

**1. D 【命题点】物质的分类。**

【解析】石墨烯是碳元素形成的单质,不属于有机物;不锈钢属于合金;石英光导纤维的主要成分是  $\text{SiO}_2$ ,属于非金属氧化物;聚酯纤维属于有机物,所以选 **D**。

**2. D 【命题点】化学用语。**

【解析】 $\text{H}_2\text{S}$  分子中 S 原子的价层电子对数  $= 2 + \frac{6-2 \times 1}{2} = 4$ , 有 2 个孤电子对, 则  $\text{H}_2\text{S}$  的空间结构是 V 形, **A 错误**;  $\text{AlCl}_3$  中 Al 原子的价层电子对数  $= 3 + \frac{3-3 \times 1}{2} = 3$ , 没有孤电子对, 则  $\text{AlCl}_3$  的价层电子对互斥模型为平面三角形, **B 错误**; KI 是离子化合物, 其电子式为  $\text{K}^+[:\ddot{\text{I}}:]^-$ , **C 错误**;  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2$  的名称为 3-甲基戊烷, **D 正确**。

**易错警示** 关于电子式的正误判断, 首先判断物质的类别, 离子化合物中的简单阴离子和原子团应表示为“ $[\quad]^{n\pm}$ ”形式, 共价化合物电子式书写需注意共用电子对个数和未参与成键的电子。

**3. A 【命题点】 $\text{FeCl}_3$  的性质和用途。**

【解析】 $\text{FeCl}_3$  是强电解质, **A 错误**;  $\text{FeCl}_3$  溶液可腐蚀覆铜板:  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ , **B 正确**; Fe 与  $\text{Cl}_2$  点燃条件下反应生成  $\text{FeCl}_3$ , **C 正确**;  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体的制备: 向沸水中滴加几滴  $\text{FeCl}_3$  饱和溶液, 继续加热至液体呈红褐色, 停止加热, **D 正确**。

**4. A 【命题点】物质的性质与用途。**

【解析】铝表面易形成致密的氧化膜而耐腐蚀, 且铝合金硬度较大, 所以铝可用于制作门窗框架, **A 错误**;  $\text{CaO}$  具有吸水性, 可用作干燥剂, **B 正确**; 维生素 C 具有还原性, 可用作食品抗氧化剂, **C 正确**;  $\text{Na}_2\text{O}_2$  能与  $\text{CO}_2$  反应生成  $\text{O}_2$ , 可作潜水艇中的供氧剂, **D 正确**。

**5. C 【命题点】物质的制备、实验基本操作、误差分析及原电池原理。**

【解析】 $\text{NH}_4\text{Cl}$  受热分解生成  $\text{NH}_3$  和  $\text{HCl}$ , 在试管口因温度降低  $\text{NH}_3$  和  $\text{HCl}$  又化合成  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 无法得到氨气, **A 错误**;  $\text{KMnO}_4$  溶液具有强氧化性, 易腐蚀橡胶, 不能用碱式滴定管盛装, 应用带活塞的酸式滴定管盛装, **B 错误**; 定容时俯视刻度线会导致所加蒸馏水体积偏小, 则所配溶液体积偏小, 溶液浓度偏大, **C 正确**; 题图丁装置为原电池装置, 活泼金属 Zn 作负极, Cu 作正极, 盐桥中阳离子向正极移动, 即向  $\text{CuSO}_4$  溶液中迁移, **D 错误**。

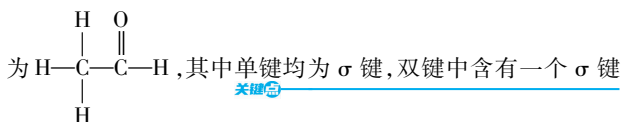
**关键点拨** 碱性溶液会腐蚀玻璃而使活塞粘连,故应放在碱式滴定管中,而酸性溶液和具有强氧化性的溶液会腐蚀橡胶故应放在酸式滴定管中;原电池中,一般较活泼金属作负极,较不活泼金属或惰性电极作正极,阳离子向正极移动,阴离子向负极移动。

## 6. C 【命题点】氧化还原反应。

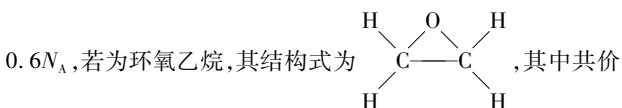
【解析】由题图甲 $\rightarrow$ 乙可知,—S—S—与药剂 A 反应生成—SH,题给蛋白质发生还原反应,则药剂 A 为还原剂,具有还原性,**A 正确**;由图可知 1 mol S—S 键断裂,可生成 2 mol 的—SH,转移 2 mol 电子,则 2 mol S—S 键断裂,转移 4 mol 电子,**B 正确**;乙 $\rightarrow$ 丙过程中 HS—被药剂 B 氧化为—S—S—,若药剂 B 是  $H_2O_2$ ,则其还原产物为  $H_2O$ ,**C 错误**;由题图中甲和丙可知,化学烫发过程中某些蛋白质中 S—S 键位置发生了改变,从而实现了头发的定型,**D 正确**。

## 7. A 【命题点】阿伏加德罗常数及有关计算。

【解析】 $C_2H_4O$  可能是乙醛或环氧乙烷,若为乙醛,其结构式



和一个  $\pi$  键,则 4.4 g 即 0.1 mol 乙醛中含有  $\sigma$  键的数目为



键均为  $\sigma$  键,则 4.4 g 即 0.1 mol 环氧乙烷中含有  $\sigma$  键的数目为 0.7 $N_A$ ,**A 正确**;

1.7 g  $H_2O_2$  的物质的量为 0.05 mol,含有氧原子数为 0.1 $N_A$ ,**B 错误**;

$CH_3COOH$  溶液中通氨气反应后生成  $CH_3COONH_4$ ,根据电荷守恒  $c(H^+) + c(NH_4^+) = c(OH^-) + c(CH_3COO^-)$ ,溶液呈中性,即  $c(H^+) = c(OH^-)$ ,则  $c(NH_4^+) = c(CH_3COO^-)$ ,因  $CH_3COO^-$  部分水解,则  $CH_3COO^-$  和  $NH_4^+$  数

目均小于 0.1 $N_A$ ,**C 错误**;

因  $Cl_2$  与水的反应为可逆反应,只有部分  $Cl_2$  能与水反应,则水中通入标准状况下 11.2 L 即 0.5 mol  $Cl_2$ ,溶液中氯离子数小于 0.5 $N_A$ ,**D 错误**。

## 8. C 【命题点】物质的性质及应用。

【解析】通过 X 射线衍射可以测得晶体的空间结构,**A 正确**;

某些浓的无机盐(如硫酸钠、硫酸铵)溶液可降低蛋白质在水中的溶解度,而使蛋白质从溶液中析出,**B 正确**;

苯酚与甲醛先发生加成反应,再通过缩聚反应得到酚醛树脂,**C 错误**;

苯与新制氢氧化铜悬浊液不反应,乙醛与新制氢氧化铜悬浊液反应生成砖红色沉淀,醋酸可与氢氧化铜发生中和反应而使氢氧化铜溶解,溶液呈蓝色,三者现象不同,可进行鉴别,

**D 正确**。

## 9. B 【命题点】离子方程式正误判断。

【解析】还原性: $Fe^{2+} < I^-$ ,则等物质的量的  $FeI_2$  与  $Cl_2$  在溶液

中反应时只有  $\text{I}^-$  被氧化, 离子方程式为  $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 = \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$ , **A 错误**; 酸性:  $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HClO} > \text{HCO}_3^-$ , 因此向  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  溶液中通入足量  $\text{CO}_2$ , 生成  $\text{HClO}$  和  $\text{HCO}_3^-$ , **B 正确**; 铜与稀硝酸反应, 还原产物应为  $\text{NO}$ , 离子方程式为  $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ , **C 错误**; 向硫化钠溶液中通入足量  $\text{SO}_2$ , 则  $\text{S}^{2-}$  会与  $\text{SO}_2$  发生归中反应, 离子方程式为  $2\text{S}^{2-} + 5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{S} \downarrow + 4\text{HSO}_3^-$ , **D 错误**。

#### 10. B 【命题点】有机物的结构与性质。

【解析】丙烯分子中, 碳碳双键及与其直接相连的原子在同一平面内, 即最少有 6 个原子共平面, 通过单键的自由旋转可使甲基上的 1 个氢原子也位于该平面内, 即最多有 7 个原子共平面, **A 正确**; 烃与卤素单质在光照条件下发生取代反应, 卤素原子一般取代烷基上的氢原子, 则 X 的结构简式为  $\text{CH}_2\text{BrCH}=\text{CH}_2$ , **B 错误**; 丙烯与  $\text{Br}_2$  的  $\text{CCl}_4$  溶液发生加成反应生成 Y, 则 Y 为  $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{Br}$ , Y 与足量  $\text{KOH}$  醇溶液共热发生消去反应, 2 个  $\text{Br}$  原子均可与所连碳原子的相邻碳原子上的氢原子一同消去, 则可生成  $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$ , **C 正确**; 丙烯发生加聚反应生成  $\left[ \text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$ , 因此聚合物 Z

的链节为  $-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-$ , **D 正确**。

**关键点拨** 双键和三键碳原子上的氢原子难以发生取代反应, 因此丙烯与  $\text{Br}_2$  发生取代反应一般取代的是甲基上的氢原子。

#### 11. A 【命题点】元素推断与元素周期律。

**信息梳理** X、Y、Z、W 是原子序数依次增大的短周期主族元素, 且 X、Y、Z 位于同一周期, 则 X、Y、Z 是第二周期元素, W 是第三周期元素。X 基态原子核外有 2 个未成对电子, 且只有 X、Y 相邻, Z 与 Y 不相邻, 则 X、Y 分别为 C、N 元素, Z 为 F 元素; W 是第三周期中原子半径最大的元素, 则 W 为 Na 元素。

【解析】同周期从左到右, 主族元素的第一电离能呈增大趋势, 因此第一电离能:  $\text{F} > \text{N} > \text{C}$ , 即  $\text{Z} > \text{Y} > \text{X}$ , **A 错误**; 金属元素的电负性小于非金属元素的电负性, 同周期从左到右主族元素的电负性逐渐增大, 因此电负性:  $\text{F} > \text{N} > \text{C} > \text{Na}$ , 即  $\text{Z} > \text{Y} > \text{X} > \text{W}$ , **B 正确**; F 与 Na 形成的稀有气体电子构型的简单离子, 核外电子排布相同, 电子层数均为 2, 且 F 的核电荷数小于 Na, 则简单离子半径:  $\text{Na}^+ < \text{F}^-$ , 即  $\text{W} < \text{Z}$ , **C 正确**;  $\text{W}_2\text{X}_2$  为  $\text{Na}_2\text{C}_2$ , 其中 C 的化合价为 -1 价,  $\text{Na}_2\text{C}_2$  与水反应生成  $\text{NaOH}$  和  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$  是直线形分子, 正、负电荷中心重合, 属于非极性分子, **D 正确**。

#### 12. B 【命题点】重结晶的原理与操作。

【解析】操作 I 应使所得的悬浊液中苯甲酸溶液接近饱和, 以便在操作 III 中结晶, 所以应依据苯甲酸的溶解度估算

加水量,避免加水过多,**A 正确**;NaCl 能溶于水,且 NaCl 杂质质量较少,因此在悬浊液中 NaCl 不是沉淀,则操作Ⅱ趁热过滤的目的是除去泥沙并防止苯甲酸过早结晶析出,**B 错误**;缓慢冷却结晶可使杂质 NaCl 在晶体和溶液中充分扩散,避免出现含有杂质的溶液被晶体包裹的情况,且可以获得晶型较好颗粒较大的晶体,**C 正确**;苯甲酸的溶解度随温度升高而增大,且受温度影响较大,因此操作Ⅳ用冷水洗涤晶体可以减少洗涤过程中因苯甲酸溶解造成的损失,**D 正确**。

**13. B 【命题点】电解原理。**

**【解析】**电极 A 上,发生反应: $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ ,氯元素化合价升高,发生氧化反应,电极 A 接电源正极,**A 正确**;电极 B 上  $\text{O}_2$  得电子,电极反应式为  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$ ,**B 错误**;电解池中阳离子向阴极移动, $\text{Na}^+$  穿过离子交换膜进入阴极区(右室),在右室获得浓度较高的 NaOH 溶液,故应选用阳离子交换膜,**C 正确**;改进设计中通入了氧气,电极 B 上反应物的氧化性越强,越容易得电子,需要的电解电压越低,能耗越少,**D 正确**。

**14. C 【命题点】能量变化与平衡移动。**

**【解析】**根据反应过程,反应Ⅱ = 反应Ⅰ + 反应Ⅲ,结合盖斯定律可得, $\Delta H_2 = \Delta H_1 + \Delta H_3$ ,因反应Ⅰ、Ⅲ为放热反应,即  $\Delta H_1 < 0$ 、 $\Delta H_3 < 0$ ,则  $\Delta H_1 > \Delta H_2$ ,**A 正确**;根据题图可知,反应开始时在较短时间内生成较多的产物Ⅰ,产物Ⅱ生成量极少,说明反应Ⅰ活化能较小,更容易发生,**B 正确**;若增加 HCl 浓度过大,HCl 剩余过多,会降低产物Ⅱ和产物Ⅰ在平衡时所占的比例,**C 错误**;较短的反应时间内,主要生成产物Ⅰ,及时将其分离出来,可提高产物Ⅰ的产率,**D 正确**。

**15. D 【命题点】 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  的电离与  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  溶度积有关计算。**

**【解析】** $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  是一种弱酸, $\text{NaHC}_2\text{O}_4$  溶液用 NaOH 溶液滴定,产物  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  的溶液呈碱性,应选择酚酞作指示剂,**A 错误**;加入 10 mL NaOH 溶液时,溶质为等物质的量的

$\text{NaHC}_2\text{O}_4$  和  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $K_{\text{hl}} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{a2}}} \approx 1.9 \times 10^{-10} < K_{\text{a2}} = 5.4 \times$

$10^{-5}$ ,则  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  的电离程度大于  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  的水解程度,溶液中存在: $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$ ,**B 错误**; $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  与  $\text{H}^+$  不能共存,实验Ⅱ中,开始发生反应的化学方程式为  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HC}_2\text{O}_4^- =$

$\text{CaC}_2\text{O}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,**C 错误**;当  $\text{Ca}^{2+}$  过量时,发生反应  $\text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = \text{CaC}_2\text{O}_4 \downarrow + 2\text{H}^+$ ,加入  $V(\text{CaCl}_2) =$

80 mL 时, $c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times (80-20) \times 10^{-3} \text{ L}}{(80+20) \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.06$

$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,结合  $K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4)$ ,即可求出  $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4)}{c(\text{Ca}^{2+})} = 4.0 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,**D 正确**。

**16. A 【命题点】卤族元素单质及其化合物的性质。**

**【解析】** $\text{I}^-$  与  $\text{I}_2$  容易反应生成  $\text{I}_3^-$ ,反应方程式为  $\text{I}^- + \text{I}_2 \rightleftharpoons \text{I}_3^-$ ,浓 KI 溶液中  $c(\text{I}^-)$  较大,促使上述平衡正向移动,使得碘在浓 KI 溶液中的溶解能力大于在  $\text{CCl}_4$  中的溶解能力,**A 正确**;次氯酸钠溶液有强氧化性,可以漂白 pH 试纸,不能用

pH 试纸测定其 pH, **B 错误**;  $\text{Ag}^+$  过量, 与  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{I}^-$  反应生成难溶物  $\text{AgCl}$ 、 $\text{AgI}$ , 没有发生沉淀的转化, 无法比较  $\text{AgCl}$ 、 $\text{AgI}$  溶解度的大小, **C 错误**; 氯气溶于水, 一部分氯气发生反应:  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ ,  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{HClO}$  均有氧化性, 都能氧化  $\text{I}^-$  生成  $\text{I}_2$ , 都可以使淀粉-KI 溶液变蓝, 此现象不能说明氯气有剩余, 不能说明氯气与水的反应存在限度, **D 错误**。

### 17. (10 分)



(2) ①A ② $\text{N}_n\text{H}_{n+2-2m}$  ③ $<$   $[\text{CuNH}_3]^{2+}$  中 N 与  $\text{Cu}^{2+}$  形成配位键, 使得其 N—H 键的极性增强, 容易给出  $\text{H}^+$



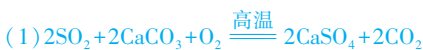
**【命题点】**物质结构与性质, 涉及价层电子排布式、轨道杂化类型、通式判断、晶体有关计算等。

**【解析】**(1) N 是 7 号元素, 核外电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^3$ , 价层电子排布式是  $2s^2 2p^3$ 。

(2) ①  $2s$  与  $3s$  轨道能量之差较大, 而  $2s$  与  $2p$  轨道能量之差较小, 故能量最低的激发态 N 原子的电子排布式应为  $1s^2 2s^1 2p^4$ , **A 错误**; 金属性:  $\text{Ca} > \text{Mg}$ , 则二者与 N 形成的离子化合物中,  $\text{Ca}_3\text{N}_2$  中化学键的离子键成分的百分数大于  $\text{Mg}_3\text{N}_2$ , **B 正确**; N 原子最外层有 3 个单电子, 可以形成 3 个共价键, 最简单的氮烯分子中应含有 1 个氮氮双键, 即含有 2 个 N, 其结构式为  $\text{H}-\text{N}=\text{N}-\text{H}$ , 故分子式为  $\text{N}_2\text{H}_2$ , **C 正确**; 氮烷中 N 均以单键与其他原子相连, 杂化方式都是  $\text{sp}^3$ , **D 正确**。② 无环氮多烯分子中, N—N 键的个数为  $(n-1-m)$ , H 的个数为  $3n-2(n-1-m)-4m=n+2-2m$ , 其分子式通式为  $\text{N}_n\text{H}_{n+2-2m}$ 。③  $\text{NH}_3$  中, N 原子有 1 个孤电子对, 使得 N—H 键的极性较弱,  $[\text{CuNH}_3]^{2+}$  中 N 与  $\text{Cu}^{2+}$  形成配位键, 使得 N—H 键的极性增强, 容易给出  $\text{H}^+$ 。

(3) 由该含氮化合物的晶胞图可知, 8 个 Ca 位于顶点 (其中 4 个 Ca 位于  $120^\circ$  的顶点上, 另外 4 个 Ca 位于  $60^\circ$  的顶点上), 2 个 Ca 位于体内, 晶胞中 Ca 原子数目为  $4 \times \frac{1}{6} + 4 \times \frac{1}{12} + 2 = 3$ , 4 个 C 位于棱上 (其中 2 个 C 位于  $120^\circ$  的顶点对应的棱上、另外 2 个 C 位于  $60^\circ$  的顶点对应的棱上), 2 个 C 位于体内, 晶胞中 C 原子数目为  $2 \times \frac{1}{3} + 2 \times \frac{1}{6} + 2 = 3$ , 晶胞中 N 原子数目是 C 原子数目的 2 倍, 共 6 个, 故该化合物的化学式为  $\text{CaCN}_2$ ; 以  $120^\circ$  的顶点上  $\text{Ca}^{2+}$  为研究对象, 其所在的键角为  $120^\circ$ , 离其最近的阴离子团即  $[\text{N}=\text{C}=\text{N}]^{2-}$ , 同层内有 3 个, 上一层还有 3 个, 故  $\text{Ca}^{2+}$  的配位数为 6, 分子式中  $\text{Ca}^{2+}$  与  $[\text{N}=\text{C}=\text{N}]^{2-}$  个数比为 1:1, 则每个阴离子团的配位数也为 6。

### 18. (10 分)



(2) ①BCD ②A 分子中羟基较少, 形成的分子间氢键较少

(3) 取少量 A, 加入足量 NaOH 溶液, 加热充分反应, 加入足

量稀盐酸,再加入少量  $\text{BaCl}_2$  溶液,有白色沉淀产生,说明 A 中含有 S 元素  $\text{HOSO}_2\text{OCH}_3 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$

【命题点】硫及其化合物的性质与转化关系、实验方案的设计。

【解析】(1) 高温条件下,  $\text{SO}_2$  能与  $\text{CaCO}_3$  反应生成  $\text{CaSO}_3$  和  $\text{CO}_2$ , 且  $\text{CaSO}_3$  易被空气中的氧气氧化为  $\text{CaSO}_4$ , 因此反应的化学方程式为  $2\text{SO}_2 + 2\text{CaCO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CaSO}_4 + 2\text{CO}_2$ 。

(2) ①S 的电负性大于 C, 所以在有机物中, S 与 C 形成共价键时 S 一般呈负价, **A 错误**; 化合物 A 为等物质的量的  $\text{SO}_3$  与  $\text{CH}_3\text{OH}$  发生已知信息反应的产物, 因此化合物 A 的结构简式为  $\text{HOSO}_2\text{OCH}_3$ , 属于无机酸酯, 其中与 S 原子相连的羟基能电离出  $\text{H}^+$ , 因此化合物 A 具有酸性, **B、C 正确**; 用浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  可吸收  $\text{SO}_3$ , 所得产物为发烟硫酸, **D 正确**。

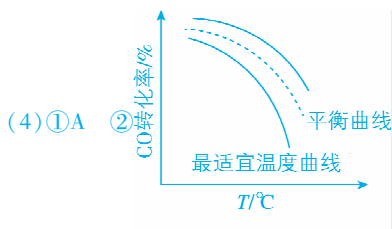
(3) 由(2)中分析可知, 在形成化合物 A 的过程中, S 元素的化合价不变, 因此 A 中含有 +6 价 S 元素, 可将其转化为硫酸盐再检验 S 元素, 因此可向 A 中加入过量的  $\text{NaOH}$  溶液并加热, 使其完全水解为  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 再加入稀盐酸酸化, 加入  $\text{BaCl}_2$  溶液即可检验 S 元素。所涉及反应的化学方程式为  $\text{HOSO}_2\text{OCH}_3 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$ 。

#### 19. (10 分)

(1) +6.0

(2) ①2 ②  $\text{CO} + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_4$

(3) AC



(5) 水煤气变换反应的正反应放热, 温度升高到一定程度时, 随着温度的升高, 相同时间内生成的产物总分子数减少, 总反应速率减小

【命题点】盖斯定律、平衡常数的计算、反应条件的控制、化学反应速率的影响因素等。

【解析】(1) 根据盖斯定律可知,  $\Delta H_2 = \Delta H - \Delta H_1 = -41.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-47.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = +6.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) ①由  $n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{CO}) = 12 : 5$ , 设起始投料中,  $n(\text{H}_2\text{O}) = 12 \text{ mol}$ ,  $n(\text{CO}) = 5 \text{ mol}$ , 条件 1 下达到平衡时 CO 转化了  $x \text{ mol}$ , 可列三段式:

	$\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$				气体总量
起始量/mol	5	12	0	0	17
转化量/mol	$x$	$x$	$x$	$x$	
平衡量/mol	$5-x$	$12-x$	$x$	$x$	17

由此可得  $\frac{0.40 \text{ MPa}}{1.70 \text{ MPa}} = \frac{x \text{ mol}}{17 \text{ mol}}$ , 解得  $x = 4$ , 因此平衡时  $n(\text{CO}) = 1 \text{ mol}$ ,  $n(\text{H}_2\text{O}) = 8 \text{ mol}$ ,  $n(\text{CO}_2) = n(\text{H}_2) = 4 \text{ mol}$ , 设平衡时容器的容积为  $V \text{ L}$ , 则平衡常数  $K = \frac{c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{H}_2)}{c(\text{CO}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})} = \frac{\frac{4 \text{ mol}}{V \text{ L}} \times \frac{4 \text{ mol}}{V \text{ L}}}{\frac{1 \text{ mol}}{V \text{ L}} \times \frac{8 \text{ mol}}{V \text{ L}}} = 2$ 。②条件 2 下, 生成物除  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}_2$  外还有

$\text{CH}_4$ , 若无  $\text{CH}_4$  生成, 则条件 2 下达到平衡时  $p(\text{H}_2)$  应为  $0.42 \text{ MPa}$ , 实际为  $0.36 \text{ MPa}$ , 而平衡时  $p(\text{CH}_4) = 0.02 \text{ MPa}$ , 根据分压 = 总压  $\times$  物质的量分数, 可知每消耗  $3 \text{ mol H}_2$  的同时生成  $1 \text{ mol CH}_4$ , 所以该反应的化学方程式为  $\text{CO} + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_4$ 。

(3) 若原料气混有  $\text{O}_2$ , 则反应体系中的  $\text{CO}$  和  $\text{H}_2$  等会被消耗, 甚至可能发生爆炸, 因此应避免原料气混有  $\text{O}_2$ , **A 正确**; 对于水煤气变换反应, 因为反应前后气体总物质的量不变, 所以恒定水碳比, 增加体系总压平衡不移动, 但对于条件 2 下的副反应  $\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g})$ , 增大体系总压会使平衡正移, 因此会使  $\text{H}_2$  的平衡产率降低, **B 错误**; 体系中通入过量水蒸气时, 可促进  $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s})$  的消耗, 使  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  在转化为  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  时就能及时被消耗, 防止进一步被还原为  $\text{Fe}$ , **C 正确**; 通入惰性气体增加体系总压, 与反应有关的各物质浓度不变, 因此反应速率不变, **D 错误**。

(4) ①题图乙中  $b \sim c$  段温度降低且  $\text{CO}$  的转化率降低, 若按原料比通入冷的原料气, 可使反应体系温度降低, 由于有  $\text{CO}$  通入则  $\text{CO}$  的转化率短时间内会降低, **A 正确**; 若喷入冷水(蒸气), 可使反应体系温度降低, 平衡正向移动,  $\text{CO}$  的转化率会逐渐升高, **B 错误**; 通过热交换器换热, 可使反应体系温度降低, 且平衡正向移动,  $\text{CO}$  的转化率会逐渐升高, **C 错误**。②增大水蒸气浓度, 平衡正向移动, 则一氧化碳的平衡转化率增大, 会高于原平衡曲线, 所以可作出答案所示的曲线。

(5) 因为反应物分子在催化剂表面的吸附过程是快速过程, 所以吸附过程的速率对总反应速率几乎无影响。水煤气变换反应的  $\Delta H < 0$ , 因此温度升高水煤气变换反应速率增大, 且平衡逆向移动, 当温度较低时, 升高温度对水煤气变换反应和产物分子脱附速率的影响大于对于平衡移动的影响, 表现为总反应速率增大; 当温度升高到一定程度时, 升高温度对于平衡移动的影响更大, 即升高温度会使相同时间内生成的产物总分子数减少, 因此总反应速率减小。

## 20. (10 分)

(1)  $\text{NaAlO}_2$ 、 $\text{NaOH}$

(2)  $\text{BC}$

(3) 蒸发皿 酒精灯直接加热, 温度较高, 易造成  $[\text{Al}_2(\text{OH})_a\text{Cl}_b]_m$  分解

(4) ①  $0.70$  ②溶液  $\text{pH}$  过低时, 使得  $\text{CrO}_4^{2-}$  浓度减小, 达到滴定终点时, 需要消耗更多的  $\text{AgNO}_3$  溶液;  $\text{pH}$  过高时,  $\text{Ag}^+$  会与  $\text{OH}^-$  反应生成  $\text{AgOH}$ ,  $\text{AgOH}$  进一步转化为  $\text{Ag}_2\text{O}$ , 会消



耗更多的  $\text{AgNO}_3$  溶液

【命题点】以铝土矿为原料制备絮凝剂聚合氯化铝  $[\text{Al}_2(\text{OH})_a\text{Cl}_b]_m$  的工艺流程分析。

【解析】(1) 铝土矿中  $\text{Al}_2\text{O}_3$  会与  $\text{NaOH}$  反应, 反应方程式为  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  不与  $\text{NaOH}$  反应, 转化为滤渣,  $\text{SiO}_2$  转变为难溶性的铝硅酸盐进入滤渣中, 故步骤 I 所得滤液中主要溶质是  $\text{NaAlO}_2$  和过量的  $\text{NaOH}$ 。

(2) 步骤 I 需要将溶液温度升至  $140 \sim 230\text{ }^\circ\text{C}$ , 在密闭耐高压容器中可实现, **A 正确**; 步骤 II 滤液中通入过量  $\text{CO}_2$ , 发生反应  $\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaHCO}_3$ , 若  $\text{NaAlO}_2$  浓度较大, 生成的  $\text{NaHCO}_3$  (常温下溶解度较小) 可能会析出, 使得  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀中的杂质较多, **B 错误**; 洗涤沉淀时, 不能对漏斗中的沉淀搅拌, 以防把滤纸搅破, **C 错误**; 聚合氯化铝由  $\text{Al}(\text{OH})_3$  和  $\text{AlCl}_3$  按一定比例聚合而成, 控制  $\text{Al}(\text{OH})_3$  和  $\text{AlCl}_3$  的投料比可控制产品的盐基度, **D 正确**。

(4) ① 由关系式:  $\text{Ag}^+ \sim \text{Cl}^-$ , 可得  $c(\text{Cl}^-) = \frac{22.50 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{25.00 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.0900 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 根据电

荷守恒  $3c(\text{Al}^{3+}) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$  (不考虑水的电离), 得

$c(\text{OH}^-) = 0.2100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 故产品的盐基度为  $\frac{a}{a+b} =$

$\frac{0.2100}{0.2100 + 0.0900} = 0.70$ 。②溶液 pH 过低时,  $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons$

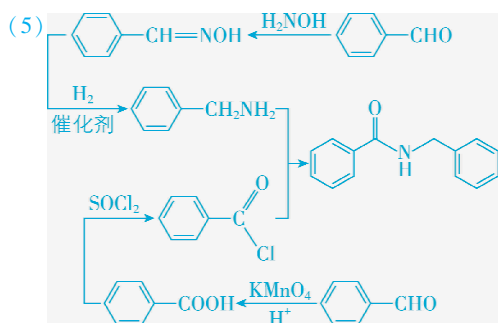
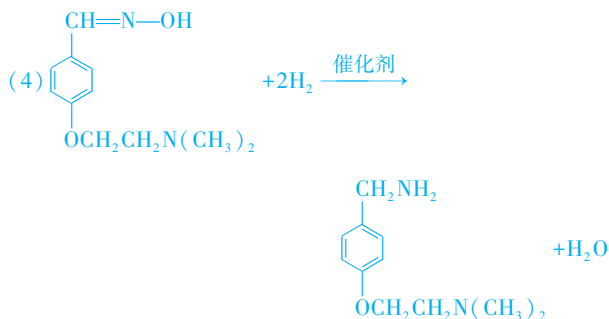
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$  平衡正向移动, 使得  $\text{CrO}_4^{2-}$  浓度减小, 达到滴定终点时, 需要消耗更多的  $\text{AgNO}_3$  溶液; pH 过高时,  $\text{Ag}^+$  会与  $\text{OH}^-$  反应生成  $\text{AgOH}$ ,  $\text{AgOH}$  进一步转化为  $\text{Ag}_2\text{O}$ , 会消耗更多的  $\text{AgNO}_3$  溶液。

## 21. (12 分)

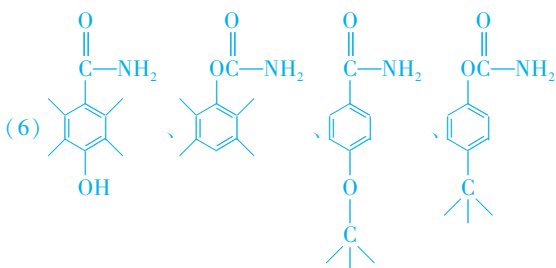
(1) 醛基、羟基

(2) BC

(3)  $(\text{CH}_3)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$

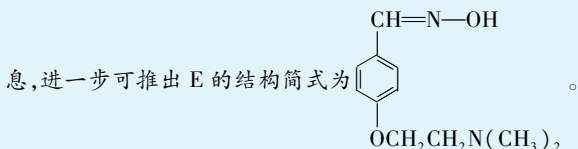
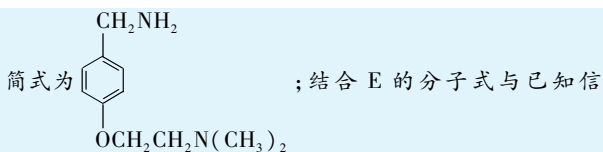
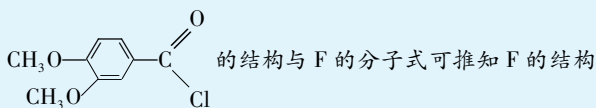






【命题点】有机合成与推断,涉及官能团名称、化学方程式、同分异构体、合成路线设计等。

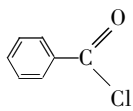
思路分析 结合 B、D 的结构简式与 C 的分子式可知, C 的结构简式为  $(\text{CH}_3)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ ; 根据依托比利的结构简式、



【解析】(1) B 中的含氧官能团的名称是醛基、羟基。

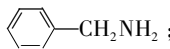
(2) 化合物 A 含有酚羟基, 能与  $\text{FeCl}_3$  发生显色反应, **A 正确**; 若用  $\text{KMnO}_4$  在酸性条件下氧化化合物 A, 苯环上的甲基会被氧化为羧基, 分子中的酚羟基也会被氧化, 不能得到 B, **B 错误**; 结合物质 B、D 的结构简式与物质 C 的分子式可知, B 与 C 反应会生成  $\text{HCl}$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$  的作用是消耗  $\text{HCl}$ , 促使该反应正向进行, 生成更多的化合物 D, **C 错误**; 依托比利分子中含有酰胺基, 可在酸性或碱性条件下发生水解反应, **D 正确**。

(5) 由目标产物可知, 产物应由 与

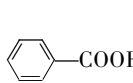


反应制得, 结合题目信息, 与

$\text{H}_2\text{NOH}$  反应得 , 再催化加氢制得



; 先氧化生成 ,



再与  $\text{SOCl}_2$  反应制得 , 据此可写

出反应的合成路线。

(6) 分子中含有 和苯环, 则除苯环之外的碳原子全部是饱和碳原子, 且分子中含有 4 种不同化学环境的氢原子, 则该分子高度对称, 据此可写出化合物 D 的 4 种同分异构体。