无污染等特点,故 A 正确;氢氧燃料电池利用原电池将化学能转化为电能,对氢气与氧气反应的能量进行利用,减小了直接燃烧的热量散失,产物无污染,故具有能量转化率高、清洁等优点, B 正确;脱嵌是锂离子从电极材料中出来的过程,放电时,负极材料产生锂离子,则锂离子在负极脱嵌,则充电时,锂离子在正极(阳极)脱嵌, C 正确;太阳能电池是一种将太阳能转化为电能的装置, D 错误;故选 D。]
6. A [石蜡油的成分主要是高碳烷烃,相对分子质量大,分子间作用力大,导致黏度大,因此石蜡油流动性比水小的原因是分子间作用力比水分子间作用力大, A 错误; NH_3 中 N 上有一个孤电子对,能与水提供的 H^+ 结合,从而释放 OH^- , 因此 NH_3 溶于水溶液显碱性, B 正确; F 的电负性大于 O, OF_2 中 F 显负电性, O 显正电性, H_2O 中 O 显负电性, H_2O 中 O 容易转移电子给 OF_2 中 O, 因此 OF_2 可以氧化 H_2O , C 正确;石墨是层状结构,石墨层间靠范德华力维系,范德华力较弱,导致层与层之间容易滑动,故石墨具有润滑性, D 正确。]

学案分层作业(十八)

1. B [不慎轻微烫伤时,可先用冷水处理,然后涂上烫伤药膏, A 正确;不慎将浓硫酸沾到皮肤上,立即用大量水冲洗,然后用 3%~5% 的 NaHCO_3 溶液冲洗, B 错误;不慎将烧碱溶液沾到皮肤上,立即用大量水冲洗,然后涂上 1% 的硼酸, C 正确; FeCl_3 溶液能使血液发生聚沉,具有应急止血的作用, D 正确。]
2. D [NaOH 是强碱,可以与玻璃的成分 SiO_2 反应生成 Na_2SiO_3 , 会将试剂瓶与玻璃塞黏到一起,故不能使用玻璃塞, A、B 错误;氢氟酸溶液可以与 SiO_2 反应从而腐蚀玻璃,应保存在塑料瓶中, C 错误;浓硝酸与玻璃中成分不发生反应,可以用玻璃细口瓶和玻璃塞保存, D 正确。]
3. C [向滴定管中添加液体的方法是直接将试剂瓶紧挨着滴定管口,缓慢倾倒即可,不需要使用漏斗, A 项错误;用 pH 计测定溶液的 pH 时,用蒸馏水清洗电极后需再用被测溶液清洗一次, B 项错误;蒸馏时蒸馏烧瓶中液体的体积不能超过容积的 $\frac{2}{3}$, 液体也不能蒸干, C 项正确;容量瓶水洗后不需要润洗, D 项错误。]
4. C [实验室制取气体时,组装好装置后,应先检查装置的气密性,然后再装入试剂,以免装入试剂后发现装置气密性不好,再更换部分仪器而浪费试剂, A 项错误;闻气体气味时,应用手轻轻在瓶口扇动,让少量气体飘进鼻孔,禁止将鼻子凑到集气瓶口去闻气味, B 项错误;蒸发时,用玻璃棒不断搅拌使溶液受热均匀,防止液滴飞溅, C 项正确;中和滴定实验时,锥形瓶不能用待测液润洗, D 项错误。]
5. C [图示为带有橡胶管的碱式滴定管, A 错误;蒸馏时接收装置不能密闭,若锥形瓶塞紧塞子形成密闭体系,装置内压强会逐渐增大,易引发危险,操作错误, B 错误;除去氯气中的氯化氢应使用饱和食盐水洗气,且导管为“长进短出”,装置正确, C 正确;液溴具有强氧化性,会腐蚀橡胶,不能用橡胶塞;且液溴易挥发、见光易变质,需要用棕色细口瓶搭配玻璃塞避光保存, D 错误。]
6. A [Na 金属性活泼,易与水剧烈反应,因此要先用乙醇与废弃的 Na 缓慢反应生成乙醇钠,再加水稀释,最后加酸中和至中性才可以排放,故 A 项符合题意;应将含有浓硫酸的废液加入水中进行稀释,故 B 项不符合题意;试管中的银镜是银单质,不与浓氨水反应,可与稀硝酸反应,应用稀硝酸清洗,故 C 项不符合题意;白磷着火点低,用此法处理易自燃,故 D 项不符合题意。]
7. B [容量瓶不可长期贮存溶液,故不选 A;金属钠的硬度小,可以用小刀切割,故选 B;洗涤滴定管时,应双手托住滴定管,边转动边向管口倾斜,直至蒸馏水布满管壁,故不选 C; SO_2

为酸性气体,不可用碱石灰干燥,故不选 D。]

8. D [实验室提纯苯甲酸需要用到过滤、重结晶,需要用到仪器有烧杯、漏斗、玻璃棒、酒精灯等。]
9. B [轻微烫伤时,可先用洁净的冷水处理,快速降低局部温度,然后涂上烫伤药膏, A 正确; NaOH 具有强腐蚀性,会加重皮肤损伤,故不慎将酸沾到皮肤上时需立即用大量清水冲洗,然后再用 3%~5% 的 NaHCO_3 溶液冲洗, B 错误;对于含重金属离子的废水,可利用沉淀法进行处理后再排放, C 正

确;  是护目镜,在进行可能发生飞溅等的化学实验

时,佩戴护目镜具有保护眼睛的作用,钠在空气中燃烧的实验反应剧烈,可能飞溅,故钠在空气中燃烧的实验涉及的

图标含有 , D 正确。]

10. 解析: (6) 分析刻度可知 ① 是温度计, ② 是量筒, 读数精确到小数点后一位, ③ 是滴定管, 读数精确到小数点后两位, 故选 B。 (7) 天平使用时砝码放在右盘, 精确度为 0.1 g。烧杯的实际质量为砝码质量减去游码示数, 即 $30.0\text{ g} - 2.6\text{ g} = 27.4\text{ g}$ 。

答案: (1) 容量瓶 (直形) 冷凝管

(2) ②⑥

(3) 试管

(4) ②④⑧⑨

(5) ⑧⑨

(6) B

(7) 砝码放在左盘, 烧杯放在右盘(或砝码和烧杯的位置放反了) 27.4

(8) 胶头滴管伸入试管内 试管口向上倾斜 混合气体从短导管进入洗气瓶

学案分层作业(十九)

1. C [水和酒精是互溶的液体, 不能使用过滤分离, A 不符合题意;硝酸钾和氯化钠是易溶的固体, 不能使用过滤分离, B 不符合题意;碳酸钙不溶于水, 食盐易溶于水, 可以使用溶解、过滤、蒸发的顺序将它们分离, C 符合题意;纯碱和食盐都是易溶于水的物质, 不能使用过滤分离, D 不符合题意。]
2. C [由题表中数据可知, 物质 A 和 B 均为可溶于水的液体, 且沸点相差较大, 可用蒸馏的方法分离, 不能用萃取、升华、分液的方法分离, 故选 C。]
3. D [I_2 、 CCl_4 的沸点相差较大, CCl_4 先蒸出, I_2 留在瓶中, 可蒸馏分离, 故 A 正确;苯甲酸在水中的溶解度不大, 则提纯苯甲酸可采用重结晶的方法, 主要步骤有加热溶解、趁热过滤、冷却结晶, 趁热过滤可减少苯甲酸结晶损失, 故 B 正确;碘不易溶于水, 易溶于四氯化碳, 四氯化碳的密度大于水的密度, 且四氯化碳与水不互溶, 则萃取分层后, 下层液体从下口放出, 上层液体从上口倒出, 故 C 正确;乙醇与水互溶, 不能萃取溴水中的溴, 故 D 不正确。]
4. D [能用分液漏斗分离的物质必须是两种相互不溶的液体, 一般来说, 有机溶质易溶于有机溶剂, 无机溶质易溶于无机溶剂。溴和四氯化碳互溶, 所以不能用分液漏斗分离, 故 A 不符合题意;苯和溴苯互溶, 所以不能用分液漏斗分离, 故 B 不符合题意;汽油和苯互溶, 所以不能用分液漏斗分离, 故 C 不符合题意;硝基苯和水不互溶, 所以能用分液漏斗分离, 故 D 符合题意。]
5. C [加入过量的氢氧化钠可以将镁离子沉淀, 加入过量的氯化钡可以将硫酸根离子沉淀, 加入过量的碳酸钠可以将钙离子沉淀, 但是要在加入氯化钡之后加入碳酸钠, 这样碳酸钠才能除去反应剩余的氯化钡, 然后进行过滤, 最后加入稀盐酸除去反应剩余的氢氧根离子和碳酸根离子, 所以第 ②③④ 步加入试剂的正确顺序为 NaOH 、 BaCl_2 、 Na_2CO_3 、 HCl 或 BaCl_2 、 NaOH 、 Na_2CO_3 、 HCl 或 BaCl_2 、 Na_2CO_3 、 NaOH 、 HCl ,

C 不正确。]

6. A [冷凝水流向应能使水充满冷凝管,故回流装置中冷凝水方向为 a 口进 b 口出,而蒸馏装置中冷凝水方向应为 b 口进 a 口出,A 错误;反应过程中有 HBr 生成,HBr 有毒,需要进行尾气处理,由于 HBr 极易溶于水,所以用较大容积的干燥管防倒吸,B 正确;该反应原理为浓硫酸与 NaBr 反应生成

HBr, $\text{HBr} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{H}_2\text{O}$,浓硫酸吸收水,使反应正向进行,提高 1-溴丁烷的产率,故浓硫酸的作用是作反应物、吸水剂,C 正确;获得的粗产品中含有 1-溴丁烷、1-丁醇、HBr、硫酸、钠盐等,故先用水洗分液除去 HBr 和大部分硫酸、钠盐等,再用饱和 Na_2CO_3 溶液洗涤除去剩余的酸,最后用水洗分液除去过量的 Na_2CO_3 等残留物,D 正确。]

7. B [NH_4Cl 受热分解,产生的 NH_3 和 HCl 在试管口处相遇又会重新生成 NH_4Cl ,无法制取 NH_3 ,A 错误; SO_2 的溶解度非常大且能被溴水大量吸收,易产生倒吸,该装置采用球形干燥管可防止倒吸,B 正确;氯仿和四氯化碳能够互溶不分层,不能用分液的方法进行分离,C 错误;该滴定管有玻璃活塞,属于酸式滴定管,不能盛装碱性的 NaOH 溶液,D 错误。]
8. D [硝酸银溶液呈酸性,应使用酸式滴定管,A 错误; Cl_2 和 HCl 均能与碱石灰反应,应将混合气体通过饱和食盐水除去氯气中混有的 HCl ,B 错误; NH_3 的溶解度较大,为防止倒吸,b 管通 NH_3 ,a 管通 CO_2 ,c 中放蘸有稀硫酸的脱脂棉,用于尾气处理,防止污染空气,C 错误;铁钉镀锌利用的是电解池原理,锌为阳极发生氧化反应生成锌离子,锌离子在阴极被还原为锌,相关原理、装置及操作均正确,D 正确。]
9. A [向浓硫酸、环己醇的混合液中加入稍过量的 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

溶液,水浴加热,环己醇被氧化成 ,在液相 1 中加入少量草酸除去过量的 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$,在 95 °C 蒸馏得到环己酮与水的共沸混合物,在液相 2 中加入 NaCl 固体降低环己酮的溶解度,使环己酮分层析出,在液相 3 中加入无水 K_2CO_3 除去水分,经过滤得到 K_2CO_3 水合物,滤液经蒸馏得到环己酮。由于 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液稍过量,且环己酮可被强氧化剂氧化,故反应后加入少量草酸的目的是除去过量的 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$,而不是调节 pH,A 错误;环己酮可被强氧化剂氧化,故分批加入 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液可防止环己酮被氧化,防止副产物增多,B 正确;由分析可知,①、②、③分别是含有硫酸和 Cr^{3+} 的水相、含 NaCl 的水相、 K_2CO_3 水合物,C 正确;操作 1 为蒸馏,环己酮的沸点为 155 °C,故收集 150~156 °C 的馏分得到环己酮,无水碳酸钾易吸收水分,故加入无水碳酸钾除去水分,实验过程中获取③的操作为过滤,D 正确。]

10. 解析:首先用稀盐酸和过氧化氢溶液“酸浸”二氧化铈废渣,得到三价铈,加入氨水调节 pH 后用萃取剂萃取其中的三价铈,增大三价铈浓度,之后加入稀硝酸“反萃取”其中的三价铈,再加入氨水和碳酸铵制备产物,以此解题。(1)根据信息可知反应物为 CeO_2 与 H_2O_2 ,产物为 Ce^{3+} 和 O_2 ,根据电荷守恒和元素守恒可知,其离子方程式为 $2\text{CeO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Ce}^{3+} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。(2)反应过程中保持 CeCl_3 少量即可得到 Cl^- 含量较少的 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$,故选 B。(3)②根据萃取原理可知,反萃取应选择实验条件是酸性条件,为了使 Ce^{3+} 尽可能多地由有机层转移到水层,可以采用多次萃取;③“反萃取”得到的水溶液中含有浓度较大的 Ce^{3+} 和 H^+ ,加入氨水、 NH_4HCO_3 后, Ce^{3+} 形成 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ 沉淀, H^+ 被中和,过滤后所得滤液中 Ce^{3+} 和 H^+ 的物质的量均减小。

答案:(1) $2\text{CeO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Ce}^{3+} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

(2) B

(3) ①降低溶液中氢离子的浓度,促进 Ce^{3+} 的萃取平衡正向移动,提高 Ce^{3+} 的萃取率 ②适当提高稀硝酸浓度,多次萃

取 ③ Ce^{3+} 、 H^+

学案分层作业(二十)

1. D [D 项,分别加入蒸馏水,四种溶液互滴,只能检验出氯化钡,氯化钡溶液分别滴入另外的三种溶液中时,均有白色沉淀生成,无法鉴别其他三种物质,符合题意。]
2. A [若 NaOH 溶液变质,则溶液中会混有碳酸钠,与氢氧化钡反应会生成白色沉淀,故 A 正确;漂粉精含氯化钙、次氯酸钙,无论是否变质,均含有氯化钙,加入碳酸钠溶液均产生沉淀,不能检验是否变质,故 B 错误;氯水无论是否变质均含氯离子,与硝酸银反应均生成白色沉淀,不能检验是否变质,故 C 错误; Na_2SO_3 溶液变质后会混有硫酸钠,亚硫酸钠和硫酸钠均与氯化钡反应生成白色沉淀,不能检验是否变质,故 D 错误。]
3. D [先通过足量的溴水除去二氧化硫,再通过澄清石灰水检验是否含有二氧化碳。]
4. B [不能用干燥的试纸检验气体,A、C 错误;能使湿润的淀粉-碘化钾试纸变蓝的气体一定具有氧化性,不一定是氯气,D 错误。]
5. C [若固体中含有 SO_3^{2-} ,在酸性条件下滴加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, SO_3^{2-} 会被氧化生成硫酸根离子,也出现白色沉淀,则该固体试样中不一定存在 SO_4^{2-} ,A 错误;若固体为 FeCl_3 和 Fe 的混合物,也有相同的现象,则该固体试样中可能存在 Fe^{3+} ,B 错误;检验 NH_4^+ 时应加 NaOH 溶液并加热,产生使湿润红色石蕊试纸变蓝的气体,选项中没有加热,故不能确定该固体试样中有没有铵根离子,C 正确;滴加盐酸出现白色沉淀,再加 NaOH 溶液沉淀溶解,原固体中可能有 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$,不一定为 SiO_3^{2-} ,D 错误。]
6. D [盐酸酸化的 BaCl_2 引入 Cl^- ,若原溶液含 Ag^+ 也会生成 AgCl 沉淀,无法确定 SO_4^{2-} ,A 错误;未说明 CH_3COOH 和 HClO 浓度是否相同,无法通过 pH 直接比较酸性强弱,B 错误;玻璃棒含 Na^+ ,焰色反应会干扰,应使用洁净铂丝或铁丝,C 错误; Na_2CO_3 溶于水放热, NaHCO_3 溶解吸热,温度降低说明是 NaHCO_3 ,D 正确。]
7. C [Na_2SO_3 加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中会将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ,溶液颜色由黄色变为浅绿色; $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液呈酸性,加入酚酞溶液,溶液不会变为红色;氨水加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中会生成氢氧化铁红褐色沉淀; BaCl_2 溶液加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中会生成硫酸钡白色沉淀,A 不符合题意; $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液呈酸性, FeO 加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中, FeO 会溶解,但溶液不会由黄色变为浅绿色; $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液呈酸性,加入石蕊溶液,溶液由黄色变为红色; NaOH 溶液加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中反应生成氢氧化铁红褐色沉淀; AgNO_3 溶液加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中会生成 Ag_2SO_4 白色沉淀,B 不符合题意;铁粉加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中会将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ,溶液颜色由黄色变为浅绿色; KSCN 溶液遇 Fe^{3+} 会变红,溶液由黄色变为红色; Na_2O_2 加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中先和水反应生成 NaOH 和 O_2 , Fe^{3+} 和 OH^- 反应生成氢氧化铁红褐色沉淀; $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中铅离子和硫酸根离子反应生成硫酸铅白色沉淀,C 符合题意; Fe 加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中会将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ,溶液颜色由黄色变为浅绿色; KSCN 溶液遇 Fe^{3+} 会变红,溶液由黄色变为红色;碳酸钠加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中 CO_3^{2-} 、 Fe^{3+} 发生双水解反应,生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 红褐色沉淀和 CO_2 气体;氯化镁溶液加入硫酸铁溶液中不发生反应,无白色沉淀生成,D 不符合题意。]
8. B [加入 AgNO_3 溶液生成白色沉淀,加入稀盐酸沉淀不溶解,但加入稀盐酸会引入 Cl^- ,即使原溶液中没有 Cl^- ,也会因为加入的稀盐酸而产生不溶于稀盐酸的 AgCl 沉淀,所以不能确定原溶液中一定有 Cl^- 存在,A 错误;通入 Cl_2 后,溶液变为深黄色,加入淀粉溶液后溶液变蓝,则溶液中有 I^- 存在,B 正确; SO_3^{2-} 与 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 反应形成 BaSO_3 沉淀,加入

- 稀盐酸后在 H^+ 、 NO_3^- 的作用下可转化为 BaSO_4 沉淀, C 错误; 能使澄清石灰水变浑浊的气体是 CO_2 或 SO_2 , 原溶液中可能存在的离子是 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SO_3^{2-} 或 HSO_3^- , D 错误。]
9. C [A 项, 加入 BaCl_2 溶液得到白色沉淀, 原溶液中可能含有 SO_3^{2-} 或 SO_4^{2-} 或 Ag^+ ; B 项, HSO_3^- 也有同样的现象; C 项, 观察钾元素的焰色试验应透过蓝色钴玻璃, 排除钠元素的干扰; D 项, 检验 NH_4^+ 应加入浓 NaOH 溶液, 且需要加热。]
10. A [步骤①中, NH_4^+ 加入浓的碱溶液并加热会产生无色的气体 NH_3 , Fe^{3+} 加入过量的强碱会产生红褐色 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, Al^{3+} 加入过量的强碱会生成 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$, X 为含有 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 的溶液, 步骤②中加入 NaHCO_3 溶液发生的反应为 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 生成白色沉淀 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。步骤①中所加试剂可以是浓 KOH 溶液, A 正确; 无色气体是 NH_3 , 可以使湿润的红色石蕊试纸变蓝色, 所以应该用湿润的红色石蕊试纸检验 NH_3 , B 错误; 步骤②中加入 NaHCO_3 溶液发生的反应为 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 生成白色沉淀 $\text{Al}(\text{OH})_3$, C 错误; Fe^{2+} 遇铁氰化钾会生成蓝色沉淀, D 错误。]
11. B [向黄铜溶液中加入硫酸得到白色沉淀甲 PbSO_4 ; 通入 H_2S 后 Fe^{3+} 与 H_2S 反应生成 Fe^{2+} 和单质 S, Cu^{2+} 与 H_2S 反应生成 H_2SO_4 和 CuS 沉淀; 向溶液中加入稀硝酸, 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 再加入过量氨水沉淀 Fe^{3+} , 同时得到 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 。加入 H_2SO_4 形成 PbSO_4 沉淀, 分离 Pb^{2+} , 故 A 正确; 沉淀乙中含有 CuS 和 S, 故 B 错误; HNO_3 具有氧化性, 氨水有碱性, 均与具有还原性和酸性的 H_2S 反应, 因此赶尽 H_2S 可减少硝酸和氨水的消耗, 故 C 正确; 加入稀硝酸的目的是氧化 Fe^{2+} , 故 D 正确。]

学案分层作业(二十一)

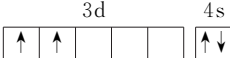
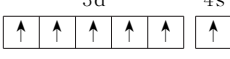
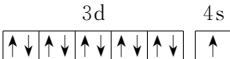
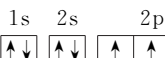
1. A [实验室可以用 MnO_2 和浓盐酸在加热条件下制备 Cl_2 , 故 A 正确; 实验室可以用 MnO_2 催化 H_2O_2 分解制备 O_2 , 用浓硫酸干燥 O_2 , O_2 的密度大于空气, 可以用向上排空气法收集, 应该长管进、短管出, 故 B 错误; 收集 NH_3 时, 导管应伸入试管底部, 故 C 错误; 铜和浓硫酸在加热的条件下反应生成二氧化硫, 二氧化硫可以使石蕊溶液变红, 但不能用浸有稀硫酸的棉花团吸收过量的二氧化硫, 应该用浸有 NaOH 溶液的棉花团, 故 D 错误。]
2. D [反应 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 可用于制备氨, A 不符合题意; NH_3 是碱性气体, 可用碱石灰进行干燥, B 不符合题意; 装置丙中发生反应 $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, 可验证氨的还原性, C 不符合题意; 氨的密度比空气小, 收集时应短管进长管出, D 符合题意。]
3. C [Cu 与稀硝酸反应生成 NO , A 错误; 应用向上排空气法收集 NO_2 , 长管进短管出, B 错误; NO_2 和 NaOH 溶液反应生成 NaNO_3 、 NaNO_2 和 H_2O , C 正确; 蒸干溶液不能获得含结晶水的 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 应该蒸发浓缩、冷却结晶, D 错误。]
4. D [洗气时气体从长导管通入液体中, 再从短导管排出, A 正确; 用干燥管干燥气体时应大口进气, 小口出气, B 正确; 氨极易溶于水, 倒扣的漏斗可有效防止倒吸, C 正确; 收集 H_2 应该用排水法或者向下排空气法, D 不正确。]
5. B [NH_3 的密度比空气小, 应该采用向下排空气法收集, 装置 c 中的导管应改为短进长出, A 不符合题意; 浓硫酸可以与 Na_2SO_3 反应生成 SO_2 , SO_2 气体的密度比空气大, 能使用向上排空气法收集, SO_2 气体能与 NaOH 溶液迅速反应, 吸收装置中要防倒吸, B 符合题意; 铜与浓硝酸反应生成的气体产物为 NO_2 , NO_2 与水反应生成 HNO_3 的同时还生成 NO (有毒气体), 不能用水进行 NO_2 的尾气吸收, C 不符合题意; 用 MnO_2 与浓盐酸制取 Cl_2 时需要加热, D 不符合题意。]
6. D [光气可由氯仿(CHCl_3)和氧气在光照条件下合成, 且光气遇水迅速水解, 由题给实验装置可知, 装置乙用于制备氧气, 然后经装置甲干燥氧气, 在装置丁中合成光气, 装置丁后面需连接干燥装置, 防止水进入装置丁中, 最后连接装置丙吸收尾气。装置丁中氯仿和氧气在光照条件下合成光气, 反应的化学方程式为 $2\text{CHCl}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{COCl}_2 + 2\text{HCl}$, A 正确; 装置丁中生成氯化氢, 氯化氢极易溶于水, 倒扣的漏斗可防止倒吸, 则装置丙的主要作用是吸收尾气中的氯化氢, B 正确; COCl_2 的沸点为 8.2°C , 沸点较低易挥发, 则冰水混合物的作用是降温, 防止 COCl_2 挥发, C 正确; 由上述分析可知, 装置丁的连接顺序为 $c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d$, D 错误。]
7. C [氨气极易溶于水, 通入氨气的导管不能插入溶液中, 容易发生倒吸, 二氧化碳在水中溶解度不大, 通入二氧化碳的导管应该插入溶液中, A 错误; 氯化铝易水解, $\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$, 加热平衡正向移动, 产物不是 AlCl_3 , B 错误; $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \rightleftharpoons 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, U 形管右侧稀硝酸液封, 隔绝空气, 防止 NO 被氧化, 铜丝可上下移动, 控制反应启停, 可以完成, C 正确; CH_3COOH 易挥发, 会直接与苯酚钠反应生成苯酚, 干扰 H_2CO_3 与 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 酸性比较, 无法证明 $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, D 错误。]
8. 解析: 装置 B 中发生反应 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 生成的 NH_3 进入 D 收集氨, 控制氨的流速, 再通入装置 A 发生反应 $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{H}_2\text{O}$, 制备 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, 多余的氨被仪器 C 中的试剂 X 吸收, 防止污染环境。(2) 仪器 C 球形干燥管内装的固体药品能与氨反应, 防止多余的氨污染环境, 故“试剂 X”为 P_2O_5 (或无水 CaCl_2)。(3) 装置 B 中反应生成的 NH_3 进入 D 收集氨, 因氨的密度比空气小, 应从导管短的一端进入即 g 端进入, f 端出来, 进入装置 A, 为了反应物充分混合, 氨从 A 中 b 端进入, 多余的氨从 a 端出来进入尾气处理装置 C 中, 从干燥管的 d 端进入, e 端出来。(4) $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 中含有 -1 价的氧元素, 则 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 具有氧化性, 可将 KI 氧化成 I_2 , 发生反应为 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-} + \text{I}_2$; $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定生成的 I_2 , 通过碘单质的存在判断滴定终点, 选择淀粉溶液为指示剂; 根据题中信息可列关系式 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} \sim \text{I}_2 \sim 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, 消耗标准液 $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times 10^{-3} \text{ L} = V \times 10^{-4} \text{ mol}$, $n[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8] = \frac{1}{2} n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{1}{2} \times V \times 10^{-4} \text{ mol} = 5V \times 10^{-5} \text{ mol}$, $m \text{ g}$ 产品的纯度为 $\frac{5V \times 10^{-5} \text{ mol} \times 228 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{1.14V}{m}\%$ 。
- 答案: (1) $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
(2) P_2O_5 (或无水 CaCl_2)
(3) gfbade (或“gfbad”或“g, f→b, a→d”)
(4) $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-} + \text{I}_2$ 淀粉溶液 $\frac{1.14V}{m}$

阶段精准补漏(六)

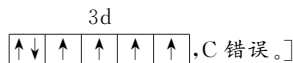
1. B [溶解氯化钠固体一般在小烧杯中进行, 如果在试管中溶解少量氯化钠固体, 应敞口左右轻轻振荡试管使氯化钠固体溶解, 不能用拇指堵住试管口上下振荡, A 不符合规范; 可用酸式滴定管量取 20.00 mL 草酸溶液, 从酸式滴定管中放出液体时, 酸式滴定管的活塞柄向右, 左手从滴定管后向右伸出, 拇指在滴定管前, 食指及中指在管后, 三指平行地轻轻拿住活塞柄, 滴定管下端伸入锥形瓶口内约 1 cm , B 符合规范; 用排空气法收集二氧化碳气体没有出气导管, 会使瓶内压强过大, 产生危险, C 不符合规范; 钠与水反应剧烈, 实验时不能近距离俯视烧杯, 观察钠与水的反应时应佩戴护目镜, 在远处观察, D 不符合规范。]

2. C [盐酸沾到皮肤上,用大量水冲洗可将其冲离皮肤,碳酸氢钠溶液显弱碱性,可防止皮肤灼烧,A项正确; Cl_2 能与NaOH反应,故可用NaOH溶液吸收氯气尾气,B项正确;水银有毒,挥发后易对人体造成伤害,必须收集处理,C项不正确;硫化钠与 Pb^{2+} 反应生成PbS沉淀,可用 Na_2S 处理废水中的 Pb^{2+} ,生成的PbS再集中处理,D项正确。]
3. C [蛋白质在饱和硫酸铵溶液中发生盐析,与蛋白质能水解无关,A错误;青蒿素在乙醚中溶解度较大,且乙醚沸点较低,蒸馏分离出乙醚时可避免青蒿素受热分解,B错误;碘单质在 CCl_4 中的溶解度比在水中,且 CCl_4 难溶于水,故可用 CCl_4 将碘水中的碘单质萃取出来,C正确;石油分馏提取汽油、柴油,利用的是不同烃的沸点不同,D错误。]
4. D [向 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeCl}_3$ 溶液中滴加数滴浓盐酸,生成更多的 $[\text{FeCl}_4]^-$,溶液黄色加深;继续滴加1滴KSCN溶液, $[\text{FeCl}_4]^-$ 转化为 $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$,溶液变为红色;再加入NaF固体, $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ 转化为 $[\text{FeF}_6]^{3-}$,溶液红色褪去,变为无色;再滴加KI溶液、淀粉溶液,无色溶液未见明显变化,说明 I^- 未被氧化。①中滴加数滴浓盐酸,试管溶液黄色加深,生成更多的 $[\text{FeCl}_4]^-$,说明浓盐酸促进 $\text{Fe}^{3+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{FeCl}_4]^-$ 平衡正向移动,A正确;由①到②,溶液变为红色,说明 $[\text{FeCl}_4]^-$ 转化为 $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$,即生成 $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ 并消耗 $[\text{FeCl}_4]^-$,B正确;②、③溶液中,均存在平衡 $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$,由于温度不变,故该反应的平衡常数不变,由于②、③溶液中含有的初始 SCN^- 浓度相同,且②溶液为红色,③溶液为无色,故能说明 $c(\text{Fe}^{3+})$:②>③,C正确;类似C选项分析,由①→④推断,溶液中的 $c(\text{Fe}^{3+})$ 是越来越小的,若向①深黄色溶液中加入KI、淀粉溶液,无法确定①溶液中的 Fe^{3+} 的含量是否能够氧化 I^- ,D不正确。]
5. C [电石与饱和NaCl溶液反应制备乙炔,乙炔可与酸性高锰酸钾溶液发生氧化还原反应而使酸性 KMnO_4 溶液褪色,A不符合题意; Na_2SO_3 固体与70%的浓硫酸反应制备 SO_2 , SO_2 可与酸性高锰酸钾溶液发生氧化还原反应而使酸性 KMnO_4 溶液褪色,B不符合题意;大理石与稀盐酸反应制备 CO_2 , CO_2 不能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,C符合题意; Al_2S_3 固体遇水发生水解反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 H_2S , H_2S 可与酸性高锰酸钾溶液发生氧化还原反应而使酸性 KMnO_4 溶液褪色,D不符合题意。]

学案分层作业(二十二)

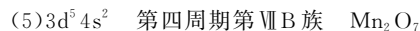
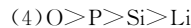
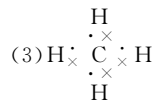
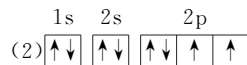
1. A 2. B 3. A 4. A 5. D
6. (1) $[\text{Ar}]3\text{d}^24\text{s}^2$ 
- (2) $[\text{Ar}]3\text{d}^54\text{s}^1$ 
- (3) $[\text{Ar}]3\text{d}^{10}$ 
7. (1) C 或 O
(2) N
(3) Mn $[\text{Ar}]3\text{d}^54\text{s}^2$
(4) Cu 
- (5) K、Cl
8. D [$^{140}_{60}\text{Nd}$ 与 $^{142}_{60}\text{Nd}$ 互为同位素,是不同的核素,错误;B. Nd的相对原子质量不是140,14 g Nd含有的电子不是6 mol,错误;C. $^{140}_{60}\text{Nd}$ 原子的中子数为80,质子数为60,两者之差为20,错误。]
9. A [核变化不属于化学变化,A错误。]
10. D [基态 Fe^{3+} 的简化电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^5$,A错误;基态碳原子核外有6个电子,根据能量最低原理,先排满2s轨道,再排2p轨道,其轨道表示式为,B错

误;基态 Fe^{2+} 的电子排布式为 $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^63\text{s}^23\text{p}^63\text{d}^6$,其价层电子不包括3s、3p能级,故价层电子轨道表示式为



11. B [钠原子核外有11个电子,不同电子的运动状态不同,A正确;基态钠原子的核外电子排布式为 $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^63\text{s}^1$,电子占据了1s、2s、2p和3s轨道,故基态钠原子核外电子的空间运动状态有6种,B不正确; $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^63\text{s}^1$ 表示基态Na原子, $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^53\text{s}^2$ 表示激发态Na原子,故能量: $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^63\text{s}^1 < 1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^53\text{s}^2$,C正确;基态钠原子的内层电子排布式为 $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^6$,每个轨道均有1对自旋状态相反的电子,故两种自旋状态的电子数之比为1:1,D正确。]
12. 解析:元素周期表前四周期有A、B、C、D、E五种元素,B元素的基态原子价层电子排布式为 ns^2np^2 ,B位于第ⅣA族;C元素位于第二周期且基态原子中p能级与s能级电子总数相等,电子排布式为 $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^4$,C为O;D元素基态原子的M层的p能级中有3个未成对电子,电子排布式为 $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^63\text{s}^23\text{p}^3$,D为P;E元素基态原子有5个未成对电子,电子排布式为 $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^63\text{s}^23\text{p}^63\text{d}^54\text{s}^2$,E为Mn。

答案:(1)氧 磷 锰



学案分层作业(二十三)

1. B 2. C 3. A 4. C
5. (1) ①H N O Na Al Cu ②O N H ③N O Al Na
(2) Al
(3) ds $(n-1)\text{d}^{10}\text{n}^{1\sim 2}$,即次外层d轨道全充满,最外层s轨道有1或2个电子
6. D [X的核素用于考古研究,则X为C;Y与X同周期,电子s能级与p能级电子数比为2:3,价电子排布为 $2\text{s}^22\text{p}^3$,则Y为N;Z的焰色试验为紫色,则Z为K;W为d区前四周期元素,基态有4个未成对电子,价电子排布为 $3\text{d}^54\text{s}^2$,则W为Fe;该化合物为 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 。同周期元素从左到右电负性逐渐增大,电负性 $\text{N} > \text{C}$,即 $\text{Y} > \text{X}$,A错误;化合物为 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$,K为+1价, CN^- 为-1价,根据化合价代数和为0,Fe的化合价为+3价,B错误;常温下K能与水剧烈反应,Fe常温下与纯水不反应,仅高温下可与水蒸气反应,C错误; CN^- 中存在碳氮三键,1个三键含1个 σ 键和2个 π 键,故 σ 键与 π 键数目比为1:2,D正确。]
7. C [W、X、Y、Z为短周期主族元素,W、X、Y同周期,W是地壳中含量第二丰富的元素,W为Si,X是短周期中原子半径最大的元素,X为Na,基态Y原子核外p能级电子数比s能级电子数多4个,Y基态的电子排布式为 $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^63\text{s}^23\text{p}^4$,Y为S,Y、Z同主族,Z为O,M的价层电子排布式为 $3\text{d}^{10}4\text{s}^1$,M为Cu。氧元素和硫元素同主族,氧离子半径小于硫离子,钠离子和氧离子的电子层结构相同,钠的核电荷数大,钠离子半径小,简单离子半径: $\text{S}^{2-} > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+$,故C错误。]
8. B [根据题意知X、Y、Z、Q分别为B、N、Na或Mg、Ga。]
9. 解析:(6)C、Si和P的基态原子的价层电子排布式分别为 $2\text{s}^22\text{p}^2$ 、 $3\text{s}^23\text{p}^2$ 、 $3\text{s}^23\text{p}^3$,P失去的第四个电子是 3s^2 电子,3s能级处于全充满状态,较难失去电子,故P的第三和第四电离能差值较大,故b曲线表示P。
- 答案:(1) $\text{N} > \text{H} > \text{B}$
(2) O N

- (3) Li^+ 的核电荷数较大,吸引电子能力强,半径较小
 (4) Cu^+ 的 3d 轨道全充满,能量低,处于较稳定状态
 (5) $\text{As} > \text{Se} > \text{Ge}$ $\text{Se} > \text{As} > \text{Ge}$
 (6) b

学案分层作业(二十四)

1. B 2. D 3. A

4. $\text{H} : \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{O}} : \text{H}$ $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$ 极性 非极性 极性

H_2O_2 、 H_2O 均为极性分子且分子间形成氢键,而 CCl_4 为非极性分子,不易溶解极性分子 H_2O_2

5. (1) -184.9 -102.3

(2) $>$ $\text{H}-\text{Cl}$ 的键能大于 $\text{H}-\text{Br}$ 的键能

(3) $<$ $<$ $<$

6. A $[\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3]$ 是甲醚的结构简式,乙醚的结构简式应为 $\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$,A 错误; CO_2 中碳原子与两个氧原子分别形成两对共用电子对,电子式正确,B 正确;该有机物主链包含醛基碳原子,2 号碳上连有甲基,系统命名为 2-甲基丙醛,C 正确;基态碳原子的核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^2$,根据洪特规则,2p 轨道的两个电子分占两个不同轨道且自旋平行,电子排布图表示正确,D 正确。]

7. A $[\text{C}_2^{2-}$ 与 O_2^{2+} 结构相似,所以一个 O_2^{2+} 中含有一个三键,因此 1 mol O_2^{2+} 中含有 $2N_A$ 个 π 键,A 正确; CO 与 N_2 结构相似,则一个 CO 分子中含有一个三键,分子中 σ 键与 π 键数目之比为 1 : 2, B 错误; CN^- 与 N_2 结构相似,1 个 $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ 分子中含有一个 $\text{C}=\text{C}$ 和一个 $\text{C}\equiv\text{N}$,因此 1 个 $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ 分子中含有 6 个 σ 键和 3 个 π 键, σ 键与 π 键的数目之比为 2 : 1, C 错误;若该反应中有 4 mol $\text{N}-\text{H}$ 断裂,即 1 mol N_2H_4 参与反应,则生成 1.5 mol N_2 , N_2 中含有 $\text{N}\equiv\text{N}$,故形成 π 键的数目是 $3N_A$, D 错误。]

8. D $[\text{A} \cdot \text{NH}_5]$ 的电子式为 $[\text{H} : \ddot{\text{N}} : \text{H}]^+ [\text{H}]^-$, 1 mol NH_5

中含 $4N_A$ 个 $\text{N}-\text{H}$ σ 键, 错误; $\text{B} \cdot \text{CH}_2=\text{C}=\text{O}$ 分子中 $N(\sigma) : N(\pi) = 2 : 1$, 错误; $\text{C} \cdot \text{HC}\equiv\text{CH}$ 含 3 个 σ 键、2 个 π 键, 错误。]

9. A $[\text{Na}_2\text{O}]$ 是离子化合物,由 Na^+ 和 O^{2-} 构成,2 个钠离子不能合并,应在 O^{2-} 的两侧,其电子式为 $\text{Na}^+ [\text{O}^{2-}] \text{Na}^+$, A 不正确;

MgCl_2 由 Mg 失去最外层的 2 个电子并转移至 Cl 中形成 8 电子稳定结构,形成过程为:

$\text{Mg} + 2\text{Cl} \rightarrow [\text{Cl}^-] \text{Mg}^{2+} [\text{Cl}^-]$, B 正确;

MgO 由 Mg 失去最外层的 2 个电子并转移至 O 中形成 8 电子稳定结构,形成过程为:

$\text{Mg} + \text{O} \rightarrow \text{Mg}^{2+} [\text{O}^{2-}]$, C 正确;

NH_4Cl 中铵根离子和氯离子间含有离子键,铵根离子内 N 和 H 间含有

共价键,电子式为 $[\text{H} : \ddot{\text{N}} : \text{H}]^+ [\text{Cl}^-]$, D 正确。]

10. (1) $\text{C}-\text{C}$ 和 $\text{C}-\text{H}$ 的键能较大,所形成的烷烃较稳定;
 $\text{Si}-\text{Si}$ 和 $\text{Si}-\text{H}$ 的键能较小,易断裂,导致长链硅烷难以生成 (2) $\text{C}-\text{H}$ 的键能大于 $\text{C}-\text{O}$, $\text{C}-\text{H}$ 比 $\text{C}-\text{O}$ 稳定;
 $\text{Si}-\text{H}$ 的键能小于 $\text{Si}-\text{O}$, $\text{Si}-\text{H}$ 不稳定而倾向于形成稳定性更强的 $\text{Si}-\text{O}$

(3) Si 的原子半径较大, p 电子肩并肩重叠程度小,无法形成 π 键

11. 解析:由 A、C 常温下能形成液态化合物 A_2C 和 A_2C_2 ,可知

A 为 H, C 为 O, 则 D 为 Na, E 在第三周期第 IIIA 族,为 Al,

由质子数之和为 39 可知, B 为 C。 (1) 由题给信息分析可知, B 为 C, 位于周期表中第二周期第 IVA 族; 由 H、O、Na 三种元素组成的化合物为 NaOH , 含有的化学键为离子键、共价键。 (2) BC_2 为 CO_2 , 属于共价化合物, 其电子式为

$\text{O} : : \text{C} : : \text{O}$ 。 (3) Al 与氢氧化钠溶液反应生成四羟基

合铝酸钠和氢气, 反应的离子方程式为 $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ 。 (4) H_2O 与 Na 单质反应生成 NaOH 和氢气, 所得溶液呈碱性, $\text{pH} > 7$ 。 (5) D 为 Na, A 为 H, 化合物 DA 是 NaH , 含钠元素的化合物灼烧时, 火焰呈黄色, NaH 和水反应的化学方程式为 $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$, 则该反应中消耗 1 mol NaH 生成 1 mol NaOH 和 1 mol H_2 , 若将 1 mol NaH 和 1 mol Al 混合加入足量的水, 另外还发生反应: $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$, 则又生成 1.5 mol H_2 , 故充分反应后总共生成 2.5 mol H_2 , 生成的气体在标准状况下的体积是 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2.5 \text{ mol} = 56 \text{ L}$ 。

答案: (1) 第二周期第 IVA 族 离子键、共价键

(2) $\text{O} : : \text{C} : : \text{O}$

(3) $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$

(4) $>$

(5) 黄 56 $\text{Na}^+ [\text{H}]^-$

阶段精准补漏(七)

1. A $[\text{甲醛}]$ 的结构简式为 HCHO , 结构中含 1 个碳氧双键和 2 个碳氢键, 碳原子采用 sp^2 杂化, 空间构型为平面三角形, 原子半径大小为 $\text{C} > \text{O} > \text{H}$, 球棍模型符合甲醛结构, A 正确; 氧原子的质子数为 8, 根据公式: 质量数 = 质子数 + 中子数, 所以中子数为 10 的氧核素质量数为 18, 可表示为 $^{18}_8\text{O}$, B 错误; NH_3 中 N 原子与 3 个 H 原子通过共价键结合, N 原子上还

有 1 个孤电子对, 正确电子式为 $\text{H} : \ddot{\text{N}} : \text{H}$, C 错误; 氧原子

核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^4$, 根据洪特规则, 2p 轨道的 4 个电子应先分占不同轨道, 且自旋方向相同, 再填充成对电子, 正

确的轨道表示式为 $\begin{array}{c} 1s \quad 2s \quad 2p \\ \uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow \end{array}$, D 错误。]

2. C $[\text{同主族元素从上到下, 第一电离能逐渐减小, 基态 N 原子 2p 能级为 3 个电子, 处于半充满稳定状态, 比 O 的第一电离能大, 故第一电离能: } \text{N} > \text{O} > \text{S}, \text{A 项正确; Si 的电负性小于 P, 故 Si}-\text{Cl} \text{ 的极性大于 } \text{P}-\text{Cl}, \text{B 项正确; 同主族元素从上到下, 金属性逐渐增强, 最高价氧化物对应水化物的碱性逐渐增强, 故碱性: } \text{LiOH} < \text{KOH}, \text{C 项不正确; Mg 的金属性强于 Al, 故离子键百分数: } \text{MgO} > \text{Al}_2\text{O}_3, \text{D 项正确。}]$

3. B $[\text{H}_2\text{O}]$ 中的 $\text{H}-\text{O}$ σ 键和 HClO 中的 $\text{H}-\text{O}$ σ 键均为 s-sp³ σ 键, A 错误; Cl_2O 中 O 的价层电子对数为 $2 + \frac{6-2 \times 1}{2}$

$= 4$, H_2O 中 O 的价层电子对数为 $2 + \frac{6-2 \times 1}{2} = 4$, HClO 中

O 的价层电子对数为 $2 + \frac{6-2 \times 1}{2} = 4$, 故反应中各分子的

VSEPR 模型均为四面体形, B 正确; 原子半径: $\text{H} < \text{Cl}$, 故 $\text{Cl}-\text{O}$ 键长大于 $\text{H}-\text{O}$ 键长, C 错误; HClO 的电子式为

$\text{H} : \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{Cl}} :$, 故 Cl 的价电子层有 3 个孤电子对, D 错误。]

4. A $[\text{Ca}]$ 的质量数为 41, 质子数为 20, 所以中子数为 $41 - 20 = 21$, A 正确; ^{41}Ca 的半衰期长短与得失电子能力没有关系, B 错误; 根据题意知, ^{41}Ca 衰变一半所需的时间要大于 ^{14}C 衰变一半所需的时间, C 错误; 从 Ca 原子束流中直接俘获 ^{41}Ca 原子的过程没有新物质产生, 不属于化学变化, D

错误。]

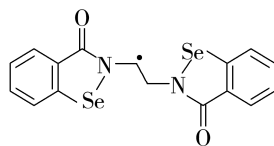
5. D [主族元素 W、X、Y、Z 原子序数依次增大, X、Y 的价电子数相等, Z 的价电子所在能层有 16 个轨道, 则 Z 有 4 个能层。根据这 4 种元素形成的化合物的结构可以推断, W、X、Y、Z 分别为 H、O、S、K。W 和 Y 可以形成 H_2S , 其中 S 显 -2 价, 因此, 电负性: $S > H$, A 不正确; H_2SO_3 是中强酸, 而 H_2SO_4 是强酸, 因此, 在相同条件下, 后者的酸性较强, B 不正确; H 只有 1 个电子, O 的 2p 轨道上有 4 个电子, 其中, 有 2 个未成对电子, 因此, 基态原子的未成对电子数: $O > H$, C 不正确; K 的氧化物溶于水且与水反应生成强碱 KOH, S 的氧化物溶于水且与水反应生成 H_2SO_3 或 H_2SO_4 , 因此, 氧化物溶于水所得溶液的 pH 的大小关系为 $K > S$, D 正确。]

6. (1) ①四 Ⅷ 4:5 ②N O
(2) $1s^2 2s^2 2p^6$
(3) $3d^5 4s^1$
(4) $3d^{10} 4s^1$
(5) $5s^2$

学案分层作业(二十五)

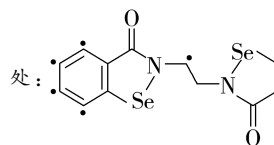
1. A 2. C 3. A 4. A
5. (1) $O-H >$ 氢键 $>$ 范德华力 sp^3 大 H_3O^+ 与 H_2O 的中心原子均为 sp^3 杂化, 但 H_2O 中有两个孤电子对排斥力较大, 键角较小
(2) 平面三角形 sp^2
6. C [金刚石和晶体硅都是共价晶体, 共价晶体硬度由共价键键能决定, 由于原子半径 $C < Si$, 导致 C—C 共价键键长更短, 键能更大, 故金刚石的硬度大于晶体硅, A 正确; 甘油是丙三醇, 1 个甘油分子含 3 个羟基, 分子间可形成较多氢键, 分子间作用力强, 因此黏度较大, B 正确; 乙醛 CH_3CHO 中没有与 O 原子直接相连的氢原子, 不能形成分子间氢键; 乙醛沸点高于丙烷, 是因为乙醛是极性分子, 相对分子质量相同时, 乙醛的范德华力更大, C 错误; CO_2 中心 C 为 sp 杂化, 空间构型为直线形, 键角 180° ; SO_2 中心 S 为 sp^2 杂化, 含 1 个孤电子对, 空间构型为 V 形, 键角小于 120° , 键角差异由中心原子杂化类型不同导致, D 正确。]
7. B [由题图可知, 三种分子含有的化学键类型相同, 均含有 Π_5^6 , A 正确; 吡喃、吡咯与水分子形成氢键的能力弱, 噻吩不能与水分子形成氢键, 三者均不易溶于水, B 错误; 杂环化合物是四个 C 原子和 N(O、S) 原子共面, 4 个 C 原子的 p 轨道中各有 1 个电子和 N(O、S) 原子的 1 个孤电子对形成大 π 键, 吡咯中 N 原子形成 3 条 σ 键, 杂化方式为 sp^2 , 吡喃、噻吩中 O、S 原子均形成 2 条 σ 键以及一个孤电子对, 杂化方式为 sp^2 , 则 N、O、S 三种原子杂化方式均为 sp^2 , C 正确; 三者均是分子晶体, 吡咯分子间可形成氢键, 吡喃及噻吩分子间只存在分子间作用力, 而噻吩的相对分子质量比吡喃的大, 沸点较高, 故沸点: 吡咯 $>$ 噻吩 $>$ 吡喃, D 正确。]
8. C [NCl_3 中的中心 N 原子有孤电子对, 可以与水电离出的氢离子形成配位键, 水解方程式为: $NCl_3 + 3H_2O \rightleftharpoons NH_3 \uparrow + 3HClO$, 而 $SiCl_4$ 的中心原子硅原子有空的 3d 轨道, 可以接受水分子中的孤电子对, 形成一个五配体的中间体, 随后该五配体上的氯原子与羟基上的氢原子逐步结合, 形成具有四羟基的化合物, 故水解方程式为: $SiCl_4 + 4H_2O \rightleftharpoons H_4SiO_4 \downarrow + 4HCl$, 所以二者的水解反应机理不同, A 错误; $SiCl_4$ 分子的价层电子对数为: $4 + \frac{1}{2} \times (4 - 4 \times 1) = 4$, 空间结构为正四面体形; $SiCl_3(OH)$ 分子的价层电子对数为: $4 + \frac{1}{2} \times (4 - 4) = 4$, 空间结构是四面体形, 不是正四面体形, B 错误; $NHCl_2$ 和 NH_3 中氮原子连接的氢原子与氮原子间均能形成分子间氢键, 所以沸点均较高, C 正确; 中间体 $SiCl_4(H_2O)$ 中成键数为 5, 孤电子对数为 0, 所以硅原子的价层电子对数是 5, 硅原子采用 sp^3d 杂化, D 错误。]

9. D [Se 原子在周期表的位置是第四周期第 VIA 族, 价层电子排布式为 $4s^2 4p^4$, 位于 p 区, A 正确; 乙烷硒醚分子中, C 原子的杂化类型有 sp^2 、 sp^3 , 苯环上的 C 为 sp^2 杂化,



图中标记的 C 为 sp^3 杂化, B 正

确; 乙烷硒醚分子中有 5 种不同化学环境的氢原子, 如图标记



处: C 正确; SeO_3 中硒原子的价

层电子对数为 3, 孤电子对数为 0, 分子的空间结构为平面三角形, 键角为 120° , SeO_3^{2-} 中硒原子的价层电子对数为 4, 孤电子对数为 1, 离子的空间结构为三角锥形, 键角小于 120° , 则键角大小: 气态 $SeO_3 > SeO_3^{2-}$, D 不正确。]

10. 解析: 根据题意可知 D、E、X、Y、Z 分别为 C、N、Si、S、Cl。

答案: (1) 四面体形 $2 + \frac{1}{2} \times (6 - 1 \times 1 - 1 \times 1)$ V 形
(2) $3s^2 3p^4$ 平面三角形
(3) $SiCl_4$ $109^\circ 28'$
(4) c

11. 解析: (1) 由 $N_4H_6^{2+}$ 的结构可知, 每个 N 原子形成 3 个 σ 键, 且 4 个 N 原子失去了 2 个电子, 参与形成大 π 键的电子数为 $5 \times 4 - 2 - 3 \times 4 = 6$, 即参与形成大 π 键的电子数为 6, 原子数为 4, 可表示为 Π_4^6 。(2) 分子内含有 1 个大 π 键, 该大 π 键由 4 个 C 原子和 1 个 O 原子参与形成, 每个 C 原子给出 1 个电子参与形成大 π 键, O 原子给出 2 个电子参与形成大 π 键, 则该大 π 键可表示为 Π_5^6 。(3) NO_2^- 中的离域 π 键为三中心四电子, 可表示为 Π_3^4 。(4) 由题图可知, R 中阴离子 N_5^- 中有 5 个 N—N, 所以 N_5^- 中的 σ 键总数为 5; N_5^- 中有 5 个氮原子参与形成大 π 键, 每个 N 原子形成 2 个 σ 键, 每个 N 原子还可以提供 1 个电子参与形成大 π 键, 且从外界得到 1 个电子, 故参与形成大 π 键的电子数为 $5 \times 5 + 1 - 2 \times 5 - 2 \times 5 = 6$, 则 N_5^- 中的大 π 键应表示为 Π_5^6 。

答案: (1) Π_4^6 (2) Π_5^6 (3) Π_3^4 (4) 5 Π_5^6

学案分层作业(二十六)

1. A 2. C 3. B
4. $[Cu(CN)_4]^{2-}$ CN^- C 4 $[PtCl_6]^{2-}$ Cl^- Cl 6
 $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ NH_3 N 6
5. B [O_3 是极性分子, 但实际在 CCl_4 (非极性溶剂) 中的溶解度大于在水 (极性溶剂) 中的溶解度, 与描述不符; 解释错误, 因为溶解度差异主要受分子极性和溶剂极性匹配影响, 但描述本身不正确, A 错误; F—F 键能 (约 $158 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$) 确实小于 Cl—Cl 键能 (约 $243 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$), 解释正确, F 原子半径小导致孤电子对排斥增强, 削弱键强度, B 正确; H_2O 沸点 (100°C) 高于 HF (19.5°C) 正确, 但解释错误, F—H...F 氢键键能大于 O—H...O 氢键键能, 沸点差异主要因 H_2O 可形成更多氢键, C 错误; HF 稳定性高于 HBr 正确 (H—F 键能 $565 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} >$ H—Br 键能 $366 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$), 但解释错误, 稳定性由键能决定, 氢键影响物理性质而非化学稳定性, D 错误。]
6. A [X、Y、Z、W 是原子序数依次增大的短周期元素, Y 元素原子的最外层电子数是次外层的 2 倍, Y 形成 4 个共价键, Y 为 C, X 只形成单键且原子序数最小, X 为 H, Z 形成双键、单键, 且 Z 与 M 形成配位键, Z 为 N, W 形成 2 个共价键, 且与 X 形成氢键, W 为 O。M 与 N 形成 4 个配位键, 配合物整体呈电中性, 与 H 形成氢键的两个 O 各得 1 个电子, 带两个单

位负电荷,则M在该配合物中化合价为+2,A正确;Z、W形成的化合物NO、NO₂都不是酸性氧化物,B错误;配合物中—YX₃的Y是sp³杂化,与Z形成Y=Z的Y是sp²杂化,C错误;M与Z之间形成配位键,W与X形成氢键,X与Y形成极性键,但氢键不属于化学键,属于分子间作用力,且没有离子键,D错误。]

7. A [[Al(NH₃)Cl₃]]分子中含有3个Al—Cl σ键和1个Al—N配位键,NH₃分子中含有3个共价键,则1 mol [Al(NH₃)Cl₃]]中的σ键数目为7N_A,A错误。]

8. B [4-羧基肉桂酸钠与Co盐形成正方格子状的二维结构配合物,可知中心原子Co不会采用sp³杂化,因为sp³杂化会形成四面体结构,A错误;—COO⁻中存在共轭效应,形成配位键后C—O键间电子云密度减小,C—O键长增大,故配合物中的C—O键长大于4-羧基肉桂酸钠中的,B正确;由题中结构图可知,1个Co²⁺可与4个4-羧基肉桂酸根离子形成配位键,1个4-羧基肉桂酸根离子可与4个Co²⁺形成配位键,二者为1:1,其化学式为[Co(O₂CCH=CHC₆H₄CO₂)]_n,C错误;[O₂CCH=CHC₆H₄CO₂]⁴⁻中10个C原子均为sp²杂化,则结构中Co与sp²杂化的C原子个数比为1:10,D错误。]

9. A [超分子通常是指由两种或两种以上分子依靠分子间相互作用结合在一起,组成复杂的、有组织的聚集体,冠醚是单独的一个分子结构,不是超分子,A错误;冠醚能与阳离子作用,将阳离子以及对应的阴离子都带入有机溶剂,冠醚与K⁺结合后将MnO₄⁻带入烯烃中,MnO₄⁻与烯烃充分接触而迅速反应,B正确;烯烃和冠醚的极性都很小,根据相似相溶原理知,烯烃可溶于冠醚,而水分子的极性较大,烯烃难溶于水,C正确;冠醚中氧原子提供孤电子对,K⁺提供空轨道,两者通过配位键形成超分子,D正确。]

10. 解析:(1)题图中虚线代表氢键,从氢键处断裂,可得[Cu(H₂O)₄]²⁺、H₂O、SO₄²⁻,故用配合物的形式表示胆矾的化学式为[Cu(H₂O)₄]]SO₄·H₂O。SO₄²⁻的中心原子价层电子对数为4,不含孤电子对,则S原子采取sp³杂化,SO₄²⁻的空间结构为正四面体形。(2)(SCN)₂的结构式为N≡C—S—S—C≡N,则1 mol (SCN)₂中含有的π键数目为4N_A。异硫氰酸易形成分子间氢键,其沸点较高。(3)向硫酸铜溶液中加入NaCl固体,Cu²⁺与Cl⁻形成配离子[CuCl₄]²⁻,溶液由蓝色变为黄绿色。继续滴加浓氨水,先有蓝色沉淀生成,该沉淀为Cu(OH)₂,继续滴加浓氨水后,沉淀溶解,溶液变为深蓝色,生成配离子[Cu(NH₃)₄]²⁺,离子方程式为Cu(OH)₂+4NH₃·H₂O=[Cu(NH₃)₄]²⁺+2OH⁻+4H₂O。(4)Cu与氨水和过氧化氢的混合溶液反应,生成配合物[Cu(NH₃)₄](OH)₂,离子方程式为Cu+H₂O₂+4NH₃·H₂O=[Cu(NH₃)₄]²⁺+2OH⁻+4H₂O。

答案:(1)[Cu(H₂O)₄]]SO₄·H₂O 正四面体形 sp³杂化
(2)4N_A 异硫氰酸分子之间能形成氢键
(3)[CuCl₄]²⁻ Cu(OH)₂+4NH₃·H₂O=[Cu(NH₃)₄]²⁺+2OH⁻+4H₂O
(4)Cu+H₂O₂+4NH₃·H₂O=[Cu(NH₃)₄]²⁺+2OH⁻+4H₂O

学案分层作业(二十七)

1. C 2. B 3. C 4. D

5. (1)CO 分子晶体

(2)sp 180° 4 低 SiO₂为共价晶体而CO₂为分子晶体,分子晶体的熔点低于共价晶体

(3)SiC SiC晶体和硅晶体都是共价晶体,Si原子半径大于C原子半径,Si—C键长比Si—Si键长短,Si—C键能较大

(4)3 4a kJ

6. B [SiC由非金属元素Si和C通过共价键结合,属于共价化

合物而非离子化合物,A错误;SiC晶体结构与金刚石类似,属于共价晶体,因此熔点高、硬度大,B正确;核素¹⁴C是碳的同位素,碳的质子数为6,与中子数无关,C错误;石墨烯是碳的单质,属于无机物,而烯烃是含碳双键的有机物,D错误;故选B。]

7. B [沉淀A是Fe(OH)₂,具有层状结构,Fe²⁺占据由OH⁻密堆积形成的所有八面体空隙,单片层通过八面体共用顶点连接而成,层间存在离子键和氢键。产品B是Fe(OH)₂被空气氧化后的产物,其中Fe²⁺和Fe³⁺的原子比为2:1,由于Fe³⁺所带正电荷比Fe²⁺多,层状结构会带有正电荷。设Fe²⁺个数为4,Fe³⁺个数为2,结合结构特点和元素守恒,OH⁻个数为12,SO₄²⁻个数设为y。根据化合物中各元素化合价代数和为零,(+2)×4+(+3)×2+(-1)×12+(-2)×y=0,解得y=1,可推出化学式为Fe₄(II)Fe₂(III)(OH)₁₂SO₄。]

8. C [由晶胞结构可知,Li原子个数为8× $\frac{1}{8}$ +1=2,Fe个数

为8× $\frac{1}{2}$ =4,Se原子个数为8× $\frac{1}{4}$ +2=4,则该超导材料的

化学式为LiFe₂Se₂,A正确;以体内Se为观察对象,距离Se原子最近的Fe原子的个数为4,B正确;由以上分析可知晶胞中含2个Li、4个Fe和4个Se,晶胞质量为 $\frac{(7+79\times 2+56\times 2)\times 2}{N_A}$ g,晶胞体积为a²b×10⁻²¹ cm³,密度

为 $\frac{(7+79\times 2+56\times 2)\times 2}{a^2 b N_A}\times 10^{21}$ g/cm³,C不正确;B为体心,

B点分数坐标为($\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$),D正确。]

9. 解析:(1)由Al₂Cl₆的空间结构结合相关元素的原子结构可知,Al原子价层电子对数是4,其与其周围的4个氯原子形成四面体形结构,因此,二聚体中Al的轨道杂化类型为sp³。AlF₃的熔点为1 090℃,远高于AlCl₃的192℃,由于F的电负性最大,其吸引电子的能力最强,因此,可以判断铝氟之间的化学键为离子键。由AlF₃的晶胞结构可知,其中含黑色球的个数为12× $\frac{1}{4}$ =3,白色球的个数为8× $\frac{1}{8}$ =1,则黑色的球为F⁻,距F⁻最近且等距的Al³⁺有2个,则F⁻的配位

数为2。若晶胞参数为a pm,则其晶体密度 $\rho=\frac{M}{a^3}\times 10^{30}$ g·cm⁻³= $\frac{84}{a^3 N_A}\times 10^{30}$ g·cm⁻³。

(2)由题干铊镉合金的一种立方晶胞结构所示信息可知,一个晶胞中含有Tl的个数为6× $\frac{1}{2}$ =3,含有Cd的个数为8× $\frac{1}{8}$ =1,已知该铊镉合金密度为ρ g·cm⁻³,设N_A为阿伏加

德罗常数的值,则晶胞参数为a= $\sqrt[3]{\frac{724}{N_A\rho}}\times 10^7$ nm,由题中晶胞图可知,铊原子和镉原子之间的最短距离为面对角线的一半,即d= $\frac{\sqrt{2}}{2}a=\frac{\sqrt{2}}{2}\times\sqrt[3]{\frac{724}{N_A\rho}}\times 10^7$ nm。

(3)V在顶点和体心,O在面心和体内,根据均摊法可知晶胞中V的数目为8× $\frac{1}{8}$ +1=2,O的数目为4× $\frac{1}{2}$ +2=4,故化

学式为VO₂;晶胞密度 $\rho=\frac{NM_r}{N_A V}=\frac{2\times(51+16\times 2)}{abc\times 10^{-30} N_A}$ g·cm⁻³。

答案:(1)sp³ 离子 2 $\frac{84\times 10^{30}}{N_A\times a^3}$

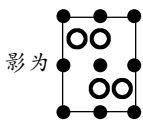
(2) $\frac{\sqrt{2}}{2}\times\sqrt[3]{\frac{724}{N_A\rho}}\times 10^7$

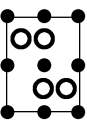
$$(3) \text{VO}_2 \quad \frac{2 \times (51 + 16 \times 2)}{abc \times 10^{-30} N_A}$$

阶段精准补漏(八)

1. D [氮分子中存在氮氮三键,键能较大,断开该共价键需要较多的能量,所以 N_2 可稳定存在于自然界中,A 正确;苯分子中碳原子形成了稳定的大 π 键,没有单双键交替的结构,故苯不能与溴发生加成反应而使溴的 CCl_4 溶液褪色,B 正确;水晶的主要成分为 SiO_2 ,属于共价晶体,由 Si 和 O 通过共价键在三维空间里周期性有序排列而成,故呈现规则的多面体外形,C 正确; NaCl 为离子晶体,含有离子键,而 AlCl_3 为分子晶体,分子间为范德华力,故熔点: $\text{NaCl} > \text{AlCl}_3$,D 错误。]

2. C [由题中晶胞结构可知, Sc^{3+} 分布在晶胞的 8 个棱心和 4 个面心,由均摊法算出其原子个数为 $8 \times \frac{1}{4} + 4 \times \frac{1}{2} = 4$,由晶体的化学式($\text{Li}_{0.45}\text{La}_{0.85}$) ScO_3 可知,每个晶胞中 O^{2-} 个数为 12,A 正确;由题中晶胞结构可知,该晶胞在 yz 平面的投影为



影为 ,B 正确; Ce^{4+} 取代 La^{3+} 后, Li^+ 发生迁移并产生空位,每有一个 Ce^{4+} 取代 La^{3+} ,增加 1 个正电荷,即有 1 个 Li^+ 发生迁移,则取代后该电解质化学式为 ($\text{Li}_{0.45-y}\text{La}_{0.85-y}\text{Ce}_y$) ScO_3 ,C 错误; Li^+ 与电子所带的电荷数目相同,只是电性不同,原电池中内电路和外电路通过的电量相等,因此,若只有 Li^+ 发生迁移,外电路转移的电子数与通过截面 MNPQ 的 Li^+ 数目相等,D 正确。]

3. 解析: I. (1) NH_3 中氮原子的价层电子对数为 4,孤电子对数为 1;孤电子对对成键电子对的排斥能力大于成键电子对对成键电子对的排斥能力,故 NH_3 分子中 $\text{H}-\text{N}-\text{H}$ 键角小于 $109^\circ 28'$ 。(2) ① $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ 的内界为 $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$,其配体为 NH_3 ,由于 N 原子有孤电子对,所以配位原子为 N;② 根据均摊法,该晶胞中 $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$, Cl^- 的个数为 8,故每个晶胞中含有 4 个

$$[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2, \text{则晶体的密度 } \rho = \frac{m_{\text{晶胞}}}{V_{\text{晶胞}}} = \frac{\frac{4M}{N_A} \text{ g}}{(a \times 10^{-7})^3 \text{ cm}^3} = \frac{4M}{a^3 N_A} \times 10^{21} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}.$$

II. (1) 由晶胞结构可知,该晶胞为面心立方, Sb 位于晶胞的顶点,其与邻近的 3 个面的面心上的 Mn 距离最近且距离相等,每个顶点参与形成 8 个晶胞,而每个面心参与形成 2 个晶胞,因此,该晶胞中,每个 Sb 周围与它最近且相等距离的 Mn 有 $\frac{3 \times 8}{2} = 12$ 个。(2) 由晶胞结构和均摊法可知,该晶胞中平均占有 1 个 Sb 和 3 个 Mn,因此,该晶胞的质量为 $\frac{122 + 55 \times 3}{N_A} \text{ g}$,该晶胞的体积为 $(a \text{ nm})^3 = a^3 \times 10^{-21} \text{ cm}^3$,晶

体的密度为 $\frac{122 + 55 \times 3}{N_A \times a^3 \times 10^{-21}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

答案: I. (1) NH_3 中氮原子的价层电子对数为 4,孤电子对数为 1;孤电子对对成键电子对的排斥能力大于成键电子对对成键电子对的排斥能力

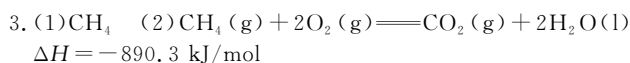
$$(2) \text{① N} \quad \text{② } \frac{4M}{a^3 N_A} \times 10^{21}$$

II. (1) 12

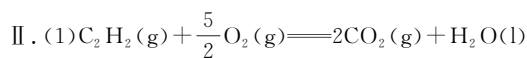
$$(2) \frac{122 + 55 \times 3}{N_A \times a^3 \times 10^{-21}}$$

学案分层作业(二十八)

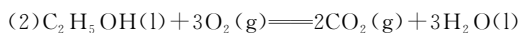
1. B 2. B



4. I. (1) ① (2) ③ (3) 1 209 kJ



$$\Delta H = -1 299.6 \text{ kJ/mol}$$



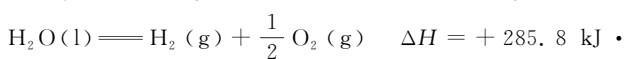
$$\Delta H = -1 366.8 \text{ kJ/mol}$$

5. D [① 滴几滴水,棉花会燃烧,说明反应 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 放热;② 加入 NaOH 溶液后饱和石灰水变浑浊,说明酸碱中和反应放热;③ 搅拌使 NH_4Cl 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 充分混合反应,烧杯与玻璃片会因为水结冰而粘连在一起,说明 NH_4Cl 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 反应吸热;④ O_2 、 NH_3 在 Pt 丝表面反应,使 Pt 丝保持红热,说明 NH_3 的催化氧化反应放热。]

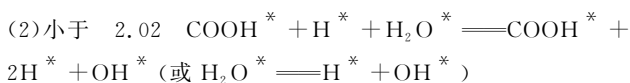
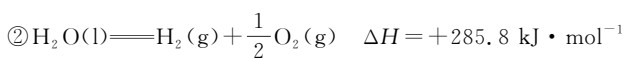
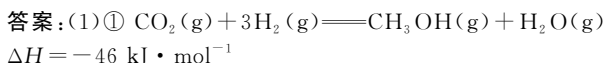
6. D [白磷由白磷分子构成,则 P_4 晶体为分子晶体,A 正确; P 中含有 $\text{P}=\text{P}$ 键,三键中含有 1 个 σ 键和 2 个 π 键,B 正确; P_4 与 P_2 是磷元素的两种单质,二者互为同素异形体,C 正确;反应 $\text{P}_4(\text{g}) = 2\text{P}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H = \text{反应物总键能} - \text{生成物总键能} = 209 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 6 - 523 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 = +208 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,D 错误;故选 D。]

7. B [实验(b)中 NH_4Cl 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 反应是吸热反应,A 错误; NaOH 固体溶于水放热,则用 NaOH 固体测定中和反应的反应热,测得放出热量的数值偏大,B 正确;实验(c)中将玻璃搅拌器改为铁质搅拌器,铁易导热,热量损失较多,则测定中和反应的反应热的数值偏小,C 错误;铝片、铝粉都是固体,将实验(a)中的铝片更换为等质量的铝粉后释放出的热量不变,D 错误。]

8. 解析: (1) ① 反应热 = 反应物总键能 - 生成物总键能,故 $\Delta H = (2 \times 803 + 3 \times 436 - 3 \times 414 - 326 - 3 \times 464) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -46 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,故 $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -46 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。② 根据燃烧热的概念,1 mol 氢气完全燃烧生成液态水所释放的能量为 285.8 kJ,相同条件下水分解是上述过程的逆过程,热化学方程式为



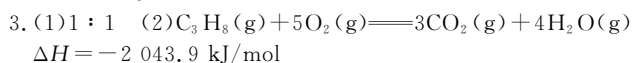
(2) 观察始态物质的相对能量与终态物质的相对能量知,终态物质相对能量低于始态物质相对能量,说明该反应是放热反应, ΔH 小于 0。过渡态物质相对能量与起始态物质相对能量相差越大,活化能越大,由题图知,最大活化能 $E_{\text{正}} = 1.86 \text{ eV} - (-0.16 \text{ eV}) = 2.02 \text{ eV}$,该步起始物质为 $\text{COOH}^* + \text{H}^* + \text{H}_2\text{O}^*$,产物为 $\text{COOH}^* + 2\text{H}^* + \text{OH}^*$ 。



学案分层作业(二十九)

1. A

$$2. \Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 = +255.7 \text{ kJ/mol} - (+131.5 \text{ kJ/mol}) = +124.2 \text{ kJ/mol}$$



4. A [A. ΔH_1 越小,放热越多,HX 能量越低,HX 就越稳定,正确;B. 根据盖斯定律, $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$,错误;C. 原子半径越小,键能越大,按照 Cl 、 Br 、 I 的顺序, ΔH_2 依次减小,错误;D. 过程 III 形成化学键放热,高温煅烧石灰石吸热,二者能量变化形式不相同,错误。]

5. C [题给四个反应都是吸热反应,反应的 ΔH 都大于 0,将这四个反应依次编号为①、②、③、④,结合盖斯定律作答。A. 反应①、②都是吸热反应,故 $\Delta H_1 > 0, \Delta H_2 > 0$, 错误; B. 根据盖斯定律,反应②+反应③得 $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) = \text{CoCl}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = \Delta H_2 + \Delta H_3$ (标为⑤),该反应为吸热反应,该反应失去 2 mol 结晶水,反应①失去 4 mol 结晶水,失去水的物质的量是反应⑤的两倍,故反应①吸收的热量更多,则 $\Delta H_1 > \Delta H_2 + \Delta H_3$, 错误; C. 根据盖斯定律,反应①+反应②+反应③=反应④,则 $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = \Delta H_4$, 则 $\Delta H_4 - \Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$, 正确; D. 反应②、③都失去 1 mol 结晶水,由题意无法判断 $\Delta H_2, \Delta H_3$ 的相对大小,错误。]

6. C [A. 根据盖斯定律可知, $\Delta H_6 = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 - \Delta H_5$, 错误; B. 原子失去电子变为离子属于吸热过程, Ca 和 Mg 属于同主族, Ca 的金属性强于 Mg, $\text{Ca} \rightarrow \text{Ca}^{2+}$ 吸收的热量比 $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+}$ 吸收的热量少,即 $\Delta H_7 < \Delta H_3$, 错误; C. 原子得电子变为离子属于放热过程, Cl 的非金属性强于 I, 即 $\text{Cl} \rightarrow \text{Cl}^-$ 放出的热量比 $\text{I} \rightarrow \text{I}^-$ 放出的热量多,即 $\Delta H_8 > \frac{1}{2} \Delta H_4$, 正确; D. $\text{MgCl}_2(\text{s}) = \text{Mg}^{2+}(\text{g}) + 2\text{Cl}^-(\text{g})$ 属于吸热反应,即 $\Delta H_5 > 0$, $\text{Mg}^{2+}(\text{g}), 2\text{Cl}^-(\text{g})$ 转化成 $\text{Mg}^{2+}(\text{aq}), 2\text{Cl}^-(\text{aq})$ 要放出热量,发生 $\text{MgCl}_2(\text{s}) = \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq})$ 吸收的热量比 $\text{MgCl}_2(\text{s}) = \text{Mg}^{2+}(\text{g}) + 2\text{Cl}^-(\text{g})$ 吸收的热量少,即 $\Delta H_9 < \Delta H_3$, 错误。]

7. A [① $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{HI}(\text{g})$ $\Delta H_1 = -213 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; ② $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) = \text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H_2 = +327 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 由盖斯定律可知,①+②得④ $\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{HI}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$ $\Delta H = +114 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 氢气的燃烧热 $\Delta H = -286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则⑤ $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 由盖斯定律可知, -④-⑤得③ $2\text{HI}(\text{g}) = \text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H_3 = -(+114 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - (-286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = +172 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。]

8. B [根据目标方程式与已知方程式的特点可知,将已知方程式进行 $\frac{1}{4}(\text{①}-3\times\text{②}+\text{③})$ 变换,可得目标方程式,所以, ΔH 应为 $\frac{1}{4}(a-3b+c) \text{ kJ/mol}$, 据此可知 B 正确。]

9. 解析: (1) 反应 I - 反应 II 得到“已知反应”, 根据盖斯定律 $\Delta H_1 = \Delta H + \Delta H_2 = -24.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 68.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +44.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。 (2) 根据盖斯定律, 目标反应=反应 I + 反应 II, 则 $\Delta H_4 = \Delta H_1 + \Delta H_2 = +101 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + (-166 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -65 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。 (3) 根据反应(a)、(b)、(c)的物质转化关系, 由盖斯定律可知, (c)-2(b)=(a), 故 $\Delta H_1 = +132.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 2 \times (+200.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -267.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: (1)+44.4 (2)-65 (3)-267.8

学案分层作业(三十)

1. B 2. C 3. D 4. A

5. B [由题干原电池装置图可知, 电极 a 上 N_2H_4 转化为 N_2 , 发生氧化反应, 故 a 极为负极, 电极反应为 $\text{N}_2\text{H}_4 - 4\text{e}^- + 4\text{OH}^- = \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$, 则 b 极为正极, 电极反应为 $\text{NO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O} + 8\text{e}^- = \text{NH}_3 \uparrow + 9\text{OH}^-$ 。 N_2H_4 转化为 N_2 , 失去了电子, a 极为负极, 发生氧化反应, A 错误; b 极为正极, 电极反应式为 $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} = \text{NH}_3 \uparrow + 9\text{OH}^-$, B 正确; a 极上的电极反应式为 $\text{N}_2\text{H}_4 + 4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{N}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, OH^- 向 a 极区迁移, C 错误; 生成 28 g N_2 (1 mol) 转移 4 mol 电子, D 错误。]

6. C [放电时, 电极 II 上 MnO_2 减少, 说明 MnO_2 在电极 II 上被还原(即 MnO_2 得电子), 因此电极 II 是正极, 电极 I 是负极; 充电时, 根据放电时的反应反向推导, 电极 I 和电极 II 分别对应阴极和阳极; 阴离子交换膜允许 SO_4^{2-} 通过, 放电时从右向左移动, 充电时从左向右移动。充电时电极 I 为阴极, A 正确; 放电时电极 II 消耗 H^+ , pH 升高, B 正确; 充电时 SO_4^{2-} 应从左向右迁移, 而非“从右向左”, C 错误; 放电时电极 I 为负极, MnS 被氧化: $\text{MnS} - 2\text{e}^- = \text{S} + \text{Mn}^{2+}$, D 正确。]

7. 解析: (1) ①由题图分析知, 锂在 a 极上失电子生成锂离子, 说明该电池处于放电状态; ②用铅蓄电池给该电池充电时, a 极上锂离子得电子生成金属锂, 则 a 极连接铅蓄电池的负极, 即 Pb 电极, 当锂离子电池中通过隔膜的离子为 0.2 mol 时, 电路中转移电子 0.2 mol, 根据铅蓄电池正极反应 $\text{PbO}_2 + 2\text{e}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, 可知每转移 2 mol 电子, 正极增重 64 g, 当锂离子电池中通过隔膜的离子为 0.2 mol 时, 铅蓄电池正极增重 $0.2 \text{ mol} \times \frac{64 \text{ g}}{2 \text{ mol}} = 6.4 \text{ g}$ 。 (2) 由题图可知, NO-空气质子交换膜燃料电池中生成 HNO_3 , 总反应为 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 。 NO 失去电子转化为 HNO_3 , 发生氧化反应, 在负极发生氧化反应, 则负极的电极反应为 $\text{NO} - 3\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+$ 。 整个装置为一个串联的电路, 任何位置经过的电量都是相同的。若甲装置中消耗标准状况下 22.4 L O_2 , 则整个装置中转移了 4 mol 电子。 SO_2 和 NO 转化为 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 电解方程式为 $2\text{NO} + 5\text{SO}_2 + 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{SO}_4$, 消耗 2 mol NO 和 5 mol SO_2 转移了 10 mol 电子; 当电路中转移 4 mol 电子时, 则消耗了 0.8 mol NO 和 2 mol SO_2 , 共 2.8 mol; 任何位置经过的电量都是相同的, 1 个 H^+ 带 1 个单位正电荷, 当整个装置中转移了 4 mol 电子时, 则甲装置中有 $4N_A$ 质子通过交换膜。 (3) 在微生物燃料电池中, “厌氧阳极”是发生氧化反应的电极, 而“好氧阴极”是发生还原反应的电极; 根据电化学原理, “厌氧阳极”实际是负极, “好氧阴极”是正极; 因此, “厌氧阳极”的电势比“好氧阴极”低; “厌氧阳极”的电极反应式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} - 24\text{e}^- = 6\text{CO}_2 \uparrow + 24\text{H}^+$, 若流出 1.2 mol 电子, 反应生成 0.3 mol CO_2 , 同时有 1.2 mol H^+ 透过质子交换膜向两侧迁移, 其总质量为 $1.2 \text{ mol} \times 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.3 \text{ mol} \times 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 14.4 \text{ g}$, 所以当流出 1.2 mol e^- 时, 质量减少 14.4 g。

答案: (1) ①放电 ②Pb 电极 6.4

(2) $\text{NO} - 3\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+$ 2.8 4

(3) 低 14.4

学案分层作业(三十一)

1. A 2. D

3. (1) ①④ (2) $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$

(3) $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$

(4) 用拇指堵住试管, 取出 a 管, 管口斜向下, 靠近火焰, 移开拇指, 有轻微的爆鸣声

(5) 用拇指堵住 b 管, 取出 b 管, 管口向上, 移开拇指, 将带火星的木条伸入 b 管内, 木条复燃

4. B [启动电源 1, 使海水中的 Li^+ 进入 MnO_2 结构形成 $\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$, 可知二氧化锰中锰元素的化合价降低, 为阴极, 电极反应式为 $2\text{MnO}_2 + x\text{Li}^+ + x\text{e}^- = \text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$, 电极 1 为阳极, 连接电源正极; 关闭电源 1 和海水通道, 启动电源 2, 向电极 2 上通入空气, 使 $\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$ 中的 Li^+ 脱出进入腔室 2, 可知电极 2 为阴极, 电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$, 阳极的电极反应式为 $\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4 - x\text{e}^- = 2\text{MnO}_2 + x\text{Li}^+$ 。 由分析可知 B 不正确。]

5. C [采用电解和催化相结合的循环方式, 可高效制 H_2 和 O_2 , 故该装置是电解池, 根据电极 b 的物质转化由 Br^- 失电子生成 BrO_3^- , 故电极 b 是阳极; 电极 a 为阴极, 按照阴极放

电顺序可知,阴极电解水生成氢气。电极b为阳极,阳极连接电源正极,A正确;电解时,阴极电解水生成氢气,电极反应: $2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-\rightleftharpoons 2\text{OH}^-+\text{H}_2\uparrow$,阳极 Br^- 失电子生成 BrO_3^- ,电极反应: $\text{Br}^- - 6\text{e}^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BrO}_3^- + 6\text{H}^+$,由得失电子守恒得总反应为 $\text{Br}^- + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{BrO}_3^- + 3\text{H}_2\uparrow$,B正确;电解池中电子只能通过导线传递,不能经电解质溶液(溶液中靠离子导电),C错误;催化阶段 BrO_3^- 被还原为 Br^- , H_2O 被氧化为 O_2 ,由得失电子守恒得总反应为 $2\text{BrO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{O}_2\uparrow + 2\text{Br}^-$,催化阶段反应产物的物质的量之比 $n(\text{Z}):n(\text{Br}^-)=3:2$,D正确。]

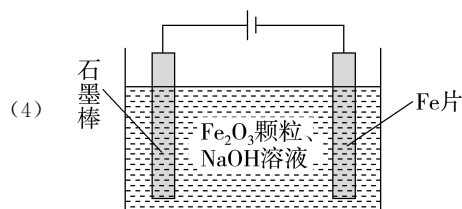
6. 解析:(1)③消耗103.5 g(0.5 mol)Pb,转移电子的物质的量为1 mol,装置的电流效率为80%,故装置Ⅱ阴极上参与反应的电子为0.8 mol,阴极反应式为 $2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-\rightleftharpoons \text{H}_2\uparrow+2\text{OH}^-$,即产生0.4 mol H_2 。(2)①由题图可知,阴极上 $\text{CO}_2\rightarrow\text{CO}$,且固体电解质能传导 O^{2-} ,则阴极反应式为 $\text{CO}_2+2\text{e}^-\rightleftharpoons \text{CO}+\text{O}^{2-}$ 。②假设生成的乙烯和乙烷的物质的量分别为2 mol和1 mol,由 $2\text{CH}_4\rightarrow\text{C}_2\text{H}_4+2\text{H}_2$, $2\text{CH}_4\rightarrow\text{C}_2\text{H}_6+\text{H}_2$ 知,生成2 mol 乙烯和1 mol 乙烷时,共脱去5 mol H_2 ,转移10 mol e^- ,根据得失电子守恒可知,此时消耗的 CO_2 为5 mol,消耗的 CH_4 为6 mol,即消耗的 CH_4 和 CO_2 的体积比为6:5。

答案:(1)① PbO_2 X $\text{PbO}_2+\text{SO}_4^{2-}+4\text{H}^++2\text{e}^-\rightleftharpoons \text{PbSO}_4+2\text{H}_2\text{O}$ ② $\text{Al}-3\text{e}^-+3\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3(\text{胶体})+3\text{H}^+$, $2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^-\rightleftharpoons \text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+$ ③0.4
(2)① $\text{CO}_2+2\text{e}^-\rightleftharpoons \text{CO}+\text{O}^{2-}$ ②6:5

阶段精准补漏(九)

解析:(1)根据盖斯定律,反应Ⅱ-反应Ⅰ即可得到目标反应,则 $\Delta H=-230.7\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}-(-104.7\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1})=-126\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,该反应是熵减的放热反应,依据 $\Delta G=\Delta H-T\Delta S<0$ 反应能自发进行,则该反应在低温下自发进行。(2)①用 H_2 进行实验,左侧通入 H_2 ,产物为 H_2O ,电极反应方程式为 $\text{H}_2-2\text{e}^-+2\text{OH}^-\rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$,左侧为负极,则右侧为正极,电极反应方程式为 $\text{O}_2+4\text{e}^-+2\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons 4\text{OH}^-$,在原电池中,正电荷向正极移动,所以盐桥中 K^+ 移向正极,即右侧,该电池为燃料电池,原料为氢气和氧气,总反应方程式为 $2\text{H}_2+\text{O}_2\rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ 。②用 O_2 进行实验,一侧通入 O_2 ,电池总反应方程式不变,则该电池为氢气和氧气组成的燃料电池,该侧的电极反应方程式为 $\text{O}_2+4\text{e}^-+2\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons 4\text{OH}^-$ 。(3)由题图可知, I_2 在反应中被消耗又生成,其作用是催化;放电时,正极上 SOCl_2 得到电子发生还原反应转化为 S 、 SO_2 ,则正极的电极反应式为 $2\text{SOCl}_2+4\text{Li}^++4\text{e}^-\xrightarrow{\text{I}_2}\text{S}+\text{SO}_2+4\text{LiCl}$ 。(4)电解 Fe_2O_3 颗粒得到单质 Fe ,在阴极发生还原反应,则 Fe 片为阴极,石墨棒为阳极,电解液为 NaOH 溶液和 Fe_2O_3 颗粒。(5)①a.充电时,阴极发生还原反应, PbSO_4 得到电子生成 Pb ,其发生的电极反应为 $\text{PbSO}_4+2\text{e}^-\rightleftharpoons \text{Pb}+\text{SO}_4^{2-}$;b.根据放电时的反应,每消耗1 mol H_2SO_4 ,转移1 mol 电子;产生 a 库仑电量,转移的电子为 $\frac{a}{96\,500}$ mol,故消耗 H_2SO_4 的物质的量为 $\frac{a}{96\,500}$ mol;②由于负极会生成导电性差的大颗粒 PbSO_4 ,石墨可以导电,多孔碳可以增大负极材料的比表面积,故碳材料的作用是增强负极的导电性和增大负极材料的比表面积,a、b 正确;负极的主要材料是 Pb ,且电解质环境为酸性,故负极不存在 PbO_2 ,碳材料不能使 PbO_2 被还原,c 错误。

答案:(1)-126 B
(2)①右侧 $2\text{H}_2+\text{O}_2\rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ ② $\text{O}_2+4\text{e}^-+2\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons 4\text{OH}^-$
(3)催化 $2\text{SOCl}_2+4\text{Li}^++4\text{e}^-\xrightarrow{\text{I}_2}\text{S}+\text{SO}_2+4\text{LiCl}$



(5)①a. $\text{PbSO}_4+2\text{e}^-\rightleftharpoons \text{Pb}+\text{SO}_4^{2-}$ b. $\frac{a}{96\,500}$ ②ab

学案分层作业(三十二)

1. A 2. B
3. 温度、活化能对反应速率的影响 升高温度、降低活化能可以增大反应速率,且活化能改变对反应速率的影响大于温度改变的影响
4. (1)变大 (2)变大 (3)变大 (4)不变
5. Ⅱ. 280 6.50×10^{-3} 4.00×10^{-3} Ⅲ. 6.50×10^{-3} 4.00×10^{-3} (1) $3.50\times 10^{-3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
(2)增大
(3)其他条件不变时,升高温度,汽车尾气的转化速率增大
6. D [将①②④组数据代入反应速率方程可得: $0.008^2\times 0.001^a\times 0.10^bk=2.4\times 10^{-8}$, $0.008^2\times 0.001^a\times 0.20^bk=4.8\times 10^{-8}$, $0.008^2\times 0.002^a\times 0.10^bk=4.8\times 10^{-8}$,联立三式可得 $a=b=1$, $k=3.75$,速率方程 $v=3.75c(\text{RO}_3^-)\cdot c(\text{R}^-)\cdot c^2(\text{H}^+)$, $c(\text{H}^+)$ 的指数最大,故三种反应物中, $c(\text{H}^+)$ 对反应速率影响最大,A、B 错误,D 正确; $v_1=0.008^2\times 0.001\times 0.40\times 3.75=9.6\times 10^{-8}$,C 错误。]
7. B [0~20 min 内,②中M的分解速率为 $\frac{0.3\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}}{20\text{ min}}=0.015\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$,A 错误;pH=4 时,③④反应物初始浓度相同,③中不加 Cu^{2+} ,④中加入 Cu^{2+} ,反应速率:④>③,则水样中添加 Cu^{2+} ,能增大M的分解速率,B 正确;①③pH 相同,反应物初始浓度:①>③,反应速率:①>③,说明反应物浓度越大,M的分解速率越大,C 错误;题图中曲线斜率越大,反应速率越大,pH:①>②,反应物初始浓度相同,斜率:①<②,说明pH 越大,反应速率越小,D 错误。]
8. 解析:(2) $v(\text{SO}_3)=\frac{0.04\text{ mol}}{2\text{ L}\times 15\text{ min}}\approx 1.33\times 10^{-3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。
答案:(1)减小
(2)减小 $1.33\times 10^{-3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
(3)15~20 min,25~30 min
(4)ab d

学案分层作业(三十三)

1. D 2. C
3. (1)-41.8 $(\frac{a}{b})^{\frac{1}{2}}$ (或 $\sqrt{\frac{a}{b}}$)
(2)bd
(3)-98.3 $\sqrt{a}$ (或 $a^{\frac{1}{2}}$)
4. (1) $\frac{c(\text{CO})\cdot c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2)\cdot c(\text{H}_2)}$ 吸热
(2)等于
(3)逆反应方向 $Q=\frac{4\times 4}{2\times 2}=4>K=2.6$
5. C [相同温度下, $n(\text{CO})$ 越大, $x\left[x=\frac{n(\text{CO})}{n(\text{NO})}\right]$ 越大,CO 的平衡转化率越小,则 $x_1<x_2$,A 错误;温度升高,CO 的平衡转化率降低,即升高温度,平衡逆向移动,则该反应为放热反应, $\Delta H<0$,B 错误;升高温度,CO 的平衡转化率减小,平衡逆移,则K 减小,K 只与温度有关,则 $K_a<K_b=K_c$,C 正确;反应温度为 $T_1\text{ K}$ 时,向平衡体系充入适量NO,平衡正向移

动,CO 的平衡转化率增大,故不能实现由 b 到 c 的转化, D 错误。]

6. B [在 10 min 时,物质 A 的转化量为 $2.0 \text{ mol} - 1.6 \text{ mol} = 0.4 \text{ mol}$,由化学方程式 $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{C}(\text{g})$ 可知物质 B 的转化量为 0.8 mol ,10 min 时, $n(\text{B}) = 2.4 \text{ mol} - 0.8 \text{ mol} = 1.6 \text{ mol}$,15 min 时, $n(\text{B})$ 仍为 1.6 mol ,故 10 min 时已达到平衡状态,可能是 5~10 min 内的某一时间达到平衡状态, A 错误;10 min 时已达到平衡状态,物质 A 的转化量为 0.4 mol ,由化学方程式 $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{C}(\text{g})$ 可知生成 1.2 mol 物质 C, $c(\text{C}) = \frac{1.2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 正确;10 min 时反应已达到平衡状态,物质 B 的转化量为 0.8 mol ,则物质 B 的平衡转化率为 $\frac{0.8 \text{ mol}}{2.4 \text{ mol}} \times 100\% \approx 33.3\%$, C 错误;10 min 时已达到平衡状态,该温度下的平衡常数为 $K = \frac{\left(\frac{1.2}{2}\right)^3}{\frac{1.6}{2} \times \left(\frac{1.6}{2}\right)^2} = \frac{27}{64}$, D 错误。]

7. C [该反应正反应方向气体分子数增加,相同起始量,容器体积小,压强大, $\text{CHCl}_3(\text{g})$ 的平衡转化率小,故 $V_1 > V_2$, A 错误;温度升高, $\text{CHCl}_3(\text{g})$ 的平衡转化率减小,说明该反应正反应为放热反应,正反应方向气体分子数增加, $\Delta S > 0$,可知此反应在任何温度下均可自发进行, B 错误; $T_1^\circ\text{C}$ 时,若 $V_2 = 2 \text{ L}$, $\text{CHCl}_3(\text{g})$ 的平衡转化率为 60% , $\text{CHCl}_3(\text{g})$ 反应 1.2 mol ,余下 0.8 mol , $\text{O}_2(\text{g})$ 反应 0.6 mol ,余下 0.4 mol ,生成 $\text{COCl}_2(\text{g})$ 、 $\text{HCl}(\text{g})$ 各 1.2 mol , $\text{CHCl}_3(\text{g})$ 、 $\text{O}_2(\text{g})$ 、 $\text{COCl}_2(\text{g})$ 、 $\text{HCl}(\text{g})$ 的浓度分别为 0.4 mol/L 、 0.2 mol/L 、 0.6 mol/L 、 0.6 mol/L ,反应平衡常数 $K = \frac{0.6^2 \times 0.6^2}{0.4^2 \times 0.2} = 4.05$, C 正确;其他条件不变,增大投料比 $[n(\text{CHCl}_3)/n(\text{O}_2)]$ 投料,平衡后可提高氧气的转化率, CHCl_3 的转化率降低, D 错误。]

8. 解析: (1) 根据盖斯定律,该反应可由已知反应 $\text{ii} - \text{i}$ 得到,则 $\Delta H = \Delta H_2 - \Delta H_1 = [-b - (-a)] \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = (a - b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $K = \frac{K_2}{K_1} = \frac{d}{c}$; 硫的燃烧为放热反应, $\Delta H < 0$,则 $a - b < 0$,故 $a < b$ 。

(3) 原平衡时,列“三段式”得:

	$2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$			
起始浓度	1	0.5	0	0
/(mol · L ⁻¹)				
变化浓度	0.5	0.25		
/(mol · L ⁻¹)				
平衡浓度	0.5	0.25		
/(mol · L ⁻¹)				

该温度下平衡常数 $K_1 = \frac{1}{c^2(\text{H}_2\text{S}) \cdot c(\text{SO}_2)} = \frac{1}{0.5^2 \times 0.25}$ 。

压缩容器至 1 L 后,各气体浓度均增大至原来 2 倍,体系压强增大,平衡向正反应方向移动,设重新平衡时,二氧化硫的浓度为 $x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,列“三段式”得:

	$2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$			
起始浓度	1	0.5	0	0
/(mol · L ⁻¹)				
变化浓度	$2(0.5 - x)$	$0.5 - x$		
/(mol · L ⁻¹)				
平衡浓度	$2x$	x		
/(mol · L ⁻¹)				

温度保持不变,平衡常数不变,则 $K_1 = \frac{1}{(2x)^2 \cdot x} = \frac{1}{0.5^2 \times 0.25}$, $x = 0.25$ 。

答案: (1) $a - b$ $\frac{d}{c} <$

(2) $\frac{1}{c^2(\text{H}_2\text{S}) \cdot c(\text{O}_2)}$

(3) 0.25 $\frac{1}{0.5^2 \times 0.25}$

9. (1) -49.4 ab

(2) $\frac{c(\text{CH}_3\text{OH})}{c(\text{CO}) \cdot c^2(\text{H}_2)}$ 变小 不变

学案分层作业(三十四)

1. C 2. B

3. (1) 可以 该反应的 $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$, 根据 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 可知 $\Delta G < 0$

(2) 无法判断 该反应的 $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$, 根据 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, 可知 ΔG 不一定小于 0

4. (1) 放热

(2) $<$

(3) 降低温度, 减小压强, 增大 $c(\text{B})$ 等

5. D [反应为气体分子数减小的反应, 恒容过程中, 总压减小, 导致二氧化硫平衡转化率降低, 结合图, 在相同时间内容器 I 中的转化率大于容器 II, 说明容器 II 内气体压强小于容器 I, 容器 I 恒压、容器 II 恒容, A 错误; q 点和 n 点二氧化硫转化率相同, 但 q 点(恒压体系)的压强和反应物浓度比 n 点(恒容体系)大, 故正反应速率: $v(q) > v(n)$, B 错误; 容器 I 恒压, 充入一定量的 Ar, 容器体积增大, 促进反应逆向进行, 使得 SO_2 的平衡转化率变小, C 错误; 容器 I 恒压, 20 min 时反应到达 m 点, 二氧化硫的转化率为 80% , 反应 1.6 mol 二氧化硫、 0.8 mol 氧气, 平衡时二氧化硫、氧气、三氧化硫分别为 0.4 mol 、 0.2 mol 、 1.6 mol , 总物质的量为 2.2 mol , 则 m 点二氧化硫分压为 $33 \text{ kPa} \times \frac{0.4}{2.2}$, 初始时二氧化硫分压为

$33 \text{ kPa} \times \frac{2}{3}$, 则 $0 \sim 20 \text{ min}$ 内容器 I 中的 $v(\text{SO}_2) =$

$\frac{33 \text{ kPa} \times \frac{2}{3} - 33 \text{ kPa} \times \frac{0.4}{2.2}}{20 \text{ min}} = 0.8 \text{ kPa} \cdot \text{min}^{-1}$, D 正确。]

6. D [甲与丙为完全等效平衡, 平衡时 NO_2 的浓度相等, 乙中到达的平衡相当于在甲平衡的基础上增大压强, 增大压强平衡向正反应方向移动, 根据勒夏特列原理平衡移动的结果是 NO_2 浓度还是增大了, 故平衡时容器内 $c(\text{NO}_2)$ 的大小顺序为 $\text{乙} > \text{甲} = \text{丙}$, 故 A 错误; 甲与丙为完全等效平衡, 平衡时 N_2O_4 的百分含量相等, 乙中到达的平衡相当于在甲平衡的基础上增大压强, 增大压强平衡向正反应方向移动, 平衡时 N_2O_4 的百分含量增大, 故平衡时 N_2O_4 的百分含量: $\text{乙} > \text{甲} = \text{丙}$, 故 B 错误; 甲与丙为完全等效平衡, 平衡时甲、丙中 N_2O_4 的物质的量相等, 但甲从正反应方向开始, 丙从逆反应方向开始, 一个放热一个吸热, 故 C 错误; $\frac{c^2(\text{NO}_2)}{c(\text{N}_2\text{O}_4)}$ 即丙中反应的平衡常数 K , K 只与温度有关, 温度不变, K 值不变, 故 D 正确。]

7. 解析: (1) 由盖斯定律可知, 反应 $\text{i} \times 1.5 - \text{反应 ii}$ 可得反应 iii , 则 $\Delta H_3 = 1.5\Delta H_1 - \Delta H_2 = -483.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1.5 + 674.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -51.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 反应 iii 是气体体积减小的反应, $\Delta S < 0$, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$ 时反应能够自发进行, 则该反应在低温下能自发进行。

(2) 根据已知信息列出“三段式”:

	$\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$			
起始/mol	5	9	0	0
转化/mol	x	$3x$	x	x
平衡/mol	$5 - x$	$9 - 3x$	x	x
	$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$			

起始/mol 5-x 9-3x 0 x
 转化/mol y y y y
 平衡/mol 5-x-y 9-3x-y y x+y
 $x=2, x+y=3, y=1$, 初始压强为 $1.4p_0$, 则平衡压强为

$$\frac{1.4p_0}{14} \times 10 = p_0, \text{反应 III 的平衡常数 } K_p = \frac{\frac{3}{10}p_0 \times \frac{2}{10}p_0}{(\frac{2}{10}p_0)^3 \times \frac{2}{10}p_0} =$$

$$\frac{75}{2p_0^2}, \text{反应 III 的平衡常数 } K = \frac{3 \times 2}{2^3 \times 2} = \frac{3}{8}, \text{保持反应条件不变,}$$

$$\text{再向平衡体系中加入 } H_2O(g) \text{ 和 } CO_2 \text{ 各 } 1 \text{ mol}, Q = \frac{4 \times 2}{2^3 \times 3} =$$

$$\frac{1}{3} < \frac{3}{8}, \text{此时反应正向进行, } v(\text{正}) > v(\text{逆}), \text{反应 III 是气体体}$$

积减小的放热反应, 降温加压可使平衡正向移动, 提高 CH_3OH 的产率。

(3)①从题图中可以看出, $O \sim T_1$ 温度下, 在相同温度下, M 型催化剂下的 CO_2 转化率更高, 反应速率更快, 所以使用 M 型催化剂效果更好; 正、逆反应活化能差值分别用 $E(M)$ 、 $E(N)$ 表示, 活化能不改变反应热, 则 $\Delta H = E(\text{正}) - E(\text{逆}) = E(M) - E(N)$;

②P 点及右边的点反应均已达平衡, 不同催化下, CO_2 的转化率相同的原因是反应达到平衡, 该反应的正反应是放热反应, 升高温度, 平衡逆向移动, 则 CO_2 的转化率降低。

答案: (1)-51.4 低温

$$(2) \frac{75}{2p_0^2} > \text{降温加压}$$

(3)①M 型 = ②反应达到平衡, 该反应的正反应是放热反应, 升高温度, 平衡逆向移动, 则 CO_2 的转化率降低

阶段精准补漏(十)

1. B [A 项, 该反应的 $\Delta S < 0, \Delta H < 0$, 根据 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$ 时反应自发进行可知, 该反应在低温条件下自发进行, 无明显现象说明在常温常压下该反应的反应速率极小, 错误; B 项, 工业合成氨为放热反应, 升温平衡逆向移动, 平衡常数减小, 正确; C 项, 对于放热反应, 正反应的活化能比逆反应的活化能小, 错误; D 项, 由盖斯定律可知, 第一个反应-第二个反应可得第三个反应, 但不知道前两个反应 ΔH 的相对大小, 故无法确定第三个反应 ΔH 的正负, 错误。]

2. B [由该反应的热化学方程式可知, 该反应涉及的主要物质有 $HCl, O_2, CuO, Cl_2, H_2O$; CuO 与 Y 反应生成 $Cu(OH)Cl$, 则 Y 为 HCl ; $Cu(OH)Cl$ 分解生成 W 和 Cu_2OCl_2 , 则 W 为 H_2O ; $CuCl_2$ 分解为 X 和 $CuCl$, 则 X 为 Cl_2 ; $CuCl$ 和 Z 反应生成 Cu_2OCl_2 , 则 Z 为 O_2 。综上所述, X、Y、Z、W 依次是 Cl_2, HCl, O_2, H_2O 。由分析可知, Y 为反应物 HCl , W 为生成物 H_2O , A 正确; CuO 在反应中作催化剂, 会不断循环, 适量即可, B 不正确; 总反应为放热反应, 其他条件一定, 升温平衡逆向移动, 平衡常数减小, C 正确; 题图中涉及的两个氧化还原反应是 $CuCl_2 \rightarrow CuCl$ 和 $CuCl \rightarrow Cu_2OCl_2$, D 正确。]

3. 解析: (1)根据盖斯定律, 由反应②-反应①可得 $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g) \quad \Delta H = -14.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 26.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -41.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(2)该反应中反应物、生成物均为气体, 气体总质量不变, 容器恒容, 则气体密度始终不变, 故 a 错误; 反应①和②反应前后气体分子数均不相等, 气体总压强为变量, 则气体总压强不变可以说明反应达到平衡状态, 故 b 正确; $H_2O(g)$ 的浓度不变, 则反应体系中各物质的浓度均不变, 可以说明反应达到平衡状态, 故 c 正确; CO 和 CO_2 的物质的量相等, 不能说明各物质的浓度不变, 不能说明反应达到平衡状态, 故 d 错误。(3)增加原料中 CH_4 的量, 反应③和反应⑤平衡正向移动, 但 CH_4 的平衡转化率降低, 故 a 错误; 增加原料中 CO_2 的量, 反应③平衡正向移动, CH_4 的平衡转化率增大, 故 b 正确; 恒容条件下通入 Ar

气, 体系压强增大, 但各反应物浓度不变, 平衡不移动, CH_4 转化率不变, 故 c 错误。

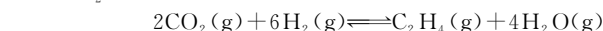
答案: (1)-41.2

(2)bc

(3)b

学案分层作业(三十五)

1. D [反应物的投料比恰好等于化学方程式中反应物的系数比, 所以 H_2 转化率随温度的变化关系图与 CO_2 转化率随温度的变化关系图完全相同, A 正确; 反应开始时, CO_2 转化率随温度升高而增大, 反应达到平衡后, 随温度升高, CO_2 转化率减小, 所以该反应的焓变 $\Delta H < 0$, B 正确; N 点容器内压强为 p_0 , $T_2^\circ\text{C}$ 平衡时 CO_2 转化率为 50%, 假设起始时充入 3 mol H_2 和 1 mol CO , 列“三段式”:



初始/mol	1	3	0	0
转化/mol	0.5	1.5	0.25	1
平衡/mol	0.5	1.5	0.25	1
平衡时分压	$\frac{2}{13}p_0$	$\frac{6}{13}p_0$	$\frac{1}{13}p_0$	$\frac{4}{13}p_0$

$$\text{反应的 } K_p = \frac{\left(\frac{4}{13}p_0\right)^4 \times \left(\frac{1}{13}p_0\right)}{\left(\frac{2}{13}p_0\right)^2 \times \left(\frac{6}{13}p_0\right)^6} = \left(\frac{13}{9p_0}\right)^3, \text{C 正确; M、N}$$

两点对应的温度不同, 所以两容器内压强不相等, D 错误。]

2. C [根据 I: $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons H_2O(l) \quad \Delta H_1 =$

$$a \text{ kJ/mol}; \text{II: } NH_3(g) + \frac{3}{4}O_2(g) \rightleftharpoons \frac{3}{2}H_2O(l) + \frac{1}{2}N_2(g)$$

$\Delta H = b \text{ kJ/mol}$, 根据盖斯定律可知, $3 \times \text{I} - 2 \times \text{II}$ 得反应: $3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) \quad \Delta H = (3a - 2b) \text{ kJ/mol}$, A 正确; 相同条件下, T_1 时氨含量更高, 若 A 点的温度迅速从 T_1 变为 T_2 , 则变化前体系中氨含量高于变化后达到平衡体系中氨含量, 反应逆向进行, 故此时浓度商 $Q > K(T_2)$,

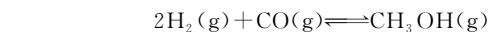
$$\text{B 正确; 反应中 } K_p = \frac{[p_{\text{总}} \times \alpha(NH_3)]^2}{[p_{\text{总}} \times \alpha(H_2)]^3 \times [p_{\text{总}} \times \alpha(N_2)]} = \frac{1}{p_{\text{总}}} \times \frac{\alpha^2(NH_3)}{\alpha^3(H_2) \times \alpha(N_2)}, \text{由题图可知, A、B 两点氨、氢气、氮气的}$$

$$\text{物质的量分数均相同, 则 } \frac{K_p(A)}{K_p(B)} = \frac{p_{\text{总}}^2(B)}{p_{\text{总}}^2(A)} = \left(\frac{450 \times 10^5}{150 \times 10^5}\right)^2 =$$

$$9, \text{即 } K_p(A) : K_p(B) = 9 : 1, \text{C 错误; } v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} \frac{p_{NH_3}^2}{p_{H_2}^3}, k_{\text{逆}} \text{ 只与}$$

温度有关, 从 C 点开始减小压强, 相当于增大体积, 各物质的分压均减小相同的倍数, 由表达式可知, p_{H_2} 减小对 $v_{\text{逆}}$ 影响更大, $v_{\text{逆}}$ 瞬间增大后逐渐减小, 最后不变, D 正确。]

3. C [从题给图像上可以看出温度越高, 甲醇的体积分数越小, 说明升高温度, 平衡逆向移动, 该反应的 $\Delta H < 0$, A 项正确; B 点与 C 点温度相同, 平衡常数相等, B 项正确; 速率常数仅与温度有关, 与压强无关, 则增大体系压强, $k_{\text{正}} - k_{\text{逆}}$ 的值不变, C 项错误; C 点时, 甲醇的体积分数是 50%, 假设起始 $n(CO) = 1 \text{ mol}, n(H_2) = 2 \text{ mol}$, 消耗的 CO 的物质的量为 $x \text{ mol}$, 列“三段式”:

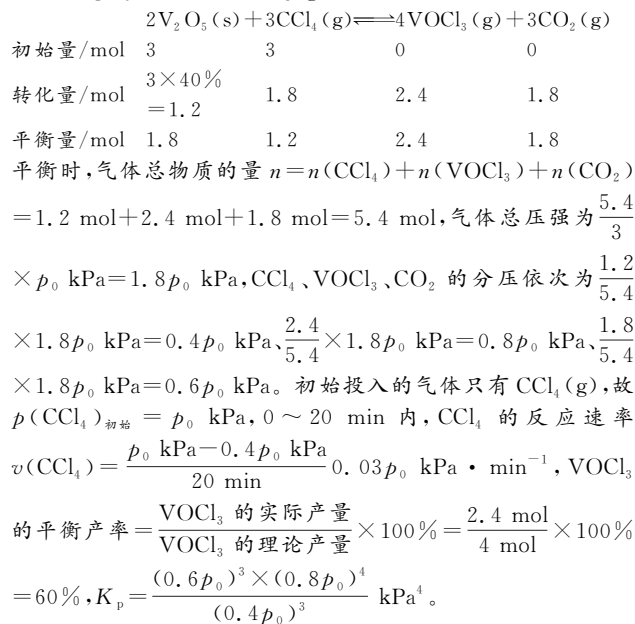


初始/mol	2	1	0
转化/mol	2x	x	x
平衡/mol	2-2x	1-x	x

$$\text{甲醇的体积分数为 } \frac{x}{2-2x+1-x+x} \times 100\% = 50\%, x = 0.75,$$

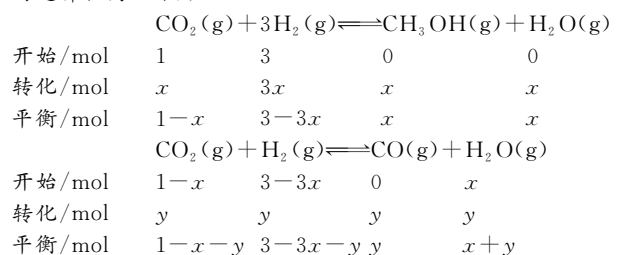
$$\text{平衡常数 } K_p = \frac{\frac{0.75}{1.5} \times p_2}{\left(\frac{0.5}{1.5} \times p_2\right)^2 \times \frac{0.25}{1.5} \times p_2} = \frac{27}{p_2^2}, \text{D 项正确。}]$$

4. 解析: 在恒容密闭容器中, 起始压强为 p_0 kPa, 起始加入 3 mol $V_2O_5(s)$ 、3 mol $CCl_4(g)$, 列“三段式”:



答案: $0.03p_0$ 60 $\frac{(0.6p_0)^3 \times (0.8p_0)^4}{(0.4p_0)^3}$ (或其他合理答案)

5. 解析: (2) 根据已知信息可知: 反应 1 的正反应是气体体积减小的反应, 反应 2 是反应前后气体物质的量不变的反应, 增大压强, 反应 1 平衡正向移动, CO_2 含量减少, 水蒸气含量增大, 使反应 2 平衡逆向移动, 导致 CO 选择性降低, 因此一定温度下, 题图中 q 表示 CO 的选择性与压强的关系, CH_3OH 的选择性加上 CO 的选择性应为 100%, 因此 m 表示 CH_3OH 的选择性与压强的关系, n 表示 CO_2 的平衡转化率与压强的关系; A 点时 CO_2 的平衡转化率为 30%, CH_3OH 的选择性为 70%,



$x+y = 1 \times 30\%$, $\frac{x}{x+y} \times 100\% = 70\%$, 解得 $x = 0.21$, $y = 0.09$, 此时 H_2 的转化率为 $\frac{3x+y}{3} \times 100\% = \frac{3 \times 0.21 + 0.09}{3} \times 100\% = 24\%$; CO_2 的物质的量分数为 $\frac{0.7}{0.7+2.28+0.09+0.3+0.21} = \frac{0.7}{3.58}$, H_2 的物质的量分数为 $\frac{2.28}{0.7+2.28+0.09+0.3+0.21} = \frac{2.28}{3.58}$, CO 的物质的量分数为 $\frac{0.09}{0.7+2.28+0.09+0.3+0.21} = \frac{0.09}{3.58}$, H_2O 的物质的量分数为 $\frac{0.3}{0.7+2.28+0.09+0.3+0.21} = \frac{0.3}{3.58}$, 反应 2 的压强平衡常数 $K_p = \frac{p(CO) \cdot p(H_2O)}{p(CO_2) \cdot p(H_2)} = \frac{(p_{\text{总}} \times \frac{0.09}{3.58}) \times (p_{\text{总}} \times \frac{0.3}{3.58})}{(p_{\text{总}} \times \frac{0.7}{3.58}) \times (p_{\text{总}} \times \frac{2.28}{3.58})} = \frac{0.09 \times 0.3}{0.7 \times 2.28} \approx 0.017$ 。

答案: (1) -19
 (2) m 24% 0.017

6. 解析: (1) 观察题图 1, 进料比增大, 相当于 CH_4 的量不变,

CO_2 的量增加, 平衡向正反应方向移动, CH_4 转化率增大, CH_4 质量分数减小, 故甲、乙、丙的进料比依次为 1.0、2.0、3.0, A 错误; a、c 点起始投料相同, c 点温度高于 a 点, 温度高, 正反应速率大, B 正确; 平衡常数只与温度有关, 从题图 1 看, b、c 点温度相同, $K(b) = K(c)$, a 点到 c 点升高温度, 甲烷质量分数减小, 说明升温, 平衡向正反应方向移动, 即正反应是吸热反应, 升温, 平衡常数增大, 故 $K(b) = K(c) > K(a)$, C 正确; a 点到 c 点升高温度, 甲烷质量分数减小, 说明升温, 平衡向正反应方向移动, 即正反应是吸热反应, $\Delta H_1 > 0$, D 错误。

(2) 增大进料比, 即增大 $n(CO_2)$, 主、副反应平衡均正向移动, 而副反应平衡正向移动会消耗 H_2 , 同时生成 CO, 故 H_2 、CO 的物质的量之比减小。

(3) 假设初始投入 1 mol CO_2 和 1 mol CH_4 ,
 主反应 $CH_4(g) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g) + 2H_2(g)$

初始/mol	1	1	0	0
变化/mol	0.9	0.9	1.8	1.8
平衡/mol	0.1	0.1	1.8	1.8

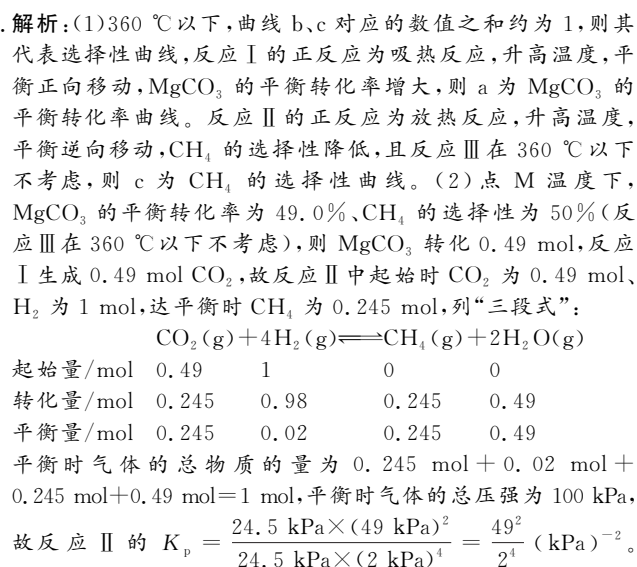
 副反应 $H_2(g) + CO_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$

初始/mol	1.8	0.1	1.8	0
变化/mol	0.05	0.05	0.05	0.05
平衡/mol	1.75	0.05	1.85	0.05

 平衡时体系中各组分物质的量: 0.1 mol CH_4 、1.75 mol H_2 、0.05 mol CO_2 、1.85 mol CO、0.05 mol H_2O , 平衡体系中, 气体总物质的量为 3.8 mol, 在恒温、恒容条件下, 气体压强与气体物质的量成正比, 设平衡时气体压强为 p , 有 $\frac{2 \text{ mol}}{101 \text{ kPa}} = \frac{3.8 \text{ mol}}{p}$, 则副反应的 $K_p = \frac{p(H_2O) \cdot p(CO)}{p(CO_2) \cdot p(H_2)} = \frac{0.05}{3.85} \times \frac{1.85}{3.85} \times \frac{1.85}{1.75} \times \frac{0.05}{1.75} \approx 1.06$; 由 $\frac{2 \text{ mol}}{101 \text{ kPa}} = \frac{3.8 \text{ mol}}{p}$, 解得 $p = \frac{3.8 \text{ mol} \times 101 \text{ kPa}}{2 \text{ mol}}$, $p_{H_2} = \frac{1.75 \text{ mol}}{3.8 \text{ mol}} \times \frac{3.8 \text{ mol} \times 101 \text{ kPa}}{2 \text{ mol}} \approx 88.38 \text{ kPa}$ 。

答案: (1) BC
 (2) 减小 增大进料比, 主、副反应平衡均正移, 副反应平衡正移消耗了 H_2 , 生成了 CO
 (3) 1.06 88.38

7. 解析: (1) 360 °C 以下, 曲线 b、c 对应的数值之和约为 1, 则其代表选择性曲线, 反应 I 的正反应为吸热反应, 升高温度, 平衡正向移动, $MgCO_3$ 的平衡转化率增大, 则 a 为 $MgCO_3$ 的平衡转化率曲线。反应 II 的正反应为放热反应, 升高温度, 平衡逆向移动, CH_4 的选择性降低, 且反应 III 在 360 °C 以下不考虑, 则 c 为 CH_4 的选择性曲线。(2) 点 M 温度下, $MgCO_3$ 的平衡转化率为 49.0%、 CH_4 的选择性为 50% (反应 III 在 360 °C 以下不考虑), 则 $MgCO_3$ 转化 0.49 mol, 反应 I 生成 0.49 mol CO_2 , 故反应 II 中起始时 CO_2 为 0.49 mol、 H_2 为 1 mol, 达平衡时 CH_4 为 0.245 mol, 列“三段式”:



(3) 由题图可知, 在 550 °C 下达到平衡时, $MgCO_3$ 的平衡转化率为 100%, CH_4 的选择性为 10%, CO_2 的选择性为 70%, 则根据 C 原子守恒和选择性的定义, CO 的选择性为 20%, 故 CO 的物质的量为 1 mol $\times$ 20% = 0.2 mol。500 ~ 600 °C, 随

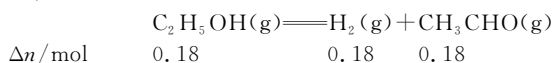
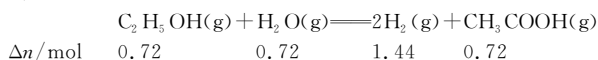
温度升高, H_2 平衡转化率下降的原因可能是反应 II 平衡逆向移动的程度大于反应 III 平衡正向移动的程度。

答案: (1)c

(2) $\frac{49^2}{2^4}$

(3) 0.2 反应 II 平衡逆向移动的程度大于反应 III 平衡正向移动的程度

8. 解析: (1) 由题图 1 可知, 反应 I 最适宜的温度为 270°C , 原因为乙酸选择性最大且反应速率较快。(2) 由题图 2 可知关键步骤中生成产物 1 的最大能垒为 0.58 eV , 生成产物 2 的最大能垒为 0.66 eV , 生成产物 3 的最大能垒为 0.81 eV , 题图 1 中乙酸的选择性最大, 说明相同条件下生成乙酸的反应速率最大, 则乙酸可能是产物 1。(3) 设投料 $n(\text{H}_2\text{O}) = 9\text{ mol}$, $n(\text{乙醇}) = 1\text{ mol}$, 密闭容器中只发生反应 I、II, 平衡时乙醇的转化率为 90% , 乙酸的选择性为 80% , 则平衡时生成的乙酸的物质的量 $= 90\% \times 80\% \times 1\text{ mol} = 0.72\text{ mol}$, $n_{\text{乙醇}} = 1\text{ mol} \times 10\% = 0.1\text{ mol}$, 恒温恒压下, 压强之比 = 物质的量之比, 故 $p(\text{CH}_3\text{COOH}) : p(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0.72 : 0.1 = 36 : 5$; 列“三段式”:



则平衡时乙醇、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 、氢气、乙酸、乙醛的物质的量分别为 0.1 mol , 8.28 mol , 1.62 mol , 0.72 mol , 0.18 mol , 气体总物质的量为 $0.1\text{ mol} + 8.28\text{ mol} + 1.62\text{ mol} + 0.72\text{ mol} + 0.18\text{ mol} = 10.9\text{ mol}$, 则 $K_{\text{p}1} =$

$$\frac{100\text{ kPa} \times \frac{0.72}{10.9} \times (100\text{ kPa} \times \frac{1.62}{10.9})^2}{100\text{ kPa} \times \frac{0.1}{10.9} \times 100\text{ kPa} \times \frac{8.28}{10.9}} = \frac{0.72}{10.9} \times 100 \times \left(\frac{1.62}{10.9}\right)^2 \times \frac{0.72 \times 100 \times 1.62^2}{0.1 \times 8.28 \times 10.9} \text{ kPa} = \frac{0.1}{10.9} \times \frac{8.28}{10.9} \text{ kPa} = \frac{0.72 \times 100 \times 1.62^2}{0.1 \times 8.28 \times 10.9} \text{ kPa}.$$

答案: (1) 乙酸选择性最大且反应速率较快

(2) 产物 1

(3) $36 : 5$ $\frac{0.72 \times 100 \times 1.62^2}{0.1 \times 8.28 \times 10.9}$

9. 解析: (1) ① 反应 I + 反应 II 得 $\text{BaCO}_3(\text{s}) + 4\text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{BaC}_2(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g})$, 所以其平衡常数 $K = K_{\text{I}} \cdot K_{\text{II}} = \left(\frac{p_{\text{CO}}}{10^5\text{ Pa}}\right)^3$, 由题图可知, 1585 K 时 $K_{\text{I}} = 10^{2.5}$, $K_{\text{II}} = 10^{-1.5}$, 即 $\left(\frac{p_{\text{CO}}}{10^5\text{ Pa}}\right)^3 = 10^{2.5} \times 10^{-1.5} = 10$, 所以 $p_{\text{CO}}^3 = 10 \times (10^5\text{ Pa})^3 = 10^{16}\text{ Pa}^3$, 则 $K_{\text{p}} = p_{\text{CO}}^3 = 10^{16}\text{ Pa}^3$ 。② 由题图可知, 1320 K 时反应 I 的 $K_{\text{I}} = 10^0 = 1$, 即 $K_{\text{I}} = \left(\frac{p_{\text{CO}}}{10^5\text{ Pa}}\right)^2 = 1$, 所以 $p_{\text{CO}}^2 = (10^5\text{ Pa})^2$, 即 $p_{\text{CO}} = 10^5\text{ Pa}$ 。若将容器体积压缩到原来的 $\frac{1}{2}$, 由于温度不变, 平衡常数不变, 重新建立平衡后 p_{CO} 应不变, 即 $p_{\text{CO}} = 10^5\text{ Pa}$ 。

(2) ① 仅发生反应 i, 设初始时 C_2H_6 物质的量为 1 mol , 平衡时 C_2H_6 转化率为 25% , 则消耗 $0.25\text{ mol C}_2\text{H}_6$, 生成 $0.25\text{ mol C}_2\text{H}_4$, 生成 0.25 mol H_2 , $K_{x1} = \frac{0.25 \times 0.25}{1.25 \times 1.25} = \frac{1}{15}$ 。

② 只发生反应 i 时, 随着反应进行, 气体总物质的量增大, 压强增大促使化学平衡逆向移动, 同时发生反应 i 和反应 ii, 且从题干可知 K_{x2} 远大于 K_{x1} , 反应 ii 为等体积反应, 因为反应 ii 的发生相当于在单独发生反应 i 的基础上减小了压强, 则反应 i 化学平衡正向移动, C_2H_4 平衡产率增大。

(3) HCOOH 的电离方程式为 $\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}^+$, HCOOH 溶液中, $c(\text{HCOO}^-) = c(\text{H}^+)$, 则平衡常数 $K_a = \frac{c(\text{HCOO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HCOOH})} = \frac{c^2(\text{H}^+)}{x}$, 则 $c(\text{H}^+) = \sqrt{K_a x} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

故反应 I 的正反应速率 $v = kx \sqrt{K_a x} = kx^{\frac{3}{2}} K_a^{\frac{1}{2}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

答案: (1) ① 10^{16} ② 10^5 10^5

(2) ① $\frac{1}{15}$ ② 增大

(3) $\sqrt{K_a x}$ $kx^{\frac{3}{2}} K_a^{\frac{1}{2}}$

学案分层作业(三十六)

1. C [由题图 1 可知, x 点尚未平衡, 此压强下平衡时 B 的百分含量比 x 点时的要小, 则体系处于从正反应建立平衡的过程中, 则 x 点的正反应速率大于逆反应速率, 故 A 错误; 该反应是气体体积不变的反应, 由题图 2 可知, t_1 时刻条件改变时, 正、逆反应速率增大, 但依然相等, 说明平衡不移动, 则改变的条件可能是加入催化剂, 也可能是增大压强, 故 B 错误; 由题图 3 可知, M 点时 A 的百分含量最低, 说明 M 点反应达到平衡, M 点前为平衡的形成过程, M 点后为平衡移动过程, 由 M 点后, 温度升高, A 的百分含量增大可知, 平衡向逆反应方向移动, 该反应为放热反应, $\Delta H < 0$, 故 C 正确; 题图 4 中的阴影部分面积表示反应物浓度和生成物浓度的改变值的差值, 即 $(v_{\text{正}} - v_{\text{逆}})t$, 故 D 错误。]

2. C [已知反应 I 为吸热反应, 反应 II 为放热反应, 反应 III 为吸热反应; 根据图像, 温度升高, 反应 I 正向移动, 反应 II 逆向移动, 则 MgCO_3 的转化率逐渐升高, H_2 的转化率逐渐下降, 在 360°C 以下不考虑反应 III, 则 CO_2 的选择性上升, CH_4 的选择性下降, 且 CO_2 、 CH_4 的选择性之和为 100% , 所以曲线 a 表示 MgCO_3 的转化率, 曲线 b 表示 CO_2 的选择性, 曲线 c 表示 CH_4 的选择性, A 正确; 点 M 温度下, 从图中可以看出, MgCO_3 的转化率为 49% , 则剩余的 MgCO_3 为 0.51 mol , 根据碳原子守恒, CH_4 和 CO_2 的物质的量之和为 0.49 mol , 又因为此时 CO_2 的选择性和 CH_4 的选择性相等, 则 CO_2 和 CH_4 的物质的量均为 0.245 mol , 根据氧原子守恒得出 H_2O 的物质的量为 0.49 mol , 根据氢原子守恒得出 H_2 的物质的量为 0.02 mol , 气体总的物质的量为 $(0.02 + 0.245 + 0.245 + 0.49)\text{ mol} = 1\text{ mol}$, $p(\text{H}_2) = \frac{0.02}{1} \times 100\text{ kPa}$, $p(\text{CO}_2) =$

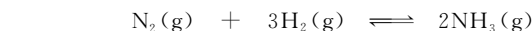
$$\frac{0.245}{1} \times 100\text{ kPa}, p(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.49}{1} \times 100\text{ kPa}, \text{则反}$$

$$\text{应 II 的 } K_p = \frac{0.245 \times 100\text{ kPa} \times (0.49 \times 100\text{ kPa})^2}{(0.02 \times 100\text{ kPa})^4 \times 0.245 \times 100\text{ kPa}} =$$

$$\frac{(0.49 \times 100\text{ kPa})^2}{(0.02 \times 100\text{ kPa})^4} \approx 150.06 (\text{kPa})^{-2}, \text{B 正确; 在 } 550^\circ\text{C} \text{ 下达}$$

到平衡时, MgCO_3 完全转化, CO_2 的选择性为 70% , 则生成的 CO_2 为 $1\text{ mol} \times 70\% = 0.7\text{ mol}$, C 错误; 因为反应 II 是放热的, 反应 III 是吸热的, 在 $500 \sim 600^\circ\text{C}$, 随温度升高, 反应 II 平衡逆向移动生成的 H_2 多于反应 III 平衡正向移动消耗的 H_2 , 故 H_2 的平衡转化率下降, D 正确。]

3. D [合成氨反应为气体分子数减小的反应, 其他条件相同时, 增大压强, 平衡时氨的物质的量分数增大, 可知压强: $p_1 < 20\text{ MPa}$, A 正确; a 点温度高, 压强大, 反应速率快, 速率: $b < a$, B 正确; a 点时, 氨的物质的量分数为 0.20 , 设 N_2 的起始物质的量为 1 mol , a 点时, 转化了 $x\text{ mol}$, 列“三段式”:



起始/mol 1 3 0

变化/mol x 3x 2x

平衡/mol $1-x$ $3-3x$ 2x

$$\frac{2x}{4-2x} = 0.2, x \approx 0.33, \text{N}_2 \text{ 的转化率约为 } 33\%, \text{C 正确; } p_1 \text{ 条}$$

件下充入非反应气体, 体积增大, 反应物浓度均减小, 平衡逆

向移动,平衡时氨的物质的量分数减小,D错误。]

4. B [由题给图示信息可知,曲线a代表H₂S的体积分数随温度改变的变化,则温度越高,H₂S的体积分数越小,说明升高温度平衡正向移动,故H₂S高温裂解反应的 $\Delta H > 0$,A正确;H₂S分解产生H₂和硫蒸气,随着温度的升高H₂S分解率增大,则其中H₂S的含量会逐渐降低,H₂、硫蒸气含量会逐渐增加,所以曲线a表示H₂S的体积分数,曲线b、c表示两种生成物的体积分数,由于二者的含量比是2:1,根据原子守恒,可知曲线b表示H₂的体积分数,曲线c表示的是S₂的体积分数,B错误;恒容、恒温条件下,按勒夏特列原理,压强增大,反应向减小压强的方向移动,即向气体分子数减少的方向移动,则硫化氢高温裂解反应向生成硫化氢的方向进行,平衡转化率降低,C正确;在1300℃时,H₂S的体积分数是50%,假设反应开始时H₂S物质的量是1mol,平衡时分解的H₂S为xmol,根据化学方程式:2H₂S(g) $\rightleftharpoons$ 2H₂(g) + S₂(g)可知在平衡时n(H₂S) = (1-x)mol, n(H₂) = xmol, n(S₂) = 0.5xmol,则 $\frac{1-x}{(1-x)+x+0.5x} \times 100\% = 50\%$,解得x=0.4,所以H₂S的分解率为 $\frac{0.4\text{ mol}}{1\text{ mol}} \times 100\% = 40\%$,此时H₂S占总量的 $\frac{0.6\text{ mol}}{1.2\text{ mol}} = \frac{1}{2}$,H₂占总量的 $\frac{0.4\text{ mol}}{1.2\text{ mol}} = \frac{1}{3}$,S₂占总量的 $\frac{0.2\text{ mol}}{1.2\text{ mol}} = \frac{1}{6}$,则用分压表示的化学平衡常数K_p = $\frac{(\frac{1}{3} \times 100\text{ kPa})^2 \times (\frac{1}{6} \times 100\text{ kPa})}{(\frac{1}{2} \times 100\text{ kPa})^2} = \frac{2}{27} \times 100\text{ kPa} \approx 7.4\text{ kPa}$,D正确。]

5. C [正反应吸热,升高温度平衡正向移动,C₂H₆(g)的物质的量减小,C₂H₄(g)的物质的量增大,增大压强,平衡逆向移动,C₂H₆(g)含量增大,C₂H₄(g)含量减小,所以X代表200kPa时C₂H₆(g)的物质的量分数变化的曲线,Z代表100kPa时C₂H₆(g)的物质的量分数变化的曲线,Y代表100kPa时C₂H₄(g)的物质的量分数变化的曲线,W代表200kPa时C₂H₄(g)的物质的量分数变化的曲线,A错误;T℃反应达到平衡时C₂H₆(g)的转化率为60%,恒温恒压下,H₂与CH₄的体积比为2:1即物质的量比为2:1,假设生成2molH₂与1molCH₄,需消耗3molC₂H₆(g),生成2.5molC₂H₄(g),则起始投入 $\frac{3\text{ mol}}{60\%} = 5\text{ mol}$ C₂H₆(g),平衡时剩余5mol-3mol=2molC₂H₆(g),平衡时总物质的量为2mol+2.5mol+2mol+1mol=7.5mol,平衡时C₂H₄(g)的体积分数即物质的量分数近似为 $\frac{2.5}{7.5} \times 100\% \approx 33.3\%$,B错误;为提高H₂(g)产率,可提高主反应的反应速率,实际生产中可使用主反应的选择性催化剂,C正确;降低压强平衡正向移动,可提高乙烯的产率,但压强减小也会造成反应速率减慢,实际生产中若尽可能降低压强会影响反应速率,则单位时间内乙烯的产率可能降低,D错误。]

6. 解析:(1)反应①为吸热反应,反应③为放热反应,平衡后升高温度,甲醇的物质的量减少,CO的物质的量增加,a代表甲醇,b代表CO,q曲线代表CO₂的转化率随温度的变化。(2)250℃之前以反应③为主,升高温度,反应③逆向移动,CO₂的转化率降低,250℃之后以反应①为主,升高温度,反应①平衡正向移动,反应③平衡逆向进行,温度对反应①的影响程度大于对反应③的,导致CO₂的转化率增大。(3)250℃时,二氧化碳的转化率为20%,CO和CH₃OH在含碳产物中的物质的量分数相等,发生反应①和③,假定初始时n(CO₂)=5mol,则列出“三段式”:

	CO ₂ (g)+H ₂ (g) $\rightleftharpoons$ CO(g)+H ₂ O(g)			
开始量/mol	5	17	0	0
反应量/mol	x	x	x	x

剩余量/mol	5-x	17-x	x	x
CO ₂ (g)+3H ₂ (g) $\rightleftharpoons$ CH ₃ OH(g)+H ₂ O(g)				
开始量/mol	5-x	17-x	0	x
反应量/mol	x	3x	x	x
剩余量/mol	5-2x	17-4x	x	2x

由二氧化碳的转化率为20%得出5mol×20%=2xmol,x=0.5,平衡后各物质的物质的量:n(CO₂)=4mol,n(H₂)=15mol,n(CO)=0.5mol,n(H₂O)=1mol,n(CH₃OH)=0.5mol,n(总)=(4+15+0.5+0.5+1)mol=21mol,则

$$K_p = \frac{p(\text{CO}) \cdot p(\text{H}_2\text{O})}{p(\text{H}_2) \cdot p(\text{CO}_2)} = \frac{\frac{0.5}{21} \times \frac{1}{21} \times 5}{\frac{15}{21} \times \frac{4}{21} \times 5} = \frac{1}{120}$$

答案:(1)CH₃OH

(2)250℃之后,升高温度,反应①正向进行,反应③逆向进行,但温度对反应①的影响程度大于对反应③的,导致CO₂的转化率增大

(3) $\frac{1}{120}$

7. 解析:(1)①由题意列“三段式”:

	CO(g)+H ₂ O(g) $\rightleftharpoons$ CO ₂ (g)+H ₂ (g)			
起始/mol	0.10	0.40	0	0
转化/mol	x	x	x	x
平衡/mol	0.10-x	0.40-x	x	x

$\frac{x\text{ mol}}{(0.10+0.40)\text{ mol}} = 0.08$,解得x=0.04,CO的平衡转化率

$\alpha = \frac{0.04\text{ mol}}{0.10\text{ mol}} \times 100\% = 40\%$;T₁℃时,反应平衡常数K=

$$\frac{\frac{0.04}{5} \times \frac{0.04}{5}}{\frac{0.10-0.04}{5} \times \frac{0.40-0.04}{5}} \approx 0.074; \text{②对于反应 } \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)} \quad \Delta H = -41.2\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

,平衡时CO的物质的量分数为 $\frac{(0.10-0.04)\text{ mol}}{0.5\text{ mol}} = 0.12$,升高

温度时,正、逆反应速率均加快,因此排除F点;正反应为放热反应,升高温度平衡向逆反应方向移动,再次平衡时CO的物质的量分数大于0.12,因此排除D点,故选E点。对于反应CO(g)+H₂O(g) $\rightleftharpoons$ CO₂(g)+H₂(g) $\Delta H = -41.2\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,平衡时H₂的物质的量分数为0.08,升高温度时,正、逆反应速率均加快,因此排除A点;正反应为放热反应,升高温度平衡向逆反应方向移动,再次平衡时H₂的物质的量分数减小,结合再次平衡时CO的物质的量分数为E点,因此排除C点,故选B点。(2)已知Arrhenius经验公式为

$$R \ln k = -\frac{E_a}{T} + C, \text{根据题给图2可得 } ① 63.0 \times 10^{-3} = -3.0 \times 10^{-3} E_a + C, ② 33.0 \times 10^{-3} = -4.0 \times 10^{-3} E_a + C, \text{解得 } E_a = 30.0\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \text{则反应的活化能为 } 30.0\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

答案:(1)①40 0.074 ②E B

(2)30.0

8. 解析:(1)根据盖斯定律可知,目标反应=反应2-反应1,故 $\Delta H = \Delta H_2 - \Delta H_1 = -137\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(2)①在60~220℃范围内,反应未达到平衡状态,升高温度,反应速率加快,故乙炔转化率随温度的升高而增大,另外催化剂活性提高也可加快反应速率,增大乙炔转化率;而温度由220℃升高至260℃时,催化剂活性降低,故乙炔转化率减小;②由题图中产物选择性曲线可知,在120~240℃范围内,乙烯的选择性高于乙烷的选择性,故反应1的转化速率大,即v₁>v₂。(3)由题意知,实验组一、实验组二存在关系式:v₁(C₂H₂) = k[c₁(H₂)]^a、v₂(C₂H₂) = k[c₂(H₂)]^a,且c₂(H₂) = 3c₁(H₂)、v₂(C₂H₂) = 3v₁(C₂H₂),代入并联立可得3=3^a,即a=1,而v(C₂H₂) = 1.012 × 10⁻⁴ mol · L⁻¹ · s⁻¹ =

$2v_1(\text{C}_2\text{H}_2)$, 故此时 $c(\text{H}_2)=2c_1(\text{H}_2)=9.20\times 10^{-3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

答案: (1)-137

(2)①升高温度, 反应速率加快(或升高温度, 催化剂活性提高) 220~260℃时, 催化剂活性降低 ②> 乙烯的选择性高于乙烷的选择性, 反应1的转化速率更大

(3) 9.20×10^{-3}

9. 解析: (1)由盖斯定律可知, $2\text{S}(\text{s})+2\text{Cl}_2(\text{g})\rightleftharpoons 2\text{SCl}_2(\text{l})$ 的焓变为 $\Delta H_1+\Delta H_2=(-59.4\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1})+(-40.6\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1})=-100\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 则 $\text{S}(\text{s})+\text{Cl}_2(\text{g})\rightleftharpoons \text{SCl}_2(\text{l})$ 的 $\Delta H_3=\frac{1}{2}\times(-100\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1})=-50\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。(2)①由

题图可知反应II的 $\lg K$ 与 $\frac{1}{T}$ 成正比, 则温度升高即 $\frac{1}{T}$ 减小随之 $\lg K$ 减小, 那么 K 值减小, 平衡逆向移动, 反应II为放热反应; ②由题图可知, $\frac{n(\text{SCl}_2)}{n(\text{O}_2)}=2.0$ 时, 平衡体系物质的量

分数 $x(\text{SCl}_2)=x(\text{SO}_2\text{Cl}_2)=0.13$, 由于 $\text{SCl}_2(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})\rightleftharpoons \text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g})$ 为非可逆反应, 故 O_2 应完全转化, 即平衡体系中不存在 O_2 , 则 $x(\text{SOCl}_2)=1-x(\text{SCl}_2)-x(\text{SO}_2\text{Cl}_2)=0.74$, 反应II $\text{SCl}_2(\text{g})+\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g})\rightleftharpoons 2\text{SOCl}_2(\text{g})$ 是气体体积不变的反应, 则平衡常数可用物质的量分数代替计算, 反应

II的平衡常数 $K_1=\frac{0.74^2}{0.13\times 0.13}\approx 32.4$; 保持 T 和 $\frac{n(\text{SCl}_2)}{n(\text{O}_2)}$ 不变, 减小生成物浓度或加入其他反应物均能使平衡正向移动, 增大 SCl_2 平衡转化率的措施有移走 SOCl_2 或加入 SO_2Cl_2 ; ③反应II为放热反应, 改变 T , 使反应II的平衡常数 $K_2=\frac{1}{8}K_1$, 其平衡常数减小, 则改变的条件为升高温度, 反

应II平衡逆向移动, 使得 SOCl_2 含量减小、 SCl_2 增加, 则题图中 $x(\text{SCl}_2)$ 等于 $x(\text{SOCl}_2)$ 的新交点将会提前, 出现在 d 处。

答案: (1)-50

(2)①放热 ②32.4 移走 SOCl_2 (或加入 SO_2Cl_2) ③ d

阶段精准补漏(十一)

1. D $[\text{Na}_2\text{SiF}_6(\text{s})]$ 受热分解生成 NaF 和 SiF_4 两种氟化物, NaF 为离子晶体, SiF_4 为分子晶体, 熔点: $\text{NaF}>\text{SiF}_4$, 因此 NaF 为固相产物, SiF_4 为气相产物, 则热解反应的化学方程式为

$\text{Na}_2\text{SiF}_6(\text{s})\xrightarrow{\Delta} 2\text{NaF}(\text{s})+\text{SiF}_4(\text{g})$, 根据题图中曲线的变化趋势及变化比例, 结合化学方程式可判断曲线 a 、 b 、 c 分别为 $\text{NaF}(\text{s})$ 、 $\text{SiF}_4(\text{g})$ 、 $\text{Na}_2\text{SiF}_6(\text{s})$ 。由上述分析知, A 正确; N_2 不与体系中任何物质反应, 由于容器恒容, 因此 SiF_4 的分压不变, 仍为 p_1 , B 正确; 该反应的平衡常数 $K_p=p(\text{SiF}_4)$, 由题图可知, 温度越高, Na_2SiF_6 分解程度越大, 平衡时 $p(\text{SiF}_4)$ 越大, 即 K_p 越大, 由于 T_2 温度下 Na_2SiF_6 已完全分解, 因此升温至 T_3 时, 无法释放更多的 SiF_4 , 故 p_3 小于 T_3 温度时热解反应的平衡常数 K_p , C 正确; T_1 温度时, 加入 SiF_4 的瞬间其分压增大, 平衡逆向移动, 由 $K_p=p(\text{SiF}_4)$ 知, 重新平衡后 SiF_4 的分压仍为 p_1 , SiF_4 的浓度不变, 故逆反应速率不变, D 错误。]

2. D [根据主副反应产物可知曲线 a 或曲线 b 表示 $\delta(\text{CH}_3\text{COOH})$, 曲线 c 或曲线 d 表示 $\delta(\text{CH}_3\text{COOCH}_3)$, 投料比 x 代表 $\frac{n(\text{CO})}{n(\text{CH}_3\text{OH})}$, 故 A 错误, B 错误; 根据分析可知, 曲线 a 或曲线 b 表示 $\delta(\text{CH}_3\text{COOH})$, 当同一投料比时, 观察题给图像可知 T_2 时 $\delta(\text{CH}_3\text{COOH})$ 大于 T_1 时 $\delta(\text{CH}_3\text{COOH})$, 而 $T_2>T_1$ 可知, 温度越高则 $\delta(\text{CH}_3\text{COOH})$ 越大, 说明温度升高主反应平衡正向移动, $\Delta H_1>0$; 曲线 c 或曲线 d 表示 $\delta(\text{CH}_3\text{COOCH}_3)$, 当同一投料比时, 观察题给图像可知 T_1 时 $\delta(\text{CH}_3\text{COOCH}_3)$ 大于 T_2 时 $\delta(\text{CH}_3\text{COOCH}_3)$, 而 $T_2>T_1$ 可知, 温度越高则 $\delta(\text{CH}_3\text{COOCH}_3)$ 越小, 说明温度升高副反应平衡逆向移动, $\Delta H_2<0$, 故 C 错误; 副反应 $\Delta H_2<0$, 且 $T_N>T_M=T_L$, 升高

温度平衡逆向移动, $K(L)=K(M)>K(N)$, 故 D 正确。]

3. 解析: (1)根据题给表中数据可知, 该反应的平衡常数随温度升高而减小, 说明正反应放热, 即 $\Delta H<0$ 。(2)乙二醇产率(平衡产率或一定时间内的产率)很低, 根据题给表中数据知, 500 K 时平衡常数小于 1.3×10^{-3} , 平衡常数小(反应正向进行程度小)会导致平衡产率低; 注意到反应条件中有催化剂, 500 K 下催化剂可能失去活性而导致一定时间内的产率低。(3)①根据题给间接合成法的3个连续反应可知, 消耗的 DMO 的物质的量等于三种产物 MG 、乙二醇、乙醇的物质的量之和, 根据物质的选择性的定义, 题图中三种物质在任一温度下的选择性之和为 100%, 故曲线 I 表示 DMO 的转化率。由于三个反应为连续反应, 随着温度升高, 反应速率不断增大, 体系中的物质会不断向最终产物乙醇转化, 因此选择性随温度升高而不断升高的曲线 III 表示乙醇的选择性, 曲线 IV 表示 MG 的选择性。②由于 $\text{DMO}\rightarrow\text{MG}$ 为不可逆反应, 因此要提高 A 点 DMO 转化率, 可通过提高其反应速率或延长反应时间的方法来达到。降低温度会降低反应速率, A 项错误; 增大压强可提高反应速率, B 项正确; 减小初始氢酯比相当于增大 DMO 的含量, 不能提高 DMO 的转化率, C 项错误; 延长原料与催化剂的接触时间相当于延长反应时间, D 项正确。③设 DMO 初始投入量为 1 mol, 483 K 时, DMO 的转化率为 99%, 则三种产物的物质的量之和为 0.99 mol, 此时 $n(\text{DMO})=0.01\text{ mol}$; 483 K 时乙醇的选择性为 2%, 则 $n(\text{乙醇})=0.99\text{ mol}\times 2\%=0.0198\text{ mol}$, 故 $\frac{n(\text{乙醇})}{n(\text{DMO})}=\frac{0.0198\text{ mol}}{0.01\text{ mol}}=1.98$ 。④设 DMO 初始投入量为 1 mol, 根据

初始氢酯比 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{DMO})}=52.4$, 则初始投入 52.4 mol H_2 , A 点没有生成乙醇, 只涉及前两个反应: $\text{DMO}+2\text{H}_2\rightleftharpoons \text{MG}+\text{CH}_3\text{OH}$, $\text{MG}+2\text{H}_2\rightleftharpoons \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}+\text{CH}_3\text{OH}$, 设 A 点处两个反应分别消耗了 $x\text{ mol DMO}$ 、 $y\text{ mol MG}$, A 点时各物质的物质的量为 $n(\text{DMO})=(1-x)\text{ mol}$, $n(\text{H}_2)=(52.4-2x-2y)\text{ mol}$, $n(\text{MG})=(x-y)\text{ mol}$, $n(\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH})=y\text{ mol}$, $n(\text{CH}_3\text{OH})=(x+y)\text{ mol}$, 根据 A 点 DMO 的转化率为 80% 可知 $x=0.8$; 根据 A 点乙二醇和 MG 的选择性均为 50% 可知二者物质的量相同, 即 $x-y=y$, 将 $x=0.8$ 代入得 $y=0.4$, 则 $n(\text{DMO})=0.2\text{ mol}$, A 点时, $n(\text{H}_2)=50\text{ mol}$, $n(\text{MG})=0.4\text{ mol}$, $n(\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH})=0.4\text{ mol}$, $n(\text{CH}_3\text{OH})=1.2\text{ mol}$, $n_{\Sigma}=52.2\text{ mol}$, 故题给反应的 $Q_x=\frac{x(\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH})\cdot x(\text{CH}_3\text{OH})}{x(\text{MG})\cdot x^2(\text{H}_2)}=$

$\frac{n(\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH})}{n_{\Sigma}}\cdot\frac{n(\text{CH}_3\text{OH})}{n_{\Sigma}}=\frac{0.4}{52.2}\times\frac{1.2}{52.2}\approx\frac{0.4}{52.2}\times\left(\frac{50}{52.2}\right)^2\approx 0.025$ [另解: 设起始时 $n(\text{DMO})=1\text{ mol}$, 观察题给图像可知 A 点处 DMO 消耗量为 0.8 mol, 则 $n(\text{DMO})=0.2\text{ mol}$; 消耗的 0.8 mol DMO 转化为相等物质的量的乙二醇和 MG , 则 $n(\text{MG})=n(\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH})=0.4\text{ mol}$; 结合反应: $\text{DMO}+2\text{H}_2\rightleftharpoons \text{MG}+\text{CH}_3\text{OH}$, $\text{DMO}+4\text{H}_2\rightleftharpoons \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}+2\text{CH}_3\text{OH}$, 可知每生成 1 mol MG 要消耗 2 mol H_2 、生成 1 mol CH_3OH , 每生成 1 mol 乙二醇要消耗 4 mol H_2 、生成 2 mol CH_3OH , 因此 $n(\text{H}_2)=52.4\text{ mol}-2n(\text{MG})-4n(\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH})=50\text{ mol}$, $n(\text{CH}_3\text{OH})=n(\text{MG})+2n(\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH})=1.2\text{ mol}$, 代入 Q_x 表达式即可计算]。

答案: (1)< (2)平衡常数太小(或催化剂失活) (3)① I IV ② BD ③ 1.98 ④ 0.025

4. 解析: (1)根据盖斯定律, 由 I + II 可得 $4\text{H}_2(\text{g})+2\text{SO}_2(\text{g})\rightleftharpoons 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})+\text{S}_2(\text{g})$ $\Delta H=\Delta H_1+\Delta H_2$ 。(2)根据题给图示温度范围内反应 II 平衡常数 $K=10^8$ 基本不变知, 恒有

$\frac{c^4(\text{H}_2\text{O})}{c^4(\text{H}_2)} = 10^8$, $\frac{c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{H}_2)} = 10^2$, 则 $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{H}_2)} = 10^2$, $\lg n(\text{H}_2\text{O}) - \lg n(\text{H}_2) = 2$, 结合题图中曲线变化趋势知, 乙线表示 H_2O , 丁线表示 H_2 。温度升高, S_2 逐渐减少, 反应 I 的平衡逆向移动, 则 SO_2 逐渐增多, 故丙线为 SO_2 , 甲线为 H_2S , 结合 $K_3 = \frac{c(\text{H}_2\text{S}) \cdot c^2(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{SO}_2) \cdot c^3(\text{H}_2)} = \frac{10^4 \cdot c(\text{H}_2\text{S})}{c(\text{SO}_2) \cdot c(\text{H}_2)}$ 知, 温度升高, K_3 减小, 故反应 III 的平衡逆向移动, 反应 III 为放热反应, $\Delta H_3 < 0$ 。(3) T_1 温度下, 平衡体系中 H_2 的物质的量为 $a \text{ mol}$, H_2O 和 SO_2 的物质的量相等, 根据 $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{H}_2)} = 10^2$, 知 $n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{SO}_2) = 100a \text{ mol}$, 根据 H 守恒, $n(\text{H}_2) + n(\text{H}_2\text{O}) + n(\text{H}_2\text{S}) = 0.1 \text{ mol}$, 则 $n(\text{H}_2\text{S}) = (0.1 - 101a) \text{ mol}$; 根据 S 守恒, $n(\text{H}_2\text{S}) + n(\text{SO}_2) + 2n(\text{S}_2) = 1 \text{ mol}$, 则 $n(\text{S}_2) = \frac{1 - 100a - (0.1 - 101a)}{2} \text{ mol} = \frac{0.9 + a}{2} \text{ mol}$; 根据 O 守恒, $n(\text{H}_2\text{O}) + 2n(\text{SO}_2) + 4n(\text{CaSO}_4) = 2 \text{ mol}$, 则 $n(\text{CaSO}_4) = \frac{2 - 100a - 100a \times 2}{4} \text{ mol} = \frac{1 - 150a}{2} \text{ mol}$; 根据 Ca 守恒, $n(\text{CaS}) + n(\text{CaSO}_4) = 1 \text{ mol}$, 则 $n(\text{CaS}) = (1 - \frac{1 - 150a}{2}) \text{ mol} = \frac{1 + 150a}{2} \text{ mol}$, 故 $n(\text{CaS}) - n(\text{CaSO}_4) = \frac{1 + 150a}{2} \text{ mol} - \frac{1 - 150a}{2} \text{ mol} = 150a \text{ mol}$ 。(4) T_2 温度下, 体系达平衡后, 压缩容器体积, 反应 I、III 的平衡正向移动, 重新达平衡时, H_2S 与 H_2 物质的量之比 $\frac{n(\text{H}_2\text{S})}{n(\text{H}_2)}$ 增大, 反应 II 的平衡常数 $K = \frac{c^4(\text{H}_2\text{O})}{c^4(\text{H}_2)}$ 基本不变, 重新平衡时 H_2 的物质的量减小, 则 $n(\text{H}_2\text{O})$ 减小。

答案: (1) $\Delta H_1 + \Delta H_2$

(2) $\text{H}_2\text{O} <$

(3) $\frac{0.9 + a}{2} \quad 150a$

(4) 增大 减小

学案分层作业(三十七)

1. A 2. C 3. B

4. (1) 冰醋酸未电离, 无自由移动的离子 (2) $c < a < b$

(3) c (4) ②④

5. D [水分子中氧原子和氨分子中氮原子的价层电子对数都为 4, 氧原子和氮原子的杂化方式都为 sp^3 杂化, 水分子中氧原子的孤电子对数为 2、氨分子中氮原子的孤电子对数为 1, 则两者含有的孤电子对数不同, 故 A 正确; 一水合氨是弱碱, 在溶液中部分电离出铵根离子和氢氧根离子, 过程①中四水合铜离子与氢氧根离子反应生成氢氧化铜沉淀, 溶液中氢氧根离子浓度减小, 促进氨水的电离, 故 B 正确; 由题图分析可知, 实验②③说明溶液中存在平衡 $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^- + 4\text{H}_2\text{O}$, 向溶液中加入氢氧化钠溶液, 溶液中氢氧根离子浓度增大, 平衡向逆反应方向移动, 导致有氢氧化铜蓝色絮状沉淀生成, 故 C 正确; 由题图分析可知, 实验④说明铜氨络离子在溶液中存在络合平衡 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3$, 向溶液中加入稀硫酸, 硫酸电离出的氢离子与氨分子反应, 溶液中氨分子浓度减小, 络合平衡正移, 导致溶液中的铜离子浓度增大, 与溶液中的氢氧根离子反应生成氢氧化铜蓝色絮状沉淀, 故 D 错误。]

6. C [反应①和②的反应物和生成物不完全相同, 不互为可逆反应, A 项错误; 根据电荷守恒, 氨水中存在 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, B 项错误; 反应①+反应②可得 $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \quad K = K_1 \cdot K_2 = \frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3)}$, 则 $c(\text{NH}_4^+) = \frac{K_1 K_2 x}{c(\text{OH}^-)}$, 结合电荷守恒

$c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ 以及 $c(\text{H}^+) = \frac{K_w}{c(\text{OH}^-)}$, 可得

$c(\text{OH}^-) = \sqrt{K_1 K_2 x + K_w}$, C 项正确; 溶液呈中性, 则 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 根据电荷守恒: $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$, 知 $c(\text{NH}_4^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-})$, D 项错误。]

7. C [由题图可知, $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ROH 稀释 1 000 倍时, 溶液 pH 由 13 减小为 10, 故 ROH 为强碱, 而 MOH 为弱碱, A 项正确; 由题图可知, 稀释 10^4 倍后对应的两溶液 pH: $a > b$, 故水的电离程度: $a < b$, B 项正确; RCl 为强酸强碱盐, R⁺ 不水解, 则溶液中不存在 ROH 分子, C 项错误; $\frac{c(\text{M}^+)}{c(\text{MOH})} = \frac{c(\text{M}^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{MOH}) \cdot c(\text{OH}^-)} = \frac{K_b(\text{MOH})}{c(\text{OH}^-)}$, $\lg \frac{c(\text{M}^+)}{c(\text{MOH})} = \lg \frac{K_b(\text{MOH})}{c(\text{OH}^-)} = \text{pOH} - \text{p}K_b(\text{MOH})$, 故 $\frac{c(\text{M}^+)}{c(\text{MOH})} = 10^{\text{pOH} - \text{p}K_b(\text{MOH})}$, D 项正确。]

8. 解析: (3) 由题图可知, 当 $c(\text{A}^-) = c(\text{HA})$ 时, $\text{pH} = 4.7$, $K_a = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} = c(\text{H}^+) = 10^{-4.7}$ 。(4) 溶液中存在电荷守恒: $c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$, 已知 $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-)$, 故 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 所以溶液显中性; $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离常数 $K_b = \frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = \frac{0.005 \times 10^{-7}}{\frac{a}{2} - 0.005} = \frac{10^{-9}}{a - 0.01}$ 。

答案: (1) 逆向 $c(\text{A}^-)$ 增大, 平衡向 $c(\text{A}^-)$ 减小的方向移动, 即逆向移动

(2) 正向 减小 增大

(3) $10^{-4.7}$

(4) 中 $\frac{10^{-9}}{a - 0.01}$

学案分层作业(三十八)

1. B 2. B 3. C

4. (1) ② < ① < ④ < ③ (2) $\text{HCl} < \text{CH}_3\text{COOH}$ pH 相同的 HCl 溶液和 CH_3COOH 溶液, $c(\text{HCl}) < c(\text{CH}_3\text{COOH})$, CH_3COOH 消耗的 NaOH 较多

5. (1) H_3AsO_3 (2) $\text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{AsO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ (3) A

6. C [$K_b(\text{BOH}) = \frac{c(\text{B}^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{BOH})}$, 两溶液 $c(\text{BOH})$ 相等, 故 $c(\text{OH}^-)$ 越大, $c(\text{B}^+)$ 越小, 电离程度越小, A 正确; 对于溶液 II, $K_b = \frac{c(\text{B}^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{BOH})} = 2 \times 10^{-3}$, 代入 $c(\text{OH}^-) = 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则有 $\frac{c(\text{B}^+)}{c(\text{BOH})} = 0.02$, 则 $\frac{c(\text{B}^+)}{c_{\text{总}}(\text{BOH})} = \frac{0.02}{1 + 0.02} = \frac{1}{51}$, B 正确; BOH 为弱碱, pH 的改变会造成电离

平衡的移动, 不能用强碱混合的方式计算, C 错误; 溶液 I 中加入一定量 NaOH 固体, 导致 I 中 BOH 的电离平衡逆向移动, BOH 浓度增大, BOH 跨膜进入溶液 II 中, 导致 II 中 BOH 增大, BOH 的电离平衡正向移动, OH^- 浓度增大, pH 也增大, D 正确。]

7. D [HCl 是强酸, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 起始 pH=1; HX 若为弱酸, 不完全电离, 起始 pH>1。因此, 曲线①为 HCl 溶液滴定曲线, 曲线②为 HX 溶液滴定曲线。曲线①起始 pH=1, 对应强酸 HCl 溶液的滴定曲线, 不是 HX 溶液, A 错误; M 点加入 10 mL NaOH 溶液, 溶质为等物质的量的 HX 和 NaX, 元素守恒: $c(\text{HX}) + c(\text{X}^-) = 2c(\text{Na}^+)$, 电荷守恒: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{X}^-) + c(\text{OH}^-)$, 联立两式消去 $c(\text{Na}^+)$ 得: $c(\text{HX}) - c(\text{X}^-) = 2[c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+)]$, M 点 pH>7,

$c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) > 0$, 因此 $c(\text{HX}) - c(\text{X}^-) > c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+)$, B 错误; P 点 (HCl 溶液滴定, 加 10 mL NaOH 溶液) 溶质为等物质的量的 HCl 和 NaCl, N 点 (HX 溶液滴定, 加 20 mL NaOH 溶液) 溶质为 NaX; 混合后 HCl 与 NaX 反应, 最终溶液中 $n(\text{HX}) = n(\text{NaX}) = 0.001 \text{ mol}$, $n(\text{NaCl}) = 0.002 \text{ mol}$, 即得到等物质的量的 HX 和 NaX, 由 M 点 (同浓度 HX+NaX) $\text{pH} > 7$ 可知, C 错误; N 点溶质为 NaX, 通入 HCl 至 $\text{pH} = 7$ 时: 电荷守恒: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{X}^-) + c(\text{Cl}^-)$, 因 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 得 $c(\text{Na}^+) = c(\text{X}^-) + c(\text{Cl}^-)$, 物料守恒 (X 元素守恒): $c(\text{Na}^+) = c(\text{HX}) + c(\text{X}^-)$, 联立两式得: $c(\text{HX}) = c(\text{Cl}^-)$, D 正确。]

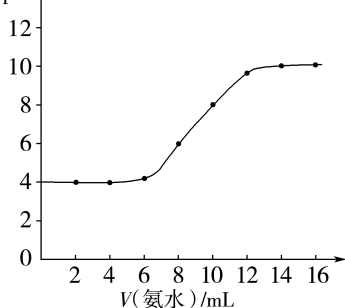
8. D [根据 b 点坐标, 可知 T_2 温度下水的离子积 $K_w = (10^{-7})^2 = 10^{-14}$, 由题图可知, T_1 温度下水的离子积小于 T_2 温度下水的离子积, 故 $T_1 < T_2$, b 点和 d 点的温度相同, 水的离子积相同, 结合上述分析可知, 水的离子积: $K_w(f) < K_w(b) = K_w(d)$, A、B 错误; 向 b 点溶液中加入少量 NaOH 溶液, $c(\text{H}^+)$ 减小, $c(\text{OH}^-)$ 增大, pH 增大, pOH 减小, 不可能由 b 点向 d 点移动, C 错误; 在 T_2 温度下 $K_w = (10^{-7})^2 = 10^{-14}$, $\text{pH} = 10$ 的 NaOH 溶液中 $c_*(\text{H}^+) = c_*(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 正确。]

9. (1) 强 弱 (2) $X = Z > Y$ (3) ①3 ②12 ③<

学案分层作业(三十九)

1. D

2. (1) pH



- (2) 酸性

- (3) $10 \quad 1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

- (4) 9 mL

3. (1) 95.3%

- (2) 偏高

- (3) 否 锥形瓶中待测物的物质的量是固定的, 润洗会增大待测物的物质的量, 导致结果偏高

4. $1.8 \times 10^{-5} \quad 6.2 \times 10^{-3}$

5. C [向容量瓶中转移溶液时需要用玻璃棒引流, 故 A 错误; 托盘天平的精确度为 0.1 g, 故 B 错误; NaOH 溶液应装在碱式滴定管中, 故 D 错误。]

6. D [滴定反应为碘单质与硫代硫酸钠反应, 因为淀粉遇碘单质变蓝, 则指示剂 X 为淀粉溶液, A 项错误; 滴定结束后俯视读数, 会使读取的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准液体积偏小, 测定结果偏低, B 项错误; 滴定管装液之前最后一步操作是润洗, 即用待装液润洗滴定管, C 项错误; 根据关系式: $2\text{Cu}^{2+} \sim \text{I}_2 \sim 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 可知, 胆矾纯度为

$$\frac{250 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}} \times c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times 10^{-3} \text{ L} \times 250 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{w}{g}$$

$$100\% = \frac{250cV}{w} \%, \text{D 项正确。}]$$

7. A [A 项, 邻苯二甲酸氢钾呈弱酸性, 滴定终点时生成强酸弱酸盐, 溶液呈碱性, 所以最好选用酚酞溶液作指示剂, 正确; B 项, 第 1 组数据为 18.60 mL, 与其他三组相差较大, 应该舍弃, 则滴定过程中消耗的 $V_{\text{平均}}$ (邻苯二甲酸氢钾) = $\frac{17.10 \text{ mL} + 16.90 \text{ mL} + 17.00 \text{ mL}}{3} = 17.00 \text{ mL}$, 错误; C 项,

配制邻苯二甲酸氢钾溶液时, 容量瓶洗净后未经干燥处理, 该操作方法不影响配制结果, 错误; D 项, 中和滴定过程中, 盛放待测液的锥形瓶不能润洗, 否则影响滴定结果, 错误。]

8. 解析: 由化学方程式 $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$ 可知, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 消耗的 I_2 的物质的量为 $0.5cV \times 10^{-3} \text{ mol}$, 则加稀硫酸酸化反应中发生反应 $\text{NaIO}_3 + 5\text{NaI} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 的碘酸钠的物质的量为 $\frac{0.5cV \times 10^{-3}}{3} \text{ mol}$; 第一个反应 $6\text{NaOH} + 3\text{I}_2 = \text{NaIO}_3 + 5\text{NaI} + 3\text{H}_2\text{O}$ 中生成碘酸钠的总物质的量为 $\frac{n}{3} \times 10^{-3} \text{ mol}$,

则与硫脲反应的碘酸钠的物质的量为 $\frac{n}{3} \times 10^{-3} \text{ mol} - \frac{0.5cV \times 10^{-3}}{3} \text{ mol} = \frac{(n \times 10^{-3} - 0.5cV \times 10^{-3})}{3} \text{ mol}$, 则粗产品中硫脲的物质的量为 $3 \times \frac{(n \times 10^{-3} - 0.5cV \times 10^{-3})}{3} \text{ mol} \times \frac{100 \text{ mL}}{25 \text{ mL}} = 4(n - 0.5cV) \times 10^{-3} \text{ mol}$, 质量为 $4(n - 0.5cV) \times 10^{-3} \text{ mol} \times 76 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = (0.304n - 0.152cV) \text{ g}$, 质量分数 = $\frac{(0.304n - 0.152cV) \text{ g}}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{(152n - 76cV)}{5m} \%$; 若滴定时加入稀硫酸的量不足, IO_3^- 转化不完全, 导致所消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的体积减小, 所测硫脲的质量分数偏高。

答案: $\frac{(152n - 76cV)}{5m} \%$ 偏高

9. 解析: (1) CuCl 具有还原性, FeCl_3 具有氧化性, 两者发生氧化还原反应的离子方程式为 $\text{CuCl} + \text{Fe}^{3+} = \text{Cu}^{2+} + \text{Cl}^- + \text{Fe}^{2+}$; 滴定时发生的反应为 $6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ = 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$, 可得关系式 $6\text{CuCl} \sim 6\text{Fe}^{2+} \sim \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, 则产品中 CuCl 的质量分数为

$$\frac{6 \times 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.025 \text{ L} \times \frac{250 \text{ mL}}{25 \text{ mL}} \times 99.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{3.00 \text{ g}} \times$$

$100\% = 99.5\%$ 。(2) 锥形瓶水洗后误用稀硫酸润洗 2~3 次, 不影响溶质物质的量, 对滴定结果无影响, A 不选; 配制标准溶液时仰视定容, 则标准溶液浓度偏低, 滴定时消耗更多的标准溶液, 测定结果偏大, B 选; 盛装标准溶液的滴定管水洗后没有润洗, 相当于稀释标准溶液, 滴定时消耗更多的标准溶液, 测定结果偏大, C 选。

答案: (1) 99.5%

(2) BC

阶段精准补漏(十二)

1. 解析: (1) 由题图中仪器构造特点可知, 仪器①的名称是圆底烧瓶, 仪器②的名称是球形冷凝管。(2) 由于 S 难溶于水, 微溶于乙醇, 故步骤 I 中, 乙醇的作用是作溶剂, 溶解硫黄。(3) 由于过氧化氢能将乙醇氧化, 干扰后续滴定, 故步骤 I 中, 样品完全溶解后必须蒸馏除去乙醇。(4) 由于水浴加热不能持续保持 100°C , 故步骤 II 中不宜采用水浴加热。步骤 II 结束后, 若要检验反应后溶液中的 SO_4^{2-} , 实验操作是取少量溶液于试管中, 先加入盐酸酸化, 再加入氯化钡溶液, 若有白色沉淀生成, 则溶液中含有 SO_4^{2-} , 反之不含 SO_4^{2-} 。(5) 步骤 III 中是用 HCl 标准溶液滴定溶液中过量的碱, 指示剂为甲基橙, 故判断滴定达到终点的现象为加入最后半滴 HCl 标准溶液, 溶液恰好由黄色变为橙色, 且半分钟内颜色不变。(6) 不加入硫黄进行步骤 I、II、III 做空白实验, 消耗 HCl 标准溶液体积为 $V_3 \text{ mL}$, 由此可知, 起始加入的 $n(\text{KOH}) = cV_3 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 。加入硫黄进行步骤 I、II、III 操作, 用 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 标准溶液滴定至终点, 消耗 HCl 标准溶液体积为 $V_2 \text{ mL}$, 由此可知, 与 S 反应后剩余的 KOH 的物质的量为

$cV_2 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 故与单质硫反应消耗的 KOH 的物质的量为 $c(V_3 - V_2) \times 10^{-3} \text{ mol}$, 结合题中所给的离子方程式可知, 样品中硫的物质的量为 $\frac{c(V_3 - V_2) \times 10^{-3}}{2} \text{ mol}$, 故单次样品测定中硫的质量分数可表示为 $\frac{16c(V_3 - V_2) \times 10^{-3}}{m} \times 100\%$ 。

答案: (1) 圆底烧瓶 球形冷凝管

(2) 作溶剂, 溶解硫黄

(3) 防止乙醇被过氧化氢氧化, 干扰后续滴定

(4) 水浴加热不能持续保持 100°C 取少量溶液于试管中, 先加入盐酸酸化, 再加入氯化钡溶液, 若有白色沉淀生成, 则溶液中含有 SO_4^{2-} , 反之不含 SO_4^{2-}

(5) 加入最后半滴 HCl 标准溶液, 溶液恰好由黄色变为橙色, 且半分钟内颜色不变

(6) $\frac{16c(V_3 - V_2) \times 10^{-3}}{m} \times 100\%$

2. 解析: (1) 用固体试剂配制溶液时, 需要用烧杯溶解, 用玻璃棒搅拌。(2) 将碳酸氢铵研细后加入溶液中, 可以加快 NH_4HCO_3 的溶解速率。(3) 用 CO_2 和 NH_3 制备纯碱时, NH_3 是有毒气体, 会污染空气, 且操作复杂, 用 NH_4HCO_3 代替 CO_2 和 NH_3 制备纯碱, 原料更易获得, 污染小, 且由实验步骤知, 操作简单。(4) i. 由反应: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$, $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{CO}_2 \uparrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 知, 若产品为纯净的碳酸钠, 到达两个滴定终点时消耗的盐酸的量相等, a 正确; 若产品为 NaHCO_3 , 则只有 1 个滴定终点, b 错误; 若产品为 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 的混合物, 则 $V_2 > V_1$, c 错误; 若产品为 Na_2CO_3 和 NaOH 的混合物, 则有 3 个滴定终点, d 错误。ii. 达到第一个滴定终点前, 盐酸局部过浓, 说明相对第一个滴定终点, 滴加盐酸偏多, 故 $V'_1 > V_1$ 。

答案: (1) 烧杯、玻璃棒

(2) 加快 NH_4HCO_3 的溶解速率

(3) 原料易得、操作简单、污染小

(4) i. a ii. >

3. 解析: 由题中信息可知, 利用“燃烧-碘酸钾滴定法”测定钢铁中硫含量的实验中, 将氧气经干燥、净化后通入管式炉中将钢铁中硫氧化为 SO_2 , 然后将生成的 SO_2 导入碘液中吸收, 通过消耗 KIO_3 碱性标准溶液的体积来测定钢铁中硫的含量。

(1) 装置 B 和 C 的作用是充分干燥 O_2 , 浓硫酸具有吸水性, 常用于干燥某些气体, 因此 B 中的试剂为浓硫酸。装置 F 中通气管末端多孔玻璃泡内置一密度小于水的磨砂浮子, 其目的是防止倒吸, 因为磨砂浮子的密度小于水, 若球泡内水面上升, 磨砂浮子也随之上升, 磨砂浮子可以作为一个磨砂玻璃塞将导气管的出气口堵塞上, 从而防止倒吸。

(2) 若装置 D 中瓷舟未加盖, 燃烧时产生的粉尘中含有铁的氧化物, 铁的氧化物能催化 SO_2 的氧化反应从而促进 SO_3 的生成, 因此, 粉尘在该过程中的作用是作催化剂; 若装置 E 冷却气体不充分, 则通入 F 的气体温度过高, 可能导致部分 I_2 升华, 这样就要消耗更多 KIO_3 碱性标准溶液, 从而可能导致测定结果偏大; 若滴定过程中, 有少量 IO_3^- 不经 I_2 直接将 SO_2 氧化成 H_2SO_4 , 从得失电子守恒的角度分析, IO_3^- 得到 e^- 被还原为 I^- , 仍能得到关系式: $3\text{S} \sim 3\text{SO}_2 \sim \text{KIO}_3$, 测定结果会不变。

答案: (1) 浓硫酸 防止倒吸

(2) 作催化剂 通入 F 的气体温度过高, 导致部分 I_2 升华, 从而消耗更多的 KIO_3 碱性标准溶液 不变

学案分层作业(四十)

1. D 2. C 3. D

4. (1) 相等

(2) 草木灰中 CO_3^{2-} 与铵态氮肥中的 NH_4^+ 发生相互促进的水解反应生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解放出 NH_3

(3) ①促使 SbCl_3 水解生成 Sb_2O_3 的平衡向右移动 ②将 SbCl_3 溶于较浓的盐酸中, 并用水稀释至所需浓度

5. (1) 海水中的 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 水解呈碱性, $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$, $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$

(2) 升高 水解为吸热过程, 升温促进水解, $c(\text{OH}^-)$ 增大, pH 升高

6. (1) $\text{SOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{HCl}$

(2) AlCl_3 溶液直接蒸干, AlCl_3 水解生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 HCl, HCl 挥发, 得到 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 灼烧 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 得到 Al_2O_3 ; 而 SOCl_2 与 $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 混合加热, SOCl_2 与 H_2O 反应生成的 HCl 抑制了 AlCl_3 的水解

7. C [向 $\text{HOOCCH}_2\text{NH}_3\text{Cl}$ 溶液中加入氢氧化钠固体时, 溶液 pH 增大, 溶液中 $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH}$ 浓度减小, $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-$ 浓度先增大后减小, $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$ 浓度先不变后增大, 则曲线 a 代表 $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH}$ 、曲线 b 代表 $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-$ 、曲线 c 代表 $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$; 由图可知, 溶液 pH 为 2.4 时, 溶液中 $c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH}) = c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-)$, 则电离常数 $K_{a1} = \frac{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH})} = c(\text{H}^+) = 10^{-2.4}$, 同理可知, $K_{a2} = 10^{-9.6}$ 。曲线 a 代表 $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH}$ 、曲线 b 代表 $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-$ 、曲线 c 代表 $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$, A 正确; 电离常数 $K_{a1} = 10^{-2.4} \approx 4 \times 10^{-3}$, 则电离常数的数量级为 10^{-3} , B 正确; n 点溶液中存在电荷守恒关系: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH}) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-)$, 存在物料守恒关系: $c(\text{Cl}^-) = c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH}) + c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-) + c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-)$, 由分析可知, n 点溶液中 $c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH}) = c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-)$, 整合可得: $2c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) - c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH}) + c(\text{Na}^+)$, C 错误; 由图可知, pH = 7 时, 溶液中 $c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-)$ 最大, $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-$ 的水解常数 $K_h = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{10^{-2.4}} = 10^{-11.6} < K_{a2}$, 则 $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-$ 在溶液中的电离程度大于水解程度, 溶液中 $c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-)$ 大于 $c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH})$, 所以离子浓度的大小顺序为 $c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-) > c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-) > c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH})$, D 正确。]

8. B [CO_3^{2-} 的水解程度大于 HCO_3^- 的水解程度, HCO_3^- 的水解程度大于其电离程度, 所以溶液中 $c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-)$, A 项正确; $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离程度大于 NH_4^+ 的水解程度, 溶液中 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) < c(\text{Cl}^-)$, 根据电荷守恒, 溶液中 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$, 可知 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{OH}^-)$, B 项错误; CH_3COOH 的电离程度大于 CH_3COO^- 的水解程度, 则溶液中 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{H}^+)$, C 项正确; 根据电荷守恒有 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$, 根据元素守恒有 $2c(\text{Na}^+) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$, 联立上述两式得 $c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = c(\text{Na}^+) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)$, D 项正确。]

9. 解析: (1) 只存在 OH^- 、 H^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^- 四种离子的溶液, 可能为氯化铵溶液、氯化铵和盐酸的混合溶液或氯化铵和氨水的混合溶液; ①若溶液中只溶解了一种溶质, 则该溶质是氯化铵, 因铵根离子水解, 溶液显酸性, 则离子浓度为 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$; ②若上述关系中 C 是正确的, 则 $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Cl}^-)$, 所以溶液中除含有 NH_4Cl 外, 还必须含有 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。若上述关系中 D 是正确的, $c(\text{Cl}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-)$, 则说明溶液中

含有 NH_4Cl 和 HCl 。

(2) 根据水解常数表达式判断实验步骤的目的, 步骤 I 是测滴入甲基橙的 NaR 溶液的浓度 c_0 , 步骤 II 是测定 45°C 纯水的 pH , 并根据测得的 pH 数据计算 45°C 时水的离子积。步骤 III 是测定 45°C 下该 NaR 溶液的 pH , 并根据水的离子积计算其溶液中 OH^- 的浓度。 45°C 纯水的 $K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = c^2(\text{H}^+) = 10^{-2x}$, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaR 溶液中 $c(\text{OH}^-) = \frac{10^{-2x}}{10^{-y}} = 10^{(y-2x)} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c_0 = \frac{0.1V}{20} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 代入公式 $K_h = \frac{10^{2(y-2x)}}{\frac{0.1V}{20} - 10^{(y-2x)}} = \frac{10^{2(y-2x)}}{5 \times 10^{-3}V - 10^{(y-2x)}}$ 。

答案: (1) ① NH_4Cl A ② NH_4Cl 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ NH_4Cl 和 HCl

(2) $\frac{10^{2(y-2x)}}{5 \times 10^{-3}V - 10^{(y-2x)}}$ 增大 增大

学案分层作业(四十一)

1. B [常温下, 随 pH 增大(碱性增强): $c(\text{OH}^-)$ 增大, $-\lg c(\text{OH}^-)$ 减小; $c(\text{H}^+)$ 减小, $-\lg c(\text{H}^+)$ 增大; $c(\text{ClO}^-)$ 增大, $-\lg c(\text{ClO}^-)$ 减小; $c(\text{HClO})$ 减小, $-\lg c(\text{HClO})$ 增大。且 $-\lg c(\text{H}^+) = \text{pH}$, $-\lg c(\text{OH}^-) = 14 - \text{pH}$, 均呈直线关系, 因此 I 代表 H^+ , II 代表 ClO^- , III 代表 HClO , IV 代表 OH^- , A 正确; 根据电荷守恒, 溶液中存在: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{ClO}^-) + c(\text{OH}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$, 且 p 点 $c(\text{H}^+) = c(\text{ClO}^-)$, 整理得: $c(\text{Na}^+) = c(\text{OH}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$, 则 $c(\text{Na}^+) > 2c(\text{SO}_4^{2-})$, B 错误; 对于 n 点存在 $c(\text{HClO}) = c(\text{ClO}^-)$, $K_a(\text{HClO}) = \frac{c(\text{ClO}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{HClO})} = c(\text{H}^+) = 10^{-7.6}$, C 正确; m 点存在 $c(\text{OH}^-) = c(\text{HClO})$, 则 $c(\text{ClO}^-) = \frac{K_a c(\text{HClO})}{c(\text{H}^+)} = \frac{K_a c(\text{OH}^-)}{c(\text{H}^+)} = \frac{K_a K_w}{c^2(\text{H}^+)} = \frac{10^{-7.6} \times 10^{-14}}{10^{-9.5 \times 2}} = 10^{-2.6}$, $\lg c(\text{ClO}^-) = -2.6$, D 正确。]
2. C [H_3A 为有机三元弱酸, 与氢氧化钠溶液反应时, 溶液的 pH 越小, H_3A 的分布分数越大, 溶液的 pH 越大, A^{3-} 的分布分数越大, 则曲线 1、2、3、4 分别代表 H_3A 、 H_2A^- 、 HA^{2-} 、 A^{3-} 的分布分数, 由图可知, 溶液中 H_3A 、 H_2A^- 的浓度相等时, 溶液 pH 为 2.1, 则电离常数 $K_{a1}(\text{H}_3\text{A}) = \frac{c(\text{H}_2\text{A}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_3\text{A})} = c(\text{H}^+) = 10^{-2.1}$, 同理可知, $K_{a2}(\text{H}_3\text{A}) = 10^{-7.2}$ 、 $K_{a3}(\text{H}_3\text{A}) = 10^{-12.3}$ 。由上述分析可知, A、B 错误; 反应的平衡常数 $K = \frac{c^2(\text{H}_2\text{A}^-)}{c(\text{H}_3\text{A}) \cdot c(\text{HA}^{2-})} = \frac{c^2(\text{H}_2\text{A}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_3\text{A}) \cdot c(\text{HA}^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} = \frac{10^{-2.1}}{10^{-7.2}} = 10^{5.1}$, C 正确; 由电离常数可知, HA^{2-} 的水解常数 $K_h = \frac{K_w}{K_{a2}} = \frac{10^{-14}}{10^{-7.2}} > K_{a3}$, 则 HA^{2-} 的水解程度大于电离程度, Na_2HA 溶液呈碱性, H_2A^- 的水解常数 $K_h = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{10^{-2.1}} < K_{a2}$, 则 H_2A^- 的电离程度大于水解程度, NaH_2A 溶液呈酸性, D 错误。]
3. D [由题图可知, 随着 $\frac{n(\text{NaOH})}{n(\text{H}_2\text{A})}$ 增大, H_2A 逐渐转化为 HA^- , 再转化为 A^{2-} , 所以曲线 I 表示 H_2A 的分布分数 $\delta(\text{H}_2\text{A})$, 曲线 II 表示 HA^- 的分布分数 $\delta(\text{HA}^-)$, 曲线 III 表示 A^{2-} 的分布分数 $\delta(\text{A}^{2-})$, B 错误; 当 $\frac{n(\text{NaOH})}{n(\text{H}_2\text{A})} = 0.5$ 时, $\text{pH} \neq 7$, 即 n 不等于 7, A 错误; 当 $\frac{n(\text{NaOH})}{n(\text{H}_2\text{A})} = 1.5$ 时, 溶液中溶质为等物质的量的 NaHA 和 Na_2A , 根据电荷守恒:

$c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HA}^-) + 2c(\text{A}^{2-}) + c(\text{OH}^-)$, 元素守恒: $2c(\text{Na}^+) = 3[c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{A}^{2-})]$, 联立可得 $c(\text{HA}^-) + 3c(\text{H}_2\text{A}) + 2c(\text{H}^+) = c(\text{A}^{2-}) + 2c(\text{OH}^-)$, 整理可得 $c(\text{A}^{2-}) = c(\text{HA}^-) + 3c(\text{H}_2\text{A}) + 2c(\text{H}^+) - 2c(\text{OH}^-)$, 此时溶液呈酸性, $\text{pH} < 7$, $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$, $2c(\text{H}^+) - 2c(\text{OH}^-) > 0$, 所以 $c(\text{A}^{2-}) > 3c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{HA}^-)$, C 错误; 当 $\frac{n(\text{NaOH})}{n(\text{H}_2\text{A})} = 2$ 时, 溶质为 Na_2A , 此时 $\delta(\text{A}^{2-})$ 大于 0.75, $\delta(\text{H}_2\text{A}) + \delta(\text{HA}^-)$ 小于 0.25, 所以 $\frac{c(\text{A}^{2-})}{c(\text{HA}^-) + c(\text{H}_2\text{A})} > 3$, D 正确。]

阶段精准补漏(十三)

1. B [NaH_2PO_4 电离产生 Na^+ 和 H_2PO_4^- , 而 H_2PO_4^- 既发生水解又发生电离, 故溶液中浓度最大的离子是 Na^+ , A 错误; 根据磷元素守恒可知, 溶液中含磷粒子的总浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则有 $c(\text{H}_3\text{PO}_4) + c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + c(\text{HPO}_4^{2-}) + c(\text{PO}_4^{3-}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 正确; 根据电荷守恒可得 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + 2c(\text{HPO}_4^{2-}) + 3c(\text{PO}_4^{3-}) + c(\text{OH}^-)$, C 错误; 磷酸的第二步电离为 $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$, 故电离平衡常数表达式为 $K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HPO}_4^{2-})}{c(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}$, D 错误。]
2. B [H_2A 是一种二元酸, 随着 pH 增大, $c(\text{H}_2\text{A})$ 逐渐减小, $c(\text{HA}^-)$ 先增大后减小, $c(\text{A}^{2-})$ 逐渐增大; 含 $\text{MA}(\text{s})$ 的 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{A}$ 溶液中, 随着 pH 增大, $\text{A}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA}^- + \text{OH}^-$ 向逆反应方向移动, $c(\text{A}^{2-})$ 逐渐增大, 导致 $\text{MA}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{M}^{2+}(\text{aq}) + \text{A}^{2-}(\text{aq})$ 向逆反应方向移动, $c(\text{M}^{2+})$ 逐渐减小, 但由于平衡移动的程度不大, 因此 $c(\text{M}^{2+})$ 变化不大; 据此可得曲线①表示 $\lg[c(\text{A}^{2-})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]$ 与 pH 的关系, 曲线②表示 $\lg[c(\text{HA}^-)/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]$ 与 pH 的关系, 曲线③表示 $\lg[c(\text{M}^{2+})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]$ 与 pH 的关系, 曲线④表示 $\lg[c(\text{H}_2\text{A})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]$ 与 pH 的关系。由上述分析可知, A 错误; 由曲线可得, $K_{a1}(\text{H}_2\text{A}) \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{A}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HA}^-)}{c(\text{H}_2\text{A})} \times \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^{2-})}{c(\text{HA}^-)} = \frac{c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{A})} = (10^{-2.73})^2 = 10^{-5.46}$, (i) 中 $\text{pH} = 2.00$ 时, $\frac{c(\text{A}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{A})} = \frac{10^{-5.46}}{c^2(\text{H}^+)} = \frac{10^{-5.46}}{10^{-4}} = 10^{-1.46}$, B 正确; $K_{sp}(\text{MA}) = c(\text{M}^{2+}) \cdot c(\text{A}^{2-})$, 由题图可知, $\text{pH} = 2.73$ 时, $c(\text{A}^{2-}) = 10^{-2.49} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{M}^{2+}) = 10^{-4.30} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $K_{sp}(\text{MA}) = c(\text{M}^{2+}) \cdot c(\text{A}^{2-}) = 10^{-4.30} \times 10^{-2.49} = 10^{-6.79}$, 因此 $\text{p}K_{sp}(\text{MA}) = 6.79$, C 错误; (ii) 中增加 $\text{MA}(\text{s})$, $\text{MA}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{M}^{2+}(\text{aq}) + \text{A}^{2-}(\text{aq})$ 平衡不移动, $c(\text{A}^{2-})$ 不变, 则 $c(\text{H}_2\text{A})$ 、 $c(\text{HA}^-)$ 均不变, 因此平衡后溶液中 H_2A 、 HA^- 、 A^{2-} 浓度之和不变, D 错误。]
3. D [该反应的 $K = \frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{HCO}_3^-)} = \frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_w}{K_{a1}} \approx 2.2 \times 10^{-8}$, A 项正确; 该反应的 $K = \frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})}{c^2(\text{HCO}_3^-)} = \frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c^2(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_{a2}}{K_{a1}} \approx 1.0 \times 10^{-4}$, B 项正确; 该反应的 $K = \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{Ca}^{2+})} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_{a2}}{K_{sp}(\text{CaCO}_3)} \approx 1.4 \times 10^{-2}$, C 项正确; $c(\text{H}_2\text{CO}_3) = \frac{c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{H}^+)}{K_{a1}}$ ①, $c(\text{CO}_3^{2-})$

$$= \frac{c(\text{HCO}_3^-) \cdot K_{a2}}{c(\text{H}^+)} \text{ ②}, c(\text{OH}^-) = \frac{K_w}{c(\text{H}^+)} \text{ ③}, c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) = c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-}), \text{将①②③代入得 } c^2(\text{H}^+) = \frac{K_{a1}[K_{a2}c(\text{HCO}_3^-) + K_w]}{K_{a1} + c(\text{HCO}_3^-)}, \text{D项错误。}]$$

4. C [HL²⁻与L³⁻间存在平衡: HL²⁻ ⇌ H⁺ + L³⁻, 故随溶液 pH 升高, lg c(L³⁻) 逐渐增大, 故曲线 I 代表 lg c(HL²⁻) 变化关系, 曲线 II 代表 lg c(L³⁻) 变化关系。结合上述分析知, 随 pH 升高, c(L³⁻) 增大, 故 Cu²⁺ 依次转化为 [CuL]⁻、[CuL₂]⁴⁻, 故曲线 III、IV、V 依次代表 δ(Cu²⁺)、δ([CuL]⁻)、δ([CuL₂]⁴⁻) 的变化曲线。由题图可知, 曲线 III 与曲线 IV 交点处 δ(Cu²⁺) = δ([CuL]⁻), 即 c(Cu²⁺) = c([CuL]⁻), 此时 lg c(L³⁻) = -9.4, c(L³⁻) = 10^{-9.4} mol · L⁻¹, 故 $K = \frac{c([\text{CuL}]^-)}{c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c(\text{L}^{3-})} = \frac{1}{10^{-9.4}} = 10^{9.4}$, A 正确; 曲线 I 和曲线 II 的交点处 c(L³⁻) = c(HL²⁻), 此时 pH = 11.6, 即 c(H⁺) = 10^{-11.6} mol · L⁻¹, 故 $K = \frac{c(\text{L}^{3-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HL}^{2-})} = 10^{-11.6}$, B 正确; 由题图可知, a 点处 c(HL²⁻) = 0.100 mol · L⁻¹, 且存在 c(Cu²⁺) = c([CuL₂]⁴⁻), [CuL]⁻ + L³⁻ ⇌ [CuL₂]⁴⁻ K', 代入 $K \cdot K' = \frac{c([\text{CuL}]^-)}{c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c(\text{L}^{3-})} \times \frac{c([\text{CuL}_2]^{4-})}{c([\text{CuL}]^-) \cdot c(\text{L}^{3-})} = \frac{1}{c^2(\text{L}^{3-})} = 10^{9.4} \times 10^{7.2} = 10^{16.6}$, 解得 c(L³⁻) = 10^{-8.3} mol · L⁻¹, 代入 $K = \frac{c(\text{L}^{3-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HL}^{2-})} = 10^{-11.6}$, 得 c(H⁺) = 10^{-4.3} mol · L⁻¹, 即 pH = 4.3, C 错误; pH = 6.4 时, c(HL²⁻) 约为 0.1 mol · L⁻¹, 结合 HL²⁻ ⇌ H⁺ + L³⁻ K = 10^{-11.6}, 故 c(L³⁻) ≈ 10^{-6.2} mol · L⁻¹, c([CuL₂]⁴⁻) = 0.90 × 0.002 mol · L⁻¹ = 1.8 × 10⁻³ mol · L⁻¹, c([CuL]⁻) = 0.09 × 0.002 mol · L⁻¹ = 1.8 × 10⁻⁴ mol · L⁻¹, 故 c(HL²⁻) > c([CuL₂]⁴⁻) > c([CuL]⁻) > c(L³⁻), D 正确。]

5. C [在溶液中存在平衡: CH₃COOH ⇌ CH₃COO⁻ + H⁺ ①、Ag⁺ + CH₃COO⁻ ⇌ CH₃COOAg(aq) ②, Ag⁺ 的水解平衡: Ag⁺ + H₂O ⇌ AgOH + H⁺ ③, 随着 pH 的增大, c(H⁺) 减小, CH₃COOH ⇌ CH₃COO⁻ + H⁺ 的平衡正向移动, CH₃COOH 的摩尔分数减小, CH₃COO⁻ 的摩尔分数增大, c(CH₃COO⁻) 增大, Ag⁺ + CH₃COO⁻ ⇌ CH₃COOAg(aq) 的平衡正向移动, c(CH₃COOAg) 增大, 但当 pH 增大至一定程度时, 由于 c(OH⁻) 较大, Ag⁺ 部分转化为沉淀, c(Ag⁺) 减小, Ag⁺ + CH₃COO⁻ ⇌ CH₃COOAg(aq) 的平衡逆向移动, c(CH₃COOAg) 减小, c(CH₃COO⁻) 增大, 故线 I 表示 CH₃COOH 的摩尔分数随 pH 变化的关系, 线 II 表示 CH₃COO⁻ 的摩尔分数随 pH 变化的关系, 线 III 表示 CH₃COOAg 随 pH 变化的关系。根据分析, 线 II 表示 CH₃COO⁻ 的变化情况, A 项错误; 由题图可知, 当 c(CH₃COOH) = c(CH₃COO⁻) 时 (即线 I 和线 II 的交点), 溶液的 pH = m, 则 CH₃COOH 的电离平衡常数 K_a = $\frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = 10^{-m}$, B 项错误; pH = n 时, $\frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = 10^{-m}$, c(CH₃COO⁻) = $\frac{10^{-m} \times c(\text{CH}_3\text{COOH})}{c(\text{H}^+)}$ = 10^{n-m} × c(CH₃COOH), Ag⁺ + CH₃COO⁻ ⇌ CH₃COOAg(aq) 的 K = $\frac{c(\text{CH}_3\text{COOAg})}{c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$, c(Ag⁺) = $\frac{c(\text{CH}_3\text{COOAg})}{K \times c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$, 由题图可知 pH = n 时, c(CH₃COOH) = c(CH₃COOAg), 代入整理得 c(Ag⁺) = $\frac{10^{m-n}}{K}$ mol · L⁻¹, C 项正确; 根据元素守恒,

pH = 10 时溶液中 c(Ag⁺) + c(CH₃COOAg) + c(AgOH) = 0.08 mol · L⁻¹, D 项错误。]

6. D [实验 1 所得溶液中存在电荷守恒: c(H⁺) = c(OH⁻) + c(HSO₃⁻) + 2c(SO₃²⁻) > c(HSO₃⁻) + c(SO₃²⁻), A 错误; 实验 2 所得溶液 pH = 4, 即 c(H⁺) = 10⁻⁴ mol · L⁻¹, 代入 H₂SO₃ 的二级电离常数计算式 $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{SO}_3^{2-})}{c(\text{HSO}_3^-)}$ = 6.2 × 10⁻⁸, 得 $\frac{c(\text{SO}_3^{2-})}{c(\text{HSO}_3^-)} = \frac{6.2 \times 10^{-8}}{10^{-4}} = 6.2 \times 10^{-4} < 1$, 故 c(SO₃²⁻) < c(HSO₃⁻), B 错误; NaHSO₃ 受热易分解, 且易被空气中的 O₂ 氧化, 故经过蒸干、灼烧无法得到 NaHSO₃ 固体, C 错误; SO₂ 通入酸性 KMnO₄ 溶液中发生反应: 5SO₂ + 2MnO₄⁻ + 2H₂O = 5SO₄²⁻ + 2Mn²⁺ + 4H⁺, 生成的 SO₄²⁻ 多于 Mn²⁺, 故实验 3 所得溶液中: c(SO₄²⁻) > c(Mn²⁺), D 正确。]
7. C [曲线 I 对应物质的分布分数随 pH 增大逐渐减小, pH = 0 时, 溶液呈强酸性, 故曲线 I 对应的离子为 ⁺NH₃CH₂COOH, A 正确; a 点时 c(⁺NH₃CH₂COO⁻) = c(NH₂CH₂COO⁻), K₂ = $\frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-)}{c(\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-)}$ = c(H⁺) = 10^{-9.6}, 故此时 pH = 9.6, B 正确; b 点对应溶液 pH = 6, 滴入 10 mL NaOH 溶液, 该点溶液中存在电荷守恒: c(H⁺) + c(Na⁺) + c(⁺NH₃CH₂COOH) = c(OH⁻) + c(Cl⁻) + c(NH₂CH₂COO⁻), 而 c(H⁺) > c(OH⁻)、c(Na⁺) = c(Cl⁻), 故 c(⁺NH₃CH₂COOH) < c(NH₂CH₂COO⁻), C 错误; c 点加入 20 mL NaOH 溶液, 所得溶液中溶质为 NH₂CH₂COONa, 结合质子守恒可知, 2c(⁺NH₃CH₂COOH) + c(⁺NH₃CH₂COO⁻) + c(H⁺) = c(OH⁻), D 正确。]

学案分层作业(四十二)

1. D
2. 产生的 H⁺ 与 OH⁻ 反应, 使 c(OH⁻) 减小, 平衡右移, 牙釉质溶解导致龋齿 饭后及时漱口刷牙, 减少糖的食用
3. (1) 否 BaCO₃ 溶于胃酸产生有毒的 Ba²⁺
(2) FeS + Hg²⁺ ⇌ HgS + Fe²⁺
(3) CO₃²⁻ + H₂O ⇌ HCO₃⁻ + OH⁻ 石膏与 CO₃²⁻ 反应, CO₃²⁻ 水解平衡左移, c(OH⁻) 减小, 碱性减弱
4. D [生成的硫化氢会与硝酸银反应生成硫化银沉淀, 不能确定是 AgCl 转化成了 Ag₂S, 无法判断 K_{sp}(AgCl) 与 K_{sp}(Ag₂S) 的大小, A 错误; AgNO₃ 溶液过量, KI 直接与 AgNO₃ 反应, 无法判断 K_{sp}(AgCl) 与 K_{sp}(AgI) 的大小关系, B 错误; 溶解度大的物质能转化为溶解度小的物质, AgI 悬浊液中滴入 Na₂S 溶液, 固体变黑, 说明 Ag₂S 的溶解度小于 AgI, 故 K_{sp}(Ag₂S) < K_{sp}(AgI), C 错误; 难溶的物质先沉淀出来, 说明 K_{sp}(CuS) < K_{sp}(ZnS), D 正确。]
5. C [a → b 段是建立平衡的过程, 反应还未达到平衡, 没有发生平衡移动, A 错误; b → c 段, 当电导率不变时, 向溶液中通 CO₂ 气体, CO₃²⁻ + CO₂ + H₂O = 2HCO₃⁻, c(CO₃²⁻) 减小, CaCO₃(s) ⇌ Ca²⁺(aq) + CO₃²⁻(aq) 平衡正向移动, 溶液中钙离子浓度增大, B 错误; d → e 段, 当电导率不变时, 由 K_{sp}(CaCO₃) = 3.4 × 10⁻⁹ 得 c(CO₃²⁻) = $\sqrt{3.4 \times 10^{-9}}$ mol · L⁻¹ ≈ 6.0 × 10⁻⁵ mol · L⁻¹, CO₃²⁻ 存在水解平衡, 即 CO₃²⁻ + H₂O ⇌ HCO₃⁻ + OH⁻, HCO₃⁻ + H₂O ⇌ H₂CO₃ + OH⁻, 根据 K_{a2} = 4.7 × 10⁻¹¹ 可得 $\frac{c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HCO}_3^-)} = 4.7 \times 10^{-11}$, 则碳酸根离子的水解平衡常数 K_{h1} = $\frac{c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_w}{K_{a2}} \approx 2 \times 10^{-4}$, CO₃²⁻ 以第一步水解为主, 设有 x mol · L⁻¹ 的 CO₃²⁻ 水解生成 HCO₃⁻, 列三段式有:



起始/(mol · L ⁻¹)	6.0 × 10 ⁻⁵		
转化/(mol · L ⁻¹)	x	x	x
平衡/(mol · L ⁻¹)	6.0 × 10 ⁻⁵ - x	x	x
则 $\frac{x^2}{6.0 \times 10^{-5} - x} \approx 2 \times 10^{-4}$, $x \approx 4.85 \times 10^{-5}$, 所以 $c(\text{HCO}_3^-)$			

$\approx 4.85 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{CO}_3^{2-}) \approx 1.15 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-})$, C 正确; 由题可知, $K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3) = 3.4 \times 10^{-9}$, $K_{\text{sp}}(\text{CaSO}_4) = 4.9 \times 10^{-5}$, 则 $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ 的平衡常数 $K = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)}{K_{\text{sp}}(\text{CaSO}_4)} = \frac{3.4 \times 10^{-9}}{4.9 \times 10^{-5}} \approx 6.9 \times 10^{-5}$, 故通过加入 Na_2SO_4 固体不可实现 CaCO_3 向 CaSO_4 的有效转化, D 错误。]

6. B [镍镉矿浆化, 然后通入氧气加入稀硫酸进行酸浸, 硫化镍和金属氧化物溶于稀硫酸得到硫酸盐, 二氧化硅不反应, PbSO_4 不溶, 过滤得到含有 S 单质、二氧化硅、硫酸铅的滤渣 I 和滤液; 向滤液中加入 X 调节 pH, 将溶液中铁离子转化为氢氧化铁沉淀, X 可以是碳酸镍或氧化镍等, 过滤得到含有氢氧化铁的滤渣 II 和滤液; 结合题目所给氧化性及过程中尽量不引入杂质, 可向滤液中加入 Y(镍), 置换出铜离子, 过滤得到含有铜、镍的金属 A 和硫酸镍、硫酸镉的滤液; 滤液经电解、过滤得到含有镉和镍的固体和稀硫酸; 向固体中通入一氧化碳气化合分离得到 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 和镉; $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 受热分解得到镍以及 CO。滤渣 I 中含有二氧化硅、硫酸铅和硫单质, B 错误。]

7. (1) 对于溶解平衡 $\text{BaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$, H^+ 不能减少 Ba^{2+} 或 SO_4^{2-} 的浓度, 平衡不能向溶解的方向移动 2×10^{-10}

(2) ① $\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

② CaSO_4 存在沉淀溶解平衡, 加入 Na_2CO_3 溶液后, CO_3^{2-} 与 Ca^{2+} 结合生成更难溶的 CaCO_3 沉淀, Ca^{2+} 浓度减小, 使 CaSO_4 的沉淀溶解平衡向溶解的方向移动

(3) >

学案分层作业(四十三)

1. B [pH = 5 时, $c(\text{H}^+) = 10^{-5.0} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{OH}^-) = 10^{-9.0} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $-\lg c = 3.2$, 则 $c([\text{Cr}(\text{OH})_4]^-) + c(\text{Cr}^{3+}) = 10^{-3.2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由 $\text{Cr}(\text{OH})_3(\text{s}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Cr}(\text{OH})_4]^- (\text{aq})$, $K = \frac{c([\text{Cr}(\text{OH})_4]^-)}{c(\text{OH}^-)}$ 知, $c([\text{Cr}(\text{OH})_4]^-) = K \times c(\text{OH}^-) = 10^{-0.4} \times 10^{-9.0} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-9.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $c(\text{Cr}^{3+}) = 10^{-3.2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 10^{-9.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 10^{-3.2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; 由 $\text{Cr}(\text{OH})_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{OH}^-(\text{aq})$ 知, $K_{\text{sp}} = c(\text{Cr}^{3+}) \times c^3(\text{OH}^-) = 10^{-3.2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times (10^{-9.0} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})^3 = 10^{-30.2}$; pH 在 5 至 6.7 之间, 铬元素主要以 Cr^{3+} 和 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 形式存在, pH 大于 6.7 时, 主要以 $[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$ 和 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 形式存在。 Cr^{3+} 水解会促进水电离, 由 M 到 P 点 $-\lg c$ 增大, 则 $c(\text{Cr}^{3+})$ 减小, 对水电离的促进程度减弱, A 错误; pH = 6.7 时, $c(\text{H}^+) = 10^{-6.7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{OH}^-) = 10^{-7.3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据 K_{sp} 计算得 $c(\text{Cr}^{3+}) = \frac{K_{\text{sp}}}{c^3(\text{OH}^-)} = \frac{10^{-30.2}}{(10^{-7.3})^3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-8.3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据 K 计算得 $c([\text{Cr}(\text{OH})_4]^-) = K \times c(\text{OH}^-) = 10^{-0.4} \times 10^{-7.3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-7.7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Cr}^{3+}) < c([\text{Cr}(\text{OH})_4]^-)$, B 正确; P 点和 Q 点的 $-\lg c$ 相同, 说明溶液中可溶性含铬微粒的总浓度相同, 在铬元素总物质的量不变的情况下, 沉淀的 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 的物质的量也相同, 因此两点沉淀质量相等, C 错误; 若是溶液中只有含铬物质, 则 Q 点: $3c(\text{Cr}^{3+}) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c([\text{Cr}(\text{OH})_4]^-)$, 题目中未强调溶液中只含有含铬物质, 并且调节 pH 时引入了其它离子, 所以该电荷守恒不正确, D 错误。]

2. B [碘化银溶解是吸热的, 温度越高电离出的离子越多, 图

像中 $c(\text{I}^-)$: $a > b$, 故 $T > 20^\circ\text{C}$, A 错误; K_{sp} 只受温度影响, 在相同温度下, 曲线上的各点溶度积相同, 温度越高, 溶度积越大, 因此, AgI 的溶度积 $K_{\text{sp}}(\text{AgI})$: $c = d = e < f$, B 正确; 20°C 时, AgI 粉末溶于饱和 KI 溶液中, 碘化银溶解被抑制, $c(\text{Ag}^+) < 1 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C 错误; 在 d 点饱和 AgI 溶液中加入 AgNO_3 粉末, d 点沿 de 曲线向 e 点移动, D 错误。]

3. B [由溶度积可知, 硫离子浓度相同时, 硫化铜饱和溶液和铜离子浓度小于硫化锌饱和溶液中锌离子浓度, 由题图可知, 硫离子浓度相同时, 曲线 A 中阳离子的浓度小于曲线 B, 则曲线 A 表示的是硫化铜, 曲线 B 表示的是硫化锌, A 正确; 没有明确溶液中锌离子和铜离子的浓度大小, 则向含有锌离子和铜离子的溶液中逐滴加入 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫化钠溶液, 不一定是铜离子先沉淀, B 错误; 由题图可知, p 点溶液中的离子积(Q)小于硫化铜的溶度积, 由溶度积可知, p 点表示硫化铜或硫化锌的不饱和溶液, C 正确; 由题图可知, n 点和 m 点溶液中铜离子浓度相等, 向硫化铜饱和溶液中加入 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫化钠溶液时, 硫离子浓度增大, 铜离子浓度减小, 所以不可能实现 n 点到 m 点的转换, D 正确。]

4. C [硫酸是强酸, 溶液 pH 变化, 溶液中硫酸根离子浓度几乎不变, 则含硫酸铅固体的硫酸钠溶液中铅离子的浓度几乎不变, 所以曲线 ① ② 表示含 $\text{PbSO}_4(\text{s})$ 的 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2SO_4 溶液的变化曲线; 当 pH 相同时, 溶液中硫酸根离子浓度越大, 铅离子浓度越小, 所以曲线 ① 代表含硫酸铅固体的 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸钠溶液的变化曲线, 曲线 ② 代表含硫酸铅固体的 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸钠溶液的变化曲线; 碳酸是弱酸, 溶液 pH 越小, 溶液中碳酸根离子浓度越小, 铅离子浓度越大, pH 相同时, $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 碳酸钠溶液中碳酸根离子浓度较大, 则曲线 ③ 表示含碳酸铅固体的 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 碳酸钠溶液的变化曲线, 曲线 ④ 表示含碳酸铅固体的 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 碳酸钠溶液的变化曲线。硫酸铅的溶度积 $K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4) = 10^{-6.6} \times 0.1 = 10^{-7.6}$, 温度不变, 溶度积不变, 则曲线 ② $K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4) = 10^{-x} \times 1 = 10^{-7.6}$, 则 $x = 7.6$, A 错误、B 错误; 反应 $\text{PbSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 的平衡常数 $K = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{c(\text{SO}_4^{2-}) \cdot c(\text{Pb}^{2+})}{c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{Pb}^{2+})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4)}{K_{\text{sp}}(\text{PbCO}_3)} = \frac{10^{-7.6}}{10^{-10}} = 10^{2.4} < 10^5$, 则该反应不能完全转化, C 正确; 碳酸是弱酸, 溶液 pH 越小, 溶液中碳酸根离子浓度越小, 溶液 pH 越大, 溶液中碳酸根离子浓度越大, 当碳酸根离子浓度增大到一定程度时, 就会与铅离子生成碳酸铅沉淀, 所以沉淀发生转化与溶液 pH 有关, D 错误。]

5. C [$c(\text{H}_2\text{S})$ 保持 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 不变, 温度不变, $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{S})$ 不变, 由 $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})}$ 可知, 随 pH 增大, $c(\text{H}^+)$ 减小, $c(\text{HS}^-)$ 增大, 即 $\text{pc}(\text{HS}^-)$ 减小, 同理可知随 pH 增大, $\text{pc}(\text{S}^{2-})$ 减小; 由 $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{S}) > K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{S})$ 可知, 酸性条件下 $c(\text{HS}^-) > c(\text{S}^{2-})$, 即 $\text{pc}(\text{HS}^-) < \text{pc}(\text{S}^{2-})$, 曲线 a、b 分别代表 $\text{pc}(\text{HS}^-)$ 、 $\text{pc}(\text{S}^{2-})$ 与 pH 的变化关系。分别将曲线 c、d 与曲线 b 交点的数值代入 $K_{\text{sp}}(\text{MS}) = c(\text{M}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})$ 的表达式(MS 与 YS 的溶度积表达式类型相同), 可得溶度积分别为 $10^{-27.2}$ 与 $10^{-35.2}$, 已知 $K_{\text{sp}}(\text{MS}) > K_{\text{sp}}(\text{YS})$, 则曲线 c、d 分别代表 $\text{pc}(\text{M}^{2+})$ 、 $\text{pc}(\text{Y}^{2+})$ 与 pH 的变化关系。由上述分析可知, A、B 错误; 将点 (6.9, 0.9) 代入 $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})}$ 中, 得 $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{10^{-0.9} \times 10^{-6.9}}{0.1} = 10^{-6.8}$, 该点 $c(\text{HS}^-) = c(\text{M}^{2+}) = 10^{-6.9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 利用 $K_{\text{sp}}(\text{MS})$ 算得该点的 $c(\text{S}^{2-})$, $c(\text{S}^{2-}) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{MS})}{c(\text{M}^{2+})} = \frac{10^{-27.2}}{10^{-6.9}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-20.3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{HS}^-)} = \frac{10^{-0.9} \times 10^{-20.3}}{10^{-6.9}} = 10^{-14.3}$, C 正确; 曲线 a、

b 分别代表 $\text{pc}(\text{HS}^-)$ 、 $\text{pc}(\text{S}^{2-})$ 与 pH 的变化关系, 曲线 c 、 d 分别代表 $\text{pc}(\text{M}^{2+})$ 、 $\text{pc}(\text{Y}^{2+})$ 与 pH 的变化关系, 当 $\text{pH}=5.0$ 时, 横坐标的值 $a < b < c < d$, 故 $c(\text{HS}^-) > c(\text{S}^{2-}) > c(\text{M}^{2+}) > c(\text{Y}^{2+})$, D 错误。]

6. B $[-\lg [c(\text{X})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]]$ 随 $-\lg [c(\text{H}^+)/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]$ 增大而增大的曲线从左到右依次为 Al^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} , $-\lg [c(\text{X})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]$ 随 $-\lg [c(\text{H}^+)/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]$ 增大而减小的曲线从左到右依次为 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ 、 $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 、 $\text{Cd}(\text{OH})_4^{2-}$, L 为 $-\lg c[\text{Al}(\text{OH})_4^-]$ 与 $-\lg c(\text{H}^+)$ 的关系曲线, A 正确; 由点 (8.4, 5) 可知 $K_{\text{sp}}[\text{Zn}(\text{OH})_2] = 10^{-5} \times (10^{-5.6})^2 = 10^{-16.2}$, 根据 $c[\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}] = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, $-\lg c(\text{H}^+) = 12.4$, 知 $c(\text{OH}^-) = 10^{-1.6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $\text{Zn}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 的平衡常数 $K = \frac{c[\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}]}{c(\text{Zn}^{2+}) \cdot c^4(\text{OH}^-)} = \frac{c[\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}]}{K_{\text{sp}}[\text{Zn}(\text{OH})_2] \cdot c^2(\text{OH}^-)} = \frac{10^{-5}}{10^{-16.2} \times (10^{-1.6})^2} = 10^{14.4}$, B 错误; $\text{Al}(\text{OH})_3$ 完全溶解的 pH 小于 14.0, 而 $\text{Cd}(\text{OH})_2$ 开始溶解的 pH 为 14.0, 故调节 NaOH 溶液浓度, 通过碱浸可完全分离 $\text{Cd}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$, C 正确; 由点 (3.0, 0) 可知, $K_{\text{sp}}[\text{Al}(\text{OH})_3] = 1 \times (10^{-11})^3 = 10^{-33}$, 浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Zn^{2+} 和 Al^{3+} , Al^{3+} 完全沉淀时 $c(\text{OH}^-) = \sqrt[3]{\frac{10^{-33}}{10^{-5}}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 10^{-9.3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 此时 $\text{pH} = 4.7$, Zn^{2+} 开始沉淀时 $c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{10^{-16.2}}{0.1}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-7.6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 此时 $\text{pH} = 6.4$, 因此调节溶液 pH 为 4.7~6.4, 可将浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Zn^{2+} 和 Al^{3+} 完全分离, D 正确。]

7. A $[c(\text{Cr}^{3+}) + c[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-]$ 的总和为 c , 随着 pH 增大, 发生反应: $\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cr}(\text{OH})_3(\text{s})$, 含铬微粒总浓度下降, 随着 pH 继续增大, 发生反应: $\text{Cr}(\text{OH})_3(\text{s}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Cr}(\text{OH})_4]^- (\text{aq})$, 含铬微粒总浓度上升, 据此解答。M 点时, $c(\text{OH}^-) = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $K = \frac{c([\text{Cr}(\text{OH})_4]^-)}{c(\text{OH}^-)} = 10^{-0.4}$, $c([\text{Cr}(\text{OH})_4]^-) = 10^{-9.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 几乎可以忽略不计, 含 Cr 微粒主要为 Cr^{3+} , $K_{\text{sp}} = c(\text{Cr}^{3+}) \cdot c^3(\text{OH}^-) = 10^{-3.2} \times \left(\frac{10^{-14}}{10^{-5}}\right)^3 = 10^{-30.2}$, A 正确; Cr^{3+} 恰好完全沉淀时, $c(\text{Cr}^{3+}) < 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由 K_{sp} 数据计算可知, $c(\text{OH}^-) > \sqrt[3]{\frac{10^{-30.2}}{10^{-5}}} = 10^{-8.4}$, Cr^{3+} 恰好完全沉淀的 pH 最小为 5.6, B 错误; P 和 Q 点溶液中含 Cr 微粒总和相等, 生成的 $\text{Cr}(\text{OH})_3(\text{s})$ 质量相等, 则 P 点溶液质量等于 Q 点溶液质量, C 错误; 随着 pH 的增大, $c(\text{Cr}^{3+})$ 减小, 而 $c([\text{Cr}(\text{OH})_4]^-)$ 增大, $\frac{c(\text{Cr}^{3+})}{c([\text{Cr}(\text{OH})_4]^-)}$ 的值减小, D 错误。]

学案分层作业(四十四)

1. 解析: 有机净化钴渣的主要成分为螯合物, 经过酸洗后, 螯合物 $[(\text{CH}_3)_2\text{NCSS}]_2\text{M}$ 中的 Zn 转化为离子分离出来, 酸洗液中含有 Zn^{2+} , 经过热解 Co 元素转化为 Co_3S_4 、 CoS , “氧压酸浸”工序中, Co_3S_4 中的硫转化为 +6 价, 铁元素转化为 Fe^{3+} , 浸渣为 SiO_2 , 调 pH 除去 Fe 元素, 用 HR 萃取出 Co^{2+} 进行富集, 有机层再加硫酸进行反萃取, 得到 CoSO_4 。(2) $\text{pH} = 2.5$ 时, Co 的损失率最低, 钴锌分离系数最大, 锌的浸出率最高, 因此 pH 控制在 2.5 左右; 在酸性溶液中, Zn^{2+} 先从螯合物中浸出, 说明有机螯合剂与金属螯合的能力: $\text{Co}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$ 。(5) 除去溶液中的 Fe^{3+} , 使 $c(\text{Fe}^{3+}) \leq 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据

$K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 1 \times 10^{-38}$, $c(\text{Fe}^{3+}) \cdot c^3(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-38} \leq 10^{-5} \times c^3(\text{OH}^-)$, 得出 $c(\text{OH}^-) \geq 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{H}^+) \leq 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} \geq 3$, 而 Co^{2+} 不能沉淀, $c(\text{Co}^{2+}) = 0.16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据 $K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2] = 1.6 \times 10^{-15}$, $c(\text{Co}^{2+}) \times c^2(\text{OH}^-) = 0.16 \times c^2(\text{OH}^-) = 1.6 \times 10^{-15}$, $c(\text{OH}^-) < 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{H}^+) > 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} < 7$, 故 pH 在 3~7 之间。(6) 根据萃取的原理: $\text{M}^{n+} + n\text{HR} \xrightleftharpoons[\text{反萃取}]{\text{萃取}} \text{MR}_n + n\text{H}^+$, 反萃取让平衡逆向移动, 同时最终得到 CoSO_4 , 故选择试剂 X 为 H_2SO_4 。

答案: (1) $3d^7 4s^2$

(2) 2.5 >

(3) 防止生成 SO_2 污染空气

(4) $2\text{Co}_3\text{S}_4 + 15\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 6\text{Co}^{2+} + 8\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ \quad \text{SiO}_2$

(5) 3~7

(6) H_2SO_4

2. 解析: 含镉废渣中有 Zn、Cd、Cu、Fe、Co 等五种单质, 加入稀硫酸, 只有 Cu 不溶于稀硫酸, 故所得滤渣 1 的主要成分是 Cu, 其他元素转化为 +2 价离子; 加入铁粉, 置换出单质钴, 故滤渣 2 是钴单质; 加入 H_2O_2 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 加 ZnO 调 pH , 需使 Fe^{3+} 完全生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 而保证 Cd^{2+} 不沉淀, 故滤渣 3 是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$; 电解使 Cd^{2+} 转化为 Cd, 再与 Se 粉反应生成 CdSe 。(1) Cu 的价电子排布式为 $3d^{10} 4s^1$, 失去一个电子后变为 $3d^{10}$, 达到全充满较稳定结构, 再失去一个电子较难, 所以第二电离能较大, 第一电离能相对较小, 第二电离能与第一电离能之差较大, Zn 的价电子排布式为 $3d^{10} 4s^2$, 失去一个电子后变为 $3d^{10} 4s^1$, 再失去一个电子的难度增加不如 Cu 明显, 所以在 Zn、Cu 两种元素中, 第二电离能与第一电离能之差较大的是 Cu。(2) “酸浸”中提高反应速率的措施可以是粉碎含镉废渣、适当增大硫酸浓度、适当加热、搅拌等(任写两种)。(3) 滤渣 3 的主要成分是氢氧化铁, 即双氧水氧化亚铁离子生成铁离子, 加入氧化锌促进铁离子水解生成氢氧化铁, 离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{ZnO} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 2\text{Zn}^{2+}$; 分离固体和液体的“操作”名称是过滤。(4) “电解”中, Cd^{2+} 在阴极得到电子发生还原反应, 阴极的电极反应式为 $\text{Cd}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Cd}$; 电解硫酸镉溶液会生成硫酸, 废液可循环用于“酸浸”工序。

答案: (1) Cu

(2) 粉碎含镉废渣、适当增大硫酸浓度、适当加热、搅拌等(任写两种)

(3) $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{ZnO} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 2\text{Zn}^{2+}$ 过滤

(4) $\text{Cd}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Cd}$ 酸浸

3. 解析: 氧化锰矿加入 H_2SO_4 、 H_2O_2 浸取, 过滤出 SiO_2 , 得到含有 MnSO_4 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 CuSO_4 的混合溶液, 加入适量 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 调节 pH 生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀除去溶液中的铁、铝元素; 滤液中加入 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 生成 CuS 除去铜元素; 滤液中加入 NH_4HCO_3 沉锰, MnSO_4 和 NH_4HCO_3 反应生成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 MnCO_3 、 CO_2 , 最后在空气中加热 MnCO_3 得到 Mn_3O_4 。(3) 浸出液中含 Mn^{2+} , 故选择含二价锰的 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 调 pH , 使 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 沉淀; “调 pH ”中确保 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 沉淀完全, Mn^{2+} 未开始沉淀, 故 $4.7 < \text{pH} < 8.1$, 当 $\text{pH} = 4.7$, 即 $c(\text{OH}^-) = 10^{-9.3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, $c(\text{Cu}^{2+})$ 最大; 此时 $c(\text{Cu}^{2+}) = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2]}{c^2(\text{OH}^-)} = \frac{2.2 \times 10^{-20}}{(10^{-9.3})^2} = 2.2 \times 10^{-1.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 8.8 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案: (1) 第四周期第ⅧB族

(2) $\text{Mn}_2\text{O}_3 + 4\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow \quad \text{SiO}_2$

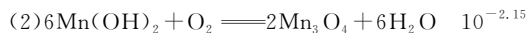
(3) B 8.8×10^{-2} (或 $2.2 \times 10^{-1.4}$)

(4) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

(5) $6\text{MnCO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{770^\circ\text{C}} 2\text{Mn}_3\text{O}_4 + 6\text{CO}_2$

4. 解析: (1) 制备废盐溶液时, 为加快废盐溶解, 可采取适当加热、搅拌、将废盐固体粉碎等措施。 (2) “沉锰 I” 中, 形成的 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 被 O_2 氧化成 Mn_3O_4 , 化学方程式是 $6\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 = 2\text{Mn}_3\text{O}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ 。当 Mg^{2+} ($c = 10^{-0.68} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 将要开始沉淀时, $Q = 10^{-0.68} \times c^2(\text{OH}^-) = K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 10^{-11.25}$, 解得 $c^2(\text{OH}^-) = 10^{-10.57} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^2$, 则此时 $c(\text{Mn}^{2+}) = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Mn}(\text{OH})_2]}{c^2(\text{OH}^-)} = \frac{10^{-12.72}}{10^{-10.57}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-2.15} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。 (3) $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 的水解是非氧化还原反应, 根据 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 中含有过氧键可知, 水解时 S 结合 $-\text{OH}$, $-\text{O}-\text{O}-$ 结合 $-\text{H}$, 化学方程式为 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_4\text{HSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$, 而 H_2O_2 不稳定, 加热时分解产生 O_2 , 故最终产物是 NH_4HSO_4 和 O_2 。 (4) “沉镁 I” 中, 当 pH 过大时, 主要生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 沉淀中 MgCO_3 的量较少, 煅烧产生的 CO_2 气体减少, 故得不到疏松的轻质 MgO 。 (5) 根据流程可知, “沉镁 II” 后的溶液中含有大量的 NH_4^+ , 故加 H_2SO_4 调节 pH = 6.0 (弱酸性) “结晶” 时得到的晶体 X 是 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。 (6) 最后得到 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, “焙烧” 中 Mn_3O_4 和 MnO_2 转化为 +2 价锰的化合物, Mn 元素的化合价降低, 发生还原反应。

答案: (1) 适当加热 搅拌 (或将废盐固体粉碎等, 写出两种即可)



(3) O_2

(4) pH 过大时, 沉淀中 MgCO_3 的比例降低, 煅烧产生的 CO_2 气体减少, 故得不到疏松的轻质 MgO

(5) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

(6) 还原

阶段精准补漏(十四)

1. A [根据题意知, 平衡时溶液中存在元素守恒: $c(\text{M}^{2+}) = c(\text{A}^{2-}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{H}_2\text{A})$ 和电荷守恒: $2c(\text{M}^{2+}) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{A}^{2-}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{OH}^-)$, 根据 $K_{\text{a1}} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HA}^-)}{c(\text{H}_2\text{A})}$, $K_{\text{a2}} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^{2-})}{c(\text{HA}^-)}$ 及 a 点和 b 点数据知, a 点处 $c(\text{HA}^-) = c(\text{H}_2\text{A})$, 且 pH 较小时 A^{2-} 可忽略不计, b 点处 $c(\text{A}^{2-}) = c(\text{HA}^-)$, 且 pH 较大时 H_2A 可忽略不计。由上述分析知, 利用 b 点数据计算 MA 的溶度积常数, b 点处 $c(\text{M}^{2+}) = 10^{-3.0} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据元素守恒: $c(\text{M}^{2+}) = c(\text{A}^{2-}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{H}_2\text{A}) = 2c(\text{A}^{2-})$ 知, $c(\text{A}^{2-}) = 0.5 \times 10^{-3.0} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 $K_{\text{sp}}(\text{MA}) = c(\text{M}^{2+}) \cdot c(\text{A}^{2-}) = 10^{-3.0} \times 0.5 \times 10^{-3.0} = \frac{1}{10^{0.3}} \times 10^{-6} = 10^{-6.3}$, A 正确; pH = 1.6 时, $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$, $c(\text{M}^{2+}) = 10^{-0.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{HA}^-) = c(\text{H}_2\text{A})$, A^{2-} 可忽略不计, 根据元素守恒知, $c(\text{HA}^-) = \frac{10^{-0.4}}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 代入电荷守恒式知, $c(\text{Cl}^-) > 1.5 \times 10^{-0.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} > c(\text{M}^{2+})$, 故 B 错误; pH = 4.5 时, 溶液中 $c(\text{H}^+) = 10^{-4.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由 $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{A}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HA}^-)}{c(\text{H}_2\text{A})}$, 知 $\frac{c(\text{HA}^-)}{c(\text{H}_2\text{A})} = 10^{2.9} > 1$, 故 $c(\text{HA}^-) > c(\text{H}_2\text{A})$, 由 $K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{A}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^{2-})}{c(\text{HA}^-)}$, 知 $\frac{c(\text{A}^{2-})}{c(\text{HA}^-)} = 10^{-2.3} < 1$, 故 $c(\text{HA}^-) > c(\text{A}^{2-})$, 由 $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{A}) \cdot K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{A}) = \frac{c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{A})}$, 知 $\frac{c(\text{A}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{A})} = 10^{0.6} > 1$, 故 $c(\text{A}^{2-}) > c(\text{H}_2\text{A})$, 即溶液中 $c(\text{HA}^-) > c(\text{A}^{2-}) > c(\text{H}_2\text{A})$, C 错误; pH = 6.8 时, 联立电荷守恒 $c(\text{H}^+) + 2c(\text{M}^{2+}) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-) + c(\text{HA}^-) + 2c(\text{A}^{2-})$ 和元素守恒 $c(\text{M}^{2+}) = c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{A}^{2-})$, 可得质子守恒: $c(\text{H}^+) + 2c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{HA}^-) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-)$, D 错误。]

2. B [重晶石矿(主要成分为 BaSO_4) 通过一系列反应, 转化为 BaS 溶液; 加盐酸酸化, 生成 BaCl_2 和 H_2S 气体; 在 BaCl_2 溶液中加入过量的 NaOH 溶液, 通过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥, 得到 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$; 过滤得到的溶液 1 的溶质主要含 NaCl 及过量的 NaOH ; $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 加水溶解后, 加入 $\text{Ti}(\text{OC}_4\text{H}_9)_4$, 进行合成反应, 得到 BaTiO_3 粗品, 最后洗涤得到最终产品。由分析可知, “气体” 主要成分为 H_2S , “溶液 1” 的溶质主要含 NaCl 及过量的 NaOH , A 项错误; 由分析可知, “系列操作” 得到的是 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 晶体, 故 “系列操作” 可以是蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥, B 项正确; “合成反应” 是 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Ti}(\text{OC}_4\text{H}_9)_4$ 反应生成 BaTiO_3 , 该反应中元素化合价均未发生变化, 不是氧化还原反应, C 项错误; “洗涤” 时, 若使用稀硫酸, BaTiO_3 会部分转化为难溶的 BaSO_4 , 故不能使用稀硫酸, D 项错误。]

3. 解析: (1) 结合已知温度信息, 控制温度为 600°C 时, 硫酸盐中只有 CuSO_4 受热分解, 且 600°C 高于 As_2O_3 的沸点, 能使 As_2O_3 固体转化为 As_2O_3 蒸气, 与其余成分分离。 (2) 将 SO_2 通入 Na_2CO_3 和 Na_2S 的混合溶液中, 发生归中反应生成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 反应的化学方程式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{Na}_2\text{S} + 4\text{SO}_2 = 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2$ 。 (3) 结合图示及元素守恒可知, 制酸系统制备的是硫酸, 酸浸时 CuO 溶解得到 CuSO_4 溶液, PbSO_4 不溶于硫酸, 可分离出 PbSO_4 沉淀。 (4) 从 CuSO_4 溶液中分离出 Cu , 可采用湿法炼铜的原理, 其化学方程式可以为 $\text{CuSO}_4 + \text{Zn} = \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$, 也可直接电解 CuSO_4 溶液得到 Cu 。

答案: (1) 使 CuSO_4 受热分解, 并分离出 As_2O_3



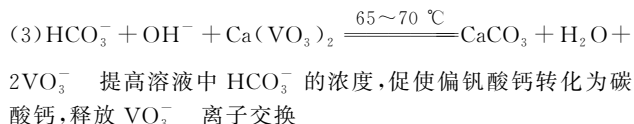
(3) 使 CuO 溶解, 分离出 PbSO_4

(4) 电解法 (或湿法炼铜或还原法)

4. 解析: (1) 钒是 23 号元素, 其基态原子的价层电子排布式为 $3d^3 4s^2$; 焙烧过程中, 氧气被还原, V_2O_3 被氧化生成 VO_3^- , 偏钒酸盐中钒的化合价为 +5 价; CaCO_3 在 800°C 以上开始分解, 生成的气体①为 CO_2 。 (2) 由已知信息可知, 高温下, 苛化泥的主要成分 NaOH 与 Al_2O_3 反应生成的偏铝酸钠溶于水, 所以滤液中杂质的主要成分是 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 。 (3) 在弱碱性环境下, $\text{Ca}(\text{VO}_3)_2$ 与 HCO_3^- 和 OH^- 反应生成 CaCO_3 、 VO_3^- 和 H_2O 。滤液①中含有 VO_3^- 、 NH_4^+ 等, 且浓度较低, 若要利用其中的钒元素, 需要通过离子交换进行分离、富集, 故滤液①应进入离子交换工序。 (4) 由离子交换工序中树脂的组成可知, 洗脱液中应含有 Cl^- , 考虑到水浸所得溶液中含有 Na^+ , 为避免引入其他杂质离子, 且 NaCl 廉价易得, 故洗脱液的主要成分应为 NaCl 。 (5) 沉钒过程生成 NH_4VO_3 。 NH_4Cl 呈弱酸性, 如果将溶液调至碱性, OH^- 与 NH_4^+ 反应, 不利于生成 NH_4VO_3 , b 符合题意; 降低 NH_4Cl 溶液的浓度, 不利于生成 NH_4VO_3 , d 符合题意。

答案: (1) $3d^3 4s^2 + 5 \text{CO}_2$

(2) $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$



(4) NaCl

(5) bd

5. 解析: (1) 在原料预处理过程中, 粉碎固体原料能增大固体与液体的接触面积, 从而加快酸浸的反应速率, 提高浸取效率。 (2) 由题表中数据可知, 当 Fe^{3+} 完全沉淀时, Co^{2+} 未开始沉淀, 而当 Fe^{2+} 完全沉淀时, Co^{2+} 已有一部分沉淀, 因此为了除去溶液中的 Fe 元素且 Co^{2+} 不沉淀, 应先将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 再调节 pH 使 Fe^{3+} 完全沉淀, 则 MnO_2 的作用是将 Fe^{2+} 氧化

为 Fe^{3+} 。常用 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液检验 Fe^{2+} , 若生成蓝色沉淀, 则说明溶液中仍存在 Fe^{2+} , 需补加 MnO_2 。

(3) 该过程发生两个氧化还原反应, 结合得失电子守恒、电荷守恒和元素守恒可写出两个离子方程式: $3\text{Co}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 7\text{H}_2\text{O} = 3\text{Co}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{MnO}_2 \downarrow + 5\text{H}^+ + 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2 \downarrow + 4\text{H}^+$ 。

(4) “除钴液”中含有的金属阳离子主要是 Zn^{2+} 和 K^+ , 而阴离子主要是“酸浸”步骤引入的 SO_4^{2-} , 因此其中主要的盐有 ZnSO_4 和 K_2SO_4 。当 Co^{3+} 恰好完全沉淀时, 溶液中 $c(\text{Co}^{3+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 此时溶液 $\text{pH} = 1.1$, 即 $c(\text{H}^+) = 10^{-1.1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $c(\text{OH}^-) = \frac{K_w}{c(\text{H}^+)} = 10^{-12.9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_3] = 1.0 \times 10^{-5} \times (10^{-12.9})^3 = 10^{-43.7}$ 。“除钴液”的 $\text{pH} = 5$, 即 $c(\text{H}^+) = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $c(\text{OH}^-) = \frac{K_w}{c(\text{H}^+)} = 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 此时溶液中 $c(\text{Co}^{3+}) = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_3]}{c^3(\text{OH}^-)} = \frac{10^{-43.7}}{(10^{-9})^3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-16.7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案: (1) 增大固液接触面积, 加快酸浸速率, 提高浸取效率 Pb
(2) 将溶液中的 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 以便在调 pH 时除去 Fe 元素 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ Fe^{2+}
(3) $3\text{Co}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 7\text{H}_2\text{O} = 3\text{Co}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{MnO}_2 \downarrow + 5\text{H}^+ + 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2 \downarrow + 4\text{H}^+$
(4) ZnSO_4 、 K_2SO_4 $10^{-16.7}$

学案分层作业(四十五)

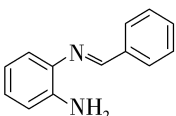
1. C 2. C 3. B 4. C

5. (1) $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ 176 54.5%

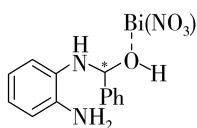
(2) 羟基、酯基、碳碳双键

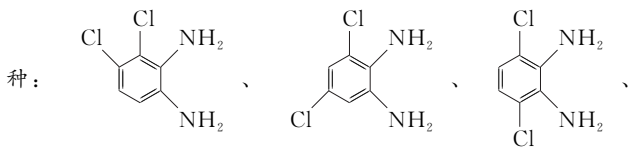
(3) 维生素 C 分子中含多个亲水基团—OH, 与 H_2O 形成氢键

(4) 混合液的蓝色褪去

6. A [丁的结构简式为 , 分子式为 $\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{N}_2$,

苯并咪唑环和苯环均为平面结构, 通过 C—C 单键连接, 当两个环处于同一平面时, 氨基上的两个氢原子中最多有一个能位于该平面, 故丁分子中最多有 26 个原子共平面, A 错误; 连有四个不同基团的 C 为手性碳, 丙中手性碳如图中 * 所示:

 $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, B 正确; 甲中苯环上的二氯取代物有 4

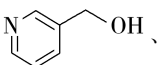
种: 

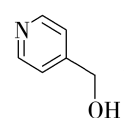
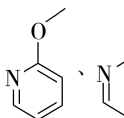
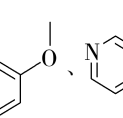
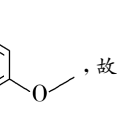
, C 正确; 由图可知, 甲的氨基氢断裂加成到乙的碳氧双键上, 丙的羟基和氨基的 H 消去生成 H_2O 和碳氮双键, D 正确。

7. B [A 项, 该物质命名时主链上碳原子的编号错误, 应为 2, 2, 4, 5-四甲基-3-乙基己烷, 错误; B 项正确; C 项, 该物质命名为 3-甲基-2-乙基戊醛, 错误; D 项, 该物质命名为 3-羟基苯甲醛, 错误。]

8. D [结合题给 I 的结构式, 得分子式为 $\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2$, 故 A 正确; I、II 和 III 分别具有不同的官能团, 所以可用红外光谱鉴

别 I、II 和 III, 故 B 正确; II 的同分异构体中, 吡啶环上仅连

一个取代基的结构有 5 种, 分别为 ,

, , , , 故 C 正确; III

分子中苯环和酯基之间的碳原子为手性碳原子, 故 D 错误。]

9. 解析: I. (1) 由题意分析可知, $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{8.1 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$

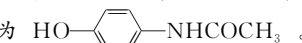
0.45 mol , 则 $n(\text{H}) = 0.9 \text{ mol}$, $n(\text{CO}_2) = \frac{35.2 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$

0.8 mol , 则 $n(\text{C}) = 0.8 \text{ mol}$, $n(\text{N}_2) = \frac{1.12 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} =$

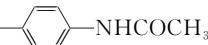
0.05 mol , $n(\text{N}) = 0.1 \text{ mol}$, $m(\text{C}) + m(\text{H}) + m(\text{N}) = 0.8 \text{ mol} \times 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.9 \text{ mol} \times 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.1 \text{ mol} \times 14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 11.9 \text{ g}$, 故 $m(\text{O}) = 15.1 \text{ g} - 11.9 \text{ g} = 3.2 \text{ g}$, $n(\text{O}) =$

0.2 mol , $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) = 0.8 \text{ mol} : 0.9 \text{ mol} : 0.1 \text{ mol} : 0.2 \text{ mol} = 8 : 9 : 1 : 2$, 该有机物的实验式为 $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$ 。(2) $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$ 的相对分子质量为 151, 质荷比最大值为 151, 则其分子式为 $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$ 。II. (1) 由分子式

可知, 扑热息痛分子的不饱和度 $\Omega = \frac{2 \times 8 + 2 - (9 + 1)}{2} = 5$ 。

(4) 用化学方法推断扑热息痛分子中的官能团, ①加入 NaHCO_3 溶液, 无明显变化, 说明不含羧基; ②加入 FeCl_3 溶液, 显紫色, 说明含有酚羟基; ③水解可以得到一种两性化合物, 说明分子中含有酰胺基; 再结合 (3) 中的波谱分析信息, 可得扑热息痛的结构简式为 。

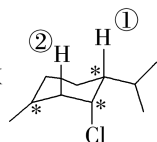
答案: I. (1) $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$ (2) $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$

II. (1) 5 (4) 

学案分层作业(四十六)

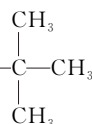
1. D 2. D 3. C 4. C 5. C

6. D [溴苯提取操作应依次为用大量水洗涤、用 NaOH 溶液洗涤、用水洗涤、加入干燥剂除去水、过滤, 对有机物进行蒸馏、除杂质苯后提纯得到溴苯, 不用“结晶”提纯, D 错误。]

7. D [有机物 X  中含有 3 个手性碳原子 (如图

中用“*”标的碳原子), A 正确; 有机物 Y、Z 含有 10 个 C 原子, 18 个 H 原子, 分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$, 分子式相同, 结构不同, 互为同分异构体, B 正确; 该反应为消去反应生成碳碳双键, 消去的是氯原子和邻位碳原子上的氢原子, 由碳碳双键的位置可确定产物 Z 消去的是 ①号 H 原子, C 正确; Z 的一氯代物为 8 种, D 错误。]

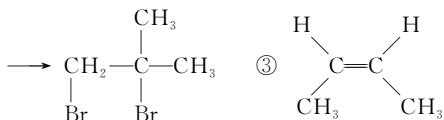
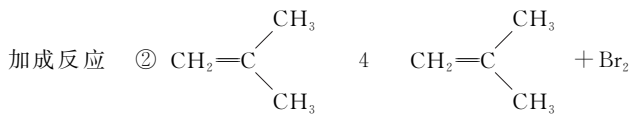
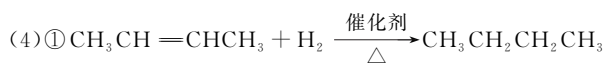
8. D [b 的一氯代物有 4 种, A 错误; d、p 分子的结构中不含苯环, 不属于芳香烃, B 错误; b 分子中所有碳原子共面, C 错误; d 分子中可能发生 1, 2-加成, 也可能发生 1, 4-加成, 所以最多有 4 种加成产物, D 正确。]



(2) 环十二烷 18 mol

(3) C_5H_{10} $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 、

$\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$

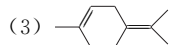


10. 解析: (2) $\textcircled{1}$ 由题目提供信息可知, 一个 $\text{C}_{10}\text{H}_{10}$ 分子中应该含有 1 个 $\text{CH}_3\text{C}\equiv$ 、3 个 $\text{CCH}=\text{}$ 、1 个 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{}$ 结构, 其中 1 个 $\text{CH}_3\text{C}\equiv$ 、1 个 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{}$ 只能在两端, 则 $\text{C}_{10}\text{H}_{10}$ 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}=\text{CHC}\equiv\text{CCH}=\text{CHCH}_3$, 1 个 $\text{C}_{10}\text{H}_{10}$ 分子中含有 2 个碳碳双键、2 个碳碳三键。 $\textcircled{2}$ 由 $\textcircled{1}$ 分析可知, $\text{C}_{10}\text{H}_{10}$ 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}=\text{CHC}\equiv\text{CCH}=\text{CHCH}_3$ 。 (3) 分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$, 则其不饱和度为 3, 已知该化合物的结构中含六元环, 且 1 mol 该化合物催化加氢时最多可消耗 2 mol H_2 , 则该分子中含有 2 个碳碳双键或 1 个碳碳三键且应该还含有 1 个环; 1 mol 该化合物经 $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{O}_3}$ 后可得到 1 mol $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{O}$

和 1 mol $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2\text{CHO}$, 因没有生成羧基, 故不含有碳碳三键, 其结构为

答案: (1) 不正确, 与 H_2 完全加成产物 与 Br_2 在 FeBr_3 作用下不能反应

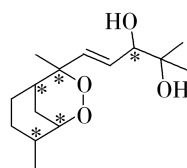
(2) $\textcircled{1} 2 \quad \textcircled{2} \text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}=\text{CHC}\equiv\text{CCH}=\text{CHCH}_3$



阶段精准补漏(十五)

1. D

2. B [连接 4 个不同原子或原子团的碳原子称为手性碳原子, 该分子中有 5 个手性碳原子, 如图中用*标记的碳原子:]



知, 其分子中含有过氧基, 过氧基热稳定性差, 所以不能在 120°C 条件下干燥样品, 故 B 错误; 鹰爪甲素的分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}_4$, 如果有苯环, 则分子中最多含 $2n-6=15\times 2-6=24$ 个氢原子, 则其同分异构体的结构中不可能含有苯环, 故 C 正确; 由题给鹰爪甲素的结构简式可知, 其分子中含羟基, 即有氢键, 所以其红外光谱图中会出现 $3\ 000\ \text{cm}^{-1}$ 以上的吸收峰, 故 D 正确。]

3. C [与 Cl_2 不能发生 1,4-加成, C 错误。]

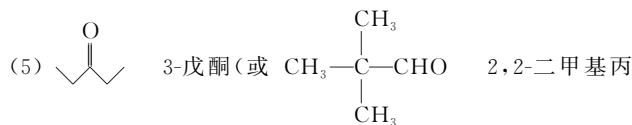
4. B [CH_2Cl_2 为四面体形结构, 其中任何两个顶点都是相邻关系, 因此 CH_2Cl_2 没有同分异构体, A 正确; 环己烷分子中碳原子采用 sp^3 杂化, 苯分子中碳原子采用 sp^2 杂化, 由于同能层中 s 轨道更接近原子核, 因此杂化轨道的 s 成分越多, 其杂化轨道更接近原子核, 由此可知 sp^2 杂化轨道参与组成的 C—H 共价键的电子云更偏向碳原子核, 即苯分子中的 C—H 的键长小于环己烷, 键能更高, B 错误; 1 个 带 1 个单位正电荷, 其相对分子质量为 92, 因此其质荷比为 92, C 正确; 当阴、阳离子体积较大时, 其电荷较为分散, 导致它们之间的作用力较弱, 以至于熔点接近室温, D 正确。]

5. (1) 甲基丙烯腈(或 2-甲基丙烯腈)

(2) 醚键 酰胺基

(3) 6

(4) 3-甲基苯酚(或间甲基苯酚)



(6) π

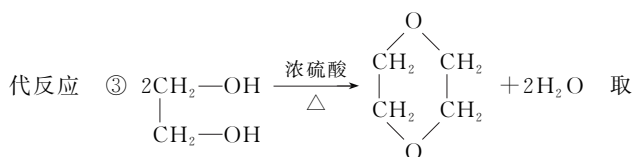
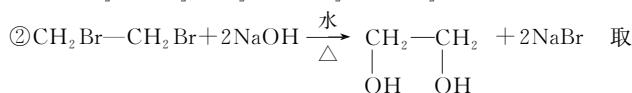
学案分层作业(四十七)

1. A 2. A 3. C

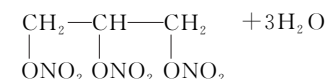
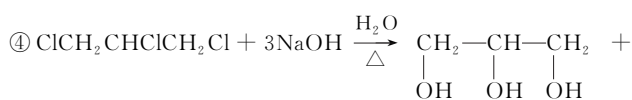
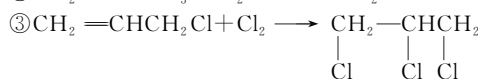
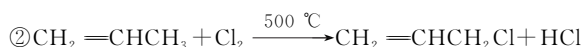
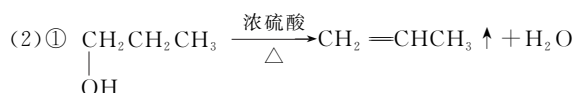
4. (1) $\textcircled{1} \textcircled{3} \textcircled{5}$

(2) 没食子酸分子中含酚羟基, 遇到铁盐发生显色反应, 呈紫色

(3) $\textcircled{1} \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$ 加成反应



代反应



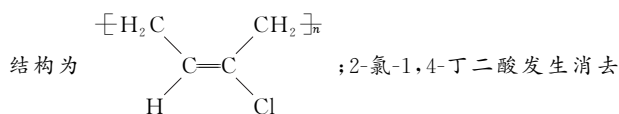
6. B [该有机物分子中不含酚羟基, 不能与 FeCl_3 溶液发生显色反应, A 项错误; 该有机物分子中含碳碳双键、羟基, 能发生加成、消去、取代反应, B 项正确; 该分子与 Br_2 的 CCl_4 溶液发生加成反应后, 增加 1 个手性碳原子, C 项错误; 该有机物分子中有羟基、醚键 2 种含氧官能团, D 项错误。]

7. C [①发生氧化反应, 碳碳双键断裂生成羧基, 产物中含有 $-\text{COOH}$ 和 $-\text{Br}$; ②发生水解反应, $-\text{Br}$ 被 $-\text{OH}$ 取代, 产物中含有 $-\text{OH}$ 和碳碳双键; ③发生消去反应, 产物中官能团只含有碳碳双键; ④发生加成反应, 产物中官能团只含有 $-\text{Br}$ 。]

8. B [A 项, 乙醇被酸性 KMnO_4 溶液氧化成乙酸; C 项, 铜丝由黑色变成红色; D 项, 导管不能伸入液面以下且 X 是饱和的 Na_2CO_3 溶液。]

9. A [酚羟基与 Na_2CO_3 反应生成酚盐和 NaHCO_3 , A 正确; X 分子中的 $-\text{OH}$ 上氢不一定与苯环共平面, B 错误; Y 不能发生消去反应, C 错误; 1 mol Y 最多消耗 2 mol Br_2 , D 错误。]

10. 解析: B 为 $\text{HOCH}_2\text{CHClCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, A 为 $\text{HOCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{OH}$, 2-氯-1,3-丁二烯发生加聚反应生成的高分子 D 为 $[\text{CH}_2-\text{C}(\text{Cl})=\text{CH}-\text{CH}_2]_n$, D 的顺式



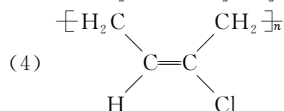
反应生成 C, 则 C 为 $\text{NaOOCCH}=\text{CHCOONa}$, 然后酸化得富马酸, 富马酸的结构简式为 $\text{HOOCCH}=\text{CHCOOH}$ 。

(6) ①为加成反应、②为水解反应或取代反应、③为加成反应、④为消去反应、⑤为加聚反应、⑥为氧化反应、⑦为消去反应, 以上反应中属于消去反应的是④⑦。

答案: (1) 加成反应

(2) NaOH 的水溶液

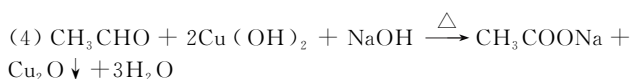
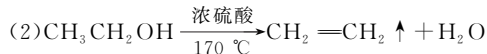
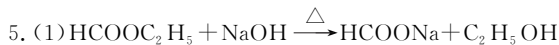
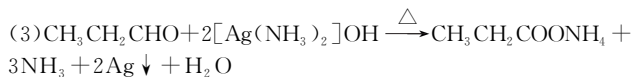
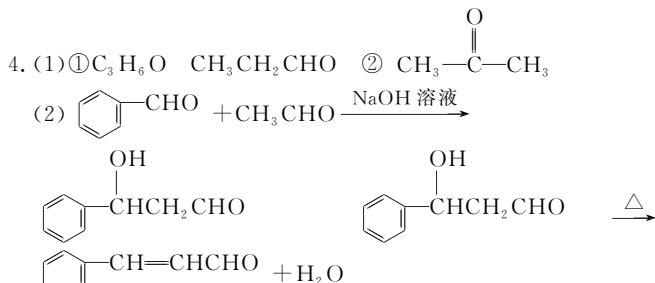
(3) $\text{HOCH}_2\text{CHClCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$



(6) ④⑦

学案分层作业(四十八)

1. D 2. D 3. D



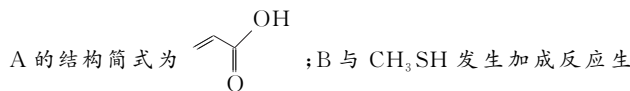
6. B [该有机物的含氧官能团为羟基(—OH)、酯基(—COO—), 共 2 种, 酯基中的羰基属于酯基结构的一部分, 不单独作为新的官能团, A 错误; 分子中所有碳原子要么形成单键, 要么形成双键, 形成 4 个单键的碳原子杂化类型为 sp^3 , 形成碳碳双键、酯基中碳氧双键的碳原子杂化类型均为 sp^2 , B 正确; 该有机物含碳碳双键, 可发生加成反应, 含羟基可发生氧化反应、消去反应, 含酯基可发生水解反应, 不只是取代反应和加成反应, C 错误; 酯基中的羰基不能与 H_2 发生加成反应, 只有碳碳双键可以加成, 该分子共有 4 个碳碳双键, 因此 1 mol 该有机物最多可与 4 mol H_2 发生加成反应, D 错误。]

7. C [Y 分子中苯环为平面结构, 碳碳双键为平面结构, 两平面结构通过单键相连, 可以重合, 另外 —COOH 碳原子也可以旋转到双键平面上, 因此共平面的碳原子最多为 10 个, 故 C 错误。]

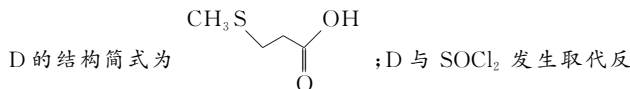
8. D [两个苯环、碳碳双键、碳氧双键各自确定一个平面, 单键可以旋转, 和苯环直接相连的原子在苯环确定的平面上, 则邻羟基查尔酮分子中所有原子可能共平面, A 正确; 黄酮醇分子中碳原子都是 sp^2 杂化, B 正确; 题述转化过程为加氧去氢, 属于氧化反应, C 正确; 两个苯环、碳碳双键、碳氧双键都

可以和氢气发生加成反应, 则 1 mol 邻羟基查尔酮最多能与 8 mol H_2 反应, D 错误。]

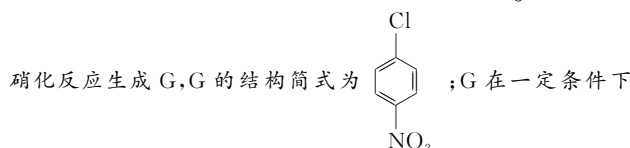
9. 解析: 由题给流程图可知, A 与甲醇发生酯化反应生成 B, 则



成 C; C 在碱性条件下发生酯的水解反应, 酸化后生成 D, 则

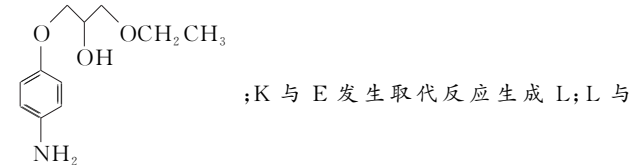


应生成 E; 由 F 的分子式可知, F 的结构简式为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$; F 发生



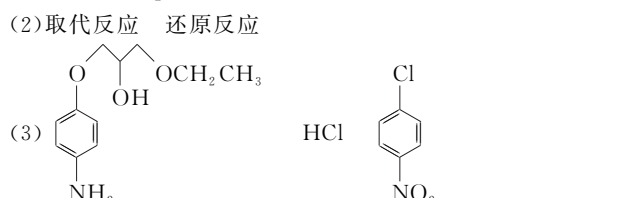
发生水解反应生成 H, H 的结构简式为 $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$; H 与

$\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$ 发生取代反应生成 I; I 与乙醇钠发生反应生成 J; J



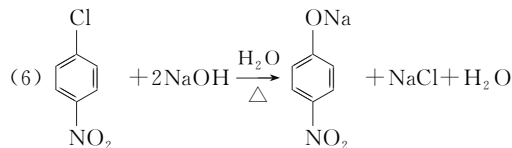
答案: (1) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$ 丙烯酸甲酯

(2) 取代反应 还原反应



(4) 羟基、醚键、酰胺基

(5) sp^2 、 sp^3

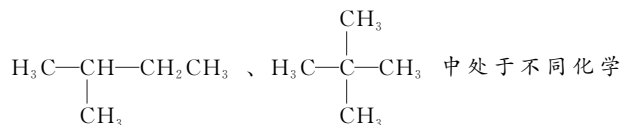


学案分层作业(四十九)

1. D [对二甲苯、邻二甲苯与氢气的加成产物分别为对二甲苯环己烷、邻二甲苯环己烷, 邻二甲苯环己烷分子中有手性碳原子, A 错误; 有机高分子的聚合度 n 值不确定, 属于混合物, 顺-1,4-聚异戊二烯与反-1,4-聚异戊二烯可能不互为同分异构体, B 错误; 2-甲基-2-丁烯分子中 2 号不饱和碳原子连有 2 个甲基, 不存在顺反异构体, C 错误; 3-甲基-2-丁醇分子中 2 号饱和碳原子为连有 4 个不同原子或基团的手性碳原子, 存在对映异构体, D 正确。]

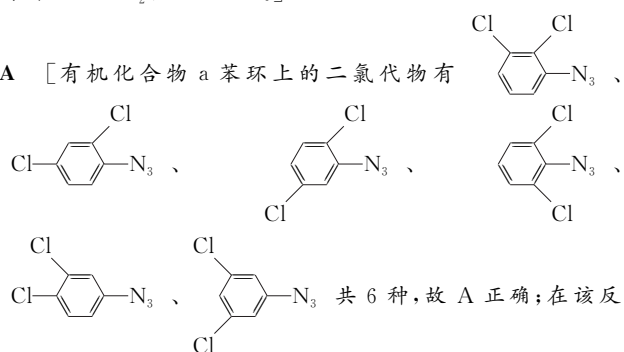
2. C [环己烯与螺[2,3]己烷的分子式相同、结构不同, 二者互为同分异构体, 故 A 正确; b 分子中的苯环上含 3 种处于不同化学环境的 H 原子, 固定 1 个 Cl 在 R 的邻位, 移动另一个 Cl

有4种,再固定1个Cl在R的间位,移动另一个Cl有2种,共6种,故B正确; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、

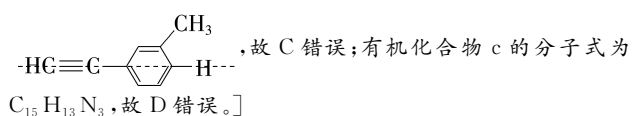


中处于不同化学环境的H原子种数分别为3、4、1,则R为 C_5H_{11} 时,a的结构有8种,故C错误;R为 C_4H_9 时,为饱和烃基,b分子中只有苯环与氢气发生加成反应,则1 mol b加成生成 $\text{C}_{10}\text{H}_{20}$ 至少需要3 mol H_2 ,故D正确。]

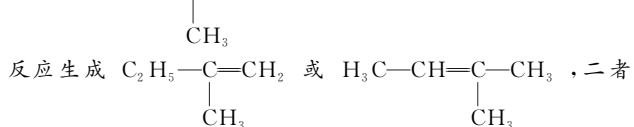
3. A [有机化合物a苯环上的二氯代物有



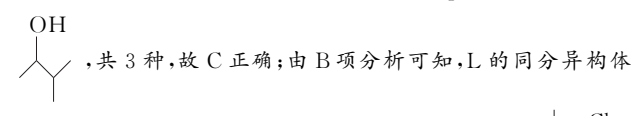
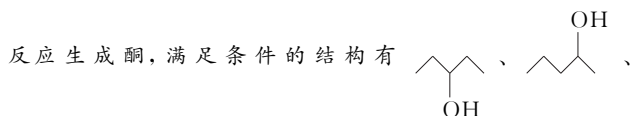
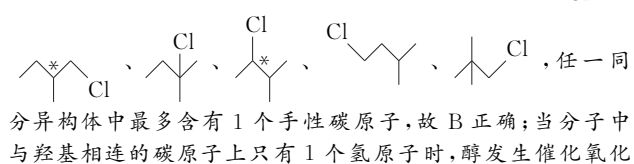
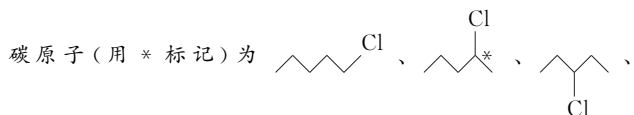
共6种,故A正确;在该反应中,有机化合物b分子中的碳碳三键断开一个键,与氮原子加成形成五元环结构,故为加成反应,故B错误;有机化合物b分子中共线的原子最多有6个,如图所示



4. A [$\text{M}(\text{C}_2\text{H}_5-\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)-\text{CH}_3)$ 在浓硫酸作催化剂、加热条件下



都不存在顺反异构,故A错误;L的同分异构体结构及手性



故D正确。]

5. D [戊二醛可以看作两个醛基取代了丙烷分子中的两个氢原子,丙烷的二取代物有4种,所以戊二醛有4种不同的结构,A错误;戊二醛能使酸性高锰酸钾溶液褪色,B错误;1 mol 戊二醛与足量的银氨溶液反应,最多生成4 mol 银,C错误。]

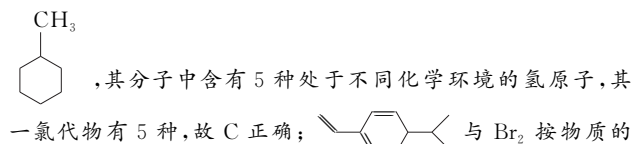
6. C [由题中信息可知,M和N均为二异丙基萘,二者分子式相同,结构不同,故二者互为同分异构体,A不正确;萘分子中的10个碳原子是共平面的,由于单键可以旋转,每个异丙

基中最多可以有2个碳原子与萘环共平面,因此,M分子中最多有14个碳原子共平面,B不正确;N分子中有5种处于不同化学环境的H原子,因此其一溴代物有5种,C正确;萘分子中有8个H原子,但是只有2种处于不同化学环境的H

原子: (分别用 α 、 β 表示),根据定一移一法可知,先取代 α ,再取代另一个H原子的位置有7种;先取代 β ,再取代另一个H原子的位置有3种,因此,萘的二溴代物有10种,D不正确。]

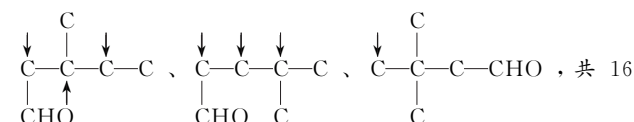
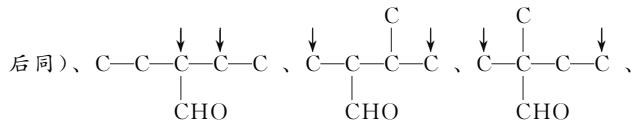
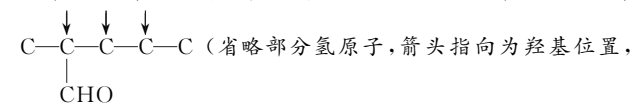
7. A []的二氯代物中,两个氯原子可以在同一个碳原子上,有1种位置异构;两个氯原子可以在不同碳原子上,有2种位置异构,所以符合条件的同分异构体有3种,故A错误;

与环戊烯 的分子式都是 C_5H_8 ,但结构不同,二者互为同分异构体,故B正确;甲苯完全氢化后的环烷烃为

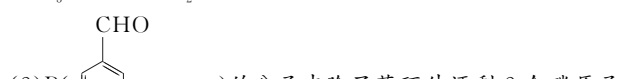
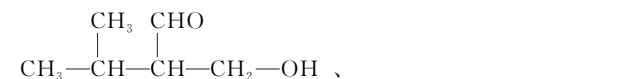
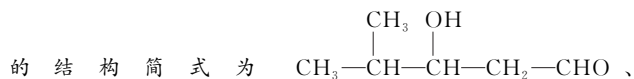


与 Br_2 按物质的量之比为1:1加成时,可以发生1,2-加成,三个碳碳双键化学环境不同,有3种位置异构;可以发生1,4-加成,有2种位置异构,故所得产物共有5种,故D正确。]

8. 解析:(1)A的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$,不饱和度为1,能与钠反应放出氢气且能发生银镜反应,则该有机化合物分子中含有羟基和醛基(含1个不饱和度),另外5个碳原子形成碳链且分子中含有两个甲基,则其同分异构体有



种。其中核磁共振氢谱中显示的6组峰的峰面积之比为6:2:1:1:1:1,且分子中含有1个手性碳原子的有机化合物



(2)B()的分子中除了苯环外还剩2个碳原子,

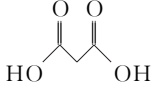
3个氧原子,1个不饱和度;

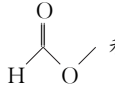
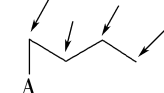
①能与 NaHCO_3 溶液反应产生 CO_2 ,说明分子中含有羧基,羧基占据了2个氧原子和1个不饱和度;

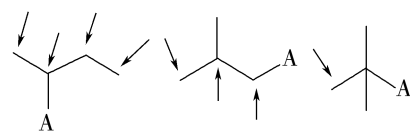
②遇到 FeCl_3 溶液显紫色,说明含有酚羟基,占据了一个氧原子,

③核磁共振氢谱图上有5组峰,且峰的面积之比为2:2:2:1:1,说明其结构中不含有甲基,则含有 $-\text{CH}_2\text{COOH}$,满足条件的同分异构体是

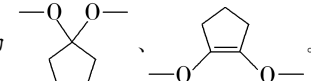
(3) C 的同分异构体符合: a. 经红外光谱测定结构中含  结构, 且苯环上只有两个取代基; b. 能发生水解反应, 且苯环上的一氯代物只有两种结构, 说明含酯基且两个取代基位于对位; c. 能与银氨溶液反应产生银镜, 说明含醛基或甲酸某酯基, 综上所述结合分子式可判断该分子中, 苯环上两侧链分别为 $-\text{C}_5\text{H}_{11}$ 和 $-\text{OOCH}$, $-\text{C}_5\text{H}_{11}$ 的碳架异构有 8 种。

(4) 有机物 X 是 D() 的同系物, 说明含 2 个羧基, 相对分子质量比 D 大 42, 说明比 D 多 3 个碳原子, 则 X 分子式为 $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_4$, ①能发生银镜反应, 说明分子中含有醛基, ②能在碱性条件下水解, 说明分子中含有酯基, ③能与 NaHCO_3 溶液反应, 说明分子中含有羧基, 由分子式可知结

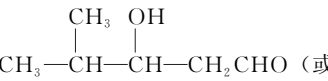
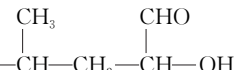
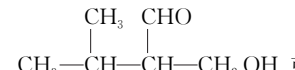
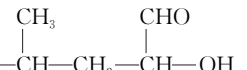
构里含取代基为  和 $-\text{COOH}$, 设取代基为 A, $-\text{COOH}$ 可以取代的位置为 

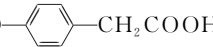
 故 X 共有 12 种不同的结构。

(5) E 的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_2$, 不饱和度为 2, 满足 i. 红外光谱测定时未检测到“ $-\text{O}-\text{O}-$ ”、“ $-\text{O}-\text{H}$ ”的吸收峰, 不含有过氧基、羟基; ii. 核磁共振氢谱中峰面积之比为 3:2:1; iii. X 射线衍射实验发现分子结构含五元碳环且无其他环状结构, 说明除了五元碳环外, 还存在一个双键结构, 满足条件的

的同分异构体结构简式为 .

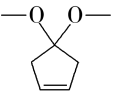
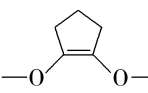
(6) ①据题意, 有机物分子中含 2 个甲酸酯基, 相当于丙烷分子中 2 个氢原子被 2 个甲酸酯基取代, 丙烷分子中 3 个碳原子编号为 1, 2, 3, 取代方式为“1+1”、“1+2”、“1+3”、“2+2”, 共 4 种同分异构体, 其中“1+2”取代分子含 1 个手性碳原子, 有 2 种对映异构体, 故符合条件的同分异构体有 5 种; ②其中 $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OOCH})_2$ 的核磁共振氢谱有 2 组峰。

答案: (1) 16  (或 )
 或 

(2) 

(3) 8

(4) 12

(5)  , 

(6) 5 $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OOCH})_2$

学案分层作业(五十)

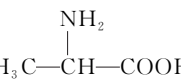
1. B 2. A

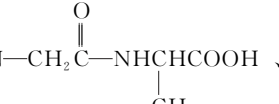
3. C [设丙氨酸、天冬氨酸、赖氨酸的个数从前向后依次为 x 、 y 、 z , 根据 C、N 守恒列方程 $x+y+2z=d$, $3x+4y+6z=a$, 化简知 $y=a-3d$, C 正确。]

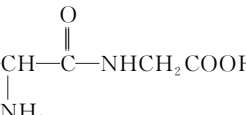
4. (1) 

(2) $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_3\text{CH}_2\text{OH}$ c

(3)  $\xrightarrow{\text{一定条件}}$  $+\text{CHO}+3\text{H}_2\text{O}$

5. (1) ①  ② $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2\text{COOH}$

③ 



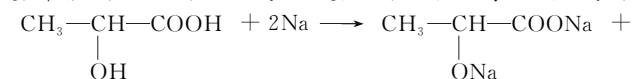
(2) ②③④

6. A [油脂由高级脂肪酸和甘油形成, 但相对分子质量较小, 不属于高分子化合物, A 错误; 油脂水解生成甘油和脂肪酸, 淀粉、纤维素水解为葡萄糖, 蛋白质水解为氨基酸, 均可水解, B 正确; 蛋白质由氨基酸通过肽键等连接形成, 描述正确, C 正确; 淀粉和纤维素分子式均为 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, 但葡萄糖单元连接方式不同, 结构不同, D 正确; 故选 A。]

7. A [手性碳原子是连有四个不同原子或原子团的碳原子; ADP 分子中戊糖的含氧的五元杂环上有 4 个手性碳原子, A 正确; ATP 中磷酸中 $-\text{OH}$ 、杂环中 $-\text{OH}$ 均会和单质钠反应生成氢气, 则 0.1 mol ATP 与足量的金属钠反应最多可生成 0.3 mol H_2 , 为 6.72 L H_2 (标准状况), B 错误; ATP 水解为 ADP 过程为放热的熵增反应, $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$, 所以 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$, 该过程是自发的, C 错误; 由 ATP 生成 ADP 的反应是取代反应, D 错误。]

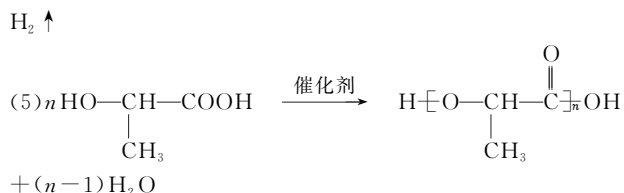
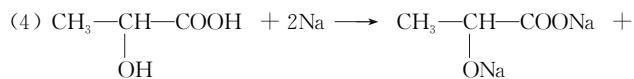
8. D [葡萄糖水溶液中, 链状和环状结构葡萄糖之间存在平衡, 链状葡萄糖分子中有醛基, 链状葡萄糖可以发生银镜反应, 因此葡萄糖溶液易发生银镜反应, D 错误。]

9. 解析: (1) 淀粉和纤维素的分子式均可表示为 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, 其中 n 值不同, 不互为同分异构体, A 错误; 二者都是混合物, C 错误。 (2) 乳酸分子的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$, 所含官能团为羟基和羧基。 (3) 聚乳酸分子中含有酯基, 可以发生水解反应(取代反应), 聚乳酸降解生成无毒无害物质, 对环境无污染。 (4) 乳酸与足量 Na 反应, 乳酸中的羟基和羧基都能与钠反应生成氢气, 反应的化学方程式为



答案: (1) BD
 (2) 羟基、羧基

(3) 水解反应(或取代反应) 聚乳酸可降解, 生成无毒无害物质, 对环境无污染

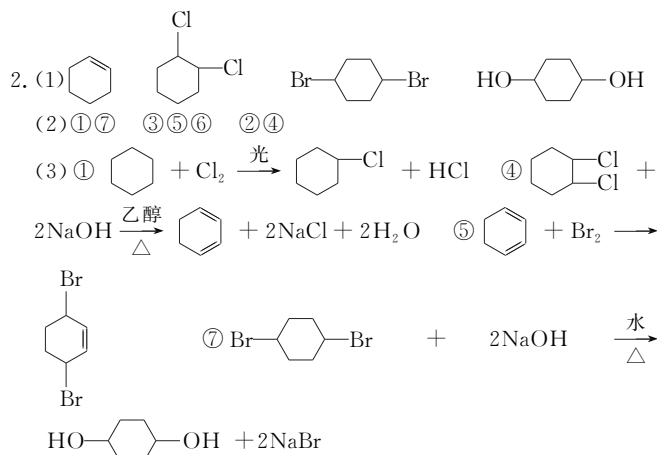
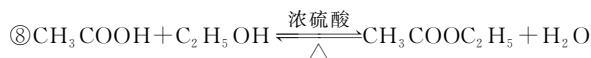
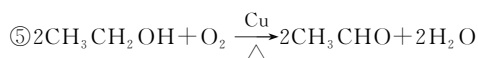
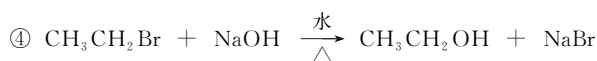
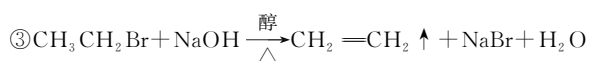


学案分层作业(五十一)

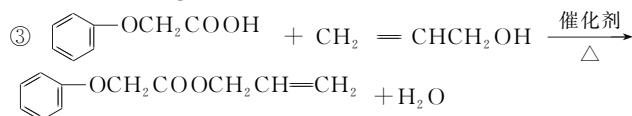
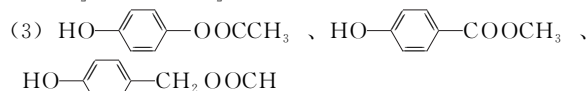
1. (1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ CH_3CHO $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$

(2) ④⑧ ①③

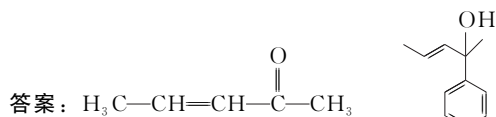
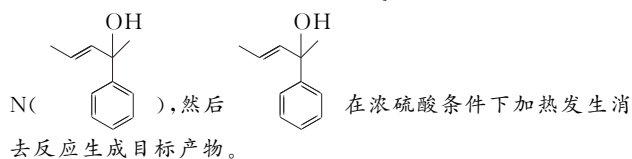
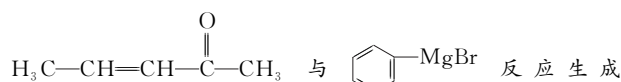
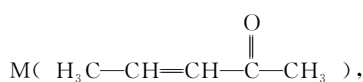
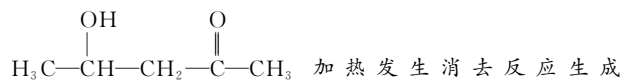
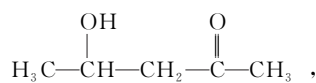
(3) ① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[170^\circ\text{C}]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_2=\text{CH}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

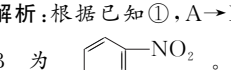


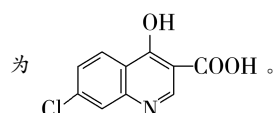
3. (1) 羟基



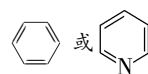
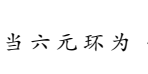
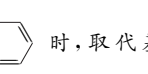
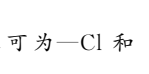
4. 解析: 根据题中信息, CH_3CHO 与 丙酮 反应生成

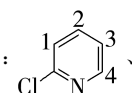


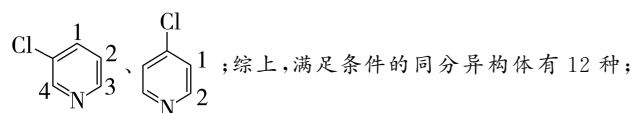
5. 解析: 根据已知 ①, $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 是硝化反应, $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 为取代反应, 故 B 为 。根据 $\text{F} \xrightarrow[2)\text{HCl}]{1)\text{NaOH 溶液}} \text{G}$, G

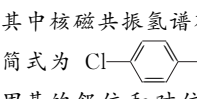


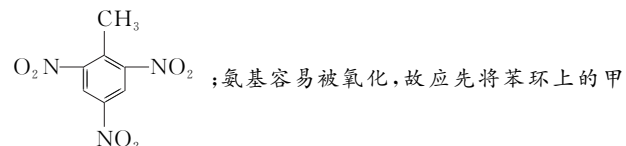
(4) H 中的 N 原子在吡啶环上, 故 N 原子为 sp^2 杂化, N 原子的价层孤电子对占据 sp^2 轨道。(5) 依题可知六元环可为

 或 , 当六元环为  时, 取代基可为 $-\text{Cl}$ 和 $-\text{NH}_2$, 取代基相对位置有邻、间(D)、对, 除去 D 之后有 2 种; 当六元环为 , 取代基可为 $-\text{Cl}$ 和 $-\text{CH}_3$, 采用“定一

移一”法可知有 10 种同分异构体, 具体如下: 



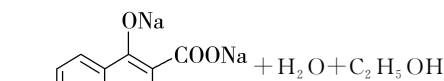
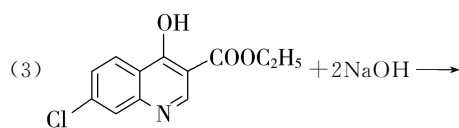
其中核磁共振氢谱有 3 组, 且峰面积之比为 1:1:1 的结构简式为 。(6) 结合已知条件 ① 可知应先在甲基的邻位和对位取代硝基, 故中间体 A 的结构简式为



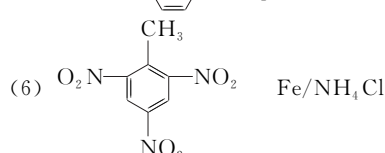
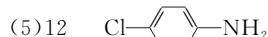
基氧化成羧基, 最后再将苯环上的硝基还原为氨基, 故反应 ③ 的条件为 $\text{Fe}/\text{NH}_4\text{Cl}$ 。

答案: (1) 浓硫酸、浓硝酸

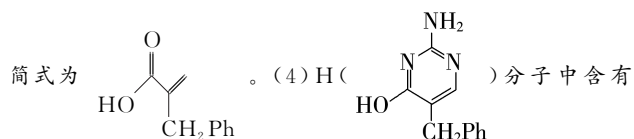
(2) 碳氯键、硝基

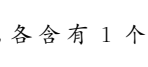


(4) sp^2 杂化 (或 sp^2)

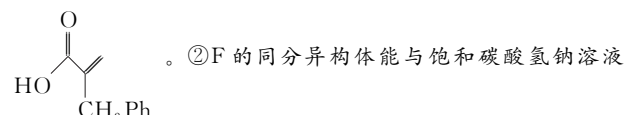


6. 解析: A 与 PhCH_2Cl 发生取代反应生成 B, B 在一定条件下生成 C, C 发生还原反应, 羧基转化为醛基生成 D, D 与 X 反应生成 E, 由已知 ② 可知 X 为 HCHO , E 与 Y 生成 F, F 能使溴的四氯化碳溶液褪色, F 分子中含有碳碳双键, 故 F 的结构

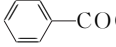
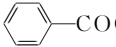


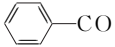
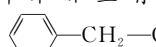
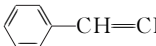
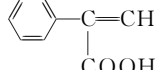
 和 , 各含有 1 个 Π_6^6 键, 共含有 2 个 Π_6^6 键。

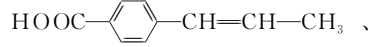
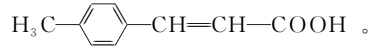
(5) ① E 的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}$, F 的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_2$, 且 F 能使溴的四氯化碳溶液褪色, F 分子中含有碳碳双键, 由 E 分子到 F 分子得到 1 个 O 原子, 发生氧化反应, 且 E 分子中含有醛基, 可知醛基被银氨溶液或新制的氢氧化铜氧化为羧基得到 F, 而碳碳双键不发生变化, F 的结构简式为



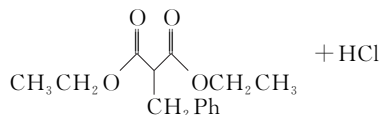
反应产生 CO_2 , 则分子中含有羧基; 红外光谱中有碳碳双键特征吸收峰, 则分子中含有碳碳双键; 只有苯环一种环状结

构,且苯环上仅有两个取代基;综合上述,F的同分异构体: $-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ 在中苯环上有邻、间、对三种位置, $-\text{C}=\text{CH}_2$ 在中苯环上有

邻、间、对三种位置, $-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ 在中苯环上有邻、间、对三种位置, $-\text{CH}=\text{CH}_2$ 在中苯环上有邻、间、对三种位置, $-\text{CH}_3$ 在中苯环上有邻、间、对三种位置, $-\text{CH}_3$ 在中苯环上有邻、间、对

三种位置,共18种,其中满足核磁共振氢谱有6组峰且峰面积之比为3:2:2:1:1:1的结构简式有
、


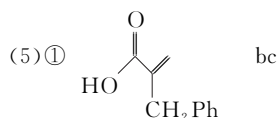
答案:(1)酯基 $\text{PhCH}_2\text{Cl} + \text{CH}_2(\text{COOCH}_2\text{CH}_3)_2 \xrightarrow{\text{NaI}}$

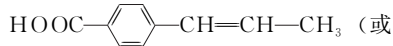
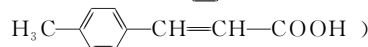


(2)还原反应

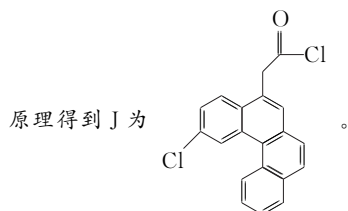
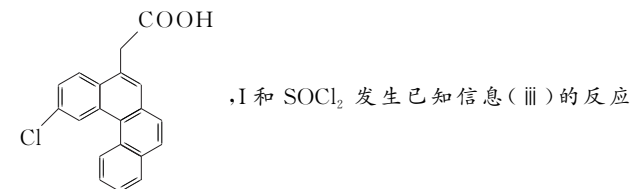
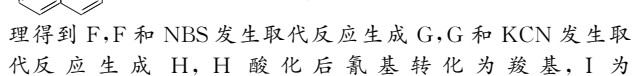
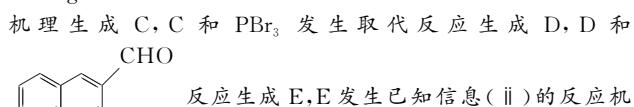
(3)HCHO

(4)2



②18  (或
)

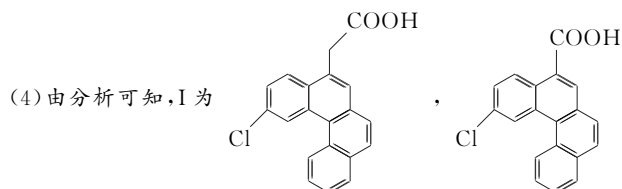
7.解析:A发生已知信息(i)的反应机理得到B为



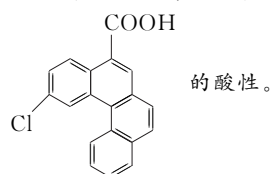
(1) PBr_3 中心原子价层电子对数为 $3 + \frac{1}{2}(5 - 3 \times 1) = 4$,且含有1个孤电子对,空间结构为三角锥形,由C和D的结构简式可知,C $\rightarrow$ D的反应类型为取代反应。

(3)E发生已知信息(ii)的反应机理得到F,由E和F的结构

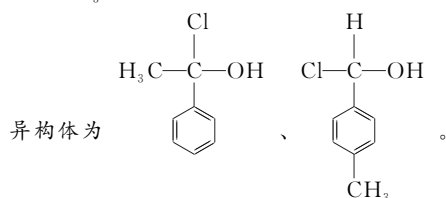
简式可以推知该过程中E分子脱去了H原子, I_2 的作用是氧化剂或氧化脱氢或结合氢原子生成HI。



中碳碳双键与羧基形成共轭体系,增强了羧基中氢离子的解离能力,更加容易电离产生 H^+ ,酸性更强,则I的酸性<



(6)C的同分异构体满足条件:①含有苯环;②属于醇类,含有一OH;③含有手性碳原子;④有5组核磁共振氢谱峰,说明其分子中含有5种处于不同化学环境的H原子;若苯环上只有1个取代基为 $-\text{CCl}(\text{OH})\text{CH}_3$,若苯环上有2个取代基为 $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{CHClOH}$,且处于对位的关系,满足条件的同分

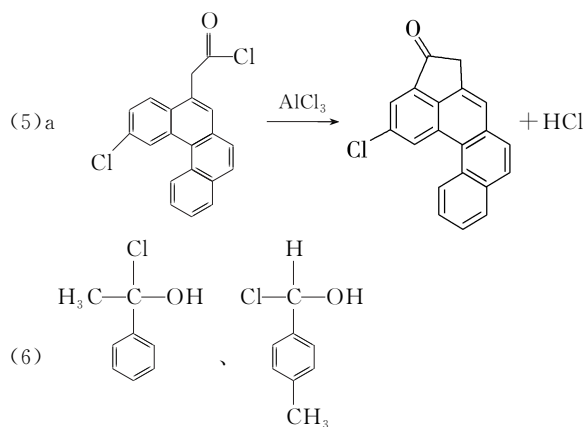


答案:(1)三角锥形 取代

(2)Br原子半径大,C—Br的键能小于C—Cl

(3)氧化剂或氧化脱氢(结合氢原子生成HI)

(4)<



学案分层作业(五十二)

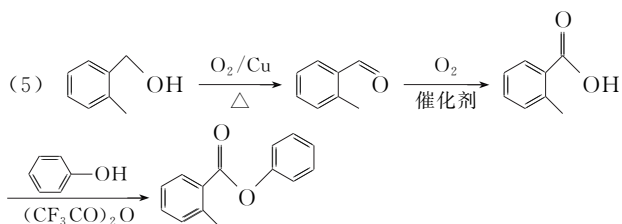
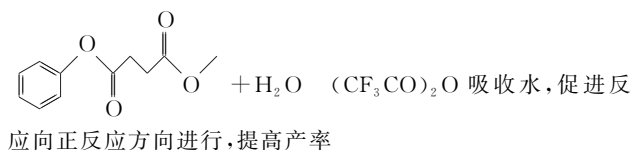
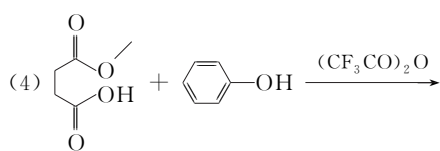
1.解析:由B的分子式知,它含2个不饱和度,再结合A到B的条件,应该是A发生消去反应生成1,3-丁二烯(B),C为饱和有机物,能被重铬酸钾氧化,再结合已知条件知C为1,4-丁二醇,D含2个不饱和度,且含4个O,故D为1,4-丁二酸。

(3)①D分子中的羧基脱水形成环可知D $\rightarrow$ E的反应类型为取代反应;②酚羟基中H—O极性增大,酸性增强,F、Cl是吸电子基团,且氟的电负性大于氯,吸电子基团使H—O共用电子对偏向氧,极性增大,易断裂;甲基为推电子基团,使H—O极性减小,酸性减弱,故酸性强弱为 $a > d > c > b$ 。

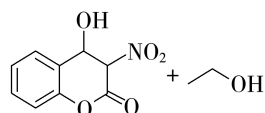
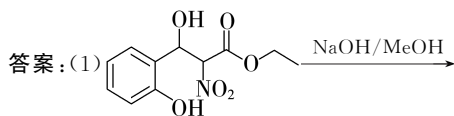
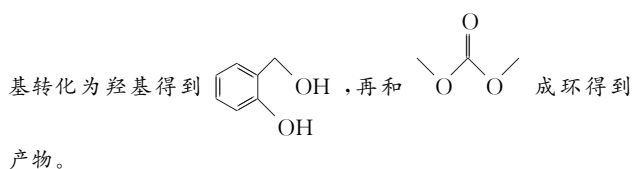
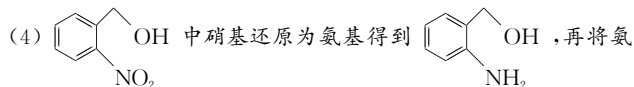
答案:(1)1,3-丁二烯 羧基

(2)同分异构体

(3)①取代反应 ② $a > d > c > b$

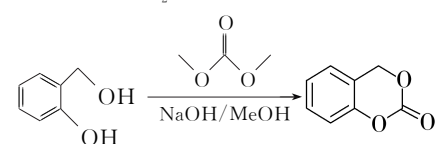
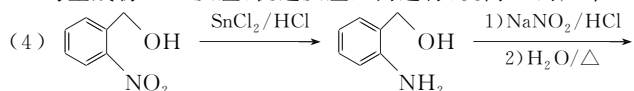


2. 解析: A 中醛基发生加成反应引入支链得到 B, B 发生已知信

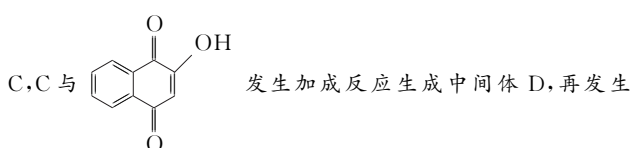
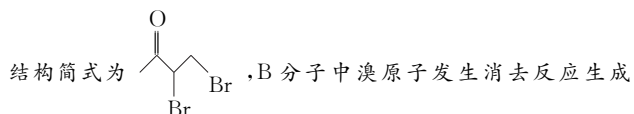


(2) 还原反应

(3) 与生成物 HCl 反应, 促进反应正向进行, 提高 G 的产率

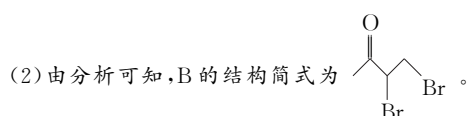


3. 解析: 结合 B 的分子式可知, A 发生加成反应生成 B, 则 B 的



取代反应生成 E, E 与氧气发生氧化反应生成 F。

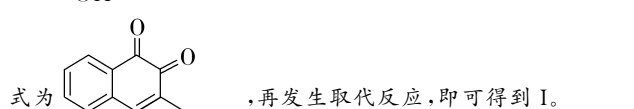
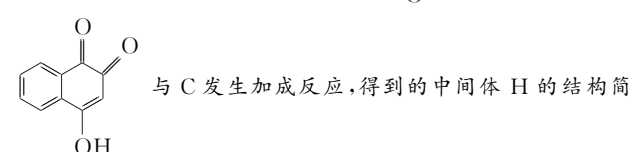
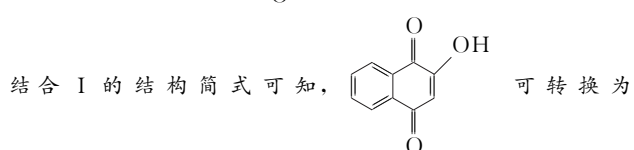
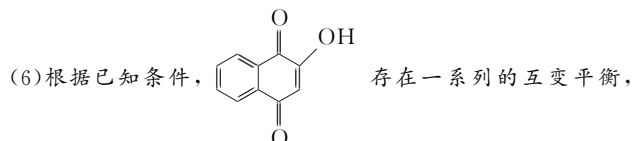
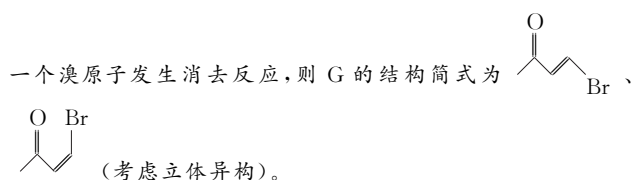
(1) 结合 A 的结构简式可知, 其官能团名称是(酮)羰基、碳碳双键。



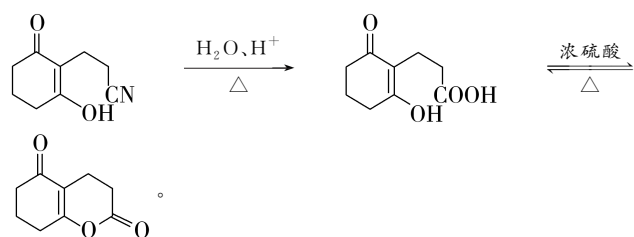
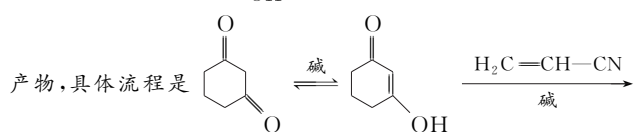
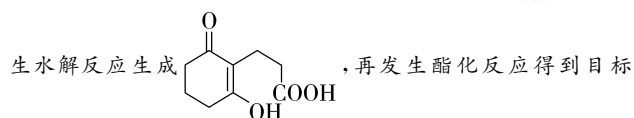
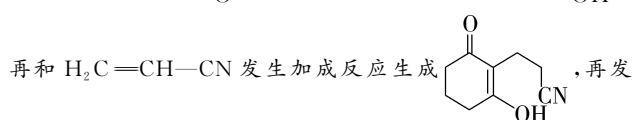
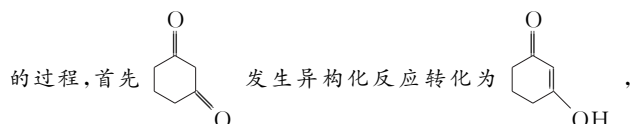
(3) E→F 属于“去氢”的反应, 反应类型是氧化反应。

(4) 苯环是平面结构, 酮羰基也是平面结构, 五元杂环也是平面结构, 则 F 中所有的碳原子可能共面。

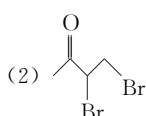
(5) B→C 的反应是其中一个溴原子发生消去反应得到碳碳双键, G 是 C 的同分异构体, 且与 C 官能团相同, 可以考虑另外



(7) 目标产物含有酯基, 说明是发生了酯化反应, 结合 C→E

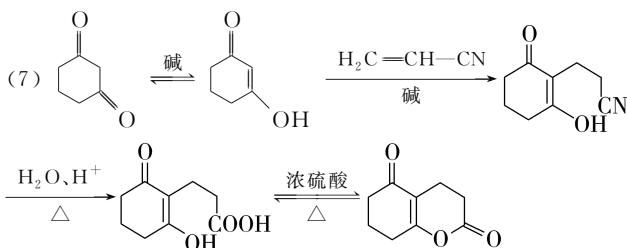
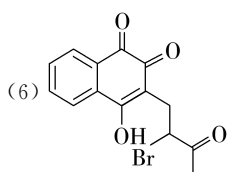
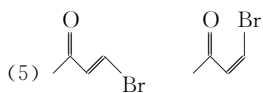


答案: (1) (酮)羰基 碳碳双键



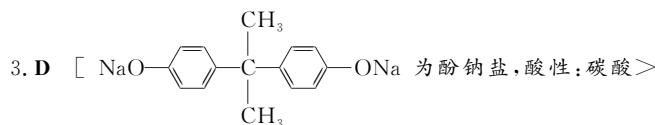
(3)氧化反应

(4)可能



阶段精准补漏(十六)

1. A 2. C



苯酚,利用强酸制弱酸,故 X 能与 CO_2 水溶液反应;X 在水溶液中水解生成含酚羟基的物质,故能与 FeCl_3 水溶液发生显

色反应, A 错误; 中 S 中心原子价

层电子对数 $= 4 + \frac{6 - 1 \times 2 - 2 \times 2}{2} = 4$, 采用 sp^3 杂化, 所有原子不可能共平面, B 错误; 缩聚反应是指一种或多种单体相互缩合生成高分子和小分子的反应, x 的值为 $2n - 1$, 该反应属于缩聚反应, C 错误; 若反应体系中有少量水, 则酚钠盐水解生成酚类和氢氧化钠, 消耗缩聚用的酚氧负离子, 导致有效单体浓度下降, 抑制缩聚反应, 影响聚合度, D 正确。

4. C [葡萄糖氧化生成 CO_2 和 H_2O 是放热反应, 在人体内, 葡萄糖缓慢氧化成 CO_2 和 H_2O 同时为人体提供能量, A 项正确; 核酸是一种生物大分子, 分析核酸水解的产物可知, 核酸是由许多核苷酸单体形成的聚合物, 核苷酸进一步水解得到磷酸和核苷, 核苷进一步水解得到戊糖和碱基, 故核酸可看作磷酸、戊糖和碱基通过一定方式结合而成的生物大分子, B 项正确; 氨基乙酸的结构简式为 $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$, 形成的二肽的结构简式为 $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CONHCH}_2\text{COOH}$, 该二肽中含 1 个氨基、1 个羧基和 1 个肽键, C 项错误; 鸡蛋清溶液为蛋白质溶液, NaCl 溶液属于轻金属盐溶液, 向饱和 NaCl 溶液中加入少量鸡蛋清溶液, 蛋白质发生盐析, D 项正确。]

5. C [根据 PLA 的结构简式, 聚乳酸分子中含有酯基, 可以在碱性条件下发生降解反应, A 正确; 根据 MP 的结构简式, MP 可视为丙酸和甲醇发生酯化反应得到的, 因此其化学名称为丙酸甲酯, B 正确; MP 的同分异构体中, 含羧基的有 2 种, 分别为正丁酸和异丁酸, C 错误; MMA 分子中含有碳碳

双键, 可以发生加聚反应生成高分子 $[\text{CH}_2 - \text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3)]_n$,

D 正确。]

6. 解析: (1) A 中 “ $-\text{NO}_2$ ” 为硝基, “ $-\text{OH}$ ” 为 (酚) 羟基。 (2) 对

比 A、C 的结构, 从 中虚线处断开, 左侧为

A 的部分, 则右侧为 B 的部分, 断开处连接 Br 原子, 故 B 的

结构简式为 。 (3) C 中硝基转化为 D 中氨基,

为 “去氧加氢” 的还原反应。 (4) C_4H_9 有两种碳链, 第 1 种: $\begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} \end{matrix}$ 和第 2 种: $\begin{matrix} & 1 & & 4 & & 3 \\ & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} \\ & & 2 & & & \end{matrix}$ 第 1 种碳链中 2 号和 3

号碳原子上氢原子化学环境相同, 1 号和 4 号碳原子作为两个甲基, B 的同分异构体能与钠反应产生 H_2 , 则分子含有羟基, 将羟基连在 2 号碳原子上, 溴原子可以在 2 号碳原子上, 也可以在 3 号碳原子上, 共有 2 种; 第 2 种碳链中 1, 2, 3 号碳原子上氢原子化学环境相同, 由于只能存在 2 个甲基, 故其中一个碳原子上必须要连羟基或溴原子, 让 1 号、3 号碳原子作为两个甲基, 在 2 号碳原子上连羟基, 则 2 号、4 号碳原子上可以连溴原子, 有 2 种, 若在 4 号碳原子上连羟基, 则在 2 号碳原子上连溴原子, 有 1 种, 故共有 5 种符合条件的同分异构体。 (5) 由已知信息可知, D 转变为 E 的第一步为 D 与

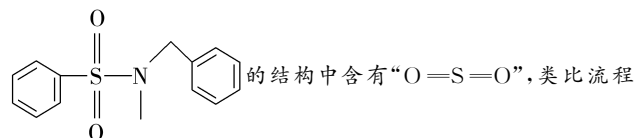
NaNO_2 、 HCl 反应生成 , 由元素守恒可知,

产物中还有 NaCl 和 H_2O , 由此可得反应的化学方程式。

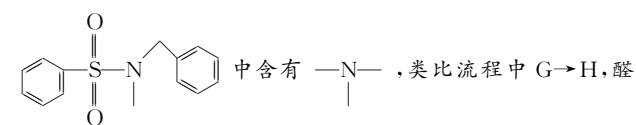
(6) F 分子中含有醛基, 可以发生银镜反应, A 正确; F 分子中含有的 $-\text{NH}-$ 中的 H 可以与苯环上的 F 原子形成分子内氢键, B 错误; $\text{E} + \text{F} \rightarrow \text{G}$ 的反应机理为 E 中 Cl 原子与 F 中 $-\text{NH}-$ 中的 H 结合生成 HCl , HCl 与 NaH 反应生成

NaCl 和 H_2 , C 正确; 中醛基为吸电子基

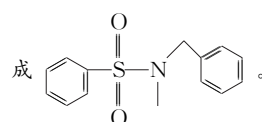
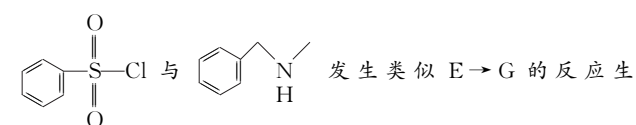
团, 会使得 $\text{N}-\text{H}$ 键的极性增大, D 错误。 (7) 目标产物



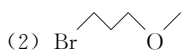
中 D $\rightarrow$ E, 可将原料 转化为 ; 目标产物



基可转化为 $-\text{N}-$, 即 可转化为

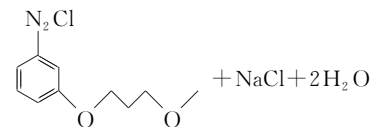
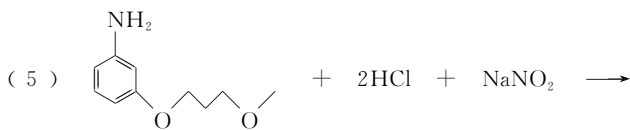


答案: (1) 硝基、(酚) 羟基



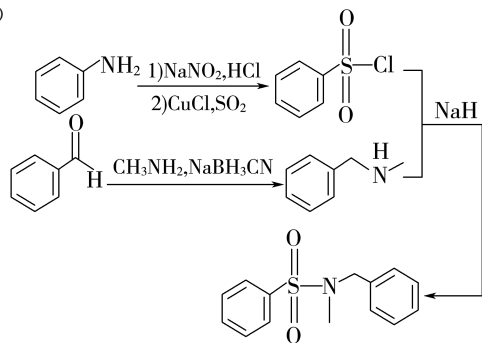
(3) 还原反应

(4) 5

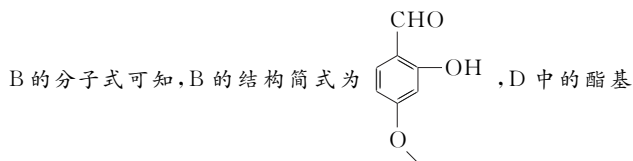


(6) AC

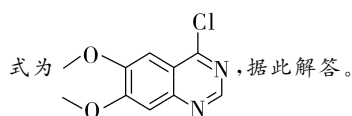
(7)



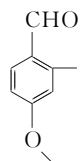
7. 解析: A 和 B 发生取代反应生成 D, 结合 D 的结构简式以及



先水解, 再酸化生成 E, E 发生反应生成 G, G 和 J 发生取代反应生成 K, K 经两步生成 L, L 和 Q 发生反应得到目标产物, 结合目标产物的结构简式以及 Q 的分子式可知, Q 的结构简

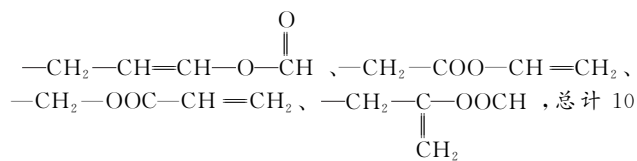


(1) 由 A 的结构简式可知, 其含氧官能团的名称为酯基, 由结构简式可知, A 和 B 发生反应生成 D 的同时会生成 HBr, 反应类型是取代反应。(2) 由分析可知, B 的结构简式为

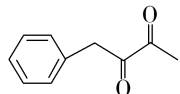


。 (3) D 到 E 先发生酯基的水解以及酸碱中和反应, 再酸化生成羧基, 另一种产物是乙醇, 结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 。(4) G 中含有苯环, 存在大 π 键, A 正确; 由 G 和 K 的结构简式可知, K 中有 1 个碳原子来自 J, B 正确; L 中含有酰胺基, 能形成氢键, C 正确; L 与 Q 生成 Z 的反应中, 发生的是取代反应, 会生成小分子的 CH_3Cl , 因此 $M(\text{Z}) < M(\text{L}) + M(\text{Q})$, D 错误。(5) G 的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_2$, 不饱和度为 6, 存在 和 2 个环外 π 键, 说明分子中除了苯环外还存在 2 个双键结构, 不含 $-\text{OH}$ 与 sp 杂化的碳原子, 说明不含有羟基、羧基、碳碳三键, 则苯环的支链属于醛或酮

的有: $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{CHO}$ 、 $-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CHO}$ 、 $-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{CO}-\text{CH}_3$ 、 $-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CHO})_2$ 、 $-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}=\text{CHCHO}$ 、 $-\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}(\text{CHO})=\text{CH}_2$; 属于酯的有:



种同分异构体; 核磁共振氢谱峰面积比为 3:2:2:2:1, 则分子中有 1 个甲基, 满足条件的结构简式为

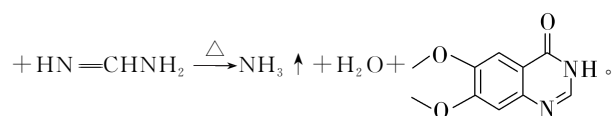


(6) 由已知信息的反应可知, T 的结构简

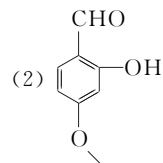
式为 $\text{HN}=\text{CHNH}_2$, R 中既含有氨基, 又含有羧基, 由 X 的结构简式, 以及已知信息的反应, 可推断出, R 中氨基和羧基

处于邻位, R 的结构简式为

生成 W 的化学方程式为

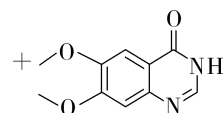
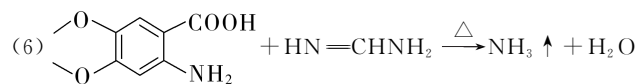
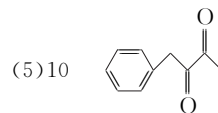


答案: (1) 酯基 取代反应



(3) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

(4) ABC



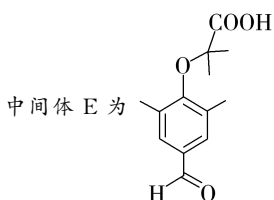
8. 解析: (1) 根据 Q 的结构简式可知, Q 中含氧官能团的名称为酮羰基、醚键、羧基。(2) 结合 A 的结构简式及 $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 的

条件可知, A 中的酚羟基与氢氧化钠反应生成

生取代反应。(3) 根据 C 的结构简式可知, C 的名称为异丁酸或 2-甲基丙酸。(4) $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 反应中加热, 而溴易挥发, 为提高原料的利用率, 故在加热条件下滴加溴时, 将滴液漏斗末端

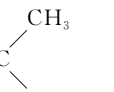
伸入液面以下。(5) 由 (2) 可知 B 的结构简式为

合 Q 的结构简式可知, D () 与 B 反应生成的

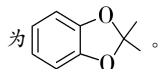


。(6)根据图乙可知 M 中存在 2

种不同化学环境的氢原子,且原子个数比为 2:3,再结合 D 中含有碳溴键,且与碳溴键相连的碳原子上有氢原子,故 D 可与 NaOH 的醇溶液发生消去反应,且羧基也可与氢氧化

钠反应,故 M 的结构简式为 ,由此可写

出 D 与 NaOH 反应生成 M 的化学方程式。(7)根据 A 的结构简式可知,A 分子的不饱和度为 5,其芳香族同分异构体不与 FeCl₃ 溶液发生显色反应,则其结构中不存在酚羟基;结合题给信息(b)可知,其结构中不含 C=O 键,即 A 的芳香族同分异构体中不含醛基、羧基、酯基、酮羰基;核磁共振氢谱有三组峰,且峰面积比为 1:1:3,则符合题意的 A 的芳香族同分异构体中含 2 个甲基,苯环占用 4 个不饱和度,还剩余 1 个不饱和度,则只能为环状结构,芳香环的一取代物有两种,则其结构对称,且 2 个甲基不能在苯环上,故 2 个甲基只能在杂环上,符合条件的 A 的芳香族同分异构体的结构简式

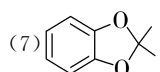
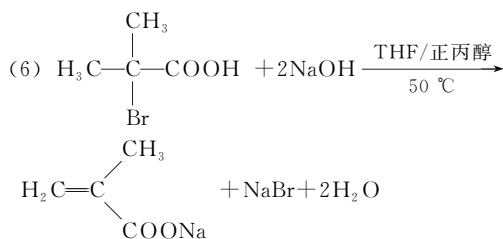
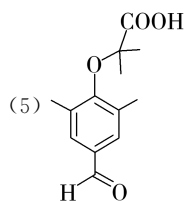


答案:(1)酮羰基 醚键 羧基

(2)取代反应

(3)异丁酸(或 2-甲基丙酸)

(4)提高原料(溴)的利用率,减少损失



学案分层作业(五十三)

- A [由于浓硫酸具有强氧化性,导致反应原理发生改变,故不能探究浓度对反应速率的影响,B 不符合题意;由于乙醇易挥发,且乙醇也能使酸性高锰酸钾溶液褪色,故在通入酸性高锰酸钾溶液之前需通过盛水的洗气瓶来除去乙烯中的乙醇,且还可能产生还原性气体 SO₂,C 不符合题意;直接蒸干 FeSO₄ 饱和溶液,亚铁离子被氧化生成铁离子,则不能制备 FeSO₄ 固体,D 不符合题意。]
- A [标准 NaOH 溶液滴定醋酸溶液,生成醋酸钠,溶液呈碱性,应选酚酞溶液作指示剂,A 符合题意。]
- C [电石和饱和食盐水反应过快且生成的氢氧化钙微溶物易堵塞导管口,因此不能用启普发生器制备乙炔,A 错误;TiCl₄ 在热水中水解会生成 TiO₂·xH₂O,但直接向沸水中滴加 TiCl₄ 溶液,水解反应速率过快,不易控制,且易生成胶体,难以得到 TiO₂·xH₂O 沉淀,B 错误;萃取振荡时,分液

漏斗中会产生气体,导致内部压强增大,通过将分液漏斗倒置,打开活塞放气的操作是正确的,可防止内部压强过大将活塞冲出等危险情况发生,C 正确;NO₂ 能与水反应生成硝酸和一氧化氮,所以不能用排水法收集 NO₂,D 错误。]

- C [NO₂ 会与 NaOH 溶液反应,A 项错误;锌与稀硫酸反应产生氢气,也会使 U 形管中红墨水移动,B 项错误;配制 NaOH 溶液时,定容后摇匀方法是上下颠倒,C 项正确;制备乙烯时,温度计水银球应插入反应液中,D 项错误。]
- C [要得到较大颗粒的明矾晶体,需要缓慢降温以利于晶体的生长,而不是快速降温,A 错误;制取 Fe(OH)₃ 胶体应该向煮沸的蒸馏水中滴加饱和氯化铁溶液至混合物变红褐色,由于硫酸铁水解生成的硫酸为难挥发性酸,不利于氢氧化铁胶体的制取,B 错误;产生的蒸气通入饱和 Na₂CO₃ 溶液中,挥发的乙醇、乙酸被饱和碳酸钠溶液吸收,且饱和碳酸钠溶液利于乙酸乙酯的分层,经分液得到有机层乙酸乙酯,C 正确;应左侧试管为铁和稀硫酸,反应生成硫酸亚铁和氢气,氢气排净装置中空气,一段时间后,关闭止水夹,使左侧试管中压强增大,生成的硫酸亚铁被压入右侧试管中和氢氧化钠反应生成氢氧化亚铁沉淀,题给装置中生成的氢气从右侧支管口逸出,不能使生成的硫酸亚铁和氢氧化钠溶液混合反应,D 错误。]
- C [蔗糖水解需在酸性条件下进行,水解产物为葡萄糖和果糖,但银镜反应需在碱性环境中进行,未中和硫酸直接加入银氨溶液无法反应,因此未出现银镜不能证明蔗糖未水解,A 错误;菠菜中的铁元素可能以 Fe²⁺ 形式存在,而 KSCN 仅能检测 Fe³⁺,未变红只能说明不含 Fe³⁺,不能推断铁元素完全不存在,B 错误;Fe³⁺ 与 SCN⁻ 结合生成血红色 Fe(SCN)₃,若现象未显红色,说明 Fe³⁺ 优先与 F⁻ 结合形成更稳定的无色配合物 FeF₆³⁻,表明 F⁻ 结合 Fe³⁺ 的能力强于 SCN⁻,现象与结论一致,C 正确;KMnO₄ 溶液和 H₂C₂O₄ 溶液反应的化学方程式为 2KMnO₄ + 5H₂C₂O₄ + 3H₂SO₄ = 2MnSO₄ + K₂SO₄ + 10CO₂↑ + 8H₂O,分别向盛有 2 mL 0.1 mol·L⁻¹ 酸性 KMnO₄ 溶液和 2 mL 0.2 mol·L⁻¹ 酸性 KMnO₄ 溶液的甲、乙两支试管中,加入 2 mL 0.1 mol·L⁻¹ H₂C₂O₄ 溶液,KMnO₄ 是过量的,溶液中颜色不会完全褪去,无法判断反应速率大小,D 错误。]
- A [滴加苯酚溶液显紫色,说明溶液中有 Fe³⁺,即 FeSO₄ 被氧化,A 项正确;溶液中无论是否含有 NaOH,其实验现象都相同,故无法判断该 NaOH 溶液是否完全变质,B 项错误;该颜色变化未体现浓硫酸的强氧化性,体现浓硫酸的吸水性,C 项错误;Ag⁺ 过量,加入 KI 直接生成 AgI,无法判断 K_{sp}(AgCl) > K_{sp}(AgI),D 项错误。]
- B [乙醇和浓硫酸共热会发生消去反应产生乙烯气体,但会有副产物二氧化硫生成,并且乙醇易挥发,这两种气体均可以使酸性 KMnO₄ 溶液紫红色褪去,干扰乙烯的检验,A 错误;向硫酸铜溶液中逐渐滴入过量的氨水,水合铜离子转化为四氨合铜离子,溶液颜色由蓝色变成深蓝色,B 正确;应该是向沸水中滴加饱和的 FeCl₃ 溶液制备 Fe(OH)₃ 胶体,向氢氧化钠溶液中滴入饱和的 FeCl₃ 溶液得到的是 Fe(OH)₃ 沉淀,C 错误;压缩体积,增大压强,平衡向生成 N₂O₄ 的方向移动,混合气体的颜色先变深又逐渐变浅,D 错误。]
- B [I⁻ 的还原性强于 Fe²⁺,氯气不足时,I⁻ 优先被氧化成 I₂,使得溶液呈黄色,故不能确定 Fe²⁺ 是否被氧化成 Fe³⁺,无法得出 Cl₂ 的氧化性强于 Fe³⁺,A 错误;AgCl 与 Na₂S₂O₃ 反应生成 [Ag(S₂O₃)₂]³⁻,加入几滴 Na₂S 后所得黑色沉淀为 Ag₂S,故溶解度:AgCl > Ag₂S,B 正确;[Ag(NH₃)₂]OH 的溶液中加入盐酸生成 AgCl 沉淀,滴加盐酸的过程中只要 Q_c > K_{sp}(AgCl) 即可产生沉淀,且 AgCl 的生成会促进 [Ag(NH₃)₂]⁺ 解离,故不能说明 Cl⁻ 与 Ag⁺ 结合的能力更强,C 错误;Cu(OH)₂ 与氨水发生络合反应生成 [Cu(NH₃)₄]²⁺,故 Cu(OH)₂ 不是两性氢氧化物,D 错误。]
- A [将浓硫酸滴到蔗糖表面,观察到固体变黑且膨胀,体现

了浓硫酸的脱水性和强氧化性, B 错误; 先将注射器充满 NO_2 气体, 然后将活塞往里推, 体积缩小, NO_2 浓度增大, 注射器内气体颜色加深, 平衡向气体体积减小的方向移动, 即正向移动, C 错误; 铝粉与氧化铁发生铝热反应, 冷却后将固体溶于盐酸, 向所得溶液滴加 KSCN 溶液, 溶液颜色无明显变化, Fe_2O_3 与盐酸反应生成 Fe^{3+} , Fe^{3+} 与 Fe 反应生成 Fe^{2+} , 不能证明氧化铁已经完全被铝粉还原, D 错误。]

11. B [向淀粉水解液中加入碘水, 溶液显蓝色, 淀粉可能没有水解或部分水解, A 错误; 该钾盐也可能为 KClO 、 KMnO_4 、 KClO_3 等, 加入浓盐酸, 产生 Cl_2 也可使品红溶液褪色, C 错误; 常温下, 铁片遇浓硝酸会发生钝化, 导致现象不明显, 故不能通过该实验现象比较浓硝酸和稀硝酸的氧化性强弱, D 错误。]

12. C [CaO 与水反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 使 $c(\text{OH}^-)$ 增大, 溶剂(水)减少, 且反应放热, 促使 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解, 试管口放一团用水或稀硫酸浸湿的棉花球, 既可以减小空气对流, 使 NH_3 充满试管, 又可以吸收多余的 NH_3 , 防止污染空气, 故 A 正确; 硫化氢能和硫酸铜溶液反应生成硫化铜沉淀, 所以图②可用于除去 C_2H_2 中少量的 H_2S , 故 B 正确; CH_2Cl_2 和 CCl_4 沸点不同, 应采用蒸馏的方法分离, 蒸馏时温度计水银球应置于蒸馏烧瓶支管口处, 故 C 错误; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液有强氧化性, 会腐蚀碱式滴定管的乳胶管, 应选用酸式滴定管量取, 图为酸式滴定管, 故 D 正确。]

13. B [用蓝色石蕊试纸检验某无色溶液, 试纸变红, 该溶液显酸性, 但不一定是酸溶液, 也有可能是显酸性的盐溶液, A 不符合题意; 动物纤维的主要成分是蛋白质, 灼烧后有类似烧焦羽毛的味道, 若用酒精灯灼烧织物产生类似烧焦羽毛的味道, 说明该织物含有动物纤维, 含有蛋白质, B 符合题意; 乙醇和浓硫酸共热, 会得到很多产物, 如乙醚、乙烯、 SO_2 、 CO_2 等, 其中的 SO_2 也能使溴水褪色, 不能说明产生的气体就是乙烯, C 不符合题意; 氯化镁溶液中滴入氢氧化钠溶液, 会发生复分解反应, 生成难溶的氢氧化镁, 与氢氧化钠和氢氧化镁的碱性无关, 不能由此得出氢氧化钠的碱性比氢氧化镁强, D 不符合题意。]

14. D [将 Zn 和 ZnSO_4 溶液与 Cu 和 CuSO_4 溶液组成双液原电池, Zn 作负极, 电极反应为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$, Cu 作正极, 电极反应为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$, 连通后铜片上有固体沉积, A 错误; 新制银氨溶液与乙醛反应, 乙醛具有还原性被新制银氨溶液氧化, $\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Ag} \downarrow + \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 试管壁上出现银镜, B 错误; 向苯酚浊液中加入足量 Na_2CO_3 溶液, 溶液由浑浊变澄清, 说明苯酚与 Na_2CO_3 反应生成苯酚钠与 NaHCO_3 , 酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{苯酚} > \text{HCO}_3^-$, C 错误; 向 BaCl_2 溶液中先通入适量 SO_2 , 无明显现象, 不能用弱酸制强酸, 加入稀硝酸可以氧化 SO_2 生成 SO_4^{2-} , SO_4^{2-} 可以和 Ba^{2+} 产生白色沉淀, D 正确。]

15. D [A. 从含有 I_2 的 NaCl 固体中提取 I_2 , 应用升华法, A 错误; B. 乙酸乙酯在碱性条件下可以发生水解反应, 故提纯乙酸乙酯不能用氢氧化钠溶液洗涤, B 错误; C. 用 NaOH 标准溶液滴定未知浓度的 CH_3COOH 溶液, 反应到达终点时生成 CH_3COONa , CH_3COONa 溶液显碱性, 应用酚酞溶液作指示剂, C 错误; D. 从明矾过饱和溶液中快速析出晶体, 可以用玻璃棒摩擦烧杯内壁, 在烧杯内壁产生微小的损伤可促进晶体的形成, D 正确。]

学案分层作业(五十四)

1. 解析: 实验中, 用铁屑和稀硫酸反应: $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$, 生成的 H_2 可以排除装置内的空气, 防止亚铁盐被氧化, 同时, 产生的 H_2 可使装置 b 中的压强增大, 将溶液压入三颈烧瓶中, FeSO_4 与甘氨酸反应制备甘氨酸亚铁, 据此解答。

(1) 打开 K_2 , 关闭 K_3 , 产生的 H_2 可使装置 b 中的压强增大, 将 FeSO_4 溶液压入三颈烧瓶中, FeSO_4 与甘氨酸反应制备甘氨酸亚铁。

(2) 仪器 c 的名称是三颈烧瓶; 柠檬酸酸性较强, 有强还原性, 所以加入少量的柠檬酸, 可以防止甘氨酸亚铁被氧化, 也可以调节溶液的 pH 抑制亚铁离子水解; FeSO_4 与甘氨酸反应制备甘氨酸亚铁, 化学方程式为 $\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH} + 2\text{NaOH} = (\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO})_2\text{Fe} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 由有关物质性质可知, 甘氨酸亚铁易溶于水, 难溶于乙醇、冰醋酸, 故步骤④中加入乙醇可以降低甘氨酸亚铁的溶解度, 使其析出。

(4) 由于柠檬酸有强还原性, 故装置 d 的作用为液封(或水封), 防止空气进入 c 中, 将柠檬酸氧化。

(5) 因为甘氨酸在冰醋酸中的溶解度大于在乙醇中的溶解度, 甘氨酸亚铁易溶于水, 难溶于冰醋酸, 所以先向称取的粗产品加入冰醋酸, 故选 c, 得到较纯的甘氨酸亚铁沉淀, 再将其溶于水配成溶液, 加入酸性高锰酸钾溶液滴定, 发生反应: $18\text{H}^+ + 5\text{RNH}_2 + 6\text{MnO}_4^- = 5\text{RNO}_2 + 6\text{Mn}^{2+} + 14\text{H}_2\text{O}$, $5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ = 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$, 根据反应得出关系式: $(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO})_2\text{Fe} \sim 2.6\text{KMnO}_4$, 所以

$$n[(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO})_2\text{Fe}] = \frac{1}{2.6}n(\text{KMnO}_4) = \frac{1}{2.6} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 26 \times 10^{-3} \text{ L} \times \frac{250 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}} = 0.01 \text{ mol}, \text{ 所以}$$

$$m[(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO})_2\text{Fe}] = 0.01 \text{ mol} \times 204 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.04 \text{ g}, \text{ 该样品的纯度为 } \frac{2.04 \text{ g}}{2.2 \text{ g}} \times 100\% \approx 92.7\%.$$

答案: (1) 打开 K_2 , 关闭 K_3

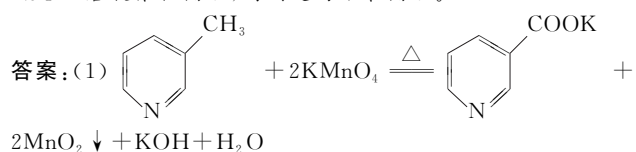
(2) 三颈烧瓶 防止亚铁离子被氧化且能抑制亚铁离子水解
 $\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH} + 2\text{NaOH} = (\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO})_2\text{Fe} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) 降低甘氨酸亚铁的溶解度, 使其析出

(4) 液封(或水封), 防止空气进入 c 中

(5) c 92.7%

2. 解析: (2) 根据题给信息可知, 3-甲基吡啶沸点为 144°C , 则合成粗产品时, 在常压、 144°C 下蒸馏的目的是除去未反应的 3-甲基吡啶。(3) 结合题给信息可知, 烟酸微溶于冷水, 温度升高, 溶解度逐渐增大, 则粗品提纯的方法为重结晶。(4) 粗品提纯过程中, 趁热过滤需要的玻璃仪器有玻璃棒、烧杯和漏斗。(5) 烟酸是一元酸, 与 NaOH 反应的物质的量之比为 1:1, 消耗 NaOH 的物质的量为 $0.0500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 20.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 1 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 烟酸的质量为 $1 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 123 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{100 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}} = 0.492 \text{ g}$, 纯度为 $\frac{0.492 \text{ g}}{0.5 \text{ g}} \times 100\% = 98.4\%$; 若滴定前仰视读数, 滴定后俯视读数, 读出的 NaOH 溶液体积偏小, 则测定的结果偏小。



(2) 除去未反应的 3-甲基吡啶

(3) 重结晶

(4) BD

(5) 98.4% 偏小

3. 解析: 制取十二钨硅酸晶体 ($\text{H}_4[\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$) 时, 先将适量 $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 加入三颈烧瓶中, 加适量水, 加热, 溶解; 然后在持续搅拌下加热混合物至近沸, 缓慢滴加浓盐酸至 pH 为 2, 反应 30 分钟, 冷却; 将反应液转至萃取仪器中, 加入乙醚, 再分批加入浓盐酸, 萃取; 静置后液体分上、中、下三层, 下层是油状钨硅酸醚合物; 将下层油状物转至蒸发皿中, 加少量水, 加热至混合液表面有晶膜形成, 冷却结晶, 抽滤, 干燥, 得到十二钨硅酸晶体

$(\text{H}_4[\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}] \cdot n\text{H}_2\text{O})$ 。

(1) 实验中使用浓盐酸, 浓盐酸具有挥发性, 会挥发出氯化氢气体, 为了防止氯化氢污染空气, 仪器 a 中应盛装能吸收氯化氢气体的试剂, 所以仪器 a 中的试剂是碱石灰。(3) 题给仪器中, 用于“萃取、分液”操作的有烧杯、分液漏斗。“萃取、分液”时, 应: c. 涂凡士林, a. 检查旋塞、玻璃塞是否漏水, b. 将溶液和乙醚转入分液漏斗并逐滴加入盐酸, e. 倒转分液漏斗, 小心振荡, d. 旋开旋塞放气, f. 经几次振荡并放气后, 将分液漏斗置于铁架台上静置, g. 打开旋塞, 向蒸发皿放出下层液体。故合适操作(操作不重复使用)并排序为 c→a→b→e→d→f→g。(5) 采用热重分析法测得失去全部结晶水时失重 $w\%$,

即结晶水的含量为 $w\%$, 由此可得: $\frac{18n}{M} \times 100\% = w\%, n =$

$\frac{wM}{1800}$ 。若样品未充分干燥, 则 $w\%$ 偏大, 会导致 n 的值偏大。

答案: (1) 碱石灰

(2) 滴速过快可能导致反应体系局部 pH 过低产生沉淀

(3) 烧杯、分液漏斗 a b g

(4) 乙醚沸点低易挥发, 明火加热易燃

(5) $\frac{wM}{1800}$ 偏大

4. 解析: (1) 该反应使用空气作氧化剂, 故相比 KMnO_4 作氧化剂而言, 空气更绿色环保, 且能防止 $-\text{CH}_3$ 被氧化, 减少副产物的生成。(2) 由题给信息可知, 反应时间为 0 h 时, 峰 a、b、c、d 分别表示醛基 H、苯环 H、苯环 H 和甲基 H, 反应 2 h 时, 峰面积 $a : a'$ 为 2 : 1, 即 2 h 时转化的对甲基苯甲醛的量为起始时的 $\frac{1}{2}$, 则反应 2 h 时, 对甲基苯甲醛的转化率为 $\frac{1}{2} \times 100\% = 50\%$ 。(3) 步骤 II 中加入过量稀 NaOH 溶液后, 对甲基苯甲酸转化为可溶于水的对甲基苯甲酸钠, 故采用乙酸乙酯洗涤时, 可除去未反应完全的对甲基苯甲醛, 从而提高目标产物纯度。(4) 步骤 III 中加入稀盐酸除去步骤 II 中过量的 NaOH, 离子方程式为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$; 同时稀盐酸可使步骤 II 中产生的 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}^-$ 转化为 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$, 离子方程式为 $\text{H}^+ + \text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}^- \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ 。(5) 具支试管中盛有溶剂及空气, 故循环冷冻脱气时, 须先关闭阀门①, 然后使用液氮冷冻反应液②, 待具支试管中的反应液冷冻后, 打开阀门抽出其中的空气③, 然后关闭阀门①, 最后反应液恢复至室温④, 重复后四步操作数次, 使装置中的 $^{16}\text{O}_2$ 全部排出。若对甲基苯甲酸中羧基 O 均为 ^{16}O , 则其相对分子质量为 136, 而表中第一组信息显示其相对分子质量为 138, 故羧基中 1 个 O 为 ^{18}O , 比较反应条件可知, 第一组产物中的 ^{18}O 来自 $^{18}\text{O}_2$, 故目标产物中羧基 O 来源于醛基和 $^{18}\text{O}_2$ 。

答案: (1) 绿色环保 副产物少

(2) 50

(3) 除去未反应的 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$

(4) $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}^+ + \text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}^- \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$

(5) ③ ① ④ $^{18}\text{O}_2$

5. 解析: (1) 甲苯能被酸性高锰酸钾溶液氧化生成苯甲酸, 高锰酸钾自身被还原为 Mn^{2+} (无色), 因此可观察到溶液的紫色逐渐变浅直至消失。(2) 重结晶的过程包括加热溶解、趁热过滤和冷却结晶三个步骤, 趁热过滤的目的是将泥沙过滤出去, 同时防止苯甲酸从溶液中析出, 冷却结晶后苯甲酸析出, 通过常温过滤即可得到较纯净的苯甲酸晶体。(3) ①由题图知, 反应达到滴定终点时, 消耗氢氧化钠溶液的体积是 14.00 mL, 苯甲酸为一元弱酸, 根据 $c_{\text{待}} \cdot V_{\text{待}} = c_{\text{标}} \cdot V_{\text{标}}$, 知

$$c_0 = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{苯甲酸})} =$$

$$\frac{0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 14.00 \times 10^{-3} \text{ L}}{50.00 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.0280 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

② 苯甲酸在溶液中部分电离: $\text{C}_6\text{H}_5-\text{COOH} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5-\text{COO}^- + \text{H}^+$, 由题图知, 初始苯甲酸溶液的 pH =

$$2.89, \text{ 则 } K_a = \frac{c(\text{C}_6\text{H}_5-\text{COO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{C}_6\text{H}_5-\text{COOH})} =$$

$$\frac{10^{-2.89} \times 10^{-2.89}}{0.0280 - 10^{-2.89}}.$$

(4) ① 卤素原子电负性越强, 吸电子效应就越强, 则羧基中 H—O 的极性增大, 容易发生断裂, 更易电离出氢离子, 因此酸性增强。③ 实验探究时应控制单一变量, 不同物质在同一温度下的溶解度不同, 故不同物质的饱和溶液的浓度一般不同, 则要比三种酸的酸性强弱, 除物质不同外, 其他条件均应该保持相同, 即三种酸溶液的浓度应相同, 所以甲同学的实验方案不合理。(5) ① HClO 见光分解的化学方程式为 $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$, 离子方程式为 $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{O}_2 \uparrow$ 。② NaClO 溶液中存在水解平衡: $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$, 故通过用 pH 计测定 0.100 mol · L⁻¹ NaClO 溶液的 pH, 根据 $K_h \approx \frac{c^2(\text{OH}^-)}{0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$ 可计算出 ClO^- 的水解平衡常数, 再根据 $K_a = \frac{K_w}{K_h}$ 计算即可得到 HClO 的电离平衡常数。

答案: (1) 逐渐变浅直至消失
(2) d、a、b
(3) ① 0.0280 ② $\frac{10^{-2.89} \times 10^{-2.89}}{0.0280 - 10^{-2.89}}$
(4) ① 增强 极性 ③ 三种酸的饱和溶液浓度不同
(5) ① $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{O}_2 \uparrow$ ② 用 pH 计测量得到 0.100 mol · L⁻¹ NaClO 溶液的 pH = a; 根据 $K_h \approx \frac{c^2(\text{OH}^-)}{0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$ 计算出 ClO^- 的水解平衡常数, 再根据 $K_a = \frac{K_w}{K_h}$ 计算得到 HClO 的电离平衡常数

答案: (1) 逐渐变浅直至消失

(2) d、a、b

(3) ① 0.0280 ② $\frac{10^{-2.89} \times 10^{-2.89}}{0.0280 - 10^{-2.89}}$

(4) ① 增强 极性 ③ 三种酸的饱和溶液浓度不同

(5) ① $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{O}_2 \uparrow$ ② 用 pH 计测量得到 0.100 mol · L⁻¹ NaClO 溶液的 pH = a; 根据 $K_h \approx \frac{c^2(\text{OH}^-)}{0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$ 计算出 ClO^- 的水解平衡常数, 再根据 $K_a = \frac{K_w}{K_h}$ 计算得到 HClO 的电离平衡常数

阶段精准补漏(十七)

1. D $[\text{NH}_4\text{Cl}]$ 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 固体混合物加热制取氨, 试管口要略向下倾斜, A 错误; 配制 100 mL 1.00 mol · L⁻¹ KCl 溶液, 应在烧杯中溶解 KCl 固体, B 错误; 金属钠与水反应剧烈, 不能在试管中进行, 应在烧杯中进行, 且烧杯不能盛满水, 同时用镊子取用金属钠, C 错误; 两个烧杯中分别盛有热水和冷水, 可以通过观察气体的颜色深浅来探究温度对 $2\text{NO}_2(\text{红棕色}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{无色})$ 平衡的影响, D 正确。

2. 解析: 本题探究 Co^{2+} 、 Co^{3+} 能否催化 H_2O_2 的分解及相关性质。实验 I 中无明显变化, 证明 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 不能催化 H_2O_2 的分解; 实验 II 中溶液变为红色, 证明 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 易转化为 $[\text{Co}(\text{CO}_3)_2]^{2-}$; 实验 III 中溶液变为墨绿色, 说明 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 更易与 CO_3^{2-} 反应生成 $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$, 并且初步证明 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 在 HCO_3^- 的作用下易被 H_2O_2 氧化为 $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$; 实验 IV 中溶液先变蓝后变粉红, 并且前后均有气体生成, 证明在酸性条件下, $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$ 易转化为 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$, $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 氧化性强, 可以把 H_2O 氧化为 O_2 。

(1) 配制 1.00 mol · L⁻¹ 的 CoSO_4 溶液, 需要用到容量瓶、胶头滴管等, 因此选 bc。(2) CoSO_4 溶液中存在大量的 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, 向其中加入 30% 的 H_2O_2 溶液后无明显变

化,因此,实验 I 表明 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 不能催化 H_2O_2 的分解。实验 II 中 HCO_3^- 与 Co^{2+} 结合转化为 $[\text{Co}(\text{CO}_3)_2]^{2-}$ 和 H^+ ,过量的 HCO_3^- 能吸收 H^+ ,促使反应正向进行。实验 III 的实验现象表明在 H_2O_2 的作用下 Co^{2+} 能与 HCO_3^- 反应生成 $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$,然后 $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$ 能催化 H_2O_2 的分解,因此, H_2O_2 在实验 III 中所发生反应的离子方程式为 $2\text{Co}^{2+} + 10\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-} + 6\text{H}_2\text{O} + 4\text{CO}_2 \uparrow$, $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 。(3)实验 I 表明,反应 $2[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 难以正向进行,实验 III 的现象表明, Co^{3+} 、 Co^{2+} 分别与 CO_3^{2-} 配位时, $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 更易与 CO_3^{2-} 反应生成 $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$ (该反应为快反应),导致 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 几乎不能转化为 $[\text{Co}(\text{CO}_3)_2]^{2-}$,这样使得 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 的浓度减小的幅度远远大于 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 的浓度减小的幅度,根据化学平衡移动原理,减小生成物浓度能使化学平衡向正反应方向移动,因此,上述反应能够正向进行。(4)实验 IV 中,A 到 B 溶液变为蓝色,并产生气体,说明发生反应 $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-} + 6\text{H}^+ + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + 3\text{CO}_2 \uparrow$;B 到 C 溶液变为粉红色,并产生气体,说明发生反应 $4[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$,因此从 A 到 C 所产生的气体的分子式分别为 CO_2 和 O_2 。

答案:(1)bc

(2)不能 吸收转化过程中产生的 H^+ ,促进反应正向进行 $2\text{Co}^{2+} + 10\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-} + 6\text{H}_2\text{O} + 4\text{CO}_2 \uparrow$ $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$

(3)实验 III 的现象表明, Co^{3+} 、 Co^{2+} 分别与 CO_3^{2-} 配位时, $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 更易与 CO_3^{2-} 反应生成 $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$ (该反应为快反应),导致 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 几乎不能转化为 $[\text{Co}(\text{CO}_3)_2]^{2-}$,这样使得 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 的浓度减小的幅度远远大于 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 的浓度减小的幅度,根据化学平衡移动原理,减小生成物浓度能使化学平衡向正反应方向移动,因此,上述反应能够正向进行

(4) CO_2 O_2

3. 解析:(1)步骤①中,加热的目的是加快溶解速率并提高浸出率。(2)搅拌的目的是混合均匀,且加快反应速率,搅拌和缓慢加入 NaOH 溶液可防止体系内局部 pH 过大生成 $\text{Eu}(\text{OH})_3$ 沉淀。pH 接近 6 时,应逐滴加入 NaOH 溶液,并且同时检测溶液 pH,以防超过 6。(3)配制一定物质的量浓度的苯甲酸钠溶液时,溶解苯甲酸钠要用到烧杯,定容要使用容量瓶。(4) HCl 标准溶液滴定 NaOH 溶液,酚酞溶液为指示剂,则达到滴定终点的现象是滴入最后半滴 HCl 标准溶液,溶液由红色变为无色,且半分钟内颜色不恢复。甲基橙的变色范围为 3.1~4.4,误差较大,故不能用甲基橙代替酚酞。(5) $\text{Eu}(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 在空气中易吸潮,故 0~92℃ 范围内产品质量减轻的原因是吸潮的水分蒸发。92~195℃ 时产品失去全部的结晶水,最终产物为 Eu_2O_3 ,则 195°C 后产品失去“ $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_{1.5}$ ”,则有 $\frac{18x}{(121-8) \times 3} = \frac{5.2\%}{56.8\%}$,解得 $x \approx 1.7$ 。

答案:(1)加快溶解速率,提高浸出率

(2)防止局部 pH 过大生成 $\text{Eu}(\text{OH})_3$ 沉淀 逐滴加入 NaOH 溶液,并同时检测溶液的 pH

(3)容量瓶、烧杯

(4)滴入最后半滴 HCl 标准溶液时,溶液由红色变为无色,且半分钟内颜色不恢复 甲基橙的变色范围为 3.1~4.4,误差较大

(5) $\text{Eu}(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 吸潮的水分蒸发 1.7

4. 解析:(3) $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 沉淀中含有少量的 Cl^- 杂质,判断

$\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 沉淀是否洗涤干净,只需检验洗涤液中是否含有 Cl^- ,若最后一次洗涤液中不含 Cl^- ,则证明 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 沉淀清洗干净,检验 Cl^- ,应选用的试剂是硝酸酸化的 AgNO_3 溶液。

(7)①该实验应先称取一定量的 TiO_2 固体,将 TiO_2 放入管式炉中,提前通入 NH_3 排出管式炉中空气后再进行加热,当反应结束后,应先停止加热,待冷却至室温后再停止通入 NH_3 ,则正确的实验操作步骤为 abdecf。

②0.800 g TiO_2 的物质的量为 $\frac{0.800 \text{ g}}{80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01 \text{ mol}$,则 TiN 的理论产量为 $0.01 \text{ mol} \times 62 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.62 \text{ g}$,反应后剩余固体质量为 0.656 g,则固体质量减少质量为 $0.800 \text{ g} - 0.656 \text{ g} = 0.144 \text{ g}$,根据 $6\text{TiO}_2 + 8\text{NH}_3 \xrightarrow{800^\circ\text{C}} 6\text{TiN} + 12\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 \sim$ 固体减少 $6 \times (32 - 14) \text{ g}$,则 TiN 的实际产量 $= \frac{6 \times 62 \times 0.144}{6 \times 18} \text{ g} = 0.496 \text{ g}$,则 TiN 产率为 $\frac{0.496 \text{ g}}{0.62 \text{ g}} \times 100\% = 80\%$ 。

答案:(1)b

(2) $\text{Ti}(\text{OH})_4$

(3) AgNO_3 溶液(或 $\text{AgNO}_3 + \text{HNO}_3$ 、硝酸银溶液、硝酸酸化的硝酸银溶液)

(4)碱石灰[或生石灰(CaO)、 NaOH 、 KOH 以及这些物质的组合均可]

(5) $6\text{TiO}_2 + 8\text{NH}_3 \xrightarrow{800^\circ\text{C}} 6\text{TiN} + 12\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$

(6)吸收氨与水

(7)bdec 80.0%(或 80%、0.8)

5. 解析:平衡常数表达式: $K = \frac{c(\text{Mn}^{2+}) \cdot c(\text{Br}_2)}{c^2(\text{Br}^-) \cdot c^4(\text{H}^+)} = 6.3 \times 10^4$,

控制 pH 可调节 $c(\text{Br}_2)$ 大小。使用过量 MnO_2 和浓度较大的 KBr 溶液,确保 $c(\text{Br}^-)$ 几乎不变。因为 $c(\text{Mn}^{2+}) = c(\text{Br}_2)$,只需测定平衡时的 pH 和 $c(\text{Br}_2)$ 即可计算 K 。干扰忽略: Br_2 与水反应、 HBr 挥发对实验影响可忽略。(2)①淀粉遇 I_2 显蓝色, I_2 被 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 消耗完后蓝色消失,故滴定终点现象:滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液,溶液蓝色褪去,且半分钟内不恢复; KI 的作用:与 Br_2 反应生成 I_2 ,便于测定 Br_2 浓度。离子方程式: $\text{Br}_2 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^- + \text{I}_2$ 。②该反应消耗 H^+ 生成水,pH 增大;因为 Br_2 挥发导致实测 $c(\text{Br}_2)$ 偏小,根据题目信息可知, $c(\text{Mn}^{2+}) = c(\text{Br}_2)$,则计算时所用 Mn^{2+} 的浓度小于其在溶液中实际浓度。③ II 中液面上方未观察到黄色气体,说明不是由于 Br_2 挥发导致实测 $c(\text{Br}_2)$ 偏小,题目已知信息③也说明了 Br_2 与水反应的程度很小,可忽略对测定干扰;低浓度 HBr 挥发性很小,可忽略,对比 I 和 II 可知,II 的 pH 更大,且反应后溶液为淡黄色,则可能原因是 II 中的 $c(\text{H}^+)$ 浓度低于 I 中,反应相同时间下,II 未达到平衡状态,导致溶液中 $c(\text{Mn}^{2+})$ 、 $c(\text{Br}_2)$ 偏低,计算的 K 偏小。(3)①平衡常数准确性验证:应与 40℃ 下的理论 K 比较,因为 K 只与温度有关。② I 和 II 反应时间相同,I 由于 $c(\text{H}^+)$ 过大,反应速率过快, Br_2 挥发导致计算的 K 值小,II 由于 $c(\text{H}^+)$ 过小,反应速率过慢,未达平衡状态,导致计算的 K 值小,故综合调控 pH 和温度的目的是使反应更快地达到平衡状态,使 Br_2 处于溶解平衡且挥发最少的状态,从而准确测定 K 值。

答案:(2)①滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液,溶液蓝色褪去,且半分钟内不恢复 $\text{Br}_2 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^- + \text{I}_2$ ②增大 Mn^{2+}

③ II 中的 $c(\text{H}^+)$ 浓度低于 I 中,反应相同时间下,II 未达到平衡状态,导致溶液中 $c(\text{Mn}^{2+})$ 、 $c(\text{Br}_2)$ 偏低,计算的 K 值偏小

(3)①40℃ 下的理论 K ②使反应更快地达到平衡状态,使 Br_2 处于溶解平衡且挥发最少的状态,从而准确测定 K 值

二轮复习 热点提分训练

热点分层训练(一) 化学与 STSE 传统文化

1. A [高粱、玉米等植物中含有淀粉,淀粉水解生成葡萄糖,葡萄糖再经酵母菌发酵生成乙醇,可以得到的“绿色能源”物质是酒精。]
2. A [银器用除锈剂见新,银表面的化合物发生了反应,属于化学变化,A正确;变形的金属香炉复原,没有产生新物质,属于物理变化,不是化学变化,B错误;古画水洗除尘,没有产生新物质,发生物理变化,C错误;木器表面擦拭烫蜡,没有产生新物质,属于物理变化,D错误。]
3. C [甘油与水任意比互溶,皮肤使用后有吸水保湿功能,A正确;乙烯对水果有催熟作用,高锰酸钾溶液能吸收乙烯,因此葡萄、香蕉与浸泡过高锰酸钾溶液的硅藻土放在一起可以保鲜,B正确;石油分馏过程中没有新物质生成,是物理变化,煤的干馏、煤的气化、煤的液化过程中有新物质生成,均属于化学变化,C错误;丙烯分子中含有碳碳双键,可发生加聚反应生成高分子材料聚丙烯,D正确。]
4. B [NO_2 溶于水生成硝酸,从而导致酸雨,同时 NO_2 也是光化学烟雾的重要前体物,A正确; SO_2 虽能漂白纸浆,但因其有毒,禁止用于食品增白,B错误;硅氧四面体的稳定共价结构使硅酸盐材料硬度高,C正确;石灰石高温分解生成 CaO , CaO 与 SO_2 反应生成亚硫酸盐,减少污染,D正确。]
5. A [燃煤电厂的废气中含N、S的氧化物及颗粒物,均会造成空气污染,不能随意排放,应净化处理,A符合题意;采暖燃煤锅炉安装脱硝等净化设施,减少含氮化合物的排放,有利于环境保护,B不符合题意;尽量步行或骑自行车出行,可减少化石能源的使用,有利于环境保护,C不符合题意;重污染工业企业持续推进能源结构调整,减少化石能源的使用,有利于环境保护,D不符合题意。]
6. B [镁铝合金常用于制造窗框是因为合金硬度大、抗腐蚀性好,A错误; FeCl_3 溶液用于蚀刻铜制线路板,是因为 Fe^{3+} 的氧化性大于 Cu^{2+} 的氧化性,B正确;不锈钢属于铁的合金,具有耐腐蚀性,C错误; Al_2O_3 的熔点为 2050°C ,由于 Al_2O_3 的熔点高,故其可用于制作耐火材料、耐火坩埚,D错误。]
7. A [干冰升华仅为状态变化,成分仍为 CO_2 ,无新物质生成,属物理变化,A符合题意;珍珠主要成分是 CaCO_3 ,与酸反应生成 CO_2 等,属化学变化,B不符合题意;酶催化蛋白质水解为氨基酸,破坏原有结构,生成新物质,C不符合题意;植物油氧化变质后,主要生成过氧化物、醛、酮、羧酸等,属化学变化,D不符合题意。]
8. C [可降解塑料可在自然环境中逐步分解,能减少难降解塑料带来的白色污染,符合绿色化学减少环境污染的理念,A正确,不符合题意;荧光材料发光的本质是电子吸收能量跃迁到高能级后,再从高能级跃迁回到低能级时以光的形式释放能量,B正确,不符合题意;传统无机非金属材料指玻璃、水泥、陶瓷等硅酸盐类材料,氮化镓(GaN)是半导体材料,属于新型无机非金属材料,不属于传统无机非金属材料,C错误,符合题意;铝合金具备硬度大、密度小、耐腐蚀的优良性质,适合作为舞台数控装置的结构材料,D正确,不符合题意。]
9. C [A项,金代铜坐龙是合金,属于无机金属材料;B项,金人物故事压胜钱为合金,属于无机金属材料;C项,南宋《蚕织图》的主要成分为有机物,属于有机材料;D项,清戳机铁炮的主要成分为合金,属于无机金属材料。]
10. A [氮化镓属于新型无机非金属材料,不属于金属材料,A错误。]
11. A [明矾电离出的铝离子在溶液中水解生成氢氧化铝胶体,胶体能吸附水中悬浮杂质从而达到净水的目的,可以提高农村生活污水治理率,明矾常用来进行污水的处理,故A正确;网络使用的光纤主要原料为二氧化硅,故B错误;

充电是将电能转化为化学能的过程,故C错误;铺路用的水泥是传统无机非金属材料,故D错误。]

12. B [研磨与调配颜料是物理粉碎和混合,无新物质生成,无化学变化,A不符合题意;发酵过程通过生物酶催化,将粮食中的糖类转化为乙醇,有新物质产生,属于化学变化,B符合题意;黏土塑形仅改变物理形态,无新物质生成,无化学变化,C不符合题意;染色可能伴随化学变化(如染料结合),但织造为物理操作,且工艺整体以物理变化为主,D不符合题意。]
13. C [砷为p区元素,A错误;蚕丝的主要成分为蛋白质,B错误;磷酸钠钼盐由金属阳离子和酸根阴离子构成,为离子晶体,C正确;煤炭属于化石燃料,属于不可再生能源,D错误。]
14. B [纳米二氧化硅气凝胶属于胶体,胶体具有丁达尔效应,A正确;碳纤维和金刚石均为由碳元素组成的单质,二者互为同素异形体,不互为同分异构体(分子式相同而结构不同),B错误;玄武岩纤维属于无机非金属材料,具有耐高真空和抗紫外辐照的特性,C正确;芳纶纤维是人工合成的有机高分子材料,具有高强度等特性,D正确。]
15. C [脂肪、维生素都不是有机高分子,A错误;加入石膏凝固剂,蛋白质发生聚沉,使豆腐脑凝固,B错误;淀粉溶液分散质粒子直径在 $1\sim 100\text{ nm}$,属于胶体,能发生丁达尔效应,C正确;蔗糖中的主要成分为蔗糖,D错误。]
16. A [金属材料包括纯金属及其合金,选项中的不锈钢是铁基合金,属于金属材料,A正确;金刚石是碳的单质,是无机非金属材料,B错误;玄武岩纤维是由火山岩(主要成分为硅酸盐矿物)熔融制成的无机非金属材料,类似于玻璃纤维,不属于金属材料,C错误;玻璃纤维的主要成分是二氧化硅等非金属氧化物,属于无机非金属材料,因此不属于金属材料,D错误。]
17. D [催化剂能降低反应的能垒,使反应速率加快,但不能使平衡移动,不能改变平衡转化率,A错误; $^{225}_{89}\text{Ac}$ 的中子数与质子数之差为 $(225-89)-89=47$,B错误;碳纤维指的是含碳量在90%以上的高强度高模量纤维,属于无机非金属材料,C错误;葡萄糖和果糖互为同分异构体,二者相互转化,属于原子重排,原子利用率为100%,D正确。]
18. C [ZnCO_3 与C在高温下反应生成Zn与CO,铁与硫酸铜反应生成硫酸亚铁与铜单质,二者均为氧化还原反应,A项错误;由题述分析可知,冶炼锌的方法属于热还原法,镁比较活泼,工业上常用电解熔融 MgCl_2 的方法来冶炼镁,而不能用热还原法来冶炼,B项错误;“逐层用煤炭饼垫盛”可增大 ZnCO_3 与C的接触面积,使反应更充分,且增大反应速率,C项正确; ZnCO_3 与C反应生成Zn,“倭铅”为锌,产物中不存在铅元素,D项错误。]

热点分层训练(二) 阿伏加德罗常数 化学用语

1. B [Na^+ 核外10个电子,A正确;硫氧元素之间为极性键,B错误; OH^- 的电子式为 $[\text{O}:\text{H}]^-$,C正确;含有45个中子的硒原子: $^{79}_{34}\text{Se}$,D正确。]
2. D [HClO 的结构式为 $\text{H}-\text{O}-\text{Cl}$,A错误;氯是17号元素,则 Cl^- 的结构示意图为 $\left(\begin{smallmatrix} +17 \\ 2\ 8\ 8 \end{smallmatrix}\right)$,B错误; H_2O_2 是共价化合物,电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$,C错误;Na和 Cl_2 反应生成NaCl的过程中,Na失去一个电子,Cl得到1个电子,钠离子和氯离子通过离子键结合,则用电子式表示NaCl的形成过程为 $\text{Na}\times + \cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot \rightarrow \text{Na}^+[\text{Cl}]^-$,D正确。]
3. A [3.9 g Na_2O_2 的物质的量为0.05 mol,与水反应生成氢氧化钠和氧气, Na_2O_2 中一个O从-1升至0价,另一个O

从-1降至-2价,0.05 mol 过氧化钠反应转移电子数为0.05 N_A ,A正确; NH_4Cl 中 NH_4^+ 含有4个N—H共价键,1 mol NH_4Cl 含4 mol 共价键,B错误;34 g H_2O_2 的物质的量为1 mol,所含 H_2O_2 分子数目为 N_A ,C错误;标准状况下,11.2 L Cl_2 的物质的量为0.5 mol,氯气和水反应生成盐酸和次氯酸, Cl_2 与水的反应是可逆的,和水反应的 Cl_2 小于0.5 mol,溶液中 Cl^- 数小于0.5 N_A ,D错误。]

4. A [浓硫酸与Cu反应时,随浓度降低变为稀硫酸,反应停止,生成的 SO_2 少于1 mol,故 SO_2 分子数小于 N_A ,A正确;常温下浓硝酸使铁钝化,反应停止,转移电子数远小于0.3 N_A ,B错误;合成氨为可逆反应,实际生成 NH_3 的物质的量小于0.4 mol,C错误;标准状况下 SO_3 为固体,无法用气体摩尔体积计算,D错误。]

5. B [10 mol·L⁻¹ HNO_3 是浓硝酸,因为铜过量,因此随着反应的进行硝酸浓度降低,与铜反应生成NO,因此产生气体物质的量小于0.2 mol,A错误;设生成 SO_2 的物质的量为x mol, H_2 的物质的量为x mol,根据气体的物质的量守恒得

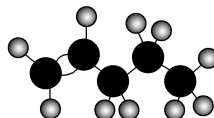
$x+y=\frac{22.4\text{ L}}{22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}}=1\text{ mol}$,锌失电子的物质的量=两种气体得电子的总物质的量=2x+2y=2 mol,锌失去电子数为2 N_A ,B正确; $3NO_2+H_2O=2HNO_3+NO$ 反应转移电子数目为2 N_A ,0.3 mol NO_2 参与反应转移电子数目为0.2 N_A ,C错误; P_4 的结构为正四面体,1个 P_4 分子中含有6个共价键,1 mol P_4 中含有的共价键数目为6 N_A ,D错误。]

6. B [Ca^{2+} 和 Cl^- 核外均有3个电子层,且均为18电子,最外

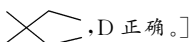
层电子排布图均为 ,A正确;p-p π键以肩并肩方式重叠,即

,B错误;

$CH_2=CHCH_2CH_2CH_3$ 的分子结构模型为



,C正确;3,3-二甲基戊烷的键线式为

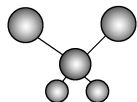


,D正确。]

7. B [两个氟原子位于碳碳双键同侧为顺式结构,两个氟原子位于碳碳双键两侧为反式结构,因此反-1,2-二氯乙烯的结构

式为 ,A错误;甲烷分子为正四面体形结构,因此二氯甲烷为四面体形结构,原子半径:Cl>C>H,则二氯甲

烷的球棍模型为



,B正确;S原子核外有16个电

子,基态S原子的价层电子排布式为3s²3p⁴,则价层电子轨道

表示式为 ,C错误;CsCl为离子化合物,用电子式表示CsCl的形成过程为 ,D错误。]

8. D [Si为14号元素,基态Si原子的价层电子排布式为

3s²3p²,价层电子排布图为 ,A正确;¹⁶₈O和¹⁸₈O的质子数相同,中子数不同,二者互为同位素,¹⁸₈O可作有机反应示踪原子,B正确; $SiCl_4$ 中1个Si分别与4个

Cl形成单键,电子式为 ,C正确; SiO_2 是共

价晶体,不存在 SiO_2 分子,其中1个Si与4个O形成共价键,构成硅氧四面体,这些四面体通过共享氧原子连接成三维网状结构,D错误。]

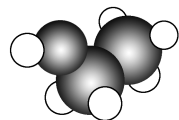
9. C [CO_2 中C与O之间形成双键,其电子式为

,A错误; H_2O 中O的价层电子对数为2+

$\frac{6-2\times 1}{2}=4$,孤电子对数为2,故 H_2O 的空间结构为V形,

B错误;氯化铵为离子化合物,含铵根离子和氯离子,为离子晶体,C正确;根据题给反应可知, $NaHCO_3$ 结晶析出,则 $NaHCO_3$ 的溶解度小于 NH_4HCO_3 的溶解度,D错误。]

10. C [乙醇的结构简式为 CH_3CH_2OH ,分子模型为



,A正确; BF_3 分子中B原子的价层电子

对数为3+ $\frac{1}{2}\times(3-1\times 3)=3$,无孤电子对,其空间结构和

VSEPR模型均为平面三角形,B正确;S原子有16个电子,

结构示意图为 ,C错误;锌是30号元素,基态原子

的电子排布式为 $[Ar]3d^{10}4s^2$,价层电子排布式为3d¹⁰4s²,D正确。]

11. B [1 mol S_8 中含有8 mol σ键,32 g S_8 中含有 $\frac{32}{256}\text{ mol}\times 8$

=1 mol σ键,故32 g S_8 中含有σ键的数目为 N_A ,故A错

误;在25℃、101 kPa下,气体摩尔体积大于22.4 L·mol⁻¹,故在25℃、101 kPa下,22.4 L N_2 的物质的量小于1 mol,所含的分子数小于 N_A ,故B正确; S^{2-} 在水溶液中会

水解,故1 L 0.1 mol·L⁻¹ K_2S 溶液中 S^{2-} 的数目小于0.1 N_A ,故C错误;由反应知,每生成1 mol N_2 的同时,有3 mol C被氧化为 CO_2 ,碳元素化合价由0升高为+4可知,

每生成1 mol N_2 转移12 mol电子,故每生成0.1 mol N_2 ,转移的电子数为1.2 N_A ,故D错误。]

12. D [1.8 g H_2O 的物质的量为0.1 mol,1个 H_2O 分子中含有8个中子,0.1 mol H_2O 含有的中子数为0.8 N_A ,A错

误;1 mol 肼中含5 mol 共用电子对,0.1 mol N_2H_4 的共用电子对数为0.5 N_A ,B错误;溶液体积未知,无法计算水电离出的 H^+ 数目,故C错误;反应中N元素化合价由-3价升高到-2价,每消耗2 mol NH_3 ,转移2 mol电子,标准状况下11.2 L NH_3 的物质的量为0.5 mol,转移电子数为0.5 N_A ,D正确。]

13. D [反应①为 $4NH_3+5O_2\overset{\text{催化剂}}{\Delta}=4NO+6H_2O$;反应②为

$2NO+O_2=2NO_2$;反应③为 $2NO_2+2OH^-=NO_3^-+NO_2^-+H_2O$ 。根据反应①可知,每消耗32 g O_2 ,生成NO分子的数目为0.8 N_A ,A错误;标准状况下, NO_2 不是气体,

无法计算,B错误; NO_2^- 在溶液中会发生水解,1 L 1 mol·L⁻¹ $NaNO_2$ 溶液中,含有 NO_2^- 的数目小于 N_A ,C错误; $2NO_2+2OH^-=NO_3^-+NO_2^-+H_2O$ 中, NO_3^- 为氧化产物,该反应每生成1个 NO_3^- 转移1个电子,则每生

成1 mol NO_3^- ,转移电子的数目为 N_A ,D正确。]

14. D [标准状况下, SO_3 不是气体,不能用气体摩尔体积计算,A错误;溶液体积未知,不能计算溶液中 Cl^- 数目,B错

误; Cl_2 与水反应是可逆反应,故转移电子数小于0.1 N_A ,

C 错误; 乙烯与环丙烷的最简式都为 CH_2 , 2.8 g 的混合气体含有的 CH_2 的物质的量为 0.2 mol, 故含有的原子数为 $0.6N_A$, D 正确。]

15. B

16. C [40 g NaOH (即 1 mol) 固体所含质子的数目为 $20N_A$, A 错误; 1 mol Cl_2 与足量 NaOH 溶液发生反应: $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$, 其反应转移电子的数目为 N_A , B 错误; 每个 H_2 和 Cl_2 分子中均含有 2 个原子, 则标准状况下, 22.4 L H_2 和 Cl_2 的混合气体中所含原子的物质的量为 $\frac{22.4 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 2 \text{ mol}$, 即所含原子的数目为 $2N_A$, C 正确; 氯水的体积未知, 无法计算含 Cl^- 、 OH^- 和 ClO^- 的总数, D 错误。]

17. C [1.8 g D_2O 中含中子数为 $\frac{1.8 \text{ g}}{20 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 10 \times N_A \text{ mol}^{-1}$, 即 $0.9N_A$, A 错误; ClO^- 水解, 溶液中 ClO^- 的数目小于 $0.1N_A$, B 错误; SiO_2 中, 一个 Si 原子结合四个 O 原子, C 正确; 22.4 L SO_2 未指明温度和压强, 无法计算, D 错误。]

18. C [生成 1 mol TiCl_4 消耗 3.5 mol Cl_2 , 转移电子的物质的量为 7 mol, 即转移电子数为 $7N_A$, C 错误。]

19. D [0.1 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ KMnO_4 溶液的体积未知, 无法求出其物质的量, 也就不能求出所含 K^+ 的数目, A 不正确; C_2H_2 的结构式为 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$, 1 个 C_2H_2 分子中含有 2 个 π 键, 则 1 mol C_2H_2 参与反应断裂的 π 键数目为 $2N_A$, B 不正确; K_2SO_4 为离子化合物, 在溶液中不存在 K_2SO_4 分子, C 不正确; 由反应可建立如下关系式: $\text{CO}_2 \sim 5\text{e}^-$, 则每转移 $10N_A$ 个电子, 产生 CO_2 的物质的量为 2 mol, 在标准状况下的体积约为 44.8 L, D 正确。]

热点分层训练(三) 离子反应 氧化还原反应

1. D [用纯碱、石灰石和石英烧制玻璃的反应中, 各元素 (如 Na、Ca、C、Si、O) 的化合价均未变化, 属于非氧化还原反应, A 不符合题意; 工业分离氧气和氮气是物理分馏过程, 无化学反应发生, 不涉及化合价变化, 不涉及氧化还原反应, B 不符合题意; 浓氨水制氨气是 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解为 NH_3 和 H_2O , 各元素化合价未变化, 属于非氧化还原反应, C 不符合题意; SiHCl_3 与 H_2 反应制硅时, 发生置换反应: $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 3\text{HCl}$, 置换反应一定是氧化还原反应, 涉及氧化还原反应, D 符合题意。]

2. D [向 NH_4HCO_3 溶液中加入过量 NaOH 并加热时, HCO_3^- 也会与 OH^- 反应生成 CO_3^{2-} , 而选项仅写出 NH_4^+ 的反应, 遗漏了 HCO_3^- 的反应, A 错误; SiO_2 与 NaOH 反应的离子方程式中, Na^+ 要删除, 正确的离子方程式应为 $\text{SiO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, B 错误; 稀硝酸具有强氧化性, 少量稀硝酸与 S^{2-} 发生氧化还原反应生成 S、NO 和 H_2O , 而非简单生成 H_2S , C 错误; 过量 SO_2 与 NaOH 反应生成 HSO_3^- , 离子方程式为 $\text{SO}_2 + \text{OH}^- = \text{HSO}_3^-$, D 正确。]

3. C [氨水无法溶解 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 正确反应为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$, A 错误; 过量 CO_2 与 SiO_3^{2-} 反应生成 HCO_3^- 而非 CO_3^{2-} , 正确的离子方程式为 $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{HCO}_3^-$, B 错误; Na_2O_2 与水反应生成 NaOH 和 O_2 , 离子方程式正确, C 正确; 稀硝酸与铜反应生成 NO 而非 NO_2 , 正确方程式为 $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, D 错误。]

4. D [$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 中 C 的化合价从 +3 价升至 +4 价生成二氧化碳, 失电子被氧化, 而非被还原, A 错误; H_2SO_4 中元素化合价未变化, 仅作为酸提供 H^+ 和硫酸根离子, 不是还原剂, B 错误; KClO_3 中 Cl 的化合价从 +5 价降至 +4 价, 发生还原反应得到还原产物 ClO_2 , 而非氧化产物, C 错误; $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 中 C 的化合价从 +3 价升至 +4 价生成二氧化碳, 每生成

2 mol CO_2 转移 2 mol 电子, 则生成 1 mol CO_2 转移 1 mol 电子, D 正确。]

5. D [[$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4$] $\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 溶液与 Na_2S 溶液反应, [$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4$] $^{2+}$ 与 S^{2-} 结合生成难溶的 CuS 黑色沉淀, 同时释放出 NH_3 , 离子方程式为 [$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4$] $^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS} \downarrow + 4\text{NH}_3$, A 正确; Pb 放入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中发生氧化还原反应生成二价铅的硫酸盐沉淀和二价铁离子, 反应为 $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{PbSO}_4$, B 正确; CuSO_4 溶液中加入饱和 NaCl 溶液后, 生成黄绿色的 [CuCl_4] $^{2-}$, 溶液由蓝色变绿色发生的离子反应为 [$\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4$] $^{2+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{CuCl}_4]^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$, C 正确; 乙二醇溶液加入足量酸性高锰酸钾溶液反应生成硫酸钾、硫酸锰、二氧化碳和水, 反应的离子方程式为 $\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 2\text{CO}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$, D 错误。]

6. B [反应 I 的离子方程式为 $14\text{Fe}^{3+} + \text{FeS}_2 + 8\text{H}_2\text{O} = 15\text{Fe}^{2+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 16\text{H}^+$, 反应有氢离子生成, 反应后溶液的酸性增强, A 正确; 反应 II 中铁元素化合价不变, Fe^{2+} 没有被 NO 氧化, B 错误; 反应 III 中每生成 1 mol NO 分子, 同时生成 1 mol Fe^{3+} , 铁元素化合价由 +2 价升高为 +3 价, 转移 1 mol 电子, C 正确; 根据反应历程图, FeS_2 被氧气氧化为 Fe^{3+} 和 SO_4^{2-} , 根据得失电子守恒配平反应方程式为 $4\text{FeS}_2 + 15\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{NO, Fe}^{3+}} 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$, D 正确。]

7. A [联合制碱法发生的化学反应为 $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$, $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, 该过程未发生氧化还原反应, A 符合题意; 电解盐酸时 HCl 转化为 H_2 、 Cl_2 , 发生氧化还原反应, B 不符合题意; 金属与 O_2 两种单质反应生成化合物, 发生氧化还原反应, C 不符合题意; 以 N_2 和 H_2 为原料合成 NH_3 , 发生氧化还原反应, D 不符合题意。]

8. B [NH_4HCO_3 分解生成 NH_3 , 氮的化合价保持 -3 价, 未发生氧化还原反应, A 不符合题意; NH_4^+ 中的 N (-3 价) 与 NO_2^- 中的 N (+3 价) 反应生成 N_2 (0 价), NH_4^+ 被氧化, 体现还原性, B 符合题意; 水溶液中, 铵根离子可以直接结合氢氧根离子, 使沉淀溶解平衡正向移动, 则该氢氧化镁溶解过程, 无化合价变化, 没有体现其还原性, C 不符合题意; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 与 BaCl_2 的沉淀反应属于复分解反应, NH_4^+ 未参与氧化还原, D 不符合题意。]

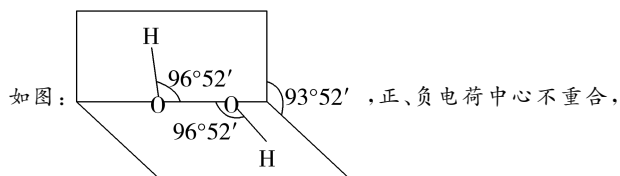
9. C [HNO_3 具有氧化性, 用稀 HNO_3 溶解 FeS 固体会生成 Fe^{3+} 、S 和 NO, 离子方程式为 $\text{NO}_3^- + \text{FeS} + 4\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + \text{S} \downarrow + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, A 错误; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 还原性较强, 在溶液中易被 Cl_2 氧化成 Na_2SO_4 , 离子方程式为 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 4\text{Cl}_2 + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{SO}_4^{2-} + 8\text{Cl}^- + 10\text{H}^+$, B 错误; Na_2S 溶液在空气中氧化变质生成 S 和 NaOH, 离子方程式为 $2\text{S}^{2-} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{S} \downarrow + 4\text{OH}^-$, C 正确; 某些麦片中加微量的还原铁粉, 在人体消化时, 铁和盐酸反应生成氯化亚铁和氢气, 反应的离子方程式为 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$, D 错误。]

10. A [海带带酸性浸出液中的碘离子 I^- , 能被 H_2O_2 在酸性条件下氧化为 I_2 , 离子方程式为 $2\text{I}^- + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, A 正确; 用 FeCl_3 溶液蚀刻覆铜电路板, 发生反应的离子方程式应为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$, B 错误; 绿矾 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 处理含 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的酸性废水, 正确的离子方程式应为 $6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ = 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$, 原选项方程式中产物错误, 不遵循元素守恒, C 错误; 向 NaHSO_4 溶液中加入足量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, NaHSO_4 少量, H^+ 与 SO_4^{2-} 的化学计量数之比应为 1:1, 正确的离子方程式是 $\text{H}^+ + \text{OH}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, D 错误。]

11. D

12. A [类比 HClO 可知, HOF 中 H、F 分别与 O 形成单键, 故

HOF 的电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{F}}:$, A 正确; H_2O_2 的分子结构



故 H_2O_2 为极性分子, B 错误; 反应①中有 F—F 非极性键的断裂, 但没有非极性键的形成, C 错误; 电负性: $\text{F} > \text{O} > \text{H}$, 故 HOF 中 H 的化合价为 +1 价、O 的化合价为 0 价、F 的化合价为 -1 价, 分析反应②中各元素化合价知, H 和 F 的化合价不变, O 发生归中反应, 故 HF 不是还原产物, D 错误。]

13. A [①中 $\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$ 里 Cr 为 +3 价, ②中 Na_2CrO_4 里 Cr 为 +6 价, Cr 化合价升高, 发生氧化反应, 因此 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 得到电子作氧化剂, A 正确; ②→③的反应为 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 反应前后 Cr 化合价均为 +6, 没有化合价变化, 不属于氧化还原反应, 不存在氧化剂和还原剂, B 错误; ③中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 显橙红色, ④中 Cr^{3+} 显绿色, C 错误; KSCN 溶液的作用是检验 Fe^{3+} , 整个流程不存在铁元素, ④→⑤是 Cr^{3+} 与氨水反应生成蓝绿色沉淀, 不需要 KSCN 溶液作指示剂, D 错误。]

14. A [过程Ⅱ中生成 $\text{C}=\text{O}$ 、 $\text{N}-\text{H}$ 极性共价键, 过程Ⅲ中生成 $\text{C}-\text{N}$ 极性共价键, A 正确; 过程Ⅱ中 $^*\text{NO}_3^-$ 转化为 $^*\text{NH}_2$, N 的化合价降低发生还原反应, B 错误; 题中反应电荷不守恒, 正确的反应方程式为 $\text{CO}_2 + 2\text{NO}_3^- + 18\text{H}^+ + 16\text{e}^- \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{通电}} \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 7\text{H}_2\text{O}$, C 错误; 常温常压、无催化剂条件下, CO_2 与 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 反应生成 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 或 NH_4HCO_3 , 不能得到 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, D 错误。]

15. C [由图中装置Ⅱ中的信息可知, MnO_4^- 、 MnO_2 在酸性条件下被 I^- 还原为 Mn^{2+} , 由得失电子守恒、元素守恒及电荷守恒可知, A 正确; 若装置Ⅱ不加盖, 则空气可进入该装置氧化 I^- , 且光照会加快碘单质的挥发, 故 B 正确; 装置Ⅲ消耗的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 越多, 说明装置Ⅱ中生成的 I_2 越多, 则Ⅰ中消耗的 MnO_4^- 越少, 故水样的 COD 值越低, C 错误; 若装置Ⅰ的体系为酸性环境, 则 MnO_4^- 被 Cl^- 还原为 Mn^{2+} , 水样消耗的 MnO_4^- 偏多, 故Ⅱ中生成的 I_2 偏少, Ⅲ中消耗的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 偏少, 测得的含 Cl^- 水样的 COD 值偏高, D 正确。]

16. B [向 FeSO_4 溶液中加入 H_2O_2 , Fe^{2+} 被 H_2O_2 氧化生成红褐色的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 4\text{H}^+$, B 错误。]

17. D [Cl_2 与水反应生成的 HClO 为弱酸, HClO 不可拆分为 H^+ 和 ClO^- , D 错误。]

18. C [醋酸 (CH_3COOH) 为弱酸, 在反应的离子方程式中不可拆分, C 错误。]

19. D [生产中将催化剂处理成纳米级颗粒可增大接触面积, 增大甲酸分解的速率, 故 A 错误; 整个历程中, 1 mol H_2 失电子形成 2 mol H^+ 时转移 2 mol e^- , 1 mol NO_3^- 得电子形成 0.5 mol N_2 时转移 5 mol e^- , 所以 1 mol H_2 可以还原 0.4 mol NO_3^- , 故 B 错误; HCOOH 分解产生 CO_2 和 H_2 , 所以会发生碳氢键和碳氧键的断裂, 只有极性共价键发生了断裂, 故 C 错误; NO_3^- 与 NO_2^- 在氧化 Fe^{2+} 的过程中需要消耗氢离子, 而 H_2 还原 Fe^{3+} 过程中生成 H^+ , 所以生成的氢离子可以起到调节 pH 的作用, 有增强 NO_3^- 氧化性的作用, 故 D 正确。]

20. D [A 项, HClO 的酸性大于 HCO_3^- , HClO 与 CO_3^{2-} 不共存, 错误; B 项, 将少量氯气通入 NaHSO_3 溶液中, Cl_2 被还原

后, 生成的 HCl 又能与 NaHSO_3 发生反应, 生成 SO_2 气体: $4\text{HSO}_3^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + 3\text{SO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$, 错误; C 项, 用 Cu 作电极, H_2O 不参与反应, 错误。]

热点分层训练(四) 元素及其化合物

1. A [铁片插入浓硫酸中, 常温下会发生氧化反应, 表面形成致密氧化膜, 阻止反应进行, 因此无明显现象, 叙述Ⅰ和Ⅱ均正确且有因果关系, A 正确; 蔗糖遇浓硫酸变黑(脱水性)并产生刺激性气体(强氧化性), 叙述Ⅰ和Ⅱ均正确但不存在因果关系, B 错误; 氯碱工业与 SiO_2 反应生成 SiF_4 的叙述错误, 且 SiO_2 是酸性氧化物而非两性氧化物, 叙述Ⅱ错误, C 错误; 氨水显碱性, 能使湿润的红色石蕊试纸变蓝, 叙述Ⅱ错误, D 错误。]

2. A [由价态图可知, a 属于氢化物, 其中的 N 元素化合价为 -3 价, 可知 a 为 NH_3 , 同理, 可知 b 为 NO , c 为 NO_2 , d 为 HNO_2 , e 为 HNO_3 。 NH_3 在催化剂、加热条件下可被 O_2 氧化为 NO , NO 与 O_2 反应生成 NO_2 , 因此存在 $\text{a} \rightarrow \text{b} \rightarrow \text{c}$ 的转化关系, A 正确; a 为 NH_3 , 遇到氯化氢有白烟产生, 因为 NH_3 与 HCl 发生反应生成 NH_4Cl 固体, B 错误; 氮的固定是指将大气中游离的氮(即 N_2)转化为氮的化合物的过程, a 为化合态氮, $\text{a} \rightarrow \text{b}$ 不是氮的固定, b 是 NO , 是无色无味的有毒气体, NO_2 是红棕色有刺激性气味的有毒气体, C 错误; d 为 HNO_2 , 其中 N 元素的化合价为 +3 价, N 的化合价既能升高又能降低, 因此 HNO_2 既有氧化性又有还原性, 还有酸性, D 错误。]

3. A [二氧化硫和氯化钙不反应, 亚硫酸钙能被氧气氧化为硫酸钙, A 符合题意; 催化剂作用下氨与氧气共热发生催化氧化反应制得一氧化氮, 一氧化氮与氧气反应制得二氧化氮, 二氧化氮与水反应制得硝酸, B 不符合题意; 煅烧黄铁矿反应产生 SO_2 , SO_2 与 O_2 在催化剂存在条件下加热, 发生氧化反应产生 SO_3 , SO_3 被 98.3% 的浓硫酸吸收得到 H_2SO_4 , C 不符合题意; 向饱和食盐水中先通入 NH_3 , 然后通入 CO_2 气体, 发生反应产生 NaHCO_3 晶体, 然后煅烧 NaHCO_3 , NaHCO_3 分解得到纯碱 Na_2CO_3 , D 不符合题意。]

4. A [若 X 为氮气, Y 为 NO , Z 为 NO_2 , NO_2 与水反应是氧化还原反应, A 错误; 若 A 为硝酸, 则 Z 为 NO_2 , Y 为 NO , 则 Y 遇空气会变成红棕色, B 正确; 若 X 为 S, 则 Y 为 SO_2 , SO_2 具有还原性, 适量的 SO_2 可防止葡萄酒氧化变质, C 正确; 若 X 为非金属单质 S, Y 为 SO_2 , Z 为 SO_3 , 则 A 为硫酸, 常温下铝遇浓硫酸发生氧化还原反应, 形成致密氧化膜, 可用铝制容器盛装浓硫酸, D 正确。]

5. D

6. B [向废旧镀锌铁皮中加入氢氧化钠溶液除去油污和锌, 过滤向固体中加入稀硫酸, 铁与稀硫酸反应生成硫酸亚铁, 向硫酸亚铁溶液中加入次氯酸钠溶液, 将一部分亚铁离子氧化为铁离子, 发生反应: $2\text{Fe}^{2+} + \text{ClO}^- + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$, 先通入氮气排尽空气(防止后续生成的氢氧化亚铁被氧化), 加入氢氧化钠溶液产生氢氧化亚铁、氢氧化铁胶体, 分离得到氢氧化亚铁和氢氧化铁, 灼烧得到四氧化三铁。“碱洗”是为了除去油污和锌, 生成 $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$, 过滤得到铁单质, A 正确; “氧化”目的是将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 但需控制 Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 比例(最终生成 Fe_3O_4 , 含 Fe^{2+} 和 Fe^{3+}), 若 NaClO 过量, 会将 Fe^{2+} 完全氧化为 Fe^{3+} , 无法得到 Fe_3O_4 , 故不能加入足量 NaClO 溶液, B 错误; “加热沉铁”时, 通入 N_2 作保护气, 防止空气中 O_2 氧化 Fe^{2+} , 影响 Fe_3O_4 生成, C 正确; “加热沉铁”后所得分散系为胶体, 胶体可产生丁达尔效应, D 正确。]

7. D [浓硫酸与 NaCl 反应生成 HCl 主要是因为浓硫酸的沸点高, 难挥发, 但浓硫酸具有强氧化性, 与 NaI 反应, 氧化 I^- 生成 I_2 , 得不到 HI, A 错误; BaSO_4 不溶于盐酸, 不会产生有毒的钡离子, 可作“钡餐”使用, 而 BaCO_3 会与胃酸反应生成有毒的 Ba^{2+} , 不能替代 BaSO_4 , B 错误; 盐酸与 NaHCO_3 反应吸

热是特例,而盐酸与 NaOH 的中和反应是典型的放热反应, C 错误; H_2O 因含有分子间氢键,沸点高于 H_2S ,同理 HF 也含有分子间氢键,沸点高于 HCl, D 正确。]

8. B [月壤钛铁矿中的氢来自太阳风,以原子态吸附,属于活泼氢, A 正确;地球上的钛铁矿若未吸附足够氢原子,根据原子守恒可知,加热可能无法生成水蒸气,因此“一定生成”的说法错误, B 错误;生成水时 H 被氧化(0 价 $\rightarrow$ +1 价), Fe 被还原(如+3 价 $\rightarrow$ 0 价),存在化合价变化,属于氧化还原反应, C 正确;水蒸气液化是物理变化,但会释放热量, D 正确。]

9. B [浓硝酸见光易分解,故应保存在棕色试剂瓶中,与其具有强氧化性无关, A 错误;向蔗糖中加适量浓硫酸,蔗糖变黑,是因为浓硫酸具有脱水性, B 正确; Fe^{2+} 与铁氰化钾反应生成蓝色物质与用 KSCN 溶液检验 Fe^{3+} 无关, C 错误;二氯化锰与浓盐酸共热发生反应生成的黄绿色气体为氯气,该反应的化学方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,与陈述 II 无关, D 错误。]

10. C [Y 为 Fe_2O_3 ,为红棕色固体,常用作油漆、涂料等的红色颜料, A 正确;溶液 Z 中含有 Fe^{3+} ,加热煮沸后 Fe^{3+} 发生水解会生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体,液体颜色会由棕黄色转变为红褐色, B 正确; $\text{R} \rightarrow \text{Q}$ 为 $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{FeS}$ 的过程,可通过反应 $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S} = \text{FeS} \downarrow + 2\text{H}^+$ 实现, H_2S 为弱酸, C 错误; Q 为 FeS ,可通过单质间化合反应制备,其反应可表示为 $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$, D 正确。]

11. D

12. C [富集液用 HR 萃取分离,将铜元素萃取到有机相中,最终反萃取得到硫酸铜溶液,水相主要含有钴元素,加入硫化钠,调节 pH,生成硫化钴沉淀,过滤分离得到的 CoS 用 H_2O_2 及稀硫酸溶解得到硫酸钴溶液和 S,基态 $_{29}\text{Cu}$ 原子的价层电子排布式为 $3d^{10}4s^1$, A 错误; HR 萃取 Cu^{2+} 反应: $2\text{HR}(\text{有机相}) + \text{Cu}^{2+}(\text{水相}) = \text{CuR}_2(\text{有机相}) + 2\text{H}^+(\text{水相})$,根据萃取原理,“反萃取”时加入的试剂是硫酸,加浓盐酸会引入杂质 Cl^- , B 错误;沉钴时, $\text{pH}=4$ 时 Co^{2+} 恰好沉淀完全,此时 $c(\text{Co}^{2+}) = 1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,根据 $K_{\text{sp}}(\text{CoS}) = 4 \times 10^{-21}$,推出 $c(\text{S}^{2-}) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CoS})}{c(\text{Co}^{2+})} = 4 \times 10^{-16} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,又 $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{S}) \cdot K_{\text{a2}}(\text{HS}^-) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})} \times \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{HS}^-)} = 1 \times 10^{-20}$,代入 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,求得 $c(\text{H}_2\text{S}) = 4 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C 正确;根据“溶解”过程的信息可知,化学方程式应为 $\text{CoS} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{CoSO}_4 + \text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$, D 错误。]

13. D [由题给流程可知,二氯化四氨合铜经多步转化得到氧化铜,向氧化铜中加入稍过量的稀硫酸酸溶,将氧化铜转化为硫酸铜,向反应得到的硫酸铜溶液中加入氯化钠和亚硫酸钠固体,将硫酸铜转化为氯化亚铜沉淀,反应的离子方程式为 $2\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CuCl} \downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$,过滤、用乙醇洗涤得到氯化亚铜。配合物 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ 中四氨合铜离子为内界、氯离子为外界,配合物在溶液中电离出四氨合铜离子和氯离子,不能电离出氨分子, A 错误;“酸溶”时不用稀硝酸的主要原因是稀硝酸具有强氧化性,会将亚硫酸根离子氧化为硫酸根离子,导致亚硫酸根离子无法将溶液中的铜离子还原为氯化亚铜沉淀, B 错误;“还原”发生的反应为 $2\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CuCl} \downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$,反应生成的氢离子会使溶液 pH 减小, C 错误;氯化亚铜在潮湿空气中易被氧化,所以“洗涤”时先用水再用乙醇会使氯化亚铜被氧化,降低产品的纯度, D 正确。]

14. B [锗精矿加入浓盐酸、二氧化锰氯化蒸馏得到 GeCl_4 与 AsCl_3 的混合物,氧化步骤中 AsCl_3 被氯气氧化生成 H_3AsO_4 , H_3AsO_4 溶于浓盐酸, GeCl_4 结构与 CCl_4 相似,难

溶于水,通过分液进行分离,再加大量水水解得到 GeO_2 。“氯化蒸馏”中 MnO_2 与浓盐酸反应体现浓盐酸的酸性和还原性, A 错误;氧化步骤中 AsCl_3 被氯气氧化生成 H_3AsO_4 ,反应方程式为 $\text{AsCl}_3 + \text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{AsO}_4 + 5\text{HCl}$, B 正确;“操作 X”为分液, C 错误;“水解”后的滤液是稀盐酸,不能直接用于溶解锗精矿, D 错误。]

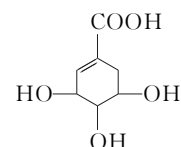
15. B [因为废渣含 Pb 的单质或氧化物,加入 H_2SO_4 后会生成难溶的 PbSO_4 ,滤渣中含有 PbSO_4 ,滤液中含有 Co^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{2+} ; MnO_2 在酸性条件下有氧化性,所以该氧化步骤中会将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ;接下来加入试剂 X 调 $\text{pH}=4$ 使 Fe^{3+} 沉淀;最后加入 KMnO_4 氧化沉钴,得到 MnO_2 和 $\text{Co}(\text{OH})_3$ 。废渣中含 Pb 的单质或氧化物,酸浸加入硫酸, Pb 与硫酸反应生成难溶于水的 PbSO_4 ,因此酸浸滤渣主要为 PbSO_4 , A 正确;酸浸后溶液中 Fe 以 Fe^{2+} 形式存在,本步骤加 MnO_2 的目的是将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,方便后续调 pH 生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀除杂; Co^{2+} 在本步骤未被氧化,氧化 Co^{2+} 在氧化沉钴时进行, B 错误;试剂 X 需要调节 pH 除去 Fe^{3+} ,且不能引入新杂质, ZnO 、 ZnCO_3 均可与 H^+ 反应升高 pH,不会引入新杂质, C 正确;氧化沉钴中,氧化剂 KMnO_4 中 Mn 从+7 价降为产物 MnO_2 的+4 价,1 mol 氧化剂得 3 mol 电子;还原剂 Co^{2+} 从+2 价升为产物 $\text{Co}(\text{OH})_3$ 的+3 价,1 mol 还原剂失 1 mol 电子,根据电子守恒得 $\frac{n(\text{氧化剂})}{n(\text{还原剂})} = \frac{1}{3}$, D 正确。]

16. D [由得失电子守恒可知,溴和硫化钡恰好反应时,溴、硫化钡和反应生成的溴化钡的化学计量数相等,由硫酸钡的化学式可知,溴化钡、硫酸和反应生成硫酸钡的化学计量数相等,则理论上参与反应的溴、硫化钡、硫酸的物质的量之比为 1:1:1,故 D 错误。]

17. A [“浸取”过程发生反应的化学方程式为 $\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{MnO}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CuSO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + \text{S} \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$,每生成 1 mol S,转移 4 mol 电子, A 错误;向滤液中加入氨水、碳酸氢铵得到碳酸锰,离子方程式为 $\text{Mn}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{MnCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$, B 正确;高活性氧化铜中加入铜、盐酸和 NaCl 发生还原反应,生成 CuCl ,已知 CuCl 易溶于浓度较大的 Cl^- 体系中,存在 $2\text{Cl}^- + \text{CuCl} = \text{CuCl}_2^-$,所以“还原”后所得产物主要为 Na_2CuCl_3 , C 正确;乙醇能降低 CuCl 的溶解,减少损失,且乙醇易挥发,便于干燥、防止 CuCl 被氧化,所以产品 CuCl 可用冷的乙醇洗涤, D 正确。]

热点分层训练(五) 有机化合物的结构与性质

1. C [该物质分子中含有羟基、羧基,能发生取代反应,含有碳碳双键,能发生氧化反应,且与羟基相连的碳原子有氢原子,能发生氧化反应, A 错误;同系物是结构相似,分子组成上相差 1 个或若干个 CH_2 的有机物,该物质与乙醇、乙酸结构不相似,不互为同系物, B 错误;碳碳双键可以发生加聚反应生成高分子,羟基和羧基可发生缩聚反应生成高分子聚合物, C 正确;能与 Na 反应生成 H_2 的官能团为 $-\text{OH}$ 和 $-\text{COOH}$,1 mol 蓖麻油酸分子可与足量钠反应生成 1 mol H_2 , D 错误。]

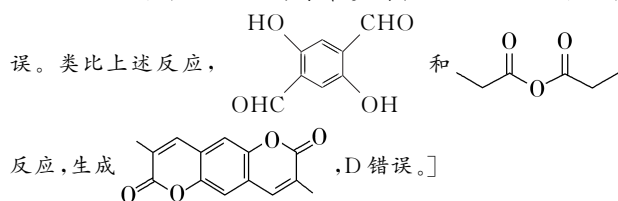
2. B [根据该有机物  的结构,分子中含有羧

基、(醇)羟基、碳碳双键三种官能团,具有这三种官能团的性质。该有机物与酸性 KMnO_4 溶液发生的是氧化反应使酸性 KMnO_4 溶液褪色,与溴的 CCl_4 溶液发生的是加成反应使溴的 CCl_4 溶液褪色,二者的褪色原理不同, A 错误;该有机物中含有(醇)羟基、碳碳双键,可以发生氧化反应,含有碳碳双键,

- 可以发生加成反应,含有羧基、(醇)羟基,可以发生取代反应(如酯化反应),B正确;该有机物分子中含有羧基、(醇)羟基、碳碳双键三种官能团,C错误;能与金属Na反应的官能团有:羧基、(酚)羟基、(醇)羟基,能与NaOH溶液反应的官能团有:酯基、羧基、(酚)羟基,该有机物分子中含3个(醇)羟基,1个羧基,则1mol该物质分别与足量NaOH、Na反应,消耗两者的物质的量之比为1:4,D错误。]
3. D [分子式为 $C_5H_{10}O_2$ 且能与碳酸氢钠反应的物质为羧酸,戊酸的同分异构体数目等于丁基的数目(正丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基),共4种,A正确;若 CH_4 的二氯代物只有一种,说明两个Cl原子在正四面体中等价,证明甲烷分子的结构为正四面体形,B正确;丙烷 C_3H_8 的二氯代物异构体包括: $CH_3CH_2CH_2Cl$ 、 $CH_3CHClCH_3$ 、 $CH_2ClCH_2CH_2Cl$ 、 $CH_3CCl_2CH_3$,共4种,C正确; $C_4H_{10}O$ 能与钠反应且可氧化为醛的醇为伯醇,丁醇的伯醇仅有正丁醇和异丁醇两种,D错误。]
4. C [该物质分子中有酯基、羟基、羧基3种含氧官能团,A正确;1mol该物质含有2mol碳碳双键,能和2mol H_2 发生加成反应,B正确;分子中含有碳碳双键、羟基(α 碳原子有氢原子),能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色,C错误;分子中含有 $-COO-$ 、 $-COOH$,能与NaOH反应,则1mol该物质最多可与2molNaOH反应,D正确。]
5. C [某烃的分子式为 $C_{10}H_{14}$,不饱和度为4,不能使溴水因反应而褪色,说明分子中不含碳碳双键和碳碳三键,但能被酸性高锰酸钾溶液氧化为分子式为 $C_8H_6O_4$ 的芳香酸, $C_8H_6O_4$ 的不饱和度为6,能被酸性高锰酸钾溶液氧化成芳香酸,说明与苯环直接相连的碳上一定有至少一个氢原子,且该芳香酸有2个羧基,因此该烃中苯环上有两个取代基,若两个取代基为 $-CH_3$ 和 $-CH(CH_3)_2$,此时两个取代基有邻、间、对三种位置关系,若两个取代基为 $-CH_3$ 和 $-CH_2CH_2CH_3$,此时两个取代基有邻、间、对三种位置关系,若两个取代基为两个乙基,此时两个取代基有邻、间、对三种位置关系,因此共有9种结构,故选C。]
6. C [该索烃仅由C、H元素组成,含有苯环,故属于芳香烃,A正确;质谱仪可用于测定有机物的相对分子质量,B正确;该索烃的两个大环在空间上穿插互锁,二者之间存在范德华力,C错误;该索烃的两个大环在空间上穿插互锁形成“机械键”,若要破坏该索烃中的“机械键”,则至少需要断开其中一个环,因此需要断裂共价键,D正确。]
7. B [连接4个不同原子或原子团的饱和碳原子为手性碳原子,故该分子中羟基所连碳原子为手性碳原子,A正确;该分子中存在连接3个碳原子的饱和碳原子,所有碳原子不可能共平面,B错误;该物质分子中羟基所连碳原子的邻位碳原子上有H原子,能发生消去反应,C正确;该物质分子中含有碳碳双键,能与 Br_2 发生加成反应使溴的四氯化碳溶液褪色,D正确。]
8. B
9. C [由化合物M的结构可以看出,分子中含有饱和碳原子,因此分子中所有的原子不可能共平面,A错误;1个M分子中含有的2个酚羟基和1个羧基均能与NaOH发生反应,含有的1个酯基可以水解生成1个酚羟基和1个羧基,水解生成的酚羟基和羧基均能与NaOH发生反应,因此1molM最多能消耗5molNaOH,B错误;M分子中含有的酚羟基和羧基可以发生取代反应,含有的苯环可以和 H_2 发生加成反应,C正确;M分子中含有酚羟基和羧基,可以形成分子间氢键,M分子内处于邻位的酚羟基和羧基可以形成分子内氢键,D错误。]
10. C [已知单键均为 σ 键,双键为一个 σ 键和一个 π 键,三键为1个 σ 键和2个 π 键,结合题干M的结构简式可知,M分子中含有 σ 键数目为10, π 键数目为2,则M分子中 σ 键与 π 键数目之比为10:2=5:1,A正确;由题干X的结构简式可知,X分子中存在 sp^3 杂化的碳原子,故X分子中不可

能所有原子共平面,B正确;由题干N的结构简式可知,N分子中含有碳卤键和酯基,能发生取代反应,N分子中含有酮羰基,则能发生加成反应,N能够燃烧,即N能发生氧化反应,但N分子中碳卤键的邻碳没有H,故不能发生消去反应,C错误;由题干X、N的结构简式可知,1molX、N均最多消耗2molNaOH,则等物质的量的X、N分别与足量NaOH溶液反应,消耗的NaOH的量相等,D正确。]

11. D [L-酪氨酸分子中含有氨基、羟基和羧基,没有酰胺基,A错误;多巴胺分子中 $-OH$ 的邻、对位可发生取代反应, $-OH$ 可以发生氧化反应,但无法发生消去反应,B错误;由结构简式可知肾上腺素分子中除苯环外不含其他不饱和键,而酰胺基中含有碳氧双键,因此肾上腺素的同分异构体中不存在含有酰胺基的芳香族化合物,C错误;肾上腺素是一种脂溶性激素,在水中溶解度不大,加入盐酸后,可形成盐,使其具有更好的溶解性,D正确。]
12. A [化合物Z分子中含有酯基,可以降解为小分子物质,A正确;Y分子中酯基、羟基均为憎水基,不具有亲水性,B错误;X分子中含有甲基,甲基为四面体形结构,所有原子不可能共面,C错误;Y分子中含有酯基、碳碳三键2种官能团,D错误。]
13. B [醛基可以和溴水发生氧化反应,不能使用邻羟基苯甲醛和溴水在铁粉催化下合成X,A错误。X分子中有两个电负性特别强的氧原子,可以形成分子间氢键和分子内氢键,B正确。1molY分子中苯环上的溴原子发生水解反应,消耗2molNaOH;1molY分子中的酯基发生水解反应消耗2molNaOH,则1molY分子最多消耗4molNaOH,C错误。]



14. C [X分子中含醛基、醚键和碳氧键,Y分子中含 $-NO_2$ 和酚羟基,A、B正确;Z分子不存在手性碳原子,C错误;该转化过程中F原子与羟基发生取代反应生成醚键,醛基与甲基先发生加成反应,再发生消去反应生成碳碳双键,D正确。]

热点分层训练(六) 物质结构与性质

1. B
2. D [PCl_3 分子中三个P—Cl完全相同,三个共价键的键长、键角均相等,A项正确; PCl_3 分子中三个P—Cl完全相同,三个P—Cl的键能相等,键角也相等,B项正确;P和Cl为不同的非金属元素,二者间共用电子对有偏移,P—Cl是极性共价键,C项正确; PCl_3 分子的空间结构为三角锥形,结构类似 NH_3 ,结构不对称,属于极性分子,中心P原子价层电子对数为4,为 sp^3 杂化,D项不正确。]
3. A [如图结构的吡啶环()中C、N原子的价层电子对数均为3,故均为 sp^2 杂化,A项错误;第二周期主族元素从左向右元素电负性逐渐增强,因此电负性由大到小的顺序为 $O>N>C$,B项正确;由图示结构可知,该配合物中Ru的配位数是6,C项正确; $HCOOH$ 分子中存在 $O-H$, $HCOOH$ 分子之间能形成分子间氢键, $HCHO$ 不能形成分子间氢键,因此 $HCOOH$ 的沸点比 $HCHO$ 高,D项正确。]
4. C [根据“均摊法”,晶胞中铜粒子的数目为4,氯粒子的数目为 $\frac{1}{8} \times 8 + 6 \times \frac{1}{2} = 4$,则该化合物的化学式为 $CuCl$,A正确; Cl^- 位于顶点,与其最近且等距的 Cl^- 位于面心,则每个 Cl^- 周围紧密相邻的 Cl^- 有 $8 \times 3 \times \frac{1}{2} = 12$ 个,B正确;该晶体中铜和氯粒子之间的最短距离为体对角线的 $\frac{1}{4}$,即 $\frac{\sqrt{3}}{4}b$ nm,C错误;该晶体的密度

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4 \times (64 + 35.5)}{(b \times 10^{-7})^3 N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{3.98 \times 10^{23}}{b^3 N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}, \text{D 正确。}]$$

5. A [W 位于立方体的顶角,以顶角 W 为例,在此晶胞内,离该顶角最近且距离相等的 O 位于该顶角所在 3 条棱的棱心,由于该顶角被 8 个晶胞共用,而棱上的原子被 4 个晶胞共用,

所以与 W 最近且距离相等的 O 有 $3 \times 8 \times \frac{1}{4} = 6$ 个, A 错误;

O 元素化合价为 -2 价,设 W 元素的平均化合价为 y 价,据化合物中各元素的化合价代数和为 0 可得: $-6 + y + x = 0$, $y = 6 - x$, x 增大 y 减小,即 W 元素的平均化合价降低, B 正确;当 $0.44 \leq x \leq 0.95$ 时,立方晶胞中 W 的个数为 $8 \times \frac{1}{8} =$

1, O 的个数为 $12 \times \frac{1}{4} = 3$, 晶胞质量为 $m =$

$\frac{184 + 16 \times 3 + 23x}{N_A} \text{ g}$, 晶胞体积为 $V = (a \times 10^{-10})^3 \text{ cm}^3$, 若 x

$= 0.5$, 则密度 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{\frac{184 + 16 \times 3 + 23 \times 0.5}{N_A} \text{ g}}{(a \times 10^{-10})^3 \text{ cm}^3} = \frac{243.5 \times 10^{30}}{a^3 N_A} \text{ g}$

$\cdot \text{cm}^{-3}$, 所以密度为 $\frac{243.5 \times 10^{30}}{a^3 N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 时, $x = 0.5$, C 正

确; $\text{Na}_x \text{WO}_3$ 晶体因 x 变化形成空位而导致颜色各异,即空位数不同,吸收的可见光波长不同, D 正确。]

6. B [X 元素的某种同位素可用于测定文物年代, X 为 C, Y 原子中有 7 种运动状态不同的电子, Y 为 N, Y 与 Q 同主族, Q 为 P, W 形成一个共价键, 原子序数小于 C, 故 W 为 H, Z 形成一个共价键, 且原子序数介于 N、P 之间, 故 Z 为 F。一般同周期主族元素从左至右电负性增强, 同主族元素由上至下电负性减弱, 故 Y、Z、Q 三种元素电负性由大到小的顺序为 $F > N > P$, 即 $Z > Y > Q$, A 正确; 环状结构为平面结构, 类似苯的结构, 存在大 π 键, Y 原子只有 sp^2 一种杂化方式, B 错误; 该离子的离子半径较大, 离子液体比一般离子晶体熔点低, 比传统的有机溶剂难挥发、可导电, C 正确; PF_6^- 的中心 P 原子价层电子对数为 $6 + \frac{5 + 1 - 1 \times 6}{2} = 6$, 空间结构为正八面体形, D 正确。]

7. A [H_2O 可形成分子间氢键, 故沸点: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$, A 错误; 元素电负性: $\text{Cl} > \text{Br}$, 则 HClO 中 O—H 极性大, 更易断裂, 故酸性: $\text{HClO} > \text{HBrO}$, B 正确; 原子半径: $\text{Si} > \text{C}$, 则键长: $\text{Si—Si} > \text{C—C}$, 键能: $\text{Si—Si} < \text{C—C}$, 根据共价晶体中键能越大, 形成的晶体硬度越大可知, 硬度: 金刚石 $>$ 晶体硅, C 正确; 离子晶体的熔点大小与离子键强弱有关, 一般离子所带电荷数越多、离子半径越小, 离子键越强, 晶格能越大, 物质熔点越高, 离子电荷: $\text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$, $\text{O}^{2-} > \text{F}^-$, 故熔点: $\text{MgO} > \text{NaF}$, D 正确。]

8. B [a 为 B, g 为 Na, 二者为不同主族元素, A 错误; g、h、i 分别为 Na、Mg、Al, 一般同周期主族元素从左到右, 金属性逐渐减小, 故金属性: $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al}$, B 正确; c、d、e 分别为 N、O、F, 一般同周期主族元素从左到右, 原子半径逐渐减小, 故原子半径: $\text{N} > \text{O} > \text{F}$, C 错误; b 为 C, c 为 N, 最简单氢化物分别为 CH_4 、 NH_3 , NH_3 分子间存在氢键, 沸点升高, 故最简单氢化物的沸点: $\text{NH}_3 > \text{CH}_4$, D 错误。]

9. A [X 形成 4 个单键, 原子序数最小, 推得 X 为 C; Y、W 同主族, W 原子与 3 个原子成键, 结合 Y、W 为同主族短周期元素且原子序数: $\text{W} > \text{Y}$, 可推断 Y 为 O, W 为 S; Z 原子序数介于 O 和 S 之间, 只形成 1 个单键, 非金属, 推得 Z 为 F, 故 X、Y、Z、W 分别为 C、O、F、S。一般来说, 简单离子的电子层数越多半径越大; 电子层数相同时, 核电荷数越大半径越小。 S^{2-} 有 3 个电子层, O^{2-} 、 F^- 均为 2 个电子层, 半径: $\text{S}^{2-} > \text{O}^{2-} > \text{F}^-$, 即 $\text{W} > \text{Y} > \text{Z}$, A 正确; X 为 C, C 的氢化物种类很多, 碳原子数多的烃常温下为固态, 沸点远高于水、HF, 选项未限定为最

简单氢化物, 规律不成立, B 错误; O_3 中的共价键为极性共价键, C 错误; 同周期主族元素第一电离能从左到右呈逐渐增大的趋势, 由于 II A、V A 族元素原子价电子处于全充满、半充满状态较稳定, 第一电离能大于同周期相邻主族元素, 故同周期主族元素中第一电离能大于氧元素的有 N、F 共 2 种, D 错误。]

10. A [H_2O 和 H_2S 的中心 O、S 均为 sp^3 杂化(均含 2 个 σ 键、2 个孤电子对), 杂化类型相同, 键角: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$ 的原因是 O 电负性大于 S, 成键电子对之间的排斥力更强, 因此键角更大, A 错误; 杯酚分离 C_{60} 、 C_{70} 利用超分子的分子识别原理, C_{60} 分子大小与杯酚的空腔大小适配, 可被杯酚包裹从而实现分离, B 正确; 根据相似相溶原理, CCl_4 是非极性溶剂, O_3 极性微弱, 因此 O_3 在 CCl_4 中的溶解度高于在极性水中的溶解度, C 正确; 邻羟基苯甲醛主要形成分子内氢键, 对羟基苯甲醛主要形成分子间氢键, 分子间氢键会增强分子间作用力, 使物质沸点升高, 因此沸点: 邻羟基苯甲醛 $<$ 对羟基苯甲醛, D 正确。]

11. A [固体开始失去的为 CH_3OH , 根据热重曲线, 失去 CH_3OH 后剩余物质的质量保留百分数为 96.5%, 则根据该化合物的相对分子质量 $M_r = 870 + 32x$ (x 为整数) 可得:

$$\frac{870}{870 + 32x} \times 100\% = 96.5\%, \text{解得 } x \approx 1, \text{A 正确; 同周期主}$$

族元素第一电离能随原子序数递增呈增大趋势, 但由于 N 元素 2p 轨道为半充满的较稳定状态, 故其第一电离能大于同周期相邻元素的第一电离能, 因此第一电离能: $\text{C} < \text{O} < \text{N}$, B 错误; 由该化合物的结构可知, 化合物中存在 NO_3^- , 即该化合物中存在离子键, C 错误; 由该化合物的结构可知, 该化合物中的配体有 2 个, 与 Fe 配位的原子为 4 个 N 和 2 个 O, 即配位数为 6, 因此该化合物中配位数与配体个数不相等, D 错误。]

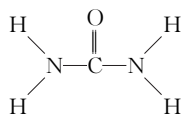
12. C [同周期主族元素从左到右, 电负性逐渐增大, 故电负性: $\text{C} < \text{N} < \text{O}$, A 错误; 一般电子层数相同的原子, 核电荷数越大, 半径越小, 故原子半径: $\text{C} > \text{N} > \text{O}$, B 错误; I_3^- 中中心 I 原子的孤电子对数 $= \frac{1}{2} \times (7 + 1 - 2 \times 1) = 3$, 两侧 I 原子各提供 1 个电子形成 σ 键, 剩余 6 个电子构成 3 个孤电子对, 故 I_3^- 中每个 I 的孤电子对数均为 3, C 正确; N 带正电, 吸电子能力更强, 故 H—N^+ 键极性较大, 与 $\text{C}_3\text{H}_8\text{N}_6^{2+}$ 中 N—H 键的极性不同, D 错误。]

13. B [由题图中转化信息可知, $\text{Be}(\text{OH})_2$ 既能与 HCl 反应生成盐和水, 又能与氢氧化钠反应生成盐, 因此 $\text{Be}(\text{OH})_2$ 是两性氢氧化物, A 正确; 由题中信息可知, Be_2C 的熔点远远高于 BeCl_2 的, 因此 Be_2C 不可能是分子晶体, 而 BeCl_2 的熔点和沸点均较低, 为分子晶体, 因此两者的晶体类型不相同, B 错误; $\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$ 中 Be 原子与 4 个羟基形成 4 个 σ 键, 没有孤电子对, 只有 4 个 σ 键电子对, 因此, 其杂化方式为 sp^3 杂化, C 正确; Be_2C 中的 Be 化合价为 +2 价, C 的化合价为 -4 价, 因此其与 H_2O 反应生成 $\text{Be}(\text{OH})_2$ 和 CH_4 , 该反应的化学方程式为 $\text{Be}_2\text{C} + 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{Be}(\text{OH})_2 + \text{CH}_4 \uparrow$, D 正确。]

14. B [根据题意推断出 X 为 H、Y 为 O、Z 为 Na、W 为 Mg、Q 为 S。H 与 S 组成的 H_2S 中 S 的化合价为 -2 价, 能被氧化, 故 H_2S 具有还原性, A 正确; O 与 S 组成的化合物有 SO_2 、 SO_3 , 二者均为酸性氧化物, 其水溶液显酸性, B 错误; Na、Mg 的单质均能在空气中燃烧, C 正确; Na 与 O 按原子数 1:1 组成的化合物为 Na_2O_2 , 其中 O 的化合价为 -1 价, 故 Na_2O_2 具有氧化性, D 正确。]

15. D [由题意推断出: W 为 H、X 为 C、Y 为 N、Z 为 O。同周期主族元素从左往右, 第一电离能整体呈增大趋势, 但 N 的 2p 轨道处于半充满状态, 较稳定, 不易失电子, 其第一电离能大于 O, 故第一电离能: $\text{N} > \text{O} > \text{C}$, A 错误; 甲为 NH_4OCN , 其所含的 NH_4^+ 中存在 N 原子提供孤电子对和

H^+ 提供空轨道形成的配位键, B 错误; 乙的结构式为



, 单键为 σ 键, 双键中含 1 个 σ 键和 1 个

π 键, 故乙中 σ 键和 π 键的数目比为 7 : 1, C 错误; 甲为 NH_4OCN (氰酸铵), 碳原子形成 2 个 σ 键, 且无孤电子对, 故 C 为 sp 杂化, 乙为 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (尿素), 碳原子形成 3 个 σ 键, 且无孤电子对, 故 C 为 sp^2 杂化, D 正确。]

16. C [R—N₃ 分子中与碳原子相连的氮原子上存在 1 个孤电子对, 由于孤电子对对 σ 键电子对的斥力使得 $\angle\text{CNN}$ 小于 120° , C 错误。]

17. B [A 项, CF_4 的空间结构为正四面体形, 错误; C 项, 该选项中熔点取决于晶体类型, 干冰为分子晶体而 SiO_2 为共价晶体, 错误; D 项, “杯酚”分离 C_{60} 和 C_{70} , 反映了超分子的“分子识别”特性, 错误。]

18. C

19. D [4 个 Na 位于棱上, 1 个 Na 位于晶胞内部, 4 个 O 位于顶点, 4 个 O (编号 2、5、6、7 号) 位于晶胞内部, 3 个 O (编号 1、3、4 号) 位于面上, 1 个晶胞含 2 个 Na、6 个 O, M 的化学式为 NaO_3 , A 错误; NaO_3 含 Na^+ 与 O_3^- 形成的离子键, 以及 O 与 O 之间形成的共价键, B 错误; Na^+ 、 O_3^{2-} 的电子数都是 10, 质子数分别为 11、8, 后者半径大于前者, C 错误; 1 个晶胞中含 2 个 Na、6 个 O, 相当于 2 个 NaO_3 单元, 根据晶胞参数计算, $\rho = \frac{(23+16 \times 3) \times 2 \times 10^{30}}{350.7 \times 577.03 \times 527.01 N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, D 正确。]

20. B [LiN_3 与 NaN_3 均为离子晶体, 熔点取决于离子键强弱。 Li^+ 半径小于 Na^+ , 与 N_3^- 形成的离子键更强, 故熔点 $\text{NaN}_3 < \text{LiN}_3$, A 错误; 以顶点 (或面心) 的 Li^+ 为中心, 其周围等距离且最近的 N_3^- 有 8 个, 因此, LiN_3 晶胞中, Li^+ 的配位数为 8, B 正确; N_2H_4 中 N 为 -2 价, 生成 NaN_3 中 N 为 $-\frac{1}{3}$ 价, 每个 N 原子失电子数为 $-\frac{1}{3} - (-2) = \frac{5}{3}$, 2 个 N 原子共失电子数为 $2 \times \frac{5}{3} = \frac{10}{3}$; NaNO_2 中 N 为 +3 价, 生成 NaN_3 中 N 为 $-\frac{1}{3}$ 价, 每个 N 原子得电子数为 $-\frac{1}{3} - 3 = -\frac{10}{3}$, (即得 $\frac{10}{3}$ 电子), 生成 1 mol NaN_3 转移 $\frac{10}{3}$ mol 电子, 生成 3 mol NaN_3 转移 $3 \times \frac{10}{3} = 10$ mol 电子, 转移电子数为 $10N_A$, C 错误; LiN_3 晶体中 Li^+ 与 N_3^- 之间的最短距离为晶胞面对角线长的一半, 晶胞中 Li^+ 数: $8 \times \frac{1}{8} + 2 \times \frac{1}{2} = 2$, N_3^- 数: $4 \times \frac{1}{2} = 2$, 晶胞中含有 2 个 LiN_3 , LiN_3 的摩尔质量为 49 g/mol, 1 个晶胞含有 2 个 LiN_3 , 质量为 $\frac{2 \times 49}{N_A}$ g, 晶胞边长为 a cm, 密度为 $1.29 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 则体积为 $V = \frac{m}{\rho} = \frac{2 \times 49}{N_A \times 1.29} \text{ cm}^3$, 故 $a = \sqrt[3]{\frac{2 \times 49}{N_A \times 1.29}} \text{ cm}$, 最短距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2} a$, 即为 $\frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt[3]{\frac{2 \times 49}{N_A \times 1.29}} \times 10^{10} \text{ pm}$, D 错误。]

热点分层训练(七) 化学反应(历程)机理、 化学反应速率和限度

1. B [合成氨工业采用循环操作, 使未反应的 N_2 和 H_2 进入合成塔重新反应, 提高 N_2 和 H_2 的利用率, 避免造成不必要的浪费, B 正确。]

2. C [根据用不同物质表示反应速率与化学计量数的关系可得: $v(\text{NH}_3) : v(\text{O}_2) : v(\text{NO}) : v(\text{H}_2\text{O}) = 4 : 5 : 4 : 6$, 则有 $5v(\text{NH}_3) = 4v(\text{O}_2)$, $3v(\text{NO}) = 2v(\text{H}_2\text{O})$, $v(\text{NH}_3) : v(\text{H}_2\text{O}) = 2 : 3$, A、B、D 均正确; 由于 $v(\text{O}_2) : v(\text{NO}) = 5 : 4$, 若 $t_1 \sim t_2$ 时间段内 $v(\text{O}_2) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, 则有 $v(\text{NO}) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \times \frac{4}{5} = 0.32 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, C 项不正确。]

3. D [未指明 $v(\text{X})$ 、 $v(\text{Z})$ 的方向, 当 $3v(\text{X}) = 2v(\text{Z})$ 时, 不能判断反应是否达到化学平衡状态, A 错误; 由反应化学方程式可知, 单位时间内消耗 $2a \text{ mol X}$, 必定同时生成 $3a \text{ mol Z}$, 不能判断反应是否达到化学平衡状态, B 错误; 由于 X、Y、Z 都是气体, 密闭容器的容积不变, 故混合气体的密度始终不变, 不能判断反应是否达到化学平衡状态, C 项错误; 混合气体的平均摩尔质量 $\bar{M} = \frac{m}{n}$, 混合气体的 m 不变, 但 n 不断变化, 当 $\bar{M}$ 不再变化时, 混合气体的 n 不变, 则该反应达到化学平衡状态, D 项正确。]

4. C [压强不变时, 升高温度, NO 的平衡转化率减小, 平衡向逆反应方向移动, 则正反应为放热反应, $\Delta H < 0$, 正反应为气体体积减小的反应, 温度一定时, 增大压强, 平衡向正反应方向移动, NO 的平衡转化率增大, 则 $p_1 < p_2$, A 错误; 压强一定时, 随温度升高, NO 的平衡转化率减小, 平衡向逆反应方向移动, NO 的平衡转化率减小, 该反应的反应限度减小, B 错误; 400°C 、 p_1 条件下, 平衡时 NO 的平衡转化率为 40%, NO(g) 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 按物质的量之比 2 : 1 充入反应容器且按物质的量之比 2 : 1 反应, 二者转化率相等, 则 O_2 的平衡转化率为 40%, C 正确; 化学平衡常数 $K = \frac{c^2(\text{NO}_2)}{c^2(\text{NO}) \cdot c(\text{O}_2)} =$

$\frac{n^2(\text{NO}_2) \cdot V}{n^2(\text{NO}) \cdot n(\text{O}_2)}$, 由于容器的容积 V 未知, 则不能计算化学平衡常数, D 错误。]

5. D [根据“先拐先平, 速率快, 条件高”规律, 温度: $T_1 < T_2$, 由图中曲线的“上下关系”推知, 温度越低, SO_3 的体积分数越大, 则该反应的 $\Delta H < 0$, A、B 均正确; 该反应的正反应是放热反应, 温度越低, 反应向正反应方向进行的程度越大, 化学平衡常数越大, 故化学平衡常数: $K(T_1) > K(T_2)$, C 正确; 保持 T_1 不变, 增大体系的压强, 平衡向正反应方向移动, SO_3 的体积分数增大, 则不可能得到与 T_2 相同的平衡状态, D 不正确。]

6. C [若探究温度的影响, 根据“先拐先平, 速率快, 条件高”规律, 温度越高, CO 的浓度越大, 则该反应的 $\Delta H < 0$, A 项正确; 实验 I、实验 II 达到相同的平衡状态, 说明两者温度相同, 但实验 II 的反应速率更快, 推测实验 II 中可能使用了催化剂, B 项正确; 若探究压强的影响, 则压强: $p(\text{III}) > p(\text{II}) = p(\text{I})$, C 项不正确; 增大体系压强, 平衡正向移动, CO 的转化率增大, D 项正确。]

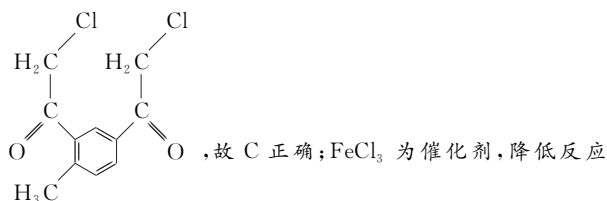
7. D [$^* \text{CO}_2 \rightarrow ^* \text{C}_2\text{H}_4$, 碳元素化合价降低, 发生了还原反应, A 项正确; Cu-Cs 复合催化剂中 CO 中的 O 只吸附在 Cs 表面, 说明 Cs 有带正电的趋势, 因此电负性: $\text{Cu} > \text{Cs}$, B 项正确; $^* \text{H}$ 结合 $^* \text{CO}_2$ 中的 O 生成 H_2O , C 项正确; 由图乙可知, Cu-Cs 复合催化剂吸附 CO 和 OCCO 的状态能量低, D 项错误。]

8. C [反应历程中 N 的化合价一直为 -3 价, 化合价未变化, 故 A 错误; 图中 $\text{HOOCNH}_2(\text{s}) + \text{NH}_3(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的能量比 $\text{HNCO}(\text{g}) + \text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的能量低, 但 $\text{HOOCNH}_2(\text{s})$ 的能量与 $\text{HNCO}(\text{g})$ 的能量无法比较, 故两者的稳定性无法比较, 故 B 错误; 根据图可知, $87.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + \Delta E_1 = \Delta E_2 - 87 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 故若 $\Delta E_2 = 241 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $\Delta E_1 = 66.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 故 C 正确; 由图可知, 第 2 步反应的活化能最大, 是整个反应的决速步, 热化学方程式为 $\text{HOOCNH}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{HNCO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = +50.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 故 D 错误。]

热点分层训练(八) 电化学

9. A [产物 P1 的相对能量为 $-202.00 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 能量较高, 且没有明显的能量垒阻挡其生成, 产物 P2 的相对能量为 $-320.40 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 能量较低, 但需要经过较高的能量垒(过渡态 IV)才能生成, 由于 —O—O— 结构通常在能量较高的情况下更容易形成, 因此含有 —O—O— 的是产物 P1, A 正确; 得到产物 P1 的反应历程有基元反应(过渡态 I、II、III), 得到产物 P2 的反应过程有基元反应(过渡态 I、II、IV), B 错误; 中间产物 Z 的浓度先增加后减少, 但不一定“持续增加”, C 错误; 反应过程中涉及自由基, 极性溶剂可能影响自由基稳定性, 该反应在非极性溶剂中更易进行, D 错误。]

10. B [O 的电负性大于 H, 因此羰基碳具有的正电荷小于 CH_2 , C—Cl 极性: $a > b$, 故 A 正确; 步骤 II 为 B 和 C 化合形成 C—C, 步骤 III 为在 FeCl_4^- 作用下 C—H 解离形成 FeCl_3 和 HCl, 故 B 不正确; 甲苯上甲基的邻、对位为活性位点, 因此甲苯上的氢被取代发生在邻、对位, 即 E 可转化为



, 故 C 正确; FeCl_3 为催化剂, 降低反应

活化能, 加快反应速率, 故 D 正确。]

11. B [该反应的正反应为放热反应, 相同条件下, 温度降低, 平衡向正反应方向移动, Z 的体积分数增大, 则 $T_1 < T_2$, A 项正确; $n(\text{X}) : n(\text{Y}) = 3 : 1$ 时, Z 的体积分数最大, $x = 4$ 时, Z 的体积分数不可能位于 N 点, B 项错误; 按化学计量数之比投料时, X 与 Y 的转化率相等, C 项正确; Z 的体积分数等于 Q 的体积分数, 该反应为可逆反应, 所以 M 点时 Z 的体积分数一定小于 50%, D 项正确。]

12. B [该历程会生成 H_2O , 氧气的原子利用率不是 100%, A 错误; 该历程中涉及 O—H 等极性键的断裂, 以及 O—H 等极性键的形成, B 正确; 电负性: $\text{O} > \text{Al}$, 则 O 原子更易吸附呈正电性的 H 原子, Al 更易吸附呈负电性的 O 原子, 不易形成选项的过渡态, C 错误; 若将氧气标记为 $^{18}\text{O}_2$, 则生成产物含有 ^{18}O 的产物为 $\text{CH}_2\text{OH—CHOH—CO}^{18}\text{OH}$ 、 H_2^{18}O , D 错误。]

13. C [N_2O_4 分子结构与乙烯类似, 为平面形, MIL-53 捕获的气体是氨气, 分子空间结构为三角锥形, A 错误; MFM-520 置入废气后反应①向正反应方向移动, NO_2 浓度变小, 废气颜色变浅, MIL-53 置入废气后, 反应②向逆反应方向移动, NO_2 浓度变小, 废气颜色变浅, B 错误; MFM-520 在较高压强下反应①向正反应方向移动, MIL-53 在较低压强下反应②向逆反应方向移动, 均有利于净化气体, C 正确; MIL-53 在较高温度下反应②向正反应方向移动, 不利于吸收目标气体 NH_3 , MFM-520 在较低温度下反应①向正反应方向移动, 有利于吸收目标气体 N_2O_4 , D 错误。]

14. D [由能量—反应历程图可知, 产物 b 的能量比产物 a 的能量低, 根据能量越低越稳定, 相同条件下产物 b 比产物 a 稳定, A 正确; 由能量—反应历程图可知, 反应为放热反应, 降低温度, 平衡向正反应方向移动, $\rightleftharpoons$ 的平衡转化率增大, 故与 80°C 相比, 40°C 时 $\rightleftharpoons$ 的平衡转化率更大, B 正确; 催化剂能改变反应的历程, 不同的催化剂对反应路径的影响不同, 可能会使反应更倾向于生成 b, 从而降低 $\frac{n(\text{a})}{n(\text{b})}$ 的值, C 正确; 若甲、乙容器中的反应均达到平衡状态, 化学平衡常数只受温度影响, 在相同投料下, 不同温度达到平衡时产物比例应符合平衡常数关系, 但题中 40°C 和 80°C 时 $\frac{n(\text{a})}{n(\text{b})}$ 的值差异较大, 不符合平衡状态下温度对产物比例的影响规律, 所以甲、乙容器中的反应不都达到平衡状态, D 错误。]

15. C

1. A [A. Zn 失去电子, 为负极, MnO_2 得到电子, 为正极, 正确; B. 工作时 KOH 参与电极反应, 错误; C. 工作时电子由 Zn 经外电路流向 MnO_2 , 错误; D. Zn 发生氧化反应, MnO_2 发生还原反应, 错误。]

2. B [铁板作阴、阳极, 阳极铁失电子, 发生氧化反应生成亚铁离子, 阳极反应为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$, 故 A 正确; 阴极反应为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$, 消耗 H^+ , 根据题给反应化学方程式可知, Fe^{2+} 还原 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 也消耗氢离子, 溶液的酸性减弱, pH 增大, 故 B 错误; 反应过程中溶液 pH 变大, 有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀生成, 故 C 正确; 转移 12 mol 电子时消耗 6 mol Fe, 再根据处理过程中发生的反应, 得关系式为 $6\text{Fe} \sim 12\text{e}^- \sim 6\text{Fe}^{2+} \sim \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, 故电路中每转移 12 mol 电子, 最多有 1 mol $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 被还原, 故 D 正确。]

3. C [由题图可知, U 形管中电解液是 MgSO_4 溶液, A 管中电极是阴极, 发生反应: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$, B 管中电极是阳极, 发生反应: $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$, 故 a 管中收集 H_2 , b 管中收集 O_2 。]

4. D [由碳元素的化合价变化知, 每消耗 1 mol CH_4 转移 6 mol 电子, 故 A 错误; 电极 A 是原电池的负极, 故 B 错误; 电池工作时, CO_3^{2-} 向电极 A (即负极) 移动, 故 C 错误; 根据原电池的工作原理: O_2 在电极 B (即正极) 上被还原, 故 D 正确。]

5. D [放电时, 铝是活泼金属, 铝电极为负极, 石墨电极为正极, 电子由铝电极流出, 经用电器流向石墨电极, A 错误; 原电池中阳离子向正极移动, 所以有机阳离子向石墨电极方向移动, B 错误; 充电时, 铝电极作阴极, 发生还原反应, C 错误; 放电时铝电极为负极, 电极反应为 $\text{Al} - 3\text{e}^- + 7\text{AlCl}_4^- = 4\text{Al}_2\text{Cl}_7^-$, D 正确。]

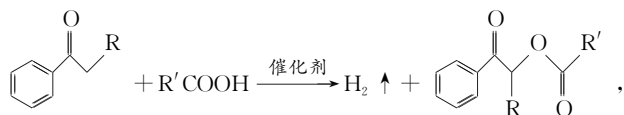
6. D [由水系-锰酸锂电池的工作原理 $\text{Li}_{1-x}\text{Mn}_2\text{O}_4 + x\text{Li} = \text{LiMn}_2\text{O}_4$ 知, Li 为活泼金属, 失电子, 发生氧化反应, 故 Li 作负极, $\text{Li}_{1-x}\text{Mn}_2\text{O}_4$ 作正极。A 正确; 则放电时, 阳离子向正极移动, Li^+ 穿过固体薄膜进入水溶液中, B 正确; Pt—Ag 电极作阴极, NO_2^- 得电子转化为 N_2 , 电极反应式为 $2\text{NO}_2^- + 6\text{e}^- + 4\text{H}_2\text{O} = \text{N}_2 \uparrow + 8\text{OH}^-$, C 正确; 当电解过程中转移 3 mol 电子时, 阴极区 (右侧) 生成 0.5 mol N_2 , 同时有 3 mol H^+ 从阳极区 (左侧) 迁移到阴极区 (右侧), 则乙池中膜右侧的质量变化为 $|m_{\text{右}}| = 0.5 \text{ mol} \times 28 \text{ g/mol} - 3 \text{ mol} \times 1 \text{ g/mol} = 11 \text{ g}$, 阳极 (左侧) 发生氧化反应, 电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$, 转移 3 mol 电子时, 生成 0.75 mol O_2 , 同时有 3 mol H^+ 从阳极区 (左侧) 迁移到阴极区 (右侧), 则乙池中膜左侧的质量变化为 $|m_{\text{左}}| = 0.75 \text{ mol} \times 32 \text{ g/mol} + 3 \text{ mol} \times 1 \text{ g/mol} = 27 \text{ g}$, 所以 $|m_{\text{右}}| - |m_{\text{左}}| = 27 \text{ g} - 11 \text{ g} = 16 \text{ g}$, D 错误。]

7. C [由题图可知, 电解装置中左侧为阳极, 水失去电子被氧化为氧气, 右侧 EM 电极上硝酸盐被还原为 N_2 , 且带电荷膜阳极上氨分子被游离氯氧化为 N_2 。左侧为阳极, 水失去电子被氧化为氧气, 电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$, 工作一段时间后, 阳极区溶液酸性增强, pH 减小, A 正确; 阴极发生的反应为硝酸根离子得到电子生成氮气: $2\text{NO}_3^- + 10\text{e}^- + 12\text{H}^+ = \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$, B 正确; 阳极水失去电子被氧化为氧气, 右侧 EM 电极上硝酸盐被还原为 N_2 , 由上述电极反应并结合得失电子守恒得关系: $5\text{O}_2 \sim 20\text{e}^- \sim 2\text{N}_2$, 由于带电荷膜阳极上氨分子也会被游离氯氧化为 N_2 , 则相同条件下, 阴、阳两极产生气体的体积比不是 5 : 2, C 错误; 带电荷膜阳极上氨分子被游离氯氧化为 N_2 , 氨发生氧化反应, D 正确。]

8. D [放电时装置为原电池, a 极为原电池的负极, 电极反应为 $\text{Na} - \text{e}^- = \text{Na}^+$, b 极为原电池的正极, 电极反应为 $\text{Na}_{3-x}\text{V}_2(\text{PO}_4)_3 + x\text{Na}^+ + x\text{e}^- = \text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$; 充电时装置为电解池, a 极为阴极, 电极反应为 $\text{Na}^+ + \text{e}^- = \text{Na}$, b 极为阳极,

电极反应为 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3 - xe^- = \text{Na}_{3-x}\text{V}_2(\text{PO}_4)_3 + x\text{Na}^+$, 据此分析。稀硫酸与钠反应,不可用稀硫酸代替 WSE, A 错误;放电时,负极发生氧化反应, Na^+ 由负极(a 极)迁移到正极(b 极)与 $\text{Na}_{3-x}\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 结合, B 错误; PF_6^- 的价层电子对数为 $6 + \frac{5+1-1 \times 6}{2} = 6$, 为八面体形结构, C 错误;充电时, b 极的电极反应为 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3 - xe^- = \text{Na}_{3-x}\text{V}_2(\text{PO}_4)_3 + x\text{Na}^+$, D 正确。]

9. C [由题图可知,碳棒电极上碘离子失去电子生成碘原子,则 a 为电源正极,铂片上氢离子得到电子生成氢气,则 b 为电源负极。由题图分析可知, b 为电源负极, A 错误;由分析可知,碳棒为阳极,铂片为阴极,电解池中阳离子向阴极移动,则 K^+ 移向铂片, B 错误;由题图可知,工作时,总反应为



C 正确;由题图分析可知,碳棒电极上碘离子失去电子生成碘原子,电极反应为 $\text{I}^- - e^- = \text{I} \cdot$, D 错误。]

10. D [I 室中加入的是稀硝酸,出来的是浓硝酸,则惰性电极 M 为阳极,水被氧化得到氧气和氢离子, A 为氧气, II 室中硝酸根离子透过离子交换膜 I 进入 I 室;惰性电极 N 为阴极,水放电产生氢气和氢氧根离子, B 为氢气, II 室中铵根离子透过离子交换膜 II 进入 III 室。由分析可知, I 室中电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} - 4e^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$, 发生氧化反应, 惰性电极 M 为阳极, 接外电源的正极, A 错误;由分析可知, 惰性电极 N 为阴极, 电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$, B 错误;标准状况下每当产生 22.4 L O_2 , 根据得失电子守恒, III 室溶液中就要生成 2 mol H_2 , 溶液质量减少 4 g, 同时依据电荷守恒, 4 mol NH_4^+ 通过离子交换膜 II 进入 III 室, 溶液质量增加 72 g, 所以 III 室溶液的质量理论上共增加 68 g, C 错误;由分析可知, II 室中 NH_4^+ 通过离子交换膜 II 进入 III 室, 则离子交换膜 II 为阳离子交换膜, D 正确。]
11. D [由题图可知,放电时, N 极上 $\text{AgCl} \rightarrow \text{Ag}$ 发生得电子的还原反应, 则 N 极为正极, 电极反应为 $\text{AgCl} + e^- = \text{Ag} + \text{Cl}^-$, M 极为负极, 电极反应为 $4\text{Sb} - 12e^- + 2\text{Cl}^- + 5\text{H}_2\text{O} = \text{Sb}_4\text{O}_5\text{Cl}_2 + 10\text{H}^+$ 。充电时, N 极为阳极, M 极为阴极, 电极反应与原电池相反, 据此解答。由分析可知, 放电时, M 极为负极, A 错误;由分析可知, 放电时, N 极反应为 $\text{AgCl} + e^- = \text{Ag} + \text{Cl}^-$, B 错误;由分析可知, 建立电子转移关系式, $\text{Sb}_4\text{O}_5\text{Cl}_2 \sim 12e^- \sim 12\text{Ag}$, 由此可知, 消耗 4 mol Ag, 同时消耗 $\frac{1}{3}$ mol $\text{Sb}_4\text{O}_5\text{Cl}_2$, C 错误;充电时, M 极为阴极, 电极反应与原电池相反, 即 $\text{Sb}_4\text{O}_5\text{Cl}_2 + 12e^- + 10\text{H}^+ = 4\text{Sb} + 2\text{Cl}^- + 5\text{H}_2\text{O}$, D 正确。]
12. B [放电时, II 上 MnO_2 减少, 说明 MnO_2 转化为 Mn^{2+} , 锰元素化合价降低, 发生还原反应, 则 II 为原电池的正极, 由于电解质溶液为 MnSO_4 溶液, 故电解质溶液为酸性溶液, 正极反应为 $\text{MnO}_2 + 2e^- + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$; I 为原电池负极, MnS 失去电子生成 S 和 Mn^{2+} , 负极反应为 $\text{MnS} - 2e^- = \text{S} + \text{Mn}^{2+}$ 。由分析可知, 放电时 II 为正极, 故充电时 II 为阳极, A 正确;由分析可知, 放电时 II 为正极, 正极反应为 $\text{MnO}_2 + 2e^- + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$, 反应消耗 H^+ , 且有水生成, 则溶液的 pH 升高, B 错误;由分析可知, 放电时 I 为原电池负极, 负极反应为 $\text{MnS} - 2e^- = \text{S} + \text{Mn}^{2+}$, C 正确;根据放电时负极反应, 可知充电时阴极反应为 $\text{S} + \text{Mn}^{2+} + 2e^- = \text{MnS}$, 每消耗 16 g S, 即 0.5 mol S, 转移 1 mol 电子, 据题意可知, 能提供的理论容量为 26.8 A · h, D 正确。]
13. B
14. B [题图中的电化学过程涉及电解池原理, NH_3 在 N 极被氧化为 N_2 , 则 N 极为阳极, 阳极反应为 $2\text{NH}_3 - 6e^- = \text{N}_2 + 6\text{H}^+$; M 极为阴极, Fe^{3+} 在阴极得到电子被还原为 Fe^{2+} ,

阴极反应为 $\text{Fe}^{3+} + e^- = \text{Fe}^{2+}$, M 极产生的 Fe^{2+} 可再被氧气氧化为 Fe^{3+} , 反应的离子方程式为 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。结合分析知, Fe^{3+} 在 M 极得到电子被还原为 Fe^{2+} , 则 M 极为电解池的阴极, 接直流电源的负极, 发生还原反应, A 项错误; N 极为阳极, 电极反应为 $2\text{NH}_3 - 6e^- = \text{N}_2 + 6\text{H}^+$, B 项正确;电子可从导线经过, 电解质溶液不能传导电子, C 项错误;若用铅酸蓄电池作电源, 电源负极的反应为 $\text{Pb} - 2e^- + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4$, 负极增重 4.8 g 时, 参与反应的 SO_4^{2-} 为 0.05 mol, 电路中转移电子 0.1 mol, 结合 M 极电极反应 $\text{Fe}^{3+} + e^- = \text{Fe}^{2+}$ 知, M 极产生的 Fe^{2+} 为 0.1 mol, 再根据 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 知, 反应消耗 O_2 的物质的量为 0.025 mol, 其标准状况下的体积为 $0.025 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.56 \text{ L}$, D 项错误。]

热点分层训练(九) 水溶液中的离子平衡

1. B [甲、乙两溶液 pH 均为 2, 即两溶液中 $c(\text{H}^+)$ 均为 $10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据 $K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$, 可知两溶液中 $c(\text{OH}^-)$ 相等, A 错误;根据电荷守恒, 甲溶液中有 $c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$, 乙溶液中有 $c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$, 两溶液 pH 相同, 则 $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{OH}^-)$ 相同, 所以乙溶液中 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 小于甲溶液中 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$, B 正确;乙溶液中 $c(\text{H}^+) = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 但无法确定 $c(\text{Cl}^-)$ 与 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 的大小关系, C 错误;甲溶液为 CH_3COOH 溶液, 乙溶液为 CH_3COOH 和 HCl 混合液, 两溶液 pH 相等、体积相等, 则甲中 CH_3COOH 的物质的量大于乙中 CH_3COOH 与 HCl 的物质的量之和, 则加入相同浓度的 NaOH 溶液至中性, 甲溶液消耗 NaOH 溶液的体积更大, D 错误。]
2. A [在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中, 根据电荷守恒得到 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$, 故 B 错误;在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ 溶液中, 根据元素质量守恒得到 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 C 错误;氨水和 NH_4Cl 溶液混合, 形成 pH=9 的溶液, 则 $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$, 根据电荷守恒得到 $c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+)$, 则 $c(\text{Cl}^-) < c(\text{NH}_4^+)$, 故 D 错误。]
3. B [将 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$ 溶液和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$ 溶液等体积混合, 两者刚好完全反应: $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} = \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$ 得到悬浊液 a; 将悬浊液 a 过滤, 得到滤液 b 中含 NaNO_3 溶液, 白色沉淀 c 为 AgCl ; 向滤液 b 中滴加 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KI}$ 溶液, 若滤液出现浑浊, 说明滤液 b 中含有 Ag^+ ; 向沉淀 c 中滴加 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KI}$ 溶液, AgCl 白色沉淀转化为 AgI 黄色沉淀。由上述分析可知 A 正确; 实验中 AgCl 沉淀转化为 AgI 沉淀, 可证明: $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{AgI})$, B 不正确; 滤液 b 为氯化银的饱和溶液, 其中滴加 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KI}$ 溶液, 由于 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{AgI})$, 则会生成碘化银沉淀, 滤液出现浑浊, C 正确; 滤液 b 中含有 Ag^+ , 可知悬浊液中存在沉淀溶解平衡 $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$, D 正确。]
4. B [第一滴定终点溶液呈酸性, 应该选择甲基橙溶液作指示剂, A 正确; 根据 W 点可知 $c(\text{H}_2\text{A}) = c(\text{HA}^-)$, H_2A 的 $K_{\text{a1}} = \frac{c(\text{HA}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{A})} = c(\text{H}^+) = 10^{-2.3}$, 根据 Y 点可知 $c(\text{HA}^-) = c(\text{A}^{2-})$, H_2A 的 $K_{\text{a2}} = \frac{c(\text{A}^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HA}^-)} = c(\text{H}^+) = 10^{-9.7}$, 反应 $\text{H}_2\text{A} + \text{A}^{2-} = 2\text{HA}^-$ 的 $K = \frac{c^2(\text{HA}^-)}{c(\text{H}_2\text{A}) \cdot c(\text{A}^{2-})} = \frac{K_{\text{a1}}}{K_{\text{a2}}} = \frac{10^{-2.3}}{10^{-9.7}} = 10^{7.4}$, B 错误; W 点到第一滴定终点 X, H_2A 与氢氧化钠发生反应, 到 X 点生成 NaHA , 离子方程式为 $\text{H}_2\text{A} + \text{OH}^- = \text{HA}^- + \text{H}_2\text{O}$, C 正确; 根据电荷守恒, $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HA}^-) +$

$2c(\text{A}^{2-})$, Y 点 $c(\text{HA}^-) = c(\text{A}^{2-})$, 故 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + 3c(\text{A}^{2-})$, D 正确。]

5. C [体系中加入少量的酸或碱, pH 无明显变化, 如果酸或碱的量较大, 会破坏缓冲体系, 故 A 错误; NaHCO_3 溶液呈碱性, 人体血液碱中毒时, 可以注射酸性溶液缓解, 故 B 错误; HCO_3^- 通过氢键形成的二聚体是八元环结构, 故 C 正确; 起初升温时以促进水的电离为主, 溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大, pH 减小, 后来升温以促进 HCO_3^- 的水解为主, 溶液中 $c(\text{H}^+)$ 减小, pH 增大, 故 D 错误。]

6. A [pH=7 时, HAc 过量, $m=0.08$ 时, NaOH 与 HAc 恰好反应, 溶质为 NaAc, 故 pH=7 时, 水的电离程度小于 $m=0.08$ 时水的电离程度, A 错误; NaAc 溶液中存在电荷守恒: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Ac}^-)$, 物料守恒: $c(\text{Na}^+) = c(\text{HAc}) + c(\text{Ac}^-)$, 则可得质子守恒式: $c(\text{HAc}) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, B 正确; $c(\text{H}^+) = 10^{-4.76}$ 时, HAc 的电离常数 $K_a = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{Ac}^-)}{c(\text{HAc})} = 10^{-4.76}$, 故 $c(\text{HAc}) = c(\text{Ac}^-)$, C 正确; $0.100\ 0\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HAc 溶液中存在物料守恒式: $c(\text{HAc}) + c(\text{Ac}^-) = 0.100\ 0\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 正确。]

7. C [a 点时, $c(\text{A}^-) = c(\text{HA})$, $\text{pOH}=4$, 则苯酚钠的水解平衡常数 $K_h = \frac{c(\text{HA}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{A}^-)} = c(\text{OH}^-) = 10^{-4}$, A 正确; V=10 时为滴定终点, 溶质为苯酚和氯化钠, $\text{pH}<7$, c 点的 pH=7, 为苯酚、苯酚钠和氯化钠的混合液, 故 $V_2<10$, 依据电荷守恒得 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{A}^-) + c(\text{Cl}^-)$, pH=7 时, $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 则 $c(\text{Na}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{Cl}^-)$, 依据元素质量守恒得 $c(\text{Na}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{HA})$, 两式联立得 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{HA})$, B 正确; 若 $V_1=5$, 溶液的溶质为等浓度的 NaCl、苯酚钠、苯酚, 而 b 点 pH 为 10, 说明 A^- 的水解程度大于 HA 的电离程度, 则 $c(\text{HA}) > c(\text{A}^-)$, C 不正确; 滴定终点时, 溶质为苯酚和氯化钠, 溶液显酸性, 故可选甲基橙作指示剂, D 正确。]

8. D [随着 pH 增大, $c(\text{S}^{2-})$ 增大, $c(\text{Cu}^{2+})$ 减小, $-\lg c(\text{Cu}^{2+})$ 增大, 所以 L_1 表示 $-\lg c(\text{Cu}^{2+})$ 随 pH 的变化关系, L_2 表示 $-\lg c(\text{S}^{2-})$ 随 pH 的变化关系, A 错误; 当 pH=11.5 时 $c(\text{H}^+) = 10^{-11.5}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $-\lg c(\text{S}^{2-}) = 0$, 即 $c(\text{S}^{2-}) = 1\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = 10^{-7.2}$, $c(\text{H}_2\text{S}) = 0.1\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c(\text{S}^{2-}) \cdot c^2(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{S})} = \frac{1 \times (10^{-11.5})^2}{0.1} = 10^{-22}$, 则 $K_{a2}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{10^{-22}}{K_{a1}(\text{H}_2\text{S})} = \frac{10^{-22}}{10^{-7.2}} = 10^{-14.8}$, B 错误; 当 pH=7.0 时, $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 由于加了其他碱来调节 pH, 溶液中含有的阳离子有 H^+ 、 Cu^{2+} 和其他阳离子, 结合电荷守恒知, $2c(\text{Cu}^{2+}) < 2c(\text{S}^{2-}) + c(\text{HS}^-)$, C 错误; 当 pH=5 时, $c(\text{H}^+) = 10^{-5}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由 $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c(\text{S}^{2-}) \cdot c^2(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{S})} = \frac{c(\text{S}^{2-}) \times (10^{-5})^2}{0.1} = 10^{-22}$, 解得 $c(\text{S}^{2-}) = 10^{-13}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 此时 $-\lg c(\text{Cu}^{2+}) = 22.9$, $c(\text{Cu}^{2+}) = 10^{-22.9}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $K_{sp}(\text{CuS}) = c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-}) = 10^{-22.9} \times 10^{-13} = 10^{-35.9}$, 当 pH=9.0 时, $c(\text{H}^+) = 10^{-9}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由 $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c(\text{S}^{2-}) \cdot c^2(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{S})} = \frac{c(\text{S}^{2-}) \times (10^{-9})^2}{0.1} = 10^{-22}$, 解得 $c(\text{S}^{2-}) = 10^{-5}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $c(\text{Cu}^{2+}) = \frac{K_{sp}(\text{CuS})}{c(\text{S}^{2-})} = \frac{10^{-35.9}}{10^{-5}}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-30.9}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 正确。]

9. B

10. D [饱和溶液中, $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-}) = K_{sp}(\text{BaSO}_4)$, $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) = K_{sp}(\text{BaCO}_3)$, 由 a 点代对应数据求得 $K_{sp} = 1.0 \times 10^{-10}$, 小于 $K_{sp}(\text{BaCO}_3) = 2.4 \times 10^{-9}$, 即曲线①代表 $-\lg c(\text{SO}_4^{2-})$ 与 $-\lg c(\text{Ba}^{2+})$ 的关系, 则曲线②代表

$-\lg c(\text{CO}_3^{2-})$ 与 $-\lg c(\text{Ba}^{2+})$ 的关系。根据分析可知, 曲线①表示的是 BaSO_4 , $K_{sp}(\text{BaSO}_4) = 1.0 \times 10^{-10}$, A 正确; a、b 两点对应的溶液, $c(\text{Ba}^{2+})$ 相同, 相应的离子浓度之比为 $\frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_{sp}(\text{BaSO}_4)}{K_{sp}(\text{BaCO}_3)} = \frac{1}{24}$, B 正确; 向 c 点对应的溶液中加入适量 BaCl_2 固体, 则 $c(\text{Ba}^{2+})$ 浓度增大, 因 $K_{sp}(\text{BaSO}_4)$ 不变, 故 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 减小, 即该过程中, $-\lg c(\text{Ba}^{2+})$ 减小, $-\lg c(\text{SO}_4^{2-})$ 增大, 可使溶液由 c 点变到 a 点, C 正确; 设有 $x\ \text{mol}\ \text{BaSO}_4$ 转化为 BaCO_3 , 可得 $\frac{x}{1.6-x} = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_{sp}(\text{BaSO}_4)}{K_{sp}(\text{BaCO}_3)} = \frac{1}{24}$, $x=0.064$, D 不正确。]

11. C [由题图可知, 当 $\text{pCl}=1$ 时, $\lg \frac{c(\text{AgM}_2^-)}{c^2(\text{M}^-)} = 12$, $\lg$

$\frac{c(\text{AgN}_2^-)}{c^2(\text{N}^-)} = -2$, 由 $c(\text{Cl}^-) = 10^{-1}\ \text{mol/L}$, 求出 $c(\text{Ag}^+) =$

$\frac{K_{sp}(\text{AgCl})}{c(\text{Cl}^-)} = 1.6 \times 10^{-9}\ \text{mol/L}$ 。由 $\text{AgA}_2^- \rightleftharpoons \text{Ag}^+ +$

2A^- 可知, $K_M = \frac{c^2(\text{M}^-) \cdot c(\text{Ag}^+)}{c(\text{AgM}_2^-)} = 10^{-12} \times 1.6 \times 10^{-9} =$

1.6×10^{-21} , $K_N = \frac{c^2(\text{N}^-) \cdot c(\text{Ag}^+)}{c(\text{AgN}_2^-)} = 10^2 \times 1.6 \times 10^{-9} =$

1.6×10^{-7} 。故 $K_N > K_{sp}(\text{AgCl}) > K_M$, A 不符合题意; 加入足量 AgCl 固体的 NaM 溶液中, 结合信息, M 在溶液中的存在形式有 M^- 、HM 和 AgM_2^- , 根据元素守恒有 $n(\text{Na}) = n(\text{M})$, 则 $n(\text{Na}^+) = n(\text{M}^-) + n(\text{HM}) + 2n(\text{AgM}_2^-)$, 所以 $c(\text{Na}^+) = c(\text{M}^-) + c(\text{HM}) + 2c(\text{AgM}_2^-)$, B 不符合题意; 当

$\text{pCl}=1$ 时, $\lg \frac{c(\text{AgM}_2^-)}{c^2(\text{M}^-)} = 12$, 可知 $\text{AgCl(s)} + 2\text{M}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons$

$\text{AgM}_2^-(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ 的 $K_1 = \frac{c(\text{AgM}_2^-) \cdot c(\text{Cl}^-)}{c^2(\text{M}^-)} = 10^{12} \times$

$10^{-1} = 10^{11} > 10^5$, 说明反应可以完全进行, $0.84\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaM 溶液中 $c(\text{M}^-) \approx 0.84\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $c(\text{AgM}_2^-) = c(\text{Cl}^-) \approx 0.42\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 即溶解度(用物质的量浓度表示)约为 $0.42\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C 符合题意; AgCl 在 NaM 溶液和 NaN 溶液中形成配合物溶解时, K 越大, 越容易生成, 对应

配离子稳定性越强, 当 $\text{pCl}=1$ 时, $\lg \frac{c(\text{AgN}_2^-)}{c^2(\text{N}^-)} = -2$, 可知

$\text{AgCl(s)} + 2\text{N}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{AgN}_2^-(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ 的 $K_2 = \frac{c(\text{AgN}_2^-) \cdot c(\text{Cl}^-)}{c^2(\text{N}^-)} = 10^{-2} \times 10^{-1} = 10^{-3}$, 又 $K_1 = 10^{11}$, 有

$K_1 > K_2$, 所以 NaM 体系中 AgM_2^- 的稳定性大于 NaN 体系中 AgN_2^- 的稳定性, D 不符合题意。]

热点分层训练(十) 化学实验基本操作与评价

1. D [NaOH 具有强腐蚀性, 会造成二次伤害, 应使用质量分数为 3%~5% 的 NaHCO_3 溶液, D 不正确。]

2. D [根据 $c = \frac{1\ 000\rho\omega}{M}$ 可知, 质量分数为 98% 的浓硫酸的物质的量浓度为 $\frac{1\ 000 \times 1.84 \times 98\%}{98}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 18.4\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。配制 $1\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的稀硫酸 80 mL, 需要 100 mL 容量瓶, 则需要浓硫酸的体积 $V = \frac{100\ \text{mL} \times 1\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}{18.4\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}} \approx$

5.4 mL, 应选择 10 mL 量筒。因配制一定物质的量浓度的溶液需要量取、稀释、冷却、移液、洗涤、定容、摇匀等操作, 量取时用容量瓶和胶头滴管, 稀释时用烧杯和玻璃棒, 移液时用玻璃棒和容量瓶, 定容时用胶头滴管。所以正确的顺序为②⑥③⑦⑤⑥。]

3. C [A 装置甲中长颈漏斗处没有封闭, 所以用手捂试剂瓶的

- 方法不能达到检验装置气密性的目的;B. NO 不溶于水也不与氢氧化钠反应,无法演示喷泉实验;C. 明矾晶体在坩埚中灼烧失去结晶水得到 $KAl(SO_4)_2$;D. 氨极易溶于水,不能用装水的量气管测量其体积。]
4. D [根据题中图示,通入 SO_2 后过滤得到 CuI 固体,故通入 SO_2 的目的是将 I_2 和 Cu^{2+} 还原,A 项正确;滤渣 I 的主要成分为 Fe 和 Cu,因此可以利用磁石将滤渣 I 中 Fe 和 Cu 分离开来,B 项正确;加入 K_2CO_3 溶液, Fe^{2+} 和 CO_3^{2-} 发生相互促进的水解反应生成 $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_2$ 放在潮湿的空气中能被氧化为红褐色的 $Fe(OH)_3$,C 项正确;经操作 X 后得到 I_2 ,故操作 X 为萃取、分液、蒸馏,D 项错误。]
5. A [乙醇与溴水在常温下不发生明显反应,乙酸与溴水不反应,一般条件下二者均不能使溴水褪色,A 项错误;羽绒的主要成分是蛋白质,灼烧有类似烧焦羽毛气味,B 项正确;甲烷结构稳定,不能使酸性高锰酸钾溶液褪色,乙烯分子中含有碳碳双键,能使酸性高锰酸钾溶液褪色,C 项正确; CCl_4 、 C_6H_{14} 和溴水都不反应,且溴在有机溶剂中的溶解度比在水中的大得多, CCl_4 难溶于水、密度比水大, C_6H_{14} 难溶于水、密度比水小,向两支试管中加入适量溴水,二者均分层,上层为橙红色的是 C_6H_{14} ,下层为橙红色的是 CCl_4 ,D 项正确。]
6. C [A. 乙酰苯胺和氯化钠可以溶于水中,不会出现分层,故不能通过分液分离,错误;B. 乙酰苯胺可以溶于乙醇中,故乙酰苯胺和乙醇不能通过过滤分离,错误;C. 乙酰苯胺在水中的溶解度随温度变化较大,而氯化钠的溶解度随温度变化较小,故采用重结晶法提纯乙酰苯胺,正确;D. 乙酰苯胺在乙醇中溶解度大,不能通过重结晶提纯分离,错误。]
7. C [在圆底烧瓶中进行加热反应,A 不选;水浴加热时需要使用酒精灯,B 不选;整个过程中无分液操作,不需要分液漏斗,C 选;过滤需要用玻璃棒引流,D 不选。]
8. B [气体通过装有碱石灰的干燥管,用碱石灰不仅除去了杂质 HCl,也把目标气体 Cl_2 除掉了,A 错误;锌粒与稀硫酸在锥形瓶中反应生成氢气,用注射器收集气体,秒表计时,通过测量单位时间内产生的氢气体积,可以计算反应速率,B 正确;Zn 直接接触 $CuSO_4$ 溶液,会发生置换反应: $Zn + Cu^{2+} = Zn^{2+} + Cu$,铜会直接沉积在锌表面,形成局部短路,无法形成稳定的原电池电流。Cu 电极插在 $ZnSO_4$ 溶液中,不会发生反应,这种接法会导致电池迅速失效,不能产生“持续稳定”的电流,C 错误;酸碱滴定装置中,NaOH 溶液装在碱式滴定管中,待测稀盐酸在锥形瓶中。图中使用的滴定管是酸式滴定管(玻璃活塞),NaOH 溶液是强碱,会腐蚀玻璃活塞中的磨砂部分,导致活塞粘连,D 错误。]
9. B [镁与 CO_2 反应中,生成氧化镁和碳单质, CO_2 提供氧,而且 C 元素化合价降低,所以二氧化碳体现氧化性,A 结论正确;用 pH 计测定等浓度的 Na_2CO_3 和苯酚钠的 pH,根据水解原理,碳酸氢根离子的酸性比苯酚弱,则碳酸根离子的水解程度较大,溶液的碱性较强,pH 大,所以由现象可得出结论是酸性: $HCO_3^- < 苯酚$,不能直接比较碳酸和苯酚的酸性,而且选项中没有强调碳酸钠和苯酚钠的浓度是否相等,B 结论错误;铜、锌和稀盐酸可形成原电池,加快了反应速率,所以电化学腐蚀速率更快,C 结论正确;葡萄糖与新制的氢氧化铜悬浊液反应,生成的砖红色沉淀为 Cu_2O ,说明氢氧化铜做氧化剂,葡萄糖做还原剂,证明葡萄糖具有还原性,D 结论正确。]
10. D [装置甲中, FeS_2 与稀硫酸在加热、电磁搅拌条件下发生反应: $FeS_2 + 2H^+ = Fe^{2+} + S + H_2S \uparrow$,可制取含 $FeSO_4$ 的悬浊液,A 不符合题意; H_2S 是酸性气体,能与 NaOH 溶液反应,装置乙可吸收挥发出来的 H_2S 气体,B 不符合题意;S 和未反应的 FeS_2 难溶于水, $FeSO_4$ 易溶于水,用装置丙(过滤装置)可除去 S 和未反应的 FeS_2 ,C 不符合题意; $FeSO_4$ 溶液蒸发结晶时, Fe^{2+} 易被氧化,且直接蒸干溶液不能得到 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 晶体,应该蒸发浓缩、冷却结晶,D 符合题意。]

11. B

12. D [Cl_2 没有漂白性, Cl_2 与水反应生成的次氯酸具有漂白性,因此 Cl_2 能使湿润有色布条褪色,A 错误;浓 HNO_3 易挥发,干扰亚硫酸和硅酸的酸性强弱比较,且亚硫酸不是 S 元素的最高价含氧酸,不能验证非金属性: $S > Si$,B 错误;向盛有 2 mL 一定浓度的 $Na_3[Ag(S_2O_3)_2]$ 溶液的试管中,滴入 5 滴 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 KI 溶液,产生黄色沉淀,黄色沉淀的成分为 AgI,说明 $Na_3[Ag(S_2O_3)_2]$ 溶液中含有 Ag^+ ,证明 $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$ 发生了电离,不能说明其发生水解,C 错误;饱和碳酸钠溶液可以中和乙酸、溶解乙醇、降低乙酸乙酯的溶解度,将粗品与饱和碳酸钠溶液充分混合,静置,分液,可以除去乙酸乙酯粗品中的乙酸和乙醇,D 正确。]
13. B [碳酸钙固体与稀盐酸反应生成氯化钙、水和二氧化碳,二氧化碳通过饱和 $NaHCO_3$ 溶液除去杂质氯化氢气体,在二氧化碳存在的条件下硫酸亚铁和碳酸钠反应生成碳酸亚铁。试剂 a 的作用是除二氧化碳中的氯化氢,试剂 a 是饱和 $NaHCO_3$ 溶液,故 A 正确; Fe^{2+} 易被氧化,所以装置 C 不能换成敞口容器,故 B 错误;碳酸钠溶液的碱性较强,调节 pH 的目的是降低溶液中氢氧根离子浓度,防止生成铁的氢氧化物,故 C 正确;D. $FeSO_4$ 能还原酸性高锰酸钾,即两者发生氧化还原反应: $5Fe^{2+} \sim MnO_4^-$,所以 $FeSO_4$ 溶液的浓度可用酸性 $KMnO_4$ 标准溶液滴定,故 D 正确。]
14. D [催化剂易水解,实验中干燥管的作用是隔绝水蒸气进入反应瓶,防止催化剂水解,A 正确;尾气含未反应的氯气和产生的 HCl,二者均可以被 NaOH 溶液吸收,故可用 NaOH 溶液作为吸收液,B 正确;将氯气通入反应液的底部,氯气在液体中由下往上扩散,使氯气与反应液充分接触,故 Cl_2 通入反应液中可起到搅拌作用,C 正确;只要反应还未完全, Cl_2 流速不变,温度就会持续升高,要控制反应温度稳定应当逐渐减小氯气的流速,D 错误。]
15. A [浓盐酸应该缓慢滴加,减少其挥发,当②中液面上方出现黄绿色气体时,说明氯气过量,已将氢氧化钠转化为次氯酸钠,在反应过程中需不断通入 Cl_2 ,目的是使②中反应生成的 NaOH 继续转化为 NaClO,提高原料利用率,故 A 错误;向②中加入 $H_3(CNO)_3$ 吡啶溶液,与 NaClO 溶液反应生成产物,滴加溶液至②中气体颜色变浅,关闭 K_3 ,继续通入 Cl_2 ,将生成的 NaOH 继续转化为 NaClO,所以需要重复步骤 I、II 若干次,故 B 正确;打开 K_1 通入 N_2 的目的是将装置内残余的 Cl_2 赶入吸收装置被完全吸收,故 C 正确;常温下,二氯异氰尿酸钠固体可溶于水,难溶于冰水,故将②置于冰水浴中冷却,过滤,冰水洗涤,低温干燥得到产品,故 D 正确。]

大题题型训练(一) 化工流程题

1. 解析: 铬铁矿($FeCr_2O_4$ 含有少量 Fe_2O_3 和 Al_2O_3 等杂质)加入碳酸钠灼烧,将 $FeCr_2O_4$ 转化为 Na_2CrO_4 ,“煅烧”所得固体为 Na_2CrO_4 、 $Na[Al(OH)_4]$ 和 Fe_2O_3 ,加水浸取,滤渣 1 为难溶性的 Fe_2O_3 ,滤液中含有可溶性的 Na_2CrO_4 、 $Na[Al(OH)_4]$,加入 CO_2 中和,得到沉淀 $Al(OH)_3$,则滤渣 2 为 $Al(OH)_3$,再通入足量 CO_2 酸化, CrO_4^{2-} 转化为 $Cr_2O_7^{2-}$,向滤液中加入 KCl,得到溶解度较小的 $K_2Cr_2O_7$,以此解答。
- (1) Cr 是 24 号元素,位于元素周期表第四周期第 VI B 族。
- (2) “煅烧”时 $FeCr_2O_4$ 和 Na_2CO_3 、 O_2 反应转化为 Na_2CrO_4 ,同时有 Fe_2O_3 和 CO_2 生成,根据得失电子守恒和原子守恒配平化学方程式为 $4FeCr_2O_4 + 8Na_2CO_3 + 7O_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2Fe_2O_3 + 8Na_2CrO_4 + 8CO_2$ 。
- (3) 由分析可知,“滤渣 1”的主要成分为 Fe_2O_3 。
- (4) “酸化”过程中 CrO_4^{2-} 转化为 $Cr_2O_7^{2-}$,发生反应的离子方程式为 $2Na^+ + 2CrO_4^{2-} + 2CO_2 + H_2O = Cr_2O_7^{2-} + 2NaHCO_3 \downarrow$,选择 CO_2 的优点是析出的白色晶体碳酸氢钠

加热后产生的 Na_2CO_3 、 CO_2 能循环利用(或 CO_2 来源丰富, 廉价易得等)。

(5) 室温下“中和”: $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, 平衡常数 $K = \frac{1}{c\{[\text{Al}(\text{OH})_4]^- \} \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{c(\text{OH}^-)}{c\{[\text{Al}(\text{OH})_4]^- \} \cdot c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)} = \frac{1}{K \cdot K_w} = 10^{13.37}$, $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 恰好沉淀完全时, 溶液中浓度为 $1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $c(\text{H}^+) = \frac{10^{-13.37}}{10^{-5}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-8.37} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} = 8.37$ 。

(6) 用分光光度法测定 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 时, 若配制溶液时缺少了某种强酸, 会有部分 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 转化为 CrO_4^{2-} , 则测得 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的质量分数会偏低, 另外氢碘酸能够与 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 发生氧化还原反应, 导致 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的量减小, 则少加的试剂为硫酸, 故答案选 A。

答案:(1) 四 VB

(2) $4\text{FeCr}_2\text{O}_4 + 8\text{Na}_2\text{CO}_3 + 7\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 8\text{CO}_2$

(3) Fe_2O_3

(4) $2\text{Na}^+ + 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{NaHCO}_3 \downarrow$ 析出的白色晶体碳酸氢钠加热后产生的 Na_2CO_3 、 CO_2 能循环利用(或 CO_2 来源丰富, 廉价易得等合理答案均可)

(5) 8.37 (6) A

2. 解析: 方铅矿主要成分为 PbS , 还含有 Al_2O_3 、 FeS_2 等杂质。方铅矿加盐酸、 MnO_2 、饱和食盐水“浸取”, 盐酸与 MnO_2 、 PbS 发生反应生成 PbCl_2 和 S , 加入的 NaCl 可促进反应 $\text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-}(\text{aq})$ 平衡正向移动, 使更多的 Pb 元素存在于溶液中; MnO_2 被还原成 Mn^{2+} , 调节溶液 pH , 使铁离子转化成氢氧化铁沉淀除去, 然后过滤; PbCl_2 难溶于冷水, 将滤液冷水沉降过滤得到 PbCl_2 晶体, 之后加入稀硫酸发生沉淀转化生成硫酸铅, 过滤得到硫酸铅粉末, 硫酸铅、氢氧化钠在 $50 \sim 60^\circ\text{C}$ 条件下合成 $3\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

(1) $_{82}\text{Pb}$ 是 82 号元素, 在元素周期表中的位置为第六周期第 IV A 族。

(2) 在“浸取”前, 将方铅矿粉碎, 能增大反应物接触面积, 其目的是加快反应速率; “浸取”时, 若用 FeCl_3 溶液代替 MnO_2 , 可将 S 氧化为 SO_4^{2-} , FeCl_3 中 Fe 元素化合价由 +3 降低为 +2, FeS_2 中 S 元素化合价由 -1 升高为 +6, FeCl_3 是氧化剂、 FeS_2 是还原剂, 根据得失电子守恒, FeCl_3 溶液与 FeS_2 的反应中氧化剂和还原剂的物质的量之比为 14 : 1。

(3) 增大氯离子浓度, 可促进反应 $\text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-}(\text{aq})$ 平衡正向移动, 加入饱和食盐水的作用是提供 Cl^- , 使生成的 PbCl_2 转化为 $[\text{PbCl}_4]^{2-}$ 。

(4) $\text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-}(\text{aq}) \quad \Delta H > 0$, 正反应吸热, 降低温度, 平衡逆向移动, 滤液 1 经浓缩后, 再置于冰水浴中冷却的目的是降低温度, 使 $\text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-}(\text{aq})$ 平衡逆向移动析出 PbCl_2 。

(5) “沉淀转化”步骤 PbCl_2 和稀硫酸反应生成 PbSO_4 和盐酸, 溶液中 $\frac{c^2(\text{Cl}^-)}{c(\text{SO}_4^{2-})} = \frac{c^2(\text{Cl}^-) \cdot c(\text{Pb}^{2+})}{c(\text{SO}_4^{2-}) \cdot c(\text{Pb}^{2+})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{PbCl}_2)}{K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4)} = \frac{1 \times 10^{-5}}{1 \times 10^{-8}} = 10^3$ 。

(6) “合成”步骤是硫酸铅、氢氧化钠在 $50 \sim 60^\circ\text{C}$ 条件下生成 $3\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、硫酸钠、水, 该反应的离子方程式为 $4\text{PbSO}_4 + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons 3\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 3\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(7) 方铅矿中含 PbS 的质量分数为 71.7%, 若铅的损耗率为 10%, 根据铅元素守恒, 100 t 方铅矿能制得的三盐的质量为

$$100 \text{ t} \times 71.7\% \times \frac{207}{239} \times (1 - 10\%) \times \frac{990}{828} = 66.825 \text{ t}。$$

答案:(1) 第六周期第 IV A 族

(2) 增大接触面积, 加快反应速率 14 : 1

(3) 提供 Cl^- , 使生成的 PbCl_2 转化为 $[\text{PbCl}_4]^{2-}$

(4) 降低温度, 使 $\text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-}(\text{aq})$ 平衡逆向移动

(5) 10^3

(6) $4\text{PbSO}_4 + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons 3\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 3\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

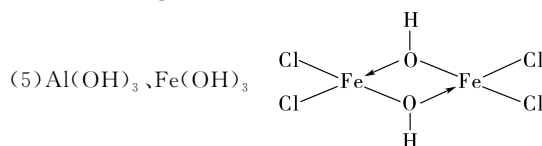
(7) 66.825

3. (1) O

(2) HF 刻蚀玻璃

(3) 加快反应速率, 使反应物充分接触, 提高水浸效率

(4) $6\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 12\text{FePO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} 12\text{LiFePO}_4 + 18\text{CO} \uparrow + 11\text{H}_2\text{O}$



(6) 溶液碱性强, Ce^{3+} 会生成 $\text{Ce}(\text{OH})_3$ 沉淀

(7) 5

4. 解析: 以黄锡矿(主要成分为 $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$) 为原料, 在空气中煅烧, 黄锡矿含硫元素, 煅烧会产生 SO_2 尾气, 煅烧后的烧渣的主要成分是 SnO_2 、 CuO 和 Fe_2O_3 。煅烧后的烧渣进行碱浸, 由于碱浸后, Sn 元素以 SnO_3^{2-} 的形式存在, 而 CuO 和 Fe_2O_3 不与碱反应, 所以浸渣主要成分是 CuO 、 Fe_2O_3 , 在碱浸得到含 SnO_3^{2-} 的滤液中, 通入过量的 CO_2 , 发生反应 $\text{SnO}_3^{2-} + 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{OH})_4 \downarrow + 2\text{HCO}_3^-$, 从而经系列操作得到 $\text{Sn}(\text{OH})_4$ 沉淀。 $\text{Sn}(\text{OH})_4$ 得到 Sn , Sn 与 Te 经过系列操作最终得到 SnTe 。

(1) 在元素周期表中, ds 区元素包括 I B 族和 II B 族元素, 在 $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$ 中, Cu 属于 I B 族元素, 位于 ds 区, 而 Fe 位于 d 区, Sn 和 S 位于 p 区, 基态 Cu 有 1 个未成对电子, 基态 Fe 有 4 个未成对电子; 基态 S 、基态 Sn 均有 2 个未成对电子, 所以该物质中基态原子未成对电子数最多的元素为 Fe 。

(2) 逆流操作能增大固体与气体接触面积, 提高反应速率; 尾气的主要成分是 SO_2 , 经净化、催化氧化, 98.3% 浓硫酸吸收得到硫酸。

(3) 煅烧后的烧渣的主要成分是 SnO_2 、 CuO 和 Fe_2O_3 , 由于碱浸后, Sn 元素以 SnO_3^{2-} 的形式存在, 而 CuO 和 Fe_2O_3 不与碱反应, 所以浸渣主要成分是 CuO 、 Fe_2O_3 ; 浸渣表面粘附有含锡物质, 洗涤后将洗涤液合并至碱浸液中可以回收 Sn 元素, 提高产率。

(4) 碱浸后, Sn 元素以 SnO_3^{2-} 的形式存在, SnO_3^{2-} 与过量的 CO_2 反应生成 $\text{Sn}(\text{OH})_4$ 和 NaHCO_3 , 离子方程式为 $\text{SnO}_3^{2-} + 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{OH})_4 \downarrow + 2\text{HCO}_3^-$ 。

(5) 灰锡立方晶胞类似于金刚石晶胞, 1 个晶胞含 8 个 Sn , 2 个 Sn 之间的最近距离为体对角线长度的 $\frac{1}{4}$, 即 $\frac{\sqrt{3}}{4} \times 0.6489 \text{ nm}$ 。

$$1 \text{ nm} = 10^{-7} \text{ cm}, \text{灰锡密度 } \rho = \frac{119 \times 8}{(0.6489 \times 10^{-7})^3 N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}。$$

答案:(1) Cu Fe

(2) 增大固体与气体接触面, 提高反应速率 H_2SO_4

(3) Fe_2O_3 、 CuO 回收浸渣表面的 Sn 元素, 提高产率

(4) $\text{SnO}_3^{2-} + 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{OH})_4 \downarrow + 2\text{HCO}_3^-$

$$(5) \frac{\sqrt{3}}{4} \times 0.6489 \frac{119 \times 8}{N_A \times (0.6489 \times 10^{-7})^3}$$

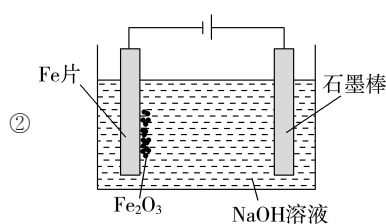
5. 解析:(1) 铬为 24 号元素, 基态铬原子的价层电子排布式为 $3d^5 4s^1$ 。(2) 在空气中煅烧时 $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ 与过量 KOH 、空气

中的氧气发生反应,生成 K_2CrO_4 ,铁元素被氧化为 Fe_2O_3 ,根据得失电子守恒、原子守恒配平,可得该反应的化学方程式为 $4Fe(CrO_2)_2 + 7O_2 + 16KOH \xrightarrow{400 \sim 500^\circ C} 8K_2CrO_4 + 2Fe_2O_3 + 8H_2O$ 。(3)由流程梳理可知,滤渣 I 中除了 Fe_2O_3 、 H_2SiO_3 外,还有 MgO 和 $Al(OH)_3$ 。(4)酸化过程中通入过量 CO_2 调节 pH,使 K_2CrO_4 转化为 $K_2Cr_2O_7$,加压是为了增大 CO_2 的溶解度,从而提高酸化的反应速率和 K_2CrO_4 的转化率。(5)由流程梳理可知,酸化后溶液中主要含有 $K_2Cr_2O_7$ 和 $KHCO_3$,分离后得到 $K_2Cr_2O_7$,故滤液 II 的主要成分为 $KHCO_3$ 。(6)还原、分离工序中 $Fe(CO)_5$ 作还原剂,将滤液 I 中剩余的 K_2CrO_4 还原为 $Cr(OH)_3$,自身转化为 $Fe(OH)_3$,根据得失电子守恒、原子守恒配平,可得该反应的化学方程式。(7)滤渣 II 主要成分为 $Cr(OH)_3$ 和 $Fe(OH)_3$,可返回煅烧工序中。

答案:(1) $3d^5 4s^1$ (2) $4Fe(CrO_2)_2 + 7O_2 + 16KOH \xrightarrow{400 \sim 500^\circ C} 8K_2CrO_4 + 2Fe_2O_3 + 8H_2O$ (3) MgO $Al(OH)_3$ (4) 增大 CO_2 的溶解度,保证酸化反应充分进行 (5) $KHCO_3$ (6) K_2CrO_4 $4H_2O$ $Fe(OH)_3 \downarrow$ $2KOH$ 5 (7) 煅烧

6. 解析:(1)根据影响反应速率的因素知,“酸浸”时提高浸取速率的措施有升高温度、增大 SO_2 分压、降低矿粉的粒度、增大酸的浓度等。(2)“酸浸”后 Fe 元素转化为 Fe^{2+} 进入浸取液,高压加热时 Fe^{2+} 与空气中 O_2 反应最终得到 Fe_2O_3 ,根据得失电子守恒、原子守恒、电荷守恒配平离子方程式为 $4Fe^{2+} + O_2 + 4H_2O \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_3 \downarrow + 8H^+$ 。(3)由表中数据知, Cu^{2+} 开始沉淀时 $c(OH^-) = \sqrt{\frac{2.2 \times 10^{-20}}{0.022}} \text{ mol} \cdot L^{-1} = 10^{-9} \text{ mol} \cdot L^{-1}$, Ni^{2+} 开始沉淀时 $c(OH^-) = \sqrt{\frac{5.5 \times 10^{-16}}{0.042}} \text{ mol} \cdot L^{-1} \approx \sqrt{131} \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot L^{-1} > 10^{-9} \text{ mol} \cdot L^{-1}$, Cu^{2+} 先沉淀,而“沉铝”时, Cu^{2+} 和 Ni^{2+} 均不能沉淀,故 pH 最高可调至 $-\lg \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 5.00$ 。(4)由配合物的结构知,镍易进入有机相是因为镍与 N、O 形成了配位键,且烷基链具有疏水性。(5)由题图知,顶点与面心的最近距离:面心与体心的最近距离 $= \sqrt{2} : 1$,故 Ni 位于面心, Cu 位于顶点, N 位于体心,根据均摊法知,晶胞中 Ni 的数目为 $6 \times \frac{1}{2} = 3$, Cu 的数目为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$, N 的数目为 1,故 $x : y : z = 3 : 1 : 1$, 1 个晶胞中距离 Cu 最近的原子有 3 个(位于面心),每个 Cu 被 8 个晶胞共用,故与 Cu 最近且等距离的原子个数为 $3 \times 8 \times \frac{1}{2} = 12$ 。(6)①工业合成氨的逆反应为 $2NH_3 \xrightleftharpoons{Fe} N_2 + 3H_2$,生成的 H_2 与 Fe_2O_3 发生反应 $3H_2 + Fe_2O_3 \xrightarrow{700^\circ C} 2Fe + 3H_2O$ 使 Fe 不断生成。②“电解”时, Fe_2O_3 在阴极发生还原反应生成 Fe,故石墨棒作阳极,铁片作阴极,为避免 Fe_2O_3 、铁片与酸发生副反应,电解质溶液应选择碱溶液,如 NaOH 溶液,据此设计电解池。③高炉炼铁时会产生 CO 等污染性气体,分析流程图和电解池的工作原理知,这两种冶铁方法中均不产生污染性气体。

答案:(1)适当升高温度、增大 SO_2 分压、降低矿粉的粒度、增大酸的浓度 (2) $4Fe^{2+}$ 4 2 8 (3) 5.00 (4) AD (5) $3 : 1 : 1$ 12 (6) ① $2NH_3 \xrightleftharpoons{Fe} N_2 + 3H_2$ $3H_2 + Fe_2O_3 \xrightarrow{700^\circ C} 2Fe + 3H_2O$



③污染性气体排放量少(低碳排放)

大题题型训练(二) 化学实验综合题

1. 解析:以 $ZnCl_2 \cdot 4H_2O$ 为原料,通过脱水制备无水 $ZnCl_2$,再称量一定质量的样品,溶解后定容,取部分溶液进行银量法滴定,测定 Cl^- 含量,从而计算 $ZnCl_2$ 的纯度。A 装置中 NaCl 和浓硫酸反应生成 HCl, B 装置的作用是干燥 HCl, C 装置中 $ZnCl_2 \cdot 4H_2O$ 在 HCl 的氛围中加热脱水, D 装置为尾气处理装置。

(1) A 装置是实验室制备 HCl 的装置,使用浓硫酸与 NaCl 反应。根据题目要求“只生成正盐”,即 Na_2SO_4 ,化学方程式为



(2) A 装置产生的 HCl 气体中可能含有水蒸气, B 装置中的浓硫酸用于干燥 HCl 气体,防止水蒸气进入 C 装置影响 $ZnCl_2$ 的纯度。同时, D 装置用于吸收未反应的 HCl 尾气,但 HCl 易溶于水,直接通入水中会导致倒吸。干燥管(球形部分)可以防止倒吸。(3) $ZnCl_2$ 是强酸弱碱盐,易水解: $ZnCl_2 + 2H_2O \rightleftharpoons Zn(OH)_2 + 2HCl$,直接加热 $ZnCl_2 \cdot 4H_2O$ 时, HCl 会挥发,促使水解平衡右移,生成 $Zn(OH)_2$, $Zn(OH)_2$ 受热分解可以生成 ZnO , $ZnCl_2 \cdot 4H_2O$ 也可以发生反应: $ZnCl_2 \cdot 4H_2O \xrightarrow{\Delta} Zn(OH)Cl + HCl \uparrow + 3H_2O$,因此,可能的杂质有: $Zn(OH)_2$ 、 $Zn(OH)Cl$ 、 ZnO 。(4) A 装置中若 H_2SO_4 过量或温度不够,可能生成 $NaHSO_4$ 。要证明 M 中含有 $NaHSO_4$,需检测 H^+ ,实验步骤为:取少量固体 M,溶于适量蒸馏水中,配成溶液,滴加 $NaHCO_3$ 溶液(或加入锌粒),产生气泡。

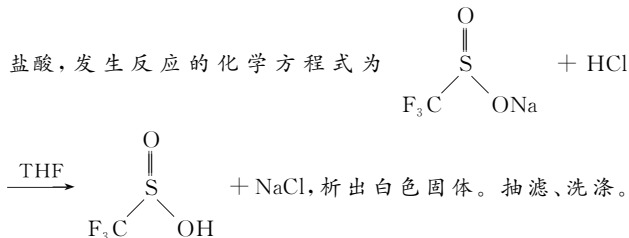
(5)根据题目要求,称量 a g 需精确至 0.001 g,台秤和托盘天平均无法满足精度要求,应使用分析天平。“溶解”时,玻璃棒的作用是搅拌,加速 $ZnCl_2$ 固体溶解。(6)①使用 K_2CrO_4 作指示剂,反应为 $Ag^+ + Cl^- \rightleftharpoons AgCl \downarrow$, $2Ag^+ + CrO_4^{2-} \rightleftharpoons Ag_2CrO_4 \downarrow$,若 $pH < 6.0$, CrO_4^{2-} 会转化为 $Cr_2O_7^{2-}$, $Cr_2O_7^{2-}$ 氧化 Cl^- ;若 $pH > 6.5$,酸性太弱, Ag^+ 会生成 $AgOH$ 或 Ag_2O 沉淀,导致 $AgNO_3$ 消耗量增加;② 25.00 mL 溶液中 $n(Cl^-) = n(Ag^+) = cV \times 10^{-3} \text{ mol}$,则 250 mL 溶液中 $n(Cl^-) = 10 \times cV \times 10^{-3} \text{ mol} = cV \times 10^{-2} \text{ mol}$,根据 $ZnCl_2 \sim 2Cl^-$, $n(ZnCl_2) = \frac{1}{2}n(Cl^-) = \frac{1}{2}cV \times 10^{-2} \text{ mol}$, $m(ZnCl_2) = \frac{1}{2}cV \times 10^{-2} \text{ mol} \times 136 \text{ g/mol} = 0.68cV \text{ g}$,产品纯度为 $\frac{0.68cV}{a} \times 100\% = \frac{68cV}{a}\%$ 。滴定前仰视读数,导致初读数偏大;滴定终点时俯视读数,导致终读数偏小。则 $V(\text{消耗})$ 偏低,测定结果会偏低。

答案:(1) $2NaCl(s) + H_2SO_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} Na_2SO_4 + 2HCl \uparrow$ (2) 干燥 HCl 防倒吸 (3) $Zn(OH)Cl$ 、 $Zn(OH)_2$ 、 ZnO (任写 2 个) (4) 取少量 M 溶于水,滴加 $NaHCO_3$ 溶液(或加入锌粒),产生气泡(或其他合理答案) (5) 分析天平 搅拌,加速 $ZnCl_2$ 固体溶解 (6) ① 酸性太强,易发生反应 $2CrO_4^{2-} + 2H^+ \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-} + H_2O$, $Cr_2O_7^{2-}$ 会氧化 Cl^- ;酸性太弱,易生成 $AgOH$ 、 $Zn(OH)_2$ (或其他合理答案) ② $\frac{68cV}{a}$ 偏低

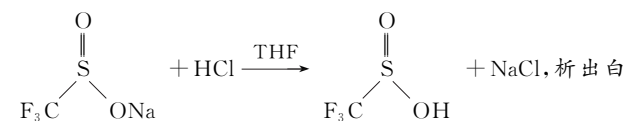
2. 解析:向 A 中加入 3.5 g $NaHCO_3$ 、5.2 g Na_2SO_3 和 20.0 mL 蒸馏水,搅拌下逐滴加入 2.1 mL(3.3 g)三氟甲磺酰氯($M_r = 168.5$),生成了三氟甲基亚磺酸钠、硫酸钠和氯化氢,碳酸氢钠与氯化氢反应生成二氧化碳,所以有气泡产生,

解析:向 A 中加入 3.5 g $NaHCO_3$ 、5.2 g Na_2SO_3 和 20.0 mL 蒸馏水,搅拌下逐滴加入 2.1 mL(3.3 g)三氟甲磺酰氯($M_r = 168.5$),生成了三氟甲基亚磺酸钠、硫酸钠和氯化氢,碳酸氢钠与氯化氢反应生成二氧化碳,所以有气泡产生,

80 °C 下反应 3 h 后,减压蒸除溶剂得浅黄色固体。向上述所得固体中加入 10.0 mL 四氢呋喃(THF),充分搅拌后,加入无水 Na_2SO_4 ,可促进硫酸钠结晶析出,振荡,抽滤,除去硫酸钠,洗涤可将吸附在滤渣上的产品尽可能全部转入滤液中,提高产率。将所得滤液减压蒸除 THF,得黏稠状固体。加入适量乙醇进行重结晶。将所得三氟甲基亚磺酸钠和 3.0 mL THF 加入圆底烧瓶中,搅拌溶解后逐滴加入足量浓



将滤液转入圆底烧瓶中,加入 2.0 mL 蒸馏水和过量 LiOH ,水可作为溶剂,溶解后加快反应速率,室温搅拌反应 1 h 后,减压蒸除溶剂,得粗产品。加入适量乙醇进行重结晶,得产品 1.1 g,据此解答。(1)由题图可知,A 为三颈烧瓶,中间为冷凝管,为了提高冷凝效果,冷却水从 b 口通入,c 口流出。(2)向 A 中加入 3.5 g NaHCO_3 、5.2 g Na_2SO_3 和 20.0 mL 蒸馏水,搅拌下逐滴加入 2.1 mL(3.3 g)三氟甲磺酰氯($M_r=168.5$),生成了三氟甲基亚磺酸钠、硫酸钠和氯化氢,碳酸氢钠与氯化氢反应生成二氧化碳,所以有气泡产生。(3)A 中反应生成了三氟甲基亚磺酸钠、硫酸钠和氯化氢等,上述所得固体中加入 10.0 mL 四氢呋喃(THF),充分搅拌后,加入无水 Na_2SO_4 ,可促进硫酸钠结晶析出,振荡,抽滤除去硫酸钠等固体、洗涤,洗涤可将吸附在滤渣上的产品尽可能全部转入滤液中,提高产率。(4)由分析可知,将所得三氟甲基亚磺酸钠和 3.0 mL THF 加入圆底烧瓶中,搅拌溶解后逐滴加入足量浓盐酸,发生反应的化学方程式为

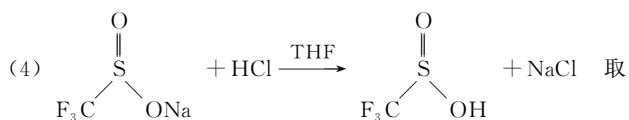


(5)将滤液转入圆底烧瓶中,加入 2.0 mL 蒸馏水和过量 LiOH ,水可作为溶剂,溶解后加快反应速率。(6)已知向 A 中加入 3.5 g NaHCO_3 、5.2 g Na_2SO_3 、2.1 mL(3.3 g)三氟甲磺酰氯($M_r=168.5$),三氟甲磺酰氯量不足,以三氟甲磺酰氯计算理论产量为 $\frac{140 \times 3.3}{168.5}$ g,则三氟甲基亚磺酸钠的

$$\text{产率为} \frac{1.1}{\frac{3.3}{168.5} \times 140} \times 100\%$$

答案:(1)三颈烧瓶 b

(2)二氧化碳 (3)将吸附在滤渣上的产品尽可能全部转入滤液中,提高产率



少量上层清液于小试管中,滴加浓盐酸,若无白色沉淀,则浓盐酸已足量

(5)作为溶剂,溶解后加快反应速率

$$(6) \frac{1.1}{\frac{3.3}{168.5} \times 140} \times 100\%$$

3. 解析:A 装置制备 Cl_2 ;B 装置盛有饱和食盐水用于除 HCl ;C 装置盛有浓硫酸用于干燥氯气;管式炉中得到 BCl_3 蒸气,经冷凝后在 E 中收集液态 BCl_3 ;F 处碱石灰用于吸收尾气中的氯气,同时防止空气中的水蒸气进入装置中。

(1)由上述分析可知 Y 为浓硫酸;F 处碱石灰用于吸收尾气中的氯气,同时防止空气中的水蒸气进入装置中。

(2)反应结束,E 中不再收集到液体,即可观察到冷凝管中不再有液体滴下。

(3)尾气中还含有污染气体 CO ,图中缺少 CO 尾气处理装置。

(4) Fe^{3+} 与 SCN^- 产生红色络合物,故可选择 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液作指示剂(FeCl_3 不可以, Cl^- 会对实验产生干扰);当滴入最后半滴标准溶液,溶液由无色变为红色,且半分钟不褪色,滴定达到终点;

(5)由反应可知存在计量关系: $\text{Cl}^- \sim \text{Ag}^+$, $\text{Ag}^+ \sim \text{SCN}^-$,根据原子守恒可知存在计量关系: $3\text{Cl}^- \sim \text{BCl}_3$,则 w g 样品中 BCl_3 的质量分数为

$$\frac{\frac{1}{3} \times (c_1 V_1 - c_2 V_2) \times 10^{-3} \text{ mol} \times 117.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{250 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}}}{w} \times 100\% = \frac{117.5(c_1 V_1 - c_2 V_2)}{3w} \%$$

A. 由 $K_{sp}(\text{AgSCN}) < K_{sp}(\text{AgCl})$ 知,当加入硝基苯的量少导致未完全覆盖沉淀表面,会有部分 AgCl 转化为 AgSCN , V_2 偏大,最终 BCl_3 的测定值偏小,A 错误;B. 盛标准液的滴定管未用 KSCN 标准溶液润洗,会使得 V_2 偏大,最终 BCl_3 的测定值偏小,B 错误;C. 滴定管在滴定前无气泡,滴定完成后滴定管尖嘴处有气泡,会导致 V_2 数值偏小,最终 BCl_3 的测定值偏大,C 正确;故答案选 C。

答案:(1)浓硫酸 吸收氯气,防止空气中的水蒸气进入

(2)冷凝管中不再有液体滴下

(3)缺少 CO 尾气处理装置

(4)B 当滴入最后半滴标准溶液,溶液由无色变为红色,且半分钟不褪色

$$(5) \frac{117.5(c_1 V_1 - c_2 V_2)}{3w} \quad \text{C}$$

4. 解析:W 是制取高纯 BN 的无碳前驱体,实验室以 X 和 NH_3 为原料制得,在三口瓶中加入 0.2 mol X 和 500 mL 甲苯作溶剂,控制反应温度 50 °C,以 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{h}^{-1}$ 的速率通入过量的氨气,反应结束后得到无色溶液;将所得无色溶液除去溶剂、过滤、洗涤、干燥,最终得到 6.93 g W,烧杯中盛放的物质作用是吸收过量的 NH_3 。

(1)已知 X 易水解,装有碱石灰的球形干燥管的作用是防止烧杯中水蒸气进入三口瓶。

(2)烧杯中盛放的物质作用是吸收过量的 NH_3 , NH_3 是碱性气体应该用酸性溶液吸收,由于浓盐酸具有挥发性,会产生 HCl ,不能用来吸收 NH_3 ,应该用稀硫酸吸收 NH_3 ,故选 C,Z 分子中含有 $-\text{NH}-$,具有碱性,能够与硫酸发生反应生成 $(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2^+$,离子方程式为 $\text{H}^+ + (\text{CH}_3)_2\text{NH} = (\text{CH}_3)_2\text{NH}_2^+$ 。

(3)“步骤 I”中控制温度 50 °C 的原因是:温度低于 50 °C,反应速率过慢;温度高于 50 °C,W 可能发生分解。

(4)减压蒸馏可以在较低温度下除去溶剂,避免 W 在高温下分解,W 的沸点 > 161 °C,减压蒸馏可以有效分离溶剂和 W,故选 B。

(5)U 形管与三口瓶之间不需要连接防倒吸装置,理由是:X、W 均为非极性或极性很弱的分子, NH_3 为强极性分子,它们之间难以互溶,不会引起倒吸。

(6)该实验中投入 0.2 mol X,由反应原理可知,理论上可以生成 $\frac{1}{15} \text{ mol}$ W,实际最终得到 6.93 g W,则 W 的产率为

$$\frac{6.93 \text{ g}}{\frac{1}{15} \text{ mol} \times 126 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 100\% = 82.5\%$$

(7)滴定过程中, HCl 标准溶液与 $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 反应,消耗的 HCl 标准溶液的平均体积为 $V \text{ mL}$,浓度为 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。1 mol $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 消耗 1 mol HCl , $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 的摩尔质量为

59 g · mol⁻¹, 因此 (CH₃)₃N 的质量为 $c \times V \times 10^{-3} \times 59 \text{ g}$, (CH₃)₂NH 的纯度为 $\left(1 - \frac{c \times V \times 59 \times 10^{-3}}{m}\right) \times 100\%$ 。

答案: (1) 防止烧杯中水蒸气进入三颈烧瓶

(2) $\text{C} \quad \text{H}^+ + (\text{CH}_3)_2\text{NH} \rightleftharpoons (\text{CH}_3)_2\text{NH}_2^+$

(3) 温度低于 50 °C, 反应速率过慢; 温度高于 50 °C, W 可能发生分解 (4) B

(5) 否 X、W 均为非极性或极性很弱的分子, NH₃ 为强极性分子, 它们之间难以互溶, 不会引起倒吸

(6) 82.5% (7) $\left(1 - \frac{c \times V \times 59 \times 10^{-3}}{m}\right) \times 100\%$

大题题型训练(三) 化学反应原理综合题

1. (1) $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -92.14 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) ACD

(3) $\text{N}^* + \text{LiH} \rightleftharpoons \text{N}^* + [\text{LiNH}]$

(4) ① < ② 65.0 $\frac{(0.28p_0)^5 \cdot (0.39p_0)^6}{(0.14p_0)^4 \cdot (0.1p_0)^6}$

(5) 在 50~150 °C, 温度升高, 反应速率加快(或在 50~150 °C, 催化剂 M 活性随温度升高而增大, 使 NO 去除反应速率迅速增大)(其他合理答案也可)

2. 解析: (2) ① 根据盖斯定律可知 Ⅲ = 总反应 - Ⅰ - Ⅱ, $\text{L} \rightleftharpoons \text{M} + \text{HCOOH}$ 。

(3) ① 结合图示, 可知路径 I 中 CO_2^* 转化成 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 反应式为 $\text{CO}_2^* + \text{N}_2\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2 + \text{e}^- \rightarrow \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{N}_2\text{C}_3\text{H}_{10}$ 。

答案: (1) ① 将二氧化碳转化成碳酸根离子, 继而生成为碳酸钙沉淀 ② 在气体低流量区, 随 CO₂ 流量增加, 生成的 CO₃²⁻ 增多, 与 Ca²⁺ 结合成 CaCO₃ 沉淀的速率加快, Ca²⁺ 去除率增大; 在气体高流量区, CO₂ 流量过大, 部分 CO₂ 直接转化为 HCO₃⁻, 导致生成的 CO₃²⁻ 减少, 与 Ca²⁺ 结合生成 CaCO₃ 沉淀的速率减慢, Ca²⁺ 去除率减小

(2) ① $\text{L} \rightleftharpoons \text{M} + \text{HCOOH}$ ② 随 $c(\text{M})$ 的增大, 中间产物增多, $n(\text{HCOOH})$ 增大; 当 $c(\text{M})$ 增大到一定程度后, 反应速率主要由 CO₂ 和 H₂ 的浓度决定, 而 CO₂ 和 H₂ 在 DMSO 中的浓度不变, 则 $v(\text{HCOOH})$ 基本不变

(3) ① $\text{CO}_2^* + \text{N}_2\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2 + \text{e}^- \rightarrow \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{N}_2\text{C}_3\text{H}_{10}$
② MgC₂O₄ 比 MgCO₃ 的导电性强, 提高了电池充电放电循环性能, 且路径 II 产生了有害气体 CO

3. 解析: (1) 已知反应 ① $\text{HCHO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -480 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, ② $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 根据盖斯定律可知, ② $\times 2 - ①$, 得 $\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCHO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

$\Delta H = 2 \times \Delta H_2 - \Delta H_1 = 2 \times (-241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - (-480 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -3.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 由图可知, 甲醛与氧气反应生成二氧化碳和水, CO₂ 中的氧原子一部分来自甲醛, 一部分来自 O₂, 形成 C¹⁶O¹⁸O, 其摩尔质量为 46 g · mol⁻¹。

(3) ① 达到平衡时混合气体的总压强随充入 $\frac{n_0(\text{H}_2)}{n_0(\text{CO}_2)}$ 的变化

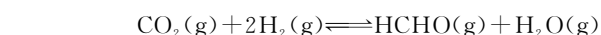
曲线如图所示, 压强减小说明平衡正向移动, 当 $\frac{n_0(\text{H}_2)}{n_0(\text{CO}_2)} = 2$

时平衡限度最大, 当 $\frac{n_0(\text{H}_2)}{n_0(\text{CO}_2)} > 2$ 时, 压强增大说明平衡逆向移动, 故 $v_{\text{正}}(\text{a}) > v_{\text{正}}(\text{b})$ 。

② 根据题图中信息可知, 起始压强为 210 kPa, a 点 $\frac{n_0(\text{H}_2)}{n_0(\text{CO}_2)}$

$= 2$, CO₂ 和 H₂ 的分压分别为 $210 \text{ kPa} \times \frac{1}{3} = 70 \text{ kPa}$ 和 210

$\text{kPa} \times \frac{2}{3} = 140 \text{ kPa}$, 设二氧化碳的压强改变了 $x \text{ kPa}$, 列三段式:



起始/kPa 70 140 0 0

转化/kPa x $2x$ x x

平衡/kPa $70-x$ $140-2x$ x x

容器的容积不变, 根据 $PV = nRT$, 分压与物质的量成正比, 则 10 min 时: $70-x + 140-2x + x + x = 150$, 则 $x = 60$, 用

H₂ 的压强变化表示该反应的平均反应速率为 $\frac{120 \text{ kPa}}{10 \text{ min}} =$

$12 \text{ kPa} \cdot \text{min}^{-1}$; 平衡常数 $K_p = \frac{p(\text{H}_2\text{O}) \cdot p(\text{HCHO})}{p^2(\text{H}_2) \cdot p(\text{CO}_2)} =$

$\frac{60 \times 60}{20^2 \times 10} = 0.9$ 。

(4) ① 甲醇在空气中的体积分数不能超过 6.7%, 否则达到爆炸范围而引起爆炸; 因甲醛具有还原性, 600 K 以后生成的甲醚会被过量的氧气氧化成甲酸, 使甲醚产率下降。

② 甲醇过量法, 甲醇浓度过高, 甲醇利用率低, 若温度过高则会使产生的甲醚被氧化, 故提高甲醇利用率的可行性措施是从反应后的混合物中分离出甲醇, 循环利用。

答案: (1) -3.6 (2) 46

(3) ① > ② 12 0.9

(4) ① 6.7% 甲醛被过量的 O₂ 氧化 ② 从反应后的混合物中分离出甲醇, 循环利用

4. 解析: (1) 要表明可逆反应达到了平衡状态, 必须是“速率相等”或者“变量不变”。恒温恒容条件下, 发生反应 ① 和反应 ②, ① $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$, ② $\text{CO}_2(\text{g}) +$

$\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$, a. 气体总压强不变, $P_{\text{总}} = \frac{nRT}{V}$,

R、T、V 都不变, 而反应 ① 中气体物质的量 n 改变, 所以 $P_{\text{总}}$ 改变, 是变量; $P_{\text{总}}$ 不变, 则可逆反应达到平衡, 故 a 能表明达

到平衡状态。b. 气体密度不变, $\rho = \frac{m}{V}$, V 不变, 而所有反应

物和生成物都是气体, 根据化学反应质量守恒定律, 所以反应进行的任意阶段气体 m 都不变。所以此时 ρ 是恒量, 不是

变量。ρ 不变不能说明可逆反应一定达到了平衡状态。c. CO 和 CO₂ 的物质的量相等 $n(\text{CO})$ 、 $n(\text{CO}_2)$ 是两个不断变化的量, 它们相等也不一定不再变化, 所以这两个相等不能

说明可逆反应达到了平衡状态。d. H₂(g) 的浓度不变 $c(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{V}$, V 不变, 但 $n(\text{H}_2)$ 是变化的, 所以 $c(\text{H}_2)$ 是变

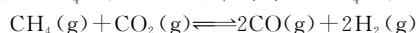
量, 它不变, 说明可逆反应达到了平衡状态。

所以答案是 ad。

(2) 随着进料比 $\left[\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{CH}_4)}\right]$ 增大, 相当于 CO₂ 增大, 反应 ② 平

衡正向移动, 消耗 H₂, 生成 CO, 导致 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$ 减小; 进料比为 1

时, 设投入的 CH₄、CO₂ 均为 1 mol, $\alpha(\text{CH}_4) = 0.8$, 则反应过程消耗的 $n(\text{CH}_4)$ 为 0.8 mol, 平衡时 $n(\text{CH}_4)$ 为 0.2 mol,



转化量 (mol) 0.8 0.8 1.6 1.6



转化量 (mol) χ χ χ χ

平衡时, $n(\text{H}_2\text{O}) = \chi \text{ mol}$, $n(\text{CO}_2) = (1 - 0.8 - \chi) \text{ mol}$, $\frac{Y(\text{H}_2\text{O})}{Y(\text{CO}_2)}$

$= \frac{2}{3}$, 解得 $\chi = 0.08$, 则 $\alpha(\text{CO}_2) = \frac{n(\text{CO}_2)_{\text{消耗}}}{n(\text{CO}_2)_{\text{总}}} =$

$\frac{(0.8 + 0.08) \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = 88\%$

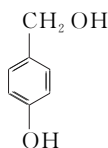
由上计算知: 平衡时 $n(\text{CO}_2) = (1 - 0.8 - 0.08) \text{ mol} = 0.12 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.08 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2) = (1.6 - 0.08) \text{ mol} = 1.52 \text{ mol}$, $n(\text{CO}) = (1.6 + 0.08) \text{ mol} = 1.68 \text{ mol}$, 设平衡时总压强为

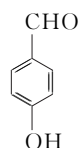
$P_{\text{总}}$ 、气体总物质的量为 $n_{\text{总}}$, 因为反应②, 反应前后气体的总物质的量相等, 所以分压平衡常数在计算过程中 $P_{\text{总}}$ 和 $n_{\text{总}}$ 都会在分子分母中约掉。则反应②的分压平衡常数 $K_p = \frac{n(\text{CO}) \times n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CO}_2) \times n(\text{H}_2)} = \frac{1.68 \times 0.08}{1.52 \times 0.12} = \frac{14}{19} = 0.74$ 。

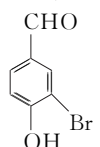
答案: (1) ad (2) 减小 88% 0.74

大题题型训练(四) 有机化学基础综合题

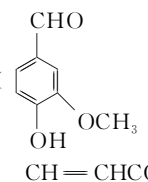
1. 解析: A() 与 HCHO 在碱性条件下发生加成反应(甲

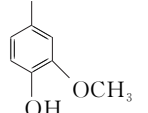
醛与苯环发生亲电加成)生成 B(), B 在 H_2O_2 和

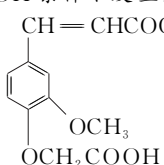
Pd/SBA-15 的作用下发生氧化反应生成 C(), C 与

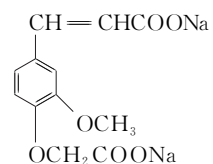
Br_2 在 DMF 中发生反应生成 D, 结合 C、E 的结构简式和 D 的分子式 $\text{C}_7\text{H}_5\text{BrO}_2$ 可推出 D 的结构简式为  ,

C 发生取代反应生成 D, D 与 CH_3OH 在一定条件下发生取

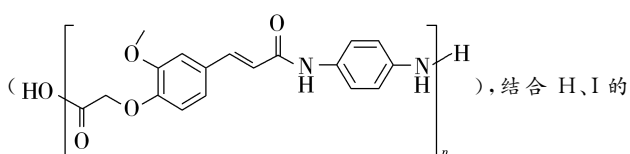
代反应生成 E(), E 与 $\text{HOOCCH}_2\text{COOH}$ 发生

反应生成 F(), F 与 ClCH_2COOH 在

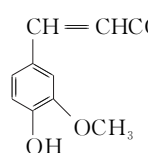
NaOH 条件下发生反应生成 G, G 在酸性条件下酸化生成 H(), 结合 F、H 的结构简式可推出 G 的

结构简式为  , F 发生取代反应生成 G, G

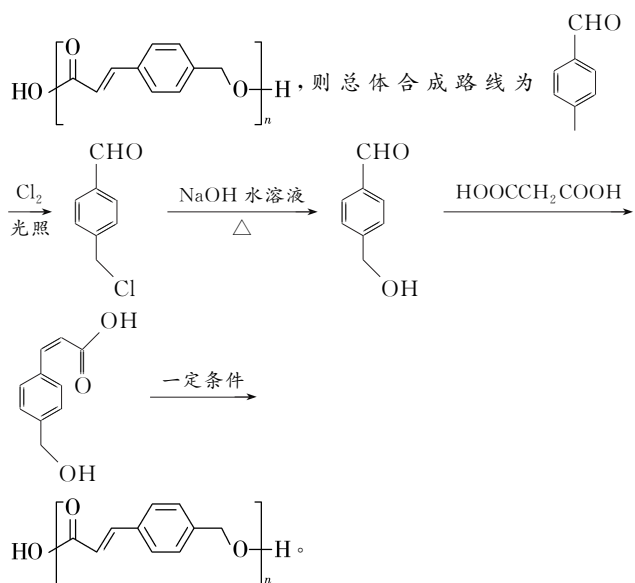
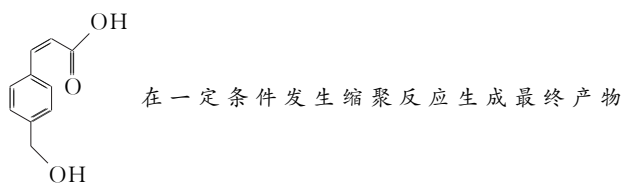
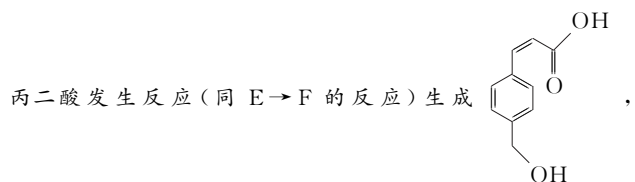
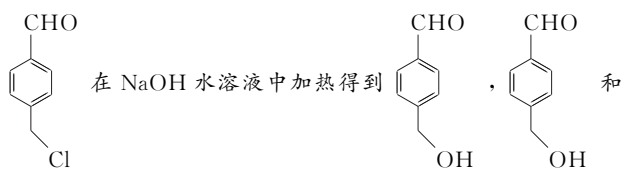
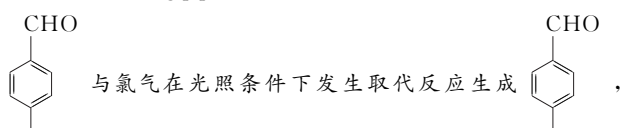
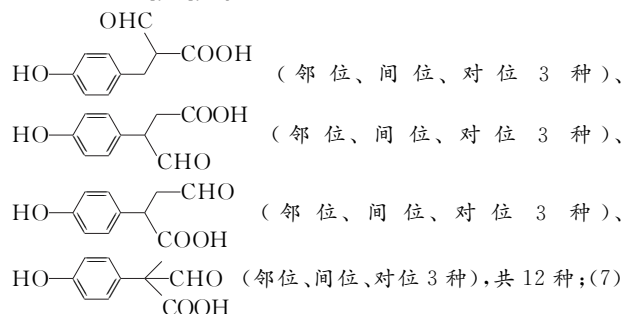
酸化得到 H, H 与 J 在 LiCl 、 NMP 、 Py 、 TPP 的条件下发生缩聚

反应生成 I (), 结合 H、I 的

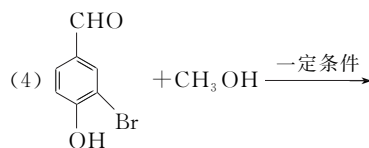
结构简式可推出 J 的结构简式为 $\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2$ 。(6)

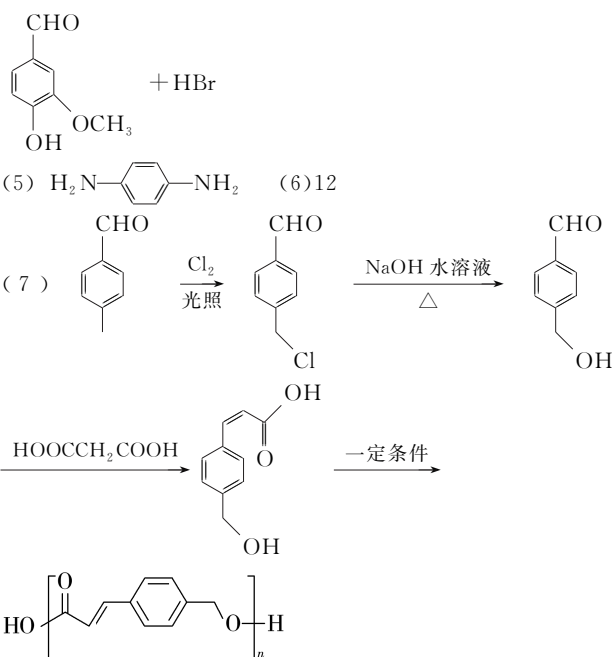
根据信息可知, F() 的同分异构体中一定

含有酚羟基、醛基和羧基, 且苯环上只有 2 种取代基, 结合 F 的分子式 $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_4$, 可推断出存在同分异构体:

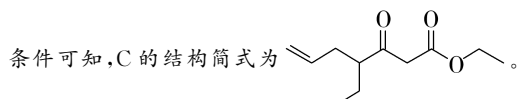


答案: (1) 加成反应 (2) 对羟基苯甲醛(或 4-羟基苯甲醛) (3) (酚)羟基、醛基





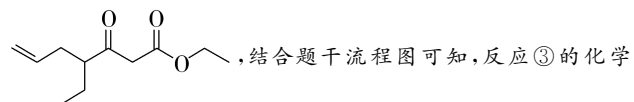
2. 解析: 由题干已知信息可知, 有机物 A 由 C、H、O 三种元素组成, 含碳元素质量分数为 40%, 可与 NaHCO_3 反应生成气体, 其对氢气的相对密度为 30, 根据气体的密度之比等于其相对分子质量之比, 即有机物 A 的相对分子质量为 $30 \times 2 = 60$, 且有机物 A 能与 NaHCO_3 反应生成气体, 有机物 A 分子中含有羧基, 1 个有机物 A 分子中含有 $\frac{60 \times 40\%}{12} = 2$ 个 C 原子, 故 A 为 CH_3COOH , 结合 A 到 B 的转化条件可推知, B 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$, B 与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COCl}$ 发生取代反应生成 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ 与 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Br}$ 发生取代反应生成 C, 结合反应④的转化



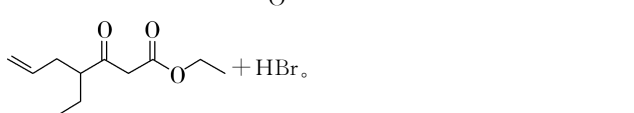
(1) 由分析可知, 有机物 A 的结构简式为 CH_3COOH , 则有机物 A 的化学名称为乙酸, 反应②的化学反应类型为取代反应。

(2) 由分析可知, 化合物 B 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ 。

(3) 由分析可知, 化合物 C 的结构简式为 CC(=O)CC(=O)OCC, 结合题干流程图可知, 反应③的化学

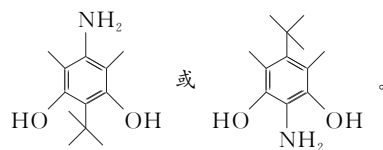


(4) 由题干米洛巴林的结构简式可知, 分子中含有氨基, 具有碱性, 能与酸反应生成盐, 则米洛巴林与苯磺酸

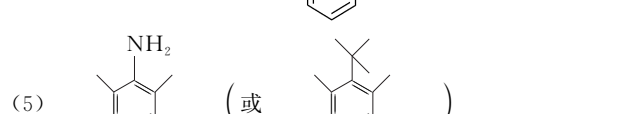
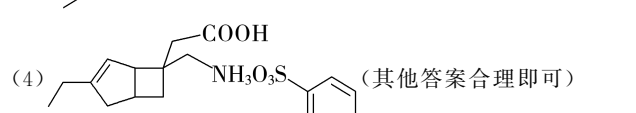
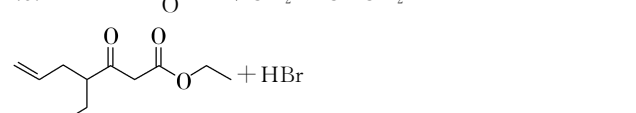
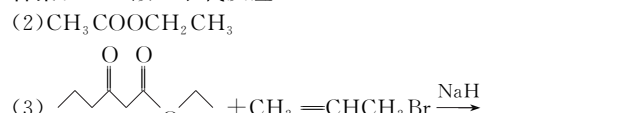
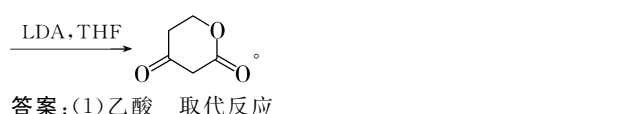
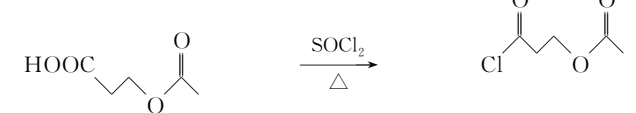
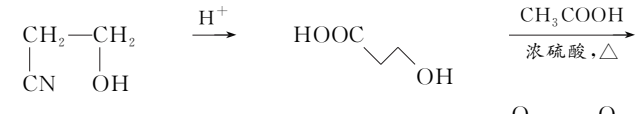
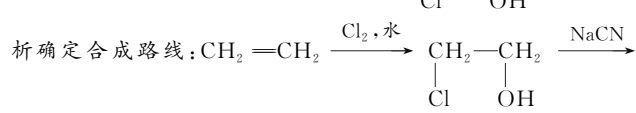
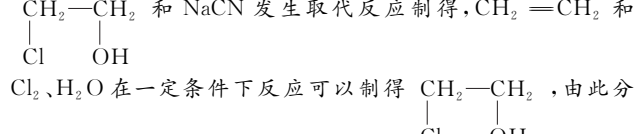
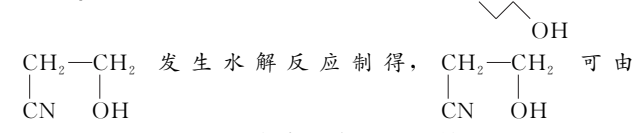
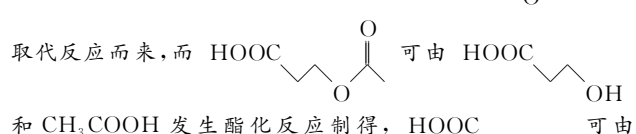
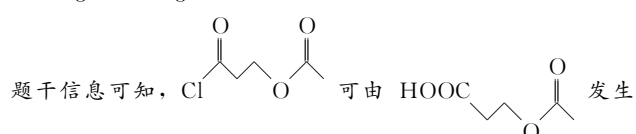
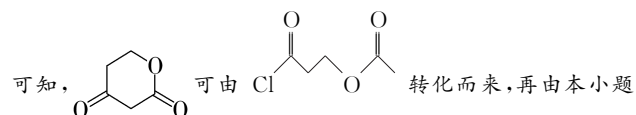


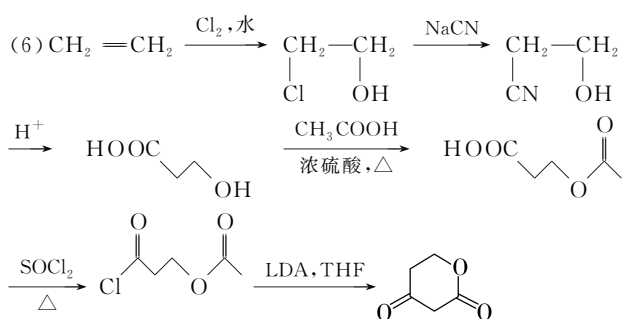
(5) 由题干米洛巴林的结构简式可知, 分子式为 $\text{C}_{12}\text{H}_{19}\text{O}_2\text{N}$, 不饱和度为 4, 则米洛巴林满足以下两个条件: a. 与 FeCl_3 溶

液作用显紫色即分子中含有酚羟基, b. 核磁共振氢谱有四组峰, 其面积比为 9:2:6:2, 分子高度对称, 含有 3 个相同的甲基、2 个相同的甲基, 则同分异构体 E 的结构简式为



(6) 本题采用逆向合成法即根据题干流程图中反应②的信息



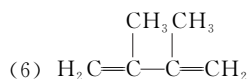


3. (1)醛基 (2)①C₈H₈ ②5 (3)AB

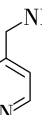
(4)新增 1 个吸收峰

(5)①CH₃COOH+Br₂ $\xrightarrow{\text{一定条件}}$ CH₂BrCOOH+HBr

②取代反应(或酯化反应) CH₂BrCOOH+CH₃OH $\xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}}$ CH₂BrCOOCH₃+H₂O



4. 解析: I 与 II 发生取代反应生成 III; III 分子中的硝基在催化剂作用下与氢气发生还原反应生成 IV; V 与 VI 发生取代反应

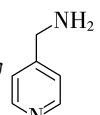
生成 VII, 根据 VII 的结构简式, 可知 VI 为 ; VII 在氢氧化

钠、甲醇的作用下生成羧酸盐, 再经过盐酸酸化生成 VIII; IV 与 VIII 作用生成 IX; IX 与 MeSO₃H 反应生成 X。

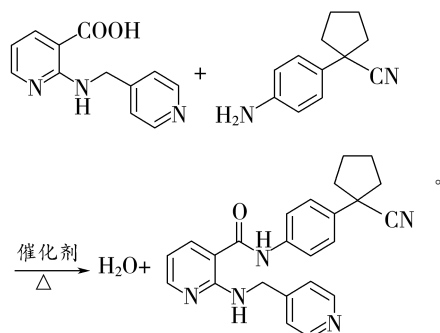
(1)观察 VIII 的结构可知, 其分子中含氧官能团为羧基; III→IV 的反应, III 分子中硝基被还原为氨基, 反应类型为还原反应。

(2)在 IV 分子中, 与苯环直接相连的 N 原子, 其价层电子对数为 4(形成 3 个 σ 键, 一个孤电子对), 杂化方式为 sp³; -CN 中的 N 原子价层电子对数为 2(形成 1 个 σ 键, 有 1 个孤电子对), 杂化方式为 sp。

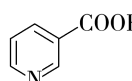
(3)化合物 II 含有两个溴原子且在 1,4 位, 名称为 1,4-二溴丁烷; 其同分异构体中有手性分子, 则手性碳原子是中间与溴原子相连的碳原子, 结构简式为 CH₃CHBrCH₂CH₂Br 或 CH₃CHBrCHBrCH₃。

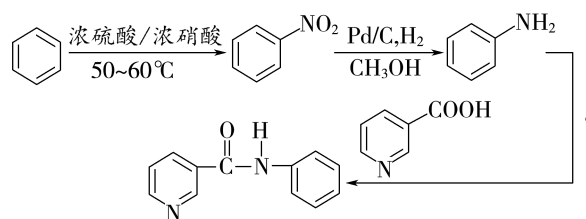
(4)根据分析可知, VI 的结构简式为 。

(5)IV 和 VIII 生成 IX 是氨基与羧基发生取代反应生成酰胺基的过程, 反应的化学方程式为



(6)参照给定合成路线, 合成过程如下: 首先苯发生硝化反应生成硝基苯, 然后硝基苯还原为苯胺, 最后苯胺与

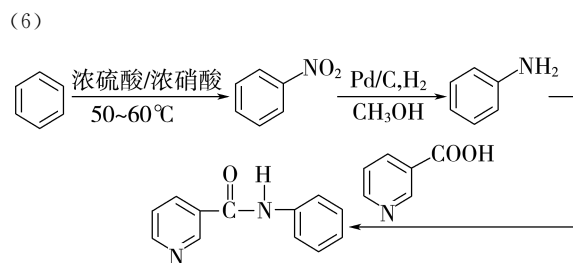
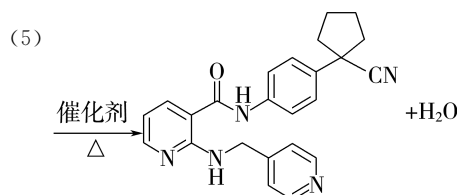
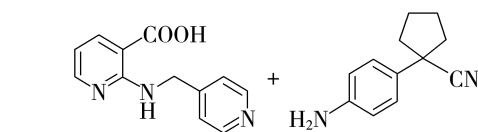
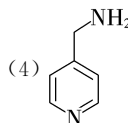
 发生取代反应生成目标产物, 具体流程为:



答案: (1)羧基 还原反应

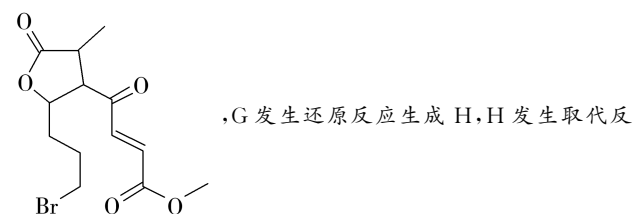
(2)sp³ sp

(3)1,4-二溴丁烷 CH₃CHBrCH₂CH₂Br(或 CH₃CHBrCHBrCH₃)



5. 解析: A 发生取代反应生成 B, B 与  发生反应生成

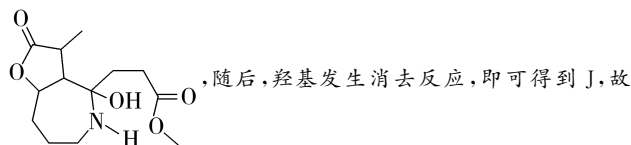
C, C 发生反应生成 D, D 与 E 在 Ru(II) 作用下发生已知信息的反应生成 F, F 在 SeO₂ 作用下生成 G, G 比 F 多了一个氧原子, 结合 H 的结构简式可知, G 的结构简式为



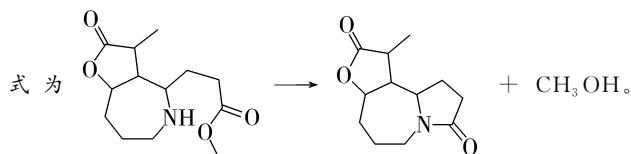
应生成 I, I 中氨基与酮羰基先发生加成反应, 再发生消去反应生成 J, J 发生还原反应生成 K, K 发生取代反应生成 L, 据此解答。(1)由 A 的结构简式可知, A 分子中含氧官能团名称为醛基。(2)观察结构可知, C 和 D 的分子式相同, 结构不同, 互为同分异构体, 其官能团也是相同的, 排除 a、c 两种分子因结构差异导致断裂偏好不同, 所形成的碎片种类或丰度显著不同, 故其质谱图中碎片峰会不同, 故选 b。(3)结合烯烃复分解反应规律可知, 其另一种产物是乙烯。(4)E 分子中含有碳碳双键, 能发生加聚反应, 产物的结构简式为 $[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{COOCH}_3)-]_n$ 。(5)F→G 的反应是加氧的反应, 反应

类型是氧化反应。(6)I→J 的反应为氨基和酮羰基的加成反

应,形成七元环和羟基,得到的产物结构简式为



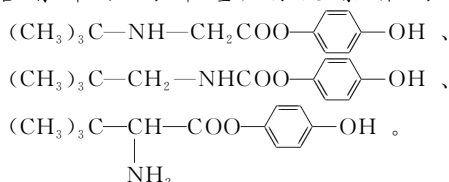
选c。(7)K发生取代反应生成L,同时会生成甲醇,化学方程



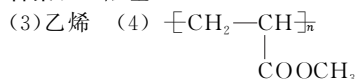
(8)L的结构简式为 ,分子中不饱和度为5,碳

原子数为12,氧原子数为3,氮原子数为1,满足下列条件:

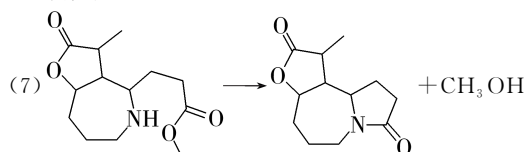
①能与 FeCl_3 发生显色反应,说明其分子中含有酚羟基,苯环占了4个不饱和度,说明其余结构还剩余1个不饱和度,1 mol该物质与足量氢氧化钠反应,消耗3 mol NaOH,则其结构中应含有酚羟基形成的酯基,刚好消耗1个不饱和度,结构中含有氨基,且核磁共振氢谱为9:2:2:2:1:1,说明其含有三个等效的甲基,其核磁共振氢谱没有出现3,说明不含有单独的甲基,满足条件的结构简式为



答案:(1)醛基 (2)b



(5)氧化反应 (6)c

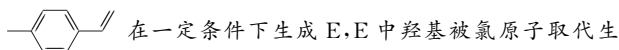


(8) $(\text{CH}_3)_3\text{C—NH—CH}_2\text{COO—C}_6\text{H}_4\text{—OH}$

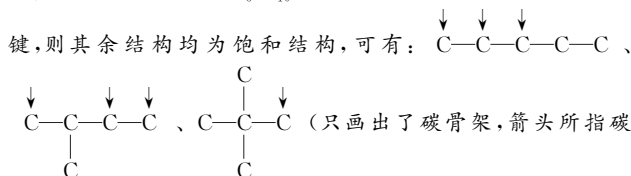
[或 $(\text{CH}_3)_3\text{C—CH}_2\text{—NHCOO—C}_6\text{H}_4\text{—OH}$

或 $(\text{CH}_3)_3\text{C—CH(NH}_2\text{)—COO—C}_6\text{H}_4\text{—OH}$]

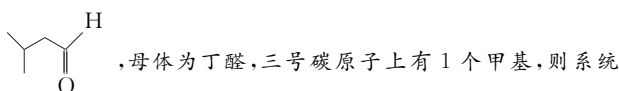
6. 解析:A发生氧化反应生成B,B在一定条件下转化为C,C和



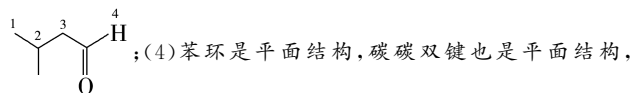
在一定条件下生成E,E中羟基被氯原子取代生成F,F中碳氯键转化为羧基生成G,G与乙醇发生酯化反应生成H,据此解答。(1) $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 的反应是碳碳双键发生环氧化反应转化为三元环醚,该反应的试剂及条件为 O_2/Ag ,加热;(2)B的分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$,不饱和度为1,其含有碳氧双键,则其余结构均为饱和结构,可有:



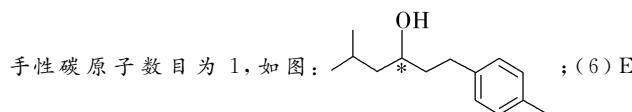
氧双键的位置),不考虑立体异构,共有7种;(3)C为



命名法为:3-甲基丁醛;核磁共振氢谱有4组吸收峰,如图:



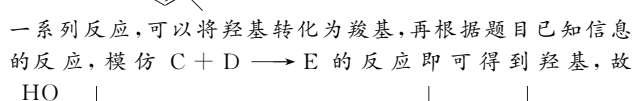
(4)苯环是平面结构,碳碳双键也是平面结构,单键可以旋转,则苯乙烯中所有原子均可能共面,D分子中相当于苯乙烯苯环上一个氢原子(乙烯基对位)被甲基取代,甲基经过旋转最多可以有1个氢原子处于该平面,故最多有17个原子共平面;(5)由E的结构简式可知,E中官能团的名称为羟基;连接4个不同基团的碳原子是手性碳原子,故E中



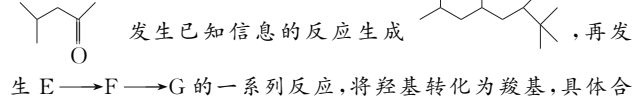
手性碳原子数目为1,如图: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_3$; (6)E



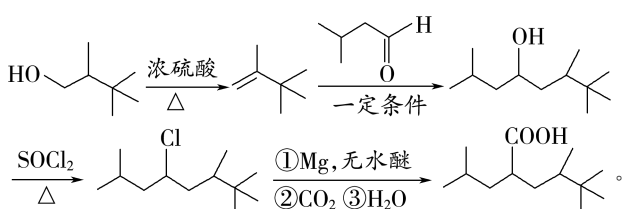
一系列反应,可以将羟基转化为羧基,再根据题目已知信息的反应,模仿 $\text{C} + \text{D} \rightarrow \text{E}$ 的反应即可得到羟基,故



HO— 先发生消去反应生成 ,再与

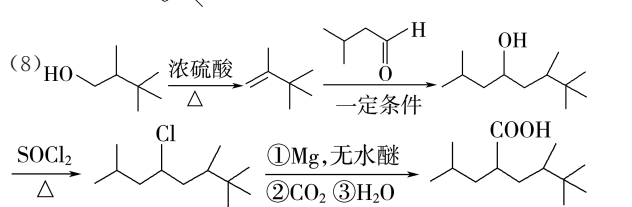
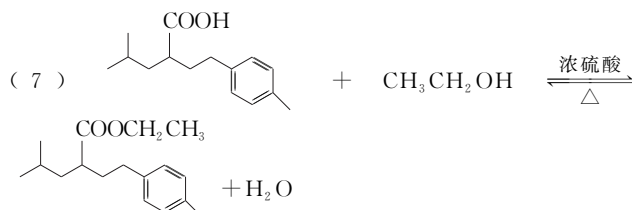


生 $\text{E} \rightarrow \text{F} \rightarrow \text{G}$ 的一系列反应,将羟基转化为羧基,具体合成路线是:



答案:(1) O_2/Ag ,加热 (2)7 (3)3-甲基丁醛 4 (4)17

(5)羟基 1 (6)取代反应

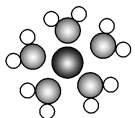


高考模拟预测卷(一)

1. B [A. 商品为“特级熟石膏粉”,主要成分为 $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$,用途为“建筑材料”。熟石膏粉遇水硬化,常用于制作石膏板、模型等建筑材料,对应正确,A不符合题意;B. 商品为“食用纯碱”,主要成分为 Na_2CO_3 ,但发酵粉的主要成分通常为碳酸氢钠(NaHCO_3),用于烘焙时产生气体使面团发酵,B符合题意;C. 商品为“食品级硫酸锌(七水)”,主要成分为 ZnSO_4

• 7H₂O,用途为“营养强化剂”。硫酸锌在食品中作为锌元素的补充剂,用于营养强化,对应正确,C不符合题意;D.商品为“纯氧化铁红”,主要成分为Fe₂O₃,用途为“油漆颜料”。氧化铁红是常见的红色颜料,广泛用于油漆、涂料中,对应正确,D不符合题意。]

2. A [A. NCl₃ 的价层电子对数为 $3 + \frac{5-3 \times 1}{2} = 4$, VSEPR 模型为四面体, A 项正确; B. NaCl 溶液中的水合钠离子:

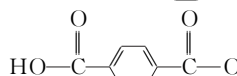


, B 项错误; C. H₂ 中共价键类型为 s-s σ 键, 其电

子云图为 , C 项错误; D. 基态砷原子的简化电子排布式为 [Ar]3d¹⁰4s²4p³, D 项错误。]

3. C [A. 蚂蚁叮咬时分泌的蚁酸(酸性)可用碱性的肥皂水中和,缓解症状, A 正确; B. 氢氧化钠是强碱,先用大量清水冲洗可稀释碱液,减少伤害,硼酸是弱酸,再涂上硼酸溶液可中和残留碱液,避免进一步灼伤, B 正确; C. 泡沫灭火器含大量水分,而电器着火时可能带电,水分会导致触电或短路,扩大危险, C 错误; D. 硫(S)不溶于水,但易溶于二硫化碳(CS₂),可溶解残留硫单质,便于清洗, D 正确。]
4. B [A. 反应热是指在等温条件下,化学反应向环境释放或从环境吸收的热量,故 A 正确; B. 滴定实验和中和热测定实验是化学定量分析方法,焰色试验是定性分析,故 B 错误; C. 活化能是指活化分子具有的平均能量与反应物分子具有的平均能量之差,故 C 正确; D. 原电池是化学能转化为电能的装置,系统发生化学反应时对环境做功;电解池是电能转化为化学能的装置,环境对系统做功并使其发生化学反应,故 D 正确。]
5. D [A. Xe 最外层有 8 个电子,提供 4 个电子分别与 4 个 F 形成共用电子,则 1 mol XeF₄ 中心原子的孤电子对数目为 2N_A, A 正确; B. 18 g H₂O 是 1 mol, 1 个 H₂O 分子中有 10 个质子,则 18 g H₂O 中所含质子数目为 10N_A, B 正确; C. 6XeF₄ + 12H₂O = 2XeO₃ + 4Xe + 24HF + 3O₂, 该反应中 XeO₃ 是氧化产物, Xe 是还原产物, O₂ 是氧化产物,生成 1 mol XeO₃ 时,转移电子数目为 2 × 4N_A = 8N_A, C 正确; D. 标准状况时 HF 不是气体,则 3.36 L HF(标准状况)不是 0.15 mol,所含的分子数不是 0.15N_A, D 错误。]

6. A [A. H₂N--NH₂ 和

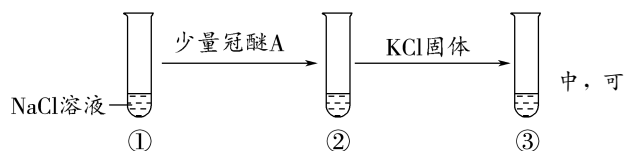


HO-C(=O)--C(=O)-OH 发生缩聚反应生成高聚物得到芳纶纤维凯芙拉, A 正确; B. 惰性电极电解饱和 MgCl₂ 溶液会生成氢氧化镁沉淀、氢气和氯气,总反应: 2Cl⁻ + 2H₂O + Mg²⁺ $\xrightarrow{\text{通电}}$ Cl₂ ↑ + H₂ ↑ + Mg(OH)₂ ↓, B 错误; C. 熟石灰为氢氧化钙而非氧化钙,反应为 2NH₄Cl + Ca(OH)₂ $\xrightarrow{\Delta}$ CaCl₂ + 2NH₃ ↑ + 2H₂O, C 错误; D. 亚铁离子和 K₃[Fe(CN)₆] 溶液会生成 KFe[Fe(CN)₆] 蓝色沉淀: K⁺ + [Fe(CN)₆]³⁻ + Fe²⁺ = KFe[Fe(CN)₆] ↓, D 错误。]

7. C [过氧化氢不稳定,在碘离子催化作用下会生成氧气,故产生大量气体的原因是过氧化氢在碘离子催化下生成了氧气, C 错误。]
8. C [X、Y、Z、W、Q 为原子序数逐渐增大的短周期元素, X、Y、Q 处于不同周期, X 为 H 元素, Y 为第二周期元素, Q 为第三周期的元素, 由图(a)可知, Z 周围形成三个共价键, Z 的基态原子中未成对电子数最多, 则 Z 为 N 元素, Y 和 Z 形成的环状结构中, 存在大 π 键, 则 Y 为 C 元素, 图(a)为 NH₂CN 的三聚体; 由图(b)可知, W 形成 2 个共价键, W 与 Q 同主族, W 为 O 元素, Q 为 S 元素, (b)是 SO₃ 的三聚体。 A. 同周期第一电离能从左到右是增大趋势, N 原子 2p 轨道半充满, 较稳

定, 第一电离能: N > O, 第一电离能: N > O > C, A 正确; B. 单体 I 的结构简式为 H₂N-C≡N, 存在碳氮三键, C 的杂化方式为 sp, B 正确; C. 物质(b)中 ①为 S=O 键, ②为 S-O 键, 双键键长小于单键键长, 键长: ① < ②, C 错误; D. 单体 II 为 SO₃, 中心原子为 S, 价层电子对数为 $3 + \frac{6-3 \times 2}{2} = 3$, 孤电子对数为 0, 空间构型为平面正三角形, 正、负电荷中心重合, 为非极性分子, D 正确。]

9. B [A. 从表中数据可以看出, 冠醚的空腔直径与 Na⁺ 或 K⁺ 直径接近时, 结合常数大, 由此可推测结合常数的大小与碱金属离子直径、冠醚空腔直径有关, A 正确; B. 冠醚 A 结合 Na⁺ 的能力弱于结合 K⁺ 的能力, 所以 K⁺ 可将冠醚 A 中的部分 Na⁺ 替代出来, 由实验



得出 c(Na⁺): ① > ③ > ②, B 不正确; C. 冠醚与 K⁺ 结合, 而将 MnO₄⁻ 携带进入有机相, 催化 KMnO₄ 与环己烯的反应, 从而加快反应速率, C 正确; D. 由表中数据可推出, 冠醚 A 结合 K⁺ 的能力比冠醚 B 强, 为加快 KMnO₄ 与环己烯的反应速率, 选择冠醚 A 比冠醚 B 更合适, D 正确。]

10. D [A. 由题干图示转化信息可知, K 中的碳碳双键和醛基上的碳氧双键发生加成反应, 根据 K 和 M 的结构简式可知, L 是甲醛即 HCHO, A 错误; B. 由 K 的结构简式可知, 分子中存在 sp³ 杂化的碳原子, 且其中一个 sp³ 杂化的碳原子连有 3 个碳原子, 故 K 分子中的碳原子不可能均位于同一平面上, 至少有一个碳原子与其他碳原子不共面, B 错误; C. 由 A 项分析可知, L 为 HCHO, 结合 K 和 M 的结构简式可知, 反应物 K 与 L 的化学计量数之比是 1:2, C 错误;

D. 含有 且环上含有 2 个取代基, 则 2 个取代基为 -CH₃ 和 -CH₂CH₃, 故符合条件的 M 的同分异构体有: 2 个取代基连在同一个碳原子上有 1 种, 2 个取代基连在两个碳原子上有三种, 即共有 4 种, D 正确。]

11. D [A. 粗盐提纯中, 过滤后溶液仍浑浊, 应先检查原因并重新过滤, 而不是滴加稀盐酸至溶液澄清, 因为滴加稀盐酸可能会使之前沉淀的杂质重新溶解, 且不能解决溶液浑浊的根本问题, 最终也无法得到纯净的氯化钠, A 不合题意; B. 向某溶液中加入稀硝酸酸化后, 再加入 Ba(NO₃)₂ 溶液, 若溶液中含有 SO₃²⁻, 稀硝酸会将 SO₃²⁻ 氧化为 SO₄²⁻, 也会产生白色沉淀, 所以不能确定该溶液中一定含有 SO₄²⁻, B 不合题意; C. 向装有一氯丙烷的试管中加入适量的氢氧化钠溶液, 加热发生水解反应生成丙醇和氯化钠, 但用稀硫酸酸化后, 再滴加硝酸银溶液, 硫酸根离子会与银离子结合生成硫酸银微溶物, 干扰氯离子的检验, 应使用稀硝酸酸化, C 不合题意; D. 将乙醇与浓硫酸混合液加热至 170 °C 发生消去反应生成乙烯, 产生的气体中可能含有二氧化硫、乙醇等杂质, 通过 NaOH 溶液可以除去二氧化硫等杂质气体, 再通入酸性高锰酸钾溶液中, 溶液褪色, 说明气体产物为乙烯, D 符合题意。]

12. B [依据装置图可知: a 极水发生还原反应产生 H₂: 2H₂O + 2e⁻ = 2OH⁻ + H₂ ↑, a 为阴极、b 极为阳极, 还原器中 [Fe(CN)₆]³⁻ 和 OH⁻ 在催化剂的作用下发生反应释放出 O₂, 其发生反应的离子方程式: 4[Fe(CN)₆]³⁻ + 4OH⁻ $\xrightarrow{\text{催化剂}}$ 4[Fe(CN)₆]⁴⁻ + O₂ ↑ + 2H₂O, 则 b 极中有大量的 OH⁻ 流入还原器中参与反应, 故为阴离子交换膜, a 极产生的氢氧根离子进入 b 极。 A. 由分析, b 为阳极, A 正确; B. 离子交换膜为阴离子交换膜, B 错误; C. 由分析, 还原器中发生反应的离子方程式: 4[Fe(CN)₆]³⁻ + 4OH⁻ $\xrightarrow{\text{催化剂}}$

$4[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, C 正确; D. a 极水发生还原反应产生 H_2 : $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$, 根据得失电子守恒, 装置中生成 0.5 mol H_2 时, 外电路转移 1 mol 电子, D 正确。]

13. B [A. 根据图示可知, CO_2 加氢制甲醇过程中有副产物 CO 和 CH_2O 生成, 原子利用率小于 100%, A 正确; B. 合成甲醇过程的决速步是活化能最大的步骤, 但从整个历程来看, 决速步反应化学方程式为 $^*\text{CO} + ^*\text{OH} + ^*\text{H} \rightleftharpoons ^*\text{CO} + ^*\text{H}_2\text{O}$, B 错误; C. 生成副产物 CO 的活化能小于生成 CH_2O 的活化能, 得到相对较多的副产物为 CO , C 正确; D. 选择合适催化剂可提高甲醇反应的选择性, D 正确。]

14. C [根据络合方程式可知, 随着 $c(\text{F}^-)$ 的增大, 即 $-\lg c(\text{F}^-)$ 的减小, 依次生成 ThF^{3+} 、 ThF_2^{2+} 、 ThF_3^+ , 结合图像可知, ①②③④ 曲线依次代表 Th^{4+} 、 ThF^{3+} 、 ThF_2^{2+} 、 ThF_3^+ 与 $-\lg c(\text{F}^-)$ 关系。由①②曲线的交点(7.7, 0.5), 可知 $\text{Th}^{4+} + \text{F}^- \rightleftharpoons \text{ThF}^{3+}$, $K_1 = \frac{c(\text{ThF}^{3+})}{c(\text{Th}^{4+})c(\text{F}^-)} = 10^{7.7}$; ②③曲线的交点可知, $\text{ThF}^{3+} + \text{F}^- \rightleftharpoons \text{ThF}_2^{2+}$, $K_2 = \frac{c(\text{ThF}_2^{2+})}{c(\text{ThF}^{3+})c(\text{F}^-)} = 10^{5.8}$; ③④曲线的交点可知, $\text{ThF}_2^{2+} + \text{F}^- \rightleftharpoons \text{ThF}_3^+$, $K_3 = \frac{c(\text{ThF}_3^+)}{c(\text{ThF}_2^{2+})c(\text{F}^-)} = 10^{4.5}$ 。A. 据分析可知, 曲线②代表 $\delta(\text{ThF}^{3+})$ 和 $-\lg c(\text{F}^-)$ 的关系, A 正确; B. $\text{Th}^{4+} + 3\text{F}^- \rightleftharpoons \text{ThF}_3^+$ 的平衡常数 $K = K_1 K_2 K_3 = 10^{18}$, B 正确; C. 根据分析可推知, $K_{\text{总}3} = \frac{c(\text{ThF}_3^+)}{c(\text{Th}^{4+})c^3(\text{F}^-)} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 10^{18}$, $K_{\text{总}2} = \frac{c(\text{ThF}_2^{2+})}{c(\text{Th}^{4+})c^2(\text{F}^-)} = K_1 K_2 = 10^{13.5}$, $K_{\text{总}1} = \frac{c(\text{ThF}^{3+})}{c(\text{Th}^{4+})c(\text{F}^-)} = 10^{7.7}$, 故 $K_{\text{总}3} > K_{\text{总}2} > K_{\text{总}1}$, C 错误; D. 当 $c(\text{ThF}^{3+}) = c(\text{ThF}_3^+)$ 时, $K_2 \cdot K_3 = \frac{c(\text{ThF}_2^{2+})}{c(\text{ThF}^{3+})c(\text{F}^-)} \times \frac{c(\text{ThF}_3^+)}{c(\text{ThF}_2^{2+})c(\text{F}^-)} = \frac{c(\text{ThF}_3^+)}{c(\text{ThF}^{3+})c^2(\text{F}^-)} = 10^{5.8} \times 10^{4.5}$, $c(\text{F}^-) = 10^{-5.15} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 正确。]

15. 解析: 锆英砂(主要成分为 ZrSiO_4 , 还含少量 FeCO_3 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 SiO_2 等杂质)与 NaOH 熔融时, ZrSiO_4 、 Al_2O_3 、 SiO_2 与 NaOH 反应生成钠盐; 加入过量盐酸“酸浸”, 经过滤得到含 ZrO^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Na^+ 的滤液 I 和主要成分为 H_2SiO_3 的滤渣 I; 滤液 I 中加入 H_2O_2 将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} , 加入氨水得到含 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的滤渣 II, 滤液 II 中含 ZrO^{2+} 、 Na^+ 、 NH_4^+ , 滤液 II 中加入 Na_2CO_3 溶液调 $\text{pH}=8.0$ 得到成分为 $\text{Zr}(\text{CO}_3)_2 \cdot n\text{Zr}(\text{OH})_4$ 的滤渣 III, 滤渣 III 分解得到 ZrO_2 。

(1)“熔融”过程中, 提高反应速率的方法有: 将锆英砂粉碎、增大锆英砂与 NaOH 的接触面积, 搅拌; ZrSiO_4 与 NaOH 熔融反应生成 Na_2ZrO_3 、 H_2O 和 Na_2SiO_3 , 反应的化学方程式为 $\text{ZrSiO}_4 + 4\text{NaOH} \xrightarrow{\text{熔融}} \text{Na}_2\text{ZrO}_3 + \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2)根据分析, “除杂”过程中, 加入双氧水的目的是将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 以便转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀除去; 滤渣 II 的成分为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$; $c(\text{Al}^{3+}) = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Al}(\text{OH})_3]}{c^3(\text{OH}^-)} = \frac{1.4 \times 10^{-34}}{(1 \times 10^{-9})^3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.4 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(3)为得到纯净的 ZrO_2 , 滤渣 III 要用水洗, 检验沉淀是否洗涤干净只要检验最后的洗涤液中不含 Cl^- 即可, 方法是取最后一次洗涤液, 向其中滴加稀硝酸, 再滴加硝酸银溶液, 若无沉淀生成, 则滤渣 III 洗涤干净。

(4) ZrO^{2+} 与 Na_2CO_3 溶液反应得到 $\text{Zr}(\text{CO}_3)_2 \cdot n\text{Zr}(\text{OH})_4$ 沉淀, 根据电荷守恒和元素守恒, 结合调 $\text{pH}=8.0$, 反应的

离子方程式为 $(n+1)\text{ZrO}^{2+} + 2n\text{CO}_3^{2-} + (3n-1)\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Zr}(\text{CO}_3)_2 \cdot n\text{Zr}(\text{OH})_4 \downarrow + (2n-2)\text{HCO}_3^-$ 。

答案: (1)粉碎(或搅拌等) Na_2SiO_3

(2)将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 以便转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀除去

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 1.4×10^{-7}

(3)取最后一次洗涤液, 向其中滴加稀硝酸, 再滴加硝酸银溶液, 若无沉淀生成, 则滤渣 III 洗涤干净

(4) $(n+1)\text{ZrO}^{2+} + 2n\text{CO}_3^{2-} + (3n-1)\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Zr}(\text{CO}_3)_2 \cdot n\text{Zr}(\text{OH})_4 \downarrow + (2n-2)\text{HCO}_3^-$

16. 解析: 由于金属钠的密度比煤油、石蜡油大, 所以常保存其中, 与演示 Na 与水反应实验有关的是当心腐蚀和洗手; 钠与盐酸反应时主要是与水的反应, 因为钠在水分子作用下释放电子经过与水的作用过程得到氢气; 钠失去电子形成溶剂化电子: $\text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{Oe}^-$, 溶剂化电子发生变化 $\text{H}_2\text{Oe}^- \longrightarrow \text{OH}^- + \text{H}$, OH^- 遇到酚酞变红色; 当盐酸浓度大于 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 随浓度增大, 生成 NaCl 固体逐渐增多, 沉积在金属钠表面的 NaCl 越多, 扩散慢, 从而降低化学反应速率; 采用相等浓度的不同的酸进行探究即可。

(1)由于金属钠的密度比煤油、石蜡油大, 所以常保存在煤油或石蜡油中; Na 与水反应有氢氧化钠生成, 所以要当心腐蚀、注意洗手。

(2)钠与盐酸溶液反应时主要是与水的反应, 化学方程式为 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$, 钠在水分子作用下释放的电子在水的作用下得到氢气。

(3)钠失去电子形成溶剂化电子: $\text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{Oe}^-$, 溶剂化电子发生变化 $\text{H}_2\text{Oe}^- \longrightarrow \text{OH}^- + \text{H}$, OH^- 遇到酚酞显红色。

(4)钠与水反应得到的氢氧化钠与盐酸结合生成氯化钠, 当盐酸浓度大于 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 随浓度增大, 生成 NaCl 固体逐渐增多, 沉积在金属钠表面的 NaCl 越多, 扩散的速度变慢, 从而降低化学反应速率; 利用提供的几种酸, 方案: 取质量相等形状几乎一样的钠块, 分别投入足量的等体积的 $\text{pH}=1$ 的盐酸、 $\text{pH}=1$ 的氢氟酸中, 记录金属钠反应完的时间(控制变量法); 预测现象: 若投入 $\text{pH}=1$ 的氢氟酸中耗时更长, 说明猜想正确。

答案: (1)煤油或石蜡油 AD

(2) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ 由实验可知: 三者溶液中 H_3O^+ 分别相差 10^6 倍, H_3O^+ 浓度相差显著, 但反应时间几乎相同, 说明钠在三种溶液中优先与水发生了反应(提到 Na 与酸反应本质就是与水反应就给分)

(3)钠失去电子形成溶剂化电子: $\text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{Oe}^-$; 溶剂化电子发生变化 $\text{H}_2\text{Oe}^- \longrightarrow \text{OH}^- + \text{H}$, OH^- 遇到酚酞变红色

(4)当盐酸浓度大于 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 随浓度增大, 生成 NaCl 固体逐渐增多, 沉积在金属钠表面的 NaCl 越多, 扩散慢, 从而降低化学反应速率 方案: 取质量相等形状几乎一样的钠块, 分别投入足量的等体积的 $\text{pH}=1$ 的盐酸、 $\text{pH}=1$ 的氢氟酸中, 记录金属钠反应完的时间。(没有体现控制变量法不给分; 设计以 $\text{pH}=1$ 的醋酸做对照实验不给分) 预测现象: 若投入 $\text{pH}=1$ 的氢氟酸中耗时更长, 说明猜想正确(或 $\text{pH}=1$ 的盐酸酸中耗时更短也给分)

17. 解析: (1)根据盖斯定律, $\text{I} = \text{II} + 2 \times \text{III}$ 。已知 $\Delta H_2 = +213.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta H_3 = -41.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $\Delta H_1 = \Delta H_2 + 2\Delta H_3 = 213.7 + 2 \times (-41.1) = +131.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。反应 I 中 $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$ (气体分子数增多, 混乱度增大), 根据 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, 当 T 较大时, $\Delta G < 0$, 反应自发, 所以该反应在高温条件下具有自发性。

(2)A. 反应前后氢元素始终在体系内, 根据质量守恒定律, 容器内氢元素的质量分数始终不变, 不能说明反应达到平衡, A 错误; B. 反应前后气体总质量不变, 但气体总物质的量变化, 根据 $\bar{M} = \frac{m}{n}$, 当容器内气体的平均摩尔质量不再变化时, 说明气体总物质的量不变, 反应达到平衡, B 正确;

C. 反应前后气体分子数不同,在恒温恒容条件下,容器内压强不再变化,说明气体总物质的量不变,反应达到平衡,C 正确;D. 容器内 $n(\text{H}_2):n(\text{CO})=1:1$ 不能说明各物质的量不再变化,不一定达到平衡,D 错误;E. 单位时间内,每断裂 3 mol C-H 键(正向反应)的同时形成 2 mol H-H 键(正向反应),都是正向反应速率,不能说明正逆反应速率相等,不一定达到平衡,E 错误;答案是 BC。

(3)①水碳比($\text{H}_2\text{O}:\text{C}$)越大,水蒸气相对量越多,有利于反应正向进行,氢气平衡产率越高,所以表示水碳比($\text{H}_2\text{O}:\text{C}$)=4 的曲线是 a。

②水碳比($\text{H}_2\text{O}:\text{C}$)=2 时, $\text{H}_2(\text{g})$ 平衡产率随温度升高先增大后逐渐减小。反应 I 是吸热反应,升高温度有利于 H_2 的生成,约 600°C 时 H_2 产率达到最大,但反应 III 是放热反应,升温使反应 III 逆向移动程度大于反应 I 正向移动程度,导致氢气平衡产率减小。

(4)①本题为乙酸水蒸气重整制氢气的反应,反应 I 为主要反应,即 CO_2 的选择性较高, CO 的选择性较低,而且压强增大时,反应 I 逆向移动,则 CO_2 选择性降低,则 CO_2 选择性随压强变化的曲线是 a。

②图中 B、C、D、M、N、P、Q 7 个点中 M、Q、D 与 A 点平衡状态相同,则与 A 点处于相同化学平衡状态的点有 3 个。

(5) CO 的选择性为 20%,利用质量守恒法解题,具体为:初始投入 $2\text{ mol H}_2\text{O}$ 和 $1\text{ mol CH}_3\text{COOH}$,则 $n(\text{C})=2\text{ mol}$, $n(\text{H})=8\text{ mol}$, $n(\text{O})=4\text{ mol}$;设平衡体系中 CO 为 $x\text{ mol}$,则 CO_2 为 $4x\text{ mol}$;

根据 C 原子守恒, $n(\text{CH}_3\text{COOH})_{\text{平衡}}=1/2(2-5x)=(1-2.5x)\text{ mol}$,

根据 O 原子守恒, $n(\text{H}_2\text{O})_{\text{平衡}}=4-2(1-2.5x)-x-2\times 4x=(2-4x)\text{ mol}$,

根据 H 原子守恒, $n(\text{H}_2)_{\text{平衡}}=1/2[8-4(1-2.5x)-2(2-4x)]=9x\text{ mol}$,

根据平衡时体系中气体物质的量增加 50% 得出平衡气体总物质的量为 $3\times(1+50\%)=4.5\text{ mol}$,则平衡体系中气体总物质的量为 $(1-2.5x)+x+4x+(2-4x)+9x=4.5\text{ mol}$,则 $x=0.2\text{ mol}$,所以 $n(\text{CO})_{\text{平衡}}=0.2\text{ mol}$, $n(\text{CO}_2)_{\text{平衡}}=0.8\text{ mol}$, $n(\text{H}_2\text{O})_{\text{平衡}}=1.2\text{ mol}$, $n(\text{H}_2)_{\text{平衡}}=1.8\text{ mol}$,设容

器体积为 $V\text{ L}$,则平衡常数 $K_c=\frac{c(\text{H}_2)\cdot c(\text{CO}_2)}{c(\text{H}_2\text{O})\cdot c(\text{CO})}=\frac{1.8\text{ mol}}{V\text{ L}}\times\frac{0.8\text{ mol}}{V\text{ L}}\div\frac{1.2\text{ mol}}{V\text{ L}}\times\frac{0.2\text{ mol}}{V\text{ L}}=6$ 。

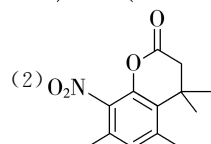
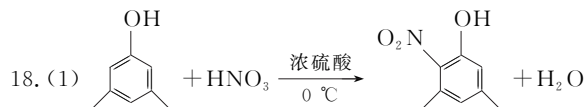
答案:(1)+131.5 高温

(2)BC

(3)①a ②此时体系内主要发生反应 III,反应 III 放热,升高温度,平衡逆向移动,消耗 H_2

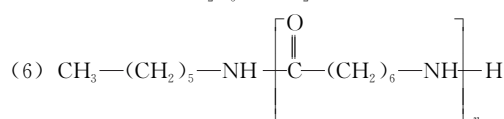
(4)①a ②3

(5)6



(3)不是

(4) $\text{HO}-\text{C}(=\text{O})-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ (5)羧基、羟基



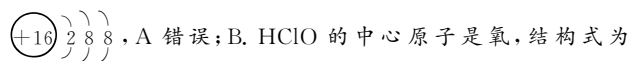
(7)a

高考模拟预测卷(二)

1. B [A. 乙炔沸点较低,难以液化,常将乙炔溶于丙酮储存于钢瓶中,故 A 正确;B. 直链烷基苯磺酸钠将油脂包裹在胶束中,使其溶于水,便于去除,而未发生酸碱中和反应,故 B 错误;C. 苯酚具有腐蚀性,但易溶于乙醇,因此沾到皮肤上的苯酚,可用乙醇冲洗后再用水洗净,故 C 正确;D. 氯乙烷沸点较低,液化后易汽化,该过程吸收大量的热,可起到冷冻麻醉作用,医疗上用于运动中的急性损伤,故 D 正确。]

2. C [A. 苯和甲醛有毒,可经皮肤渗透进入人体,避免直接接触是正确操作,A 正确;B. 液溴具有强腐蚀性和挥发性,其蒸气会刺激呼吸道和眼睛,操作时必须佩戴防腐手套、护目镜,并在通风橱中进行以防止吸入,B 正确;C. 银氨溶液性质不稳定,久置会分解产生易爆的叠氮化银(AgN_3),故不能用于多次实验,需现配现用,C 错误;D. 图标表示用到明火,提示实验涉及火焰操作,需注意防火,束发、紧衣是防止衣物或头发接触火源引发燃烧的基本安全要求,D 正确。]

3. C [A. $^{34}\text{S}^{2-}$ 的原子核内有 16 个质子,结构示意图



$\text{H}-\text{O}-\text{Cl}$,B 错误;C. 乙烯分子中一个氢原子被氰基取代得到丙烯腈,其结构简式为: $\text{CH}_2=\text{CHCN}$,C 正确;D. SO_2 分

子的中心原子的价层电子对数 $=2+\frac{6-2\times 2}{2}=3$, SO_2 的

VSEPR 模型是平面三角形,D 错误。]

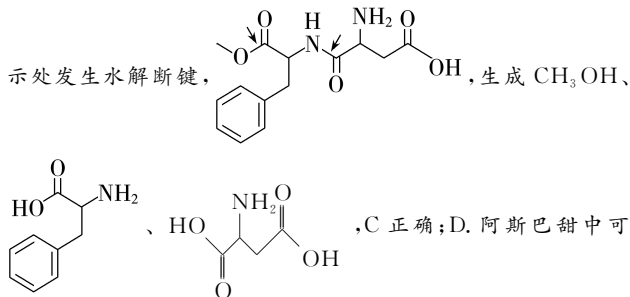
4. D [A. 配制溶液不能在容量瓶中溶解固体,操作错误,A 错误;B. 定容时,视线与凹液面最低处保持水平,操作错误,B 错误;C. 摇匀时,应该用右手托住容量瓶底部,操作错误,C 错误;D. 聚四氟乙烯滴定管是酸碱通用型滴定管,强碱滴定弱酸,滴定终点为碱性,用酚酞作指示剂,操作合理,D 正确。]

5. A [要用无水乙醇(含水量约 0.5%)制备绝对乙醇,先在水乙醇中加入适量金属钠消耗水: $2\text{Na}+2\text{H}_2\text{O}=2\text{NaOH}+\text{H}_2\uparrow$,加热回流约 30 min,再加入邻苯二甲酸二乙酯再次加热回流 10 min 分离出含乙醇的邻苯二甲酸二乙酯溶液,最后进行蒸馏得到产品绝对乙醇。A. 制备绝对乙醇的仪器需要绝对干燥,所以实验过程所需玻璃仪器均应洗净、干燥后才能组装使用,A 正确;B. 如果塞紧,回流系统就成了封闭系统。封闭系统受热后,将会发生过热、冲料、爆炸、着火(酒精可燃)等意外事故,B 错误;C. 邻苯二甲酸二乙酯的作用是将乙醇从生成的 NaOH 和乙醇钠中溶解分离出来,便于后面的蒸馏,C 错误;D. 蒸馏装置中的玻璃仪器主要有蒸馏烧瓶、温度计、直形冷凝管、牛角管、锥形瓶、酒精灯等,D 错误。]

6. C [A. 侯氏制碱法中 NaHCO_3 晶体的制备是 NH_3 、 CO_2 、 H_2O 、 NaCl 反应产生 NaHCO_3 沉淀和 NH_4Cl ,该反应的离子方程式为: $\text{Na}^++\text{NH}_3+\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}=\text{NaHCO}_3\downarrow+\text{NH}_4^+$,A 正确;B. $\text{Al}(\text{OH})_3$ 是难溶性金属氢氧化物,主要以固体形式存在, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 能够与强酸 HCl 反应产生可溶性 AlCl_3 和 H_2O ,该反应的离子方程式为 $\text{Al}(\text{OH})_3+3\text{H}^+=\text{Al}^{3+}+3\text{H}_2\text{O}$,B 正确;C. Na_2O_2 与水反应,生成氧气,作为潜水艇中氧气的来源: $2\text{Na}_2\text{O}_2+2\text{H}_2\text{O}=4\text{Na}^++4\text{OH}^-+\text{O}_2\uparrow$,C 错误;D. 溴是氧化剂,将 SO_2 氧化成硫酸根离子: $\text{Br}_2+\text{SO}_2+2\text{H}_2\text{O}=2\text{Br}^-+\text{SO}_4^{2-}+4\text{H}^+$,D 正确。]

7. D [A. 由题干信息可知,分子内所有原子共平面,故分子中 C、O、N、S 的杂化方式均相同,均为 sp^2 杂化,A 正确;B. 由题干分子结构简式可知,吡咯能与水分子形成分子间氢键,而噻吩不能与水分子形成氢键,导致水中的溶解度:吡咯>噻吩,B 正确;C. 由题干信息可知,分子内所有原子共平面,类似于苯环的平面结构可知,上述分子中均存在 Π_6^6 的大 π 键,C 正确;D. 由题干信息可知,根据咪唑的结构简式可知,咪唑分子中与 H 相连的 N 原子上的孤电子对参与形成大 π 键,该

- N原子不可与金属离子形成配位键,咪唑中另一个N原子上有孤电子对可与金属离子形成配位键,D错误。]
8. C [A. 由结构简式可知,分子中含有氨基、羧基、酰胺基、酯基4种官能团,A错误;B. 阿斯巴甜的官能团中含有氨基,可以被高锰酸钾氧化,B错误;C. 阿斯巴甜可在人体内按照图



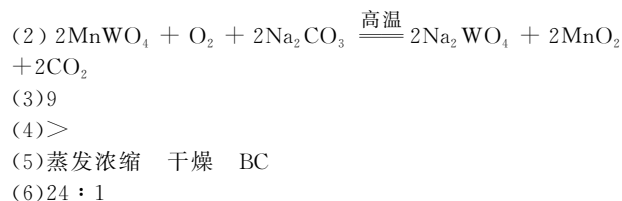
- 以和氢氧化钠反应的官能团是酰胺基、羧基和酯基,所以1 mol 阿斯巴甜最多能与3 mol NaOH反应,D错误。]
9. D [原子序数依次增大的短周期元素X、Y、Z分别位于不同的周期,则X为H,Y和Z分别在第2和第3周期,Y和Z的p轨道上未成对电子数之比为3:1,则Y的p轨道上未成对电子数为3,价电子排布式为 $2s^2 2p^3$,Y为N,Z的p轨道上未成对电子数为1,结合结构简式Z可形成1个共价单键,则Z为Cl。A. NH_3 分子中N元素为-3价,说明N的电负性较强,则电负性: $\text{H} < \text{N}$,A正确;B. Z的单质为 Cl_2 , YX_3 为 NH_3 , Cl_2 与过量的 NH_3 反应生成氯化铵,有白烟生成,B正确;C. 结合图示可知,该配合物由两个氯离子和2个氨分子组成,则配合物中Pt的化合价为+2价,C正确;D. H、N、Cl形成的三元化合物氯化铵属于离子化合物,D错误。]
10. A [A. 形成原电池后,铁片表面产生大量气泡,则铁片为正极,则某未知金属为负极,可说明未知金属的活动性强于铁,A项正确;B. 该实验现象的产生也可能是碱性越强, Fe^{3+} 还原性越强,B项错误;C. 麦芽糖存在醛基,也能发生银镜反应,不能证明水解发生,C项错误;D. 要想比较 CH_3COOH 和 H_2CO_3 酸性的相对强弱,应该在相同温度下,分别测同浓度 CH_3COONa 和 NaHCO_3 溶液的pH,或者用强酸制弱酸原理,D项错误。]
11. D [A. 物质I 的名称为丙烯醛,A正确;B. 由反应示意图可知:物质I 和物质III 是“入环”的物质,应为反应物,物质V 是“出环”的物质应为生成物,水开始“出环”生成,后来又“入环”参加反应;总反应是 ,B正确;C. 物质VI在连续反应中从一开始就和物质I 参与了反应,在最后又和物质V 再次生成,是反应的催化剂,物质II、IV以及水都是中间产物,C正确;D. 物质V中含有3个手性碳原子, 中“*”标示的碳原子为手性碳原子,D错误。]
12. C [由电池装置图可知,放电时Zn为负极,电极反应为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$,多孔碳为正极,电极反应为 $\text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$;充电时Zn为阴极,电极反应为 $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn} + 4\text{OH}^-$,多孔碳为阳极,电极反应为 $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 。A. 根据分析,放电时负极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$,放电是原电池自发进行的氧化还原反应,A不符合题意;B. 放电时,Zn电极的电极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$,消耗氢氧根离子,一段时间后Zn电极附近pH减小,B不符合题意;

C. 根据分析,充电时多孔碳电极的电极反应式为 $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$,C符合题意;D. 为了保证充电和放电的效率,离子交换膜应为 K^+ 交换膜,若为阴离子交换膜,充放电移动的离子种类和离子浓度不固定,会降低放电效率,D不符合题意。]

13. C [A. 由图可知,反应I是吸热反应,反应II是放热反应,A项正确;B. 反应II的活化能小,因此其反应速率大,B项正确;C. 由题意可知,物质是在反应器中流动的,因此在所给条件下不一定能达到平衡,如果未达到平衡,则选择有利于反应I的催化剂可增大反应I的速率,提高 H_2 的产率,C项错误;D. 反应I的活化能大,反应速率受温度的影响更大,温度升高,反应I的速率增大得更快, H_2 的产率越高,D项正确。]

14. C [A. $\lg \frac{c(\text{HA})}{c(\text{A}^-)} = 1$ 时, $\text{pOH} = 9.7$,可得: $\frac{c(\text{HA})}{c(\text{A}^-)} = 10$, $c(\text{OH}^-) = 10^{-9.7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{H}^+) = 10^{-4.3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,电离常数 $K_a(\text{HA}) = \frac{c(\text{A}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HA})} = \frac{10^{-4.3}}{10} = 10^{-5.3}$,A项正确;B. 向10 mL $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH溶液中滴加 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的一元弱酸HA溶液,由图可知a点溶液显碱性,主要溶质为NaOH,b点溶液显中性,主要溶质为盐,碱抑制水的电离,盐水解促进水的电离,因此水的电离程度: $a < b$,B项正确;C. 若b点加入HA体积为10 mL,则溶液恰好应为NaA的盐溶液,HA为弱酸,则NaA溶液因水解显碱性,与b点显中性不符,C项错误;D. $\frac{c(\text{HA})}{c(\text{A}^-)} = \frac{c(\text{H}^+)}{K_a}$,c点溶液显酸性,加水稀释时 $c(\text{H}^+)$ 减小,则 $\frac{c(\text{H}^+)}{K_a}$ 减小, $\frac{c(\text{HA})}{c(\text{A}^-)}$ 减小,D项正确。]

15. (1) Fe、Mn、Co



16. 解析: 蛋氨酸分子中含有亲水基——氨基和羧基,使蛋氨酸分子与水分子之间会形成氢键,从而使其易溶于水。在制备蛋氨酸铜时,先配制 CuSO_4 和蛋氨酸溶液,然后在 $60 \sim 70^\circ\text{C}$ 下搅拌,并用NaOH溶液调节溶液 $\text{pH} = 8$,反应10 min,使二者充分发生反应,抽滤得到蛋氨酸铜。然后以淀粉溶液为指示剂,蛋氨酸铜与盐酸会反应生成蛋氨酸,在溶液中蛋氨酸、 I_3^- 以物质的量之比1:1反应; $\text{I}_3^- + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons 3\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$,由加入的 KI_3 的总物质的量及与 KI_3 反应消耗的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的物质的量,就可以计算出 $w \text{ g}$ 样品中蛋氨酸的物质的量及其质量,进而可得该产品中蛋氨酸铜质量分数。

- (1) 蛋氨酸易溶于水的原因: 蛋氨酸中含有氨基和羧基,这两种官能团都能与水形成氢键,所以蛋氨酸易溶于水。
- (2) 步骤2中调节pH为8的具体实验操作: 逐滴加入NaOH溶液,用pH计(或pH试纸)连续测定pH,直至溶液pH为8。
- (3) 抽滤时由于减小了抽滤瓶中气体的压强,导致抽滤比过滤更快,得到的固体物质更干燥,故抽滤的主要优点是速率快、固体较干燥、固体与液体易分离等。
- (4) 步骤3中,产品采用“自然晾干”或“ 100°C 烘干”,产品不宜采用高温烘干,是避免产品分解,导致产品质量损失。
- (5) 本实验滴定至终点溶液不能为无色,是因为溶液中 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 呈天蓝色,淀粉溶液的作用是作为指示剂,通过颜色变化来判断滴定终点。
- (6) 当溶液中的 I_3^- 被完全消耗时,溶液由深蓝色变为天蓝

色,指示滴定终点的到达,根据 $I_3^- + 2S_2O_3^{2-} \rightleftharpoons 3I^- + S_4O_6^{2-}$ 可知与 $Na_2S_2O_3$ 反应的 I_3^- 的物质的量为 $n(I_3^-) = \frac{1}{2}c_2V_2 \times 10^{-3} \text{ mol}$,加入的 KI_3 的总物质的量为 $n(I_3^-)_\text{总} = c_1V_1 \times 10^{-3} \text{ mol}$,则与蛋氨酸反应的 I_3^- 的物质的量为 $n(I_3^-) = (c_1V_1 \times 10^{-3} - \frac{1}{2}c_2V_2 \times 10^{-3}) \text{ mol}$,因为蛋氨酸、 I_3^- 以物质的量之比 1:1 反应,所以蛋氨酸的物质的量与反应消耗的 KI_3 的物质的量相等、为 $(c_1V_1 \times 10^{-3} - \frac{1}{2}c_2V_2 \times 10^{-3}) \text{ mol}$ 。

结合蛋氨酸铜的结构知, $n(\text{蛋氨酸铜}) = \frac{1}{2}(c_1V_1 \times 10^{-3} - \frac{1}{2}c_2V_2 \times 10^{-3}) \text{ mol}$,故该产品中蛋氨酸铜的质量分数为 $w = \frac{\frac{1}{2}(c_1V_1 \times 10^{-3} - \frac{1}{2}c_2V_2 \times 10^{-3}) \text{ mol} \times 360 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{\frac{9(2c_1V_1 - c_2V_2)}{2} \%} \times 100\%$

答案:(1)氨基、羧基

(2)逐滴加入 NaOH 溶液,用 pH 计(或 pH 试纸)连续测定 pH

(3)速率快、固体较干燥、固体与液体易分离等

(4)避免产品分解

(5) $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$ 作指示剂

(6) $\frac{9(2c_1V_1 - c_2V_2)}{2} \%$

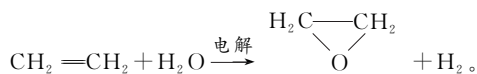
17. 解析:(1)环氧乙烷燃烧的热化学方程式为 $\triangle(g) + \frac{5}{2}O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g) + 2H_2O(l) \Delta H$,根据盖斯定律, $\Delta H = \frac{1}{2}(2\Delta H_2 - \Delta H_1 - 4\Delta H_3) = -1360.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2)A. 升高温度,有效碰撞频率加快,反应速率加快,A 正确;B. 通入惰性气体,不参与反应,不能加快反应速率,B 错误;C. 增大 $CH_2=CH_2$ 浓度,对慢反应没有影响,慢反应是决速步骤,不能显著提高反应速率,C 错误;D. 增大 O_2 浓度,慢反应速率加快,能显著提高反应速率,D 正确;故选 AD。

(3)①反应 i 和 ii 都是放热反应,升高温度乙烯的平衡转化率会降低,反应 i 是气体分子数减小的反应,压强增大,乙烯的平衡转化率增大,故 X 代表压强;②M、P 两点正反应速率较大的是 P 点;反应放热,温度升高,乙烯平衡转化率降低,P 点的温度更高,且 P 点转化率更低,反应物的浓度更大,故 P 点的正反应速率更大;③在 X_1 和 L_2 的条件下,达到平衡时,乙烯的平衡转化率为 30%,选择性为 80%,乙烯反应 0.6 mol,反应 i 消耗乙烯 0.48 mol,消耗氧气 0.24 mol,生成 $\triangle$ 0.48 mol,反应 ii 消耗乙烯 0.12 mol,消耗氧气 0.36 mol,剩余乙烯 1.4 mol,剩余氧气 0.9 mol,达到平衡时容器的体积为 1 L,反应 i 的平衡常数为 $\frac{0.48^2}{1.4^2 \times 0.9}$ 。

(4)电极 1 生成氯气,发生氧化反应,与电源正极相连。

(5)电解法生成环氧乙烷和氢气,制备环氧乙烷总反应为



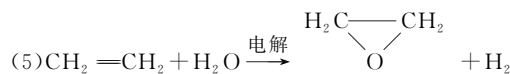
(6)乙烯按 $22.4 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ 的气流速率通过该装置,电解 10 分钟后,通过 224 L 乙烯,物质的量为 10 mol,S(环氧乙烷) = 90%,生成环氧乙烷 9 mol,生成环氧乙烷转移电子 18 mol, $\eta(\text{环氧乙烷}) = 90\%$,则总共转移电子 $\frac{18}{90\%} \text{ mol} = 20 \text{ mol}$,根据 $H_2 \sim 2e^-$,则产生 H_2 10 mol,质量为 20 g。

答案:(1)-1360.4

(2)AD

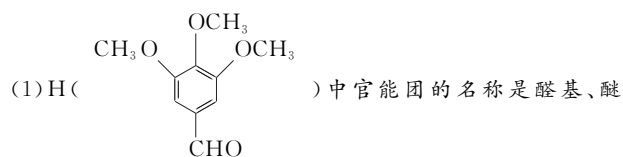
(3)①压强 ②P 点的温度更高,且 P 点转化率更低,反应物的浓度更大,故 P 点的正反应速率更大 ③ $\frac{0.48^2}{1.4^2 \times 0.9}$

(4)正极

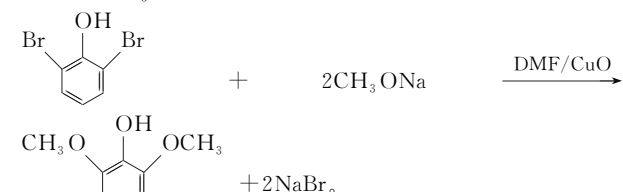


(6)20

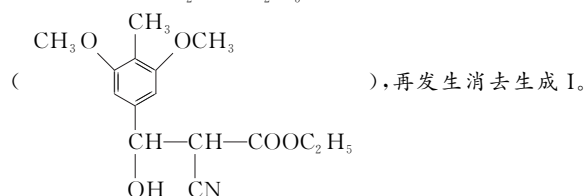
18. 解析:A 和浓硫酸发生取代反应生成 B,B 与溴单质发生取代反应生成 C,C 与水蒸气反应生成 D,D 与 CH_3ONa 反应生成 E,E 与 CH_3ONa 和 CCl_3CHO 发生加成反应生成 F,F 与 CH_3ONa 和 DMF 发生反应生成 G,G 与 $(CH_3)_2SO_4$ 在碱性条件下发生取代反应生成 H,H 与 $NCCH_2COOC_2H_5$ 反应生成 I,I 发生加成反应生成 J,J 最终生成 TMP。



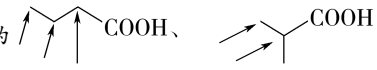
(2)D 与 CH_3ONa 发生取代反应生成 E,化学方程式是

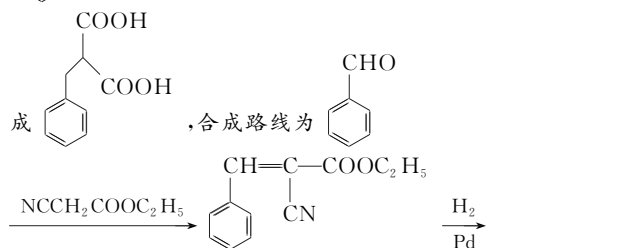
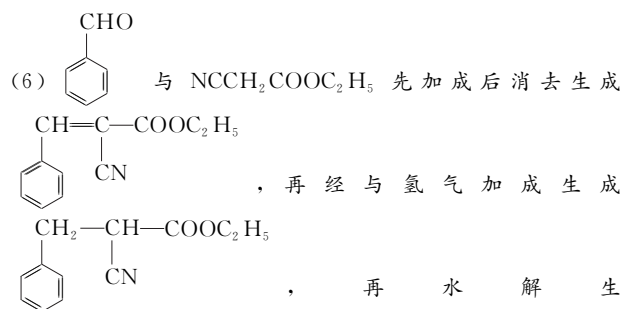


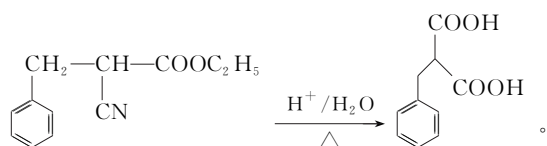
(3)H 与 $NCCH_2COOC_2H_5$ 发生醛基上的加成生成 X



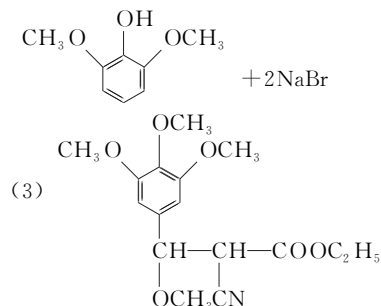
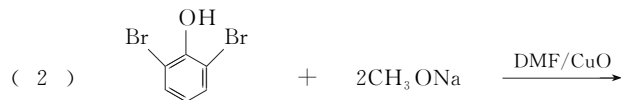
(4)步骤 A→B 引入磺酸基,在 C→D 脱去磺酸基,A→B 的作用是引入磺酸基占据羟基对位,防止羟基对位的氢原子被溴取代。

(5) $NCCH_2COOC_2H_5$ 的同分异构体中,含有一 CN 且能与 $NaHCO_3$ 溶液反应放出 CO_2 气体,说明含有羧基,同分异构体碳骨架为  (箭头为一 CN 作为取代基的位置),共有 5 种。



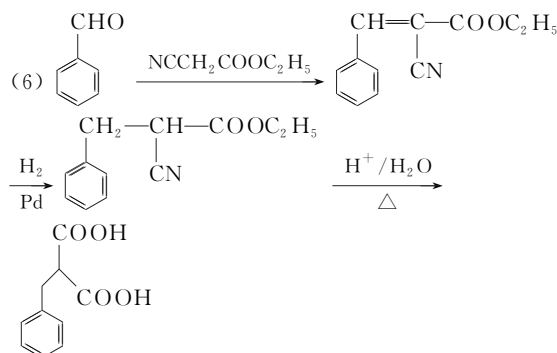


答案:(1) 醛基、醚键 加成反应



(4) 引入磺酸基占据羟基对位,防止羟基对位的氢原子被溴取代

(5) 5



高考模拟预测卷(三)

1. B [A. 一般情况下钛合金的熔点低于纯钛金属,故 A 错误; B. 一定条件下对苯二甲酸与对苯二胺发生缩聚反应生成聚对苯二甲酰对苯二胺和水,故 B 正确; C. 石英砂的主要成分是二氧化硅,金刚砂的成分是碳化硅,二氧化硅和碳化硅都是化合物,不可能互为同素异形体,故 C 错误; D. 脂肪酸的相对分子质量小于 1 万,不属于高分子,所以利用二氧化碳合成脂肪酸,不可能实现无机小分子向有机高分子的转变,故 D 错误;故选 B。]

2. C [A. 强光照射甲烷和氯气的混合气体时,易发生爆炸,应避免日光直射,A 项错误; B. 水银有毒,不能直接冲洗至下水道,B 项错误; C. 浓硫酸密度比水大,稀释浓硫酸时,应将浓硫酸沿烧杯壁缓缓注入水中,并用玻璃棒不断搅拌,C 项正确; D. NaOH 易潮解且具有腐蚀性,称量 NaOH 固体时,应在烧杯中称取,D 项错误;故选 C。]

3. D [A. Mn 是第 25 号元素,基态 Mn 原子价层电子轨道表示

式: $\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline 3d & & & & & 4s \\ \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$, A 错误; B. p-p π 键以肩并肩方式重叠,B 错误; C. CO_2 分子中含有两个碳氧双键,为直线形结构,碳原子半径大于氧原子半径,其空间填充模型为



, C 错误; D. Al 是 13 号元素,则 Al^{3+} 的结构示意图:



4. D [A. 碳酸氢钠和氯化钡溶液不反应,不生成沉淀,A 错误; B. Na_2SO_3 样品变质是被氧气氧化为硫酸钠,硫酸钠和盐酸不反应,亚硫酸钠和盐酸生成二氧化硫气体,加入盐酸产生

气泡只能说明含有亚硫酸钠,不能检验 Na_2SO_3 样品是否变质,B 错误; C. CO_2 通入 NaClO 溶液中反应生成碳酸氢钠和次氯酸,但是反应无明显现象,C 错误; D. 向 AgNO_3 溶液中滴加氨水至沉淀恰好溶解得到银氨溶液,D 正确;故选 D。]

5. D [NaHSO_3 水解的离子方程式为 $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{H}_2\text{SO}_3$, A 错误; CO_2 通入 BaCl_2 溶液中不反应,不会生成 BaCO_3 沉淀,B 错误; $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 比 MgCO_3 更难溶,所以碳酸氢镁溶液与足量 NaOH 溶液反应生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, C 错误。]

6. C [长导气管应该通 CO_2 ,短导气管通 NH_3 防倒吸,A 错误; NaOH 溶液用碱式滴定管装,B 错误;用试管倒扣水中防止 Cl_2 泄漏污染环境,同时反应产生易溶于水的 HCl ,反应后液面上升,C 正确;用稀盐酸和大理石制取出的 CO_2 中含有 HCl 会干扰实验,应该选用饱和 NaHCO_3 溶液除去 HCl , D 错误。]

7. A [W、X、Y、Z、M 是原子序数依次增大的短周期主族元素,根据化合物 Q 的结构图,X 最外层有 4 个电子,则 X 是 C 元素,结合 Y 的最外层电子数等于 X 核外电子总数,可知 Y 是 O 元素, M^+ 带 1 个正电荷,可知 M 是 Na 元素,W 得到 1 个电子后形成四个共价键,则 W 是 B 元素,Z 形成了 1 个共价键,则 Z 是 F 元素。A. 经分析,M 是 Na 元素,Y 是 O 元素,Z 是 F 元素,三者的离子核外电子排布相同,核电荷数越大,离子半径越小,则简单离子半径: $\text{O}^{2-} > \text{F}^- > \text{Na}^+$, A 符合题意; B. WZ_3 和 XY_3^{2-} 分别为 BF_3 、 CO_3^{2-} ,前者孤电子对数为 $\frac{3-3 \times 1}{2} = 0$,价层电子对数为 $3+0=3$,其空间结构是平面三

角形,后者孤电子对数为 $\frac{4+2-3 \times 2}{2} = 0$,价层电子对数为 $3+0=3$,其空间结构是平面三角形,故空间结构相同,B 不符合题意; C. Y、Z、X 的简单氢化物依次为水、氟化氢和甲烷,前二者分子间均有氢键,水常温下是液态,氟化氢是气体,则三种氢化物的沸点依次降低,C 不符合题意; D. 同周期元素从左至右第一电离能总体呈增大趋势,故第一电离能: $\text{F} > \text{O} > \text{C}$, D 不符合题意;故选 A。]

8. D [镀锡铜箔用硫酸铜溶液浸取时,发生反应: $\text{Cu}^{2+} + \text{Sn} = \text{Sn}^{2+} + \text{Cu}$,再用氧化剂将 Sn^{2+} 氧化为 Sn^{4+} ,水解成 $\text{Sn}(\text{OH})_4$,焙烧分解成 SnO_2 。A. 硫酸铜溶液浸取时发生反应: $\text{Cu}^{2+} + \text{Sn} = \text{Sn}^{2+} + \text{Cu}$,分次加入镀锡铜箔,可减少铜粉覆盖反应物,提高浸取率,A 正确; B. “氧化”过程中加入试剂 X,将 Sn^{2+} 氧化为 Sn^{4+} ,试剂 X 可以是 H_2O_2 , B 正确; C. $\text{Sn}(\text{SO}_4)_2$ 水解生成 $\text{Sn}(\text{OH})_4$ 沉淀和硫酸,溶液可返回浸取工序循环使用,C 正确; D. 高温焙烧 $\text{Sn}(\text{OH})_4$ 得到 SnO_2 ,条件是 550°C ,不能用蒸发皿,应该用坩埚,D 错误;故选 D。]

9. C [A. 与气态氧化剂相比,液态氧化剂具有溶解度大、传质效率高等优点,A 正确; B. 由图 b 可知阴极通氧化剂,同时阴极发生还原反应(即原电池正极),故电极反应为 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + \text{e}^- = \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$, B 正确; C. 根据题意,结合电池内溶液流动示意图可知,电池工作时, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 从阴极流入主通道,并不向阳极移动, C 错误; D. 通燃料 HCOONa 一极为负极,负极失电子(失电子一极可叫阳极),碱性条件下阳极反应式为 $\text{HCOO}^- + 3\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$, D 正确;故答案选 C。]

10. A [A. 苯及直接连接苯环的原子,乙烯、乙炔分子中所有原子共平面,甲烷分子中最多有 3 个原子共平面,单键可以旋转,根据图知,该分子中所有碳原子可能共平面,故 A 正确; B. Y 中的醇羟基与 HBr 发生取代反应,故 B 错误; C. 连接 4 个不同原子或原子团的碳原子为手性碳原子,Y 分子中连接 $-\text{CH}_2\text{OH}$ 的碳原子为手性碳原子,有 1 个手性碳原子,故 C 错误; D. Z 分子中连接醇羟基的碳原子相邻碳原子上没有氢原子,所以不能发生消去反应,故 D 错误;故选 A。]

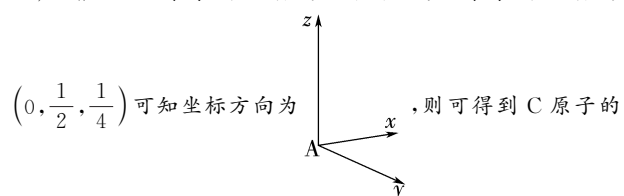
11. C [A. 状态 ③ $\rightarrow$ ④ 反应的活化能最大,该步决定反应速率, A 项错误; B. 状态 ⑤ $\rightarrow$ ① 是 $[\text{Cu}^{\text{II}}(\text{NO}_2)(\text{NH}_3)_2]^+$ 与 NH_4^+ 转化

为 $[\text{Cu}^{\text{II}}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$ 、 N_2 、 H_2O 的过程,有极性键的断裂和生成、非极性键的生成,不存在非极性键的断裂,B项错误;C.状态② $\rightarrow$ ③是 $[\text{Cu}^{\text{II}}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 与 NO 反应生成 $[\text{Cu}^{\text{I}}(\text{H}_2\text{NNO})(\text{NH}_3)_2]^+$ 与 NH_4^+ ,Cu元素化合价降低,则有部分N元素化合价升高,被氧化,C项正确;D.该脱硝过程总反应的化学方程式为 $4\text{NH}_3+4\text{NO}+\text{O}_2\xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}}6\text{H}_2\text{O}+4\text{N}_2$,D项错误;答案选C。

12. A $[\text{A}.\text{Cl}^-$ 与 Fe^{3+} 反应生成 $[\text{FeCl}_4]^-$, $c(\text{Fe}^{3+})$ 减小, $\text{Fe}^{3+}+3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$ 逆向移动,溶液颜色变浅,A项正确;B.稀释氯化铵时,铵根离子的水解程度增大,pH增大,是由于氢离子的浓度降低,B项错误;C.浓硫酸使蔗糖变黑膨胀,体现了浓硫酸的脱水性,C项错误;D.甲醛气体通入少量的溴水中,溴水褪色,是由于溴水将醛基氧化褪色,D项错误;答案选A。

13. C [滴定过程中发生反应: $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{A}=\text{NaHA}+\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NaHA}+\text{NaOH}=\text{Na}_2\text{A}+\text{H}_2\text{O}$ 。a点溶液中的溶质为 NaHA 和 H_2A ,根据元素守恒得出, $c(\text{H}_2\text{A})+c(\text{HA}^-)+c(\text{A}^{2-})<0.01\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,此时溶液的 $\text{pH}=1.85$,即 $c(\text{H}^+)=10^{-1.85}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,根据电离常数 K_{a1} 的表达式推出 $c(\text{HA}^-)=c(\text{H}_2\text{A})$,代入上式得出, $2c(\text{H}_2\text{A})+c(\text{A}^{2-})<0.01\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,A错误;b点加入20 mL NaOH 溶液, NaOH 和 H_2A 恰好完全反应生成 NaHA ,即溶质为 NaHA ,根据质子守恒得 $c(\text{H}_2\text{A})+c(\text{H}^+)=c(\text{A}^{2-})+c(\text{OH}^-)$,B错误;c点溶质为 Na_2A 和 NaHA ,根据电荷守恒得 $c(\text{Na}^+)+c(\text{H}^+)=2c(\text{A}^{2-})+c(\text{OH}^-)+c(\text{HA}^-)$,因为溶液显碱性, $c(\text{Na}^+)>2c(\text{A}^{2-})+c(\text{HA}^-)$,c点时,溶液的 $\text{pH}=7.19$,根据电离常数 K_{a2} 的表达式推出 $c(\text{HA}^-)=c(\text{A}^{2-})$,则 $c(\text{Na}^+)>3c(\text{HA}^-)$,C正确;d点溶质主要为 Na_2A 和少量 NaHA ,溶液中 $c(\text{Na}^+)>c(\text{A}^{2-})>c(\text{HA}^-)$,D错误;故选C。

14. C [A.根据X的晶胞图可知, Li^+/Na^+ 有4个位于棱上、有6个位于面心,则 Li^+/Na^+ 的个数为 $4\times\frac{1}{4}+6\times\frac{1}{2}=4$,Ti原子有8个位于顶点、有4个位于面心、有1个位于体心,则Ti原子的个数为 $8\times\frac{1}{8}+4\times\frac{1}{2}+1=4$,O原子有16个位于棱上、有4个位于面心、有2个位于体心,则O原子的个数为 $16\times\frac{1}{4}+4\times\frac{1}{2}+2=8$,得到X晶体的化学式为 $\text{NaTiO}_2/\text{LiTiO}_2$,A错误;B.以体心O原子为例,与其周围最近的O原子距离 $\frac{\sqrt{2}a}{2}\text{ pm}$,最近的O原子个数为12,B错误;C.根据A原子的坐标为 $(0,0,0)$ 、B原子的坐标为



坐标为 $(\frac{1}{2},1,\frac{3}{4})$,C正确;D.根据 $1\text{ pm}=1\times 10^{-10}\text{ cm}$,若X为储锂晶体,则其密度为 $\rho=\frac{(7+48+16\times 2)\text{ g}\times 4}{N_{\text{A}}(a\times 10^{-10}\text{ cm})^2\times b\times 10^{-10}\text{ cm}}=\frac{348\times 10^{30}}{N_{\text{A}}\cdot a^2b}\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,D错误;故答案为C。

15. 解析:钛白酸性废水(含 Sc^{3+} 、 TiO^{2+} 、 Fe^{3+} 等)加入有机萃取剂,有机相含有 Sc^{3+} 、 TiO^{2+} 、 Fe^{3+} ,用稀硫酸和 H_2O_2 洗涤, TiO^{2+} 转化为 $[\text{TiO}(\text{H}_2\text{O}_2)]^{2+}$ 进入水相中,经过亚硫酸钠转化,用热水沉钛得到 $\text{TiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$,加热分解得到 TiO_2 ;有

机相再经过 NaOH 溶液反萃取,再过滤得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Sc}(\text{OH})_3$ 沉淀,滤渣用10%的盐酸溶解富集, $\text{Sc}(\text{OH})_3$ 沉淀溶解得到 ScCl_3 溶液,最后得到的 ScCl_3 用 Mg 热还原得到 Sc 。

(1)钛(Ti)的原子序数为22,核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$,因此价层电子排布式为 $3d^2 4s^2$ 。

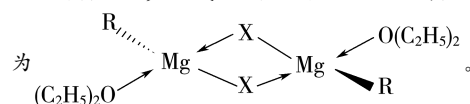
(2) H_2O_2 作为配体,与 Ti^{4+} 形成稳定的配离子 $[\text{TiO}(\text{H}_2\text{O}_2)]^{2+}$ 。该配离子易溶于水,使钛元素进入水相,从而实现与有机相的分离。

(3) $\text{Sc}(\text{OH})_3$ 与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 类似,具有两性。 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 在过量强碱中会溶解生成 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$,已知 Sc^{3+} 易形成八面体的配离子,因此 Sc^{3+} 的配位数为6, $\text{Sc}(\text{OH})_3$ 在过量强碱中溶解,生成六羟基合钪酸钠 $\text{Na}_3[\text{Sc}(\text{OH})_6]$,化学方程式为 $\text{Sc}(\text{OH})_3+3\text{NaOH}=\text{Na}_3[\text{Sc}(\text{OH})_6]$ 。

(4)已知 $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]=2.8\times 10^{-39}$, $\text{pH}=3$ 时, $c(\text{H}^+)=10^{-3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,因此 $c(\text{OH}^-)=10^{-11}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。根据溶度积公式 $K_{\text{sp}}=c(\text{Fe}^{3+})\cdot c^3(\text{OH}^-)$,代入数值计算 $c(\text{Fe}^{3+})=\frac{K_{\text{sp}}}{c^3(\text{OH}^-)}=2.8\times 10^{-6}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

(5)萃取率 $E=(D\cdot V_{\text{有机相}})/(D\cdot V_{\text{有机相}}+V_{\text{水相}})\times 100\%$ 。代入 $D=10$, $V_{\text{水相}}=1\text{ 000 L}$, $V_{\text{有机相}}=500\text{ L}$,得 $E=(10\times 500)/(10\times 500+1\text{ 000})=5\text{ 000}/(5\text{ 000}+1\text{ 000})=5\text{ 000}/6\text{ 000}\approx 83.3\%$ 。提高萃取率可通过增大D(如调节pH或更换萃取剂)、增大有机相体积或多级萃取来实现。

(6)格氏试剂 RMgX 在乙醚中以二聚体的形式存在,乙醚氧原子与镁配位,镁的配位数为4,两个 RMgX 单元通过氯桥连接,形成环状结构,其结构



为

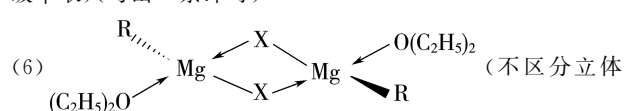
答案:(1) $3d^2 4s^2$

(2)提供配体,生成稳定的配离子 $[\text{TiO}(\text{H}_2\text{O}_2)]^{2+}$ 进入水层,便于分离出钛

(3) $\text{Sc}(\text{OH})_3+3\text{NaOH}=\text{Na}_3[\text{Sc}(\text{OH})_6]$

(4) 2.8×10^{-6}

(5)83.3% 提高分配比D(如更换萃取剂或调节pH)/增大相比V(增加有机相体积)/增加萃取级数(如进行二级、三级萃取)(写出一条即可)



结构)

16. 解析:(1)镁和醋酸生成醋酸镁和氢气: $\text{Mg}+2\text{CH}_3\text{COOH}=\text{Mg}^{2+}+2\text{CH}_3\text{COO}^-+\text{H}_2\uparrow$ 。

(2)①镁为活泼金属,能和水生成氢气和氢氧化镁,使得溶液pH增大,故3 000 s后盐酸体系的pH发生突跃是由于镁和盐酸反应结束,体系中又生成了 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 。

②其他条件相同,镁条分别同时与 $\text{pH}=2.25$ 的乙酸溶液和 $\text{pH}=2.12$ 的盐酸反应,乙酸溶液的 $c(\text{H}^+)$ 更小,但是气体生成速率大于盐酸,故导致两反应体系气体生成速率差异的主要因素不是溶液中的 H^+ 浓度不同,说法不成立。

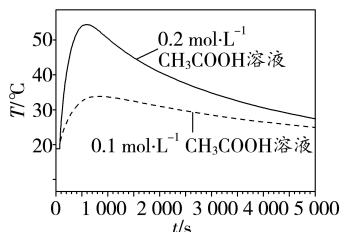
(3)①纯醋酸中含醋酸分子,假设 CH_3COOH 分子能直接与 Mg 反应,则实验方案及现象为将光亮的镁屑投入冰醋酸(或纯醋酸)中,立即产生气体,假设1成立。

②常温下反应: $\text{Mg}(\text{OH})_2+2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}+2\text{CH}_3\text{COO}^-+2\text{H}_2\text{O}$ 的平衡常数 $K=\frac{c(\text{Mg}^{2+})c^2(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c^2(\text{CH}_3\text{COOH})}=\frac{c(\text{Mg}^{2+})c^2(\text{OH}^-)c^2(\text{CH}_3\text{COO}^-)c^2(\text{H}^+)}{c^2(\text{OH}^-)c^2(\text{H}^+)c^2(\text{CH}_3\text{COOH})}$

$$\frac{K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2]K_a^2(\text{CH}_3\text{COOH})}{K_w^2} = \frac{5.6 \times 10^{-12} \times (1.8 \times 10^{-5})^2}{1.0 \times 10^{-14 \times 2}} \approx 1.8 \times 10^7$$

(4) 猜想乙酸溶液与镁反应的主要微粒是乙酸分子, 设计对比实验进行探究, 则两组实验中醋酸浓度应该相同, 第2组为 CH_3COOH 溶液和一定浓度的 CH_3COONa 溶液等体积混合, 则为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CH_3COOH 溶液, 混合后得到 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CH_3COOH 溶液; 加入醋酸钠后, 醋酸根离子抑制醋酸的电离, 使得第2组中醋酸分子浓度增大, 则若 $b > a$, 说明乙酸溶液与镁反应的主要微粒是乙酸分子, 能证明猜想成立。

(5) 醋酸浓度越大, 则醋酸的电离度越小, 溶液中醋酸分子浓度越大, 导致反应速率越大, 放热越多, 故图像为

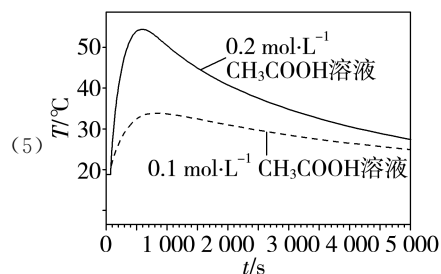


答案: (1) $\text{Mg} + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2 \uparrow$

(2) ① $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ② 否 其他条件相同, 镁条分别同时与 $\text{pH}=2.25$ 的乙酸溶液和 $\text{pH}=2.12$ 的盐酸反应, 乙酸溶液的 $c(\text{H}^+)$ 更小, 但是气体生成速率大于盐酸

(3) ① 将光亮的镁屑投入冰醋酸(或纯醋酸)中, 立即产生气体 ② 1.8×10^7

(4) 0.2 $b > a$



17. 解析: (1) 根据盖斯定律, $\text{i} - \text{ii} = \text{iii}$, 所以 $\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2 = (-49.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - (+41.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -90.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 已知反应 $\text{i}: \text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 反应 $\text{iii}: \text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$, 现利用 i 和 iii 两个反应合成 CH_3OH , 已知 CO 可使反应的催化剂寿命降低,

若氢碳比表示为 $x = \frac{n(\text{H}_2) - n(\text{CO}_2)}{n(\text{CO}) + n(\text{CO}_2)}$, 则理论上 $x =$

$\frac{2+3-1}{1+1} = 2$ 时, 平衡混合物中生成物含量最高, 但生产中往往采用略高于该值的氢碳比, 理由: 使 CO 充分反应, 避免反应催化剂寿命下降。

(3) 起始投料量相同的条件下, 容器体积与压强成反比, 由图像可知起始压强大的对应容器的体积小, 故 B 曲线对应甲容器中压强的变化情况, 250°C , 在乙(容积为 2 L)刚性容器中充入 2 mol CO_2 和 6 mol H_2 , 在适宜的催化剂作用下发生反应 i , 达到平衡时压强为 2.8 MPa , 列出三段式:

	$\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$			
起始量/mol	2	6	0	0
转化量/mol	x	$3x$	x	x
平衡量/mol	$2-x$	$6-3x$	x	x

依据压强之比等于物质的量之比, 容器乙中 $\frac{8 \text{ mol}}{(8-2x) \text{ mol}} =$

$\frac{4 \text{ MPa}}{2.8 \text{ MPa}}$, 解得 $x = 1.2$, 则混合气体总物质的量 $n = (0.8 + 2.4 + 1.2 + 1.2) \text{ mol} = 5.6 \text{ mol}$, 各气体的分压分别为 $p(\text{CO}_2) = \frac{0.8 \text{ mol}}{5.6 \text{ mol}} \times 2.8 \text{ MPa} = 0.4 \text{ MPa}$, $p(\text{H}_2) = \frac{2.4 \text{ mol}}{5.6 \text{ mol}}$

$\times 2.8 \text{ MPa} = 1.2 \text{ MPa}$, $p(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{1.2 \text{ mol}}{5.6 \text{ mol}} \times 2.8 \text{ MPa} =$

0.6 MPa , $p(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1.2 \text{ mol}}{5.6 \text{ mol}} \times 2.8 \text{ MPa} = 0.6 \text{ MPa}$, 则压强

平衡常数 $K_p = \frac{p(\text{CH}_3\text{OH})p(\text{H}_2\text{O})}{p(\text{CO}_2)p^3(\text{H}_2)} = \frac{0.6 \times 0.6}{0.4 \times (1.2)^3} = \frac{25}{48}$ 。

(4) 反应 $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCOOH}(\text{g})$ 的化学平衡常数

表达式 $K = \frac{c(\text{HCOOH})}{c(\text{CO}_2)c(\text{H}_2)}$; 而 $v_{\text{正}} = k_{\text{正}}c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{H}_2)$,

$v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}}c(\text{HCOOH})$, $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 为速率常数, 平衡时 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$, 即 $k_{\text{正}}c(\text{CO}_2)c(\text{H}_2) = k_{\text{逆}}c(\text{HCOOH})$, 则 $K =$

$\frac{c(\text{HCOOH})}{c(\text{CO}_2)c(\text{H}_2)} = \frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}}$, 所以 $k_{\text{正}} = 1.8k_{\text{逆}}$; 温度为 $T_2^\circ\text{C}$ 时, $k_{\text{正}} = 1.9k_{\text{逆}}$, 则 $K = 1.9$, 即平衡常数 K 增大, 反应正向移动,

该反应为放热反应, 降低温度才正向移动, 所以 $T_2 < T_1$ 。

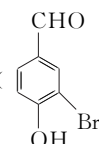
答案: (1) -90

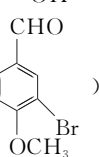
(2) 2 使 CO 充分反应, 避免反应催化剂寿命下降

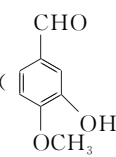
(3) 甲 $\frac{0.6 \times 0.6}{0.4 \times 1.2^3}$ (或 $\frac{25}{48}$)

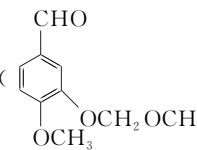
(4) $1.8 <$

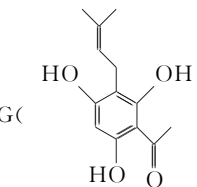
18. 解析: 通过 B 的分子式, 以及 C 的结构, 可知 A 与溴发生取

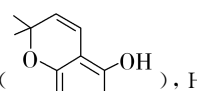
代反应生成 B(), B 与 $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{SO}_2$ 发生取代反

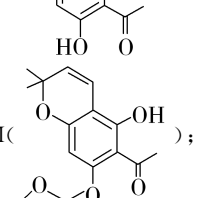
应生成 C(), C 水解并酸化后生成 D

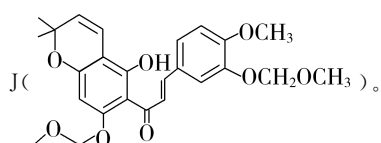
(), D 与 $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{Cl}$ 发生取代反应生成 E

(); F 与  发生取代反应生成

G(), G 发生已知信息 ① 反应生成 H

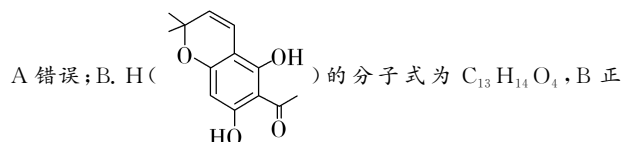
(), H 与 $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{Cl}$ 发生取代反应生成

I(); E 和 I 发生已知信息 ② 反应生成

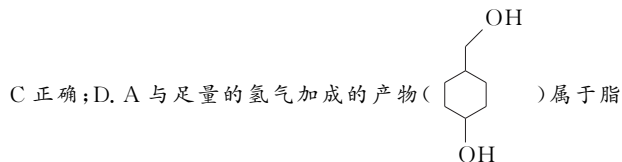


(1)C中含有的官能团的名称是醛基、碳溴键、醚键,其中碳溴键是无氧官能团。

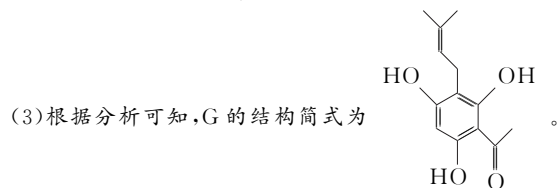
(2)A、G转化为H的反应少了2个氢原子,属于氧化反应,



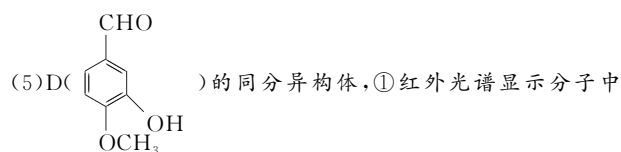
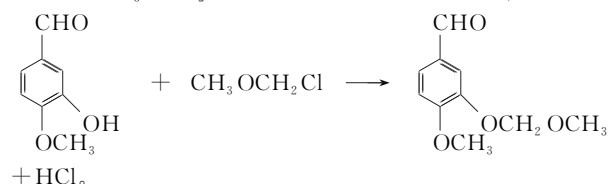
确;C、J的碳碳双键两端连接的基团不同,存在顺反异构体,



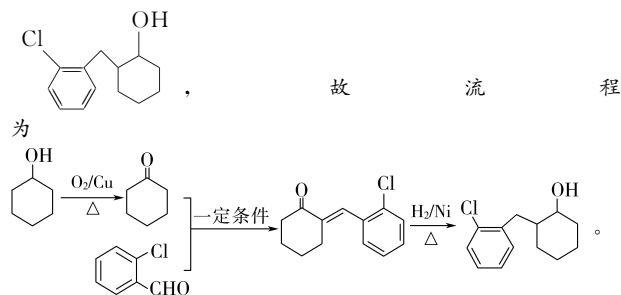
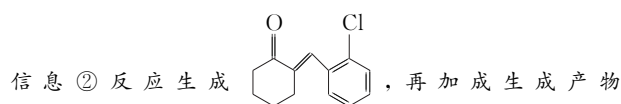
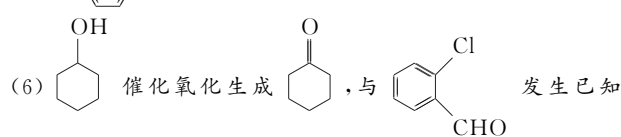
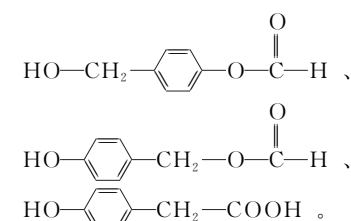
环烃的衍生物,D 错误;故选 BC。



(4)D与 CH_3OCH_2Cl 发生取代反应生成 E,化学方程式为

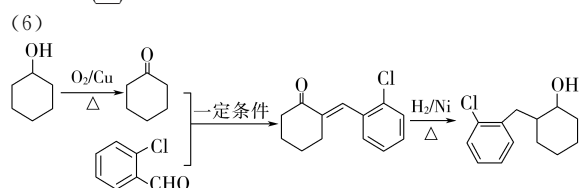
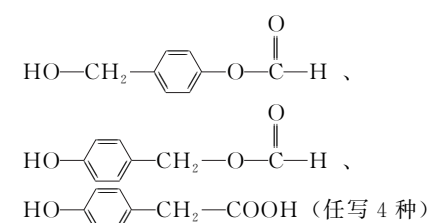
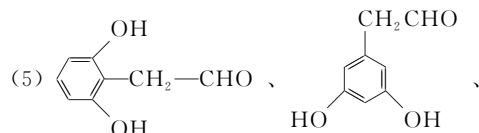
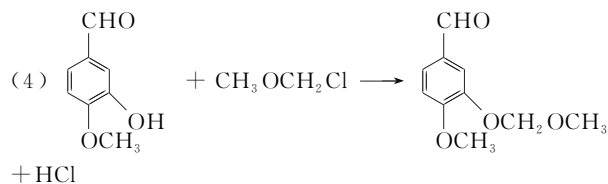
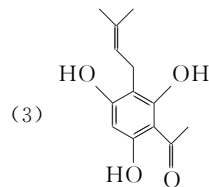


除苯环外,无其他环状结构和碳碳双键,有 $-CH_2-$ 原子团,说明无甲基,② ^1H-NMR 显示苯环上有2种氢原子,说明结构高度对称,③定量测定表明1 mol 该物质能与2 mol NaOH 反应,则取代基有两个基团可与氢氧化钠反应,可能的取代基为酯基、酚羟基、羧基,结构为



答案:(1)碳溴键

(2)BC



高考模拟预测卷(四)

- B** [“以灰淋汁,取碱浣衣”的原理是用水溶解草木灰,然后过滤,分离出残渣,利用滤液洗衣服,涉及的实验操作为过滤,答案选B。]
- C** [A.激光的产生就是在外部刺激的情况下,很多高能电子同时释放相位和能级相同能量,这些能量成为颜色一样的光子,有的在激光器内反射,继续与电子碰撞,释放更多的与它相同的光子,有的离开激光器,形成激光,与电子跃迁有关,故A项正确;B.橡胶含有碳碳双键,易被氧化,所以橡胶老化与碳碳双键有关,故B项正确;C.植物油是不饱和烃,加氢制硬化油与植物油中含有碳碳双键有关,与酯基无关,故C项错误;D.金属晶体的组成微粒为金属离子和自由电子,存在金属键,当金属受到外力作用时,晶体中的各原子层就会发生相对滑动,但是金属键未被破坏,所以金属具有良好的延展性,可以加工成各种形状与其金属键有关,故D项正确;故本题选C。]
- A** [A.含重金属离子(如 Pb^{2+} 、 Hg^{2+} 等)的废液需通过沉淀或氧化还原等方法处理后才能排放,直接排放会污染环境,A 错误;B.冷水处理可以降低烫伤处的温度,减轻烫伤程度,再涂抹烫伤药膏治疗,B 正确;C.乙炔等可燃性气体与空气混

合达到爆炸点时遇明火会爆炸,故点燃前应验纯,C正确;D.水银有毒、易挥发,若不慎有水银洒落,可用硫粉处理将其转化为HgS,减少空气中的水银,D正确;故答案选A。]

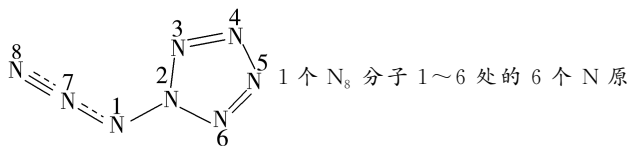
4. D [A.该中间体中含有碳碳双键,且碳碳双键中每个碳原子连接2个不同的原子或原子团,故存在顺反异构体,A项正确;B.该中间体中含有碳碳双键、酯基和醚键,能与氧气发生燃烧反应、能使酸性高锰酸钾溶液褪色,属于氧化反应,能发生水解反应,属于取代反应,B项正确;C.该中间体中含有碳碳双键、酯基和醚键3种官能团,只有碳碳双键的加成反应能使溴的四氯化碳溶液褪色,故能用溴的四氯化碳溶液检验该中间体中含有的碳碳双键,C项正确;D.在催化剂存在下与足量氢气反应,苯环、碳碳双键的 π 键均断裂,而酯基中碳氧双键的 π 键不能断裂,D项错误;答案选D。]

5. A [A.溶液中 $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)} = -6$, $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)} = 1 \times 10^{-6}$,说明溶液 $\text{pH} = 10$,碱性环境下各离子间不反应,可大量共存,A符合题意;B.酸性溶液中 NO_3^- 具有强氧化性,可与具有还原性的 Fe^{2+} 发生氧化还原反应,不能大量共存,B不符合题意;C. Fe^{3+} 与 SCN^- 间发生络合反应,不能大量共存,C不符合题意;D.水电离出的 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,说明水的电离受到抑制,溶液可能呈酸性也可能呈碱性, NH_4^+ 不能在碱性环境下大量共存, CO_3^{2-} 不能在酸性环境下大量共存,D不符合题意;答案选A。]

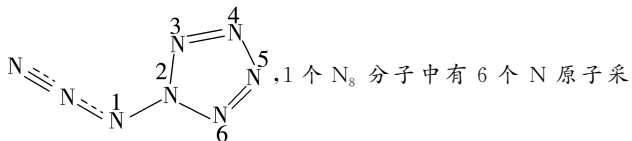
6. C [A.酸性重铬酸钾可以将乙醇氧化为乙酸,本身被还原为 Cr^{3+} ,该离子方程式正确;B.氢氧化二氨合银在水中完全电离为二氨合银配离子、氢氧根离子,加入盐酸后,二氨合银配离子被破坏,银离子和氯离子产生氯化银沉淀,配体氨分子转化为铵根离子,氢氧根离子被中和生成水,该离子方程式正确;C.向次氯酸钙溶液中通入过量二氧化碳生成碳酸氢钙和次氯酸,该离子方程式错误;D.氢氧化铁比氢氧化镁更难溶,向 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 悬浊液中滴加 FeCl_3 溶液,发生沉淀转化生成氢氧化铁沉淀和氯化镁,该化学方程式正确;故选C。]

7. B [A.橡胶硫化可以使线型结构变成三维网状结构,增强橡胶的强度和韧性,轮胎在使用过程中需要承受较大的压力、摩擦力等,具有高强度的硫化顺丁橡胶适合制作轮胎,A正确;B.晶粒 $r = 5 \text{ nm}$ 的金属铝的熔点比 $r = 100 \text{ nm}$ 的低,主要是因为晶体的表面积增大,表面原子所占比例增加,原子间的作用力减弱,熔点降低,B错误;C.甲基是推电子基团,增加了N原子的电子云密度,使得 $\text{CH}_3\text{NH}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 更易结合氢离子,导致碱性比 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 强,C正确;D.等离子体中含带电粒子且能自由运动,导致等离子体具有良好的导电性和流动性,可用作制造显示器,D正确;故答案选B。]

8. D [A. 112.0 g N_8 为 $\frac{112 \text{ g}}{112 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$,含有8 mol N,根据氮原子守恒,1 mol N_8 完全分解产生4 mol N_2 ,产生的 N_2 分子数为 $4N_A$,A正确;B. N_8 分子中所有原子共面可知



子采取 sp^2 杂化,7、8两处的N原子采取 sp 杂化,其中8、1、3、4、5、6六处N原子各有一对孤电子对即1个 N_8 分子有6对孤电子对,1.0 mol N_8 的(价层)孤电子对数为 $6N_A$,B正确;C.1个 N_8 分子中有8个 σ 键,1.0 mol N_8 中 σ 键数为 $8N_A$,C正确;D. N_8 分子中所有原子共面可知



取 sp^2 杂化,1.0 mol N_8 中 sp^2 杂化的N原子数为 $6N_A$,D错误;故选D。]

9. D [由化学组成 $\text{W}^+[\text{X}_3\text{Y}_3\text{Z}_3\text{M}_2]^-$ 可知,W形成+1价阳离子,则W为Li或Na,且其原子序数较X、Y、Z大,则W为Na,X、Y、Z为原子序数依次增大的同周期相邻元素,结合在化学组成 $\text{W}^+[\text{X}_3\text{Y}_3\text{Z}_3\text{M}_2]^-$ 中形成的是原子团阴离子,X、Y、Z为非金属元素,且基态X原子与基态Z原子的未成对电子数相同,价层电子排布为 $2s^2 2p^2$ 、 $2s^2 2p^4$ 的未成对电子数均为2,符合条件,则X、Z分别为C、O,Y为N,M的原子序数等于X与W的质子数之和,即M的原子序数等于 $6+11=17$,M为Cl。A.M为Cl、W为Na、Z为O,原子半径 $\text{Na} > \text{Cl} > \text{O}$,即 $\text{W} > \text{M} > \text{Z}$,A项错误;B. SO_3 的空间结构为平面三角形,Y为N、M为Cl, YM_3 为 NCl_3 ,空间结构为三角锥形,与 SO_3 空间结构不相同,B项错误;C.Y为N,不是半导体材料,半导体器件的研制开始于Si,C项错误;D.M为Cl、Y为N,非金属性: $\text{Cl} > \text{N}$,最高价氧化物对应水化物的酸性: $\text{HClO}_4 > \text{HNO}_3$,D项正确;故选D。]

10. A [A.葫芦脲CB[5]具有孤电子对的空腔端口的羰基氧原子与具有空轨道的阳离子以配位键形式形成超分子,但本身不是超分子,故A错误;B.CB[n]主体为环状结构,具有刚性,难以变形,主客体结合具有专一性,故B正确;C.CB[n]具有N、O,能与水形成氢键,主客体组装可在水相中进行,故C正确;D.阿霉素在CB[7]中以质子化形式存在,可能是改变了分子构象,适应CB[7]的空腔直径,同时可以与葫芦脲CB[7]中的氧原子结合,增强结合能力,故D正确;故答案选A。]

11. A [由实验装置图可知,干燥的 Cl_2 进入三颈烧瓶中,与 SbCl_5 反应制备 SbCl_5 ,用真空泵抽气将 SbCl_5 转移至双口烧瓶中,用减压蒸馏的方法在圆底烧瓶中收集到 SbCl_5 ,其中试剂X为碱石灰,用于吸收未反应的 Cl_2 ,防止污染环境,同时防止空气中水蒸气进入三颈烧瓶中导致 SbCl_5 水解,毛细管的作用是减压蒸馏时连通大气,减压时可吸入极少量空气,防止液体暴沸。A.装置I中为球形冷凝管回流冷凝防止低沸点原料和产品被蒸出,而装置II中的冷凝管在蒸馏时冷凝气体液化收集,两者作用不一致,不能互换,A错误;B.X和Y均有处理 Cl_2 尾气的作用,可选择碱石灰,B正确;C.液体加热时易暴沸,碎瓷片和毛细管均能防止暴沸,C正确;D.液态 SbCl_5 在 140°C 时即发生分解,所以两步均利用减压蒸馏降低蒸馏的温度防止产品分解,D正确;故选A。]

12. C [由题干装置可知,左侧为 CH_3OCH_3 燃料电池,a电极为负极,电极反应为 $\text{CH}_3\text{OCH}_3 - 12\text{e}^- + 16\text{OH}^- = 2\text{CO}_3^{2-} + 11\text{H}_2\text{O}$,b电极为正极,电极反应为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$,c与电源正极相连是阳极,电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$,d与电源负极相连是阴极,电极反应为 $2\text{CH}_2 = \text{CHCN} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{NC}(\text{CH}_2)_4\text{CN}$ 。A.由分析可知,a电极为负极,电极反应为 $\text{CH}_3\text{OCH}_3 - 12\text{e}^- + 16\text{OH}^- = 2\text{CO}_3^{2-} + 11\text{H}_2\text{O}$,故①室没有无色气体产生,A错误;B.由分析可知,c与电源正极相连是阳极,则c电极上发生氧化反应,B错误;C.由分析可知,d与电源负极相连是阴极,d电极发生的反应为 $2\text{CH}_2 = \text{CHCN} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{NC}(\text{CH}_2)_4\text{CN}$,C正确;D.题干未告知气体所处的状态,无法计算气体的物质的量,D错误;故答案选C。]

13. C [A.生成物能量低,反应物能量高,所以该反应为放热反应, $\Delta H < 0$,故A错误;B.由流程可知,有O—H键的断裂和H—H键的形成,即存在极性键的断裂和非极性键的形成,无非极性键的断裂,故B错误;C.由图可知,羧基中的氢元素解离出来,混合体系中有H和D,所以若用 HCOOD 代替 HCOOH ,得到的产物有HD和 CO_2 ,故C正确;D.Ⅳ到Ⅴ活化能最大,为决速步骤,故D错误;故答案选C。]

14. C [向 NH_4HSO_3 溶液中滴加盐酸, HSO_3^- 浓度降低, H_2SO_3 浓度增大,向 NH_4HSO_3 溶液中滴加NaOH溶液, HSO_3^- 浓度降低, SO_3^{2-} 浓度增大, NH_4^+ 浓度降低, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 浓度增大,所以图像中从左开始曲线依次表示 H_2SO_3 、 HSO_3^- 、 SO_3^{2-} (X)、 NH_4^+ 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$,从图中可

以看出,当 $c(\text{H}_2\text{SO}_3) = c(\text{HSO}_3^-)$, 可知 H_2SO_3 的 $K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 10^{-1.9}$, 当 $c(\text{HSO}_3^-) = c(\text{SO}_3^{2-})$, 可知 H_2SO_3 的 $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 10^{-7.2}$, 当 $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$, 可知 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的 $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 10^{9.3-14} = 10^{-4.7}$ 。A. 由分析可知, 曲线 X 表示 SO_3^{2-} 的分布系数, A 错误; B. 由图像可知, $K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 10^{-1.9}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 10^{-7.2}$, $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 10^{-4.7}$, 所以 $\text{HSO}_3^-(\text{aq}) + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$, $K = \frac{K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3)}{K_w} = 10^{2.1}$, B 错误; C. 根据元素守恒可得: $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3) + c(\text{SO}_3^{2-})$, a 点存在 $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{SO}_3^{2-})$, 可得 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)$, C 正确; D. 通入 O_2 会氧化 HSO_3^- 同时生成 H^+ , 即 $c(\text{H}^+)$ 变大, 而 $K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3)$ 只随温度的变化而变化, D 错误; 故选 C。

15. 解析: 以某废镍催化剂(含有 NiO 、 CuO 、 SiO_2 、 FeO 、 Al_2O_3 、 PbO 等氧化物), 经过球磨, 将催化剂粉碎, 提高浸出率, 酸浸后相应的金属氧化物溶解, SiO_2 不溶解, Pb 元素转化为 PbSO_4 , 二者进入滤渣①中, 滤液①中加入 Na_2S 除铜, 则滤渣②为 CuS , 滤液加入过氧化氢溶液, 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 调节 pH 使得 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀除掉, 滤液经过一系列操作得到硫酸镍晶体。

(1)“球磨”的作用是增大废镍催化剂的表面积, 提高浸出效率; 由分析可知, “滤渣①”的主要成分为 SiO_2 、 PbSO_4 。

(2) 已知, $\text{pH} < 6.45$ 时 Ni^{2+} 能稳定存在, $\text{pH} < 4.11$ 时 Cu^{2+} 能稳定存在, 若以“滤渣②”为原料制备硫酸铜, 则在酸浸过程中 Cu^{2+} 不能形成沉淀, 即需要 Cu^{2+} 稳定的存在于滤液①中, 因此溶液 pH 的最大整数值为 4。

$$(3) K_{a1} = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})}, K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{S}^{2-})}{c(\text{HS}^-)}, \text{联立 } K = K_{a1} \times K_{a2} = \frac{c^2(\text{H}^+)c(\text{S}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{S})} = \frac{c^2(\text{H}^+) \times \frac{K_{sp}(\text{CuS})}{c(\text{Cu}^{2+})}}{c(\text{H}_2\text{S})}, \text{可得}$$

$$c^2(\text{H}^+) = \frac{K_{a1} \times K_{a2} \times c(\text{H}_2\text{S}) \times c(\text{Cu}^{2+})}{K_{sp}(\text{CuS})} = \frac{1.1 \times 10^{-7} \times 1.3 \times 10^{-13} \times 10^{-5}}{6.3 \times 10^{-36}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times c(\text{H}_2\text{S}), \text{整理}$$

可得 $c^2(\text{H}^+) \approx 2.27 \times 10^{10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times c(\text{H}_2\text{S})$ 。

(4) 由分析可知, H_2O_2 溶液的主要作用是将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 离子方程式为 $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$; “调 pH”步骤的目的是将 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀除掉。

(5) 造成镍元素损失的主要原因是调 pH 过程中可能会生成胶体吸附溶液中的 Ni^{2+} 。

答案: (1) 增大废镍催化剂的表面积, 提高浸出效率 SiO_2 、 PbSO_4

(2) 4

(3) $2.27 \times 10^{10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(4) $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 将 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀除掉

(5) 调 pH 过程中可能会生成胶体吸附溶液中的 Ni^{2+}

16. 解析: (1) 装置 A 中盛放淀粉的仪器名称为三颈烧瓶。

(2) 通入氮气的目的为排尽装置中的空气, 防止 NO 被空气中的氧气氧化。

(3) 装置 C 中反应的离子方程式为 $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$; 装置 C 中倒置的漏斗所起的作用是防倒吸。

(4) 亚硝基硫酸(NOHSO_4) 遇水分解为两种强酸和 NO, 其分解反应的化学方程式为 $3\text{NOHSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HNO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO} \uparrow$ 。

(5) 配制 100 mL KMnO_4 溶液所需要的玻璃仪器有量筒、烧

杯、玻璃棒、100 mL 容量瓶和胶头滴管。

(6) 达到滴定终点时的实验现象为当滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 标准溶液时, 溶液恰好由浅紫色变为无色, 且半分钟内不变色。

(7) 根据 $2\text{KMnO}_4 + 5\text{NOHSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^+$ $\rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 可得, $2n(\text{NOHSO}_4) + 2n(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 5n(\text{KMnO}_4)$, 所以 $n(\text{NOHSO}_4) = 0.02 \text{ mol}$, $m(\text{NOHSO}_4) = 2.54 \text{ g}$, 所以产品中亚硝基硫酸的纯度为 $\frac{2.54 \text{ g}}{3.000 \text{ g}} \times 100\% \approx 84.7\%$ 。

答案: (1) 三颈烧瓶

(2) 排尽装置中的空气, 防止 NO 被空气中的氧气氧化

(3) $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ 防倒吸

(4) $3\text{NOHSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HNO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO} \uparrow$

(5) 胶头滴管

(6) 当滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 标准溶液时, 溶液恰好由浅紫色变为无色, 且半分钟内不变色

(7) 84.7%

17. 解析: (1) $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +247 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 该反应为吸热反应, 高温可使平衡正向移动, 提高 CH_4 的平衡转化率, 该反应为正向气体物质的量增加的反应, 低压, 可使平衡正向移动, 提高 CH_4 的平衡转化率, 故选 a。

(2) a. 由质量守恒定律可知, 反应前后气体的质量相等, 在恒容密闭容器中混合气体的密度始终不变, 则混合气体的密度保持不变不能说明正、逆反应速率相等, 无法判断反应是否达到平衡, a 错误; b. 恒容绝热容器中, 温度不再发生变化, 说明反应达到化学平衡, b 正确; c. 断裂 4 mol C—H 键代表正反应速率, 同时断裂 2 mol H—H 键代表逆反应速率, 且成比例, 说明正、逆反应速率相等, 说明反应达到化学平衡, c 正确; d. $n(\text{CH}_4) : n(\text{CO}_2) = 1 : 1$, 这与反应的初始物质的量以及反应的转化程度有关, 不能确定达到平衡, d 错误; 故选 bc。

(3) 设恒温恒容的容器中通入 $n(\text{CH}_4) : n(\text{CO}_2) : n(\text{He}) = 2 : 1 : 1$, 使总压为 p_0 , 即起始时 $p(\text{CH}_4) = \frac{1}{2} p_0 \text{ MPa}$,

$p(\text{CO}_2) = \frac{1}{4} p_0 \text{ MPa}$, $p(\text{He}) = \frac{1}{4} p_0 \text{ MPa}$, 设反应中转化

的压强为 $x p_0$, 达到平衡时总压强为 $\frac{5}{4} p_0$ (参与反应的混合气体的压强为 p_0), 列三段式如下:

$$\begin{array}{lccccccc} \text{CH}_4(\text{g}) & + & \text{CO}_2(\text{g}) & \rightleftharpoons & 2\text{CO}(\text{g}) & + & 2\text{H}_2(\text{g}) \\ p_{\text{起}}(\text{MPa}) & 0.5p_0 & 0.25p_0 & & 0 & & 0 \\ p_{\text{变}}(\text{MPa}) & xp_0 & xp_0 & & 2xp_0 & & 2xp_0 \\ p_{\text{平}}(\text{MPa}) & (0.5p_0 - xp_0) & (0.25p_0 - xp_0) & & 2xp_0 & & 2xp_0 \end{array}$$

解得 $(0.5p_0 - xp_0) + (0.25p_0 - xp_0) + 4xp_0 = p_0 \Rightarrow x = \frac{1}{8}$,

CH_4 的转化率为 $\frac{\frac{1}{8} p_0}{\frac{1}{2} p_0} \times 100\% = 25\%$, $K_p = \frac{p^2(\text{H}_2) \cdot p^2(\text{CO})}{p(\text{CH}_4) \cdot p(\text{CO}_2)} = \frac{\left(\frac{p_0}{4}\right)^2 \times \left(\frac{p_0}{4}\right)^2}{\frac{3p_0}{8} \times \frac{p_0}{8}} = \frac{1}{12} p_0^2$ 。

(4) ①较高温度下, 反应 I 平衡正向移动, 导致积碳。
② $n(\text{CH}_4) : n(\text{CO}_2) = 2 : 1$ 与 $n(\text{CH}_4) : n(\text{CO}_2) = 1 : 1$ 比, 相当于 $c(\text{CO}_2)$ 降低, 反应 III 平衡逆向进行, CO_2 转化率降低, 故代表 $n(\text{CH}_4) : n(\text{CO}_2) = 2 : 1$ 的是曲线 1; 该温度范围内, CO_2 主要发生放热的反应 III, 温度升高使反应 III 的平衡逆向移动, 导致 CO_2 的平衡转化率随温度升高而降低。

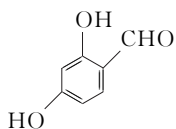
答案: (1) a

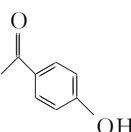
(2)bc

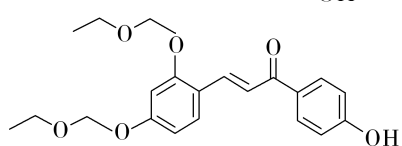
(3)25% $\frac{1}{12}p_0^2$

(4)① I ② 1 该温度范围内, CO_2 主要发生放热的反应Ⅲ, 温度升高使反应Ⅲ的平衡逆向移动, 导致 CO_2 的平衡转化率随温度升高而降低

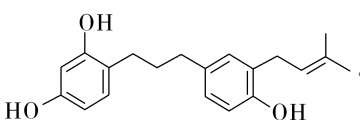
18. 解析: 根据 A 的分子式和 B 的结构简式, 推知 A、B 发生取

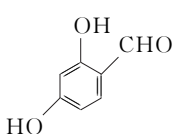
代反应生成 C, A 的结构简式为 , 根据已

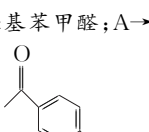
知条件, C 与  反应生成 D 为

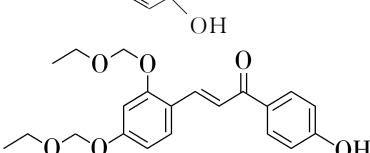
, D 发生还原反应生

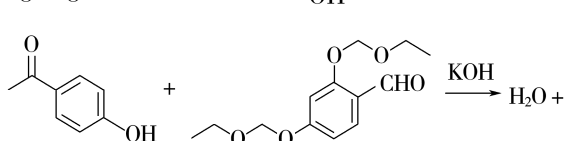
成 E, 根据 Broussonin C 的分子式和 H 的结构简式推知 Broussonin C 的结构简式

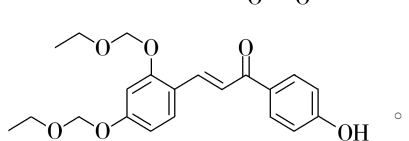
为 

(1) 根据分析, A 的结构简式为 , 名称为 2,4-二羟基苯甲醛; A→C 的反应类型是取代反应。

(2) C 与  反应生成 D 为

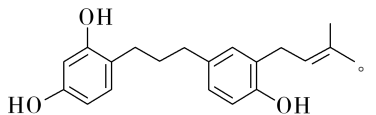
, 化学方程式为



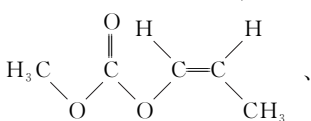


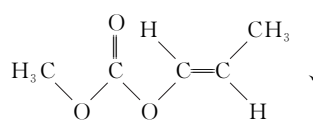
(3) 根据结构简式, H 中含氧官能团的名称是醚键、(酚)羟基。

(4) 根据分析, Broussonin C 的结构简式为

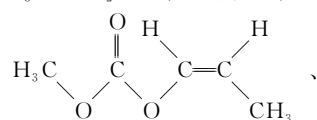


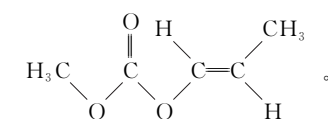
(5) $\text{X}(\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_3)$ 与 F 具有相同的官能团, 含有碳碳双键和酯基, 且属于碳酸酯, 通式可写作 $\text{RO}-\text{CO}-\text{OR}'$, 符合条件的同分异构体有

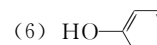
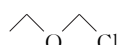


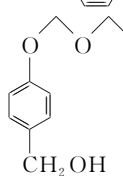
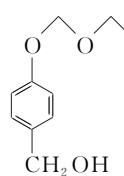


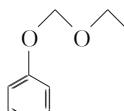
$\text{CH}_2=\text{CHO}-\text{CO}-\text{OCH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{O}-\text{CO}-\text{OCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ 、 $\text{CH}_3\text{O}-\text{CO}-\text{OC}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$, 共有 5 种; 其中互为顺

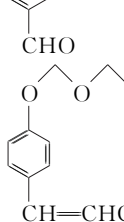
反异构体的结构简式为 

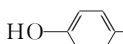


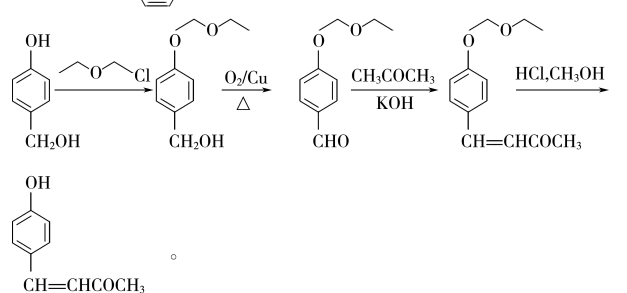
(6)  和  发生取代反应生

成 ,  发生氧化反应生成

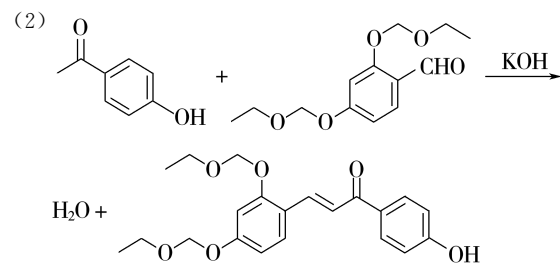
, 根据已知反应, 与 CH_3COCH_3 反应生成

, 再根据题中流程最后一步反应, 可得

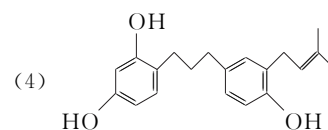
到 , 合成路线为



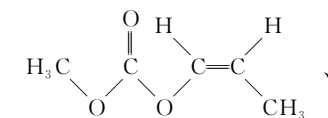
答案: (1) 2,4-二羟基苯甲醛 取代反应

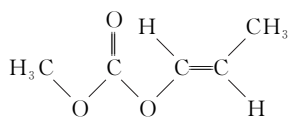


(3) 醚键、(酚)羟基

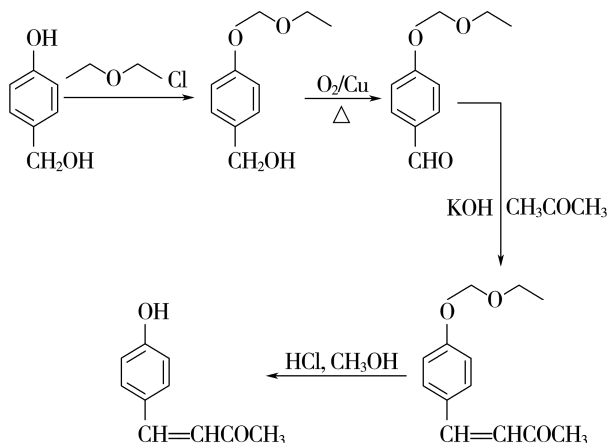


(5) 5





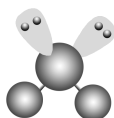
(6)



高考模拟预测卷(五)

1. B [A. 地沟油是一种质量极差、极不卫生的非食用油,将地沟油回收加工为生物柴油,提高了资源的利用率,A正确;B. 煤的干馏是化学变化,但石油的分馏是物理变化,B不正确;C. 蛋白质灼烧有烧焦羽毛的气味,因此用点燃、闻气味的方法可鉴别蚕丝与人造纤维,C正确;D. 将 CO_2 转化为淀粉 $[(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n]$ 的过程中碳元素化合价发生变化,为氧化还原反应,D正确。]

2. A [A. 已知 O 是 8 号元素,故中子数为 10 的氧原子表示为 $^{18}_8\text{O}$,A 正确;B. 已知 H_2O 中中心原子 O 周围的价层电子对数为 $2 + \frac{1}{2}(6 - 2 \times 1) = 4$,故 H_2O 的 VSEPR 模型:

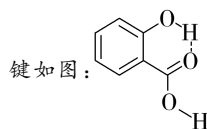


,B 错误;C. NaCl 是离子化合物,故用电子式表示

NaCl 的形成过程为 $\text{Na} \cdot + \cdot \ddot{\text{Cl}}: \rightarrow \text{Na}^+[:\ddot{\text{Cl}}:]^-$,C 错误;D. 根据洪特规则可知,当电子进入同一能级不同轨道时总是单独分占且自旋方向相同,故基态 Ti 原子的价层电子轨道表示式:



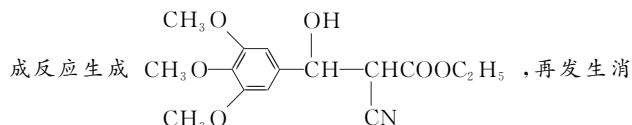
3. B [A. 病毒、细菌含蛋白质,75% 的酒精可使蛋白质变性,故用 75% 的酒精对桌椅消毒,二者有关联,A 不符合题意;B. 氨气极易溶于水能做成喷泉实验,故“ NH_3 和 H_2O 的喷泉实验”与“氨气溶于水呈碱性”二者没有关联,B 符合题意;C. 因为氢氟酸可与 SiO_2 反应生成四氟化硅和水,所以可利用氢氟酸刻蚀石英制作艺术品,C 不符合题意;D. 油脂可发生皂化反应,利用该反应可以油脂为原料制肥皂,D 不符合题意。]
4. B [A. 加热固体时,试管口应朝下,A 项不符合题意;B. 在加热条件下,氢气可以还原 WO_3 生成单质 W,B 项符合题意;C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$ 在 NaOH 溶液中几乎完全水解,应该将氢氧化钠溶液换成饱和碳酸钠溶液,C 项不符合题意;D. 该装置为双液电池,铜电极应该放到硫酸铜溶液中,即两只烧杯中电解质溶液放反了,D 项不符合题意。]
5. C [A. 同周期主族元素,第一电离能依次增大,但基态 N 原子 2p 轨道处于半充满状态比较稳定,原子能量较低,第一电离能较高,第一电离能: $\text{N} > \text{O}$,A 正确;B. N 原子第二能层只有两种能级,即 2s、2p 能级,没有 2d 能级,所以不发生 sp^3d 杂化,故无 NCl_5 ,B 正确;C. 邻羟基苯甲酸形成分子内氢



键如图: ,C 错误;D. 在 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 溶液中滴加少

量 NH_4F 溶液,红色褪去,说明 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 转化为 Fe^{3+} 与 F^- 的配合物, Fe^{3+} 与 F^- 的配合物的稳定性更强,D 正确。]

6. C [A. 苯环上的 6 个碳原子都采用 sp^2 杂化,—CHO 上的碳原子采用 sp^2 杂化,—OCH₃ 上的碳原子都是饱和碳原子,这 3 个碳原子都是采用 sp^3 杂化,故 X 分子中含有的 sp^2 杂化的碳原子数为 7,A 错误;B. X 分子能与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgBr}$ 发生加成反应,再发生水解反应转化为醇,需要两步完成,不是直接反应生成醇,B 错误;C. Y 分子中的碳碳双键的碳原子上连接不同基团,存在顺反异构,C 正确;D. X→Y 时,先发生加



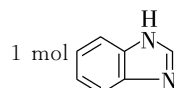
去反应生成 Y,D 错误。]

7. B [A. ①中蓝色沉淀为 $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 可以溶于氨水并生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$,使溶液呈深蓝色,沉淀溶解的离子方程式是 $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^-$,A 正确;B. FeSO_4 为强酸弱碱盐,其溶液因亚铁离子水解呈酸性,而 NaHCO_3 溶液和氨水均呈碱性,故三者混合的离子方程式为 $\text{Fe}^{2+} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{FeCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$,B 错误;C. 酸性条件下, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 表现出强氧化性,而绿矾中的 Fe^{2+} 具有还原性,故两者发生氧化还原反应,离子方程式为 $6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$,C 正确;D. 明矾溶于水后会电离出铝离子、硫酸根离子等,以 1 mol $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 为例,当硫酸根离子完全沉淀时,铝元素形成 $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$,此时沉淀的物质的量为 2 mol,当铝离子恰好完全沉淀时,沉淀的成分为 1 mol $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 1.5 mol BaSO_4 ,此时沉淀的物质的量最大,离子方程式为 $2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons 3\text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$,D 正确。]

8. C [A. 实验①中溶液由无色变为蓝色说明有 I_2 生成,即次氯酸根离子将 I^- 氧化为 I_2 ,继续滴加,蓝色消失是因为 I_2 继续被次氯酸根离子氧化成 HIO_3 ,故存在连续两步氧化还原反应,A 正确;B. 实验②中“出现少许蓝色”说明有 I_2 生成,故是因为 $2\text{I}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{I}_2 + \text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$,B 正确;C. 实验②中振荡蓝色立即消失,是因为 I_2 被 ClO^- 继续氧化为 IO_3^- ,而不可能是 84 消毒液与淀粉之间发生了氧化还原反应,C 错误;D. 由题干实验①②可知,按照不同顺序滴加试剂,将观察到不同的现象,故上述两个实验说明试剂的滴加顺序不同会影响反应的进程,D 正确。]

9. B [A. 在甲苯中加入合适的冠醚可与 K^+ 结合,将 MnO_4^- 携带进入甲苯中,使游离或裸露的 MnO_4^- 反应活性很高,加快高锰酸钾氧化甲苯的速率,故 A 正确;B. 化学方程式原子不守恒,故 B 错误;C. KMnO_4 与 NaHSO_3 反应生成二氧化锰、硫酸钠、硫酸钾和水,通过过滤分离 MnO_2 和苯甲酸钾,故 C 正确;D. 由于苯甲酸微溶于冷水,易溶于热水,100 °C 左右升华,故酸化后的苯甲酸固体经过过滤、洗涤、低温烘干、重结晶得到苯甲酸产品,故 D 正确。]

10. C [A. 五元杂环是平面结构,氮原子是 sp^2 杂化,形成 4 条 σ 键的氮原子是 sp^3 杂化,A 错误;B. 非金属性越强,电负性越大,该配离子中部分元素的电负性: $\text{O} > \text{N} > \text{C} > \text{H}$,B 错误;C. 单键是 σ 键,双键中有一个是 σ 键,另一个是 π 键,则



1 mol 中含有 16 mol σ 键,C 正确;D. 与 Co 配位

的配体中只有 Cl^- 、 OH^- 带电,配合物整体带两个单位正电,则配离子中心的 Co 元素显 +2 价,D 错误。]

11. D [A. 醋酸易挥发, 醋酸与苯酚钠溶液反应也能产生白色浑浊, 所以不能比较碳酸、苯酚的酸性强弱, A 错误; B. NaOH 溶液过量, 不能证明红褐色 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀源自 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀的转化, B 错误; C. 葡萄糖与新制氢氧化铜悬浊液反应, NaOH 需要过量, 题中所给氢氧化钠量不足, C 错误; D. 将 SO_2 通入 FeCl_3 溶液中, 溶液先变为红棕色, 一段时间后又变成浅绿色, 说明 Fe^{3+} 与 SO_2 络合反应速率比氧化还原反应速率快, 最终显浅绿色, 说明氧化还原反应的平衡常数更大, D 正确。]
12. C [A. 催化剂只能改变反应速率, 不能改变平衡转化率, A 错误; B. 由实验①可知, 该反应正方向为放热反应, 且为熵增反应, 根据 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$ 时反应可以自发进行, 则该反应理论上任意温度均自发进行, B 错误; C. 该反应在恒温、恒压条件下进行, 结合①的数据可知, 若投入量为 1 mol 乙酸乙酯和 5 mol 氧气, 平衡时放热 a kJ, 此时 1 mol 乙酸乙酯和 5 mol 氧气没有消耗完全, $\Delta H \neq -a$ kJ $\cdot$ mol $^{-1}$, 该组实验设为④, 对比④和③可知, 两者为量相等的等效平衡, 结合表格中数据可知, ③平衡时吸热 $2c$ kJ, 即①中平衡时剩余物质若完全转化继续放热 $2c$ kJ $\cdot$ mol $^{-1}$, 则题干中反应的 $\Delta H = -(a + 2c)$ kJ $\cdot$ mol $^{-1}$, C 正确; D. 该反应在恒温、恒压条件下进行, 向实验②平衡后的体系中通入 1 mol CO_2 , 与实验开始投入 5 mol CO_2 和 5 mol H_2O 等效, 则此时和③也为等效平衡, 即平衡时 H_2O 的平衡转化率和③中一样大, D 错误。]
13. B [原电池中, 负极失电子发生氧化反应, 正极得电子发生还原反应, 电解质溶液中阳离子移向正极、阴离子移向负极。电池充电时, 原电池负极与外接电源负极相连、正极与外接电源正极相连。A. 如图所示, N 极为正极, M 极为负极, 放电时正极发生还原反应, 故 A 正确; B. 放电时, 氯离子向 M 极迁移, Na^+ 、 Mg^{2+} 等金属阳离子向 N 极迁移, 因为离子所带电荷不相等, 根据电荷守恒, 相同时间内向两极迁移的氯离子数与阳离子数不相等, 故 B 错误; C. 放电时 M 极为负极, 则充电时 M 极为阴极, 与电源负极连接, 故 C 正确; D. 充电时, N 极为阳极, 发生氧化反应, 根据阳极材料可能生成多种物质, 如 AgCl 、 CuCl 、 FeOCl , 阳极反应式之一是 $\text{Cu} + \text{Cl}^- - \text{e}^- = \text{CuCl}$, N 极固体质量增加, 故 D 正确。]
14. C [H_2S 为弱酸, pH 较小时, 溶液中 $c(\text{H}_2\text{S}) > c(\text{HS}^-) > c(\text{S}^{2-})$, 因此曲线①表示 H_2S 随着 pH 的变化, 曲线②表示 HS^- 随着 pH 的变化, 曲线③表示 S^{2-} 随着 pH 的变化; 实线 m 、 n 表示金属离子浓度随 pH 的变化, 因 $K_{\text{sp}}(\text{FeS}) < K_{\text{sp}}(\text{MnS})$, 故当 pH 相同时, $c(\text{Fe}^{2+}) < c(\text{Mn}^{2+})$, 可知曲线 m 为 Mn^{2+} 浓度随 pH 的变化, 曲线 n 为 Fe^{2+} 浓度随 pH 的变化。A. H_2S 为弱酸, 溶液中存在电荷守恒: $c(\text{H}^+) = c(\text{HS}^-) + 2c(\text{S}^{2-}) + c(\text{OH}^-)$, 调节 pH 时加入碱溶液可使 pH 增大, 故当溶液 pH=6.9 时, 溶液中可能存在其他离子, 电荷守恒关系会发生变化, A 项错误; B. 由分析可知, 曲线①表示 H_2S 随着 pH 的变化, 曲线②表示 HS^- 随着 pH 的变化, 曲线③表示 S^{2-} 随着 pH 的变化, B 项错误; C. H_2S 为弱酸, 溶液中存在电离平衡: $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$, pH=6.9 时, $c(\text{HS}^-) = c(\text{H}_2\text{S})$, 电离平衡常数 $K_{\text{a1}} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})} = 10^{-6.9}$, $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$, pH=12.9 时, $c(\text{HS}^-) = c(\text{S}^{2-})$, 电离平衡常数 $K_{\text{a2}} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{HS}^-)} = 10^{-12.9}$, $K_{\text{a1}} \cdot K_{\text{a2}} = \frac{c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{S})} = 10^{-19.8}$, Q 点 $c(\text{S}^{2-}) = c(\text{H}_2\text{S})$, 因此 $c(\text{H}^+) = 10^{-9.9}$ mol $\cdot$ L $^{-1}$, 即 pH=9.9, C 项正确; D. 由图可知, 当 pH=8.1 时, $c(\text{Mn}^{2+}) = 10^{-6.3}$ mol $\cdot$ L $^{-1}$, $c(\text{Fe}^{2+}) = 10^{-10.9}$ mol $\cdot$ L $^{-1}$, 反应 $\text{MnS}(\text{s}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{FeS}(\text{s}) + \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ 的平衡常数 $K = \frac{c(\text{Mn}^{2+})}{c(\text{Fe}^{2+})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{MnS})}{K_{\text{sp}}(\text{FeS})} = \frac{10^{-6.3}}{10^{-10.9}} = 10^{4.6}$, D 项错误。]
15. 解析: 向废钴镍矿(含较多的 Co、Ni、Fe, 以及一定量的 Mg、

Pb、Mn 等元素)中加入稀硫酸进行酸浸, 得到含 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Fe^{3+} 的硫酸盐和难溶的 PbSO_4 , 过滤得到滤渣, 故滤渣 1 的主要成分为 PbSO_4 , 向滤液中加入 Fe, 将 Fe^{3+} 全部还原为 Fe^{2+} , 加入 P204 萃取剂将 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 萃取, 则水相 1 中含有 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 的硫酸盐, 向含有 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 硫酸盐的有机相中加入酸进行反萃取, 得到水相 2, 向水相 2 中加入氨水氨浸, Co^{2+} 转化为 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, 其易被氧化为 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$, 用 SO_2 还原得到 CoSO_4 , 浸渣 2 为 $\text{Ni}(\text{OH})_2$, 酸浸转化为 Ni^{2+} , 加入 NH_4HCO_3 沉镍, 得到 NiCO_3 , 据此回答。

- (1) Ni 是 28 号元素, 基态 Ni 原子的价电子排布式为 $3d^8 4s^2$ 。
- (2) 由分析可知, 浸渣 1 的主要成分为 PbSO_4 , 水相 1 中含有 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 的硫酸盐。
- (3) 萃取的原理为 $\text{M}^{2+}(\text{水相}) + 2\text{HR} \rightleftharpoons \text{MR}_2(\text{有机相}) + 2\text{H}^+$, “反萃取”中加入酸, H^+ 浓度增加, 平衡逆向移动, 使 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 进入水相。
- (4) “氨浸”时, Co^{2+} 转化为 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, 其易被氧化为 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$, 总反应为 $4\text{Co}^{2+} + 24\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + 4\text{OH}^- + 22\text{H}_2\text{O}$ 。
- (5) “沉镍”时, Ni^{2+} 与 NH_4HCO_3 反应, 得到 NiCO_3 , 离子方程式: $\text{Ni}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- = \text{NiCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 若加入 Na_2CO_3 溶液, 其碱性较强, 会产生 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 沉淀。
- 答案: (1) $3d^8 4s^2$
- (2) PbSO_4 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Mg^{2+}
- (3) 加入酸 (H^+) 时 $\text{M}^{2+} + 2\text{HR} \rightleftharpoons \text{MR}_2 + 2\text{H}^+$ 平衡逆向移动, 使 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 进入水相
- (4) $4\text{Co}^{2+} + 24\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + 4\text{OH}^- + 22\text{H}_2\text{O}$
- (5) Na_2CO_3 溶液碱性较强, 沉镍时会产生 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 沉淀

16. 解析: 实验室通过 MnO_2 与 SO_2 反应生成 MnS_2O_6 , MnS_2O_6 再与 Na_2CO_3 反应制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 则首先向一定体积的“去氧水”中通入 SO_2 至饱和生成亚硫酸, 再加入二氧化锰生成 MnS_2O_6 , 当悬浮物从黑色变成棕色时表明所加入的 MnO_2 已反应完全, 然后加入碱 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 除去酸, 调节 pH 至中性, 之后升温至 45°C , 向滤液中滴加饱和 Na_2CO_3 溶液可得到 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6$, 过滤, 将滤液倒入蒸发皿中, 经蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、自然干燥, 可得到 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 晶体。

- (1) “去氧水”的“加工”方法为先将蒸馏水煮沸一段时间, 使其中的氧气逸出, 然后冷却至室温。
- (2) 步骤 i 和步骤 ii 需控制温度低于 10°C , 则控温的方式为(冷)水浴。
- (3) 步骤 ii 中 MnO_2 与 SO_2 反应生成 MnS_2O_6 , 根据原子守恒, 反应的化学方程式为 $\text{MnO}_2 + 2\text{SO}_2 = \text{MnS}_2\text{O}_6$ 。
- (4) MnO_2 与 SO_2 反应较剧烈, 步骤 ii 中需分批加入 MnO_2 可能是为了防止反应过于剧烈, 也可能是为了避免 MnO_2 过多而将 SO_2 氧化为 SO_4^{2-} 。
- (5) 步骤 iii 中加入 BaCO_3 的目的是除去未反应完的 SO_2 或 H_2SO_3 , 反应的化学方程式为 $\text{BaCO}_3 + \text{SO}_2 = \text{BaSO}_3 + \text{CO}_2$ 或 $\text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_3 = \text{BaSO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。
- (6) 步骤 V 干燥过程中需控制温度不超过 105°C , 这是为了防止温度过高而导致连二硫酸钠晶体失去结晶水。

(7) 13.05 g MnO_2 的物质的量为 $\frac{13.05 \text{ g}}{87 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.15 \text{ mol}$, 由原子守恒可得到如下计量关系: $\text{MnO}_2 \sim \text{MnS}_2\text{O}_6 \sim \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6 \sim \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 则理论上得到的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量为 0.15 mol , 对应的质量为 $242 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.15 \text{ mol} = 36.3 \text{ g}$, 则 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的产率为 $\frac{26.0 \text{ g}}{36.3 \text{ g}} \times 100\% \approx 72\%$ 。

答案:(1)先煮沸一段时间,然后冷却至室温

(2)(冷)水浴

(3) $\text{MnO}_2 + 2\text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{MnS}_2\text{O}_6$

(4)防止反应过于剧烈(或 MnO_2 过多能将 SO_2 氧化为 SO_4^{2-})

(5)除去未反应完的 SO_2 或 H_2SO_3

(6)防止连二硫酸钠晶体失去结晶水

(7)72%

17. 解析:(1)依图 1 $\text{Mg}_2\text{Ni}(\text{s})$ 吸氢反应活化能为 $72.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\text{Mg}(\text{s})$ 吸氢反应活化能为 $81.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;依图 2, 5 min $\text{Mg}(\text{s})$ 吸氢反应未达到平衡状态,故在 5 分钟内活化能更小的反应速率更快,吸氢量更大。

(2)加快气体反应速率,可以采取加压、增大单位体积内氢气的浓度、增大材料表面积等方法。

(3) $\text{Mg}-\text{Ni}$ 系列合金中添加 Fe 元素能够降低氯化物的生成焓,加速氢分子的解离过程,从而提高氢的吸附速率。故 Fe 元素的作用是催化作用。

(4) $c(\text{H}_2) = \frac{4 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $K = c(\text{H}_2) = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。温度不变,平衡常数 K 不变。

答案:(1)72.0 $\text{Mg}_2\text{Ni}(\text{s})$ 吸氢反应活化能小,反应速率更快

(2)加压(或增大单位体积内氢气的浓度、增大材料表面积等)

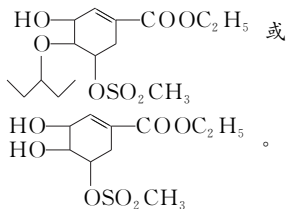
(3)催化

(4)2 不变

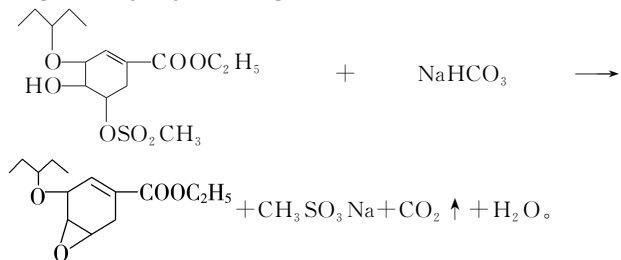
18. 解析:(1)莽草酸易溶于水,理由是:莽草酸中的羟基和羧基与水形成氢键;莽草酸是极性分子,水也是极性分子,故易溶于水。

(2)由有机物 B 的结构简式可知,含氧官能团名称为酯基、羟基。

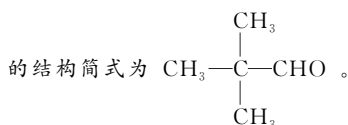
(3)结合 D、E 的结构简式可知, $\text{D} \rightarrow \text{E}$ 的过程中加了 2 个氢原子,属于还原反应;根据反应原理可知,该反应除生成有机物 E,还可能生成的副产品有



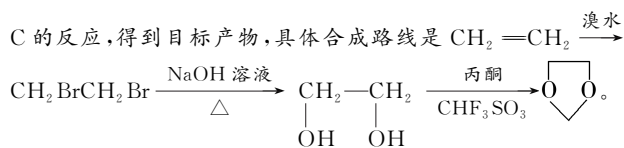
(4)将 $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{H}$ 视作一元酸即可得出该反应会生成有 F 、 CO_2 、 $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{Na}$ 、 H_2O , 化学方程式为



(5)3-戊酮的分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$,其同分异构体 M 可以发生银镜反应,说明其含有醛基,通过核磁共振氢谱显示有 2 组峰,峰面积之比为 9:1,则含有一 $\text{C}(\text{CH}_3)_3$ 基团,满足条件的



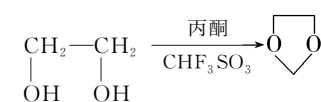
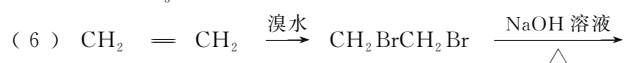
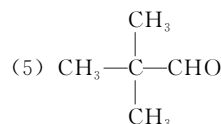
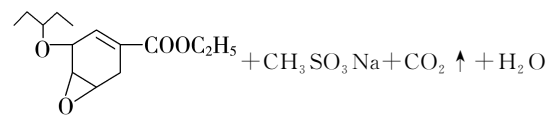
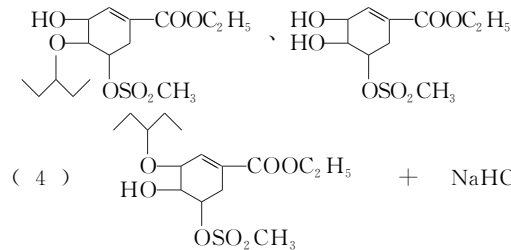
(6)目标产物与 C 的结构类似,说明发生了 $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 的反应,则需要构建两个羟基,故乙烯和溴先发生加成反应,生成 1,2-二溴乙烷,再发生水解反应生成乙二醇,再和丙酮发生 $\text{B} \rightarrow$



答案:(1)易溶 莽草酸中的羟基和羧基与水形成氢键(或莽草酸是极性分子,故易溶于水)

(2)酯基、羟基

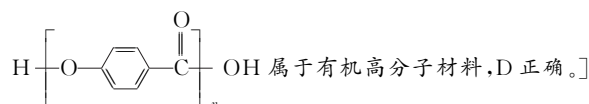
(3)还原反应



高考模拟预测卷(六)

1. C [侯德榜发明联合制碱法:其中一步是先向饱和食盐水中通入 NH_3 ,再通入 CO_2 ,故 A 错误;乙二酸俗名草酸,草酸能使酸性高锰酸钾溶液褪色,故 B 错误;钠是活泼金属,钠与二氧化碳、水等物质反应,所以泡沫灭火器不可用于金属钠的灭火,故 C 正确;D. 碳碳双键能与氢气发生加成反应,苯可催化加氢,不能证明苯为环状结构,故 D 错误。]

2. B [A. AlCl_3 在熔融状态下不能导电,是含有极性共价键的共价化合物,A 正确;B. 胶体属于混合物, CuInS_2 纳米材料不属于分散系,不属于胶体,B 错误;C. 石墨烯、碳纳米管和碳纤维都是由碳元素组成的,属于无机非金属材料,C 正确;D. 聚合物是由单体通过聚合反应形成的高分子化合物,聚合物



3. B [A. SCN^- 的电子式为 $[\text{S} : \text{C} : \text{N}]^-$,S 和 N 原子

均有孤电子对,均可以作为配位原子,A 正确;B. 杯酚与 C_{60} 能形成超分子,与 C_{70} 不能形成超分子是因为超分子具有“分子识别”的特性,不是因为超分子的自组装,B 错误;C. 细胞膜是磷脂双分子层,磷脂分子头部亲水,尾部疏水使细胞膜双分子层头向外,尾向内排列,C 正确;D. HF 的浓溶液酸性增强是因为 F^- 和 HF 形成氢键缔合成 $\text{F}^-(\text{HF})_n$,使 HF 电离程度增大,D 正确。]

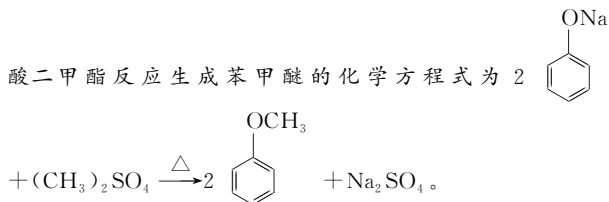
4. B [A. 消除二氧化硫污染物的反应为二氧化硫与氨水反应生成亚硫酸铵,亚硫酸铵溶液与空气中的氧气反应生成硫酸铵,则物质转化关系能实现,故 A 正确;B. 碳酸钙的溶解度小于硫酸钙,所以用硫酸钠溶液难以将碳酸钙转化为硫酸钙,硫酸钙与盐酸不反应,故 B 错误;C. 一定条件下乙炔与氯化氢发生加成反应生成氯乙烯,一定条件下氯乙烯发生加聚反应生成聚氯乙烯,则物质转化关系能实现,故 C 正确;D. 硫酸

- 铜溶液能与过量氨水反应生成硫酸四氨合铜,向反应后的溶液中加入乙醇降低硫酸四氨合铜的溶解度,过滤、洗涤、干燥能达到制备一水硫酸四氨合铜的实验目的,故D正确。]
5. A [A. 氨是碱性气体, NH_3 能与 HCl 反应生成 NH_4Cl , 氨基是碱性基团, $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$ 可以与 HCl 反应生成 $\text{N}_2\text{H}_6\text{Cl}_2$, A 符合题意; B. 强酸制弱酸, 次氯酸的酸性比碳酸弱、比碳酸氢根离子强, 则 CO_2 与 NaClO 反应生成 NaHCO_3 和 HClO , B 不符合题意; C. NaBr 中的溴离子具有强还原性, NaBr 与浓硫酸加热发生氧化还原反应产生溴单质, C 不符合题意; D. F_2 氧化性强, F_2 与 NaCl 溶液反应时, F_2 与水发生置换反应产生氧气, 不生成 Cl_2 , D 不符合题意。]
6. C [A. 装置甲是利用胡萝卜素与杂质在硅胶(固定相)和溶剂(流动相)中的分配差异来提纯胡萝卜素, A 能达到实验目的; B. 铁在中性食盐水(吸氧腐蚀条件)下, 试管内氧气被消耗, 压强减小, 通过导管中红墨水液面上升可验证铁的吸氧腐蚀, B 能达到实验目的; C. 氯气先通过 NaOH 溶液, 氯气会与 NaOH 溶液发生反应, 无法得到干燥氯气, 不能检验干燥的氯气是否具有漂白性, C 不能达到实验目的; D. 碳酸氢钠受热分解产生二氧化碳, 使澄清石灰水变浑浊, 碳酸钠受热不分解, 碳酸钠比碳酸氢钠稳定, 可用于比较碳酸钠和碳酸氢钠的稳定性, D 能达到实验目的。]
7. D [X、Y、Z、M、W 是原子序数不大于 20 且依次增大的主族元素, 已知 X、Y 形成的化合物常用于宇航和潜水作业的供氧剂, 该化合物为 Na_2O_2 , X 为 O、Y 为 Na, Z 是地壳中含量最多的金属元素, Z 为 Al, M 的最外层电子数是 L 层电子数的一半, 则 M 最外层有 4 个电子, 且位于第三周期, M 为 Si, Y 与 W 同主族, W 为 K。A. H_2O 分子间存在氢键, 最简单氢化物沸点大小: $\text{H}_2\text{O} > \text{SiH}_4$, A 错误; B. 1 个超氧化钾(KO_2)分子由 1 个 K^+ 与 1 个 O_2^- 构成, 阴、阳离子数之比为 1:1, B 错误; C. M 为 Si 元素, SiO_2 常用作光导纤维, C 错误; D. 元素金属性越强, 最高价氧化物对应水化物的碱性越强, 金属性: $\text{K} > \text{Na} > \text{Al}$, 则碱性: $\text{KOH} > \text{NaOH} > \text{Al}(\text{OH})_3$, D 正确。]
8. D [A. 1 个该有机物分子中含 2 个酚羟基和 2 个酯基, 1 mol 该物质最多可与 4 mol NaOH 反应, A 错误; B. 1 个该有机物分子中含 2 个酚羟基(每个邻、对位消耗 1 个 Br_2) 和 2 个双键, 1 mol 该物质最多可与 5 mol Br_2 反应, B 错误; C. 酚羟基具有酸性而醇羟基无酸性, 化学性质不完全相同, C 错误; D. 该有机物分子中的羟基与另一个分子中的羟基能形成分子间氢键, 五元环上羰基氧与羟基能形成分子内氢键, D 正确。]
9. C [A. 水煎熬提取物无效的原因可能为青蒿素的热稳定性差或在水中的溶解度不大, 故 A 正确; B. 乙醚提取青蒿素的方法为萃取, 乙醚和青蒿素都是极性分子, 利用“相似相溶”原理, 将青蒿素萃取出来, 故 B 正确; C. 空气冷凝管冷凝效果差, 应改用直形冷凝管, 故 C 错误; D. “X 射线衍射技术”可测定分子的空间结构, 故 D 正确。]
10. B [氮化硼(BN)_x 的六方晶型与石墨类似, 为层状结构, 层内存在共价键, 层间存在范德华力, 故为混合型晶体, 适用于高温环境。A. 由分析可知, (BN)_x 与石墨类似, 属于混合型晶体, 故 A 错误; B. (BN)_x 与石墨类似, 层间存在范德华力, 层与层之间容易滑动, 且适用于高温环境, 可作高温润滑剂, 故 B 正确; C. (BN)_x 虽与石墨类似, 但由题图可知, (BN)_x 中 1 个 B 原子与 3 个 N 原子相连, B 原子最外层 3 个电子都参与形成共价键, 层与层之间没有自由移动的电子, 故不能导电, 故 C 错误; D. (BN)_x 中每个 B 原子与 3 个 N 原子相连, 形成 3 个 σ 键, 每个 N 原子与 3 个 B 原子相连, 形成 3 个 σ 键, 根据均摊法可知, 平均每个 (BN)_x 中含有 3x 个 σ 键, 所以 1 mol (BN)_x 含有 3x mol σ 键, 故 D 错误。]
11. B [A. 向淀粉溶液中滴入硫酸, 一段时间后再滴加几滴碘水, 溶液呈蓝色, 说明依然有淀粉, 淀粉部分水解或未发生水解, A 错误; B. Na_2CO_3 溶液水解显碱性, 加氯化钡使水解平衡逆向移动, 则由溶液颜色的变化可知 Na_2CO_3 溶液中存在水解平衡, 能够达到实验目的, B 正确; C. 由于盐酸不是最高价氧化物对应水化物, 不能说明非金属性: $\text{Cl} > \text{C}$, C 错误; D. 向银镜反应后的试管中分别加入等浓度 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 FeCl_3 的浓溶液, 发生反应 $\text{Fe}^{3+} + \text{Ag} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Ag}^+$, 氯化银的溶解度比硫酸银的小, FeCl_3 溶液中的 Cl^- 与 Ag^+ 结合, 能使平衡向右移动, FeCl_3 溶液清洗得干净, D 错误。]
12. C [电池工作原理: 放电时, 负极金属锂失去电子变成锂离子, 锂离子通过固体电解质嵌入正极材料; 充电时, 正极材料失去电子, 3.74 V 时电极反应式为 $\text{Li}_2\text{RuO}_3 - 0.6e^- \rightleftharpoons \text{Li}_{1.4}\text{RuO}_3 + 0.6\text{Li}^+$, 4.05 V 时电极反应式为 $\text{Li}_2\text{RuO}_3 - 1.1e^- \rightleftharpoons \text{Li}_{0.9}\text{RuO}_3 + 1.1\text{Li}^+$, 负极中锂离子得到电子生成锂单质, 电极反应式为 $\text{Li}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{Li}$ 。A. 充电过程中 Li_2RuO_3 电极连接电源正极, 作阳极, 发生氧化反应, Li-In 电极连接电源负极, 作阴极, 发生还原反应, 因此 Li_2RuO_3 电极的电势高于 Li-In 电极, A 正确; B. 放电时, 负极金属锂失去电子变成 Li^+ , Li^+ 通过固体电解质嵌入正极材料, 根据得失电子守恒, 负极生成的 Li^+ 与正极材料嵌入的 Li^+ 物质的量相等, 因此固体电解质只是起到传递作用, 固体电解质中 Li^+ 的质量分数不变, B 正确; C. 放电时, 正极发生还原反应, 得到电子, 根据元素守恒, 可能存在电极反应式: $\text{Li}_{0.9}\text{RuO}_3 + 0.5e^- + 0.5\text{Li}^+ \rightleftharpoons \text{Li}_{1.4}\text{RuO}_3$, C 错误; D. 充电时, 正极有 0.5 mol $\text{Li}_{1.4}\text{RuO}_3$ 和 0.5 mol $\text{Li}_{0.9}\text{RuO}_3$ 生成时, 根据电极反应式: $\text{Li}_2\text{RuO}_3 - 0.6e^- \rightleftharpoons \text{Li}_{1.4}\text{RuO}_3 + 0.6\text{Li}^+$ 和 $\text{Li}_2\text{RuO}_3 - 1.1e^- \rightleftharpoons \text{Li}_{0.9}\text{RuO}_3 + 1.1\text{Li}^+$, 转移的电子数为 $0.5 \times (0.6 + 1.1) \text{ mol} = 0.85 \text{ mol}$, 根据得失电子守恒, 负极发生反应 $\text{Li}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{Li}$, 质量增加为 $7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.85 \text{ mol} = 5.95 \text{ g}$, D 正确。]
13. B [A. 由过程图可知反应 I 为 $\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \cdot\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$, 故反应 I 中氧元素的化合价发生了变化, A 错误; B. 由题干信息可知, $k_1 > k_2$, 说明相同条件下, 反应 I 比 II 的反应速率更大, 活化能越低反应速率越大, 即反应 I 比 II 的活化能低, B 正确; C. 反应 I 为 $\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \cdot\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$, 反应 II 的化学方程式为 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{HO}_2\cdot + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+$, 而反应 I 比 II 的反应速率更大, 总反应不是简单的反应 I 加上反应 II, 则均相芬顿反应进行的过程中, 整个体系的 pH 会发生变化, C 错误; D. 反应 I 的速率 $v_1 = k_1 \cdot c(\text{H}_2\text{O}_2) \cdot c(\text{Fe}^{2+})$, 反应 II 的速率 $v_2 = k_2 \cdot c(\text{H}_2\text{O}_2) \cdot c(\text{Fe}^{3+})$, 其中 k_1 远大于 k_2 , 故改变 $c(\text{H}_2\text{O}_2)$ 对反应 I 的速率影响程度更大, D 错误。]
14. A [A. pOH 越小, pH 越大, 溶液中 H_2S 的浓度越小, pH_2S 越大, 曲线 a 为 pH_2S 、曲线 b 为 pHS^- 、曲线 c 为 pS^{2-} 随 pOH 变化情况, A 正确; B. pOH = pH = 7.0 时 $c(\text{H}_2\text{S}) = c(\text{HS}^-)$, 得 $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})} = c(\text{H}^+) = 10^{-7}$, pOH = 4.4 时, pH = 9.6, 此时 $c(\text{H}_2\text{S}) = c(\text{S}^{2-})$, 则 $K_{a1} \cdot K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})} \times \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{HS}^-)} = c^2(\text{H}^+) = (10^{-9.6})^2 = 10^{-19.2}$, 故 $K_{a2}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{10^{-19.2}}{10^{-7}} = 10^{-12.2}$, 数量级为 10^{-13} , B 错误; C. M 点可能还含有 Na^+ 或其他阳离子, Cl^- 或其他阴离子, 该守恒关系不正确, C 错误; D. 据题意, $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$, $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$, 因第二步电离很微弱, 则 $c(\text{H}^+) \approx c(\text{HS}^-)$, $K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{HS}^-)} = 10^{-12.2}$, $c(\text{S}^{2-}) = 10^{-12.2}$, $Q(\text{CuS}) = \frac{10^{-12.2}}{2} \times \frac{10^{-2}}{2} = 2.5 \times 10^{-15.2} > 10^{-36}$, 即 $Q(\text{CuS}) > K_{sp}(\text{CuS})$, 可生成 CuS 黑色沉淀, D 错误。]

15. 解析:以净化渣(主要含锌、铜、铅、钴元素以及一定量的铁和锰元素,它们大多以金属单质或氧化物的形式存在)为原料提取钴,加入硫酸进行酸浸,“浸出渣”的主要成分为 PbSO_4 ,其他金属元素均转化为对应的硫酸盐, Na_2S 常用作沉淀剂,铜渣为 CuS ,“氧化”过程中, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,加 NaClO_3 调节溶液 pH, Fe^{3+} 转化为氢氧化铁沉淀,过滤后的滤液再次加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$,可将 Co^{2+} 氧化生成 $\text{Co}(\text{OH})_3$,经一系列转化后可得钴产品。(3)大多数金属硫化物都难溶于水,能选择 Na_2S 除铜的原因是生成的 CuS 溶解度最小,先于其他的金属离子沉淀;加入 Na_2S 后的溶液中, $c(\text{Cu}^{2+}) \approx 1.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则溶液中的 $c(\text{S}^{2-}) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CuS})}{c(\text{Cu}^{2+})} = \frac{9.0 \times 10^{-36}}{1.0 \times 10^{-6}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 9.0 \times 10^{-30} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,根据 $K_{\text{a}1}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})} = 1.3 \times 10^{-7}$, $K_{\text{a}2}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{HS}^-)} = 7.0 \times 10^{-15}$ 知, $K_{\text{a}1}(\text{H}_2\text{S}) \cdot K_{\text{a}2}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{S})} = 1.3 \times 10^{-7} \times 7.0 \times 10^{-15}$,其中 $c(\text{H}_2\text{S}) \approx 1.0 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 $c(\text{H}^+) \approx 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,溶液的 pH 约为 1。(5)由题图知,在“沉淀分离”步骤中得到锰铁渣和含钴元素的溶液,说明还原性 Co^{2+} 弱于 Mn^{2+} ; $\text{Co}(\text{OH})_3$ 的相对分子质量为 110, $\text{Co}(\text{OH})_3$ 脱水前后质量比为 55 : 46,则说明该过程中发生反应 $\text{Co}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{CoO}(\text{OH}) + \text{H}_2\text{O}$,则钴产品的化学式为 $\text{CoO}(\text{OH})$ 。
- 答案:(1) $3d^7 4s^2$ (2) 硫酸 PbSO_4 (3) 生成的 CuS 溶解度最小,先于其他的金属离子沉淀 (4) $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ 消耗了 H^+ ,促进 Fe^{3+} 水解生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀而除去 (5) 弱于 $\text{CoO}(\text{OH})$

16. 解析:(1)苯酚易被氧化,因此利用苯酚制备苯酚钠溶液时需要隔绝空气的原因是防止苯酚被氧化。

(2)根据元素守恒可知反应中还有硫酸钠生成,苯酚钠和硫酸二甲酯反应生成苯甲醚的化学方程式为



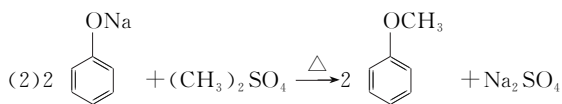
(3)步骤Ⅲ是向有机相中加入无水氯化钙,静置,过滤,将滤液蒸馏得到产品,实验操作是过滤和蒸馏,因此实验中无需使用的是球形冷凝管、分液漏斗;由于用水洗涤有机相,二次分液后得到的有机相中仍然含有少量水,所以无水氯化钙的作用是除去水。

(4)①一碘甲烷与溴水反应时生成一溴甲烷、碘酸和氢溴酸,该反应的化学方程式为 $\text{CH}_3\text{I} + 3\text{Br}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HIO}_3 + \text{CH}_3\text{Br} + 5\text{HBr}$ 。

②根据方程式可知 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OCH}_3 \sim \text{CH}_3\text{I} \sim \text{HIO}_3 \sim 3\text{I}_2 \sim \frac{1}{6} \times 0.001cV \times 108$

$6\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$,则产品的纯度为 $\frac{1.8cV}{m} \%$;若 CO_2 流速太慢,会导致反应生成的 CH_3I 在到达吸收管之前便冷凝而损失,因此测定结果偏低。

答案:(1)防止苯酚被氧化



(3) 球形冷凝管、分液漏斗 除去水

(4)① $\text{CH}_3\text{I} + 3\text{Br}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HIO}_3 + \text{CH}_3\text{Br} + 5\text{HBr}$

② $\frac{1.8cV}{m} \%$ 偏低 流速太慢,反应生成的 CH_3I 在到达吸收管之前便冷凝而损失

17. 解析:(1)由题意可知,乙烷氧化为乙烯的反应为 $2\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$,由盖斯定律可知,反应② $\times 2$ - 反应① = 反应④,则反应④的 $\Delta H = (-282 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 2 - (-354 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -210 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,反应的热化学方程式为 $2\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -210 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;该反应是熵增的放热反应,任何条件下,反应 $\Delta H - T\Delta S$ 均小于 0,能自发进行。
- (2)由题图可知,甲烷偶联生成乙烯起始反应时,乙烷的选择性大于乙烯的选择性,说明第一步反应的产物为乙烷。
- (3)由题图可知, $n(\text{CH}_4) : n(\text{O}_2)$ 为 2~3 时,乙烯的选择性远大于乙烷的选择性,而 $n(\text{CH}_4) : n(\text{O}_2)$ 为 3~4 时,乙烯的选择性与乙烷的选择性相差不大,且 $n(\text{CH}_4) : n(\text{O}_2)$ 为 2~3 时 CH_4 的转化率大,所以甲烷氧化偶联制乙烯时 $n(\text{CH}_4) : n(\text{O}_2)$ 为 2~3 时更优。

(4)由题意可知,反应起始时 $\lg v_0 = \frac{1}{2} \lg p_0 + 1.1$ ①,随着反应进行,当 C_2H_4 的生成速率 v 降低到其初始生成速率 v_0 的 $\frac{3}{4}$ 时 $\lg \frac{3v_0}{4} = \frac{1}{2} \lg p + 1.1$ ②,联立方程解得氧气的分压 $p = \frac{9p_0}{16}$ 。

(5)设起始甲烷、氧气的物质的量依次为 3.5 mol、1 mol,平衡时 CH_4 的转化率为 30%,乙烷和乙烯的选择性均为 40%,则平衡时甲烷、乙烷和乙烯的物质的量为 3.5 mol - 3.5 mol $\times$ 30% = 2.45 mol、3.5 mol $\times$ 30% $\times$ 40% $\times \frac{1}{2}$ = 0.21 mol、3.5 mol $\times$ 30% $\times$ 40% $\times \frac{1}{2}$ = 0.21 mol,由碳元素守恒可知,二氧化碳的物质的量为 3.5 mol - 2.45 mol - 0.21 mol $\times$ 2 - 0.21 mol $\times$ 2 = 0.21 mol,由氢元素守恒可知, H_2O (g) 的物质的量为 $\frac{3.5 \text{ mol} \times 4 - 2.45 \text{ mol} \times 4 - 0.21 \text{ mol} \times 6 - 0.21 \text{ mol} \times 4}{2}$ = 1.05 mol,由氧元素守恒可知,氧气的物质的量为 $\frac{1 \text{ mol} \times 2 - 0.21 \text{ mol} \times 2 - 1.05 \text{ mol}}{2}$ = 0.265 mol,则平衡时混合气体的总物质的量为 4.395 mol,由物质的量之比等于压强之比可知,平衡时气体压强为 $\frac{4.395 \text{ mol} \times 450 \text{ kPa}}{4.5 \text{ mol}}$ = 439.5 kPa,则反应④的平衡常数 $K_p = \left(\frac{0.21 \times 439.5 \text{ kPa}}{4.395} \right)^2 \times \left(\frac{1.05 \times 439.5 \text{ kPa}}{4.395} \right)^2 \approx 416$ 。

答案:(1) $2\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -210 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} > 0$

(2) C_2H_6

(3) 2~3 $n(\text{CH}_4) : n(\text{O}_2)$ 为 2~3 时,乙烯的选择性远大于乙烷的选择性,而 $n(\text{CH}_4) : n(\text{O}_2)$ 为 3~4 时,乙烯的选择性与乙烷的选择性相差不大,且 $n(\text{CH}_4) : n(\text{O}_2)$ 为 2~3 时 CH_4 的转化率高

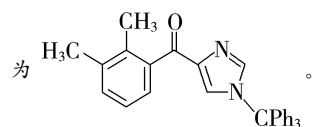
(4) $\frac{9p_0}{16}$

(5) 416

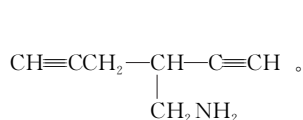
18. 解析:(1) $\text{KMnO}_4(\text{H}^+)$ 的氧化性大于 MnO_2 ,为防止 B 中的醛基被进一步氧化, $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 中使用 MnO_2 而不使用 $\text{KMnO}_4(\text{H}^+)$ 。
- (2) RMgX 易与含活泼氢化合物(HY)反应, HY 代表 H_2O 、 ROH 、 RNH_2 、 $\text{RC}\equiv\text{CH}$ 等, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 、 CH_3COOH 含有

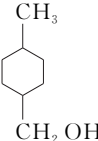
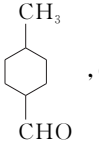
—OH,  N—H 含有 N—H, 为防止 F 与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 、 N—H、 CH_3COOH 反应, E→F 反应中, 不能用作反应溶剂的是 bcd。

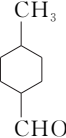
(3) G 中含有羟基, 羟基被 MnO_2 氧化为羰基生成 H, 化合物 H 的分子式为 $\text{C}_{31}\text{H}_{26}\text{N}_2\text{O}$, 其结构简式为

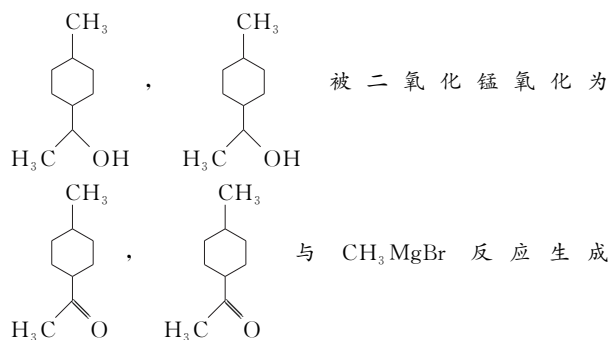


(4) J 是相对分子质量比 D 少 14 的一种有机物, 即 J 分子比 D 少 1 个 CH_2 , 分子式为 $\text{C}_7\text{H}_9\text{N}$, ①含有 1 个手性碳原子, ②含有 2 个碳碳三键且不含甲基, 满足条件的 J 的链状同分异构体的结构简式为 $\text{CH}\equiv\text{CCH}_2\text{CH}_2\text{—CH—C}\equiv\text{CH}$ 或

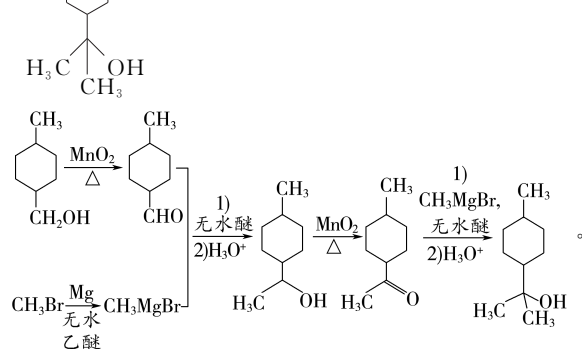


(5)  被二氧化锰氧化为  , CH_3Br 和 Mg

反应生成 CH_3MgBr ,  与 CH_3MgBr 反应生成

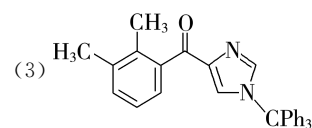


 , 合成路线为



答案: (1) 防止 B 中的醛基被进一步氧化

(2) bcd



(4) $\text{CH}\equiv\text{CCH}_2\text{CH}_2\text{—CH—C}\equiv\text{CH}$,

