

2019 北京市海淀区高三期末化学考试逐题解析

2019.1




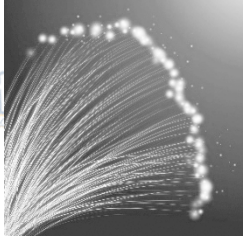
本试卷分为第 I 卷（选择题）和第 II 卷（非选择题）两部分，共 8 页。满分 100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案写在答题纸上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题纸一并交回。

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 P 31 Cu 64

第 I 卷（选择题，共 42 分）

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

1. 材料在人类文明史上起着划时代的意义，下列物品所用的主要材料与类型的对应关系不正确的是

A	B	C	D
			
人面鱼纹陶盆	“马踏飞燕”铜奔马	宇航员的航天服	光纤
无机非金属材料	金属材料	有机高分子材料	复合材料

【答案】D

【解析】

A. 人面鱼纹陶盆的主要成分为硅酸盐，属于无机非金属材料，故正确；

B. “马踏飞燕”铜奔马的主要成分为青铜，青铜为纯铜中加入锡或铅的合金，属于金属材料，故正确；

C. 航天服的主要成分是碳纤维，属于有机高分子材料，故正确；

D. 光导纤维的主要成分是 SiO_2 ，属于无机非金属材料，故错误。

2. 家用暖气片大多用低碳钢材料制成，一旦生锈不仅影响美观，也会造成安全隐患。下列防止生锈的方法中，存在安全隐患的是

A. 在暖气片表面镀锡

B. 在暖气片表面涂漆

C. 在暖气片表面涂铝粉

D. 非供暖期在暖气内充满弱碱性的无氧水

【答案】A

【解析】

低碳钢材料即铁中掺杂了 C 形成的合金。

A. 金属活泼性：铁>锡。在暖气片表面镀锡，易形成原电池。Fe 作负极，会发生 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ，有安全隐患，故错误；

B. 暖气片表面涂漆，可以隔绝空气中的 O_2 和 H_2O ，无安全隐患，故正确；

C. 金属活泼性：铝>铁。在暖气片涂铝粉，形成的原电池中，铝作负极，Fe 作正极，Fe 被保护，无安全隐患，故正确；

D. 弱碱性环境中，Fe 会发生吸氧腐蚀。但由电解质溶液中无 O_2 ，不能构成吸氧腐蚀的条件。Fe 被保护，无安全隐患，故正确。

3. 常温下, 将 2 种一元酸 HX 和 HY 分别和 NaOH 溶液等体积混合, 实验数据如下:

组别	混合前		混合后
甲	$c(\text{HX})=0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$c(\text{NaOH})=0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\text{pH}=9$
乙	$c(\text{HY})=0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$c(\text{NaOH})=0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\text{pH}=7$

下列说法正确的是

- A. HY 为强酸
 B. HX 溶液的 $\text{pH}=1$
 C. 甲的混合溶液中 $c(\text{X}^-)=c(\text{Na}^+)$
 D. 乙的混合液中 $c(\text{Na}^+) > c(\text{Y}^-)$

【答案】A

【解析】

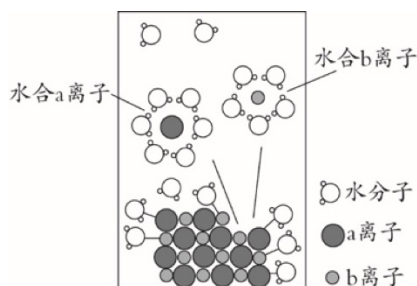
A. 由表格可知: 等体积等浓度的一元酸溶液与 NaOH 溶液混合后, 最终所得溶液 $\text{pH}=7$, 得 NaY 为强碱强酸盐, 即 HY 为一元强酸, 故正确;

B. 由表格可知: 等体积等浓度的一元酸溶液与 NaOH 溶液混合后, 最终所得溶液 $\text{pH}=9$, 得 NaX 为强碱弱酸盐, HX 为一元弱酸, 部分电离, $c(\text{HX})=0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 故 $c(\text{X}^-) < 0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $\text{pH} > 1$, 故错误;

C. NaX 为强碱弱酸盐, X⁻会发生一步水解, 所以 $c(\text{X}^-) < c(\text{Na}^+)$, 故错误;

D. NaY 为强酸强碱盐, 不存在水解, 所以 $c(\text{Na}^+) = c(\text{Y}^-)$, 故错误。

4. NaCl 是我们生活中必不可少的物质。将 NaCl 溶于水配成 $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的溶液, 溶解过程如右图所示, 下列说法正确的是



- A. a 离子为 Na^+
- B. 溶液中含有 N_A 个 Na^+
- C. 水合 b 离子的图示不科学
- D. 室温下测定该 NaCl 溶液的 pH 小于 7, 是由于 Cl^- 水解导致

【答案】C

【解析】

- A. 已知 $r(\text{Na}^+) < r(\text{Cl}^-)$, 结合图得水合 a 离子中 a 离子为 Na^+ , 故错误;
- B. 由题可知 NaCl 水溶液中, $c(\text{NaCl}) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,
 $n(\text{溶质}) = c(\text{溶质}) \times V(\text{总溶液})$, 未知体积, 无法计算 Na^+ 的物质的量, 及 Na^+ 的个数, 故错误;
- C. Na^+ 带正电, 需通过静电作用力与水分子带负电的 O 结合, 形成水合钠离子, 故正确;
- D. Cl^- 水解只可能产生 OH^- 显碱性, 故 $\text{pH} < 7$ 是由 Na^+ 水解导致, 故错误。

5. 114 号元素为 Fl (中文名“𫓧”), 它是主族元素, 其原子核外最外层电子数是 4。下列说法不正确的是

- A. Fl 的原子核外有 114 个电子
- B. Fl 是第七周期第 IV A 族元素

- C. Fl 在同主族元素中金属性最强
- D. Fl 的原子半径小于同主族其他元素

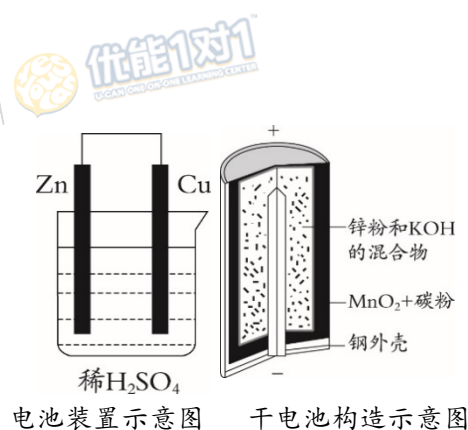
【答案】D

【解析】

- A. 铁(Fe)是 114 号元素，原子核外有 114 个电子，故正确；
- B. 原子的电子层数与周期数相同，最外层电子数等于主族序数，114 号元素原子有七个电子层，应位于第七周期，最外层有 4 个电子，则应位于第 IVA 族，故正确；
- C. 同主族元素从上而下金属性逐渐增强，故 Fl 在同族元素中金属性最强，故正确；
- D. 同主族元素从上而下原子半径依次增大，故 Fl 的原子半径大于同族非金属元素原子，故错误。
6. 锌锰碱性干电池是依据原电池原理制成的化学电源。电池中负极与电解质溶液接触直接反应会降低电池的能量转化效率，称为自放电现象。

下列关于原电池和干电池的说法不正确的是

- A. 两者正极材料不同
- B. MnO_2 的放电产物可能是 KMnO_4
- C. 两者负极均为 Zn 失电子的反应
- D. 原电池中 Zn 和稀 H_2SO_4 存在自放电现象

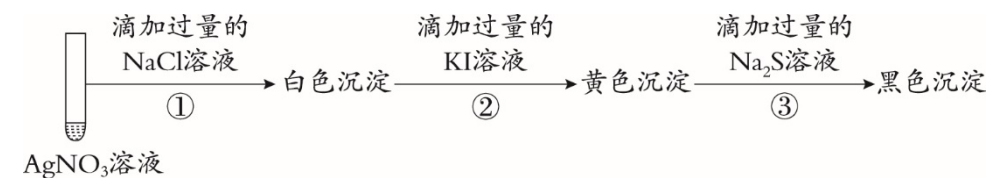


【答案】B

【解析】

- A. 原电池正极材料为 Cu，干电池正极材料为二氧化锰与碳粉，两者不同，故正确；
- B. 二氧化锰在正极发生还原反应，化合价应降低，故错误；
- C. 二者负极均为锌，发生失电子的氧化反应，故正确；
- D. 由题意可知原电池中的锌为负极，且锌是氢前金属，会与稀硫酸发生化学反应，故正确。

7. 取 $1\text{mL} 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{AgNO}_3$ 溶液进行如下实验（实验中所用试剂浓度均为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）：



下列说法不正确的是

- A. 实验①白色沉淀是难溶的 AgCl
- B. 由实验②说明 AgI 比 AgCl 更难溶
- C. 若按①③顺序实验，看不到黑色沉淀
- D. 若按②①顺序实验，看不到白色沉淀

【答案】C

【解析】

- A. 溶液中的 Ag^+ 与滴加的氯化钠溶液中的 Cl^- 发生反应，生成氯化银白色沉淀，故正确；
- B. 由所加的试剂均过量可知，若滴加碘化钾后仍能生成黄色沉淀碘化银，则证明 I^- 使 Ag^+ 沉淀的能力比 Cl^- 强，即 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{AgI})$ 即碘化银比氯化银难溶，故正确；

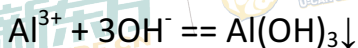
C. 由③可知 Ag_2S 比 AgI 难溶, 故 Ag_2S 比 AgCl 难溶, 所以按①③顺序实验, 可以看到沉淀转化的现象, 故错误;

D. 由 B 项得 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{AgI})$, 所以若按②①顺序实验, 不会观察到黄色变成白色沉淀转化的现象, 故正确。

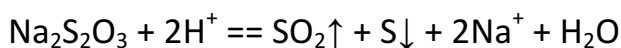
8. 下列事实与所对应的离子方程式正确的是

A. 室温下, 测定醋酸钠溶液的 $\text{pH} > 7$: $\text{CH}_3\text{COONa} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$

B. 实验室用氯化铝溶液和氨水制备氢氧化铝:



C. 用稀硫酸除去硫酸钠溶液中少量的硫代硫酸钠:



D. 用碳酸钠溶液处理锅炉水垢中的硫酸钙:



【答案】D

【解析】

A. 醋酸钠常温 $\text{pH} > 7$ 是因为 CH_3COO^- 水解:



B. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 为弱电解质, 离子方程式中不可拆, 故错误;

C. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 为可溶性盐, 在离子方程式中可拆, 故错误;

D. 反应为 CaSO_4 向 CaCO_3 的沉淀转化, 故正确。

9. 聚碳酸酯 ($\text{H}[\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{C}(=\text{O})]_n\text{OCH}_3$) 的透光率良好。它可制作

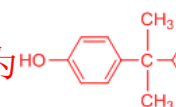
车、船、飞机的挡风玻璃, 以及眼镜片、光盘、唱片等。它可用绿色

化学原料 X($\text{CH}_3\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OCH}_3$)与另一原料 Y 反应制得，同时生成甲醇。下列说法不正确的是

- A. Y 的分子结构中有 2 个酚羟基
- B. Y 的分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{18}\text{O}_2$
- C. X 的核磁共振氢谱有 1 个吸收峰
- D. X、Y 生成聚碳酸酯发生了缩聚反应

【答案】B

【解析】

- A. 由聚合物与 X 结构简式可知，Y 为 ，分子中有 2 个酚羟基，故正确；
- B. Y 的分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{O}_2$ ，故错误；
- C. X 为对称结构，两个甲基上的 H 等效，故正确；
- D. 由缩聚反应定义可知，该聚合物生成时，脱去了小分子甲醇，属于缩聚反应，故正确。

10. 为探究电解的放电规律，进行如下实验：

序号	阳极材料	阴极材料	电解质	阳极产物	阴极产物
①	石墨	石墨	$0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CuCl}_2$ 溶液	Cl_2	Cu
②	石墨	石墨	$0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaCl}$ 溶液	Cl_2	H_2
③	石墨	石墨	$0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CuSO}_4$ 溶液	O_2	Cu
④	铜	石墨	$0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CuSO}_4$ 溶液	Cu^{2+}	Cu
⑤	石墨	石墨	熔融 NaCl	Cl_2	Na

下列说法不正确的是

- A. 对比①②可知，阴极放电顺序是： $\text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{Na}^+$
- B. 对比①③可知，阳极放电顺序是： $\text{Cl}^- > \text{OH}^- > \text{SO}_4^{2-}$
- C. 对比③④可知，阳极是铜时，会先于溶液中的离子放电
- D. 对比①⑤可知，电解得到金属只能用熔融态，不能用水溶液

【答案】D

【解析】

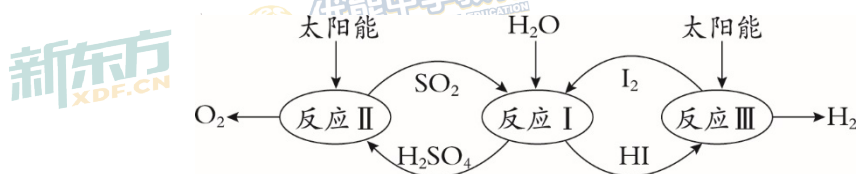
A. 当阳离子为 Cu^{2+} 时，阴极产物为 Cu ；当阳离子为 Na^+ 时，阴极产物为 H_2 ，说明阴极放电顺序为 $\text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{Na}^+$ ，故正确；

B. 当阴离子为 Cl^- 时，阳极产物为 Cl_2 ；当阴离子为 SO_4^{2-} 时，阳极产物为 O_2 ，说明阳极放电顺序为 $\text{Cl}^- > \text{OH}^- > \text{SO}_4^{2-}$ ，故正确；

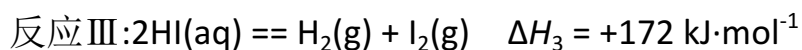
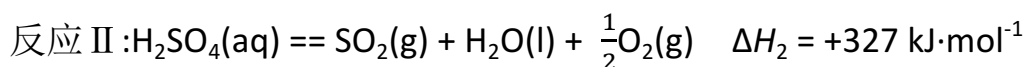
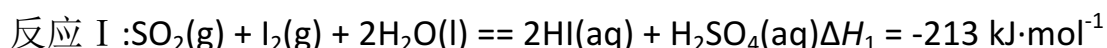
C. 由题意可知，阳极材料为 Cu 时，阳极产物为 Cu^{2+} ，说明 Cu 放电，故正确；

D. 由实验①④可知，电解水溶液也可得到金属，故错误。

11. 以太阳光为热源，热化学硫碘循环分解水是一种高效、环保的制氢方法，其流程图所下：



相关反应的热化学方程式为：



下列说法不正确的是

- A. 该过程实现了太阳能到化学能的转化
- B. SO_2 和 I_2 对总反应起到了催化剂的作用
- C. 总反应的热化学方程式为：
- $$2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +286 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$
- D. 该过程降低了水分解制氢反应的活化能，但总反应的 ΔH 不变

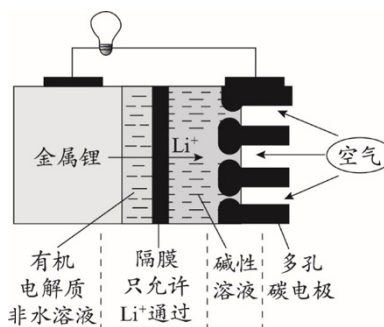
【答案】C

【解析】

- A. 由“以太阳能为热源、热化学硫碘循环分解水”可知，该过程实现了太阳能到化学能的转化，故正确；
- B. SO_2 在反应 I 与反应 II 中循环生成与消耗， I_2 在反应 I 与反应 III 中循环生成与消耗，对总反应起到了催化剂的作用，故正确；
- C. 由盖斯定律可知， $\Delta H = (\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3)/2 = +143 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，故错误；
- D. 该过程相当于引入 SO_2 和 I_2 催化剂，降低了总反应活化能，但不改变 ΔH ，故正确。

12. 科学家很早就提出锂-空气电池的概念，它直接使用金属锂作电极，从空气中获得 O_2 ，和以 LiFePO_4 作电极的锂离子电池相比，增大了电池

的能量密度（指标之一是单位质量电池所储存的能量）。右图是某种锂-空气电池的装置示意图，该电池放



电时，下列说法不正确的是

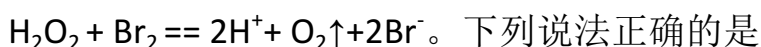
- A. 金属锂为负极
- B. 若隔膜被腐蚀，不会影响该电池正常使用
- C. 多孔碳电极上发生的电极反应为： $O_2 + 2H_2O + 4e^- == 4OH^-$
- D. 锂-空气电池能量密度大的原因之一是转移等量电子时，金属锂比 $LiFePO_4$ 质量小

【答案】B

【解析】

- A. Li^+ 由金属锂电极向多孔碳电极移动，故多孔碳电极为正极，金属锂电极为负极，故正确；
- B. 若隔膜被腐蚀，导致金属锂电极与水溶液接触反应，增大电极材料消耗，会影响该电池正常使用，故错误；
- C. 多孔碳电极为正极，电解质环境为碱性溶液，空气中的 O_2 得电子，故电极反应为： $O_2 + 2H_2O + 4e^- == 4OH^-$ ，故正确；
- D. 能量密度的指标之一是单位质量电池所储存的能量，能量的多少可以以转移电子的多少来衡量，而转移等量电子时，金属锂比 $LiFePO_4$ 质量小，故正确。

13. H_2O_2 是一种“绿色”试剂，许多物质都会使较高浓度的 H_2O_2 溶液发生催化分解。实验发现，向 H_2O_2 溶液中加 Br_2 可以加快其分解速率。有人提出反应机理可能有 2 步，第 1 步反应为：



- A. H_2O_2 分子中含有离子键和非极性键

- B. 在第 1 步反应中，每生成 0.1 mol O₂，转移 0.4 mol 电子
- C. 机理中第 2 步反应为：2H⁺+ H₂O₂+ 2Br⁻ == 2H₂O+ Br₂
- D. 若在加入 Br₂ 的 H₂O₂ 溶液中检出 Br⁻,则说明第 1 步反应发生了

【答案】C

【解析】

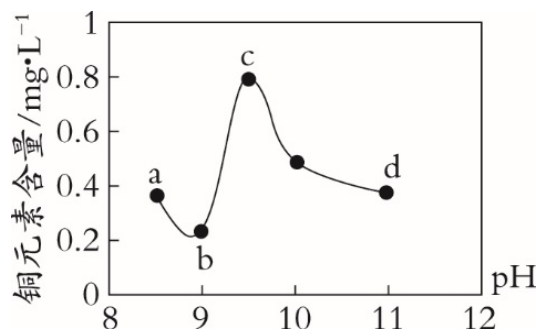
- A. H₂O₂ 为共价化合物，不含离子键，故错误；
- B. 第 1 步反应中 H₂O₂ 的氧原子是 -1 价，产物为 O₂，转移 2mol 电子，故错误；
- C. 由题意可知，该题是探究 H₂O₂ 催化分解的实验，Br₂ 是催化剂
写出 2H₂O₂ $\xrightarrow{\text{催化剂}}$ 2H₂O+ O₂，减去第 1 步反应，即可得出第 2 步反应，故正确；
- D. Br₂ 与水反应生成 HBr，也可以产生 Br⁻，故错误。

14. 某电路板生产企业的水质情况及国家允许排放的污水标准如下表所示。为研究废水中 Cu²⁺ 处理的最佳 pH，取 5 份等量的废水，分别用 30% 的 NaOH 溶液调节 pH 至 8.5、9、9.5、10、11，静置后，分析上层清液中铜元素的含量，实验结果如下图所示。

查阅资料，平衡 I : Cu(OH)₂ + 4NH₃ ⇌ [Cu(NH₃)₄]²⁺ + 2OH⁻；

平衡 II : Cu(OH)₂ + 2OH⁻ ⇌ [Cu(OH)₄]²⁻。

项目	废水水质	排放标准
pH	1.0	6~9
Cu ²⁺ /mg·L ⁻¹	72	≤0.5
NH ₄ ⁺ /mg·L ⁻¹	2632	≤15



下列说法中不正确的是

- A. 废水中 Cu^{2+} 处理的最佳 pH 约为 9
- B. b~c 段: 随 pH 升高, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 的量增加, 平衡 I 正向移动, 铜元素含量上升
- C. c~d 段: 随 pH 升高, $c(\text{OH}^-)$ 增加, 平衡 I 逆向移动, 铜元素含量下降
- D. d 点以后, 随 $c(\text{OH}^-)$ 增加, 铜元素含量可能上升

【答案】B

【解析】

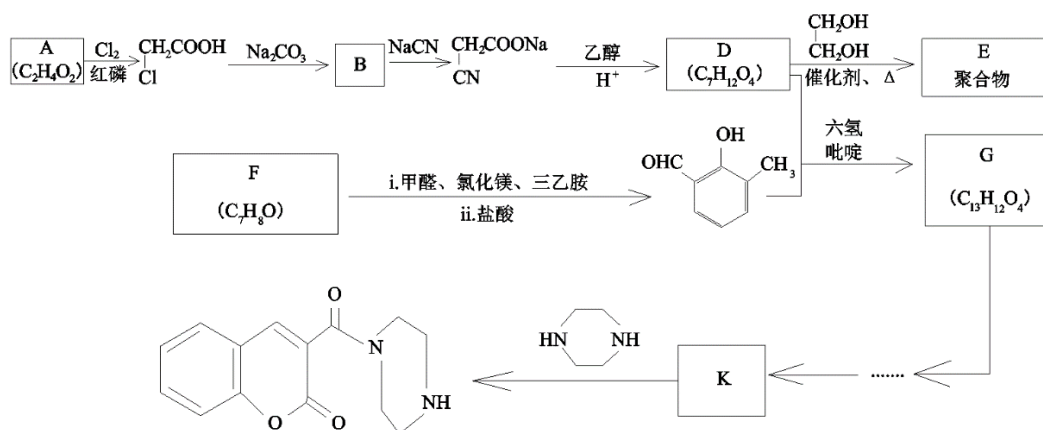
- A. 由图像可知, 铜元素含量在 pH 约 9 时达到最低, 故 A 选项正确;
- B. b~c 段, 随着 pH 升高, NH_4^+ 转化为 NH_3 , 平衡 I 正向移动, 转化铜元素含量升高。但 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 是固体, 不影响平衡移动, 故 B 选项不正确;
- C. c~d 段, 随着 pH 升高, OH^- 浓度增大, 平衡 I 逆移, 故 C 选项正确;
- D. d 点之后, 随 $c(\text{OH}^-)$ 增多, 可引起平衡 II 正移, 铜元素含量升高, 故 D 选项正确。

第二部分 (共 58 分)

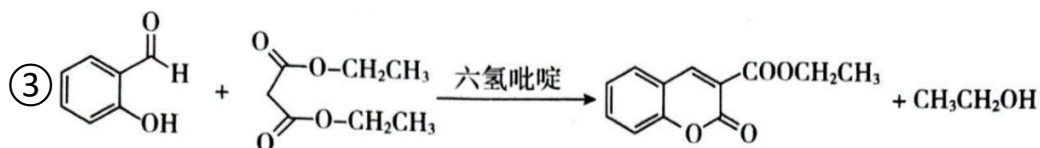
本部分共 6 小题, 共 58 分。

15. (13 分) 香豆素类化合物 M 具有抗病毒、抗癌等多种生物活性。

下图是 M 和聚合物 E 的合成路线。



已知:



(1) A 中官能团是_____。

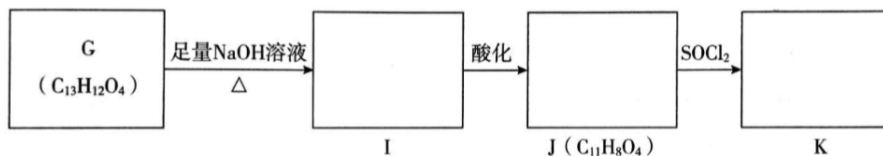
(2) $B \rightarrow \begin{matrix} CH_2COONa \\ | \\ CN \end{matrix}$ 的反应类型是_____。

(3) 化合物 F 能与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应, 其结构简式是_____。
F 有多种同分异构体, 其中属于芳香族化合物、且为醇类物质的结构简式是_____。

(4) D \rightarrow 聚合物 E 的化学方程式是_____。

(5) 已知 $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} \xrightarrow{\text{SOCl}_2} \text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{Cl}$ ，将下列 G→K 的流程图补充

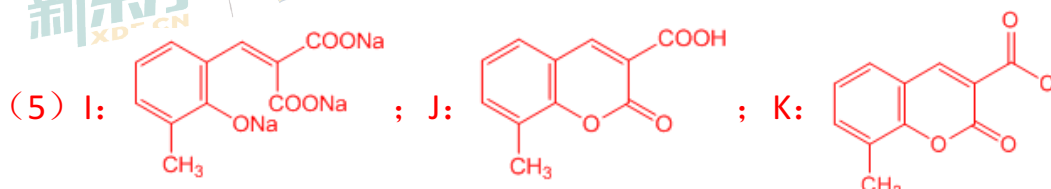
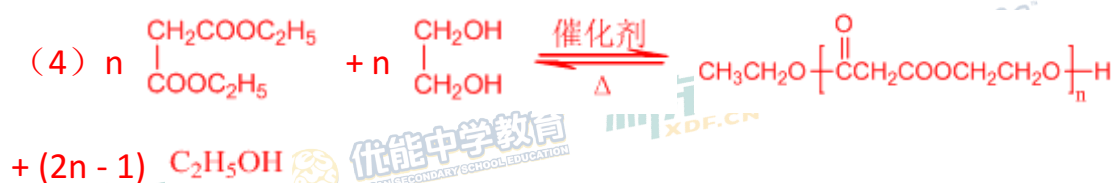
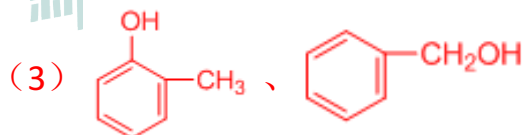
完整：



【答案】

(1) 羧基

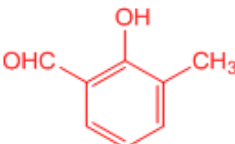
(2) 取代反应



【解析】

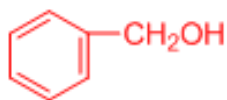
(1) 由 A (C₂H₄O₂) 与 Cl₂/红磷反应生成 $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COOH} \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$ 可知 A 中官能团为羧基 (-COOH)。

(2) 由题可知 B 的结构简式为 $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COONa} \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$ ，加入 NaCN 后生成 $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COONa} \\ | \\ \text{CN} \end{array}$ ，-CN 取代了 -Cl，故为取代反应。

(3) F 能与 FeCl_3 溶液发生显色反应, 且由  可知 F 的

结构简式为 ; 属于芳香族化合物且为醇类物质 F 的同分

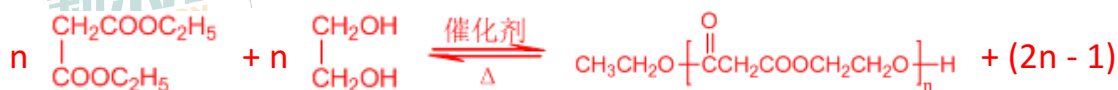
异构体应将羟基连在侧链碳原子上, 而不是苯环上, 故结构简式为



(4) D 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{CH}_2\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OCH}_2\text{CH}_3$, 根据已知②, D 与

$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ 发生酯交换, 其中断键原理是: 酯断碳氧单键, 醇断氢氧单键,

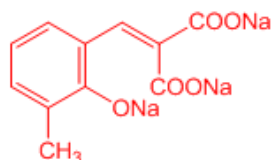
重复单元是 $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{CH}_2\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}-$, 脱掉 $(2n-1)$ 个 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 。故 D \rightarrow 聚合物 E 的化学方程式为:



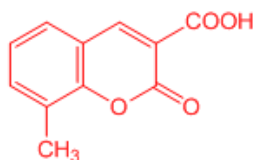
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 。

(5) 由题目信息可推知 G 的结构简式为 , 加入足量

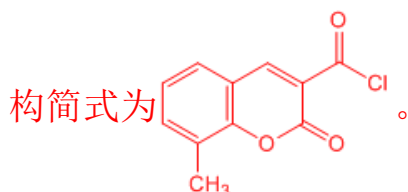
NaOH 溶液, G 中的两酯基发生水解, 生成的 I 的结构简式为



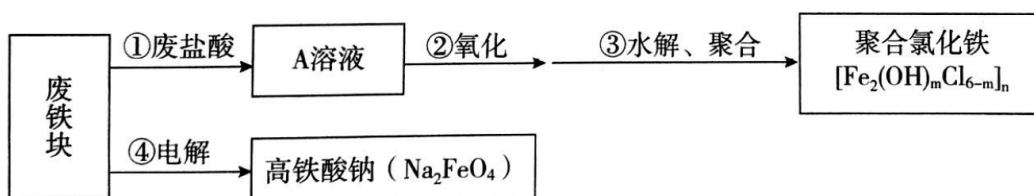
, 根据 J 的分子式 $\text{C}_{11}\text{H}_8\text{O}_4$ 可知, 酸化后的羟基与羧基重新发生酯化反应, 羧酸钠被酸化为羧酸, 故 J 的结构简式为



，加入 SOCl_2 后，由题中信息可知，生成物质 K 的结



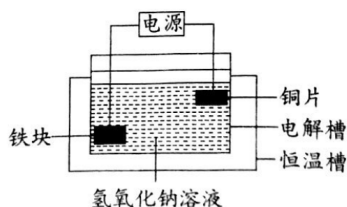
16. (9 分) 以废治废、变废为宝可以实现资源的综合利用。用废铁块、废盐酸可以生产净水剂聚合氯化铁、高铁酸钠，转化关系如下图所示：



- (1) A 溶液中一定含有的溶质是_____。
- (2) 若使③中水解程度变大，可采取的措施是_____ (填字母序号)。
- a. 加热 b. 加入 NaHCO_3 c. 加入 NH_4Cl

(3) 写出③中水解生成 $\text{Fe}_2(\text{OH})_m\text{Cl}_{6-m}$ 反应的化学方程式：_____

- (4) 将废铁块进行预处理制成电极，通过电解制备高铁酸钠，该装置原理示意图如下。铁块做_____ (填“阳极”或“阴极”)，对应的电极反应式为_____。



- (5) 高铁酸钠在水中缓慢产生红褐色沉淀和一种气体，写出该反应的离子方程式：_____。

【答案】

(1) FeCl_2

(2) a, b

(3) $2\text{FeCl}_3 + m\text{H}_2\text{O} + (6-m)\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{Fe}_2(\text{OH})_m\text{Cl}_{6-m} + m\text{HCl}$ (4) 阳极, $\text{Fe} - 6\text{e}^- + 8\text{OH}^- = \text{FeO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ (5) $4\text{FeO}_4^{2-} + 10\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{O}_2 + 8\text{OH}^-$

【解析】

(1) 由题意知 $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$, 故溶质一定有 FeCl_2 。

(2) 由盐类水解的影响因素可知, 温度升高, 促进水解, 由此 a 项可选; b 项 NaHCO_3 可消耗 H^+ 也可促进 Fe^{3+} 水解; c 项 NH_4Cl 水解呈酸性, 抑制 Fe^{3+} 水解, 不选。

(3) 溶液 A 中含有 FeCl_2 经 ② 氧化得 FeCl_3 , 再由题目知 $2\text{FeCl}_3 + m\text{H}_2\text{O} + (6-m)\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{Fe}_2(\text{OH})_m\text{Cl}_{6-m} + m\text{HCl}$ 。

(4) 由题意知, 用电解法制备高铁酸钠, 所以 Fe 做阳极, 再依据溶液环境, 因此电极反应式为 $\text{Fe} - 6\text{e}^- + 8\text{OH}^- = \text{FeO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

(5) 由题意知红褐色沉淀为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, Fe 元素由 +6 价变为 +3 价, 那么 O 元素由 -2 价变为 0 价, 所以气体应为 O_2 , 故离子方程式为 $4\text{FeO}_4^{2-} + 10\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{O}_2 + 8\text{OH}^-$ 。

17. (8 分) 含氮、磷污水过量排放引起的水体富营养化是当前倍受关注的环境问题。

(1) 氮肥、磷肥都可以促进作物生长。氮、磷元素在周期表中处于同一主族, 从原子结构角度分析它们性质相似的原因

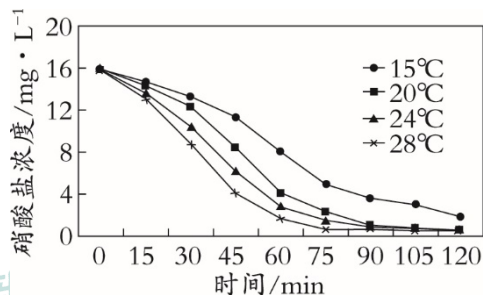
是_____，性质有差异的原因是_____。

- (2) 氮的化合物在水中被细菌分解，当氧气不充足时，在反硝化细菌的作用下，细菌利用有机物（又称碳源，如甲醇）作为电子供体，将硝态氮的化合物（含 NO_3^- ）连续还原最终生成 N_2 ，发生反硝化作用，完成下述反应的方程式：



- (3) 某小组研究温度对反硝化作用的影响。

在反应器内添加等量的相同浓度的甲醇溶液，从中取污泥水混合液分置于 4 个烧杯中，使 4 个烧杯内的温度不同，将实验数据作图如右。



由图像分析产生差异的原因是：_____。

- (4) 某小组研究浓度对反硝化作用的影响。

① 保持其他条件相同，在反应器内添加不等量的甲醇溶液，使 4 个烧杯碳源浓度依次为 $183\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $236\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $279\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $313\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。该小组预测反硝化速率变化的趋势是增大，预测依据是_____。

② 碳源为 $183\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的污水经过 2h 的反硝化试验，可使 NO_3^- 由 $15.0\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 降至 $8.8\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。已知 $M(\text{NO}_3^-)=62\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ， NO_3^- 的转化速率是_____ $\text{mol}\cdot(\text{L}\cdot\text{h})^{-1}$ 。

【答案】

(1) 最外层电子数相同，都是 5 个；

P 原子比 N 原子多一个电子层，P 的原子半径比 N 大。



(3) 其它条件不变时，温度升高，反硝化菌活性随之增强，对 NO_3^- 的降解（或反硝化作用）速率也加快。

(4) ① 甲醇是反硝化反应的反应物（还原剂），其他条件不变时，增大反应物的浓度，反应速率加快。

② 5×10^{-5}

【解析】

(1) 氮、磷元素都位于 VA 族，氮位于第二周期、磷位于第三周期，因为位于同一主族，所以性质相似，从原子结构角度是因为最外层电子数相同。同主族元素性质的递变性因为电子层数的递增导致元素原子的半径依次递增，得电子能力减弱，非金属性产生差异。

(2) 依题意可知，反应物为 NO_3^- ，气标前的生成物应为 N_2 ，根据氧化还原反应配平方法，可知另一种生成物为 H_2O ，再配平反应方程式即可。

(3) 本题考察反应速率的影响因素，根据图意可知各折线代表不同温度，因此根据温度对反应速率的影响因素可知，温度越高，反应速率越快。

(4) ① 本题考察反应速率的影响因素，题干信息给出四组不同碳源浓度的数据，因此根据浓度对反应速率的影响因素可知，浓度越大，反应速率越快。

②由题意可知，经 2 h 后， NO_3 由 $15.0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 降至 $8.8 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ，可知 NO_3 变化量为 $6.2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ，因此浓度变化量为 $(6.2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\times 10^{-3}) / (62 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}) = 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则转化速率为 $10^{-4}/2 = 5\times 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

18. (8 分) 为探究不同条件下甘油(丙三醇)和辛酸酯化合成甘油二酯的最佳条件，科研工作者做了甘油二酯的酶法合成工艺研究。

实验 1：研究不同投料比对产率的影响

(1) 理论分析合成甘油二酯所需辛酸与甘油的投料比(物质的量之比)为 2:1。实验证明提高投料比，甘油二酯的产率会降低，其原因可能是_____。

实验 2：研究吸水剂对反应的影响

(2) 硅胶易与羟基结合，故有较强的亲水性，易于吸附水分子。但是在反应体系里加入硅胶后甘油二酯的含量明显降低，说明合成甘油二酯的平衡发生了逆向移动，分析可能的原因是_____。

实验 3：研究不同催化剂的催化效果

曲线	催化剂	纵坐标
①	脂肪酶 I 号	辛酸转化率
②	脂肪酶 II 号	辛酸转化率
③	脂肪酶 I 号	甘油二酯含量
④	脂肪酶 II 号	甘油二酯含量

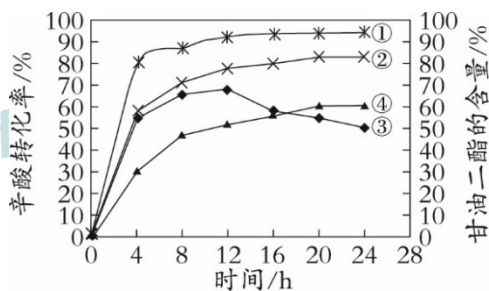


图 1

(3) 其他条件相同时，不同脂肪酶(I号、II号)催化合成甘油二酯的效果如图 1 所示，选择此实验中催化效果相对最佳的反应条件是_____ (填字母序号)。

A. 12h, I号

B. 24h, I号

C. 12h, II号

D. 24h, II号

实验4: 研究温度对甘油二酯含量的影响

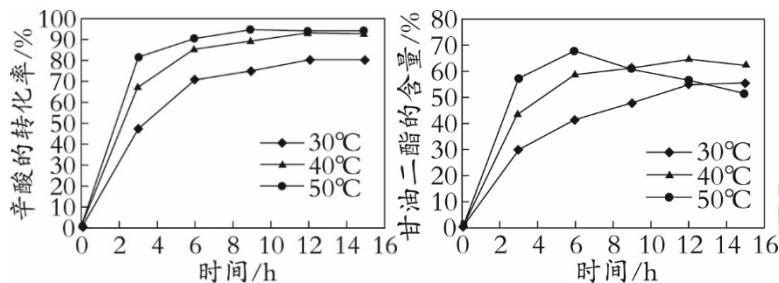


图2

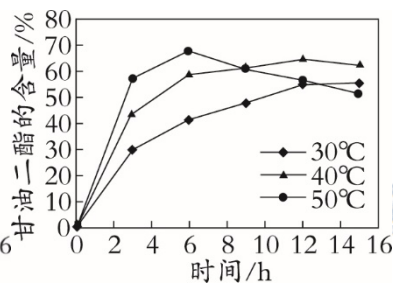


图3

(4) 选定脂肪酶做催化剂, 继续实验。

①综合图2和图3, 选择6h时比较适宜的反应温度是_____。

②在6h之后, 辛酸的转化率总趋势缓慢上升, 30°C、40°C甘油二酯的含量上升, 但是50°C的却有所降低, 分析可能的原因是_____。

【答案】

(1) 辛酸的量增加, 会有更多的甘油三酯生成, 导致产物中甘油二酯的产率降低。

(2) 甘油分子有3个羟基, 故硅胶对甘油的吸附能力也较强, 降低了体系中反应物甘油的浓度, 从而使合成甘油二酯的酯化反应平衡逆向移动, 降低了甘油二酯的含量。

(3) A

(4) ①50°C

②催化合成甘油二酯反应的脂肪酶, 长时间处于高温下活性(选择性)下降, 导致甘油二酯含量下降, 副反应产物含量增加。

【解析】

(1) 由题意知，提高投料比，即提高辛酸含量，则容易生成甘油三酯。

(2) 由题意知，硅胶易与甘油中的羟基结合，导致反应物中甘油减少，平衡逆移。

(3) 对比曲线①②看出，12h 和 24h 辛酸的转化率相差不多，从时间成本角度选择 12h 合适；对比曲线③④看出 12 时曲线③的甘油二酯的含量最高。所以曲线③脂肪酶 I 号合适。

(4) ①由图 2 和图 3 看出，6h 时温度为 50°C，辛酸的转化率和甘油二酯的含量最高。

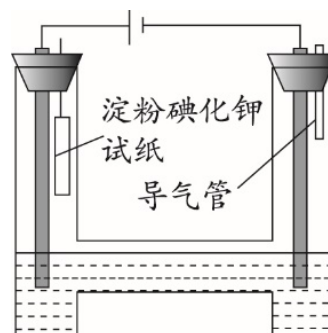
②酶要保持活性需要合适的温度，温度太高活性会下降，由图像可知，50°C 时辛酸的转化率缓慢上升，使甘油二酯含量下降，则也可能生成其他副产物。

19. (12 分) 某校学习小组探究不同条件对电解 FeCl_2 溶液产物的影响。所用实验装置如下图所示，其中电极为石墨电极。

【查阅文献】i. Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 在溶液中通过与 Cl^- 结

合分别形成 FeCl_4^{2-} 、 FeCl_6^{3-} ，可降低正电荷。

ii. 电解过程中，外界条件（如电解液 pH、离子浓度、电压、电极材料等）会影响离子的放电能力。



【实验记录】

序号	实验条件	实验现象	
		阴极	阳极
I	pH=0 1mol·L ⁻¹ FeCl ₂ 溶液 电压 1.5V	电极上产生无色气体。	①湿润淀粉碘化钾试纸始终未见变蓝 ②取阳极附近溶液于试管中，滴加 KSCN 溶液，溶液变红。
II	pH=4.9 1mol·L ⁻¹ FeCl ₂ 溶液 电压 1.5V	①未观察到气泡产生，电极表面有银灰色金属光泽的固体析出。 ②电解结束后，将电极浸泡在盐酸中，观察到有大量气泡产生。	①湿润淀粉碘化钾试纸始终未见变蓝 ②阳极附近出现红褐色浑浊。 取阳极附近浊液于试管中，先用盐酸酸化，再滴加 KSCN 溶液，溶液变红。

(1) 结合阴极实验现象的分析

- ①实验 I 中阴极的电极反应式为_____。
- ②用化学用语表示实验 II 中产生阴极现象的原因_____。
- ③对比实验 I、II 的阴极现象，可以获得的结论是_____。

(2) 结合阳极实验现象的分析

- ①甲同学认为实验 I 中 Cl⁻没有放电，得出此结论依据的实验现象是_____。阳极附近溶液滴加 KSCN 溶液变

红，依据此现象分析，阳极反应可能是 $\text{Fe}^{2+} - \text{e}^- == \text{Fe}^{3+}$ 、

_____。

②对比实验 I、II 的阳极现象，解释产生差异的原因：_____。

【实验讨论】

(3) 有同学提出，改变条件有可能在阳极看到“湿润淀粉碘化钾试纸变蓝”的现象，可能改变的条件是_____，对应的实验方案是_____。

【答案】

(1) ① $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- == \text{H}_2\uparrow$

② $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- == \text{Fe}$ 和 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ == \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\uparrow$ (FeCl_4^{2-} 合理正确给分)。

③其他条件相同时， $\text{pH}=0$ ， pH 较小， $c(\text{H}^+)$ 较大时，阴极 H^+ 优先于 $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{Fe}^{2+}$ 放电产生 H_2 ，而 $\text{pH}=4.9$ ， pH 较大， $c(\text{H}^+)$ 较小时，阴极 $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{Fe}^{2+}$ 优先于 H^+ 放电产生 Fe 。

或整体回答：由 $\text{pH}=0$ 变为 $\text{pH}=4.9$ ， $c(\text{H}^+)$ 减小， H^+ 放电能力减弱， Fe^{2+} 放电能力增强。

(2) ①湿润淀粉碘化钾试纸始终未见变蓝

$\text{FeCl}_4^{2-} - \text{e}^- == \text{Fe}^{3+} + 4\text{Cl}^-$ (或写为： $\text{FeCl}_4^{2-} + 2\text{Cl}^- - \text{e}^- == \text{FeCl}_6^{3-}$)。

②随着溶液 pH 的越低， $c(\text{H}^+)$ 升高，抑制水解平衡 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ 正向移动，难以生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

或正向回答：随着溶液 pH 的增大， $c(\text{H}^+)$ 减小，有利于水解平衡 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ 正向移动，生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

(3) 可改变条件 1：改变 $c(\text{Cl}^-)$ ，保持其他条件不变，用 2 mol/L

FeCl_2 溶液和 $n(n>0)\text{mol/L}$ NaCl 溶液等体积混合的溶液作为电解液
 $[c(\text{Fe}^{2+})=1\text{ mol/L}, c(\text{Cl}^-)>2\text{ mol/L}]$, 观察阳极“湿润淀粉碘化钾试纸”上的现象

可改变条件 2: 改变电压, 保持其他条件不变, 增大电压 (或改变电压), 观察阳极“湿润淀粉碘化钾试纸”上的现象。

【解析】

(1) ①实验 I 电解 FeCl_2 溶液, 阴极产生的无色气体只能是 H_2 , 故答案为: $2\text{H}^++2\text{e}^- == \text{H}_2\uparrow$

②实验 I 和 II 的唯一区别是酸性不同, 结合电解结束后加入盐酸的操作说明析出的固体是铁, 因此实验 II 的 $c(\text{H}^+)$ 较低, 阴极 Fe^{2+} 放电析出 Fe 固体。

③对比实验 I 和 II 的阴极现象, 可以验证题干里文献给出的结论: 电解液的 pH 会影响离子的放电能力。酸性较强时, H^+ 放电; 酸性较弱时, Fe^{2+} 放电。

(2) ①甲同学根据湿润的淀粉 KI 试纸始终未见变蓝, 确定 Cl^- 未放电。则阳极生成的 Fe^{3+} , 不应该是被 Cl_2 氧化得到的, 结合文献资料, 确定此时的 Fe^{3+} 生成反应如下: $\text{FeCl}_4^{2-}+2\text{Cl}^- - \text{e}^- == \text{FeCl}_6^{3-}$

②实验 I 和 II 的唯一区别是酸性不同, 实验 I 的酸性强, 阳极的 Fe^{3+} 几乎不水解; 实验 II 的酸性弱, Fe^{3+} 几乎彻底水解生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 红褐色沉淀。

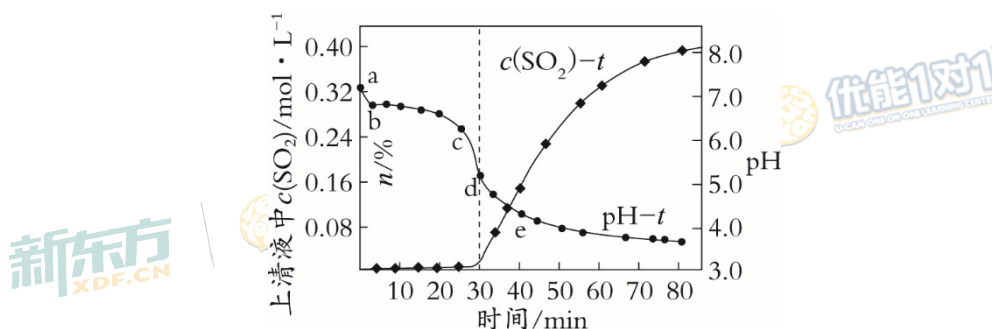
(3) 结合题意, 影响离子放电能力的因素较多, 为了实现阳极生成 Cl_2 , 可以选择的改变可能有增加 Cl^- 的浓度或改变电压。根据控制变

量的原则，设计实验为：向 pH=0 的 1mol/L FeCl₂ 溶液中加入 NaCl 固体增加 Cl⁻ 的浓度，电压 1.5V，石墨做电极，进行电解实验。

20. (8 分) 某冶炼厂利用含 ZnO 的烟灰脱除工业废气的 SO₂，最终得到锌盐。该厂所用烟灰的主要成分如下表所示：

主要成分	ZnO	CaO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	其它
质量分数/%	81	0.098	1.14	0.5	-----

在一定条件下，将含 SO₂ 的工业废气通入烟灰浆液（烟灰和水的混合物）进行脱硫，过程中测得 pH 和上清液中溶解的 SO₂ 物质的量浓度 [c(SO₂)] 随时间的变化如右图所示：



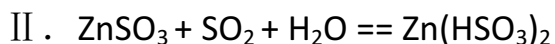
(1) 纯 ZnO 浆液的 pH 为 6.8，但上述烟灰浆液的初始 pH 为 7.2。

在开始脱硫后 3min 内 (a~b 段)，pH 迅速降至 6.8，引起 pH 迅速变化的原因是_____ (结合化学用语解释)。

(2) 生产中脱除 SO₂ 效果最佳的时间范围是_____ (填字母序号)。

- A. 20~30min B. 30~40min
C. 50~60min D. 70~80min

(3) 在脱硫过程中涉及到的主要反应原理：



- ①在 30~40min 时，主要发生反应 II，生成可溶性的 $\text{Zn}(\text{HSO}_3)_2$ 。上清液中 $c(\text{SO}_2)$ 上升的原因可能是_____。
- ②在 30~80min 时，pH 降低的原因可能是_____（写出 2 点）。
- ③将脱硫后的混合物利用空气氧化技术处理,该过程中发生反应： $2\text{ZnSO}_3 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{ZnSO}_4$ 和_____。

【答案】

(1) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 优先与 SO_2 发生反应， $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{CaSO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ，由于 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的量太少，很快消耗完，所以浆液的 pH 迅速下降至 6.8

(2) A

(3) ①上清液中溶解的 SO_2 存在平衡：

$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$ ，30~40 min 时，溶液中的 SO_2 发生反应 II，由于反应 II 生成可溶性的 $\text{Zn}(\text{HSO}_3)_2$ ， $c(\text{HSO}_3^-)$ 增大 [或 $c(\text{H}^+)$ 增大]，上述平衡逆向移动，所以上清液中 $c(\text{SO}_2)$ 升高

② $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$ $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$

$2\text{HSO}_3^- + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 2\text{SO}_4^{2-}$

③ $\text{Zn}(\text{HSO}_3)_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ ($\text{Zn}(\text{HSO}_4)_2$ 或离子方程式正确给分)

【解析】

(1) 烟灰中有少量 CaO ，可与水生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，使 pH 等于 7.2；通入 SO_2 后， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与 SO_2 反应，使 pH 下降， CaO 质量分数小，所以 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 少，迅速被消耗，pH 值变化迅速。

(2) 选 A。脱除 SO_2 为了得到锌盐，而不是溶解在水中，所以选 SO_2 浓度最小的，即 20~30min。

(3) ①上清液中溶解的 SO_2 存在平衡： $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$ ，30~40min 时，溶液中的 SO_2 发生反应 II，由于反应 II 生成可溶性的 $\text{Zn}(\text{HSO}_3)_2$ ， $c(\text{HSO}_3^-)$ 增大[或 $c(\text{H}^+)$ 增大]，上述平衡逆向移动，所以上清液中 $c(\text{SO}_2)$ 升高。

②第一点：溶解的 $\text{Zn}(\text{HSO}_3)_2$ 电离出大量的 HSO_3^- ， HSO_3^- 可电离出 H^+ ；
第二点：溶液中存在溶解的二氧化硫， $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$ ；
第三点：生成的 H_2SO_3 易被 O_2 氧化，生成强酸(H_2SO_4)使 pH 降低。

③脱硫后硫元素主要以 ZnSO_3 和 $\text{Zn}(\text{HSO}_3)_2$ 形式存在， HSO_3^- 和 SO_3^{2-} 均具有还原性，可被氧气氧化成 SO_4^{2-} 和 H_2SO_4 ，故答案为 $\text{Zn}(\text{HSO}_3)_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$