

## 海南省 2022 年普通高中学业水平选择性考试

### 化学试题

注意事项:

- 1.答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
- 2.回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号,回答非选择题时,将答案写在答题卡上,写在本试卷上无效。
- 3.考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12 N 14 O 16 P 31 Fe 56

一、选择题: 本题共 8 小题, 每小题 2 分, 共 16 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的。

1. 化学与日常生活息息相关。下列说法错误的是

- A. 使用含氟牙膏能预防龋齿  
B. 小苏打的主要成分是  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   
C. 可用食醋除去水垢中的碳酸钙  
D. 使用食品添加剂不应降低食品本身营养价值

【答案】B

【解析】

【详解】A. 人体缺氟会导致龋齿, 因此使用含氟牙膏可预防龋齿, A 正确;

B. 小苏打的主要成分是  $\text{NaHCO}_3$ , B 错误;

C. 食醋的主要成分为  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 可与碳酸钙反应生成可溶的醋酸钙、二氧化碳和水, 因此食醋可除去水垢中的碳酸钙, C 正确;

D. 食品添加剂加入到食品中的目的是为改善食品品质和色、香、味以及为防腐、保鲜和加工工艺的需要, 所以合理使用有助于改善食品品质、丰富食品营养成分, 不应降低食品本身营养价值, D 正确;

答案选 B。

2. 《医学入门》中记载我国传统中医提纯铜绿的方法: “水洗净, 细研水飞, 去石澄清, 慢火熬干,” 其中未涉及的操作是

- A. 洗涤  
B. 粉碎  
C. 萃取  
D. 蒸发

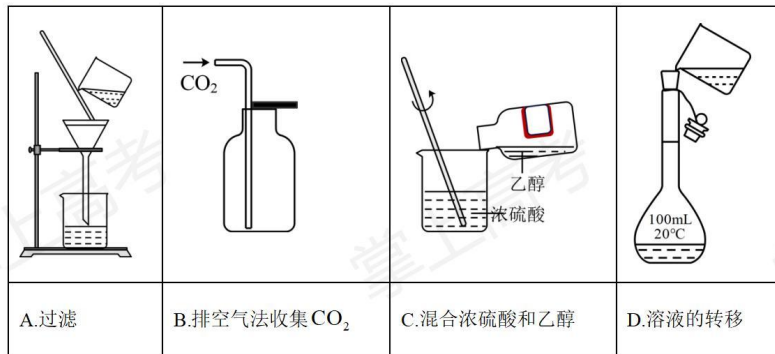
【答案】C

【解析】

【详解】水洗净是指洗去固体表面的可溶性污渍、泥沙等, 涉及的操作方法是洗涤; 细研水飞是指将固体研成粉末后加水溶解, 涉及的操作方法是溶解; 去石澄清是指倾倒入澄清液, 去除未溶解的固体, 涉及的

操作方法是倾倒；慢火烘干是指用小火将溶液蒸发至有少量水剩余，涉及的操作方法是蒸发；因此未涉及的操作方法是萃取，答案选 C。

3. 下列实验操作规范的是



A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】B

【解析】

【详解】A. 过滤时，漏斗下端应紧靠烧杯内壁，A 操作不规范；

B. CO<sub>2</sub> 的密度大于空气，可用向上排空气法收集 CO<sub>2</sub>，B 操作规范；

C. 混合浓硫酸和乙醇时，应将浓硫酸缓慢倒入乙醇中，并用玻璃棒不断搅拌，C 操作不规范；

D. 转移溶液时，应使用玻璃棒引流，D 操作不规范；

答案选 B。

4. 化学物质在体育领域有广泛用途。下列说法错误的是

A. 涤纶可作为制作运动服的材料

B. 纤维素可以为运动员提供能量

C. 木糖醇可用作运动饮料的甜味剂

D. “复方氯乙烷气雾剂”可用于运动中急性损伤的镇痛

【答案】B

【解析】

【详解】A. 涤纶属于合成纤维，其抗皱性和保形性很好，具有较高的强度与弹性恢复能力，可作为制作运动服的材料，A 正确；

B. 人体没有分解纤维素的酶，故纤维素不能为运动员提供能量，B 错误；

C. 木糖醇具有甜味，可用作运动饮料的甜味剂，C 正确；

D. 氯乙烷具有冷冻麻醉作用，从而使局部产生快速镇痛效果，所以“复方氯乙烷气雾剂”可用于运动中急性损伤的阵痛，D 正确；

答案选 B。

5. 钠和钾是两种常见金属，下列说法正确的是

A. 钠元素的第一电离能大于钾

B. 基态钾原子价层电子轨道表示式为



C. 钾能置换出 NaCl 溶液中的钠

D. 钠元素与钾元素的原子序数相差 18

【答案】A

【解析】

【详解】A. 同一主族元素的第一电离能从上到下依次减小，金属性越强的元素，其第一电离能越小，因此，钠元素的第一电离能大于钾，A 说法正确；

B. 基态钾原子价层电子为  $4s^1$ ，其轨道表示式为  $\begin{array}{|c|} \hline 4s \\ \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ ，B 说法不正确；

C. 钾和钠均能与水发生置换反应，因此，钾不能置换出 NaCl 溶液中的钠，C 说法不正确；

D. 钠元素与钾元素的原子序数分别为 11 和 19，两者相差 8，D 说法不正确；

综上所述，本题选 A。

6. 依据下列实验，预测的实验现象正确的是

选项	实验内容	预测的实验现象
A	MgCl <sub>2</sub> 溶液中滴加 NaOH 溶液至过量	产生白色沉淀后沉淀消失
B	FeCl <sub>2</sub> 溶液中滴加 KSCN 溶液	溶液变血红色
C	AgI 悬浊液中滴加 NaCl 溶液至过量	黄色沉淀全部转化为白色沉淀
D	酸性 KMnO <sub>4</sub> 溶液中滴加乙醇至过量	溶液紫红色褪去

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】D

【解析】

【详解】A. MgCl<sub>2</sub> 溶液中滴加 NaOH 溶液至过量，两者发生反应产生白色沉淀，白色沉淀为氢氧化镁，氢

氧化镁为中强碱，其不与过量的 NaOH 溶液发生反应，因此，沉淀不消失，A 不正确；

B. FeCl<sub>3</sub> 溶液中滴加 KSCN 溶液，溶液变血红色，实验室通常用这种方法检验的 Fe<sup>3+</sup> 存在；FeCl<sub>2</sub> 溶液中滴加 KSCN 溶液，溶液不变色，B 不正确；

C. AgI 的溶解度远远小于 AgCl，因此，向 AgI 悬浊液中滴加 NaCl 溶液至过量，黄色沉淀不可能全部转化为白色沉淀，C 不正确；

D. 酸性 KMnO<sub>4</sub> 溶液呈紫红色，其具有强氧化性，而乙醇具有较强的还原性，因此，酸性 KMnO<sub>4</sub> 溶液中滴加乙醇至过量后溶液紫红色褪去，D 正确；

综上所述，依据相关实验预测的实验现象正确的是 D，本题选 D。

7. 在 2.8g Fe 中加入 100mL 3mol/L HCl，Fe 完全溶解。N<sub>A</sub> 代表阿伏加德罗常数的值，下列说法正确的是

A. 反应转移电子为 0.1mol

B. HCl 溶液中 Cl<sup>-</sup> 数为 3N<sub>A</sub>

C. 2.8g <sup>56</sup>Fe 含有的中子数为 1.3N<sub>A</sub>

D. 反应生成标准状况下气体 3.36L

【答案】A

【解析】

【分析】2.8g Fe 的物质的量为 0.05mol；100mL 3mol·L<sup>-1</sup>HCl 中 H<sup>+</sup> 和 Cl<sup>-</sup> 的物质的量均为 0.3mol，两者发生反应后，Fe 完全溶解，而盐酸过量。

【详解】A. Fe 完全溶解生成 Fe<sup>2+</sup>，该反应转移电子 0.1mol，A 正确；

B. HCl 溶液中 Cl<sup>-</sup> 的物质的量为 0.3mol，因此，Cl<sup>-</sup> 数为 0.3N<sub>A</sub>，B 不正确；

C. <sup>56</sup>Fe 的质子数为 26、中子数为 30，2.8g <sup>56</sup>Fe 的物质的量为 0.05mol，因此，2.8g <sup>56</sup>Fe 含有的中子数为 1.5N<sub>A</sub>，C 不正确；

D. 反应生成 H<sub>2</sub> 的物质的量为 0.05mol，在标准状况下的体积为 1.12L，D 不正确；

综上所述，本题 A。

8. 某温度下，反应  $\text{CH}_2=\text{CH}_2(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})\rightleftharpoons\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{g})$  在密闭容器中达到平衡，下列说法正确的是

A. 增大压强， $v_{\text{正}}>v_{\text{逆}}$ ，平衡常数增大

B. 加入催化剂，平衡时 CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH(g) 的浓度增大

C. 恒容下，充入一定量的 H<sub>2</sub>O(g)，平衡向正反应方向移动

D. 恒容下，充入一定量的 CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub>(g)，CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub>(g) 的平衡转化率增大

【答案】C

【解析】

【详解】A. 该反应是一个气体分子数减少的反应，增大压强可以加快化学反应速率，正反应速率增大的幅度大于逆反应的，故  $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$ ，平衡向正反应方向移动，但是因为温度不变，故平衡常数不变，A 不正确；

B. 催化剂不影响化学平衡状态，因此，加入催化剂不影响平衡时  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{g})$  的浓度，B 不正确；

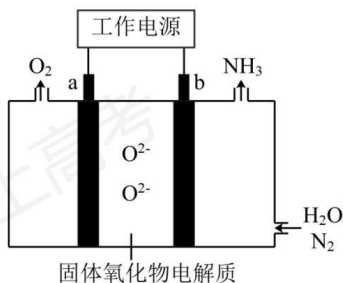
C. 恒容下，充入一定量的  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ， $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  的浓度增大，平衡向正反应方向移动，C 正确；

D. 恒容下，充入一定量的  $\text{CH}_2=\text{CH}_2(\text{g})$ ，平衡向正反应方向移动，但是  $\text{CH}_2=\text{CH}_2(\text{g})$  的平衡转化率减小，D 不正确；

综上所述，本题选 C。

二、选择题：本题共 6 小题，每小题 4 分，共 24 分。每小题有一个或两个选项符合题意。若正确答案只包括一个选项，多选得 0 分；若正确答案包括两个选项，只选一个且正确得 2 分，选两个且都正确得 4 分，但只要选错一个就得 0 分。

9. 一种采用  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  和  $\text{N}_2(\text{g})$  为原料制备  $\text{NH}_3(\text{g})$  的装置示意图如下。



下列有关说法正确的是

- A. 在 b 电极上， $\text{N}_2$  被还原
- B. 金属 Ag 可作为 a 电极的材料
- C. 改变工作电源电压，反应速率不变
- D. 电解过程中，固体氧化物电解质中  $\text{O}^{2-}$  不断减少

【答案】A

【解析】

【分析】由装置可知，b 电极的  $\text{N}_2$  转化为  $\text{NH}_3$ ，N 元素的化合价降低，得到电子发生还原反应，因此 b 为阴极，电极反应式为  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^- = 2\text{NH}_3 + 3\text{O}^{2-}$ ，a 为阳极，电极反应式为  $2\text{O}^{2-} + 4\text{e}^- = \text{O}_2$ ，据此分析解答；

【详解】A. 由分析可得，b 电极上  $\text{N}_2$  转化为  $\text{NH}_3$ ，N 元素的化合价降低，得到电子发生还原反应，即  $\text{N}_2$  被还原，A 正确；

B. a 为阳极, 若金属 Ag 作 a 的电极材料, 则金属 Ag 优先失去电子, B 错误;

C. 改变工作电源的电压, 反应速率会加快, C 错误;

D. 电解过程中, 阴极电极反应式为  $N_2+3H_2O+6e^-=2NH_3+3O^{2-}$ , 阳极电极反应式为  $2O^{2-}+4e^-=O_2$ , 因此固体氧化物电解质中  $O^{2-}$  不会改变, D 错误;

答案选 A。

10. 已知  $CH_3COOH+Cl_2 \xrightarrow{h\nu} ClCH_2COOH+HCl$ ,  $ClCH_2COOH$  的酸性比  $CH_3COOH$  强。下列有关说法正确的是



B. Cl-Cl 键的键长比 I-I 键短

C.  $CH_3COOH$  分子中只有  $\sigma$  键

D.  $ClCH_2COOH$  的酸性比  $ICH_2COOH$  强

【答案】BD

【解析】

【详解】A. HCl 为共价化合物, H 原子和 Cl 原子间形成共用电子对, 其电子式为  $H:\ddot{Cl}:$ , A 错误;

B. 原子半径  $Cl < I$ , 故键长:  $Cl-Cl < I-I$ , B 正确;

C.  $CH_3COOH$  分子中, 羧基的碳氧双键中含有  $\pi$  键, C 错误;

D. 电负性  $Cl > I$ , -Cl 能使 -COOH 上的 H 原子具有更大的活动性, 因此  $ClCH_2COOH$  的酸性比  $ICH_2COOH$  强, D 正确;

答案选 BD。

11. 短周期主族元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大, X、Y 同周期并相邻, Y 是组成水的元素之一, Z 在同周期主族元素中金属性最强, W 原子在同周期主族元素中原子半径最小, 下列判断正确的是

A.  $XW_3$  是非极性分子

B. 简单氢化物沸点:  $X > Y$

C. Y 与 Z 形成的化合物是离子化合物

D. X、Y、Z 三种元素组成的化合物水溶液呈酸性

【答案】C

【解析】

【分析】X、Y、Z、W 为原子序数依次增大的短周期主族元素, X、Y 同周期并相邻, 且 Y 是组成水的元素之一, 则 Y 为 O 元素, X 为 N 元素, Z 在同周期主族元素中金属性最强, 则 Z 为 Na 元素, W 原子在同周期主族元素中原子半径最小, 则 W 为 Cl 元素, 据此分析解答。

【详解】A. 由分析, X 为 N 元素, W 为 Cl 元素,  $\text{NCl}_3$  分子的空间构型为三角锥形, 其正负电荷的中心不重合, 属于极性分子, A 错误;

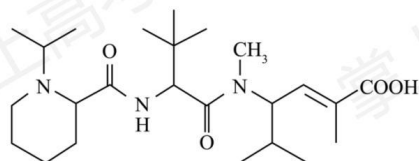
B.  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{NH}_3$  均含有氢键, 但  $\text{H}_2\text{O}$  分子形成的氢键更多, 故沸点  $\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3$ , B 错误;

C. Y 为 O 元素, Z 为 Na 元素, 两者形成的化合物为  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$  均为离子化合物, C 正确;

D. N、O、Na 三种元素组成的化合物  $\text{NaNO}_3$  呈中性、 $\text{NaNO}_2$  呈碱性, D 错误;

答案选 C。

12. 化合物“E7974”具有抗肿瘤活性, 结构简式如下, 下列有关该化合物说法正确的是



A. 能使  $\text{Br}_2$  的  $\text{CCl}_4$  溶液褪色

B. 分子中含有 4 种官能团

C. 分子中含有 4 个手性碳原子

D. 1mol 该化合物最多与 2mol NaOH 反应

【答案】AB

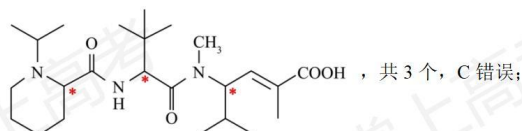
【解析】

【详解】A. 根据结构, “E7974”含有碳碳双键, 可使  $\text{Br}_2$  的  $\text{CCl}_4$  溶液褪色, A 正确;

B. 由结构简式可知, 分子中含有如图 其中有两个酰胺基, 共 4 种官能团, B

正确;

C. 连有 4 个不同基团的饱和碳原子是手性碳原子, 因此化合物“E7974”含有的手性碳原子如图



D. 分子中 均能与 NaOH 溶液反应, 故 1mol 该化合物最多

与 3mol NaOH 反应, D 错误;

答案选 AB。

13. NaClO 溶液具有漂白能力, 已知 25°C 时,  $K_a(\text{HClO})=4.0 \times 10^{-8}$ 。下列关于 NaClO 溶液说法正确的是

- A. 0.01mol/L 溶液中,  $c(\text{ClO}^-) < 0.01 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- B. 长期露置在空气中, 释放  $\text{Cl}_2$ , 漂白能力减弱
- C. 通入过量  $\text{SO}_2$ , 反应的离子方程式为  $\text{SO}_2 + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{HSO}_3^- + \text{HClO}$
- D. 25°C, pH=7.0 的 NaClO 和 HClO 的混合溶液中,  $c(\text{HClO}) > c(\text{ClO}^-) = c(\text{Na}^+)$

【答案】AD

【解析】

【详解】A. NaClO 溶液中  $\text{ClO}^-$  会水解, 故 0.01mol/L NaClO 溶液中  $c(\text{ClO}^-) < 0.01 \text{mol/L}$ , A 正确;

B. 漂白粉主要成分为  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  和  $\text{CaCl}_2$ , 长期露置在空气中容易和  $\text{CO}_2$  发生反应而失效, 其反应的化学方程式为:  $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 + 2\text{HClO}$ , HClO 再分解为 HCl 和  $\text{O}_2$ , 不会释放  $\text{Cl}_2$ , B 错误;

C. 将过量的  $\text{SO}_2$  通入 NaClO 溶液中,  $\text{SO}_2$  被氧化:  $\text{SO}_2 + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ , C 错误;

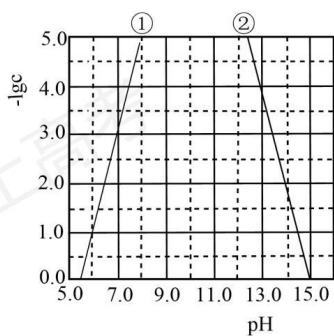
D. 25°C, pH=7.0 的 NaClO 和 HClO 的混合溶液中, 存在电荷守恒:  $c(\text{ClO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+)$ , 则  $c(\text{ClO}^-) = c(\text{Na}^+)$ , 又  $c(\text{HClO}) > c(\text{ClO}^-)$ , 所以  $c(\text{HClO}) > c(\text{ClO}^-) = c(\text{Na}^+)$ , D 正确;

答案选 AD。

14. 某元素 M 的氢氧化物  $\text{M}(\text{OH})_2(\text{s})$  在水中的溶解反应为:  $\text{M}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{M}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$ 、

$\text{M}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{M}(\text{OH})_4^{2-}(\text{aq})$ , 25°C,  $-\lg c$  与 pH 的关系如图所示, c 为  $\text{M}^{2+}$  或  $\text{M}(\text{OH})_4^{2-}$  浓度

度的值, 下列说法错误的是



- A. 曲线①代表  $-\lg c(\text{M}^{2+})$  与 pH 的关系



B.  $M(OH)_2$  的  $K_{sp}$  约为  $1 \times 10^{-10}$

C. 向  $c(M^{2+})=0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的溶液中加入 NaOH 溶液至  $\text{pH}=9.0$ , 体系中元素 M 主要以  $M(OH)_2(s)$  存在

D. 向  $c[M(OH)_4^{2-}]=0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的溶液中加入等体积  $0.4\text{mol/L}$  的 HCl 后, 体系中元素 M 主要以  $M^{2+}$  存在

【答案】BD

【解析】

【分析】由题干信息,  $M(OH)_2(s) \rightleftharpoons M^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$ ,  $M(OH)_2(s) + 2OH^-(aq) \rightleftharpoons M(OH)_4^{2-}(aq)$ , 随着 pH 增大,  $c(OH^-)$  增大, 则  $c(M^{2+})$  减小,  $c[M(OH)_4^{2-}]$  增大, 即  $-\lg c(M^{2+})$  增大,  $-\lg c[M(OH)_4^{2-}]$  减小, 因此曲线

①代表  $-\lg c(M^{2+})$  与 pH 的关系, 曲线②代表  $-\lg c[M(OH)_4^{2-}]$  与 pH 的关系, 据此分析解答。

【详解】A. 由分析可知, 曲线①代表  $-\lg c(M^{2+})$  与 pH 的关系, A 正确;

B. 由图象,  $\text{pH}=7.0$  时,  $-\lg c(M^{2+})=3.0$ , 则  $M(OH)_2$  的  $K_{sp}=c(M^{2+}) \cdot c^2(OH^-)=1 \times 10^{-17}$ , B 错误;

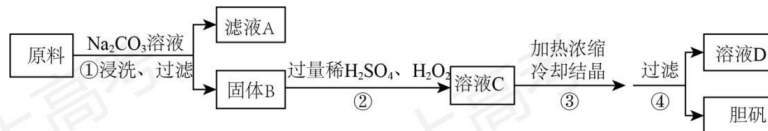
C. 向  $c(M^{2+})=0.1\text{mol/L}$  的溶液中加入 NaOH 溶液至  $\text{pH}=9.0$ , 根据图像,  $\text{pH}=9.0$  时,  $c(M^{2+})$ 、 $c[M(OH)_4^{2-}]$  均极小, 则体系中元素 M 主要以  $M(OH)_2(s)$  存在, C 正确;

D.  $c[M(OH)_4^{2-}]=0.1\text{mol/L}$  的溶液中, 由于溶解平衡是少量的, 因此加入等体积的  $0.4\text{mol/L}$  的 HCl 后, 体系中元素 M 仍主要以  $M(OH)_4^{2-}$  存在, D 错误;

答案选 BD。

三、非选择题: 共 5 题, 共 60 分。

15. 胆矾( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )是一种重要化工原料, 某研究小组以生锈的铜屑为原料[主要成分是 Cu, 含有少量的油污、 $\text{CuO}$ 、 $\text{CuCO}_3$ 、 $\text{Cu(OH)}_2$ ]制备胆矾。流程如下。



回答问题:

(1) 步骤①的目的是\_\_\_\_\_。

(2) 步骤②中, 若仅用浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶解固体 B, 将生成\_\_\_\_\_ (填化学式) 污染环境。

(3) 步骤②中, 在  $\text{H}_2\text{O}_2$  存在下 Cu 溶于稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(4) 经步骤④得到的胆矾, 不能用水洗涤的主要原因是\_\_\_\_\_。

(5) 实验证明, 滤液 D 能将  $I^-$  氧化为  $I_2$ 。

i. 甲同学认为不可能是步骤②中过量  $H_2O_2$  将  $I^-$  氧化为  $I_2$ , 理由是\_\_\_\_\_。

ii. 乙同学通过实验证实, 只能是  $Cu^{2+}$  将  $I^-$  氧化为  $I_2$ , 写出乙同学的实验方案及结果\_\_\_\_\_ (不要求写具体操作过程)。

**【答案】**(1) 除油污 (2)  $SO_2$

(3)  $Cu+H_2O_2+H_2SO_4=CuSO_4+2H_2O$

(4) 胆矾晶体易溶于水

(5) ①. 溶液 C 经步骤③加热浓缩后双氧水已完全分解 ②. 取滤液, 向其中加入适量硫化钠, 使铜离子恰好完全沉淀, 再加入  $I^-$ , 不能被氧化

**【解析】**

**【分析】**由流程中的信息可知, 原料经碳酸钠溶液浸洗后过滤, 可以除去原料表面的油污; 滤渣固体 B 与过量的稀硫酸、双氧水反应, 其中的  $CuO$ 、 $CuCO_3$ 、 $Cu(OH)_2$  均转化为  $CuSO_4$ , 溶液 C 为硫酸铜溶液和稀硫酸的混合液, 加热浓缩、冷却结晶、过滤后得到胆矾。

**【小问 1 详解】**

原料表面含有少量的油污,  $Na_2CO_3$  溶液呈碱性, 可以除去原料表面的油污, 因此, 步骤①的目的是: 除去原料表面的油污。

**【小问 2 详解】**

在加热的条件下, 铜可以与浓硫酸发生反应生成  $CuSO_4$ 、 $SO_2$  和  $H_2O$ , 二氧化硫是一种大气污染物, 步骤②中, 若仅用浓  $H_2SO_4$  溶解固体 B, 将生成  $SO_2$  污染环境。

**【小问 3 详解】**

步骤②中, 在  $H_2O_2$  存在下  $Cu$  溶于稀  $H_2SO_4$ , 生成  $CuSO_4$  和  $H_2O$ , 该反应的化学方程式为  $Cu+H_2O_2+H_2SO_4=CuSO_4+2H_2O$ 。

**【小问 4 详解】**

胆矾是一种易溶于水的晶体, 因此, 经步骤④得到的胆矾, 不能用水洗涤的主要原因是: 胆矾晶体易溶于水, 用水洗涤会导致胆矾的产率降低。

**【小问 5 详解】**

i.  $H_2O_2$  常温下即能发生分解反应, 在加热的条件下, 其分解更快, 因此, 甲同学认为不可能是步骤②中过量  $H_2O_2$  将  $I^-$  氧化为  $I_2$ , 理由是: 溶液 C 经步骤③加热浓缩后  $H_2O_2$  已完全分解。

ii.  $I^-$  氧化为  $I_2$  时溶液的颜色会发生变化; 滤液 D 中含有  $CuSO_4$  和  $H_2SO_4$ , 乙同学通过实验证实, 只能是  $Cu^{2+}$

将 I<sup>-</sup> 氧化为 I<sub>2</sub>，较简单的方案是除去溶液中的 Cu<sup>2+</sup>，然后再向其中加入含有 I<sup>-</sup> 的溶液，观察溶液是否变色；除去溶液中的 Cu<sup>2+</sup> 的方法有多种，可以加入适当的沉淀剂将其转化为难溶物，如加入 Na<sub>2</sub>S 将其转化为 CuS 沉淀，因此，乙同学的实验方案为取少量滤液 D，向其中加入适量 Na<sub>2</sub>S 溶液，直至不再有沉淀生成，静置后向上层清液中加入少量 KI 溶液；实验结果为：上层清液不变色，证明 I<sup>-</sup> 不能被除去 Cu<sup>2+</sup> 的溶液氧化，故只能是 Cu<sup>2+</sup> 将 I<sup>-</sup> 氧化为 I<sub>2</sub>。

16. 某空间站的生命保障系统功能之一是实现氧循环，其中涉及反应：



回答问题：

(1) 已知：电解液态水制备 1mol O<sub>2</sub>(g)，电解反应的  $\Delta H = +572 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。由此计算 H<sub>2</sub>(g) 的燃烧热 (焓)  $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 已知：CO<sub>2</sub>(g) + 4H<sub>2</sub>(g)  $\xrightleftharpoons{\text{催化剂}}$  2H<sub>2</sub>O(g) + CH<sub>4</sub>(g) 的平衡常数(K)与反应温度(t)之间的关系如图 1 所示。

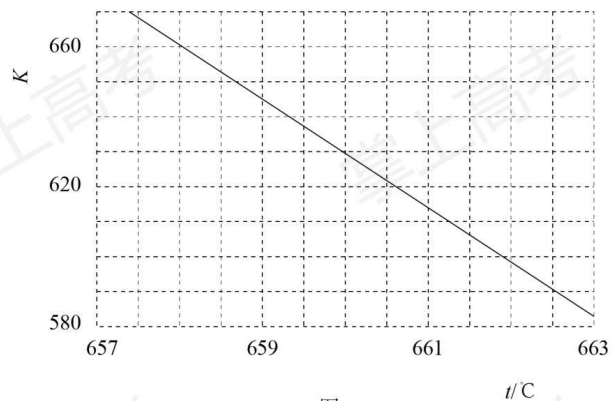


图1

①若反应为基元反应，且反应的  $\Delta H$  与活化能( $E_a$ )的关系为  $|\Delta H| > E_a$ 。补充完成该反应过程的能量变化示意图(图 2)\_\_\_\_\_。

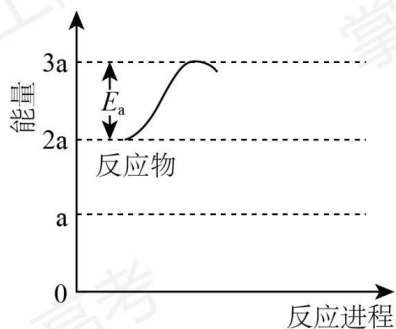


图2

②某研究小组模拟该反应，温度  $t$  下，向容积为 10L 的抽空的密闭容器中通入  $0.1\text{mol CO}_2$  和  $0.4\text{mol H}_2$ ，反应平衡后测得容器中  $n(\text{CH}_4)=0.05\text{mol}$ 。则  $\text{CO}_2$  的转化率为\_\_\_\_\_，反应温度  $t$  约为\_\_\_\_\_ $^\circ\text{C}$ 。

(3) 在相同条件下， $\text{CO}_2(\text{g})$  与  $\text{H}_2(\text{g})$  还会发生不利于氧循环的副反应：

$\text{CO}_2(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g})\xrightleftharpoons{\text{催化剂}}\text{H}_2\text{O}(\text{g})+\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ ，在反应器中按  $n(\text{CO}_2):n(\text{H}_2)=1:4$  通入反应物，在不同温度、不同催化剂条件下，反应进行到 2min 时，测得反应器中  $\text{CH}_3\text{OH}$ 、 $\text{CH}_4$  浓度( $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )如下表所示。

催化剂	$t=350^\circ\text{C}$		$t=400^\circ\text{C}$	
	$c(\text{CH}_3\text{OH})$	$c(\text{CH}_4)$	$c(\text{CH}_3\text{OH})$	$c(\text{CH}_4)$
催化剂I	10.8	12722	345.2	42780
催化剂II	9.2	10775	34	38932

在选择使用催化剂I和  $350^\circ\text{C}$  条件下反应，0~2min 生成  $\text{CH}_3\text{OH}$  的平均反应速率为\_\_\_\_\_  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ；

若某空间站的生命保障系统实际选择使用催化剂II和  $400^\circ\text{C}$  的反应条件，原因是\_\_\_\_\_。

【答案】(1) -286

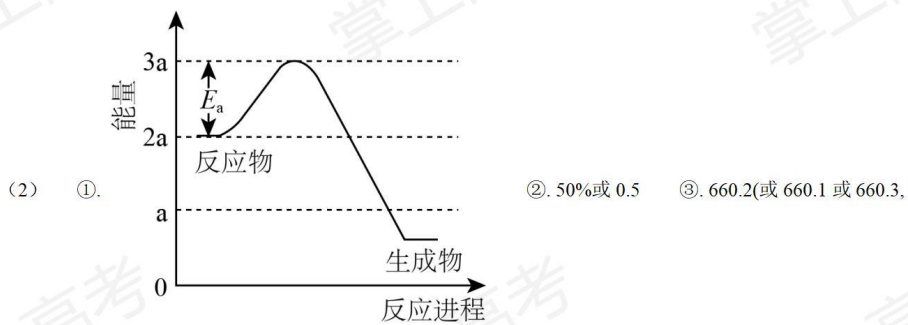


图2

其他答案酌情给分)

- (3) ①. 5.4 ②. 相同催化剂, 400°C的反应速率更快, 相同温度, 催化剂II副产物浓度低, 甲烷与甲醇比例高

【解析】

【小问1详解】

电解液态水制备  $1\text{mol O}_2(\text{g})$ , 电解反应的  $\Delta H = +572\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 由此可以判断,  $2\text{mol H}_2(\text{g})$  完全燃烧消耗  $1\text{mol O}_2(\text{g})$ , 生成液态水的同时放出的热量为  $572\text{kJ}$ , 故  $1\text{mol H}_2(\text{g})$  完全燃烧生成液态水放出的热量为  $286\text{kJ}$ , 因此,  $\text{H}_2(\text{g})$  的燃烧热(焓)  $\Delta H = -286\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

【小问2详解】

①由  $\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{催化剂}} 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g})$  的平衡常数(K)与反应温度(t)之间的关系图可知, K 随着温度升高而减小, 故该反应为放热反应。若反应为基元反应, 则反应为一步完成, 由于反应的  $\Delta H$  与活化能( $E_a$ )的关系为  $|\Delta H| > E_a$ , 由图2信息可知  $E_a = a\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 则  $|\Delta H| > a\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 该反应为放热反应, 生成物的总能量小于反应物的, 因此该反应过程的能量变化示意图为:

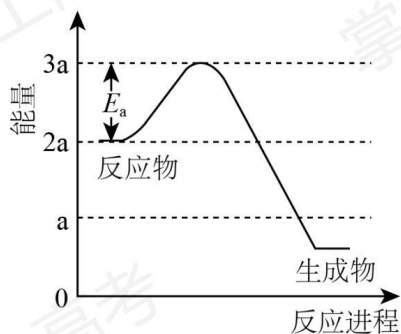


图2

②温度  $t$  下，向容积为 10L 的抽空的密闭容器中通入  $0.1\text{mol CO}_2$  和  $0.4\text{mol H}_2$ ，反应平衡后测得容器中  $n(\text{CH}_4)=0.05\text{mol}$ ，则  $\text{CO}_2$  的转化率为  $\frac{0.05\text{mol}}{0.1\text{mol}}=0.5$ ，根据 C 元素守恒可知， $\text{CO}_2$  的平衡量为  $0.05\text{mol}$ ， $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  是按化学计量数之比投料的，则  $\text{H}_2$  的平衡量为  $0.2\text{mol}$ ， $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  的平衡量是  $\text{CH}_4(\text{g})$  的 2 倍，则  $n(\text{H}_2\text{O})=0.1\text{mol}$ ， $\text{CO}_2(\text{g})$ 、 $\text{H}_2(\text{g})$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 、 $\text{CH}_4(\text{g})$  的平衡浓度分别为  $0.005\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、

$0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $0.005\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则该反应的平衡常数  $K=\frac{0.01^2\times 0.005}{0.005\times 0.02^4}=625$ ，根据图 1

中的信息可知，反应温度  $t$  约为  $660.2^\circ\text{C}$ 。

【小问 3 详解】

在选择使用催化剂 I 和  $350^\circ\text{C}$  条件下反应，由表中信息可知， $0\sim 2\text{min CH}_3\text{OH}$  的浓度由 0 增加到

$10.8\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，因此， $0\sim 2\text{min}$  生成  $\text{CH}_3\text{OH}$  的平均反应速率为  $\frac{10.8\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}}{2\text{min}}=5.4\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ；由表

中信息可知，在选择使用催化剂 I 和  $350^\circ\text{C}$  条件下反应， $0\sim 2\text{min CH}_3\text{OH}$  的浓度由 0 增加到  $10.8\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，

$c(\text{CH}_4):c(\text{CH}_3\text{OH})=12722:10.8\approx 1178$ ；在选择使用催化剂 II 和  $350^\circ\text{C}$  的反应条件下， $0\sim 2\text{min CH}_3\text{OH}$  的

浓度由 0 增加到  $9.2\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， $c(\text{CH}_4):c(\text{CH}_3\text{OH})=10775:9.2\approx 1171$ ；在选择使用催化剂 I 和  $400^\circ\text{C}$  条件

下反应， $0\sim 2\text{min CH}_3\text{OH}$  的浓度由 0 增加到  $345.2\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， $c(\text{CH}_4):c(\text{CH}_3\text{OH})=42780:345.2\approx 124$ ；

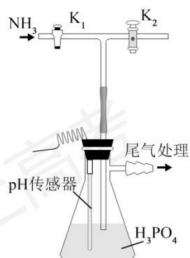
在选择使用催化剂 II 和  $400^\circ\text{C}$  的反应条件下， $0\sim 2\text{min CH}_3\text{OH}$  的浓度由 0 增加到  $34\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，

$c(\text{CH}_4):c(\text{CH}_3\text{OH})=38932:34\approx 1145$ 。因此，若某空间站的生命保障系统实际选择使用催化剂 II 和  $400^\circ\text{C}$

的反应条件的理由是：相同催化剂， $400^\circ\text{C}$  的反应速率更快，相同温度，催化剂 II 副产物浓度低，甲烷与甲

醇比例高。

17. 磷酸氢二铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$ 常用于干粉灭火剂。某研究小组用磷酸吸收氢气制备 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ，装置如图所示(夹持和搅拌装置已省略)。



回答问题：

- (1) 实验室用  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$  和  $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$  制备氨气的化学方程式为\_\_\_\_\_。
- (2) 现有浓  $\text{H}_3\text{PO}_4$  质量分数为 85%，密度为 1.7g/mL。若实验需 100mL 1.7mol/L 的  $\text{H}_3\text{PO}_4$  溶液，则需浓  $\text{H}_3\text{PO}_4$  \_\_\_\_\_mL(保留一位小数)。
- (3) 装置中活塞  $\text{K}_2$  的作用为\_\_\_\_\_。实验过程中，当出现\_\_\_\_\_现象时，应及时关闭  $\text{K}_1$ ，打开  $\text{K}_2$ 。
- (4) 当溶液 pH 为 8.0~9.0 时，停止通  $\text{NH}_3$ ，即可制得  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  溶液。若继续通入  $\text{NH}_3$ ，当  $\text{pH}>10.0$  时，溶液中  $\text{OH}^-$ 、\_\_\_\_\_和 \_\_\_\_\_(填离子符号)浓度明显增加。
- (5) 若本实验不选用 pH 传感器，还可选用\_\_\_\_\_作指示剂，当溶液颜色由\_\_\_\_\_变为\_\_\_\_\_时，停止通  $\text{NH}_3$ 。

【答案】(1)  $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 \uparrow$

(2) 11.5 (3) ①. 平衡气压防倒吸 ②. 倒吸

(4) ①.  $\text{NH}_4^+$  ②.  $\text{PO}_4^{3-}$

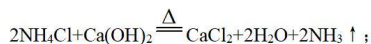
(5) ①. 酚酞 ②. 无 ③. 浅红

【解析】

【分析】本实验的实验目的为制备磷酸二氢铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$ ，实验原理为  $2\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 = [(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$ ，结合相关实验基础知识分析解答问题。

【小问 1 详解】

实验室用  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$  和  $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$  在加热的条件下制备氨气，反应的化学方程式为



【小问 2 详解】

根据公式  $c = \frac{1000\rho\omega}{M}$  可得，浓  $\text{H}_3\text{PO}_4$  的浓度  $c = \frac{1000\rho\omega}{M} = \frac{1000 \times 1.7 \text{g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 85\%}{98} \approx 14.7 \text{mol/L}$ ，溶液稀

释前后溶质的物质的量不变，因此配制 100mL 1.7mol/L 的  $\text{H}_3\text{PO}_4$  溶液，需要浓  $\text{H}_3\text{PO}_4$  的体积

$$V = \frac{0.1\text{L} \times 1.7\text{mol/L}}{14.7\text{mol/L}} \approx 0.0115\text{L} = 11.5\text{mL};$$

【小问 3 详解】

由于  $\text{NH}_3$  极易溶于水，因此可选择打开活塞  $\text{K}_2$  以平衡气压，防止发生倒吸，所以实验过程中，当出现倒吸现象时，应及时关闭  $\text{K}_1$ ，打开  $\text{K}_2$ ；

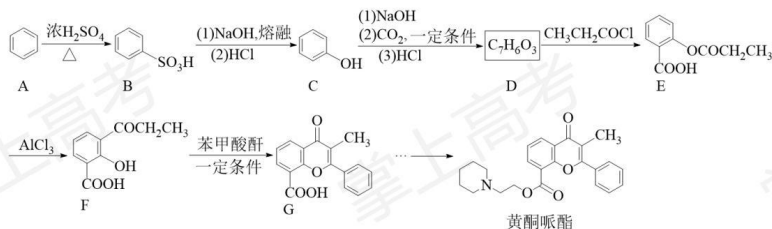
【小问 4 详解】

继续通入  $\text{NH}_3$ ， $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  继续反应生成  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ，当  $\text{pH} > 10.0$  时，溶液中  $\text{OH}^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$  的浓度明显增加；

【小问 5 详解】

由(4)小问可知，当  $\text{pH}$  为 8.0-9.0 时，可制得  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ，说明  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  溶液显碱性，因此若不选用  $\text{pH}$  传感器，还可以选用酚酞作指示剂，当溶液颜色由无色变为浅红时，停止通入  $\text{NH}_3$ ，即可制得  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  溶液。

18. 黄酮哌酯是一种解痉药，可通过如下路线合成：



回答问题：

- (1)  $\text{A} \rightarrow \text{B}$  的反应类型为\_\_\_\_\_。
- (2) 已知 **B** 为一元强酸，室温下 **B** 与  $\text{NaOH}$  溶液反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。
- (3) **C** 的化学名称为\_\_\_\_\_，**D** 的结构简式为\_\_\_\_\_。

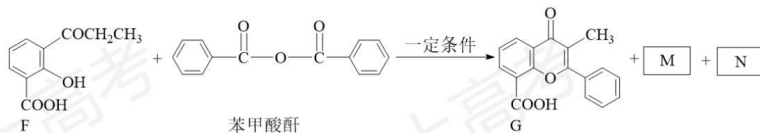


(4) E 和 F 可用 \_\_\_\_\_ (写出试剂) 鉴别。

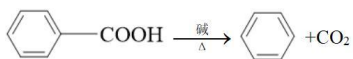
(5) X 是 F 的分异构体, 符合下列条件。X 可能的结构简式为 \_\_\_\_\_ (任写一种)。

① 含有酯基 ② 含有苯环 ③ 核磁共振氢谱有两组峰

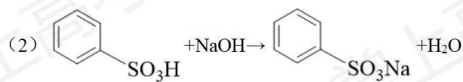
(6) 已知酸酐能与羟基化合物反应生成酯。写出下列 F→G 反应方程式中 M 和 N 的结构简式 \_\_\_\_\_、  
\_\_\_\_\_。



(7) 设计以 为原料合成 的路线 \_\_\_\_\_ (其他试剂任选)。已知:

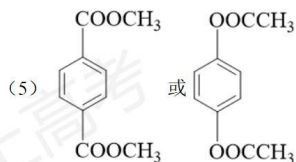


【答案】(1) 取代反应或磺化反应

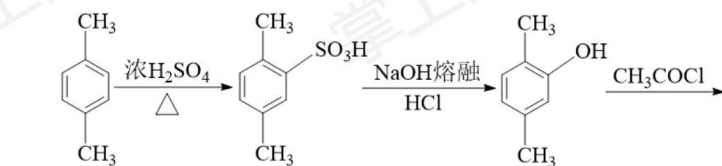


(3) ①. 苯酚 ②.

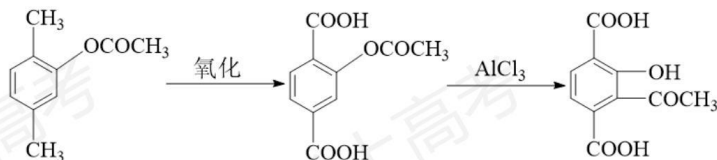
(4) FeCl<sub>3</sub> (溶液) 或其他合理答案



(6) ①. ②. H<sub>2</sub>O



(7)



【解析】

【分析】根据合成路线，A()在浓硫酸加热的条件下发生苯环上的取代反应生成B()，

B依次与NaOH熔融、HCl反应生成C()，C先与NaOH反应生成

和CO<sub>2</sub>在一定条件下反应，再与HCl反应生成D，D的分子式为C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>，则D为

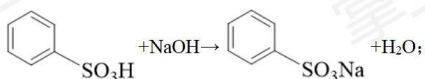
D再与CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COCl发生取代反应生成E，E与AlCl<sub>3</sub>反应生成F，F与苯甲酸肝在一定条件下生成G，G经一系列反应生成黄铜哌酯，据此分析解答。

【小问1详解】

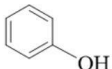
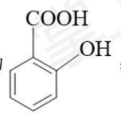
由分析可知，A()在浓硫酸加热的条件下发生苯环上的取代反应生成B()，即反应类型为取代反应(或磺化反应)；

【小问2详解】

B为一元强酸，室温下B与NaOH溶液反应生成和H<sub>2</sub>O，反应的化学方程式为



【小问3详解】

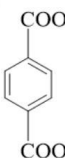
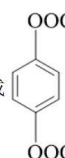
C 的结构简式为 ，则化学名称为苯酚，根据分析可知，D 的结构简式为 ；

【小问 4 详解】

由 E、F 的结构简式可知，F 含有酚羟基，而 E 没有，因此可用  $\text{FeCl}_3$  溶液鉴别二者，前者溶液变成紫色，后者无明显现象；

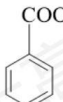
【小问 5 详解】

F 的分子式为  $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_4$ ，X 是 F 的同分异构体，X 含有苯环和酯基，其核磁共振氢谱有两组峰，说明 X 只


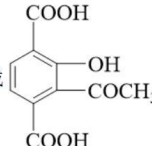
有 2 种不同环境的 H 原子，则满足条件的 X 的结构简式为：  
 或 ；

【小问 6 详解】

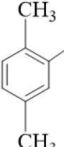
酸酐能与羟基化合物反应生成酯，则 F 与苯甲酸酐反应可生成 G、苯甲酸和水，故 M 和 N 的结构简式为

 和  $\text{H}_2\text{O}$ ；

【小问 7 详解】

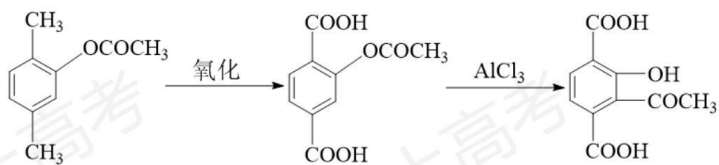
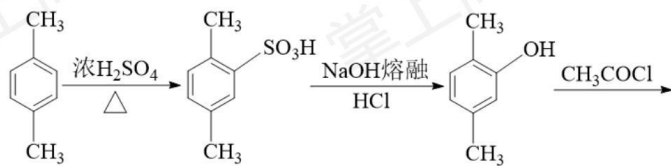
已知   $\xrightarrow[\Delta]{\text{碱}}$   +  $\text{CO}_2$ ，则以  为原料合成  时，可先将

 与浓硫酸在加热的条件下发生取代反应生成 ，再依次与  $\text{NaOH}$  熔

融条件下、 $\text{HCl}$  反应生成 ，再与  $\text{CH}_3\text{COCl}$  发生取代反应生成



反应可得到 ，则合成路线为：

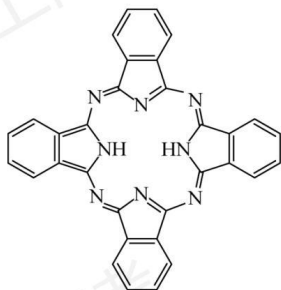


19. 以  $\text{Cu}_2\text{O}$ 、 $\text{ZnO}$  等半导体材料制作的传感器和芯片具有能耗低、效率高的优势。回答问题：

- (1) 基态 O 原子的电子排布式\_\_\_\_\_，其中未成对电子有\_\_\_\_\_个。
- (2) Cu、Zn 等金属具有良好的导电性，从金属键的理论看，原因是\_\_\_\_\_。
- (3) 酞菁的铜、锌配合物在光电传感器方面有着重要的应用价值。酞菁分子结构如下图，分子中所有原子

共平面，所有 N 原子的杂化轨道类型相同，均采取\_\_\_\_\_杂化。邻苯二甲酸酐()和邻苯二甲酰亚

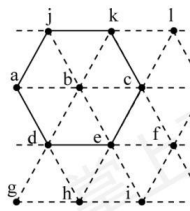
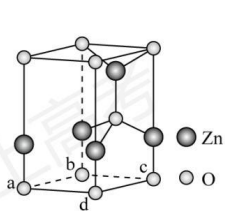
胺()都是合成酞菁的原料，后者熔点高于前者，主要原因是\_\_\_\_\_。



(4) 金属 Zn 能溶于氨水, 生成以氨为配体, 配位数为 4 的配离子, Zn 与氨水反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(5) ZnO 晶体中部分 O 原子被 N 原子替代后可以改善半导体的性能, Zn-N 键中离子键成分的百分数小于 Zn-O 键, 原因是\_\_\_\_\_。

(6) 下图为某 ZnO 晶胞示意图, 下图是若干晶胞无隙并置而成的底面 O 原子排列局部平面图。□abcd 为所取晶胞的下底面, 为锐角等于 60° 的菱形, 以此为参考, 用给出的字母表示出与所取晶胞相邻的两个晶胞的底面\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。



【答案】(1) ①.  $1s^2 2s^2 2p^4$  或  $[\text{He}] 2s^2 2p^4$  ②. 2

(2) 自由电子在外加电场中作定向移动

(3) ①.  $sp^2$  ②. 两者均为分子晶体, 后者能形成分子间氢键, 使分子间作用力增大, 熔点更高

(4)  $\text{Zn} + 4\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$

(5) 电负性  $\text{O} > \text{N}$ , O 对电子的吸引能力更强, Zn 和 O 更易形成离子键

(6) ①. □cdhi ②. □bcek

【解析】

【小问 1 详解】

O 为 8 号元素, 其基态 O 原子核外有 8 个电子, 因此基态 O 原子的电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^4$  或  $[\text{He}] 2s^2 2p^4$ ,

其 2p 轨道有 2 个未成对电子, 即 O 原子有 2 个未成对电子;

【小问 2 详解】

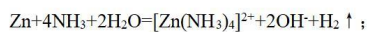
由于金属的自由电子可在外加电场中作定向移动, 因此 Cu、Zn 等金属具有良好的导电性;

【小问 3 详解】

根据结构式可知，N 原子均形成双键，故 N 原子的杂化方式均为  $sp^2$ ，由于邻苯二甲酸酐和邻苯二甲酰亚胺均为分子晶体，而后者能形成分子间氢键，使分子间作用力增大，因此熔点更高；

**【小问 4 详解】**

金属 Zn 与氨水反应可生成  $[Zn(NH_3)_4](OH)_2$  和  $H_2$ ，反应的离子方程式为



**【小问 5 详解】**

由于电负性  $O > N$ ，O 对电子的吸引能力更强，Zn 和 O 更易形成离子键，因此 Zn—N 键中离子键成分的百分数小于 Zn—O 键；

**【小问 6 详解】**

根据晶胞示意图，一个晶胞中 8 个 O 原子位于晶胞的顶点，1 个 O 原子位于晶胞体内，4 个 Zn 原子位于晶胞的棱上，1 个 Zn 原子位于晶胞体内，棱上的 3 个 Zn 原子和体内的 Zn 原子、O 原子形成四面体结构，则于其相邻的晶胞与该晶胞共用 bc 和 cd，则相邻的两个晶胞的底面为  $\square cdhi$  和  $\square bceh$ 。