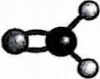
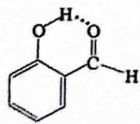
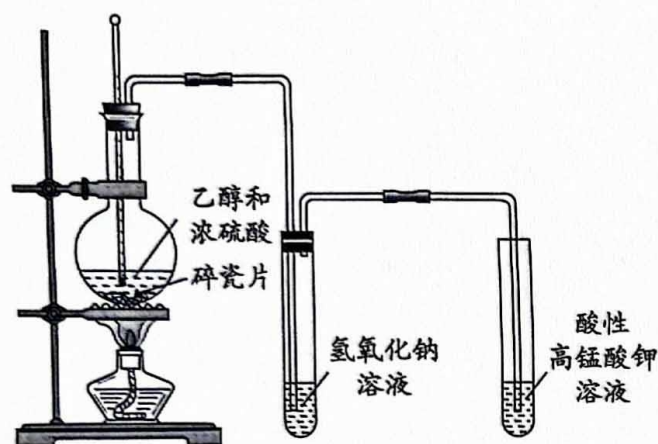


可能用到的相对原子质量: H 1 C 12 N 14 O 16

本部分共 14 题,每题 3 分,共 42 分。在每题列出的四个选项中,选出最符合题目要求的一项。

1. 最近,我国研究人员成功制备出高强度、高导电性、高耐热的铝—锆—钪(Al—Zr—Sc)合金材料,为提升我国绿色铝产业深加工能力提供了支撑。下列说法不正确的是
- A. Al 是地壳中含量最多的金属元素
- B. 基态 $_{21}\text{Sc}$ 的简化电子排布式是 $[\text{Ar}] 3\text{d}^2 4\text{s}^1$
- C. Al—Zr—Sc 合金具有高强度与合金的结构相关
- D. Al—Zr—Sc 合金的导电性与自由电子的运动相关
2. 下列化学用语或图示表达不正确的是
- A. NH_3 的电子式为 $\text{H}:\text{N}:\text{H}$
 H
- B. HCHO 分子的空间结构模型为 
- C. 乙烯分子中 π 键的形成过程: 
- D. 邻羟基苯甲醛分子内形成的氢键: 
3. 下列事实可以用平衡移动原理解释的是
- A. 合成氨工业中使用铁触媒,提高生产效率
- B. 铝片放入浓 HNO_3 中,待不再变化后,加热产生红棕色气体
- C. 在钢铁表面镀上一层锌,钢铁不易被腐蚀
- D. 盐碱地(含较多的 NaCl 、 Na_2CO_3)施加适量石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$),土壤的碱性降低
4. 下列离子方程式与所给事实不相符的是
- A. 用过量的氨水吸收 SO_2 : $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{HSO}_3^-$
- B. 用饱和食盐水制烧碱: $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$
- C. 用 TiCl_4 制 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$: $\text{TiCl}_4 + (x+2)\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 4\text{HCl}$
- D. 用焦炭还原石英砂制粗硅: $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$

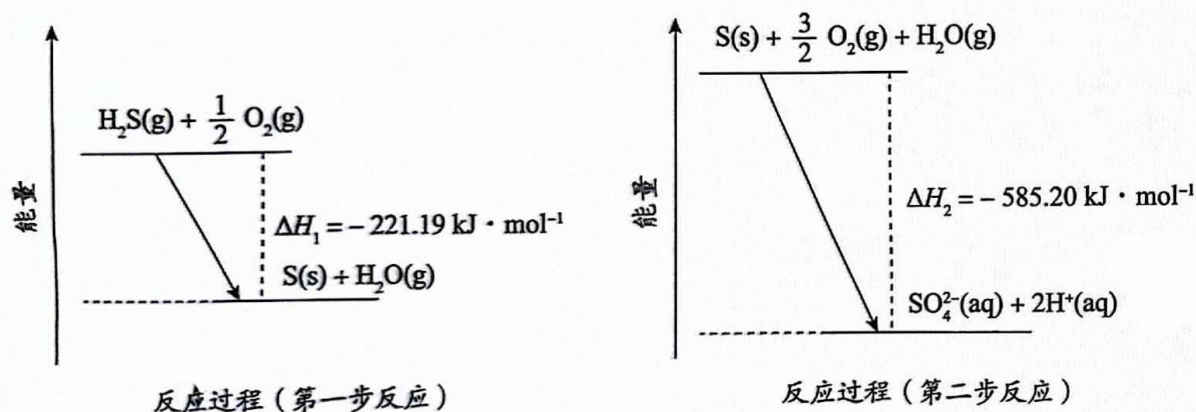
5. 实验室用乙醇与浓硫酸制备乙烯并验证其性质,装置及试剂如图所示。



下列说法不正确的是

- A. 在浓硫酸的催化下,乙醇转变为乙烯
- B. 使用 NaOH 溶液的的目的是排除 CO_2 的干扰
- C. 使烧瓶内混合液的温度迅速上升到 170°C ,可减少乙醚的产生
- D. 在烧瓶中放入几片碎瓷片,以避免混合液在受热时暴沸

6. 土壤中的微生物可将大气中的 H_2S 经两步反应氧化成 SO_4^{2-} ,两步反应的能量变化如图。



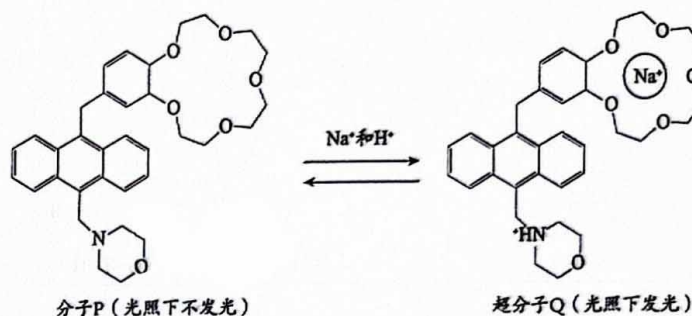
下列说法不正确的是

- A. O 的非金属性大于 S,推知热稳定性: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$
- B. 两步反应中化学键断裂吸收的总能量均小于化学键形成释放的总能量
- C. $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \quad \Delta H = -364.01 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. 结合 S(s) 的燃烧热,可求算 $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 ΔH

7. 实验室检验下列气体时,选用的除杂试剂和检验试剂均正确的是

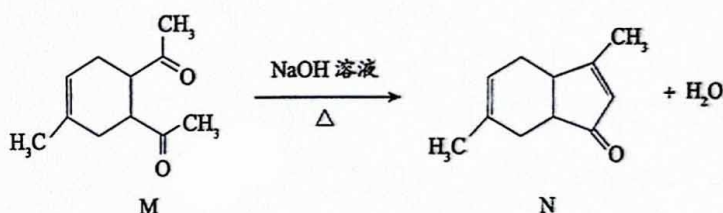
	气体	除杂试剂	检验试剂
A	浓硝酸分解产生的 O_2	无	湿润的淀粉 - KI 试纸
B	浓盐酸与 MnO_2 反应产生的 Cl_2	NaOH 溶液	湿润的有色布条
C	木炭和浓硫酸反应产生的 CO_2	饱和 NaHCO_3 溶液	澄清石灰水
D	NH_4HCO_3 分解产生的 NH_3	CaO 和 NaOH 混合物	湿润的红色石蕊试纸

8. 一种控制分子是否发光的“分子开关”工作原理如图所示。



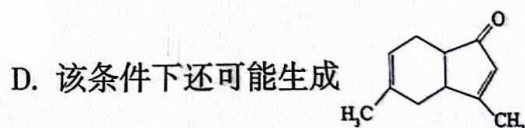
下列说法不正确的是

- A. 分子P中的O均为 sp^2 杂化
 - B. 分子P转化为超分子Q时,N与 H^+ 形成配位键
 - C. 增大溶液 pH 并除去 Na^+ , 可使超分子Q转变为分子P
 - D. 推测分子P可以增大 NaCl 在有机溶剂中的溶解度
9. 有机物M在碱性条件下可发生如下反应:

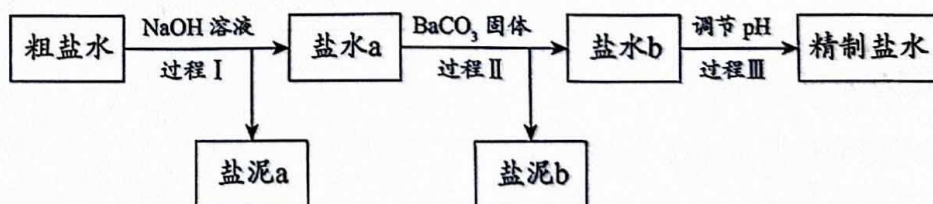


下列说法不正确的是

- A. M中酮羰基邻位甲基的C—H键极性较强,易断键
- B. 推测M转变为N的过程中,发生了加成反应和消去反应
- C. 不能通过质谱法对M、N进行区分



10. 粗盐中的杂质离子主要有 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} , 采用如下方法得到精制盐水, 进而制取精盐 (部分流程略)。



已知: i.

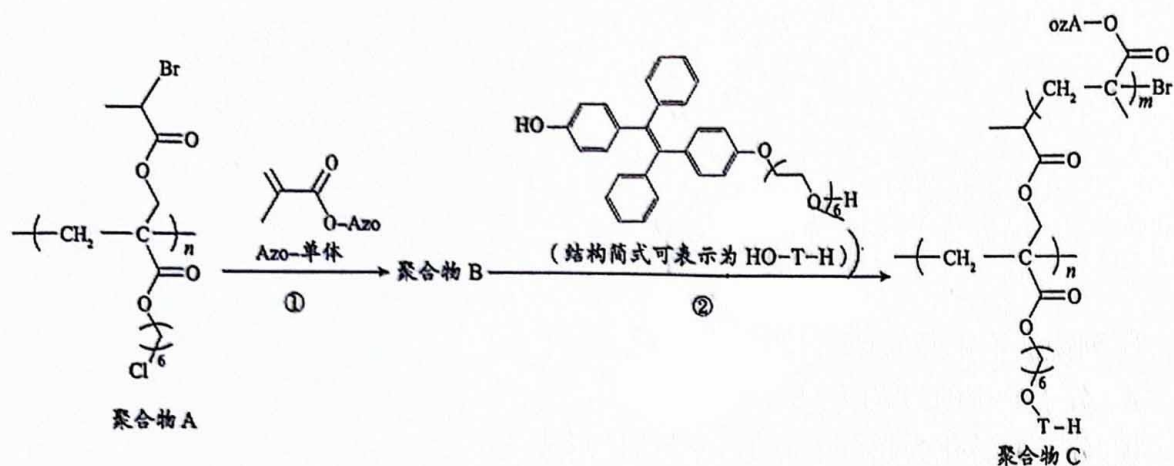
物质	BaSO_4	BaCO_3	CaCO_3	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
$K_{sp}(25^\circ\text{C})$	1.1×10^{-10}	2.6×10^{-9}	3.4×10^{-9}	5.6×10^{-12}

ii. 粗盐水中 $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{Ca}^{2+})$

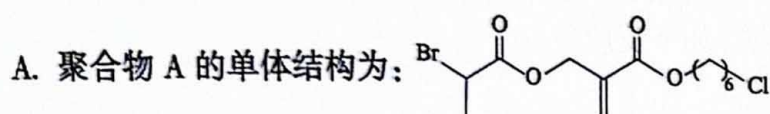
下列说法不合理的是

- A. 过程I中当溶液 $\text{pH} = 11$ 时, Mg^{2+} 已沉淀完全
- B. 过程II中加入足量的 BaCO_3 , 盐水b中的阴离子仅含有 Cl^- 、 OH^-
- C. 过程II中若改为先加 BaCl_2 溶液、过滤后再加 Na_2CO_3 溶液也能达到除杂目的
- D. 过程III中滴加盐酸调节 pH 时, 应调至溶液呈中性或微酸性

11. 不对称分子刷(聚合物 C)在分子自组装领域具有重要的研究价值,其合成路线如下:



下列说法不正确的是

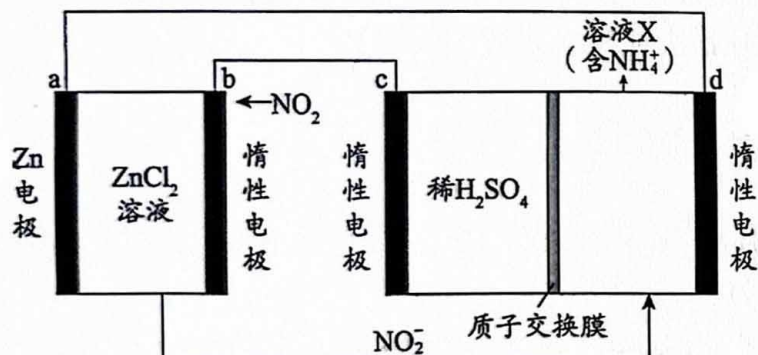


B. 反应①和②的反应类型相同

C. 推测 HO-T-H 在空气中放置可被氧化

D. 聚合物 C 在碱性条件下的水解产物不完全是小分子

12. 研究人员利用电化学原理吸收废气中的 NO_2 , 其工作原理如下图所示。



下列说法不正确的是

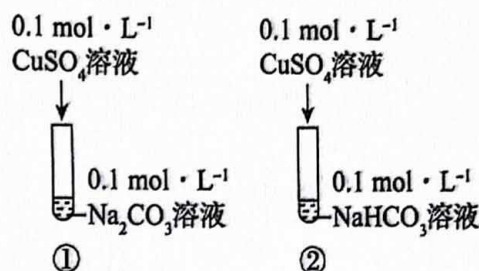
A. a 电极为负极, c 电极为阳极

B. b 电极的电极反应式为: $\text{NO}_2 + \text{e}^- = \text{NO}_2^-$

C. 反应一段时间后, c 极区溶液 pH 几乎不变

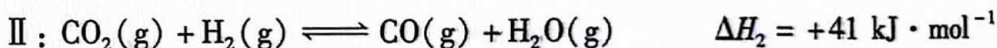
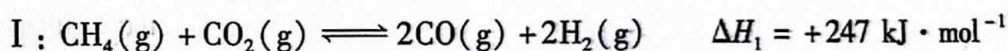
D. 每吸收 1 mol NO_2 , 理论上可以得到 1 mol NH_4^+

13. 将 CuSO_4 溶液分别滴入 Na_2CO_3 溶液和 NaHCO_3 溶液中, 均产生沉淀和气泡。取①中沉淀洗涤后, 加入足量盐酸, 无气泡产生; 取②中沉淀洗涤后, 加入足量盐酸, 产生少量气泡。



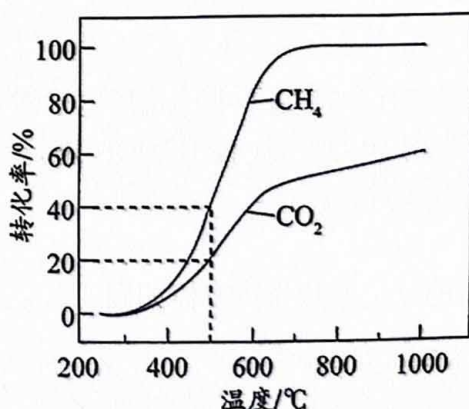
下列分析不正确的是

- A. Na_2CO_3 、 NaHCO_3 溶液中均存在 $c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- B. CuSO_4 能促进 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 的水解
- C. ①中发生的反应: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{HCO}_3^-$
- D. 对比①②沉淀加入足量盐酸后的现象, 说明溶液中的 $c(\text{OH}^-)$ 和 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 均对沉淀成分有影响
14. 甲烷还原二氧化碳是实现“双碳”目标的有效途径之一。常压、催化剂作用下, 按照 CO_2 和 CH_4 的物质的量之比 3 : 1 投料。有关反应如下:



某一时段内, CH_4 和 CO_2 的转化率随温度变化如下图所示。

$$\text{已知: CO}_2 \text{ 的转化效率} = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{\Delta n(\text{CH}_4)}$$



下列分析不正确的是

- A. 根据反应 I、II, 低压高温有利于提高 CO_2 的平衡转化率
- B. 500 °C 时, CO_2 的转化效率为 1.5
- C. 由 400 °C 升高到 600 °C, 含氢产物中水的占比增大
- D. 由 700 °C 升高到 1000 °C, CO_2 的转化效率逐渐增大

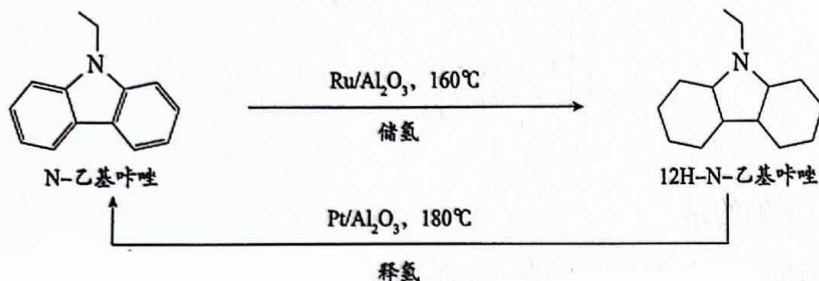
第二部分

本部分共 5 题,共 58 分。

15. (10 分) 氢的有效储存与释放是氢能应用的关键问题之一。

I. 有机储氢材料

(1) N-乙基咔唑是具有应用前景的储氢材料,其储氢、释氢原理如图 1 所示。

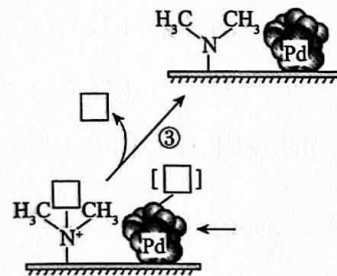
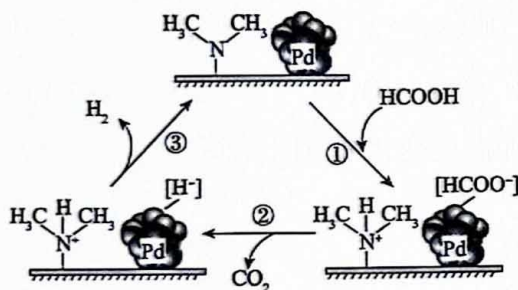


① 基态 N 原子价层电子轨道表示式为_____。

② Al_2O_3 晶体中离子键的百分数为 41%。分析 Na_2O 、 MgO 、 SiO_2 、 P_2O_5 中离子键的百分数小于 41% 的有_____。

③ 比较在水中的溶解性: 12H-N-乙基咔唑 _____ 乙胺($\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$) (填“>”或“<”)。

(2) HCOOH 是安全方便的具有应用前景的液态储氢材料。 HCOOH 催化释氢的可能机理如图 2 所示。

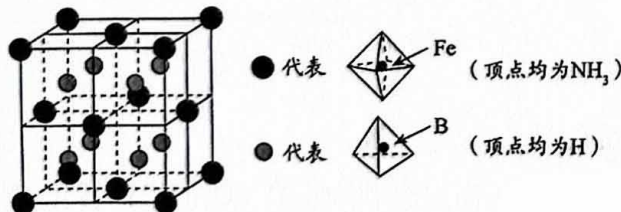


① 依据 VSEPR 模型, CO_2 中心原子上的价层电子对数是_____。

② 为证实上述机理,用 HCOOD 代替 HCOOH 进行实验。在图 3 中补充 HCOOD 催化释氢部分过程的相应内容。

II. 复合储氢材料

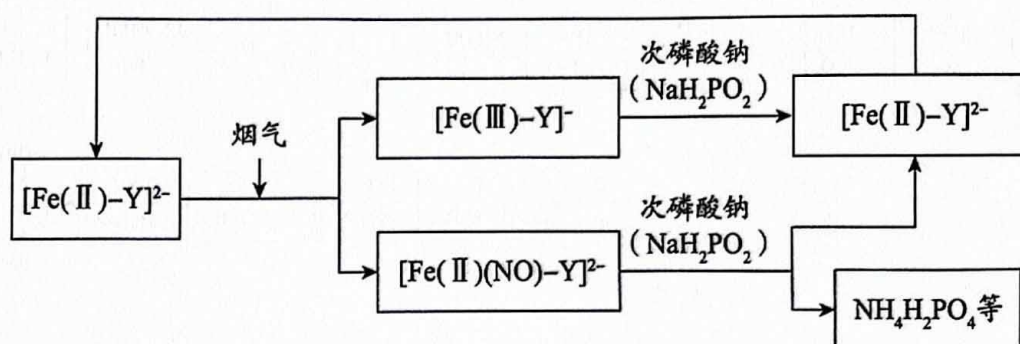
(3) 一种新型储氢材料的晶胞形状为正方体如图 4。



① 该物质的化学式为_____。(电负性: B 元素为 2.0, H 元素为 2.1)

② 已知阿伏加德罗常数为 N_A , 该物质的摩尔质量为 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 该晶体的密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 则晶胞边长为_____ nm。(1 cm = 10^7 nm)

16. (12分) 研究发现, $[\text{Fe}(\text{II})-\text{Y}]^{2-}$ 溶液可用于脱除烟气中的 NO_x (含约 90% 的 NO 和少量 NO_2 等), 流程如图。

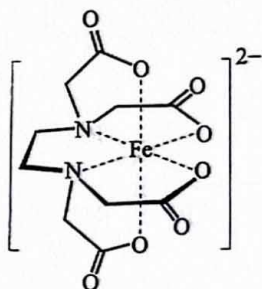


已知: i. $[\text{Fe}(\text{II})-\text{Y}]^{2-}$ 由 FeSO_4 与 H_4Y (乙二胺四乙酸, 一种有机弱酸) 的钠盐形成。

ii. $[\text{Fe}(\text{II})-\text{Y}]^{2-}(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{II})(\text{NO})-\text{Y}]^{2-}(\text{aq}) \quad \Delta H < 0$

(1) 烟气中的 NO_2 与水反应的化学方程式为 _____。

(2) $[\text{Fe}(\text{II})-\text{Y}]^{2-}$ 的结构如下图所示, 其中心离子的配位数为 _____。

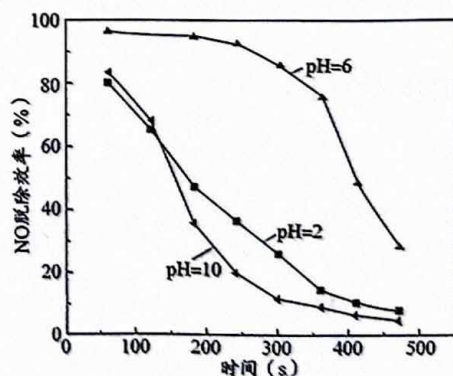


(3) 探究影响 $[\text{Fe}(\text{II})-\text{Y}]^{2-}$ 脱除 NO 的因素。

① O_2 的影响: 弱酸性条件下 O_2 会降低 $[\text{Fe}(\text{II})-\text{Y}]^{2-}$ 对 NO 脱除效率, 结合离子方程式说明原因 _____。

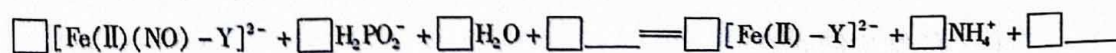
② 温度的影响: 研究发现 60°C 时 NO 脱除效率比 30°C 时低, 分析可能原因 _____。

③ pH 的影响: 将 NO 按一定流速通入不同 pH 的 $[\text{Fe}(\text{II})-\text{Y}]^{2-}$ 溶液中, 研究 pH 对 NO 脱除效率的影响, 结果如下图。



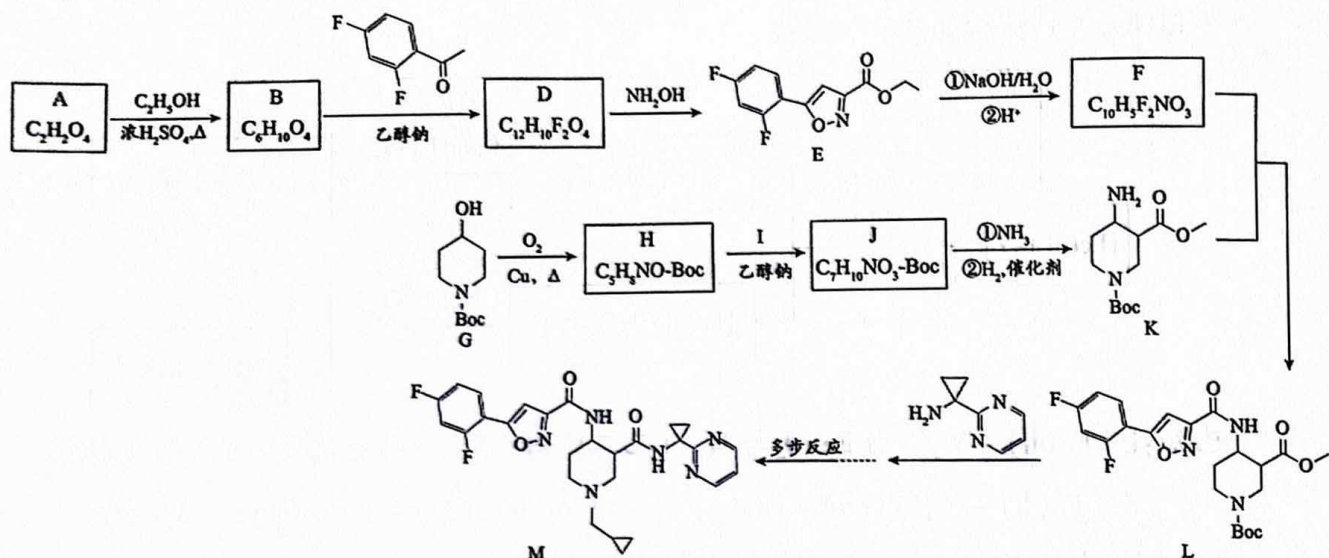
相同的时间内, pH=2 和 pH=10 时 NO 脱除效率均低于 pH=6 时, 解释原因 _____。

(4) 酸性条件下 $[\text{Fe}(\text{II})-\text{Y}]^{2-}$ 再生。

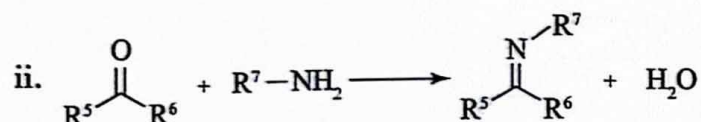
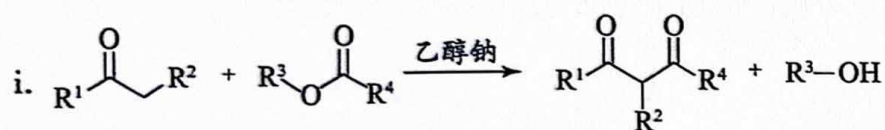


(将离子方程式补充完整)

17. (12 分) 化合物 M 作为抗肿瘤候选药物正处于临床研究阶段,其合成路线如下:



已知:



(1) A 中所含官能团是_____。

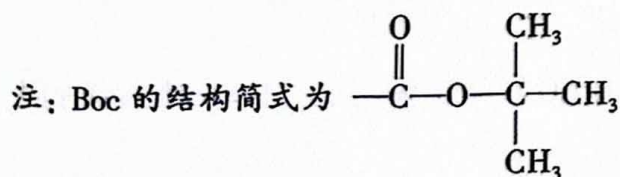
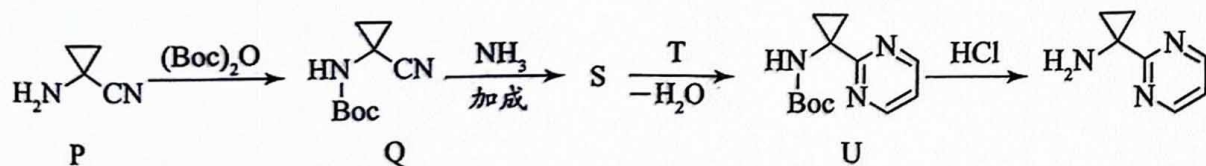
(2) D 的结构简式是_____。

(3) D→E 的转化过程中,还可能生成 E 的同分异构体,其中一种同分异构体的结构简式是_____。

(4) G→H 的化学方程式是_____。

(5) I 的分子式为 $C_3H_6O_3$,核磁共振氢谱中只有一组峰,I 的结构简式是_____。

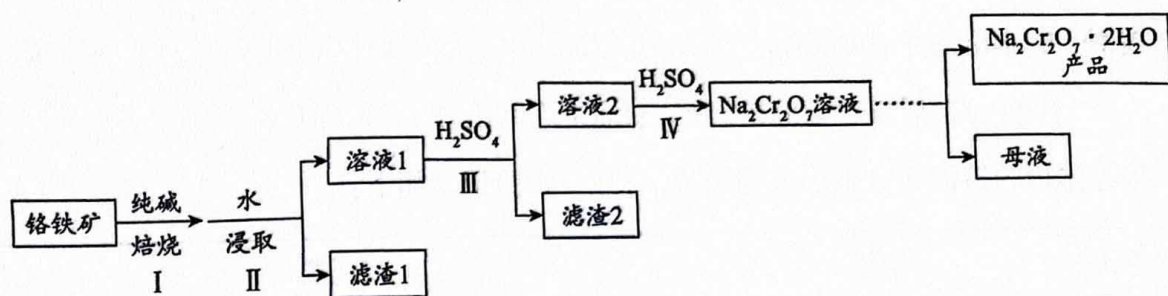
(6) $H_2N-C_2H_4-NH_2$ 的合成步骤如下:



① T 的结构简式是_____。

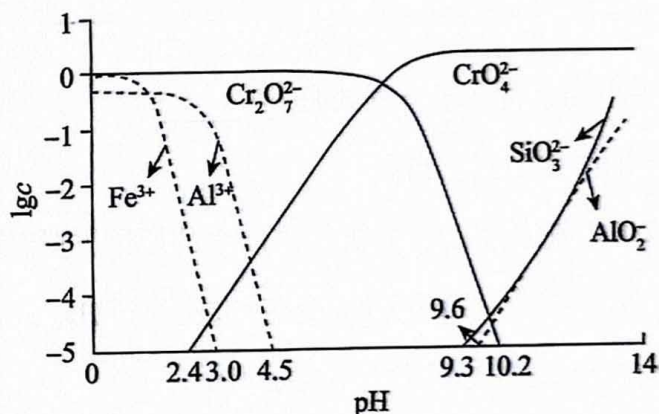
② 上述合成中 P→Q 的目的是_____。

18. (12分) 以铬铁矿(主要成分为 FeCr_2O_4 , 还含有 MgO 、 Al_2O_3 、 SiO_2 等)为原料制备 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的一种工艺流程如图。

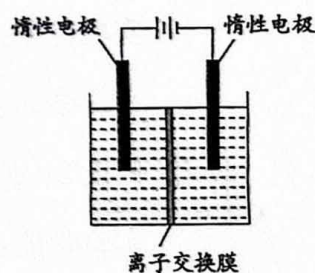


已知: Al_2O_3 与纯碱焙烧转化为 NaAlO_2 , SiO_2 与纯碱焙烧转化为 Na_2SiO_3 。

- (1) 过程 I 中 FeCr_2O_4 转化为 Fe_2O_3 和 Na_2CrO_4 , 反应中 FeCr_2O_4 与 O_2 的化学计量数之比为_____。
- (2) 滤渣 1 主要含有_____。
- (3) 矿物中相关元素可溶性组分的物质的量浓度 c 与 pH 的关系如下图所示。



- ① 过程 III 中使用 H_2SO_4 溶液的目的是_____。
- ② 过程 IV 发生反应 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 计算该反应的 $K \approx$ _____。
- (4) 利用膜电解技术, 以 Na_2CrO_4 溶液为阳极室电解质溶液, NaOH 溶液为阴极室电解质溶液也可以制备 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 装置如图。
 - ① 离子交换膜应该选用_____。
a. 阴离子交换膜 b. 质子交换膜 c. 阳离子交换膜
 - ② 结合方程式解释 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 产生的原理_____。
- (5) 测定产品中 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的质量分数。



称取 a g 产品, 用 500 mL 容量瓶配制为待测液。取 25 mL 待测液于锥形瓶中, 加入蒸馏水和稀硫酸等, 用 $b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 标准溶液滴定至终点, 消耗标准溶液 v mL。产品中 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (摩尔质量为 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) 的质量分数为_____。

已知: 酸性条件下 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 被还原为 Cr^{3+} 。

19. (12 分) 以 CuCl_2 溶液、浓盐酸为腐蚀液, 能将覆铜板上不需要的铜腐蚀。某小组对此反应过程进行探究。

资料: i. 水溶液中: $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ 呈无色; $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 呈黄色; $[\text{Cu}_2\text{Cl}_4(\text{H}_2\text{O})]^-$ 呈棕色。

ii. $[\text{CuCl}_3]^{2-} \rightleftharpoons \text{CuCl} + 2\text{Cl}^-$; CuCl 为白色固体, 难溶于水。

将等体积的溶液 a 分别加入到等量铜粉中, 实验记录如下:

实验	溶液 a	现象
I	CuCl_2 溶液 ($1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	产生白色沉淀, 溶液蓝色变浅, 5h 时铜粉剩余
II	浓盐酸 ($10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	产生无色气泡, 溶液无色; 继而溶液变为黄色; 较长时间后溶液变为棕色, 5h 时铜粉剩余
III	CuCl_2 溶液 ($1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 和浓盐酸 ($10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	溶液由黄绿色变为棕色, 无气泡; 随着反应进行, 溶液颜色变浅, 后接近于无色, 5h 时铜粉几乎无剩余

(1) I 中产生白色沉淀的离子方程式是_____。

(2) 对于实验 II 的现象进行分析。

① 经检验 II 中气体为 H_2 。分析气体产生的原因, 进行实验: 将 $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液加入到铜粉中, 溶液慢慢变蓝, 未检测到 H_2 。

依据电极反应式, 分析产生 H_2 的原因_____。

② II 中溶液变为黄色, 用离子方程式解释可能原因_____。

(3) 对比实验 I、III, 分析实验 III 中将溶液 a 加入到铜粉中未产生白色沉淀的原因。

① 假设 1: $c(\text{Cl}^-)$ 增大, 白色沉淀不能稳定存在。

实验验证: 取 I 中洗涤后的沉淀, 加入饱和 NaCl 溶液, 白色沉淀溶解。结合平衡移动原理解释沉淀溶解的原因_____。

② 假设 2: $c(\text{H}^+)$ 增大, 白色沉淀不能稳定存在。

实验验证: _____ (填操作和现象), 证实假设 2 不合理。

(4) 实验 II、III 对比, 实验 II 中产生气泡, 实验 III 中无气泡。分析可能原因_____。

(5) 结合现象和化学反应原理解释选择 CuCl_2 与浓盐酸的混合液而不单独选择 CuCl_2 溶液或浓盐酸做腐蚀液的原因_____。