

## 1. A 【命题点】物质分类、能量转化等。

【解析】淀粉是一种多糖, A 错误; 石油和天然气都是混合物, B 正确; 锂离子电池属于原电池, 放电时能将化学能转化为电能, C 正确; 硅树脂是高聚物, 是高分子材料, D 正确。

## 2. D 【命题点】元素原子的结构和性质分析。

【解析】同周期元素, 原子序数越大, 原子半径越小, 故原子半径:  $\text{Al} > \text{Si}$ , A 错误; 同主族元素, 由上至下越来越容易失去电子, 第一电离能越来越小, 故第一电离能:  $\text{Mg} > \text{Ca}$ , B 错误; Fe 位于元素周期表中 d 区, C 错误; 同周期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, 由此可知六种元素中电负性最大的为 O, D 正确。

## 3. B 【命题点】物质沸点比较。

【解析】同系物结构相似, 相对分子质量越大, 分子间作用力越大, 沸点越高, 沸点:  $\text{CH}_4 < \text{C}_2\text{H}_6$ , A 错误; HF 分子间存在氢键, 使其沸点高于同主族其他元素的氢化物沸点, B 正确;  $\text{H}_2\text{S}$  和  $\text{H}_2\text{Se}$  为同族元素的氢化物,  $\text{H}_2\text{Se}$  相对分子质量大于  $\text{H}_2\text{S}$ , 所以沸点:  $\text{H}_2\text{Se} > \text{H}_2\text{S}$ , C 错误; 二者互为同分异构体, 支链越多, 分子间作用力越小, 沸点越低, 故沸点:  $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} < \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ , D 错误。

## 4. A 【命题点】以氨气被次氯酸钠氧化的反应为载体考查物质结构。

【解析】 $\text{NH}_3$  中 N 原子的孤电子对数  $= \frac{5-3 \times 1}{2} = 1$ , 含有 1 个孤电子对, 可以作配体, A 正确; 氯化钠是离子化合物, 晶体中存在离子, 但不能自由移动, 需在水溶液中或熔融状态下才可导电, B 错误; 单键属于  $\sigma$  键,  $\text{N}_2\text{H}_4$  的结构式为  $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{N}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ , 1 个分子中含有 5 个  $\sigma$  键, C 错误; 次氯酸钠

中有复杂阴离子  $\text{ClO}^-$ , 既有离子键又有共价键,  $\text{NaCl}$  中只有离子键, D 错误。

## 5. C 【命题点】空气成分、反应条件、氧化剂的判断等。

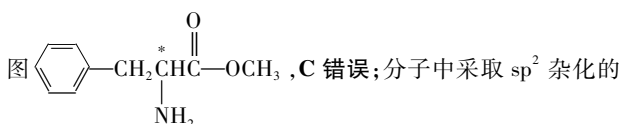
【解析】甲和氧气反应生成一氧化氮, 一氧化氮和一氧化碳反应生成甲和乙, 根据元素守恒, 甲为氮气, 乙为二氧化碳, 氮气是空气中体积分数最大的成分, A 正确; 乙是二氧化碳, 是引起温室效应的气体之一, B 正确;  $\text{N}_2$  与  $\text{O}_2$  反应条件为高温或放电, C 错误; 一氧化碳和一氧化氮反应生成氮气和二氧化碳, 氮元素化合价降低, 因此反应(II)中 NO 是氧化剂, D 正确。

## 6. B 【命题点】化学平衡移动过程中转化率、反应方向等。

【解析】 $V$ 、 $T$  一定, 平衡后, 再通入一定量  $\text{O}_2$ , 平衡正向移动,  $\text{SO}_3$  的平衡浓度增大, A 正确; 平衡常数只与温度有关, 温度不变,  $K$  为定值, B 错误;  $V$ 、 $T$  一定, 通入氧气相当于增加反应物浓度, 正向反应速率增大, C 正确; 增加氧气的浓度, 可以提高  $\text{SO}_2$  的转化率, D 正确。

### 7. A 【命题点】官能团的性质、手性碳和碳原子杂化方式。

【解析】该有机物有氨基,可以结合  $\text{H}^+$ ,具有碱性,**A 正确**;此有机物中存在酯基,酸性或碱性环境下均可水解,**B 错误**;该有机物中与氨基直接相连的碳原子为手性碳原子,如



碳原子共 7 个:苯环上 6 个、酯基中 1 个,**D 错误**。

### 8. D 【命题点】离子共存。

【解析】酸性条件下,  $\text{ClO}^-$  和  $\text{Cl}^-$  会发生归中反应生成氯气,**A 错误**;酸性条件下,  $\text{NO}_3^-$  可以氧化  $\text{I}^-$  为  $\text{I}_2$ , **B 错误**;  $\text{Al}^{3+}$  和  $\text{HCO}_3^-$  发生相互促进的水解反应,不可共存, **C 错误**;  $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{OH}^-$  彼此间不反应,可以大量共存,**D 正确**。

### 9. C 【命题点】实验室中常规仪器的使用及简单操作。

【解析】10 mL 量筒精确度为 0.2 mL, **A 错误**;瓷坩埚与 NaOH 会反应,因此用铁坩埚加热熔化 NaOH 固体, **B 错误**;乙酸异戊酯和水是不相溶的两种液体,因此可用分液漏斗分离乙酸异戊酯和水的混合物, **C 正确**;不能用温度计搅拌溶液, **D 错误**。

### 10. D 【命题点】化学基本概念和化学用语。

【解析】 $\text{H}_2\text{O}$  为 V 形分子,正、负电荷中心不重合,为极性分子, **A 正确**;中子数 = 质量数 - 质子数,  $^{18}_8\text{O}$  原子的中子数为  $18 - 8 = 10$ , **B 正确**;  $\text{O}_2$  与  $\text{O}_3$  是氧元素形成的不同单质,两者互为同素异形体, **C 正确**;同系物为结构相似,在组成上相差一个或若干个  $\text{CH}_2$  原子团的化合物,而苯酚和苯甲醇分属不同类别,不互为同系物, **D 错误**。

➤ **关键点拨** 同系物需满足以下几点:(1)通式相同;(2)结构相似——官能团种类、数目、连接方式相同。比如 D 选项中羟基分别连在苯环上和烃基上,属于不同类别。

### 11. B 【命题点】电解池工作原理。

➤ **信息梳理** 电解装置中,通电后 a' 端的字迹呈白色 ( $\text{ClO}^-$  使石蕊褪色),可知有  $\text{Cl}_2$  生成,即 a' 电极上  $\text{Cl}^-$  发生电极反应:  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ ,由此推断碳棒 a' 为阳极, a 是电源的正极,则 b 是电源的负极(**A 错误**)。

【解析】由分析知 b 是电源负极,碳棒 b' 处发生电极反应:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ ,可知此处溶液呈碱性,试纸浸有石蕊溶液,因此字迹呈蓝色, **B 正确**;电子沿导线由 b 流向 b',由 a' 流向 a,但是电子不在溶液中移动,不会由 b' 流向 a', **C 错误**;当 a'、b' 换成铜棒,铜棒作阳极,发生电极反应  $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ ,现象不同, **D 错误**。

### 12. D 【命题点】石墨和金刚石的结构与性质。

【解析】能量越低越稳定,石墨转化为金刚石吸收能量,  $E_{\text{石墨}} < E_{\text{金刚石}}$ ,石墨更稳定, **A 错误**;金刚石中每个碳原子连接的 4 个碳原子形成正四面体形结构,键角为  $109^\circ 28'$ ,石墨中碳原子连接成正六边形结构,键角为  $120^\circ$ ,因此碳碳  $\sigma$  键的键角不相同, **B 错误**;设石墨和金刚石都为 12 g,12 g 石墨中  $\sigma$  键数目为  $1.5N_A$ ,12 g 金刚石中  $\sigma$  键数目为  $2N_A$ ,数目比为

3:4, C 错误; X 射线衍射实验可对晶体结构进行测定, D 正确。

### 13. (14 分)



(2) 作助熔剂, 降低 NaCl 的熔点, 节省能耗



$\Delta H = -510.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

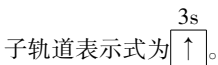
(4) c a

(5)  $\text{Na}_2\text{O}$

(6) 159

**【命题点】**以金属钠及其化合物为背景, 考查轨道表示式、金属冶炼、电子式书写、热化学方程式的书写、晶体结构等。

**【解析】**(1) 基态 Na 原子的价电子排布式为  $3s^1$ , 则价层电



(2) 通过分析题目所给信息, 纯氯化钠熔点为  $800.8^\circ\text{C}$ , 加入氯化钙后在  $580^\circ\text{C}$  即变成熔融状态, 可知氯化钙的作用为作助熔剂, 降低氯化钠熔点, 节约电能。

(3)  $\text{Na}_2\text{O}_2$  含有钠离子和过氧根离子, 其电子式为  $\text{Na}^+[:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^{2-}\text{Na}^+$ ; 在  $25^\circ\text{C}$  和  $101 \text{ kPa}$  时, Na 与  $\text{O}_2$  反应生成  $1 \text{ mol Na}_2\text{O}_2$  放热  $510.9 \text{ kJ}$ , 则该反应的热化学方程式:  $2\text{Na}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{O}_2(\text{s}) \quad \Delta H = -510.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(4) 采用空气和 Na 为原料可直接制备  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , 由于空气中含有二氧化碳和水蒸气, 因此要用氢氧化钠溶液除掉二氧化碳, 用浓硫酸除掉水蒸气, 一般最后除水蒸气, 因此空气与熔融金属 Na 反应前需依次通过 NaOH 溶液、浓硫酸。

(5) 由题图可知钠离子位于晶胞内部, 氧离子位于顶点和面心, 则晶胞中有 8 个钠离子, 氧离子数目为  $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ , 钠、氧离子个数比为 2:1, 则该氧化物的化学式为  $\text{Na}_2\text{O}$ 。

(6)  $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , 因此  $1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  经充分加热得到  $1.5 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$ , 其质量为  $1.5 \text{ mol} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 159 \text{ g}$ 。

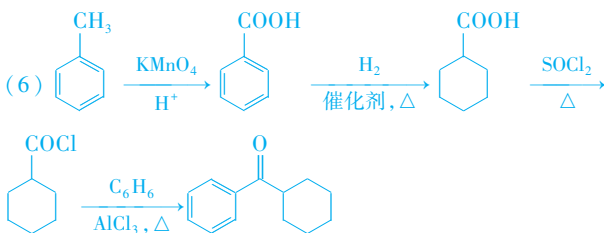
### 14. (18 分)

(1)  $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_2$  酮羰基、羟基

(2) 2-甲基丙酸 4  $\text{HCOOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

(3) c

(4) 取代反应(或水解反应)



【命题点】以光引发剂的合成为情境,涉及官能团、同分异构体、等效氢分析、有机反应类型等。

【解析】(1)依据光引发剂 E 的结构简式,可知其分子式为  $C_{10}H_{12}O_2$ , 含有酮羰基和羟基两种含氧官能团。

(2)根据 A 的结构简式,主链有 3 个碳原子,属于羧酸,可知 A 的系统命名为 2-甲基丙酸;A 属于酯类的同分异构体有以下 4 种:  $HCOOCH_2CH_2CH_3$ 、 $HCOOCH(CH_3)_2$ 、 $CH_3COOCH_2CH_3$ 、 $CH_3CH_2COOCH_3$ , 其中含有 4 种不同化学环境氢原子的异构体的结构简式为  $HCOOCH_2CH_2CH_3$ 。

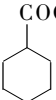
(3)观察 C 和 D 的结构,溴原子取代的是烷基上的氢原子,则为实现  $C \rightarrow D$  的转化,需要 C 在光照条件下和溴蒸气反应,因此试剂 X 为  $Br_2$ 。

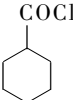
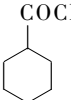
(4)对比 D 与 E 的结构,  $D \rightarrow E$  是溴原子变为羟基的过程,结合所给 NaOH 水溶液条件信息可知,反应类型为取代反应(水解反应)。

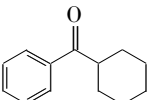
(5)在紫外光照射下,甲基丙烯酸甲酯




$(CH_2=C(\overset{\overset{CH_3}{|}}{C})COOCH_3)$  快速聚合,生成高聚物,属于烯烃的加聚反应。


(6)目标产物的合成可以类比题干所给合成路线中 C

的合成,因此可推出  和  $SOCl_2$  在加热条件下反

应生成 ,  和苯在催化剂、加热条件下反

应生成 , 根据题中所给第一步信息可得

  $\xrightarrow[H^+]{KMnO_4}$  , 结合已知信息可知 

$\xrightarrow[\text{催化剂}, \Delta]{H_2}$  , 由此可得合成路线。

## 15. (18 分)

(1)不再有气泡产生 Fe、Cu 在稀盐酸中形成原电池,加快反应速率

(2)漏斗、玻璃棒

(3) $K_3[Fe(CN)_6]$  溶液

(4) $2Fe^{3+} + Fe \rightleftharpoons 3Fe^{2+}$ 、 $2Fe^{2+} + Cl_2 \rightleftharpoons 2Fe^{3+} + 2Cl^-$

(5)在 HCl 气流中蒸发浓缩、冷却结晶,过滤、洗涤、干燥得到  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  晶体

(6)球形冷凝管 冷凝回流  $SOCl_2$  吸收  $SO_2$ 、HCl 等尾气,防止污染

(7)碱石灰与  $SO_2$ 、HCl 气体反应,失去干燥作用

(8)a

【命题点】制备无水  $FeCl_3$  的实验综合,涉及化学基本实验操作、常用仪器的使用、除杂和检验试剂的选择等。

【解析】(1)若溶液中稀盐酸消耗完全,再加入铁粉便不再有气体生成;若铁屑中含有少量铜,则形成 Fe-Cu 原电池,铁为负极,加快了铁的反应速率。

(2)过滤操作所需要的玻璃仪器除烧杯外,还有漏斗和玻璃棒。

(3) $\text{Fe}^{2+}$  的检验选用试剂  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液,亚铁离子和  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液反应生成蓝色沉淀。

(4)为增大  $\text{FeCl}_3$  溶液的浓度,向稀  $\text{FeCl}_3$  溶液中先加入纯 Fe 粉后通入  $\text{Cl}_2$ ,先是铁和铁离子反应生成亚铁离子,再是亚铁离子被氯气氧化为铁离子,涉及的主要反应方程式为  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ 、 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 。

(5)操作②为把  $\text{FeCl}_3$  稀溶液浓缩后结晶得到晶体  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,因为加热过程中会促进  $\text{Fe}^{3+}$  水解,所以需要在 HCl 气流中将溶液蒸发浓缩、冷却结晶。

(6)A 为球形冷凝管;因为  $\text{SOCl}_2$  沸点为  $77^\circ\text{C}$ ,水浴加热后容易蒸出,需要冷凝回流  $\text{SOCl}_2$ ,提高反应物的利用率; $\text{NaOH}$  溶液在干燥剂之后起到吸收  $\text{SO}_2$  和  $\text{HCl}$  的作用,防止污染空气。

(7)干燥管中无水  $\text{CaCl}_2$  不能换成碱石灰,原因是碱石灰与  $\text{SO}_2$  和  $\text{HCl}$  气体反应,失去干燥作用,不能防止水蒸气进入球形冷凝管及圆底烧瓶。

(8) $\text{ZnCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  与  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  类似,锌离子易水解,且水解产物  $\text{HCl}$  易挥发, **a 正确**;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  在与  $\text{SOCl}_2$  加热后,会有  $\text{CuCl}_2$  等杂质生成, **b 错误**;  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  与  $\text{SOCl}_2$  共热后,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  会与产物  $\text{HCl}$  发生反应生成杂质, **c 错误**。

## 16. (14 分)

(1)  $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}\text{L}} 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S} \downarrow$  [ 或  $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}\text{L}(\text{aq})} 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{S}(\text{s})$  ] 放出  $(a + \frac{b}{2})$  kJ 热量 作催化剂(或降低反应活化能)

(2) A

(3)  $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HS}^-$  (或  $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$ )  $1.0 \times 10^{-7}$   $1.0 \times 10^{-13}$  8

【命题点】化学反应原理综合,涉及化学方程式书写、热量变化、脱硫效率分析、电离方程式、 $K_a$  的计算等。

【解析】(1)将反应① $\times 2$  + ②得到该工艺的总反应方程式为  $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}\text{L}} 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S} \downarrow$  [ 或  $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}\text{L}(\text{aq})} 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{S}(\text{s})$  ],该反应的热化学方程式为  $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}\text{L}(\text{aq})} 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{S}(\text{s}) \quad \Delta H = -(2a + b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,因此 1 mol  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  发生该反应的热量变化为放出  $(a + \frac{b}{2})$  kJ 热量,  $\text{Fe}^{3+}\text{L}$  参与了化学反应,但反应前后量没有改变,因此  $\text{Fe}^{3+}\text{L}$  在总反应中的作用是作催化剂(或降低反应活化能)。

(2)根据图中信息以  $\alpha(\text{H}_2\text{S})$  由 100% 降至 80% 所持续的时间来评价铁配合物的脱硫效率, A 持续时间最短,说明 A 的脱硫效率最高,因此结果最好的是 A。

(3)  $\text{H}_2\text{S}$  是二元弱酸,多元弱酸分步电离, $\text{H}_2\text{S}$  电离方程式为  $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$ 、 $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ 。由题图可知,  $\text{pH} = 7$  时,  $c(\text{H}_2\text{S}) = c(\text{HS}^-)$ , 则  $K_{\text{a1}} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})} = c(\text{H}^+) = 10^{-7}$ ,  $\text{pH} = 13$  时,  $c(\text{HS}^-) = c(\text{S}^{2-})$ , 则  $K_{\text{a2}} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{HS}^-)} = c(\text{H}^+) = 10^{-13}$ 。再生反应中为避免生成  $\text{FeS}$  沉淀,只要  $c(\text{Fe}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-}) \leq K_{\text{sp}}(\text{FeS})$  即可,但题目中  $\text{S}^{2-}$  浓度需要通过  $K_{\text{a1}}$ 、 $K_{\text{a2}}$  进行计算得出,已知  $25^\circ\text{C}$  时  $\text{FeS}$  的  $K_{\text{sp}}$  为  $6.0 \times 10^{-18}$ ,溶液中的  $c(\text{Fe}^{2+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c(\text{H}_2\text{S}) = 6.0 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $K_{\text{a1}} \cdot K_{\text{a2}} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})} \cdot \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{HS}^-)} = \frac{c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{S})} = 10^{-7} \times 10^{-13} = 10^{-20}$ , 所以  $c(\text{S}^{2-}) = \frac{10^{-20} \cdot c(\text{H}_2\text{S})}{c^2(\text{H}^+)}$ ,  $c(\text{Fe}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-}) = 10^{-5} \times \frac{10^{-20} \times 6.0 \times 10^{-9}}{c^2(\text{H}^+)} \leq 6.0 \times 10^{-18}$ , 解得  $c^2(\text{H}^+) \geq 1 \times 10^{-16} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^2$ ,  $c(\text{H}^+) \geq 1 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 所以  $\text{pH} \leq 8$ , 即  $\text{pH}$  不大于 8。