

高三化学

2023. 12

本卷满分 100 分, 考试时间 90 分钟

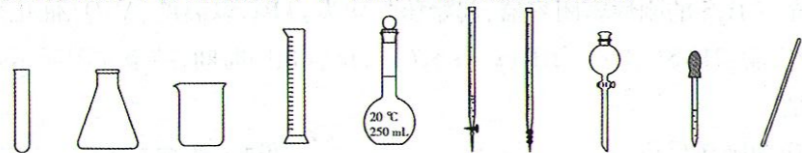
注意事项:

- 答卷前, 考生务必将自己的姓名、考生号等填写在答题卡和试卷指定位置。
- 回答选择题时, 选出每小题答案后, 用铅笔在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。
- 考试结束后, 将本试卷和答题卡一并交回。

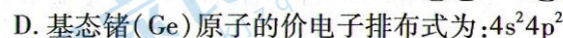
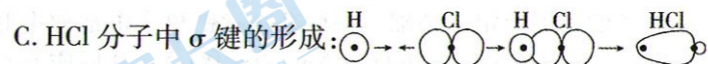
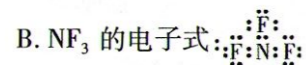
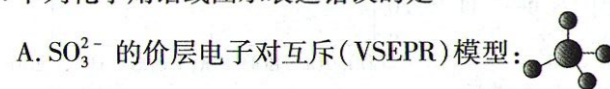
可能用到的相对原子质量: H-1 C-12 N-14 O-16 F-19 Na-23 Cl-35.5 Cu-64  
In-115 Te-128

一、选择题: 本题共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

- 中国空间站的建设对国家具有重大的战略意义, 直接带动整个航天科技产业链相关的科学进步。下列说法中错误的是
  - 空间站运行所需能源主要是通过柔性太阳能电池翼吸收太阳光转化为电能
  - 空间站先去除蒸馏水中掺有的固体颗粒, 然后再使用离子交换树脂脱盐, 使用活性炭吸附大分子污染物, 以实现水循环系统的深度净化
  - 空间站利用电解水的方式可以实现氧气的再生
  - 空间站中太阳能电池阵主要材料为 GaAs, 属于合金
- 化学与日常生活密切相关, 下列对物质用途说法错误的是
  - 泡沫灭火器药品是碳酸钠和硫酸铝, 两者溶液混合产生大量二氧化碳, 实现灭火
  - 用含硅胶、铁粉的透气小袋与食品一起密封包装, 既能防止食物受潮, 又能防止食物氧化
  - 锅炉水垢中含有硫酸钙, 可先用饱和碳酸钠溶液处理成疏松的碳酸钙, 而后用醋酸溶解
  - 钢铁表面烤蓝生成一层致密的  $Fe_3O_4$ , 能起到防腐作用
- 使用以下玻璃仪器(导管、酒精灯等不考虑)不能实现的实验为



- 配制 250 mL 0.2 mol/L 的  $NH_4Fe(SO_4)_2$  溶液
  - 用四氯化碳萃取分离碘水中的碘
  - 中和热的测定
  - 利用 NaOH 标准溶液测定  $H_2SO_4$  浓度
- 下列化学用语或图示表达错误的是

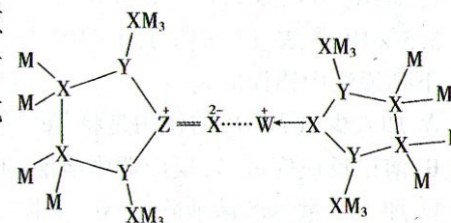


- 下列实验室药品的保存或实验操作不当的是
  - 金属锂通常保存在固体石蜡或白凡士林中
  - 液溴应该保存在棕色细口瓶, 并在液体上方加入一定量的水, 置于阴凉处
  - 重结晶法提纯苯甲酸, 当有大量晶体析出时, 停止加热, 用余热蒸干
  - 分液漏斗倒置, 用手顶住上口活塞, 下口斜向上对准安全位置, 旋转旋塞进行放气
- 为提纯下列物质(括号内的物质为杂质), 所选用的除杂试剂和分离方法均正确的有几项

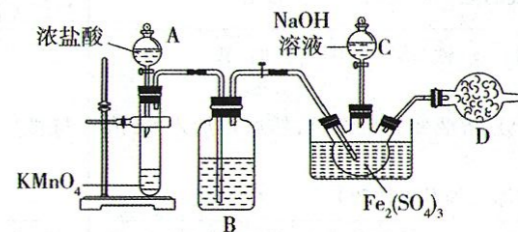
混合物	$C_2H_2(H_2S)$	乙醇(水)	$I_2(NaCl)$	$FeCl_3(CuCl_2)$	乙酸乙酯(乙醇)
除杂试剂	酸性高锰酸钾溶液	生石灰		过量铁粉	饱和碳酸钠溶液
分离方法	洗气	蒸馏	升华	过滤	分液

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

- 某化合物结构如图所示。其中 M、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期非金属元素, X 是有机分子的骨架元素, W 基态原子的 M 层全充满、N 层只有一个电子。下列说法正确的是

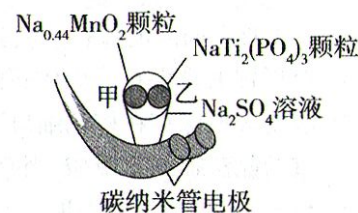


- 电负性:  $Z > Y > X$
  - 简单氢化物沸点:  $Z > Y > X$
  - X、Y、Z 最高价含氧酸根的空间构型相同
  - 该配合物中右端五元环中 X 的杂化方式有  $sp^2$ 、 $sp^3$
- $Na_2FeO_4$  具有强氧化性, 是一种新型的绿色非氯净水消毒剂, 碱性条件下可以稳定存在, 酸性条件下会自身分解生成  $Fe(OH)_3$ 。可用  $Fe(OH)_3$  与 NaClO 在强碱性条件下制取, 某实验小组利用如图所示实验装置, 制取  $Na_2FeO_4$ 。下列说法中错误的是



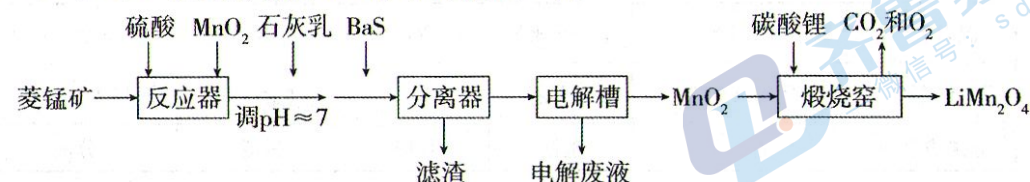
- 洗气瓶 B 中盛有的试剂是饱和食盐水, 用来除去混合气体中的氯化氢
- 实验过程中先打开活塞 A 再打开活塞 C
- 通入氯气的过程中三颈烧瓶中发生反应的离子方程式有:  $Cl_2 + 2OH^- = Cl^- + ClO^- + H_2O$ ,  $2Fe(OH)_3 + 3ClO^- + 4OH^- = 2FeO_4^{2-} + 3Cl^- + 5H_2O$
- 装置 D 的作用是尾气处理

9. 纤维电池的发明为可穿戴电子设备的发展奠定了基础。一种纤维状钠离子电池放电时的总反应为  $\text{Na}_{0.44}\text{MnO}_2 + \text{NaTi}(\text{PO}_4)_3 \rightleftharpoons \text{Na}_{0.44-x}\text{MnO}_2 + \text{Na}_{1+x}\text{Ti}(\text{PO}_4)_3$ , 其反应示意图如图所示。下列说法正确的是



- A. 放电时,  $\text{Na}^+$  向甲电极移动  
 B. 放电时乙电极的电极反应式为  $\text{NaTi}(\text{PO}_4)_3 + x\text{Na}^+ + xe^- \rightleftharpoons \text{Na}_{1+x}\text{Ti}(\text{PO}_4)_3$   
 C. 该电池充电过程中 Mn 元素的化合价升高  
 D. 工作一段时间后溶液中的  $\text{Na}^+$  浓度会大幅度降低

10.  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  作为一种新型锂电池正极材料受到广泛关注。由菱锰矿 ( $\text{MnCO}_3$ , 含有少量 Si、Fe、Ni、Al 等元素) 制备  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  的流程如下:



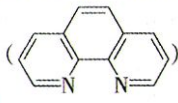
已知:  $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 2.8 \times 10^{-39}$ ,  $K_{sp}[\text{Al}(\text{OH})_3] = 1.3 \times 10^{-33}$ ,  $K_{sp}[\text{Ni}(\text{OH})_2] = 5.5 \times 10^{-16}$ ,  $K_{sp}[\text{NiS}] = 1.0 \times 10^{-21}$ 。

下列说法中错误的是

- A. 加入少量  $\text{MnO}_2$  的作用是将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ , 用  $\text{H}_2\text{O}_2$  替代  $\text{MnO}_2$  效果更佳  
 B. 溶矿反应完成后, 反应器中溶液  $\text{pH} = 4$ , 此时  $c(\text{Fe}^{3+}) = 2.8 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   
 C. 加入少量  $\text{BaS}$  溶液除去  $\text{Ni}^{2+}$ , 生成的沉淀有  $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{NiS}$   
 D. 煅烧窑中, 反应的化学方程式为  $2\text{Li}_2\text{CO}_3 + 8\text{MnO}_2 \xrightarrow{\text{煅烧}} 4\text{LiMn}_2\text{O}_4 + 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$


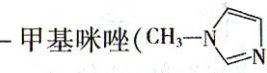
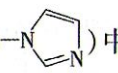
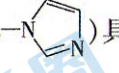
二、选择题: 本题共 5 小题, 每小题 4 分, 共 20 分。每小题有一个或两个选项符合题目要求, 全部选对得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分。

11. 下列对一些事实的原因描述错误的是

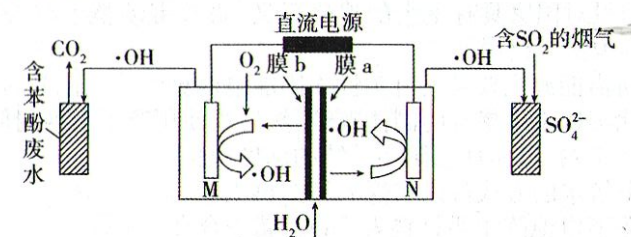
选项	事实	原因
A	通电时充有氙气的霓虹灯发出蓝紫色的光	电子由低能级向高能级轨道跃迁时发出蓝紫色光
B	向新制硫酸亚铁溶液中滴加邻二氮菲 (  ) 溶液, 溶液变为橙红色, 然后再加入酸, 溶液颜色变浅(与加入等量水比较)	与邻二氮菲配位能力: $\text{H}^+ > \text{Fe}^{2+}$
C	在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{K}_2\text{S}$ 溶液中滴加少量等浓度的 $\text{ZnSO}_4$ 溶液, 再加入少量等浓度的 $\text{CuSO}_4$ 溶液, 先产生白色沉淀, 后产生黑色沉淀	$K_{sp}(\text{ZnS}) > K_{sp}(\text{CuS})$
D	室温下, 用 pH 试纸分别测定浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 和 $\text{NaHSO}_3$ 两种溶液的 pH, $\text{pH}(\text{Na}_2\text{SO}_3) > \text{pH}(\text{NaHSO}_3)$	$\text{HSO}_3^-$ 结合 $\text{H}^+$ 能力比 $\text{SO}_3^{2-}$ 的弱

12. 咪唑为五元芳香杂环化合物, 且分子中环上原子位于同一平面内, 该类化合物在医学上有着重要的用途。如: 咪唑 () 和 4-甲基咪唑 () 都是合成医药中间体

的重要原料, 下列有关说法正确的是

- A. 咪唑 () 和 4-甲基咪唑 ()  $\sigma$  键之比为 3:2  
 B. 1 号 N 与 2 号 N 相比, 1 号 N 更容易与  $\text{Cu}^+$  形成配位键  
 C. 4-甲基咪唑 () 中 C 原子与 N 原子杂化方式相同  
 D. 4-甲基咪唑 () 具有碱性, 可以与盐酸反应生成相应的盐

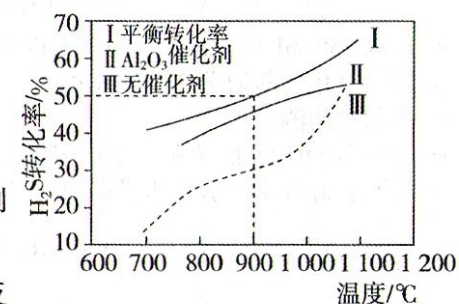
13. 在直流电源作用下, 双极膜中间层中的  $\text{H}_2\text{O}$  解离为  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$ , 利用双极膜电解池产生强氧化性的羟基自由基 ( $\cdot\text{OH}$ ), 处理含苯酚废水和含  $\text{SO}_2$  的烟气的工作原理如图所示。下列说法正确的是



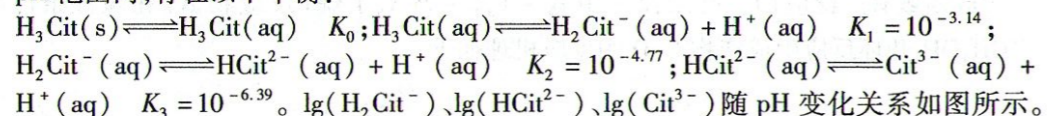
- A. 电势: M 电极  $>$  N 电极  
 B. 阳极电极反应式为  $\text{OH}^- - e^- \rightleftharpoons \cdot\text{OH}$   
 C. 每处理 9.4 g 苯酚, 理论上 有 2.8 mol  $\text{H}^+$  透过膜 a  
 D. 若  $\cdot\text{OH}$  只与苯酚和  $\text{SO}_2$  反应, 每处理 1 mol 苯酚同时处理 7 mol  $\text{SO}_2$

14. 两个均充有  $\text{H}_2\text{S}$  的刚性密闭容器, 起始压强均为  $p \text{ kPa}$ , 以温度、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  催化剂为条件变量, 进行实验:  $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$ , 反应相同时间, 结果如图所示。下列说法错误的是

- A. 该反应为吸热反应  
 B.  $900 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t \text{ s}$  后达平衡,  $\text{S}_2$  的平均生成速率为  $\frac{1}{2t} p \text{ kPa} \cdot \text{s}^{-1}$   
 C.  $1100 \text{ }^\circ\text{C}$ , 曲线 II、III 重合, 说明  $\text{Al}_2\text{O}_3$  催化剂失去活性  
 D.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  催化剂使得正反应的活化能小于逆反应的活化能



15. 柠檬酸( $H_3Cit$ )是一种重要的三元有机中强酸。常温下,随着 NaOH 固体加入,一定 pH 范围内,存在以下平衡:

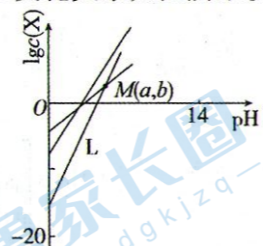


$\lg(H_2Cit^-)$ 、 $\lg(HCit^{2-})$ 、 $\lg(Cit^{3-})$  随 pH 变化关系如图所示。

- 下列说法错误的是  
A. 随 pH 变化增大,  $H_3Cit(aq)$  的浓度不变  
B. 直线 L 表示  $\lgc(HCit^{2-})$  的变化情况

C.  $a = -\frac{1}{2}\lg K_2 K_3$

D. M 点溶液:  $c(Na^+) > 2c(HCit^{2-}) + 4c(Cit^{3-})$



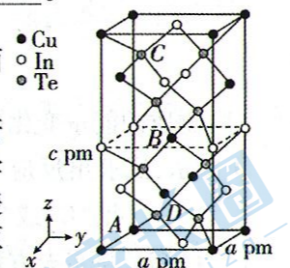
三、非选择题: 本题共 5 小题, 共 60 分。

16. (12 分) 含铜物质在生产生活中有着广泛应用。回答下列问题:

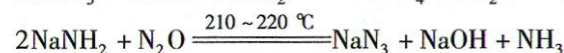
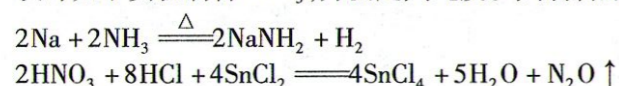
- (1) 基态 Cu 原子的电子所占据的最高能层符号为 \_\_\_\_\_;  
(2)  $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$  的 H—N—H 键角 \_\_\_\_\_ (填“>”“=”或“<”)  $NH_3$  的 H—N—H 键角。  $NF_3$  与  $NH_3$  具有相同的空间构型, 但  $NF_3$  不易与  $Cu^{2+}$  形成配离子, 理由是 \_\_\_\_\_。

(3)  $Cu^{2+}$  可形成  $[Cu(en)_2NH_3](BF_4)_2$ , 其中 en 代表  $H_2N-CH_2-CH_2-NH_2$ 。该化合物分子中 VSEPR 模型为四面体的非金属原子共有 \_\_\_\_\_ 个。

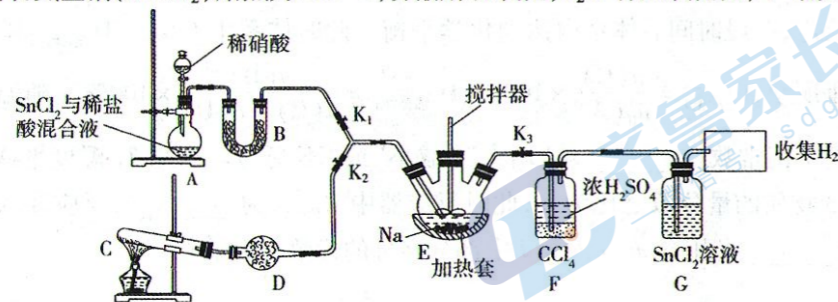
(4) 一种由 Cu、In、Te 组成的晶体属四方晶系, 晶胞参数如图所示, 晶胞棱边夹角均为  $90^\circ$ , 晶体中 Te 原子填充该晶体的化学式为 \_\_\_\_\_。以晶胞参数为单位长度建立的坐标系可以表示晶胞中各原子的位置, 称为原子的分数坐标, 如 A 点、B 点原子的分数坐标分别为  $(0, 0, 0)$ 、 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ , 则 C 点原子的分数坐标为 \_\_\_\_\_; 晶胞密度 = \_\_\_\_\_  $g \cdot cm^{-3}$ 。(设阿伏加德罗常数的值为  $N_A$ , 用含  $a$ 、 $c$ 、 $N_A$  的代数式表示)。



17. (12 分) 叠氮化钠( $NaN_3$ )是一种无色六角形晶体, 易溶于水, 微溶于乙醇, 是一种防腐剂和试剂, 在有机合成和汽车行业也有重要应用。某兴趣小组根据其制备原理, 设计如下实验制备  $NaN_3$ , 并测定其纯度。其制备原理如下:



查阅资料: 氨基钠( $NaNH_2$ )熔点为  $208^\circ C$ , 易潮解和氧化;  $N_2O$  有强氧化性, 不与酸、碱反应。



I. 叠氮化钠( $NaN_3$ )的制备

实验步骤如下:

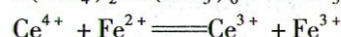
- 第一步检查装置的气密性;  
第二步氨基钠( $NaNH_2$ )的制备;  
第三步关闭  $K_2$ , 打开  $K_1$ 、 $K_3$ , 将加热套温度调整为  $215^\circ C$  左右, 打开分液漏斗活塞, 通入制得的  $N_2O$ , 制备叠氮化钠( $NaN_3$ );  
第四步实验结束……

回答下列问题:

- (1) B 装置所盛试剂为 \_\_\_\_\_, C 装置中发生的化学方程式为 \_\_\_\_\_。  
(2) 第二步  $NaNH_2$  制备操作中打开  $K_2$ 、 $K_3$ , 首先加热的装置是 \_\_\_\_\_ (填“C”或“E”), F 装置中浓硫酸的作用是 \_\_\_\_\_。  
(3) 实验时 G 中生成  $SnO_2 \cdot xH_2O$  沉淀, 反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_。  
(4) 产品冷却后, 先加水溶解, 再加入乙醇搅拌, 然后过滤, 洗涤, 干燥, 洗涤的具体操作为 \_\_\_\_\_。

II. 叠氮化钠( $NaN_3$ )纯度的测定

(5) 称取  $2.0 g$  产品, 配成  $100 mL$  溶液。取  $10.00 mL$  溶液于锥形瓶中, 加入  $0.1000 mol \cdot L^{-1} (NH_4)_2Ce(NO_3)_6$  溶液  $40.00 mL$ , 充分反应后, 再用  $0.1000 mol \cdot L^{-1} (NH_4)_2Fe(SO_4)_2$  标准溶液滴定过量的  $Ce^{4+}$ , 终点时消耗标准溶液  $10.00 mL$ 。相关反应如下(假设杂质均不参与反应):

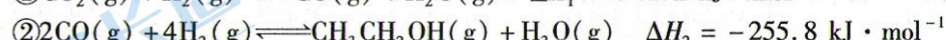


产品中叠氮化钠的纯度为 \_\_\_\_\_。

18. (12 分) 工业的快速发展消耗了大量不可再生的传统化石能源, 如煤炭、石油等, 显著增加了二氧化碳的不可逆排放, 导致了资源枯竭和环境问题。

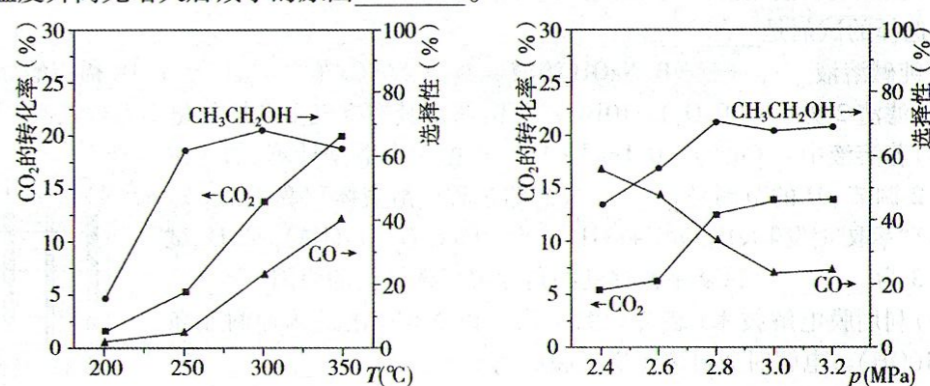
I. 二氧化碳加氢制乙醇是实现“双碳经济”的有效途径之一。

(1) 其涉及主要反应如下:

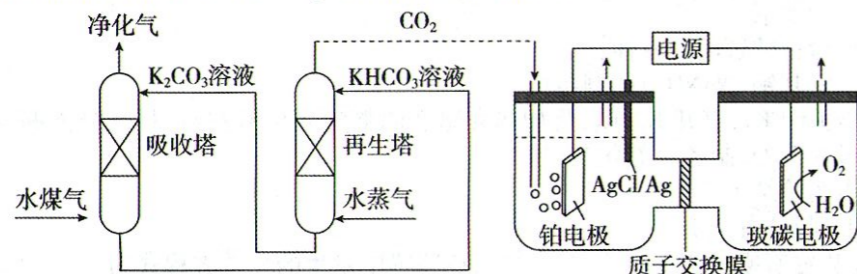


写出二氧化碳加氢制乙醇的热化学反应方程式 \_\_\_\_\_。

(2) 下图为某催化剂催化下反应相同时间,  $CO$ 、 $CH_3CH_2OH$  选择性和  $CO_2$  转化率随温度压强变化曲线, 则应选择的最佳反应条件为 \_\_\_\_\_; 请解释  $CH_3CH_2OH$  的选择性随温度升高先增大后减小的原因 \_\_\_\_\_。



II. 一种脱除和利用水煤气中 CO<sub>2</sub> 方法的示意图如下:

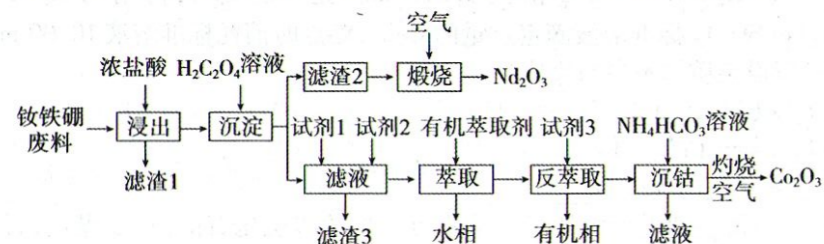


(3) 某温度下,吸收塔中溶液吸收一定量的 CO<sub>2</sub> 后,  $c(\text{CO}_3^{2-}) : c(\text{HCO}_3^-) = 1 : 2$ , 则该溶液的 pH = \_\_\_\_\_ (该温度下的 H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 的  $K_{a1} = 4.6 \times 10^{-7}$ ,  $K_{a2} = 5.0 \times 10^{-11}$ )。

(4) 再生塔中产生 CO<sub>2</sub> 的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

(5) 利用电化学原理,将 CO<sub>2</sub> 电催化还原为 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, 其电极反应式为 \_\_\_\_\_。

19. (12 分) 钕铁硼 (NdFeB) 磁铁因其超强的磁性被誉为“永磁之王”。已知某钕铁硼废料中主要成分为 Nd、Fe、Co、Al、Mn 等金属单质,还含有不溶于水和盐酸的硼、硅酸盐及硫化物。以下为一种利用钕铁硼废料制取 Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的工艺流程:



已知:①钕的活动性较强,能与酸发生置换反应,其稳定的化合价为 +3 价。

②某些金属氢氧化物沉淀完全(沉淀完全的离子浓度  $\leq 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ) 时的 pH 如下表所示:

沉淀	Al(OH) <sub>3</sub>	Fe(OH) <sub>3</sub>	Co(OH) <sub>2</sub>	Fe(OH) <sub>2</sub>	Mn(OH) <sub>2</sub>	Nd(OH) <sub>3</sub>
沉淀完全时的 pH	5.2	3.2	9.4	9.5	10.1	8.5

回答下列问题:

(1) 写出钴 (Co) 元素在元素周期表中的位置 \_\_\_\_\_。

(2) 铁硼废料浸出前需“预处理”,粉碎后,再除去表面的矿物油污。除去矿物油污可以选择的试剂是 \_\_\_\_\_。

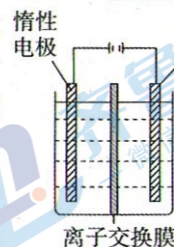
A. 纯碱溶液      B. NaOH 溶液      C. 苯      D. 稀硫酸

(3) 滤渣 2 为 Nd<sub>2</sub>(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O 晶体,写出其在空气中煅烧的化学方程式 \_\_\_\_\_。

(4) 若溶液中  $c(\text{Co}^{2+}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 根据表中数据计算,加入试剂 2 调节 pH 的范围是 \_\_\_\_\_ (忽略过程中溶液体积变化)。

(5) “萃取”时发生反应:  $\text{Co}^{2+} + n(\text{HA})_2 \rightleftharpoons \text{CoA}_2 \cdot (n-1)(\text{HA})_2 + 2\text{H}^+$ , 试剂 3 为 \_\_\_\_\_, 试从平衡移动的角度解释选择它的原因 \_\_\_\_\_。

(6) 利用膜电解技术(装置如图所示),以 NdCl<sub>3</sub> 溶液为原料制备 Nd(OH)<sub>3</sub>, 电解时通过离子交换膜的离子主要为 \_\_\_\_\_。



20. (12 分) 环氧化物是一类重要的有机活性中间体,能与多种试剂发生反应,在有机化学合成领域有广泛应用。已知:2-甲基-1,2-环氧丁烷(反应物 A) 在碱性条件下与 CH<sub>3</sub>OH 开环反应生成产物 C、D 的反应机理如下。

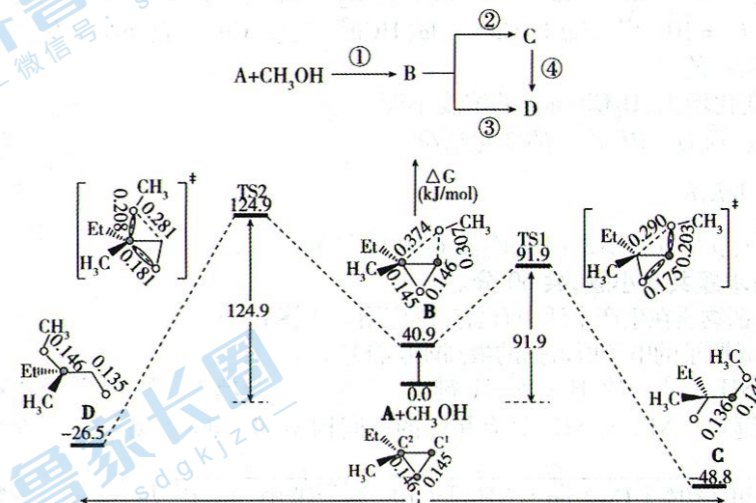


图 I 碱性条件下 2-甲基-1,2-环氧丁烷开环反应历程及能量变化  
相对能量: kJ/mol; 键长: nm

(1) 物质的能量变化也可用  $\Delta G$  表示 ( $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ , 设  $\Delta H$  和  $\Delta S$  不随温度变化) 如图 I 所示, 试求出反应③的  $\Delta G =$  \_\_\_\_\_ kJ/mol, 从相对能量角度分析, 优势产物是 \_\_\_\_\_ (填“C”或“D”)。

(2) 已知范特霍夫方程  $\Delta G = -RT \ln K$  ( $R$  为常数,  $T$  为温度,  $K$  为平衡常数), 图 II 为不同温度下反应②和③达平衡后  $\ln K$  与  $\frac{1}{T}$  的关系, 表示反应②的曲线是 \_\_\_\_\_ (填“L<sub>1</sub>”或“L<sub>2</sub>”)。

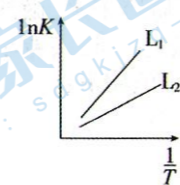


图 II

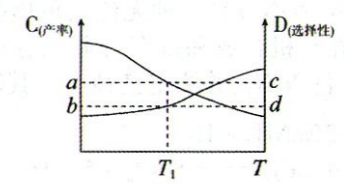


图 III

(3) 在某温度下,向反应器中加入等物质的量的 A 和 CH<sub>3</sub>OH, 在碱性条件下发生上述系列反应,一段时间后体系内达到化学平衡。此时体系中 C<sub>(产率)</sub>、D<sub>(选择性)</sub> 随温度变化如图 III 所示,  $C_{(产率)} = \frac{n(C)}{n_0(A)} \times 100\%$ 、 $D_{(选择性)} = \frac{n(D)}{n(C) + n(D)} \times 100\%$ 。随温度升高反应④的平衡常数 \_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”)。已知 T<sub>1</sub> 温度平衡体系中 A 与 B 的物质的量分数之比为 m, 此时反应器中 D<sub>(产率)</sub> 为 \_\_\_\_\_, 反应③的平衡常数 K<sub>x</sub> 为 \_\_\_\_\_ (用含 m、a、b、c、d 中部分字母的代数式表示)。