

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
答案	B	C	C	C	A	A	D	D	C	A	D	C	B	D	B

## 1. B 【常规考点】化学与 STSE

【深度解析】芳纶为芳香族聚酰胺纤维,属于合成纤维,A 正确;芯片的主要成分是晶体硅,B 错误;某些食品如白糖、红酒中使用适量二氧化硫,可以起到漂白、防腐和抗氧化等作用,C 正确;耐高温的陶瓷属于新型无机非金属材料,D 正确。

## 2. C 【常规考点】化学用语

【深度解析】甲醛的电子式为  $\begin{array}{c} \text{H}:\text{C}::\ddot{\text{O}} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ , A 错误;  $\text{SO}_2$  的中心原子硫

原子的价层电子对数为  $2 + \frac{6-2 \times 2}{2} = 3$ , 有 1 个孤电子对, 其 VSEPR

模型为平面三角形, B 错误;  $\text{HClO}$  的结构式为  $\text{H}-\text{O}-\text{Cl}$ , C 正确;

基态 Cr 原子的价电子排布式为  $3d^5 4s^1$ , 故价电子排布图为

$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ , D 错误。

易错警示 铬元素的价电子是洪特规则中半充满稳定结构的代表, 基态铬原子的价电子排布式为  $3d^5 4s^1$ 。

## 3. C 【新趋考点】物质的鉴别、提纯、结构分析等

【深度解析】钠元素的焰色为黄色, 钾元素的焰色为紫色 (透过蓝色钴玻璃观察), 因此可以用焰色试验鉴别  $\text{KNO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  两种无色溶液, A 正确; 苯甲酸的溶解度随温度的升高明显增大, 而氯化钠的溶解度受温度的影响变化不大, 因此可以利用重结晶的方法提纯含少量氯化钠杂质的苯甲酸, B 正确; 用标准液润洗滴定管时, 因为滴定管下口也需要润洗, 应将润洗液从滴定管下口放出, C 错误; 用红外光照射有机物分子时, 分子中的化学键或官能团可发生振动吸收, 不同的化学键或官能团吸收频率不同, 在红外光谱上表现为不同位置的吸收峰, 从而可分析出分子中含有何种化学键或官能团的信息, D 正确。

## 4. C 【经典题型】阿伏加德罗常数的应用

【深度解析】28 g  $\text{N}_2$  的物质的量为 1 mol, 含有的分子数为  $N_A$ , A 错误; 标准状况下苯不是气态, 不能用气体摩尔体积求其物质的量, B 错误;  $\text{Na}_2\text{O}_2$  是由  $\text{Na}^+$  和  $\text{O}_2^{2-}$  构成的离子化合物, 因此 0.1 mol  $\text{Na}_2\text{O}_2$  晶体中含有  $\text{Na}^+$  和  $\text{O}_2^{2-}$  的总数为  $0.3N_A$ , C 正确; 电解时, 外电路是电子的定向移动, 内电路 (电解池内部的电解液) 是阴、阳离子的定向移动, 因此电解  $\text{CuCl}_2$  溶液时, 溶液中没有电子通过, D 错误。

## 5. A 【经典题型】实验方案的设计与评价

【深度解析】通过更换浓、稀硝酸, 观察实验现象, 可由题给实验装置探究铜和浓、稀硝酸反应, A 正确; 氯化铵受热分解生成氨气和氯化氢, 但温度降低时, 它们又很快化合生成氯化铵, 因此不能通过分解氯化铵制取氨气, B 错误; 由于导管伸入饱和碳酸钠溶液中, 蒸出的乙酸乙酯中含有乙醇、乙酸等易被碳酸钠溶液吸收的气体, 会造成倒吸, C 错误; 二氧化锰和浓盐酸的反应需要加热,

D 错误。

#### 6. A 【特色题型】价-类二维图分析

【深度解析】由题图可知, e 是  $\text{Na}_2\text{S}$  或  $\text{NaHS}$ , f 是  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  或  $\text{NaHSO}_3$ , 在酸性条件下, 将两者混合会发生归中反应生成 S, **A 正确**; 若题图中的盐均为钠的正盐, 则图中的物质有盐 ( $\text{Na}_2\text{S}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )、单质硫和酸 ( $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), 物质中的某元素的化合价如果是该元素的中间价态, 则该物质既有氧化性又有还原性,  $\text{H}_2\text{S}$  中  $\text{H}^+$  具有氧化性,  $\text{S}^{2-}$  具有还原性, 因此  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_3$ 、S 都是既有氧化性又有还原性的物质, **B 错误**; b 是亚硫酸, 亚硫酸的稀溶液使品红溶液褪色, 体现的是漂白性, 不是强氧化性, **C 错误**; c 是硫酸, 将浓硫酸滴加在胆矾晶体上, 晶体由蓝色变成白色, 体现浓硫酸的吸水性而不是脱水性, **D 错误**。

#### 7. D 【经典题型】离子方程式的正误判断

【深度解析】硫酸铜溶液除去电石气中的  $\text{H}_2\text{S}$  的反应为  $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$ , **A 错误**; 硝酸银溶液中加入过量氨水最终生成银氨配合物:  $\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + 2\text{H}_2\text{O}$ , **B 错误**; 由于碳酸的二级电离比苯酚弱, 因此向苯酚钠溶液中通入  $\text{CO}_2$  只能生成苯酚和碳酸氢钠, **C 错误**; 氢氧化钙少量时, 氢氧化钙和碳酸氢钠以物质的量之比为 1:2 参与反应, 离子方程式为  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ , **D 正确**。

#### 8. D 【特色题型】晶胞结构分析及相关计算

【深度解析】Zn 是 30 号元素, 位于元素周期表第四周期第 II B 族, 属于元素周期表 ds 区元素, **A 正确**; 由题给晶胞结构图可以看出, 与  $\text{Zr}^{4+}$  距离最近且等距的  $\text{O}^{2-}$  个数为 8, 即  $\text{Zr}^{4+}$  的配位数为 8, **B 正确**; 由均摊法知, 1 个晶胞中含有 4 个  $\text{ZrO}_2$  单元, 该晶体的密度为  $\frac{\frac{4M}{N_A} \text{ g}}{a^3 \times 10^{-30} \text{ cm}^3} = \frac{4M \times 10^{30}}{a^3 N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , **C 正确**; 由  $\text{Zn}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_y$  中各元素正、负化合价代数和为 0 可知,  $2x + 4(1-x) = 2y$ , 整理得  $y = 2-x$ , **D 错误**。

#### 9. C 【热门考点】物质的性质

【深度解析】用葡萄酿酒主要是利用葡萄糖生成乙醇的反应:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{一定条件下}} 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 \uparrow$ , 不是水解反应, **A 错误**; 肥皂或洗涤剂洗涤油污是表面活性剂使油污乳化分散的过程, 与油污水解无关(如果用烧碱去除油污是使油污水解), **B 错误**; 酒精能使蛋白质变性, 可用于消毒, 75% 酒精的消毒效果较好, **C 正确**; 小苏打是  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  称为纯碱或苏打, **D 错误**。

**关键点拨** 洗涤剂洗涤油污的原理: 作表面活性剂, 使油污乳化分散。

#### 10. A 【特色题型】元素推断与元素周期律

**元素推断** X、Y、W 是不同周期的短周期主族元素, 则 X 为 H, 根据 DACP 的结构中配体为  $\text{YX}_3$ , 可知 Y 为 N, 而 Z 和 Y 相邻, 则 Z 为 O, 由外界阴离子为  $\text{WZ}_4^-$  可推出 W 为 Cl, M 属于一种过渡金属元素。

【深度解析】阳离子带 1 个单位正电荷, M 结合 4 个  $\text{NH}_3$  和 2 个  $\text{N}_3^-$ , 则 M 为 +3 价, **A 正确**; 由于氮原子的 2p 轨道为半充满结构, 较稳定, 第一电离能:  $\text{N} > \text{O}$ , **B 错误**; 由题给 DACP 的结构式可知

其化学式为  $\text{MX}_{12}\text{Y}_{10}\text{WZ}_4$ , 但 DACP 是离子构成的物质, 不存在分子及分子式, **C 错误**;  $\text{W}、\text{Z}、\text{Y}、\text{X}$  形成的简单离子分别是  $\text{Cl}^-、\text{O}^{2-}、\text{N}^{3-}、\text{H}^+$ , 其中  $\text{O}^{2-}、\text{N}^{3-}$  半径大小关系为  $\text{O}^{2-} < \text{N}^{3-}$ , **D 错误**。

### 11. D 【经典题型】实验方案的设计与评价

【深度解析】苯酚和溴水发生反应生成的三溴苯酚难溶于水, 但易溶于苯, **A 错误**; 醛基和碳碳双键均可以和溴水反应使其褪色, 不能证明丙烯醛含有碳碳双键, **B 错误**; 酸性条件下氯离子、亚铁离子都能还原高锰酸钾, 使其溶液褪色, **C 错误**;  $\text{AgNO}_3$  少量, 在  $\text{KI}$  比  $\text{NaCl}$  量小的情况下, 白色的氯化银转化为黄色的碘化银, 可以说明  $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{AgI})$ , **D 正确**。

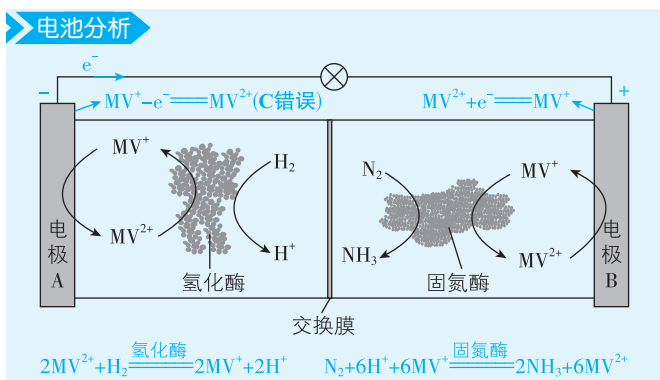
**易错警示** 能使溴水褪色的有机物官能团: 醛基、碳碳双键、碳碳三键、酚类(酚羟基邻位或对位有氢原子)。

### 12. C 【热门考点】有机物的结构与性质分析

【深度解析】物质 B 分子中含 1 个碳溴键和 1 个酯基, 二者均能和  $\text{NaOH}$  溶液反应, 故 1 mol B 最多能与 2 mol  $\text{NaOH}$  反应, **A 正确**; A 分子中的酚羟基可以被酸性高锰酸钾溶液氧化, C 分子中存在碳碳双键, 也能被酸性高锰酸钾溶液氧化, **B 正确**; 酯基不与氢气发生加成反应, 则 C 与足量氢气加成后, 产物中有 4 个手性碳原子(如图中星号标记的碳原子), **C 错误**;

苯环和羰基均为平面结构, 单键可以旋转, 故 A 分子中所有的碳原子可能都在同一个平面内, 且 A 分子中苯环上的碳原子及羰基碳原子为  $\text{sp}^2$  杂化, 甲基碳原子为  $\text{sp}^3$  杂化, **D 正确**。

### 13. B 【重难点】原电池的原理及应用



【深度解析】由电池分析可知, 电极 A 上发生失电子的氧化反应, 则 A 为负极, B 为正极, 电极电势:  $\text{B} > \text{A}$ , **A 错误**; 负极区生成的  $\text{H}^+$  通过交换膜进入正极区参与生成  $\text{NH}_3$  的反应, 故交换膜为质子交换膜, **B 正确**; 由放电时生成氨的反应可知, 生成 1 mol  $\text{NH}_3$ , 电路中转移 3 mol 电子, **D 错误**。

### 14. D 【重难点】化学平衡图像分析

【深度解析】无论是平衡时还是反应 10 min 时, 随温度升高,  $\text{SCl}_2$  的转化率均升高, 说明正反应为吸热反应, 则  $\Delta H > 0$ , **A 错误**; 由相同温度下两曲线对应的  $\text{SCl}_2$  的转化率的大小关系可知, 虚线对应平衡时  $\text{SCl}_2$  的转化率, 实线对应反应 10 min 时  $\text{SCl}_2$  的转化率, 起始时  $c(\text{SCl}_2) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $55^\circ\text{C}$  反应 10 min 时, 即 X 点,  $\text{SCl}_2$  的转化率为 50%,  $\Delta c(\text{SCl}_2) = 0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则  $\Delta c(\text{S}_2\text{Cl}_2) = 0.125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 前 10 min  $v(\text{S}_2\text{Cl}_2) = 0.0125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ , **B**

错误;由于反应前后气体总质量和总分子数不变,整个反应过程中平均相对分子质量保持不变,即平均相对分子质量不变不能说明反应达到平衡状态, **C 错误**;由题图可知,82 °C 达到平衡时,  $\text{SCl}_2$  的转化率为 90%,可列三段式:

	$2\text{SCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}_2\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$		
起始浓度/(mol · L <sup>-1</sup> )	0.5	0	0
转化浓度/(mol · L <sup>-1</sup> )	0.45	0.225	0.225
平衡浓度/(mol · L <sup>-1</sup> )	0.05	0.225	0.225

反应的平衡常数  $K = \frac{0.225 \times 0.225}{0.05^2} = 20.25$ ,若开始时各气体分别

充入 5 mol,则有  $Q_c = \frac{2.5 \times 2.5}{2.5^2} = 1 < K$ ,则反应正向进行,即  $v(\text{正}) >$

$v(\text{逆})$ , **D 正确**。

#### 15. B 【重难点考点】水溶液中的离子反应与平衡

【深度解析】 $\frac{c(\text{H}_2\text{A}^-)}{c(\text{H}_3\text{A})} = \frac{K_{a1}}{c(\text{H}^+)}$ ,  $\frac{c(\text{HA}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{A}^-)} = \frac{K_{a2}}{c(\text{H}^+)}$ ,  $\frac{c(\text{A}^{3-})}{c(\text{HA}^{2-})} = \frac{K_{a3}}{c(\text{H}^+)}$ ,

关键句

相同 pH 条件,  $\frac{c(\text{H}_2\text{A}^-)}{c(\text{H}_3\text{A})} > \frac{c(\text{HA}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{A}^-)} > \frac{c(\text{A}^{3-})}{c(\text{HA}^{2-})}$ ,则曲线 I、II、III 分

别代表  $\lg \frac{c(\text{H}_2\text{A}^-)}{c(\text{H}_3\text{A})}$ 、 $\lg \frac{c(\text{HA}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{A}^-)}$ 、 $\lg \frac{c(\text{A}^{3-})}{c(\text{HA}^{2-})}$  随 pH 的变化。由图

乙知, pH = 14 时,  $\lg X = 1.64$ , 即  $\lg \frac{c(\text{A}^{3-})}{c(\text{HA}^{2-})} = 1.64$ , 则  $K_{a3} =$

$\frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^{3-})}{c(\text{HA}^{2-})} = 10^{-14} \times 10^{1.64}$ , 当 pH = 10 时, 有  $K_{a3} = 10^{-14} \times 10^{1.64} =$

$\frac{10^{-10} \times c(\text{A}^{3-})}{c(\text{HA}^{2-})}$ , 则  $\frac{c(\text{A}^{3-})}{c(\text{HA}^{2-})} = 10^{-4} \times 10^{1.64}$ , 此时  $\lg \frac{c(\text{A}^{3-})}{c(\text{HA}^{2-})} = \lg (10^{-4} \times$

$10^{1.64}) = -4 + 1.64 = -2.36$ , **A 正确**; 由 A 项分析可知,  $K_{a1} = 10^{-4} \times$

$10^{1.88} = 10^{-2.12}$ ,  $K_{a2} = 10^{-10} \times 10^{2.8} = 10^{-7.2}$ , 由图乙知, 当  $\lg \frac{c(\text{H}_2\text{A}^-)}{c(\text{H}_3\text{A})} =$

0, 即  $\frac{c(\text{H}_2\text{A}^-)}{c(\text{H}_3\text{A})} = 1$  时, pH = 2.12, 当 pH > 2.12 时,  $\lg \frac{c(\text{H}_2\text{A}^-)}{c(\text{H}_3\text{A})} > 0$ ,

即  $\frac{c(\text{H}_2\text{A}^-)}{c(\text{H}_3\text{A})} > 1$ ,  $c(\text{H}_2\text{A}^-) > c(\text{H}_3\text{A})$ ,  $K_{a1} \cdot K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{H}_2\text{A}^-)}{c(\text{H}_3\text{A})} \cdot$

$\frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HA}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{A}^-)} = \frac{c(\text{HA}^{2-})}{c(\text{H}_3\text{A})} \cdot c^2(\text{H}^+) = 10^{-9.32}$ , 当  $c(\text{H}_3\text{A}) >$

$c(\text{HA}^{2-})$  时,  $\frac{c(\text{HA}^{2-})}{c(\text{H}_3\text{A})} < 1$ , 则  $c^2(\text{H}^+) > 10^{-9.32} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ , 即 pH <

4.66, 故  $c(\text{H}_2\text{A}^-) > c(\text{H}_3\text{A}) > c(\text{HA}^{2-})$  对应  $2.12 < \text{pH} < 4.66$ , **B 错误**; 由图甲可知, 20 mL 到 40 mL 滴定过程中,  $\text{H}_3\text{A}$  逐步反应生成

$\text{NaH}_2\text{A}$  (电离强于水解, 抑制水的电离)、 $\text{Na}_2\text{HA}$  (水解强于电离, 促进水的电离), 因此该过程中水的电离程度逐渐增大, **C 正确**;

由图甲可知用 NaOH 标准溶液滴定  $\text{NaH}_2\text{A}$  溶液, 在接近滴定终点时 pH 发生由 8 到 10 的突跃, 因此可以用酚酞作指示剂,

**D 正确**。

#### 16. (13 分, 除标注外, 每空 2 分)

(1)  $[\text{Ar}]3\text{d}^14\text{s}^2$  (2) 40 (1 分) 10 (1 分)

(3) ①  $\text{TiO}^{2+} + (x+1)\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{H}^+$  ② 制氧气 (或医用消毒等, 合理即可, 1 分) ③ 防止  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{TiO}^{2+}$  在“水解”工

序同时沉淀, 不利于 Ti 与 Fe 元素的分离 (4)  $\text{ScF}_3$



**【重难点考点】**基态原子的电子排布式、反应条件选择、离子方程式的书写、原因分析等

**思路分析** 赤泥用硫酸酸浸, Sc、Al、Fe、Ti 元素均进入溶液中, 而 Sc 元素被有机溶剂萃取(经过一系列转化最后得到金属 Sc), 萃取后的水相中先加铁粉将铁离子还原为亚铁离子后, 水解除去钛元素( $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ), 然后加双氧水(试剂 A)氧化, 将亚铁离子氧化为铁离子, 再加碳酸氢钠溶液反应, 生成聚合硫酸铁铝 $[\text{AlFe}(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2]$ 。

**【深度解析】**(1) 钪是 21 号元素, 其基态原子的核外电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$ , 即简化电子排布式为  $[\text{Ar}] 3d^1 4s^2$ 。

(2) 由题图乙可知, 有较高浸出率( $\text{Sc}^{3+}$ )和分离系数的温度是  $30 \sim 40^\circ\text{C}$ , 但温度越低, 浸出速率越小, 在保证高浸出率( $\text{Sc}^{3+}$ )和分离系数的基础上, 能保持较高的浸出速率( $\text{Sc}^{3+}$ )是最优的选择, 因此温度控制在  $40^\circ\text{C}$  最适宜; 由硫酸浓度和浸出率关系可知, 保持硫酸浓度在  $10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  最合适。

(3) ① $\text{TiO}^{2+}$  水解生成  $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , 由电荷守恒知, 水解产生  $\text{H}^+$ , 则  $\text{TiO}^{2+}$  水解的离子方程式为  $\text{TiO}^{2+} + (x+1)\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{H}^+$ ; ②双氧水在医疗上用作消毒剂, 在实验室可用于少量氧气的快速制取等; ③流程中“还原”在  $\text{TiO}^{2+}$  水解反应之前, “氧化”在  $\text{TiO}^{2+}$  水解反应之后, 分析有关离子沉淀的 pH 范围可知, 铁离子水解生成沉淀的 pH 和  $\text{TiO}^{2+}$  水解生成沉淀的 pH 有重合部分, 应先将铁离子还原为亚铁离子, 避免在  $\text{TiO}^{2+}$  水解时铁离子也部分水解生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀, 当  $\text{TiO}^{2+}$  水解沉淀完全后, 再将亚铁离子氧化为铁离子, 最后控制合适的条件(加碳酸氢钠)生成聚合硫酸铁铝。

(4) 由题图丙可知, 当  $\text{pH}=3$ ,  $c(\text{F}^-) = 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  即  $\lg c(\text{F}^-) = -4$  时, Sc 元素的存在形式为  $\text{ScF}_3$ 。

(5) 向硫酸铁、硫酸铝混合溶液中加入碳酸氢钠溶液, 生成  $\text{AlFe}(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2$  和气体, 则根据质量守恒和电荷守恒, 反应的离子方程式为  $\text{Al}^{3+} + \text{Fe}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{AlFe}(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2 \downarrow + 2\text{CO}_2 \uparrow$ 。

## 17. (14 分, 每空 2 分)

(1) 三颈烧瓶 (2) 防止倒吸 (3) A

(4) pH 太低时  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  不能稳定存在(且不能使  $\text{Zn}^{2+}$  沉淀完全), pH 太高时  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  会溶解, 使得制备的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  不纯

(5)  $2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + \text{S}_2\text{O}_4^{2-} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} + 2\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$  (6) 亚甲基蓝 (7) 87.0%

**【重难点考点】**仪器名称、装置作用、pH 调控、离子方程式的书写、质量分数有关计算等

**【深度解析】**(1) 由题图可知, 仪器 d 是三颈烧瓶。

(2) 装置 A 中生成的  $\text{SO}_2$  易溶于水, 分析实验装置及 B 的结构可知, 装置 B 的作用是防止倒吸。

(3) 步骤 4 中过滤除去  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ , 然后对滤液(主要含  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  的溶液)进行盐析、过滤、脱水、洗涤、干燥等得到  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ , 因此洗涤是为了除去  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  固体表面的可溶性杂质, 由已知信息①可知,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  易溶于水, 不溶于乙醇, 合适的洗涤剂为乙醇。

(4) 由已知信息①知,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  在碱性介质中较稳定, pH 太低时  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  不能稳定存在, 而且也不利于  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  沉淀的生成, 因此需控制 pH 不小于 8.2; 根据已知信息②知,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  与  $\text{Al}(\text{OH})_3$  的化学性质相似, 因此 pH 太高时  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  会与  $\text{OH}^-$  反应而溶解, 会使  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  的纯度降低, 因此需控制 pH 不大于 10.5。

(5)由题意可知,氧化剂为 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ,还原剂为 $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$ ,还原产物为 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ,氧化产物为 $\text{SO}_3^{2-}$ ,反应的离子方程式为 $2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + \text{S}_2\text{O}_4^{2-} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} + 2\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(6)滴定反应时滴定突跃范围是 $0.01 \sim 0.38 \text{ V}$ ,而表中氧化还原指示剂的条件电位符合要求的只有亚甲基蓝,因此选择亚甲基蓝作指示剂。

(7)滴定数据中 $20.90 \text{ mL}$ 与其他两组数据相差较大,应舍去,则消耗标准溶液的平均体积为 $\frac{19.98+20.02}{2} \text{ L} = 0.02 \text{ L}$ ,设样品中

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 的质量分数为 $w$ ,由关系式 $2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \sim \text{S}_2\text{O}_4^{2-}$ 可知,

$$2 \times \frac{2.0 \text{ g} \times w \times \frac{1}{10}}{174 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{解得 } w = 87.0\%。$$

## 18. (14分,除标注外,每空2分)

(1)大于(1分)

(2)① $p_3 < p_2 < p_1$ (1分) 该反应正向总分子数减少,增大压强,平衡向正反应方向移动, $\text{SO}_2$ 转化率变大 ② $\frac{\alpha^2(20-\alpha)}{(1-\alpha)^2 \times (3-\alpha) \times p_3}$

(3)①便于和有催化剂的实验数据形成对照,相当于空白实验 ②ad

(4)-1 (5) $\text{Mn}^{2+}$ 催化 $\text{O}_2$ 与 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{SO}_2$ 反应生成 $\text{H}_2\text{SO}_4$

【重难点考】活化能比较、化学平衡图像分析、平衡移动、原因分析等

【深度解析】(1)活化能大的步骤的反应速率慢,故反应①的活化能大于反应②的活化能。

(2)①由反应 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -196 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 可知,正反应是气体总分子数减小的反应,相同温度下,压强增大,平衡正向移动, $\text{SO}_2$ 的平衡转化率变大,分析 $\text{SO}_2$ 平衡转化率随温度和压强的变化曲线知, $p_3 < p_2 < p_1$ ;②各物质起始的物质的量分数: $\text{SO}_2$ 为 $10\%$ 、 $\text{O}_2$ 为 $15\%$ 、 $\text{N}_2$ 为 $75\%$ ,为简化计算,设起始时总物质的量为 $100 \text{ mol}$ ,则起始时 $\text{SO}_2$ 为 $10 \text{ mol}$ 、 $\text{O}_2$ 为 $15 \text{ mol}$ 、 $\text{N}_2$ 为 $75 \text{ mol}$ ,平衡时压强为 $p_3$ , $\text{SO}_2$ 的转化率为 $\alpha$ ,则平衡时 $\text{SO}_2$ 为 $10(1-\alpha) \text{ mol}$ , $\text{O}_2$ 为 $(15-5\alpha) \text{ mol}$ , $\text{N}_2$ 为 $75 \text{ mol}$ ,生成的 $\text{SO}_3$ 为 $10\alpha \text{ mol}$ ,气体总物质的量为 $(100-5\alpha) \text{ mol}$ ,由气体分压=总压 $\times$ 物质的量分数,可得 $p(\text{SO}_2) = \frac{10(1-\alpha)}{100-5\alpha} p_3$ , $p(\text{O}_2) = \frac{15-5\alpha}{100-5\alpha} p_3$ ,

$$p(\text{SO}_3) = \frac{10\alpha}{100-5\alpha} p_3, K_p = \frac{p^2(\text{SO}_3)}{p^2(\text{SO}_2) \cdot p(\text{O}_2)} = \frac{\alpha^2(20-\alpha)}{(1-\alpha)^2 \times (3-\alpha) \times p_3}。$$

(3)①题给实验是探究以碳酸钙为基础固硫材料在复合不同的催化剂下的反应规律,仅仅使用碳酸钙而不加催化剂的实验是一个空白实验,便于和有催化剂的实验形成对照。②由图丙可知,相同条件下三种催化剂中 $\text{V}_2\text{O}_5$ 的催化效率最低, **a 正确**;每一种催化剂都有一个催化活性最高的温度,而且从曲线上看,虽然三种催化剂随温度升高催化效率增加,但当温度高到一定程度时,温度升高有的催化剂催化效率不再增加, **b 错误**;催化剂只能改变反应速率,不能使化学平衡发生移动,故不能提高 $\text{SO}_3$ 的平衡产率, **c 错误**;从催化反应机理看,催化剂参与了反应,改变了反应历程,通常催化剂降低反应活化能,使更多的反应物分子成为活化分子,提高了反应速率, **d 正确**。

(4)将题表中实验1的数据和实验3的数据代入反应速率方程式可得, $q = km^\alpha n^\beta p^\gamma$ 和 $10q = km^\alpha n^\beta (0.1p)^\gamma$ ,整理可得 $\gamma = -1$ 。

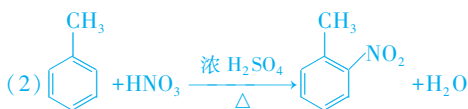
(5)由图丁可知,反应初期为 $\text{MnO}_2$ 将 $\text{SO}_2$ 氧化: $\text{MnO}_2 + \text{SO}_2 \rightleftharpoons$



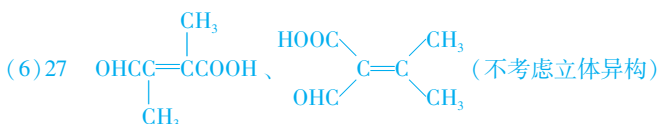
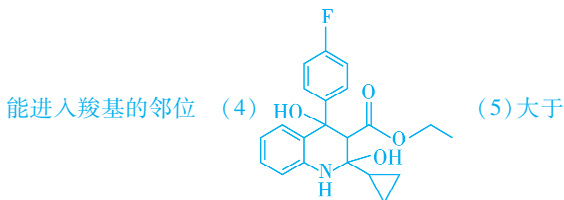
$\text{MnSO}_4$ , 反应生成的  $\text{Mn}^{2+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  的浓度按 1:1 增加, 但反应生成的  $\text{Mn}^{2+}$  对空气中氧气氧化  $\text{SO}_2$  有催化作用:  $2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Mn}^{2+}} 2\text{H}_2\text{SO}_4$ , 导致硫酸根离子浓度的增加速率比  $\text{Mn}^{2+}$  快。

19. (14 分, 除标注外, 每空 2 分)

(1)  $\text{C}_{13}\text{H}_{10}\text{NOF}$  (1 分) 还原反应 (1 分)

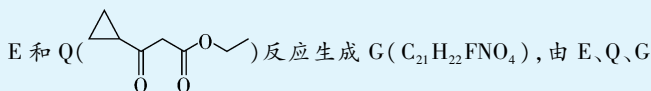
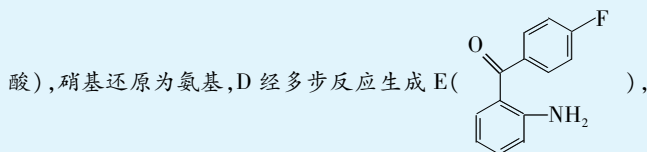


(3) 若先将甲基氧化为羧基, 羧基是间位定位基, 硝化时硝基不

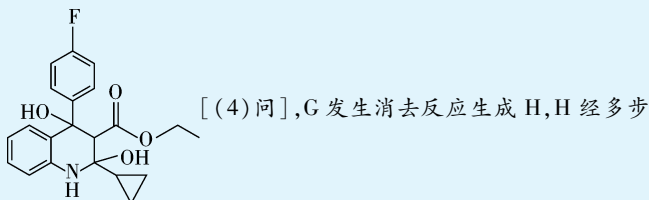


【重难点】分子式、反应类型、化学方程式的书写、结构简式、同分异构体等

思路分析 A (甲苯) 发生甲基邻位上的硝化反应生成 B (邻硝基甲苯), B 发生氧化反应生成 C (邻硝基苯甲酸), 甲基被氧化为羧基, C 在一定条件下发生还原反应生成 D (邻氨基苯甲酸), 硝基还原为氨基, D 经多步反应生成 E (



的分子式可知该反应为加成反应, 根据题目中 G 分子含有 3 个六元环, 1 分子 G 转化为 H 要脱 2 分子水, 则 G 的结构简式为



反应生成 J, J 在三氟乙酸 ( $\text{CF}_3\text{COOH}$ ) 作用下生成 K, K 在碱性条件下水解, 酯基断开生成 L, L 与  $\text{CaCl}_2$  反应生成 M。

【深度解析】(1) 由题给 E 的结构简式可知其分子式为  $\text{C}_{13}\text{H}_{10}\text{NOF}$ ; C 在一定条件下发生还原反应 (硝基还原为氨基) 生成 D (邻氨基苯甲酸)。

(2) A (甲苯) 在浓硫酸的作用下与浓硝酸发生甲基邻位上的硝化反应生成 B (邻硝基甲苯)。

(3) 由题干信息可知, 甲基是邻、对位定位基, 甲苯发生硝化反应, 硝基进入甲基的邻位或对位, 而羧基是间位定位基, 发生硝化反应时, 硝基进入羧基的间位, 因此应先进行硝化反应再进行甲基的氧化, 若反应顺序颠倒不能生成目标产物。

(5)  $-\text{CF}_3$  是吸电子基,  $-\text{CH}_3$  是供电子基, 故羧基和三氟甲基相连比和甲基相连更容易电离出  $\text{H}^+$ , 即  $\text{CF}_3\text{COOH}$  的酸性比  $\text{CH}_3\text{COOH}$

的酸性强。

(6) Q 的分子式为  $C_8H_{12}O_3$ , X 的分子式比 Q 少 2 个 C 和 4 个 H, 则 X 的分子式为  $C_6H_8O_3$ , X 分子中无环状结构, 能发生银镜反应, 说明含有醛基或醛基类似结构, 能和碳酸氢钠溶液反应生成  $CO_2$ , 说明含有羧基, 由分子式可以看出 X 分子中有 3 个不饱和度, 因此分子中含有 1 个羧基、1 个醛基、1 个碳碳双键, X 分子中有 6 个碳原子, 除去 1 个醛基碳原子、1 个羧基碳原子, 还有 4 个碳原子, 且 4 个碳原子构成的碳骨架中必须有 1 个碳碳双键, 因此其结构为  $C-C-C=C$ 、 $C-C=C-C$  或  $C-\underset{\substack{| \\ C}}{C}=C$ , 然后将 1

个醛基和 1 个羧基同时与其连接, 其中  $C-C-C=C$  有 15 种,  $C-C=C-C$  有 7 种,  $C-\underset{\substack{| \\ C}}{C}=C$  有 5 种, 共有 27 种; 核磁共振氢

谱有 4 组峰, 且峰面积之比为 3:3:1:1 的物质的结构简式为

