

## 化 学



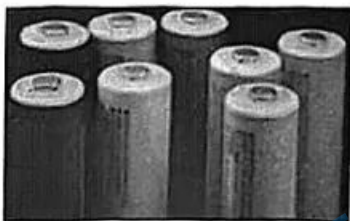

## 考生注意:

1. 答题前,考生务必将自己的姓名、考生号填写在试卷和答题卡上,并将考生号条贴在答题卡上的指定位置。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡对应题目的答案标号涂黑,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 O 16 S 32 Cl 35.5 Cd 112

一、选择题:本题共 14 小题,每小题 3 分,共 42 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 下列图示过程中的能量转化形式最多的是

A	B	C	D
			
风能发电	太阳能路灯照明	燃料电池放电	电镀

2. 2023 年 8 月 23 日,日本政府无视全世界人们的反对,公然向海洋中排放核污染水,核污染水中包括氚( ${}^3_1\text{T}$ )在内的 64 种核放射性物质。温度为  $t\text{ }^\circ\text{C}$  时,氚水( $\text{T}_2\text{O}$ )的  $K_w = 10^{-16}$ 。若  $\text{pT} = -\lg c(\text{T}^+)$ ,温度为  $t\text{ }^\circ\text{C}$  时,下列说法正确的是

- A. 氚水无放射性,对环境没有危害
- B. 纯净的氚水显中性,其  $\text{pT} = 7$
- C.  $\text{pT} = 13$  的  $\text{NaOT}$  的氚水溶液中,由氚水电离出的  $c(\text{T}^+) = 0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. 1.0 L 含 0.385 g  $\text{TCl}$  的氚水溶液的  $\text{pT} = 2$

3. 下列有关说法正确的是

- A. 古代中国人发明的酒曲酿酒利用了催化剂加快反应速率的原理
- B. 铅酸蓄电池具有能量利用率高、可连续使用、污染轻等优点
- C. 等温等压条件下,光照和点燃时  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g})$  的  $\Delta H$  不同
- D. 盐酸除水垢利用了盐类水解的原理

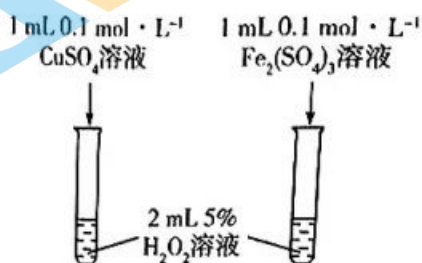
4. 泡腾片在水中会迅速发生泡腾反应,释放大量气体。某感冒药泡腾片含中成药、柠檬酸( $\text{H}_3\text{A}$  表示)、苹果酸(用  $\text{H}_2\text{D}$  表示)、碳酸氢钠和碳酸钠等。已知:  $\text{pK} = -\lg K$ , 常温下柠檬酸的  $\text{pK}_{a1} = 3.13$ ,  $\text{pK}_{a2} = 4.76$ ,  $\text{pK}_{a3} = 6.40$ ; 苹果酸的  $\text{pK}_{a1} = 2.85$ ,  $\text{pK}_{a2} = 4.77$ ; 碳酸的  $\text{pK}_{a1} = 6.35$ ,  $\text{pK}_{a2} = 11$ 。下列说法正确的是

- A.  $H_3A$  的电离方程式:  $H_3A \rightleftharpoons 3H^+ + A^{3-}$   
 B. 柠檬酸、苹果酸、碳酸氢钠、碳酸钠均为弱电解质  
 C. 该感冒药泡腾片在水中释放的气体为  $CO_2$   
 D. 常温下,  $pH = 10$  的苹果酸钠溶液中,  $\frac{c(D^{2-})}{c(H_2D)} = 7.62$

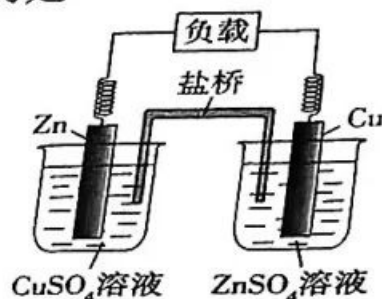
5. 下列离子方程式与所述事实相符且书写正确的是

- A. 洪水过后, 用明矾净化生活用水:  $Al^{3+} + 3H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 \downarrow + 3H^+$   
 B. 滴加氨水, 除去  $NH_4Cl$  溶液中的  $Fe^{3+}$ :  $3OH^- + Fe^{3+} \rightleftharpoons Fe(OH)_3 \downarrow$   
 C. 用酸性  $KMnO_4$  溶液滴定草酸溶液:  $2MnO_4^- + 5C_2O_4^{2-} + 16H^+ \rightleftharpoons 2Mn^{2+} + 10CO_2 \uparrow + 8H_2O$   
 D. 用惰性电极电解  $MgCl_2$  溶液:  $Mg^{2+} + 2Cl^- + 2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} Cl_2 \uparrow + Mg(OH)_2 \downarrow + H_2 \uparrow$

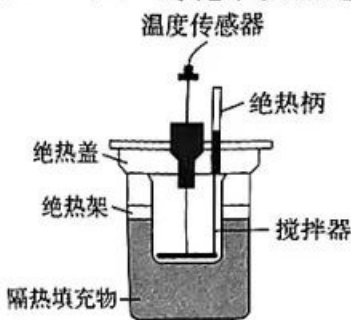
6. 下图实验装置及方法均正确, 且能达到相应实验目的的是



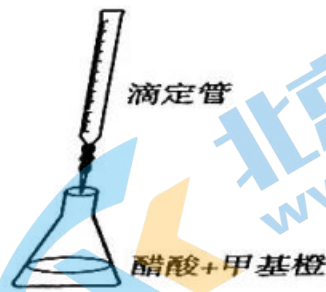
A. 比较  $Cu^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$  对化学反应速率的影响  
温度传感器



B. 制备锌铜原电池



C. 测定中和反应的反应热

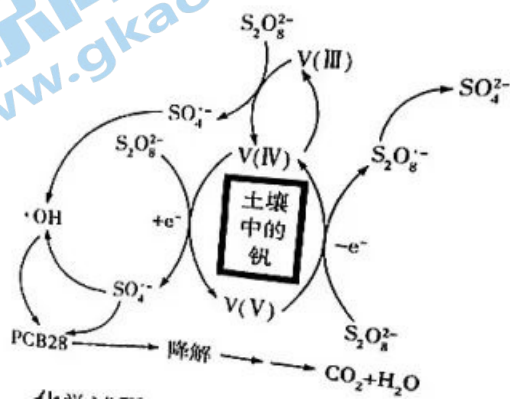


D. 用标准  $NaOH$  溶液测定醋酸浓度

7. 常温下,  $X$  溶液中由水电离出的  $c(H^+) = 1.0 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则该溶液中一定能大量共存的离子是

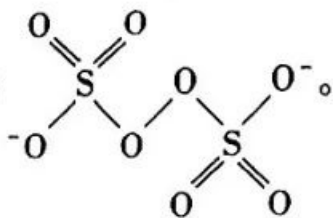
- A.  $Na^+$ 、 $Ba^{2+}$ 、 $NO_3^-$ 、 $Cl^-$   
 B.  $NH_4^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $NO_3^-$ 、 $Cl^-$   
 C.  $Na^+$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $NO_3^-$   
 D.  $K^+$ 、 $Al^{3+}$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $ClO^-$

8. 中国科学院南京土壤研究所方国东研究员系统地开展了基于土壤中钒氧化物 ( $V_2O_5$ ) 高效活化过硫酸盐, 降解持久性有机污染物多氯联苯的研究, 该降解土壤中多氯联苯的反应机理如图所示。



已知:①PCB28 为 Clc1ccc(cc1)-c2ccc(Cl)cc2。

② $S_2O_8^{2-}$  的结构为



下列说法正确的是

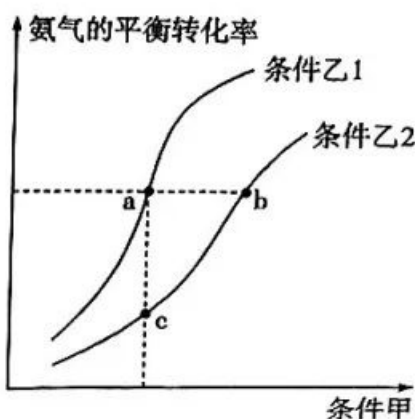
A. 该反应机理中只有一个基元反应

B. PCB28 属于高分子

C.  $SO_4^{\cdot -}$  和  $\cdot OH$  自由基均具有较强的还原性

D. 土壤中 +3 价的钒在反应过程中作催化剂

9. 工业上合成尿素的反应为  $2NH_3(g) + CO_2(g) \rightleftharpoons CO(NH_2)_2(s) + H_2O(g)$   $\Delta H = -87 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 氨气的平衡转化率随着条件甲和条件乙的变化曲线如图所示, 条件甲和条件乙表示温度或压强。



下列说法正确的是

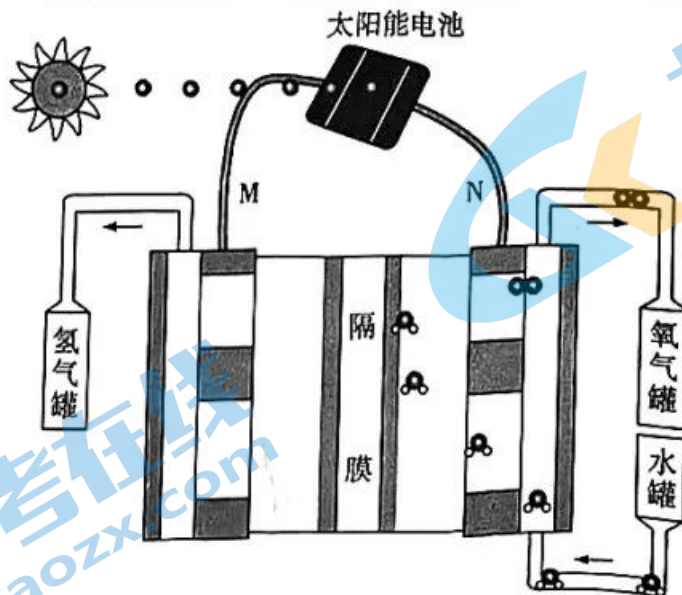
A. 条件甲是温度

B. 条件乙 1 > 条件乙 2

C. a、b、c 三点中, b 点反应速率最大

D. a、c 点的平衡常数相等

10. 人们对能源的探索逐渐聚焦在氢能源上, 氢能源来源于水, 而水的电解需消耗大量的电能, 利用太阳能电池电解水的装置如图所示。



下列说法正确的是

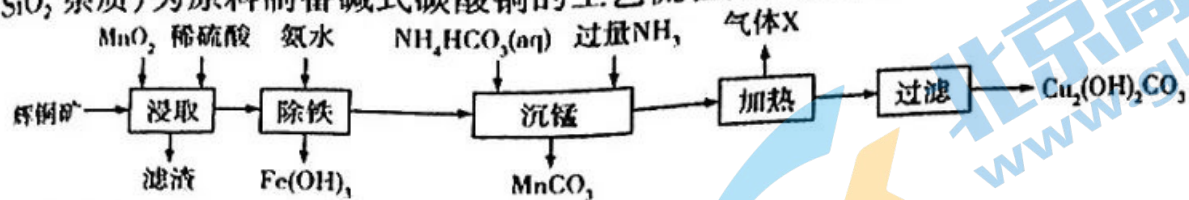
A. M 极电势高于 N 极电势

B. 电极 N 为阳极, 电极反应式:  $2H_2O - 4e^- \rightleftharpoons O_2 \uparrow + 4H^+$

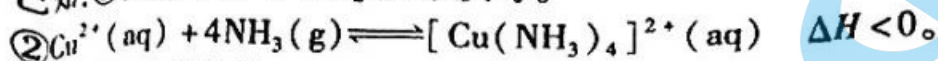
C. 电解过程中, 氢气罐的压强一定比氧气罐的压强大

D. 隔膜是阴离子交换膜

11. 碱式碳酸铜可用于制油漆颜料、种子杀菌剂等。以辉铜矿(主要成分是  $\text{Cu}_2\text{S}$ , 含少量  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$  杂质)为原料制备碱式碳酸铜的工艺流程如图所示:



已知:①滤渣中含有  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{S}$  单质等。



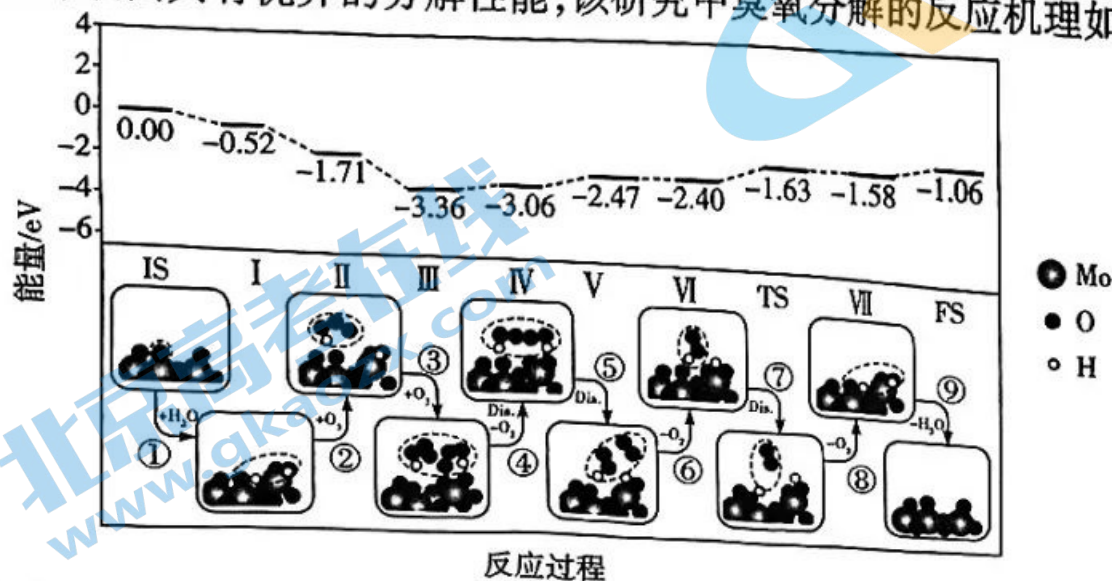
下列说法正确的是

- A. 采用浓硫酸“浸取”速率会更快
- B. “浸取”时,  $\text{MnO}_2$  和  $\text{Cu}_2\text{S}$  的物质的量之比为 2:1
- C. “沉锰”时,  $\text{HCO}_3^-$  水解促进了  $\text{MnCO}_3$  的生成
- D. 气体 X 为  $\text{CO}_2$

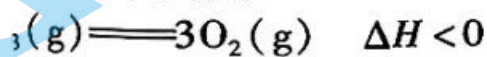
12. 下列实验操作得到的现象和结论均正确的是

选项	实验操作	现象	结论
A	向滴有酚酞的 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液中多次少量加入 $\text{BaCl}_2$ 固体	溶液红色逐渐消失, 有白色沉淀产生	$\text{CO}_3^{2-}$ 水解显碱性
B	用 pH 传感器分别测定等浓度的 $\text{NaClO}$ 溶液和 $\text{CH}_3\text{COONa}$ 溶液的 pH	$\text{NaClO}$ 溶液的 pH 较大	酸性: $\text{HClO} > \text{CH}_3\text{COOH}$
C	向 5 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{FeCl}_3$ 稀溶液中滴加 5 滴等浓度的 $\text{KI}$ 溶液, 振荡, 将混合液分为 2 份, 分别滴加 $\text{KSCN}$ 溶液和淀粉溶液	溶液分别出现红色和蓝色	说明 $\text{Fe}^{3+} + \text{I}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ 的反应是有限度的
D	向 5 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{NaOH}$ 稀溶液中滴加 5 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{MgCl}_2$ 溶液, 再滴加 5 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{CuSO}_4$ 溶液	先出现白色沉淀, 后出现蓝色沉淀	$K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2] > K_{sp}[\text{Cu}(\text{OH})_2]$

1. 高浓度的地面臭氧对生态系统和人类健康带来严重的危害。华东师大郭彦炳课题组在地面臭氧的去除研究方面取得了新的进展。该研究表明, 高湿条件下, 臭氧在氧化钼/石墨炔( $\text{Mo}_2\text{O}_3/\text{GDY}$ ) 表面具有优异的分解性能, 该研究中臭氧分解的反应机理如图所示。



说法错误的是



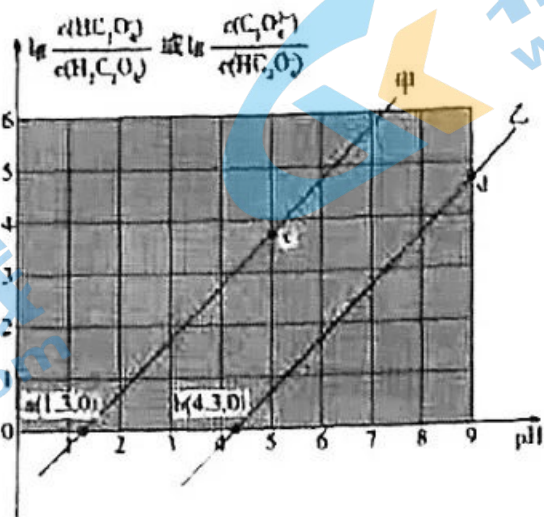
步骤②③中均存在 O—H 键的断裂和形成

B. 该过程的决速步为步骤③

D.  $\text{Mo}_2\text{O}_3/\text{GDY}$  可以加快臭氧的分解速率

14. 常温下,在一定浓度的草酸溶液中滴加一定浓度的 NaOH 溶液,混合溶液中  $\lg \frac{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}$

和  $\lg \frac{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)}$  与溶液 pH 的关系如图所示。



下列说法正确的是

A. 直线甲代表  $\lg \frac{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)}$  与溶液 pH 的关系

B. 草酸的电离常数之比:  $\frac{K_{a1}}{K_{a2}} = 1000$

C. d 点溶液中:  $c(\text{Na}^+) < 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$

D. 若滴加 NaOH 的物质的量等于开始时草酸的物质的量,所得溶液显碱性

二、非选择题:本题共 4 小题,共 58 分。

15. (12 分) 根据要求,回答下列问题:

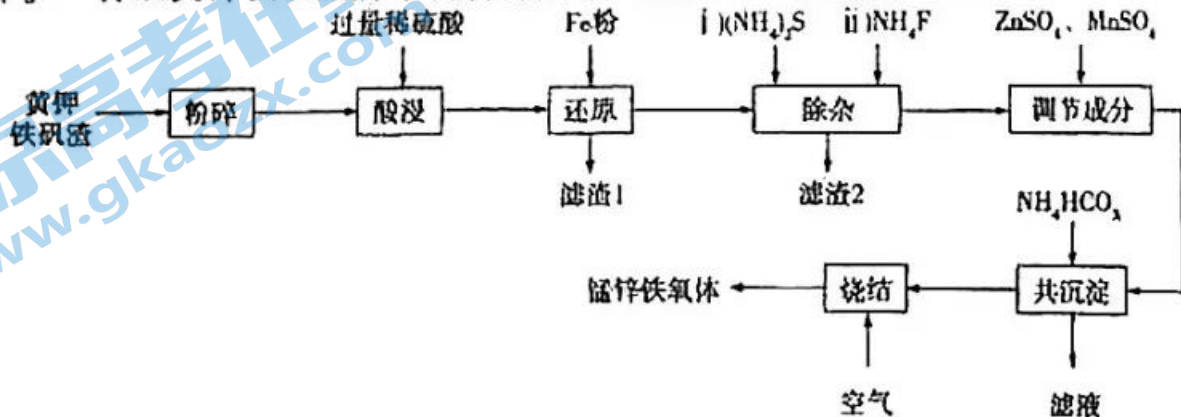
(1) 甲醇是一种绿色燃料,甲醇( $\text{CH}_3\text{OH}$ , 液态)的燃烧热  $\Delta H = -736.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,则表示甲醇燃烧热的热化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 工业生产中常用 FeS 除去工业废水中的  $\text{Hg}^{2+}$ ,则  $K_{sp}(\text{FeS})$  \_\_\_\_\_  $K_{sp}(\text{HgS})$  (填“>”或“<”),该反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(3) 工业合成气一般是指 CO 和  $\text{H}_2$  的混合气体,是一种化工原料气,合成气的来源范围很广,如利用二氧化碳与甲烷催化重整可制得合成气:  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$   $\Delta H = +247.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,则该反应在\_\_\_\_\_ (填“低温”“高温”或“任意温度”)下易自发进行。

(4)  $41^\circ\text{C}$  时,水的离子积常数  $K_w = 3.0 \times 10^{-14}$ ,该温度时,测得某浓度的稀硫酸中  $c(\text{H}^+) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,则该稀硫酸的 pH = \_\_\_\_\_,由水电离出的  $c(\text{H}^+) =$  \_\_\_\_\_  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

16. (14 分) 锰锌铁氧体属于软磁铁氧体,可用于制作电感器、变压器、滤波器的磁芯、磁头及天线棒。一种以黄钾铁矾渣为原料制备锰锌铁氧体的工艺流程如图所示:



已知:

I. 黄钾铁矾渣的主要成分为  $K_2Fe_6(SO_4)_4(OH)_{12}$ , 含杂质 Zn、Cu、Cd、Mg 等的氧化物。

II. 锰锌铁氧体可表示为  $Mn_xZn_{1-x}Fe_2O_4$ 。

III. 常温下, 相关物质的  $K_{sp}$  数据如下表:

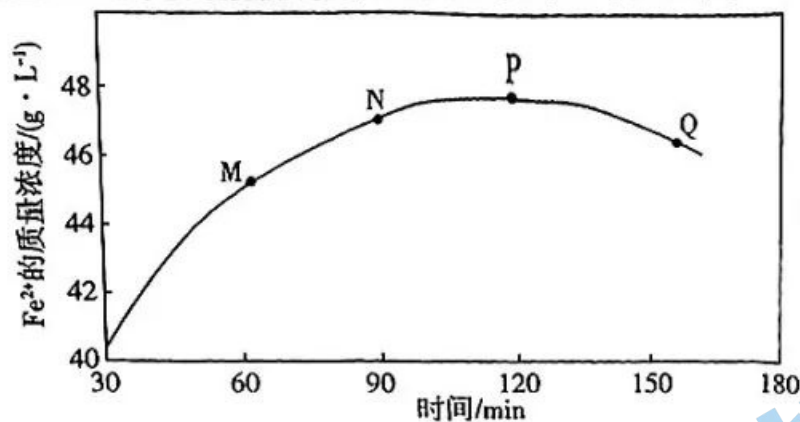
物质	ZnS	FeS	CdS	MgF <sub>2</sub>	Fe(OH) <sub>3</sub>
$K_{sp}$	$1.3 \times 10^{-24}$	$6.3 \times 10^{-18}$	$8.0 \times 10^{-27}$	$7.4 \times 10^{-11}$	$3.0 \times 10^{-39}$

回答下列问题:

(1)  $K_2Fe_6(SO_4)_4(OH)_{12}$  中 Fe 元素的化合价为 \_\_\_\_\_ 价。复杂的含氧酸盐可以表示为氧化物的形式, 如  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  可表示为  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SO_3 \cdot 24H_2O$ , 则  $K_2Fe_6(SO_4)_4(OH)_{12}$  以氧化物的形式可表示为 \_\_\_\_\_。

(2) “酸浸”前, 将黄钾铁矾渣“粉碎”的目的是 \_\_\_\_\_。

(3) 目标产物  $Mn_xZn_{1-x}Fe_2O_4$  中 Fe 元素的化合价与“酸浸”浸出液中 Fe 元素的化合价相等。测得“还原”时溶液中  $Fe^{2+}$  的质量浓度随时间的变化关系如图所示, 通过  $Fe^{3+}$  浓度数字传感器测得 M 点溶液中不存在  $Fe^{3+}$ , 则加入铁粉“还原”的最佳时间为 \_\_\_\_\_ min。M 点后, 溶液中  $Fe^{2+}$  浓度增大的原因可能是 \_\_\_\_\_ (用离子方程式表示)。



(4) “除杂”时加入  $(NH_4)_2S$  的目的是除去  $Cd^{2+}$ , 若溶液中部分离子的浓度如下表:

离子	$Zn^{2+}$	$Fe^{2+}$	$Cd^{2+}$
浓度/ $(mol \cdot L^{-1})$	0.01	0.5	0.01

在上述溶液中加入一定量的  $(NH_4)_2S$  后, 测得溶液中  $c(Cd^{2+}) = 2.0 \times 10^{-6} mol \cdot L^{-1}$ , 该条件下, 溶液中的  $Zn^{2+}$  是否析出? \_\_\_\_\_ (填“是”或“否”), 若析出, 此时  $c(Zn^{2+}) =$  \_\_\_\_\_  $mol \cdot L^{-1}$  [若不析出, 只需做出判断即可, 无需计算  $c(Zn^{2+})$  ]。

(5) “共沉淀”加入  $NH_4HCO_3$ ,  $Fe^{2+}$  转化为  $FeCO_3$ , 写出反应的离子方程式: \_\_\_\_\_。

17. (16分) “双碳(即碳达峰与碳中和)”要求加快降低碳排放步伐, 引导绿色技术创新, 提高产业和经济的全球竞争力。电催化  $CO_2$  制备高附加值的化学品既能满足“双碳”要求, 又能实现  $CO_2$  的资源化利用。回答下列问题:

(1) 杭州亚运会采用零碳甲醇点燃亚运主火炬, 零碳甲醇是指采用  $CO_2$  为原料制备的甲醇。利用质子交换膜进行废水处理, 产生的  $CO_2$  进行电催化合成甲醇的工作原理如图 1、图 2 所示, 这实现了废水处理的无废碳过程。

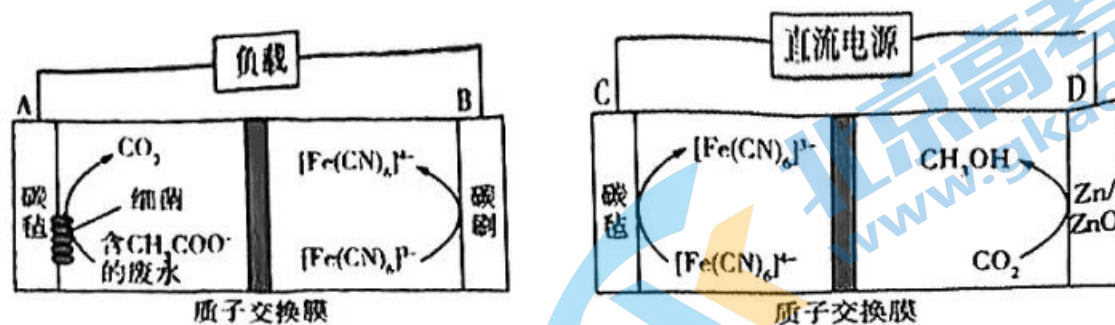


图1

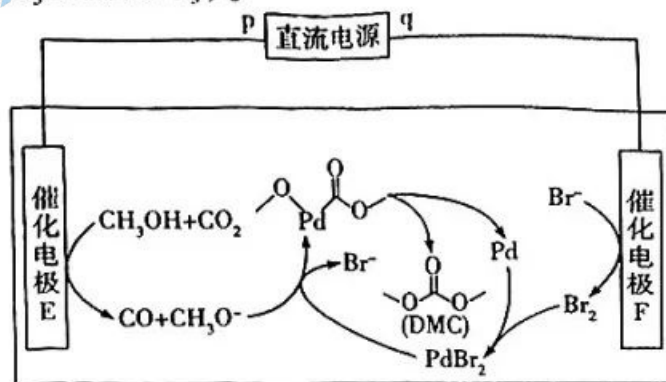
图2

①图1中,  $H^+$  的移动方向是\_\_\_\_\_ (填“向左移动”或“向右移动”)。

②图2中, 生成甲醇的电极是\_\_\_\_\_ (填“阳极”或“阴极”), 其电极反应式为\_\_\_\_\_。

③若图2中的“直流电源”用图1装置代替, 则电极A连接\_\_\_\_\_ (填“C”或“D”)极。

(2) 科技工作者设计了如图所示的电化学装置, 该装置在室温下即能以  $CO_2$  和甲醇为原料合成碳酸二甲酯( $CH_3OCOOCH_3$ )。

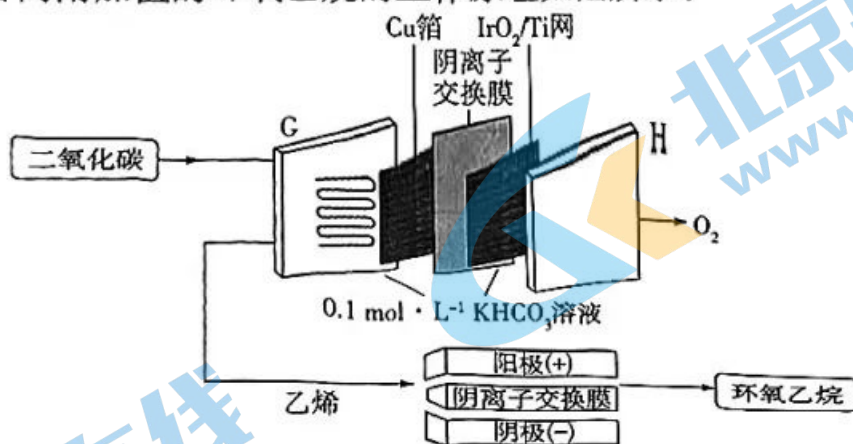


①直流电源的正极为\_\_\_\_\_ (填“p”或“q”)。

②电解总过程的化学方程式为\_\_\_\_\_。

③该电化学反应机理中, 充当氧化剂的物质有\_\_\_\_\_ (填一种, 填化学式或结构简式)。

(3) 通过阴离子交换膜及合适的催化剂, 先使  $CO_2$  电催化转化为乙烯, 乙烯再与氯碱电化体系结合制备高附加值的环氧乙烷的工作原理如图所示:



①环氧乙烷是氯碱电化体系的\_\_\_\_\_ (填“阴”或“阳”)极产物。

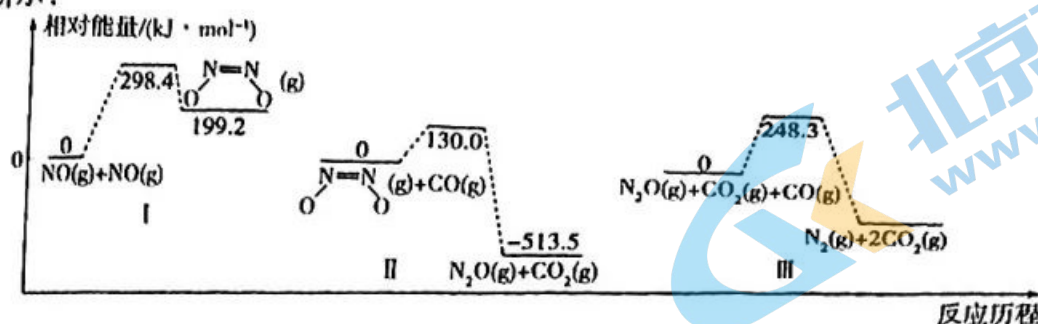
②电极H上生成  $67.2\text{ L}$  (标准状况)  $O_2$  时, 理论上氯碱电化体系可得到\_\_\_\_\_ g 环氧乙烷。

(16分) 绿水青山就是金山银山, 化学的重要任务之一是治理污染, 将污染的苗头消灭在开始阶段, 或者使之变废为宝, 使污染物变为有用的化工原料。回答下列问题:

1) 机动车尾气是大气污染的主要“贡献者”之一, 其污染物中含较多的  $CO$  和  $NO$ , 使用合适的催化剂, 在尾气排出之前发生反应:  $2CO(g) + 2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 2CO_2(g)$

$\Delta H = -620.9\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。该反应的反应历程分三步, 各步骤的相对能量及物质变化

如图所示:



第Ⅲ步反应的热化学方程式为 \_\_\_\_\_, 三步反应中逆反应活化能最大为 \_\_\_\_\_  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2)  $\text{NH}_3$  是除去烟气或尾气中氮氧化物的一种重要还原剂。

①就温度条件而言, 工业合成氨的反应速率和平衡转化率之间存在着矛盾, 使用双催化剂 ( $\text{Fe} - \text{TiO}_2 - \text{H}_2$ ), 利用光辐射产生温差, 原理如图 1 所示, 则  $\text{N} \equiv \text{N}$  键、 $\text{H} - \text{H}$  键在催化剂的 \_\_\_\_\_ (填“热铁”或“冷铁”) 表面断裂。

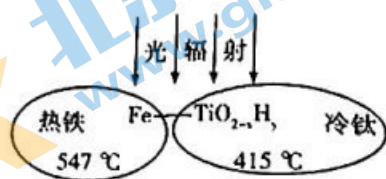


图1

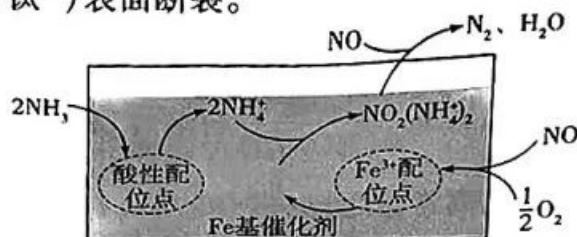
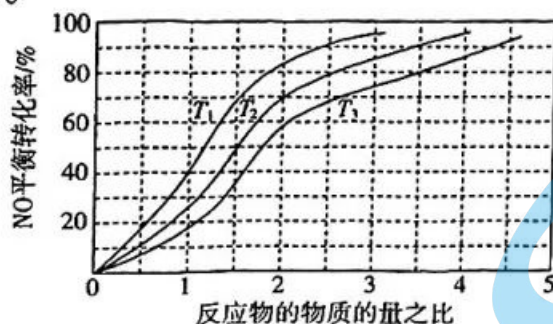


图2

② $\text{NH}_3$  在  $\text{Fe}$  基催化剂表面可还原工业烟气中的  $\text{NO}$ , 反应机理如图 2 所示, 该总反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_。

(3) 在一定条件下,  $\text{H}_2$  作为还原剂, 可以使  $\text{NO}$  转化为无毒物质:  $2\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_2$ 。向三个恒温恒容密闭容器中加入一定量的  $\text{H}_2$  和 3 mol  $\text{NO}$ , 发生上述反应,  $\text{NO}$  的平衡转化率随反应物的物质的量之比的变化曲线如图所示, 已知:  $100^\circ\text{C} < T_1 < T_2 < T_3$ 。



① $\Delta H_2$  \_\_\_\_\_ (填“>”或“<”)0。

②横坐标“反应物的物质的量之比”是指 \_\_\_\_\_ [填“ $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{NO})}$ ”或“ $\frac{n(\text{NO})}{n(\text{H}_2)}$ ”]。

③温度为  $T_1$ , 反应物的物质的量之比为 1 时,  $\text{NO}$  的平衡转化率为 40%, 平衡体系内压强为  $p_0$  kPa, 则该温度下的压强平衡常数  $K_p =$  \_\_\_\_\_  $\text{kPa}^{-1}$  ( $K_p$  为用分压代替浓度计算的平衡常数, 分压 = 总压  $\times$  物质的量分数)。

一定条件下, 甲烷能还原氮的氧化物, 如  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H < 0$ 。在恒容绝热密闭容器中通入 1 mol  $\text{CH}_4$  和 2 mol  $\text{NO}_2$ , 二氧化氮转化率的变化趋势为 \_\_\_\_\_ (填字母)。

- a. 增大      b. 减小      c. 先增大后减小      d. 先减小后增大