

高三化学

2024.03

本试卷共 10 页, 100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上, 在试卷上作答无效。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 O 16 Cu 64 Se 79

第一部分

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. 我国科学家通过机械化学方法, 在氢化镧($\text{LaH}_{1.95-3}$) 晶格中制造大量的缺陷和纳米微晶,

研发出首个室温环境下超快氢负离子(H^-) 导体。下列说法不正确的是

A. 电负性: $\text{La} > \text{H}$

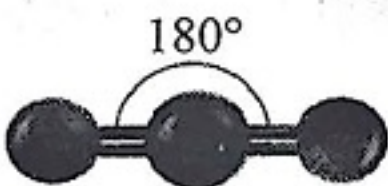
B. 氢属于 s 区元素

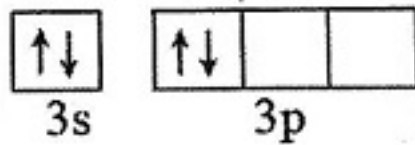
C. H^- 具有还原性

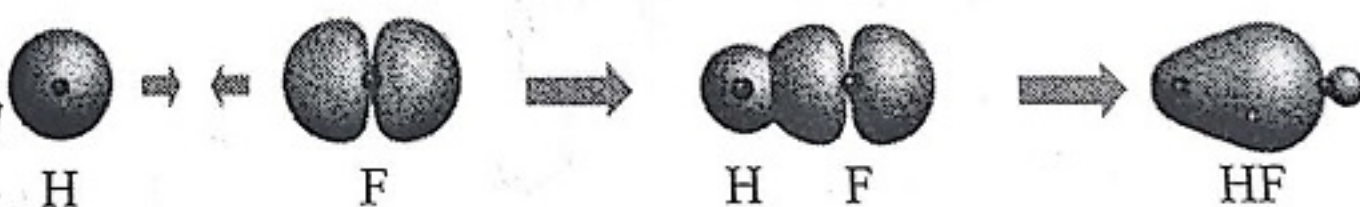
D. 超快氢负离子导体有望用于新型电池研发

2. 下列化学用语或图示表达正确的是

A. 丙烯的结构简式为 C_3H_6

B. SO_2 的空间结构示意图为 

C. 基态 Si 原子的价层电子的轨道表示式为 

D. HF 分子中 σ 键的形成示意图为 

3. 我国研究人员开发出的铝/镁/铝层压板, 质量轻、耐腐蚀。下列说法不正确的是

A. 原子半径: $\text{Mg} > \text{Al}$

B. 第一电离能: $\text{Mg} < \text{Al}$

C. 碱性: $\text{Mg}(\text{OH})_2 > \text{Al}(\text{OH})_3$

D. 氧化性: $\text{Mg}^{2+} < \text{Al}^{3+}$

4. 下列事实能用平衡移动原理解释的是

A. 用热的纯碱溶液更易去除油脂

B. 保存 FeSO_4 溶液时, 加入适量铁粉

C. 船底镶嵌锌块, 以防船体被腐蚀

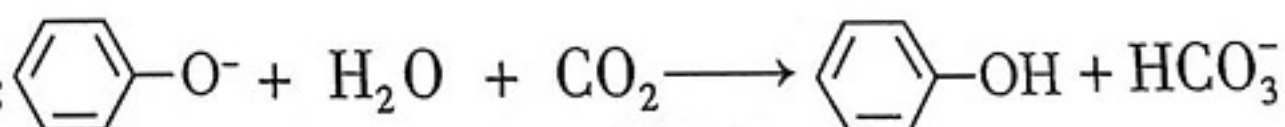
D. 工业合成氨(放热反应), 选择高温

5. 下列方程式与所给事实不相符的是

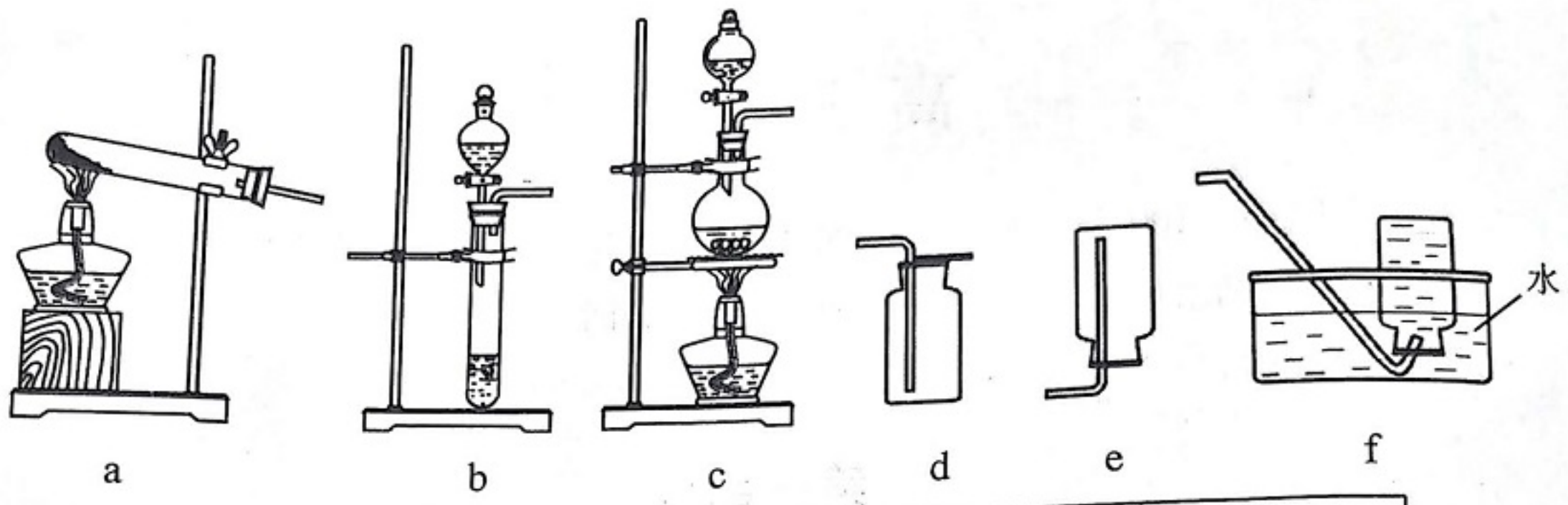
A. 切开金属钠, 切面迅速变暗: $4\text{Na} + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O}$

B. 用饱和碳酸钠溶液将水垢中的 CaSO_4 转化为 CaCO_3 : $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$

C. Cl_2 制备 84 消毒液(主要成分是 NaClO): $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

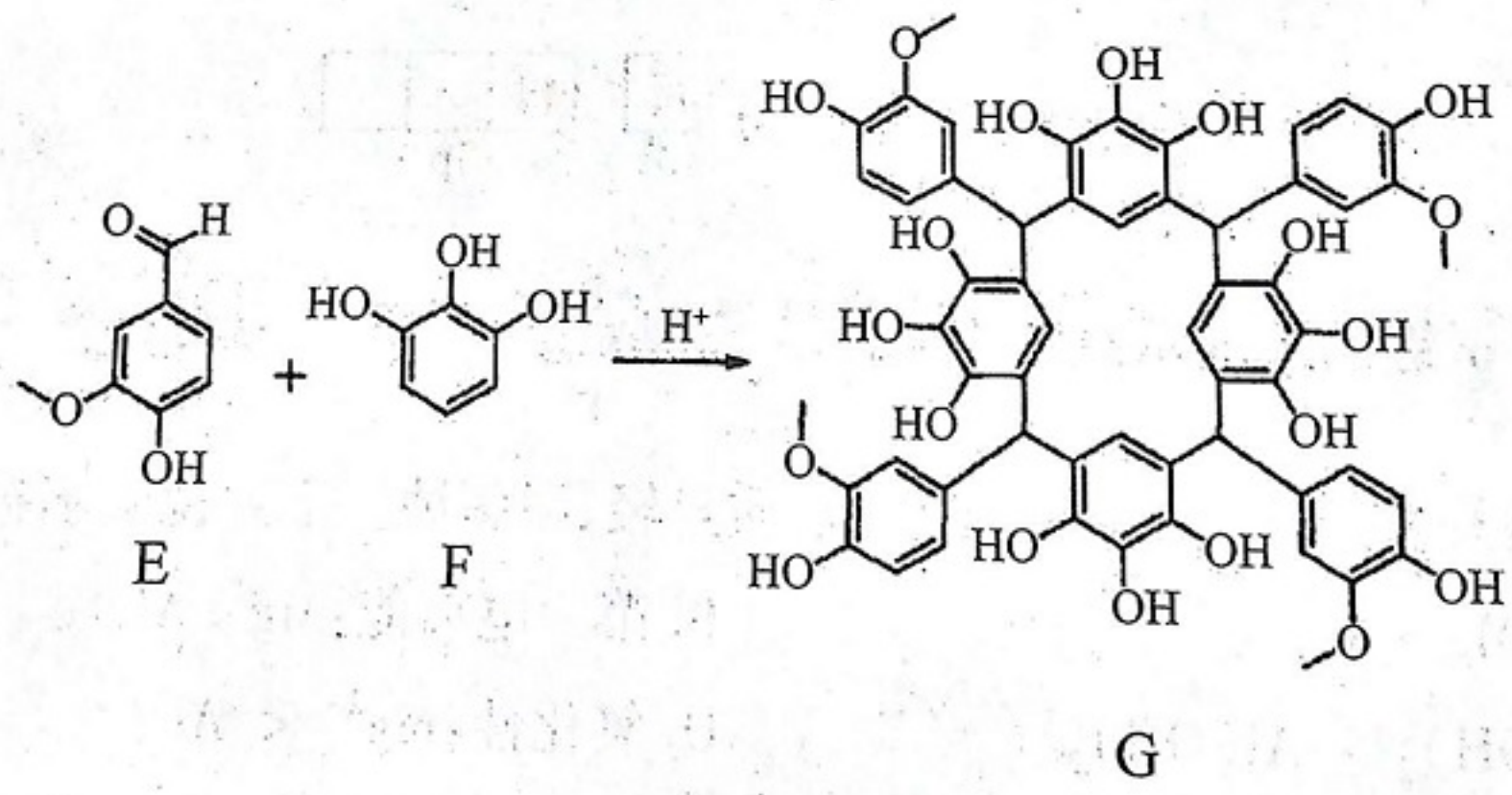
D. 向苯酚钠溶液中通少量 CO_2 , 溶液变浑浊: 

6. 实验室制备下列气体所选试剂、制备装置及收集方法均正确的是



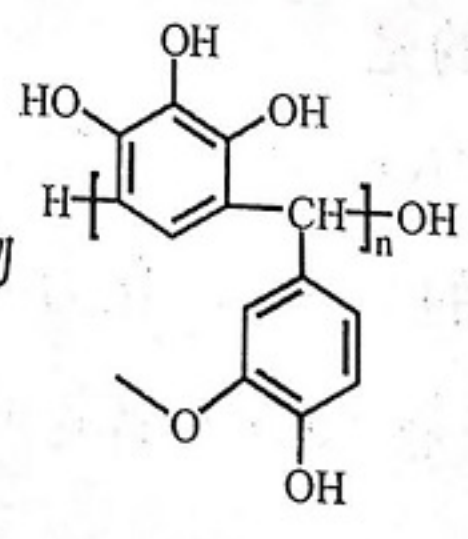
	气体	试剂	制备装置	收集方法
A	NH ₃	NH ₄ Cl	a	e
B	Cl ₂	MnO ₂ + 浓盐酸	c	d
C	SO ₂	Cu + 浓硫酸	b	d
D	NO ₂	Cu + 浓硝酸	b	f

7. 利用香草醛(E)和邻苯三酚(F)制备的香草醛基杯芳烃(G),可作为生物基体复合材料的固化剂。下列说法不正确的是

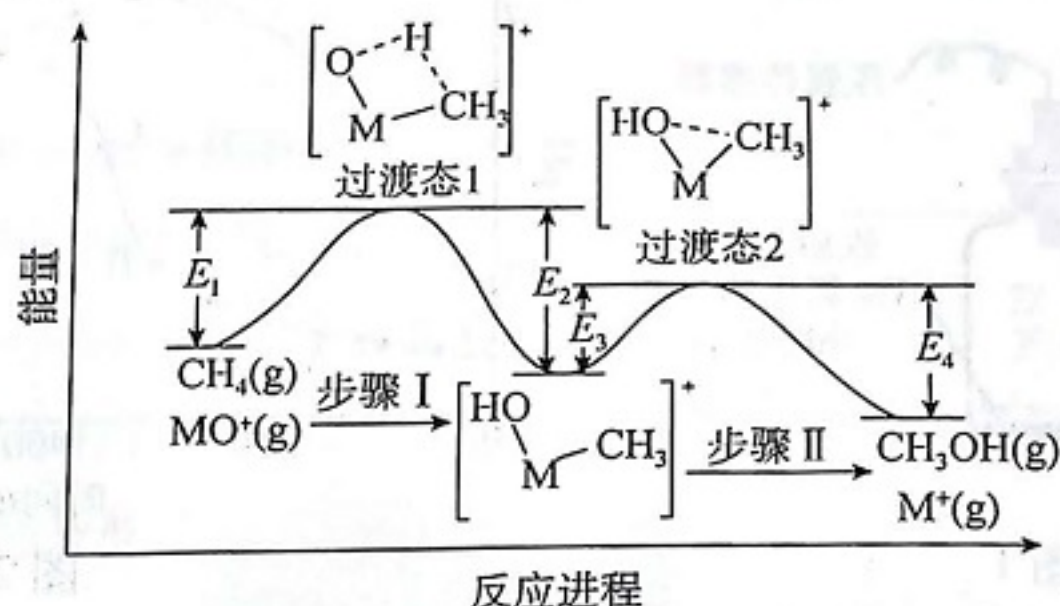


- A. 1 mol E 最多可与 4 mol H₂ 反应
- B. F 中 C—H 易断裂是因为苯环受羟基的影响而被活化
- C. 生成 1 mol G 的同时产生 8 mol H₂O

D. E 和 F 反应还可能产生高分子化合物



8. 过渡金属氧化物离子(以 MO^+ 表示)在烃类的选择性氧化等方面应用广泛。 MO^+ 与 CH_4 反应的过程如下图所示。



下列说法不正确的是

A. 反应速率: 步骤 I < 步骤 II

B. CH_3OH 分子中, 键角: $\text{H}-\text{C}-\text{H} > \text{H}-\text{O}-\text{C}$

C. 若 MO^+ 与 CH_3D 反应, 生成的氘代甲醇有 2 种

D. $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{MO}^+(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{M}^+(\text{g}) \quad \Delta H = E_2 + E_4 - E_1 - E_3$

9. 用电解法从含 MnSO_4 废水中提取 Mn 和 H_2SO_4 的原理如下图所示, 阴极室中会加入适量 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。

已知: i. 电解时, 适当减慢反应速率, 有利于得到致密的金属锰。

ii. 电解效率 $\eta(\text{B}) = \frac{n(\text{生成 B 所用的电子})}{n(\text{通过电极的电子})} \times 100\%$

下列说法不正确的是

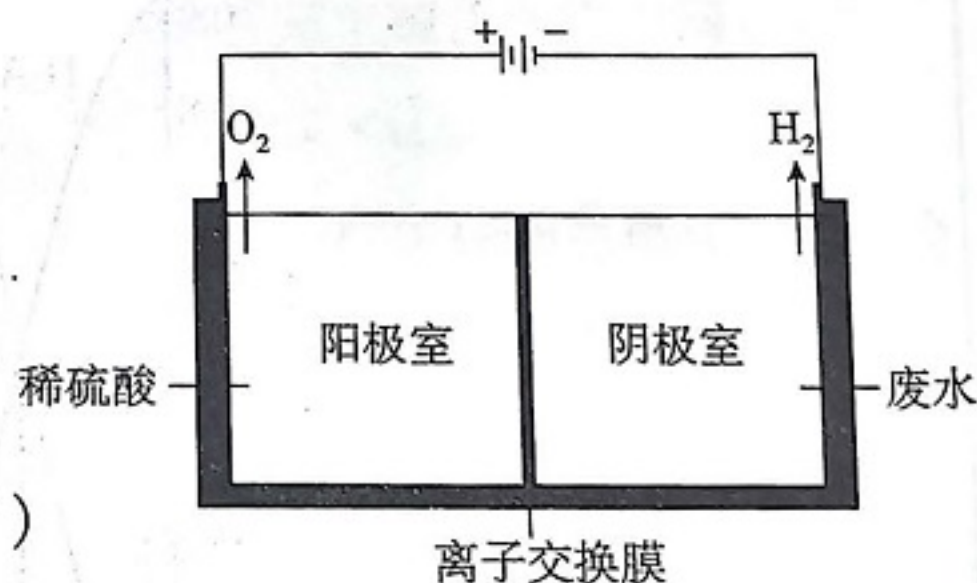
A. 阳极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$

B. 离子交换膜为阴离子交换膜

C. 阴极室产生的 NH_3 可与 Mn^{2+} 形成配合物, $c(\text{Mn}^{2+})$

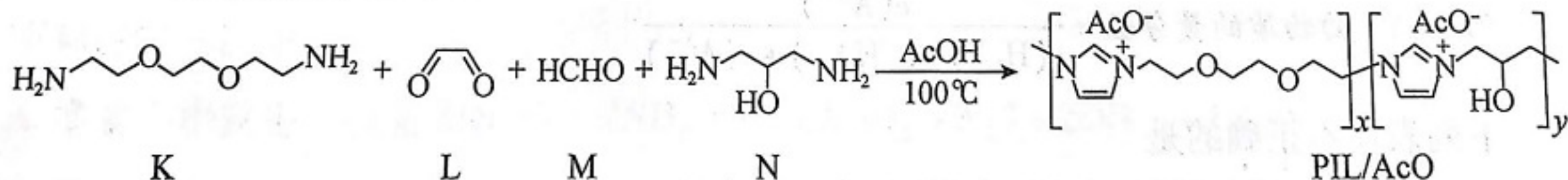
降低, 利于形成致密的金属锰

D. 若 $\eta(\text{Mn}) = 80\%$, 当析出 1 mol Mn 时, 产生 O_2 的体积为 8.96 L (标准状况)



10. 我国科学家合成了一种咪唑基聚离子液体(PIL/AcO), 该离子液体可用于制备离子导体。

PIL/AcO 的合成方法如下:



已知: 高分子链之间形成氢键可显著提高材料的力学性能。

下列说法不正确的是

A. L 和 M 不是同系物

B. 生成 PIL/AcO 时, 参加反应的 K 和 N 的物质的量之比为 $x:y$

C. 该反应的副产物不可能是网状结构的高分子

D. x 与 y 的和一定时, 改变 x 与 y 的比值可调控离子导体的力学性能

11. 恒温条件下,用图 1 所示装置研究铁的电化学腐蚀,测定结果如图 2。



图 1

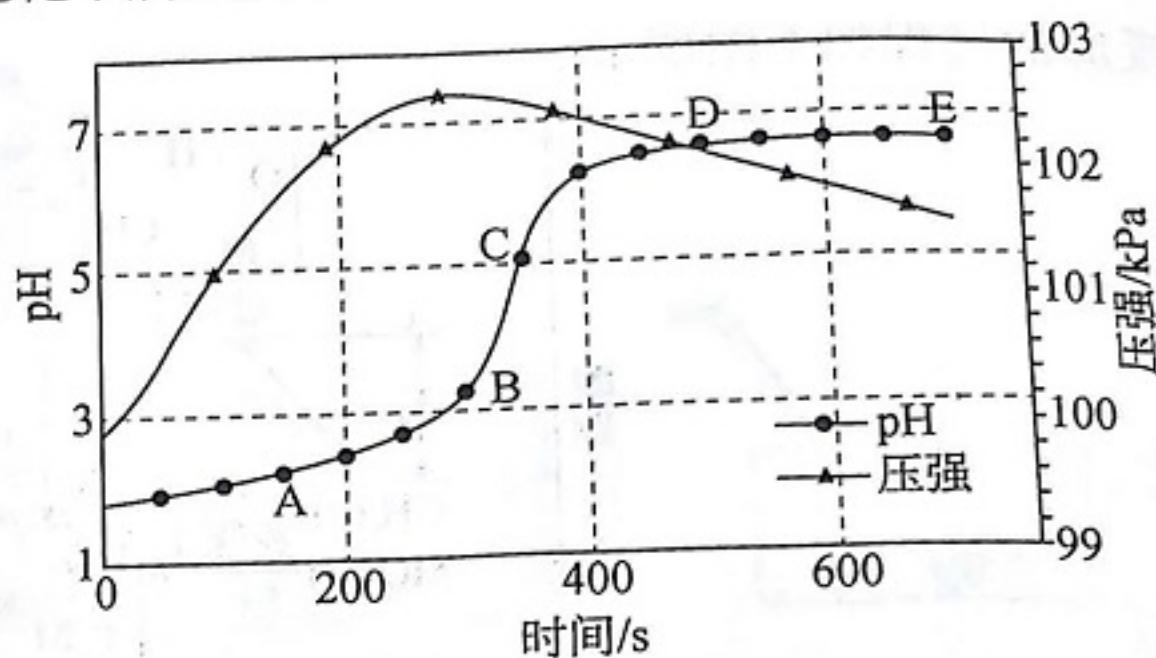


图 2

下列说法不正确的是

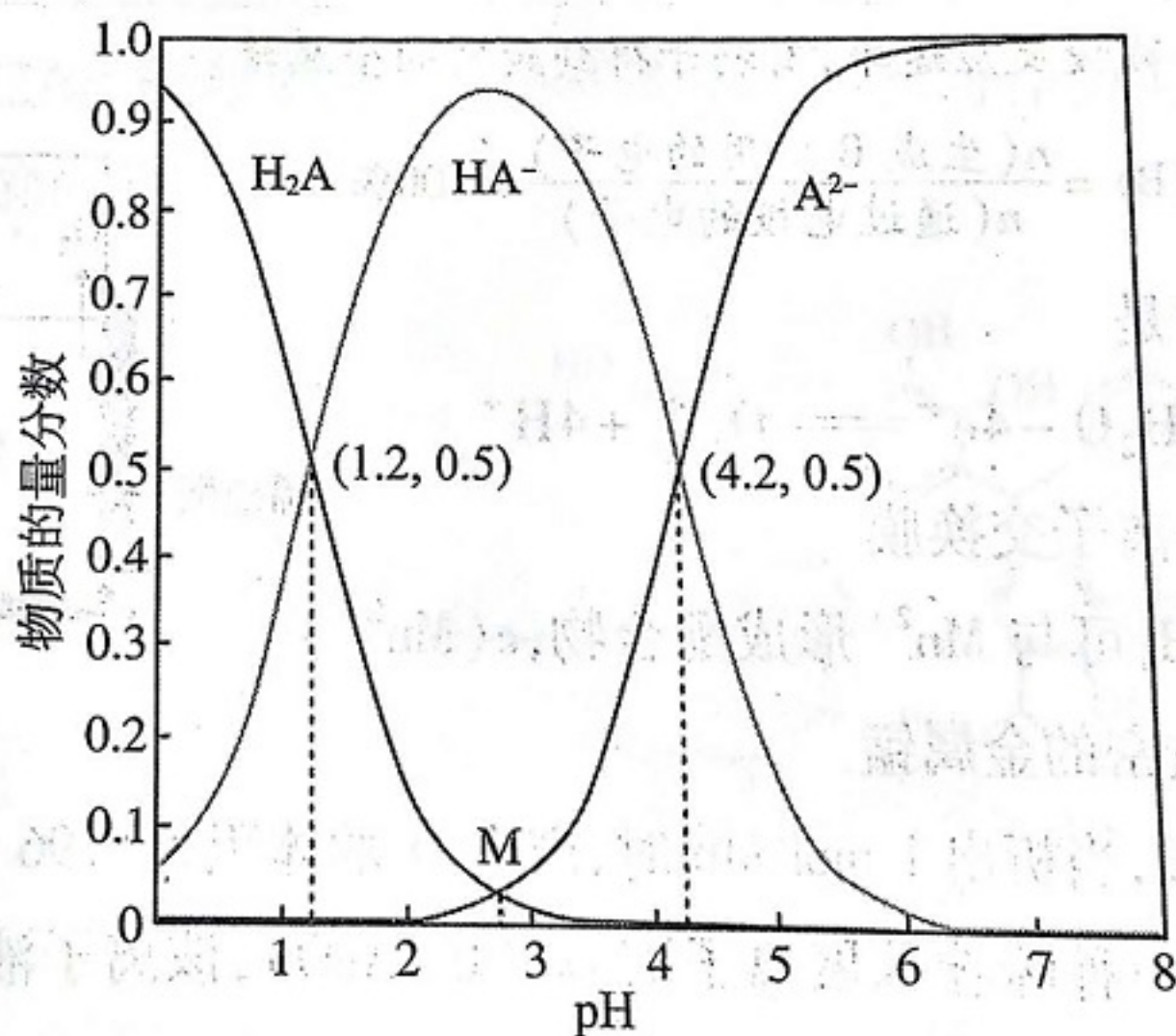
A. AB 段主要发生析氢腐蚀

B. AD 段负极反应式为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$

C. BC 段正极反应式主要为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$

D. DE 段溶液 pH 基本不变,可能的原因:相同时间内, $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 消耗 H^+ 的量与 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 10\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 8\text{H}^+$ 产生 H^+ 的量基本相同

12. 常温下, Na_2A 溶液中 H_2A 、 HA^- 、 A^{2-} 的物质的量分数与 pH 的关系如下图。



已知: A^{2-} 的物质的量分数 = $\frac{c(\text{A}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{A}^{2-})}$

下列表述不正确的是

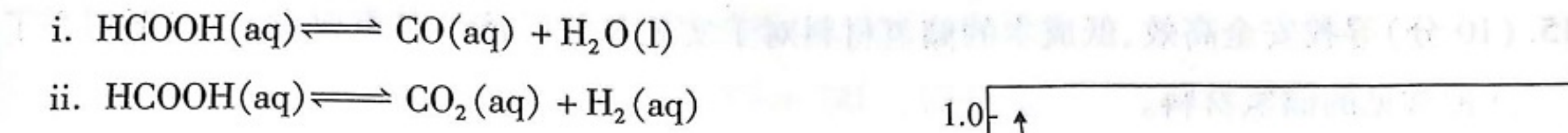
A. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2A 溶液中, $c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{A}^{2-}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B. 在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaHA 溶液中, $c(\text{HA}^-) > c(\text{A}^{2-}) > c(\text{H}_2\text{A})$

C. 将等物质的量的 NaHA 、 Na_2A 溶于水中,所得溶液的 pH 为 4.2

D. M 点对应的 pH 为 2.7

13. 水气变换反应($\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{CO}_2$)是工业上大规模制氢的重要方法, HCOOH 是中间产物。在密封石英管内完全充满 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCOOH 水溶液, 某温度下 HCOOH 分解, 反应如下。

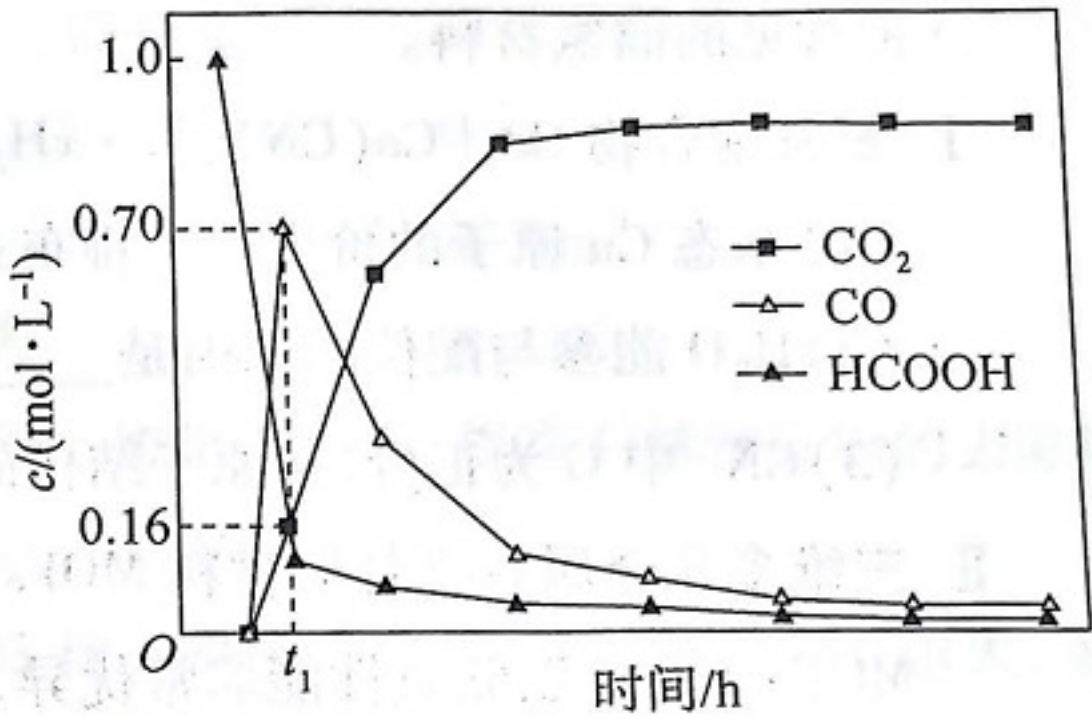


含碳粒子浓度与反应时间的变化关系如右图所示(忽略碳元素的其他存在形式)。

已知: 盐酸对反应 i 有催化作用。

下列说法不正确的是

- A. 反应开始至 t_1 , 反应速率: i > ii
- B. t_1 时, HCOOH 的分解率为 86%
- C. 相同条件下, 若起始时溶液中同时还含有 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸, $c(\text{CO})$ 的最大值将变大
- D. 相同条件下, 若起始时溶液中同时还含有 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸, $c(\text{CO}_2)$ 的最大值将变小



14. 某兴趣小组探究高锰酸钾和氨水的反应, 实验如下:

序号	试剂	实验现象
①	2 mL KMnO_4 溶液 + 1 mL $10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水 + 0.5 mL 蒸馏水	溶液完全褪色所需时间: ③ < ② < ①。 实验均产生棕褐色固体(经检验为 MnO_2), 都伴有少量气泡产生(经检验为 N_2)。
②	2 mL KMnO_4 溶液 + 1 mL $10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水 + 0.5 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀硫酸	
③	2 mL KMnO_4 溶液 + 1 mL $10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水 + 0.5 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Na_2SO_4 溶液	
④	2 mL KMnO_4 溶液 + 1 mL $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液 + 0.5 mL 蒸馏水	无明显变化

注: 实验中 $c(\text{KMnO}_4) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

下列说法不正确的是

- A. 实验①中发生了反应 $2\text{MnO}_4^- + 2\text{NH}_3 \longrightarrow 2\text{MnO}_2 + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. 溶液完全褪色所需时间② < ①的主要原因: $c(\text{H}^+)$ 增大, MnO_4^- 的氧化性增强
- C. 对比实验③④可得出, 还原性: $\text{NH}_3 > \text{NH}_4^+$
- D. 在实验④的试剂中, 逐滴加入浓 NaOH 溶液, 可观察到溶液褪色

第二部分

本部分共 5 题,共 58 分。

15. (10 分) 寻找安全高效、低成本的储氢材料对于实现氢能经济具有重要意义,以下列举了三种常见的储氢材料。

I. 氰基配合物 $\text{Cu}_3[\text{Co}(\text{CN})_6]_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

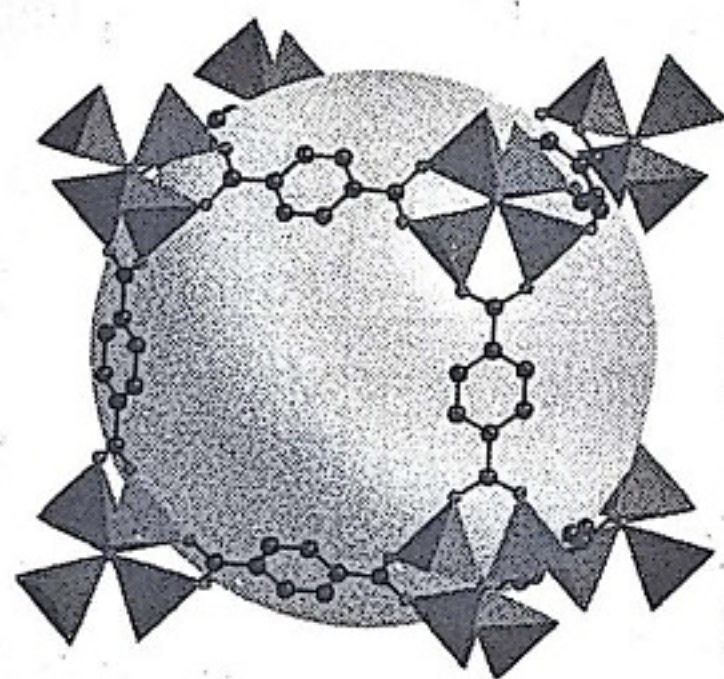
(1) 基态 Cu 原子的价层电子排布式为_____。

(2) H_2O 能参与配位的原因是_____。

(3) CN^- 中 C 为正价,从原子结构的角度说明理由:_____。

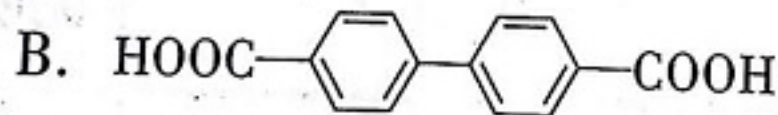
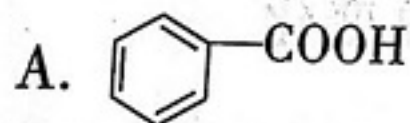
II. 三维多孔金属有机骨架材料 MOFs

MOF-5 的低温储氢性能非常优异,其晶体结构如下图所示。对苯二甲酸(BDC)作为有机配体,与无机基团 $[\text{Zn}_4\text{O}]^{6+}$ 连接,化学式为 $\text{Zn}_4\text{O}(\text{BDC})_3$ 。

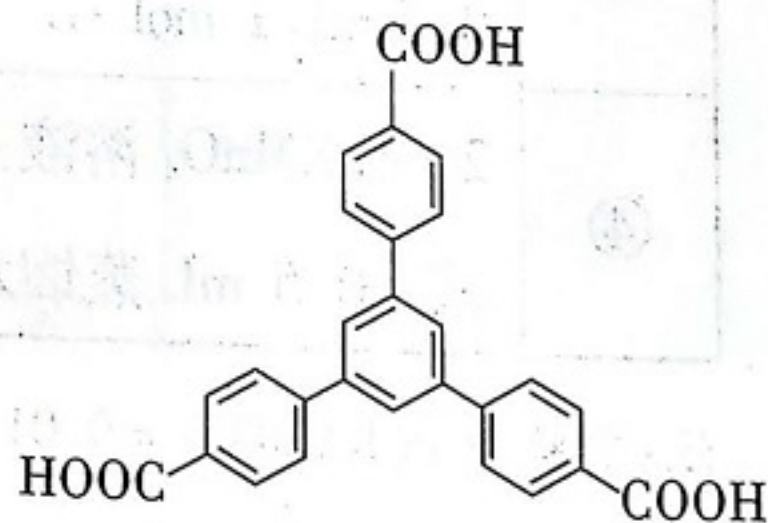


(4) $[\text{Zn}_4\text{O}]^{6+}$ 中 O 原子的杂化轨道类型为_____。

(5) 下列也可以作为有机配体与 $[\text{Zn}_4\text{O}]^{6+}$ 连接形成三维多孔骨架的是_____。



C.



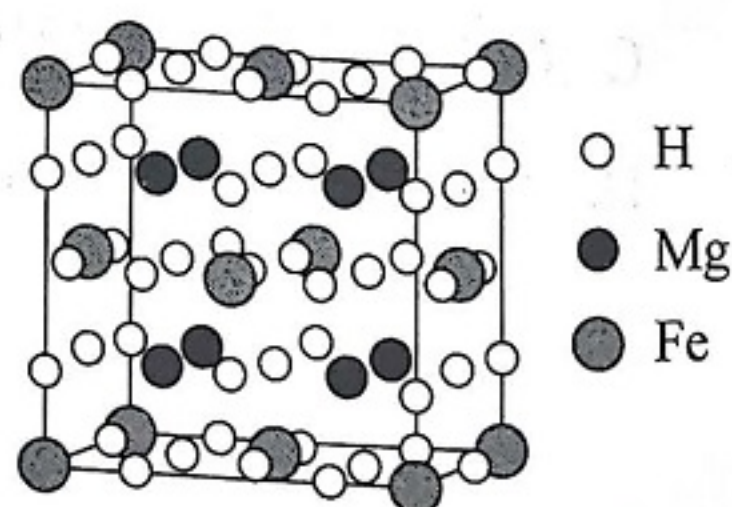
III. 金属氢化物

Mg_2FeH_6 是非常有潜力的储氢材料。其晶胞形状为立方体,边长为 a nm,如下图所示。

(6) Mg_2FeH_6 晶胞中 H 原子个数为_____。

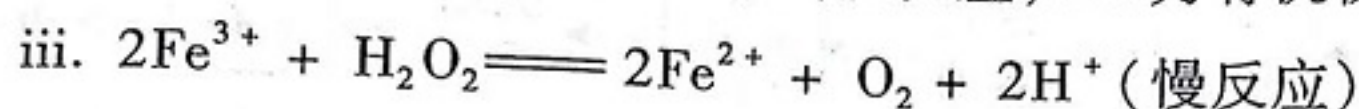
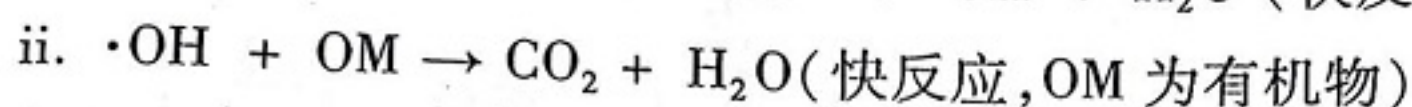
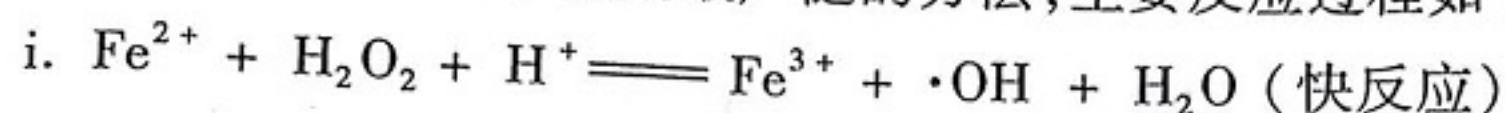
(7) 已知 Mg_2FeH_6 的摩尔质量是 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,阿伏加德罗常数为 N_A ,该晶体的密度为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

(1 nm = 10^{-7} cm)



16. (11 分) AOPs(高级氧化技术)通过产生 $\cdot\text{OH}$ (羟基自由基)能有效去除废水中有机污染物。

I. 芬顿反应是 AOPs 中使用最广泛的方法,主要反应过程如下:



反应过程中存在副反应: $\cdot\text{OH} + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$

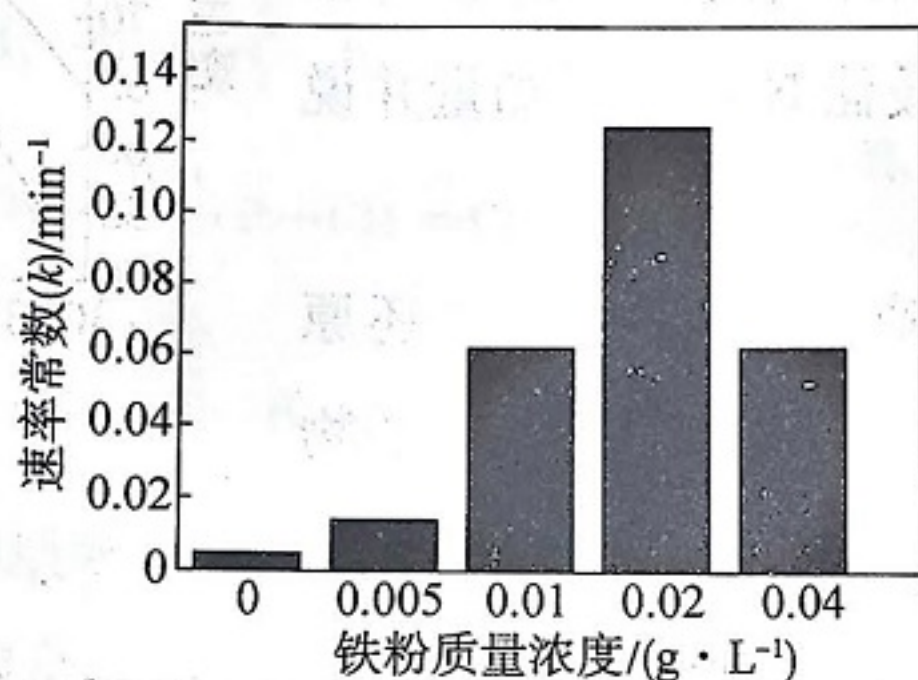
(1) 决定芬顿反应速率的是过程_____ (填“i”“ii”或“iii”)。

(2) $\cdot\text{OH}$ 氧化废水中苯酚的化学方程式为_____。

II. 用铁粉代替 Fe^{2+} , 并加入硼(B), 可加快 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} , 提高有机污染物的去除率。

(3) ① B 与 Fe^{3+} 反应生成硼酸(H_3BO_3)的离子方程式为_____。

② 相同时间内, 铁粉投加量与有机污染物去除率的关系如下图所示(k 越大, 去除率越高)。铁粉质量浓度大于 $0.02 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 有机污染物去除率下降的原因可能是_____。



III. 相比于传统的芬顿反应, 电芬顿反应具有无需投加 H_2O_2 等优点。该方法是利用 O_2 在电极放电生成 H_2O_2 , 与加入的 Fe^{2+} 构成芬顿体系, 如图 1 所示。

(4) 石墨做_____极。

(5) 溶液 pH 对 H_2O_2 生成量的影响如图 2 所示。

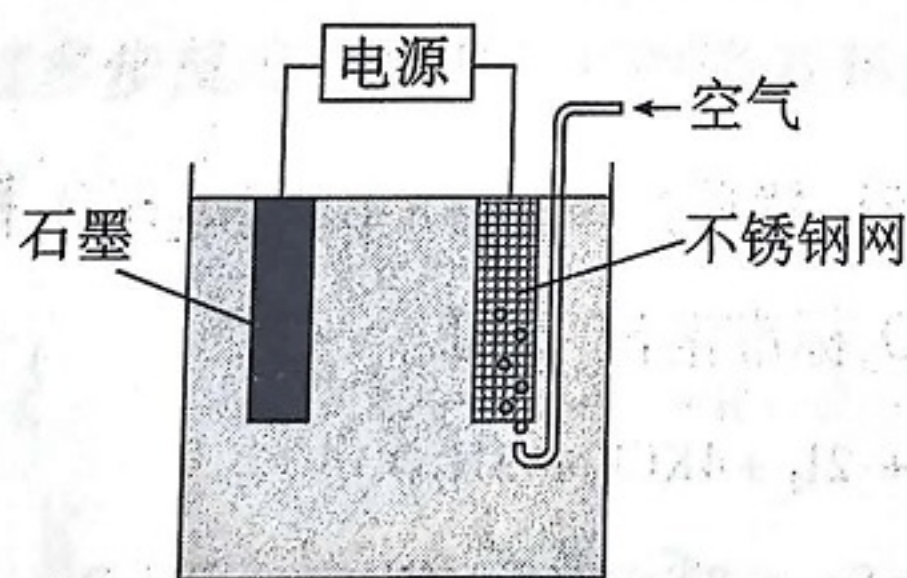


图 1

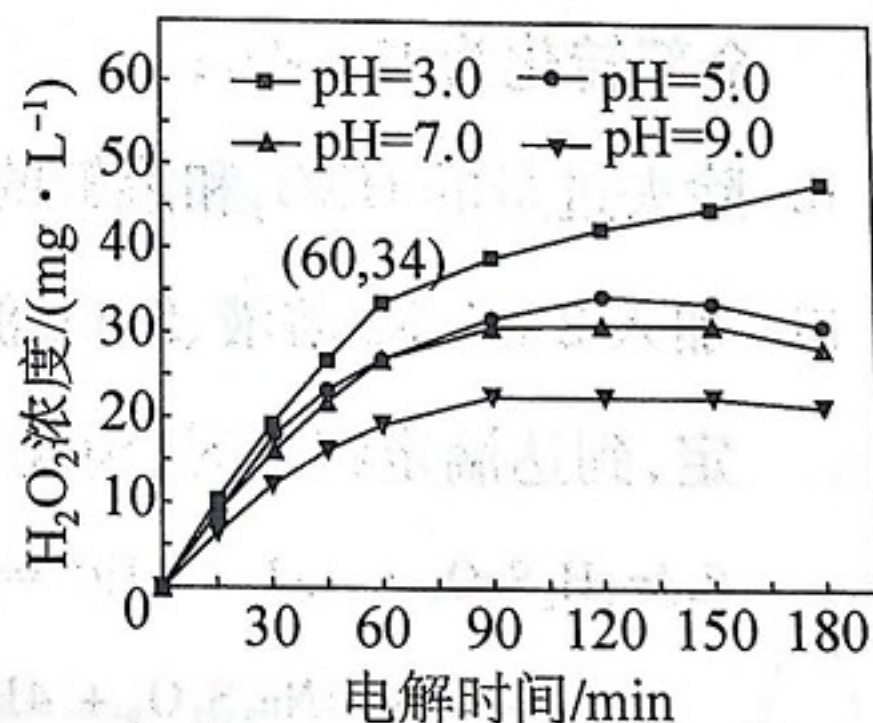
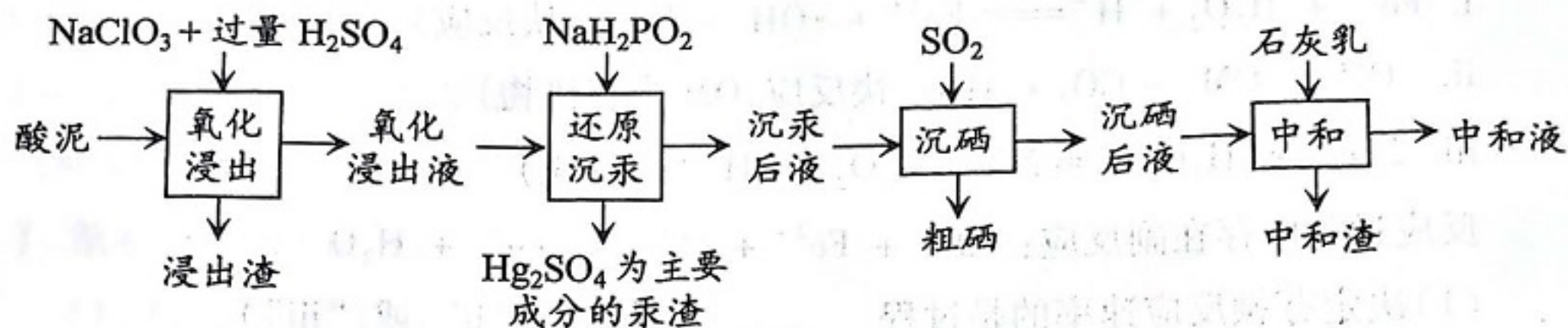


图 2

① pH = 3, 电解时间在 0 ~ 60 min 内, $v(\text{H}_2\text{O}_2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

② 电解相同时间, 随着溶液 pH 升高, 生成的 H_2O_2 浓度逐渐减小, 结合电极反应式分析原因_____。

17. (11 分) 冶炼金属产生的酸泥属于有价值危险物。从某酸泥(含 Se 单质, HgSe 及锌、铜的化合物等)中回收汞和硒的一种工艺如下:

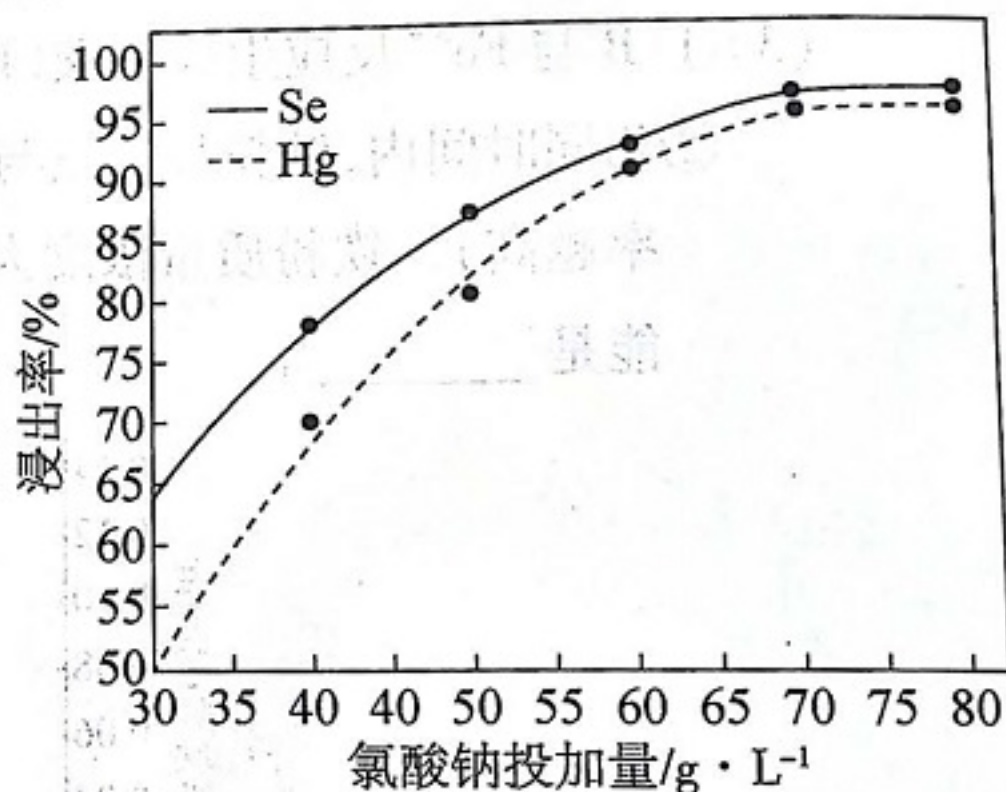


(1) “氧化浸出”时, 酸泥中硒、汞、锌、铜分别以 H_2SeO_3 、 Hg^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cu^{2+} 形式进入溶液。

①分离氧化浸出液和浸出渣的操作是_____。

②不溶于水的 HgSe 被氧化的离子方程式为_____。

③浸出时间等其他条件相同时, 不同的 NaClO_3 投加量对汞、硒浸出率的影响如右图所示。选择最佳 NaClO_3 投加量并说明理由_____。

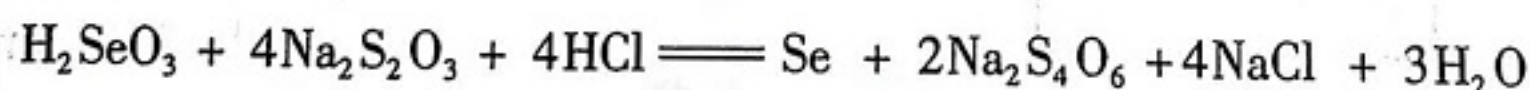
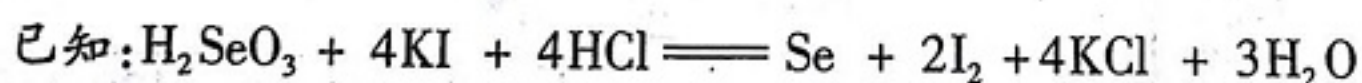


(2) 沉汞后液中磷以最高价形式存在。“还原沉汞”的主要反应中, 氧化剂和还原剂的物质的量之比为_____。

(3) 已知 $\text{Se}(\text{s}) + \text{Na}_2\text{SO}_3(\text{aq}) \xrightarrow[\text{冷却}]{\text{加热}} \text{Na}_2\text{SeSO}_3(\text{aq})$, 粗硒中的杂质不溶于 Na_2SO_3 溶液。利用该原理对粗硒进行提纯, 实验操作是_____。

(4) 粗硒中硒的纯度测定

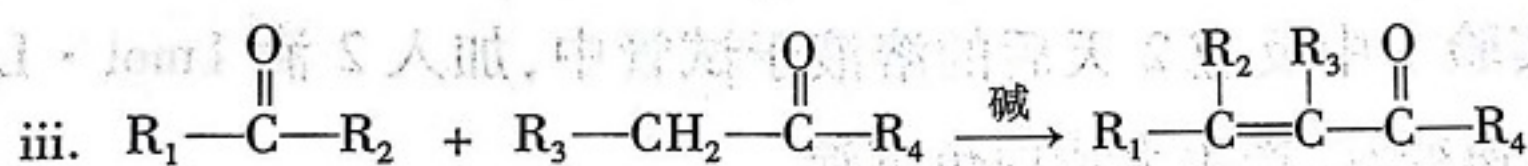
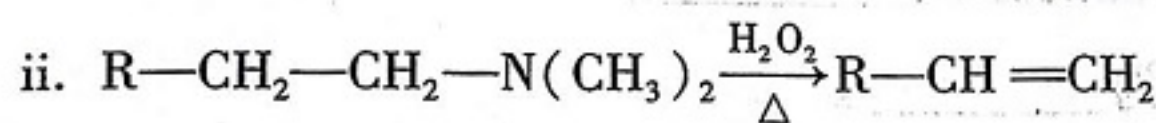
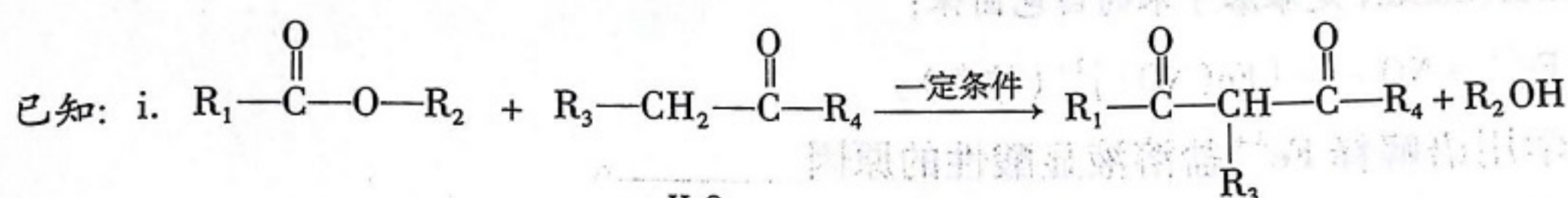
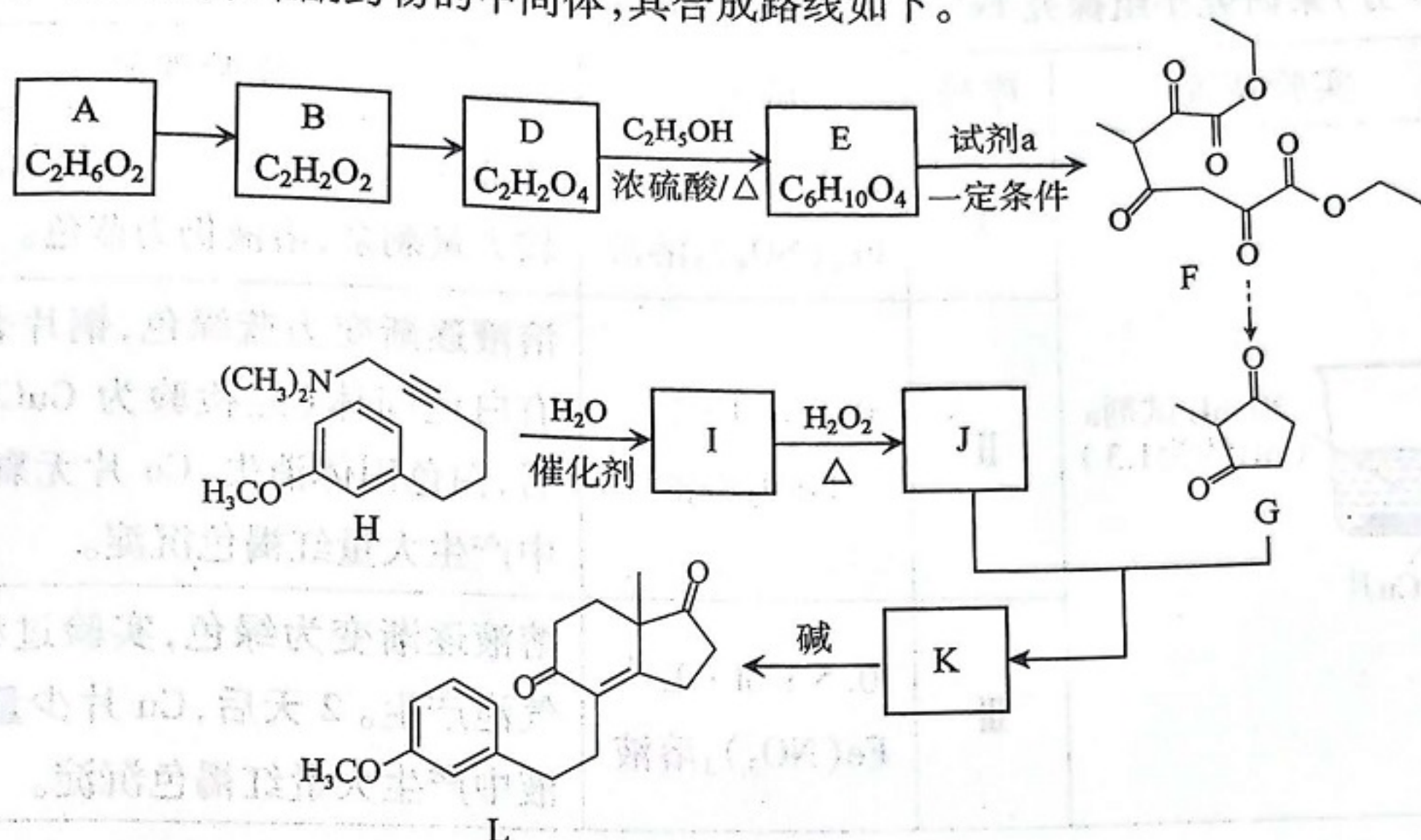
- 取 0.1 g 粗硒于锥形瓶中, 加入 15 mL 浓盐酸和 1 mL 浓硝酸, 沸水浴加热, 使 Se 全部转化为 H_2SeO_3 ;
- 除去过量的 HNO_3 和溶解的 NO_2 ;
- 加入 2 mL KI 溶液、5 mL 淀粉溶液, 然后用 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液进行滴定, 到达滴定终点时, 消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液 $V \text{ mL}$ 。



①到达滴定终点时的现象为_____。

②依据现有数据能否计算出粗硒中硒的纯度? 若能, 请写出计算式; 若不能, 请写出还需要的数据。_____

18. (13 分) L 是合成某雌酮药物的中间体, 其合成路线如下。



(1) A 的核磁共振氢谱有两组峰。A 的结构简式是_____。

(2) 检验 B 中官能团的试剂是_____。

(3) D→E 的化学方程式是_____。

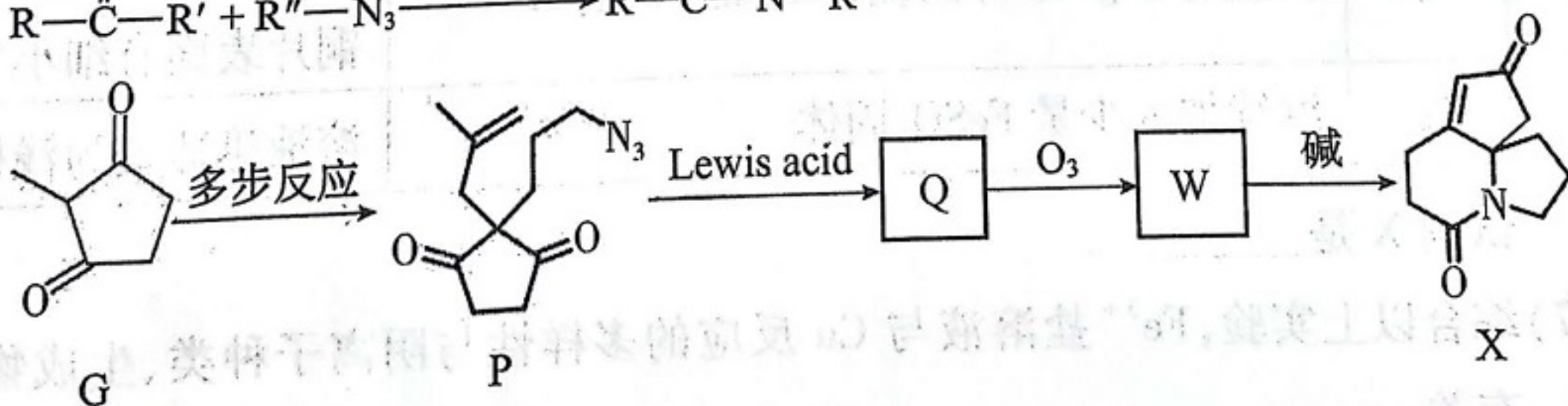
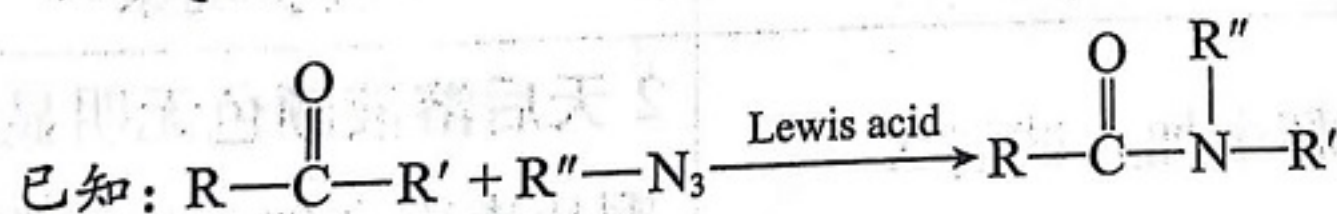
(4) $2E + a \xrightarrow{\text{一定条件}} F + 2C_2H_5OH$, 试剂 a 的结构简式是_____。

(5) 已知: $R_1-\overset{\overset{OH}{|}}{C}=\underset{\underset{R_2}{|}}{CH}-R_2 \rightleftharpoons R_1-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-CH_2-R_2$, I 的结构简式是_____。

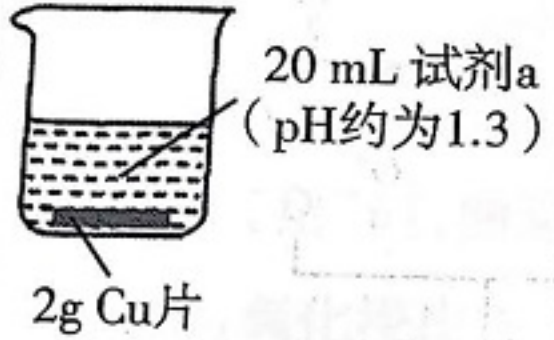
(6) $G + J \rightarrow K$ 的反应类型是_____。

(7) 由 G 经过多步反应合成 P 后可制备双环内酰胺的衍生物 X。

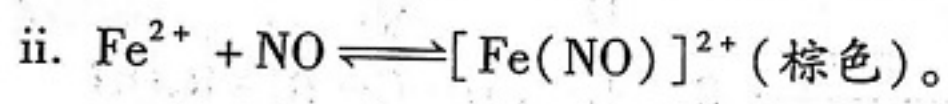
写出 Q、W 的结构简式_____、_____。



19. (13 分) 某研究小组探究 Fe^{3+} 盐溶液与 Cu 的反应, 进行了如下实验。

实验装置	序号	试剂 a	实验现象
	I	$0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液	溶液逐渐变为蓝色。2 天后, Cu 片有较大量剩余, 溶液仍为蓝色。
	II	$0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeCl}_3$ 溶液	溶液逐渐变为蓝绿色, 铜片表面覆盖有白色固体(经检验为 CuCl)。2 天后, 白色固体消失, Cu 片无剩余, 溶液中产生大量红褐色沉淀。
	III	$0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液	溶液逐渐变为绿色, 实验过程中未见气泡产生。2 天后, Cu 片少量剩余, 溶液中产生大量红褐色沉淀。

资料: i. CuCl 、 CuSCN 是难溶于水的白色固体;



- (1) 用化学用语解释 Fe^{3+} 盐溶液显酸性的原因_____。
- (2) 实验 I 中发生反应的离子方程式为_____。
- (3) 小组同学取 2 mL 实验 I 中反应 2 天后的溶液于试管中, 加入 2 滴 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KSCN}$ 溶液, 观察到溶液迅速变红, 产生大量白色沉淀。
- 甲同学猜想 Fe^{2+} 可能在该条件下被 Cu^{2+} 氧化了。
- ① 用离子方程式表示甲同学的猜想_____。
- ② 甲同学通过实验证实了其猜想, 实验方案是_____。
- (4) 对比实验 I 和实验 II, 小组同学推测 Cl^- 可以催化 Fe^{3+} 与 Cu 反应。其理由是_____。
- (5) 实验 II 中产生大量红褐色沉淀的原因是_____。
- (6) 实验 III 所得溶液的颜色不是蓝色, 小组同学猜测反应中生成了 $[\text{Fe}(\text{NO})]^{2+}$, 设计并实施了以下实验, 验证了其猜想。

步骤	实验操作	实验现象
①	向盛有 2 g Cu 片的烧杯中加入试剂 X	2 天后溶液颜色无明显变化, 铜片表面有细小气泡附着
②	继续加入少量 FeSO_4 固体	溶液迅速变为浅棕色

试剂 X 是_____。

- (7) 综合以上实验, Fe^{3+} 盐溶液与 Cu 反应的多样性与阴离子种类、生成物存在形式等有关。