

化 学

全卷满分 100 分,考试时间 75 分钟。

注意事项:

1. 答题前,先将自己的姓名、准考证号填写在试卷和答题卡上,并将条形码粘贴在答题卡上的指定位置。
2. 请按题号顺序在答题卡上各题目的答题区域内作答,写在试卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。
3. 选择题用 2B 铅笔在答题卡上把所选答案的标号涂黑;非选择题用黑色签字笔在答题卡上作答;字体工整,笔迹清楚。
4. 考试结束后,请将试卷和答题卡一并上交。

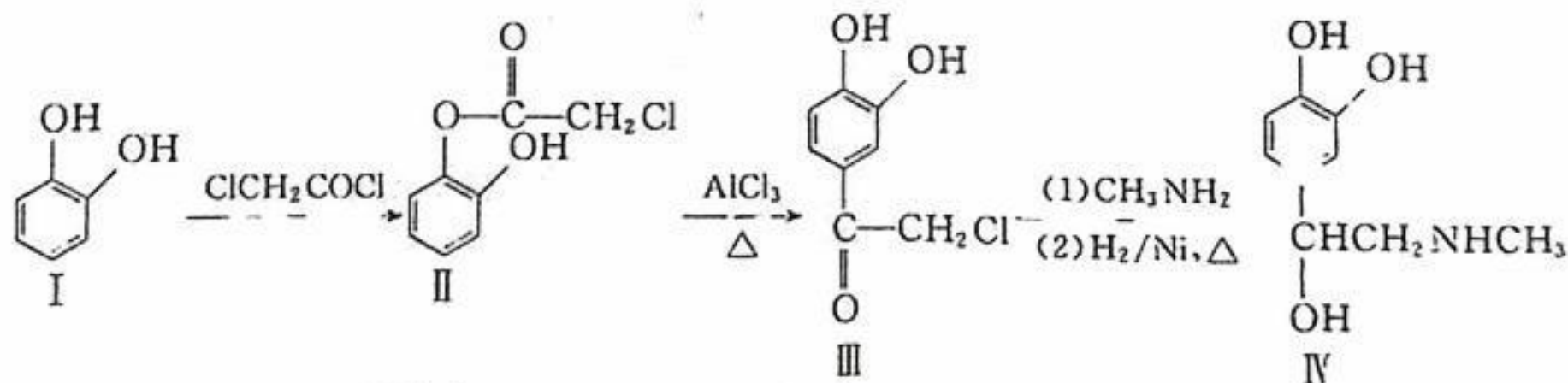
可能用到的相对原子质量:Be 9 O 16 S 32 Cl 35.5 Cu 64

一、选择题:本题共 10 小题,每小题 4 分,共 40 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

1. 高分子物质在生产、生活中应用广泛。下列说法错误的是

- A. 聚乳酸($\text{HO}-\left[\text{C}(\text{O})-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{O}\right]_n\text{H}$)是一种可以被微生物降解的高分子材料
- B. 低密度聚乙烯(LDPE)比高密度聚乙烯(HDPE)支链少、软化温度高
- C. 高分子分离膜已广泛用于海水淡化、果汁浓缩、药物提纯、血液透析等领域
- D. 淀粉是相对分子质量可达到几十万的天然有机高分子物质,属于非还原糖

2. 药物Ⅲ的合成和性质如图所示。下列说法正确的是

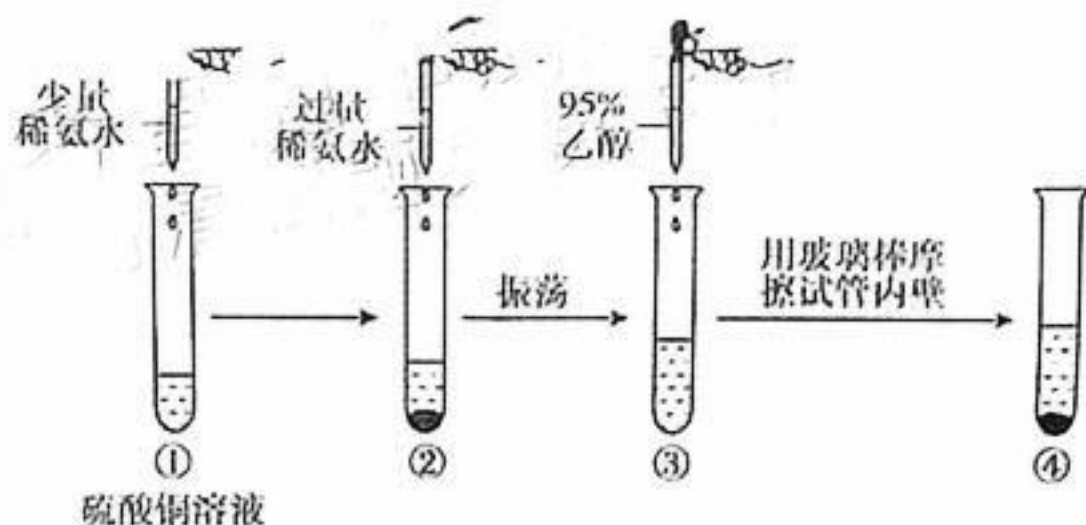


- A. 1 mol 化合物 Ⅱ 最多能与 3 mol NaOH 反应
- B. 化合物 Ⅲ 分子中最多有 17 个原子共平面
- C. 化合物 Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ 分子中均无手性碳原子
- D. 化合物 Ⅲ 是 Ⅱ 的同系物,Ⅲ 到 Ⅳ 的第(2)步反应为加成反应

3. 一种可为人体补充能量的物质的分子结构如图所示。R、W、Z、X、Y 为原子序数依次增大的短周期主族元素，Y 和 Z 同族。

下列说法错误的是

- A. 第一电离能： $Z > X > W$
 B. 沸点： $ZR_3 > YR_3$
 C. 键长： $X-W > Z-W > W-W > W-R > W$
 D. ZX_3 、 YX_3 的空间结构分别为平面三角形、正四面体形
4. $[Cu(NH_3)_4]SO_4 \cdot H_2O$ 是一种应用极其广泛的配合物，用试管制取该配合物的过程如图所示。

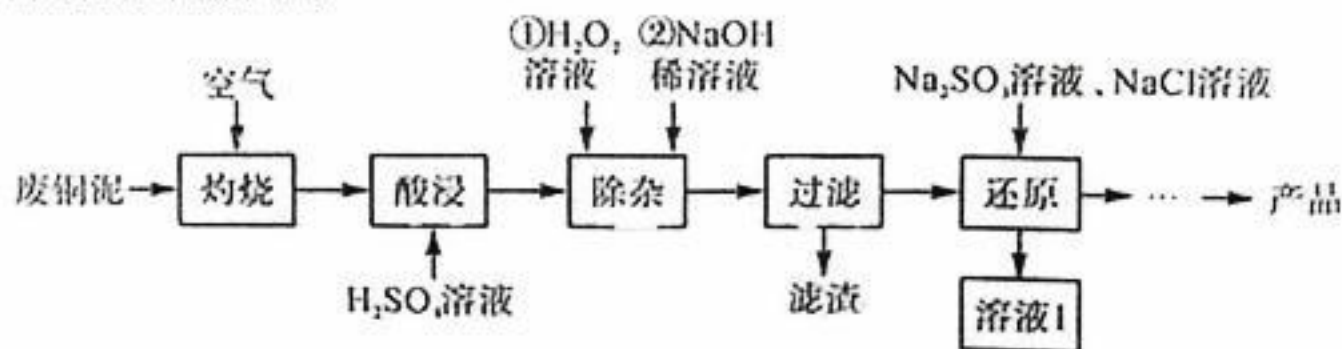


该过程中涉及的反应有：

- i. $[Cu(H_2O)_4]^{2+} + 2NH_3 \cdot H_2O = Cu(OH)_2 \downarrow + 2NH_4^+ + 4H_2O$
 ii. $Cu(OH)_2 + 4NH_3 \cdot H_2O = [Cu(NH_3)_4]^{2+} + 2OH^- + 4H_2O$
 iii. $[Cu(NH_3)_4]^{2+} + SO_4^{2-} + H_2O = [Cu(NH_3)_4]SO_4 \cdot H_2O \downarrow$

下列说法错误的是

- A. $CuSO_4$ 溶液可用来实验室制取乙炔时除去乙炔中可能混有的 H_2S 等杂质
 B. $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$ 、 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 的配位数均为 4
 C. 该实验说明配体与 Cu^{2+} 的配位能力： $NH_3 > OH^- > H_2O$
 D. $[Cu(NH_3)_4]SO_4 \cdot H_2O$ 晶体中存在的化学键有：配位键、离子键、极性键和氢键
5. $CuCl$ 难溶于水，在空气中易被氧化。工业上以废铜泥[含 CuS 、 $Cu_2(OH)_2CO_3$ 、 Fe 等]为原料制备 $CuCl$ 的流程如图所示。

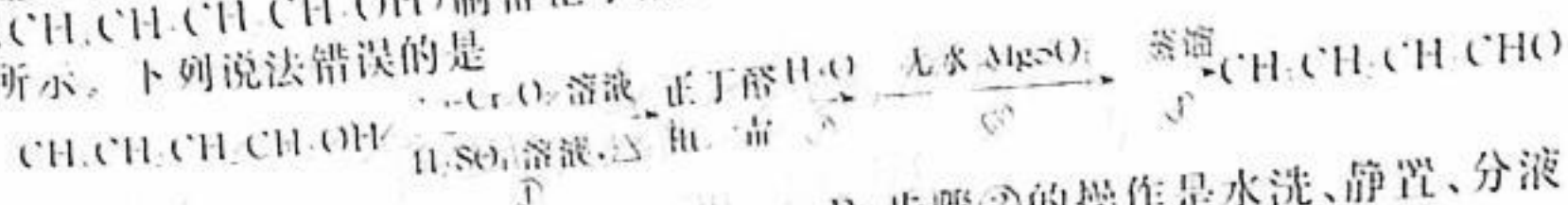


下列说法错误的是

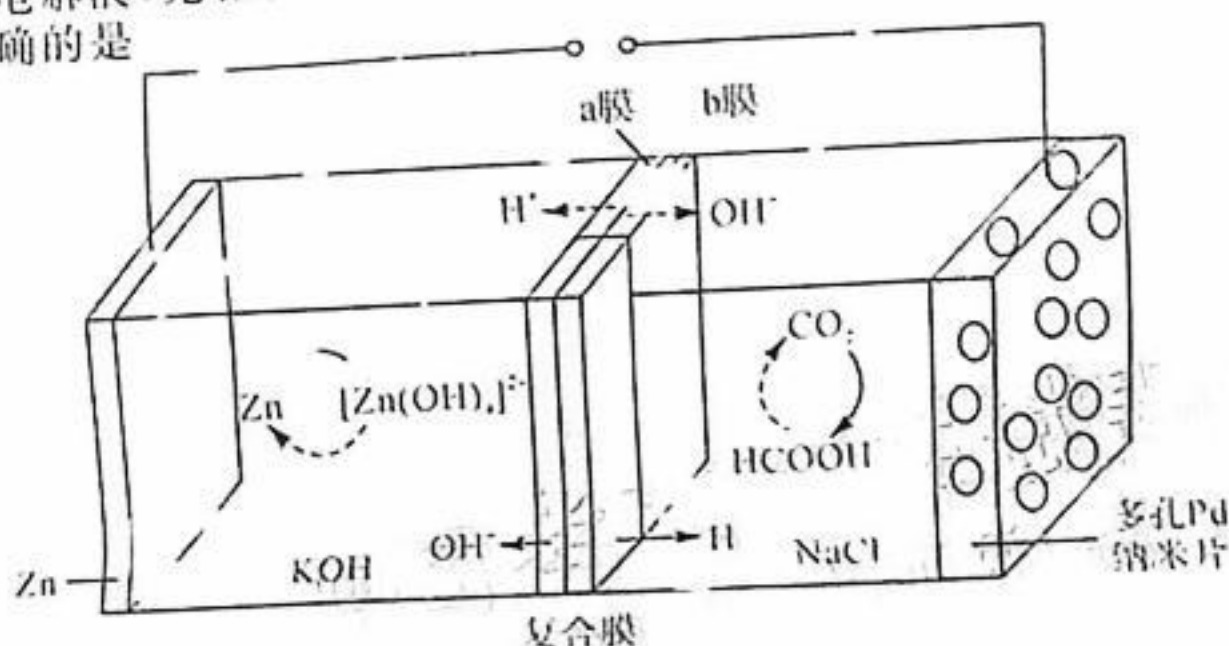
- A. “灼烧”不充分会降低 $CuCl$ 的产率
 B. “酸浸”后，溶液中含有三种金属离子
 C. “除杂”步骤中，为了使沉淀完全，加氢氧化钠溶液须过量
 D. “还原”步骤中，发生反应的离子方程式为

$$2Cu^{2+} + SO_3^{2-} + 2Cl^- + H_2O = 2CuCl \downarrow + SO_4^{2-} + 2H^+$$
6. 二氧化氯(ClO_2)是一种黄绿色气体，被国际上公认为安全、低毒的绿色消毒剂，可用于自来水消毒。实验室制取 ClO_2 的反应为 $H_2C_2O_4 + 2KClO_3 + H_2SO_4 = 2ClO_2 \uparrow + 2CO_2 \uparrow + K_2SO_4 + 2H_2O$ 。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是
- A. 标准状况下，33.6 L CO_2 中的 σ 键电子数为 $6N_A$
 B. 1 mol ClO_3^- 的中心原子上的孤电子对数为 $2N_A$
 C. 1 L 1 mol $\cdot$ L $^{-1}$ $H_2C_2O_4$ 溶液中含有的 H^+ 数目为 $2N_A$
 D. 每生成 135 g ClO_2 ，该反应转移电子数为 $4N_A$

7. 在一定温度和压强下, 发生如下两个反应:
- 反应 I: $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 平衡常数 K_1 (反应 I)
- 反应 II: $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CH}_4(\text{g})$ 平衡常数 K_2 (反应 II)
- K_1 是以平衡物质的量分数代替平衡浓度计算的平衡常数。
- 下列说法错误的是
- A. 仅发生反应 I 时, 若 C_2H_6 的平衡转化率为 25%, 则 K_1 (反应 I) = 0.067
- B. 达到平衡时, 加入高效催化剂有利于增大 K_1
- C. 反应 I 和反应 II 均为氧化还原反应
- D. 工业上常常选择通入适量的热空气, 这种做法有利于提供反应所需的热量
8. 正丁醇($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$)制备正丁醛($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$, 微溶于水, 易溶于乙醇)的流程如图所示。下列说法错误的是



- A. 步骤①中正丁醇被氧化
- B. 步骤②的操作是水洗、静置、分液
- C. 无水 MgSO_4 的作用是吸附正丁醛
- D. 蒸馏时应使用直形冷凝管
9. 我国科学家研发的水系可逆 $\text{Zn}-\text{CO}_2$ 电池可吸收利用 CO_2 , 将两组阴离子、阳离子复合膜反向放置分隔两室电解液, 充、放电时, 复合膜间的 H_2O 解离成 H^+ 和 OH^- , 工作原理如图所示。下列说法正确的是



- A. 放电时, 左室溶液的 pH 升高
- B. 充电时, 双极膜解离出的 H^+ 移向多孔 Pd 纳米片电极
- C. 放电时, 当有 1 mol CO_2 参加反应, 双极膜中解离的水为 1 mol
- D. 放电时, 总反应为 $\text{Zn} + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^- \rightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + \text{HCOOH}$
10. 常温下 Mg^{2+} 在不同 pH 的 Na_2CO_3 体系中的可能产物如图所示。图 1 中曲线表示 Na_2CO_3 体系中各含碳粒子的物质的量分数与 pH 的关系。图 2 中, 曲线 I 的离子浓度关系符合 $c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c(\text{OH}^-) = K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2]$, 曲线 II 的离子浓度关系符合 $c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) = K_{sp}(\text{MgCO}_3)$ 。起始 $c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 不同 pH 下 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 由图 1 得到。

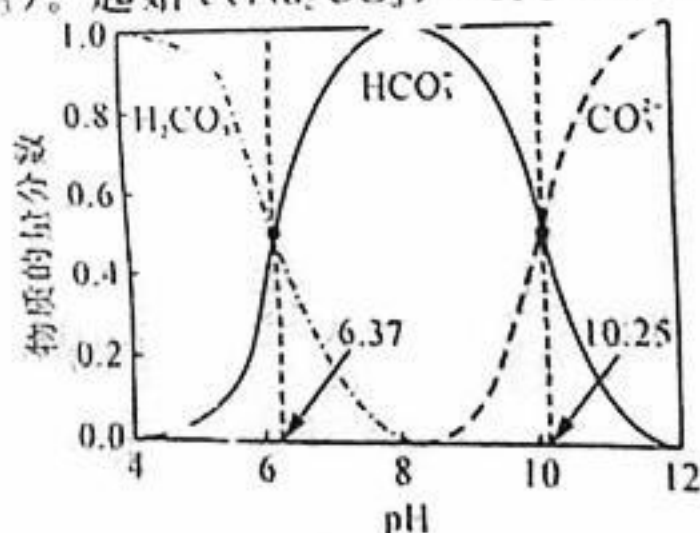


图 1

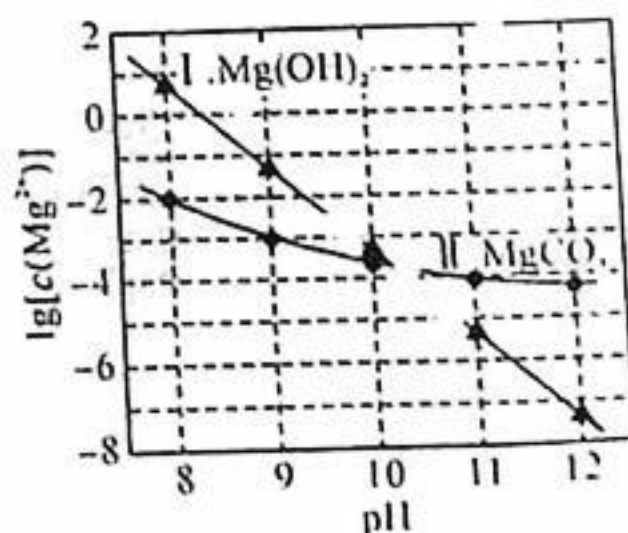


图 2

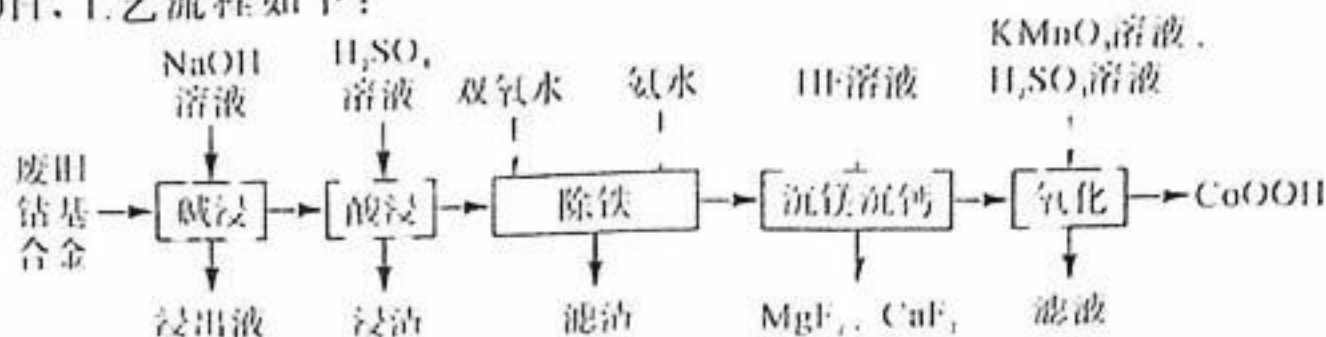
下列说法错误的是

- A. $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 10^{-6.37}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 10^{-10.25}$
- B. 初始状态 $\text{pH} = 11$, $\lg c(\text{Mg}^{2+}) = -6$ 时, 无沉淀生成
- C. 初始状态 $\text{pH} = 9$, $\lg c(\text{Mg}^{2+}) = -2$ 时, 平衡后溶液中:
- $c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) < 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. 初始状态 $\text{pH} = 8$, $\lg c(\text{Mg}^{2+}) = -1$ 时, 发生的反应为 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$

二、非选择题：本题共 4 小题，共 60 分。

11. (14 分) 用废旧钴基合金(主要成分为 CoO ，还含有 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 PbO 、 CaO 、 MgO 等)

制备 CoOOH ，工艺流程如下：



已知：①该工艺条件下， H_2O_2 、 Fe^{3+} 不能氧化 Co^{2+} 。溶液中相关离子开始沉淀和沉淀完全的 pH 如下表所示：

金属离子	Fe^{3+}	Co^{2+}	Mg^{2+}
开始沉淀的 pH	7.6	7.6	7.8
沉淀完全的 pH	9.6	9.2	8.8

②常温下， $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 2.7 \times 10^{-38}$ ， $K_{sp}(\text{MgF}_2) = 9.0 \times 10^{-11}$ 。

③ $\lg 3 \approx 0.5$ 。

回答下列问题：

(1) 基态 Co^{2+} 的价层电子的轨道表示式为

(2) “碱浸”时， Al_2O_3 与 NaOH 溶液反应的化学方程式为

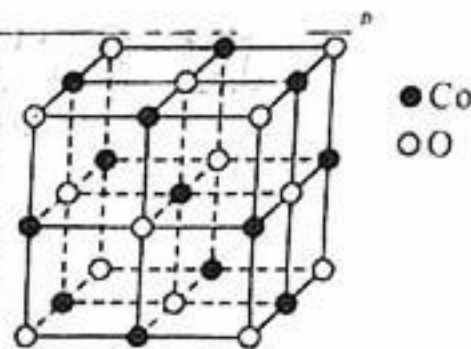
(3) “浸渣”的化学成分是 CaSO_4 、

(4) “除铁”时，若需要将 Fe^{3+} 的浓度降低到 $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则需控制溶液的 pH 范围是 (保留 1 位小数)。

(5) 若“沉镁”后的溶液中 $c(\text{HF}) = c(\text{Mg}^{2+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，溶液的 $\text{pH} = 6$ ，则 HF 的电离常数 $K(\text{HF}) =$ 。

(6) “氧化”时发生反应的离子方程式为

(7) Co 的某种氧化物的立方晶胞如图所示，已知钴原子半径为 $a \text{ pm}$ ，氧原子半径为 $b \text{ pm}$ ，它们在晶体中是紧密接触的。钴原子填充在氧原子形成的 (填“正八面体”“正四面体”或“立方体”) 空隙中。该氧化物中 Co 的配位数是。在该钴的氧化物晶体中原子的空间利用率为 (用含 a 、 b 的计算表达式表示)。



12. (15 分) 某实验小组以粗铍(含少量的 Mg 、 Fe 、 Al 、 Cu 、 Si 等)为原料制备、提纯 BeCl_2 ，并测定产品中 BeCl_2 的含量。利用如图所示装置(夹持装置略)制取 BeCl_2 ，实验开始前先通入一段时间的氯气。

已知：① HCl 能溶于乙醚。乙醚沸点为 34.5°C 。

② BeCl_2 溶于乙醚，不溶于苯，易发生水解。

③ AlCl_3 溶于乙醚和苯； FeCl_2 、 MgCl_2 不溶于乙醚和苯。

④ $\text{Be} + 2\text{HCl} = \text{BeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ 为放热反应。

回答下列问题：

(1) 根据周期表中的“对角线规则”， Be 和 Al 在一些化学性质上具有相似性。下列有关铍和铝的叙述正确的有 (填标号)。

A. 都属于 p 区元素

B. 电负性都比镁大

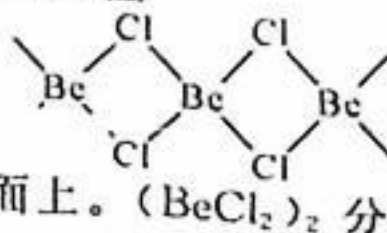
C. 单质都能与氢氧化钠溶液反应

D. 氧化物、氢氧化物都具有两性

(2) 氯化铍在气态时存在 BeCl_2 分子和二聚分子 $[(\text{BeCl}_2)_2]$ ，固态时则具有如图所示的链状结构。

① BeCl_2 分子属于 分子(填“极性”或“非极性”)。

② $(\text{BeCl}_2)_2$ 分子中 Be 原子的杂化方式相同，且所有原子都在同一平面上。 $(\text{BeCl}_2)_2$ 分子的结构式为



③ 固态时链状结构中 Be 原子的杂化方式为。

(3) 装置 A 中方框内的仪器 M 应为 _____ (填标号)。

a. 直形冷凝管 b. 球形冷凝管

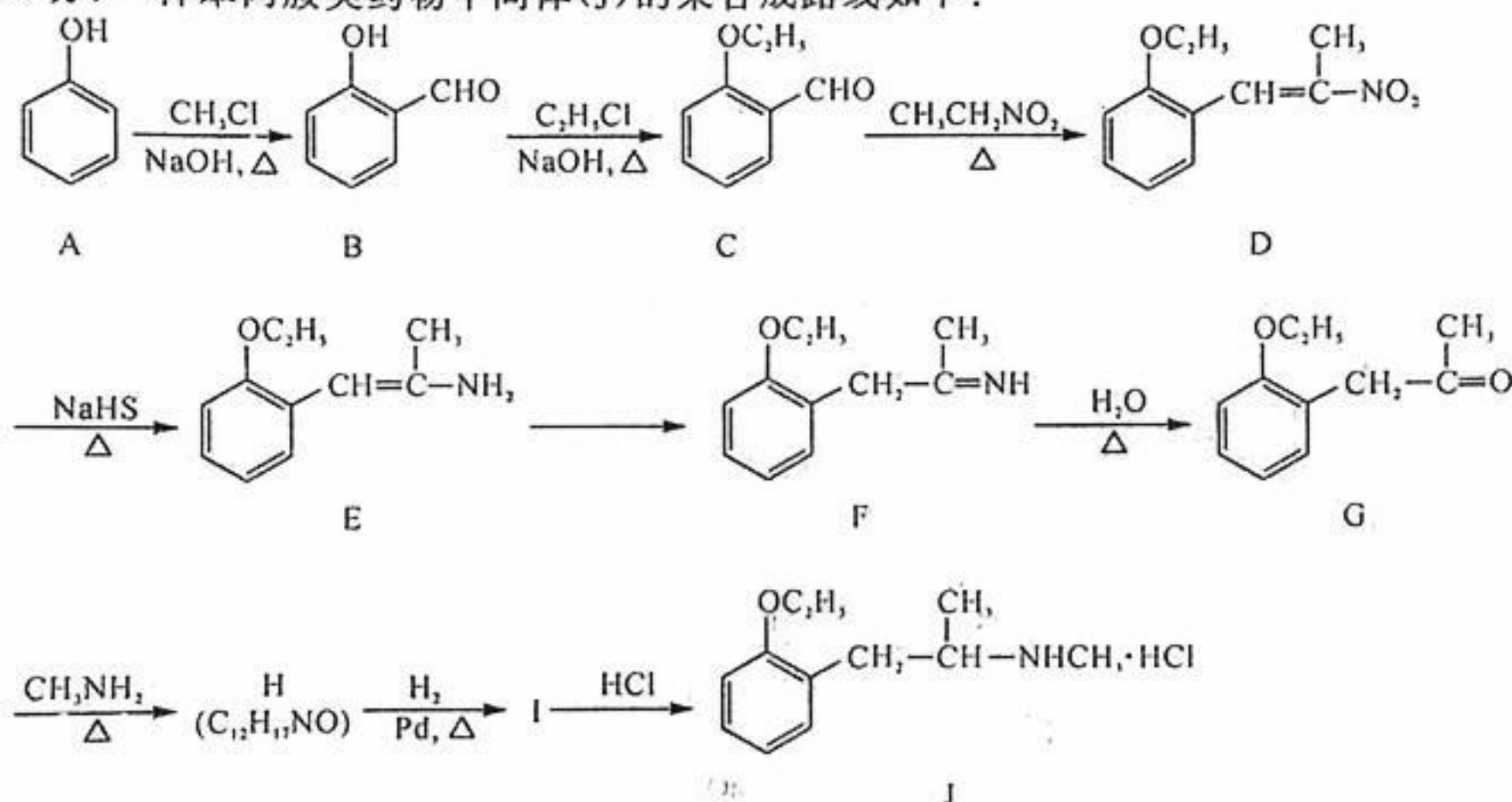
(4) 实验中装置 A 需置于温度 15°C 左右的水浴中, 其主要目的是 _____。

(5) 装置 B 中盛放的试剂是 _____ (填名称)。

(6) 反应后, 装置 A 中 BeCl_2 的乙醚溶液先经过滤除去杂质 _____ (填化学式); 再蒸馏滤液, 将乙醚蒸出, 得到“固体”。为了除去“固体”中的其余杂质, 可采取的操作是 _____。

(7) 取 $a\text{ g}$ 产品溶于盐酸配成 100 mL 溶液; 每次取 20.00 mL 溶液, 加入 EDTA 掩蔽杂质离子, 调节 pH, 过滤、洗涤, 得到 $\text{Be}(\text{OH})_2$ 固体, 加入 $40\text{ mL } 30\% \text{ KF}$ 溶液溶解固体, 滴加酚酞溶液作指示剂, 用 $c\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HCl 溶液滴定其中的 KOH , 重复三次, 平均消耗 HCl 溶液 $V\text{ mL}$ [已知: $4\text{KF} + \text{Be}(\text{OH})_2 = \text{K}_2\text{BeF}_4 + 2\text{KOH}$; 滴定过程中 KF 、 K_2BeF_4 不与 HCl 溶液反应]。产品中 BeCl_2 的纯度为 _____ % (用含 a 、 c 、 V 的代数式表示)。

13. (15 分) 一种苯丙胺类药物中间体(J)的某合成路线如下:



回答下列问题:

(1) B 的化学名称为 _____。

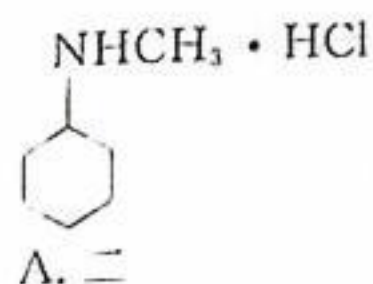
(2) C 中的官能团名称为 _____。

(3) 由 D 生成 E 的反应类型为 _____。

(4) 由 C 生成 D 的化学方程式为 _____。

(5) CH_3NH_2 分子中的氮原子采取的杂化方式为 _____。H 的结构简式为 _____。

(6) 参照上述合成路线, 以 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ 和 CH_3NH_2 为原料 (无机试剂任选), 制备药物中间体



, 需要经过 _____ (填标号) 步反应完成。

A. 二

B. 三

C. 四

D. 五

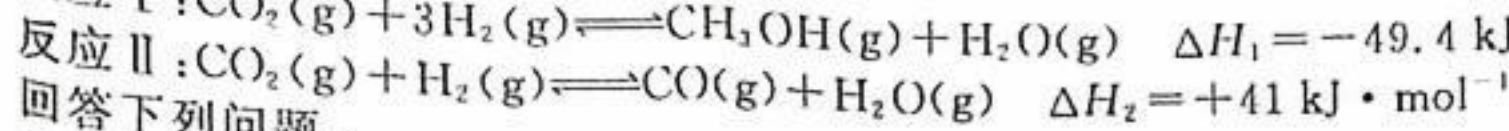
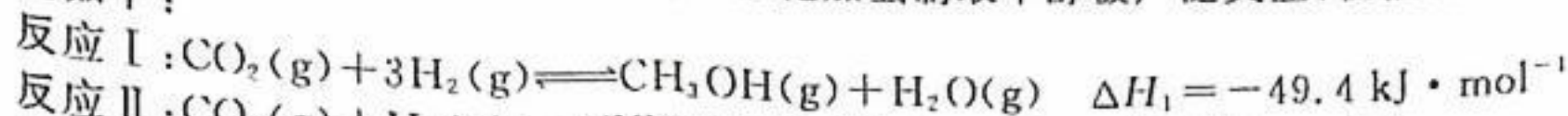
(7) Y 是 F 的同分异构体, 且满足下列条件。Y 的结构简式为 _____。

① 含有对位二取代苯环的结构, 苯环上其中一个取代基为乙基;

② 含有官能团 $-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2$;

③ Y 的核磁共振氢谱有 7 组峰, 且峰面积之比为 3 : 3 : 2 : 2 : 2 : 2 : 1。

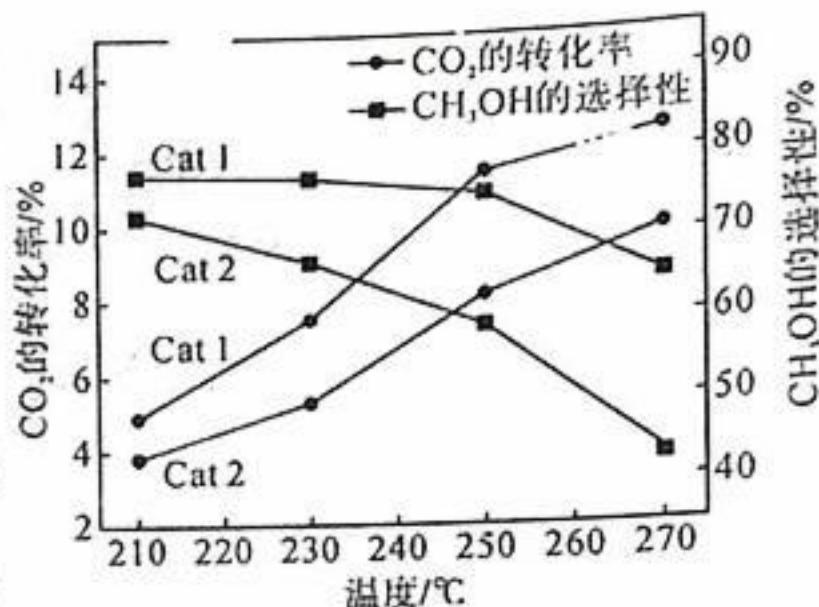
14. (16分) 将二氧化碳转化为高附加值化学品是目前研究的热点之一。甲醇是重要的化工原料和优良的替代燃料, 因此二氧化碳催化加氢制取甲醇被广泛关注, 在催化剂作用下相关反应如下:



回答下列问题:

(1) 反应 $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 的 $\Delta H =$ _____, 该反应自发进行的条件是 _____

(2) 一定条件下向某刚性容器中充入 1 mol CO_2 和 3 mol H_2 发生反应 I 和反应 II, 在不同催化剂 (Cat 1、Cat 2) 下经相同反应时间, CO_2 的转化率和甲醇的选择性 [甲醇的选择性 = $\frac{n(\text{CH}_3\text{OH})}{n(\text{CH}_3\text{OH}) + n(\text{CO})} \times 100\%$] 随温度变化如图所示。

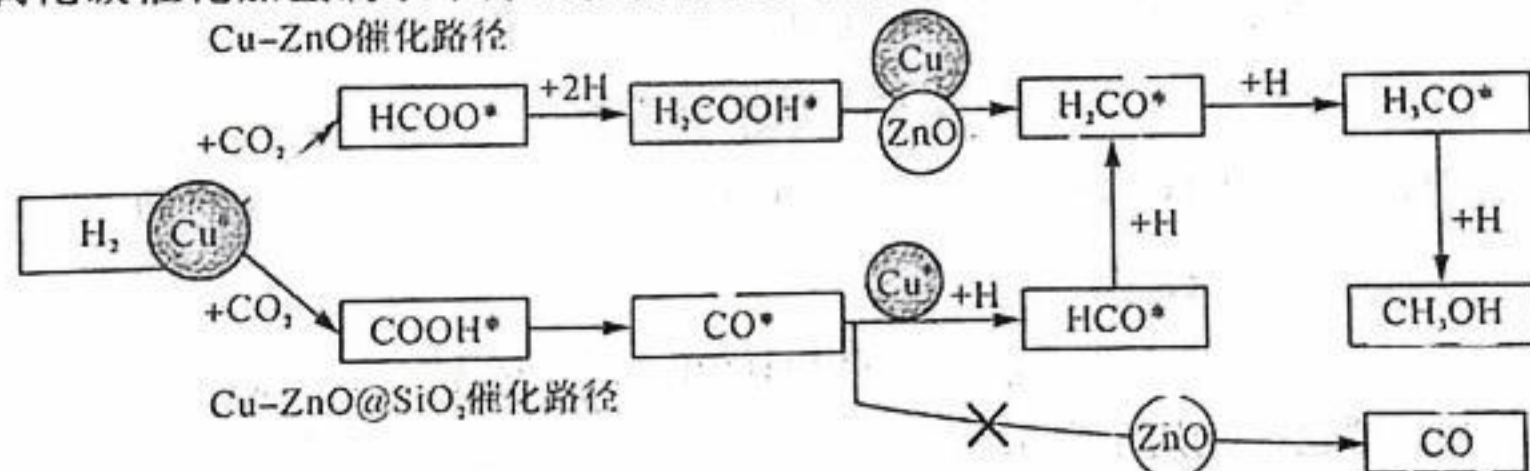


① 由图可知, 催化效果 Cat 1 _____ Cat 2 (填“>”“<”或“=”)。

② 在 210~270 °C 间, CH_3OH 的选择性随温度的升高而下降, 可能的原因是 _____

③ 某条件下, 达到平衡时 CO_2 的转化率为 15%, CH_3OH 的选择性为 80%, 平衡时混合气体的总压为 p kPa, 则 H_2 的平衡转化率为 _____, 平衡时混合气体的总物质的量为 _____, 反应 II 的平衡常数 $K_p =$ _____ (列出计算式。 K_p 为用气体分压表示的平衡常数, 分压 = 总压 $\times$ 物质的量分数)。

(3) 二氧化碳催化加氢制取甲醇的反应机理如图所示。

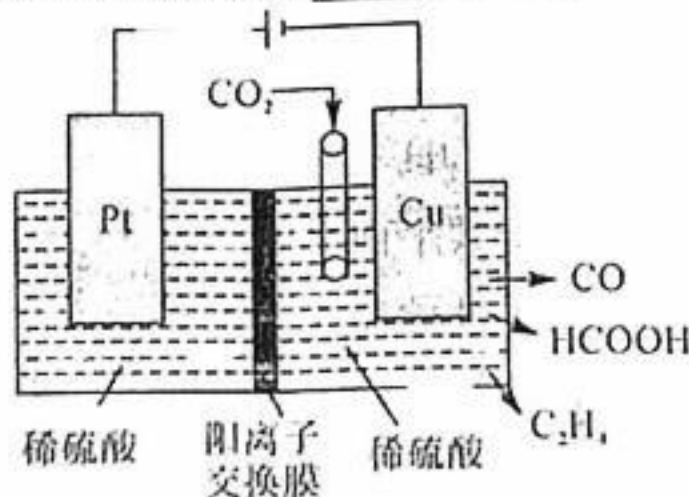


① 使用不同催化剂时, 反应 $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 ΔH : $\Delta H(\text{Cu-ZnO 催化剂})$ _____ $\Delta H(\text{Cu-ZnO@SiO}_2 \text{ 催化剂})$ (填“>”“<”或“=”)。

② _____ 催化剂上主要通过甲酸盐路径加氢生成甲醇。

③ _____ 催化剂中 Cu^+ 抑制了 CO^* 的解吸附, 从而抑制了 CO 的生成。

(4) 用电解法可将 CO_2 转化为多种燃料, 原理如图所示。若阴极上只生成 CO 、 HCOOH 、 C_2H_4 , 且各产物生成速率 (单位: $\text{mol} \cdot \text{min}^{-1}$) 相同, 则相同条件下 Pt 电极上产生的 O_2 与 Cu 电极上产生的 C_2H_4 的体积比为 _____。



参考答案、提示及评分细则

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	B	B	C	D	C	A	B	C	D	D

一、选择题:本题共 10 小题,每小题 4 分,共 40 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

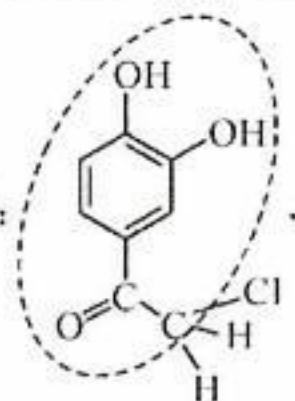
1.【答案】B

【解析】聚乳酸是一种可以被微生物降解的高分子材料,A 正确;低密度聚乙烯(LDPE)在较高压力与较高温度,并在引发剂作用下,使乙烯发生加聚反应得到的,支链较多,软化温度较低,B 错误;高分子分离膜已广泛用于海水淡化、饮用水的制取、果汁浓缩、乳制品加工、药物提纯、血液透析等领域,C 正确;淀粉是相对分子质量可达几十万的天然有机高分子物质,属于非还原糖,D 正确。

2.【答案】B

【解析】化合物 II 中酚酯基(1 mol 酚酯基消耗 2 mol NaOH)、酚羟基、碳氯键均能与氢氧化钠溶液反应,1 mol 化合物 II 最多能与 4 mol NaOH 反应,A 错误;苯环为平面结构,与苯环直接相连的原子与苯环共平面,酮羰

基为平面结构,与羰基中碳原子直接相连的原子共平面,故圈中所有原子可能共平面:



CH₂Cl 中的 2 个 H 原子和 1 个 Cl 原子最多有 1 个能与圈中结构共平面,故化合物 III 分子中最多有 17 个原子共平面,B 正确;化合物 IV 分子中含有 1 个手性碳原子,C 错误;化合物 III 是 II 的同分异构体,D 错误。

3.【答案】C

【解析】Y 可形成 5 个共价键,Z 可形成 3 个共价键,Y 和 Z 同族,Y 的原子序数比 Z 大,则 Z 为 N,Y 为 P。W 可形成 4 个共价键,原子序数比 N 小,则 W 为 C。R 可形成 1 个共价键,原子序数比 C 小,则 R 为 H。X 可形成 2 个共价键,原子序数在 N 和 P 之间,则 X 为 O。综上所述,元素 R、W、Z、X、Y 分别为 H、C、N、O、P。同周期元素从左到右第一电离能有增大趋势,第 II A 族、第 V A 族原子的第一电离能大于同周期相邻元素,故第一电离能: $N > O > C$,A 正确;由于 NH₃ 可形成分子间氢键,而 PH₃ 不能,因此沸点: $NH_3 > PH_3$,B 正确;原子半径: $C > N > O > H$,原子半径越大,键长越长,则键长: $C-C > N-C > O-C > H-C$,C 错误;NO₂ 的中心原子上的价层电子对数为 3,中心原子采取 sp² 杂化,NO₂ 的空间结构为平面三角形。PO₄³⁻ 的中心原子上的价层电子对数为 4,中心原子采取 sp³ 杂化,PO₄³⁻ 的空间结构为正四面体形,D 正确。

4.【答案】D

【解析】CuSO₄ 溶液可用来实验室制取乙炔时除去乙炔中可能混有的 H₂S 等杂质: $H_2S + Cu^{2+} = CuS \downarrow + 2H^+$,A 正确; $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$ 、 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 的配位数均为 4,B 正确;该实验说明配体与 Cu²⁺ 的配位能力: $NH_3 > OH^- > H_2O$,C 正确;氢键属于分子间作用力,不是化学键,D 错误。

5.【答案】C

【解析】“灼烧”不充分,CuS 没有完全转化为 CuO,则会降低 CuCl 的产率,A 正确;酸浸后溶液中的金属离子含有 Cu²⁺、Fe²⁺ 和 Fe³⁺ 三种,B 正确;“除杂”步骤中,加过量的氢氧化钠溶液会提高成本,并且可能生成 Cu(OH)₂ 沉淀,降低 CuCl 的产率,C 错误;“还原”步骤中,发生反应的离子方程式为 $2Cu^{2+} + SO_3^{2-} + 2Cl^- + H_2O = 2CuCl \downarrow + SO_4^{2-} + 2H^+$,D 正确。

6.【答案】A

【解析】1 个 CO₂ 分子中含有 2 个 σ 键和 2 个 π 键,每个 σ 键含有 2 个电子,则标准状况下 33.6 L(即 1.5 mol) CO₂ 中的 σ 键电子数为 6N_A,A 正确;1 个 ClO₂ 的中心原子上有 1 个孤电子对,则 1 mol ClO₂ 的中心原子上的孤电子对数为 N_A,B 错误;H₂C₂O₄ 是弱电解质,在水溶液中存在电离平衡,则 1 L 1 mol·L⁻¹ H₂C₂O₄ 溶液中含有的 H⁺ 数目小于 2N_A,C 错误;由题给化学方程式可知,每生成 2 mol(即 135 g)ClO₂,该反应转移电子数为 2N_A,D 错误。

7.【答案】B

【解析】仅发生反应 I 时,若 C_2H_4 的平衡转化率为 25%,假设 C_2H_4 的起始量为 1 mol,则反应达到平衡时

$$n(C_2H_4)=0.75 \text{ mol}, n(C_2H_6)=n(H_2)=0.25 \text{ mol}, \text{ 则 } K_1(\text{反应 I})=\frac{\frac{0.25}{1.25} \times \frac{0.25}{1.25}}{\frac{0.75}{1.25}}=\frac{1}{15}=0.067, \text{ A 正确; 平}$$

衡常数 K_1 只受温度影响,达到平衡时,加入高效催化剂不能增大 K_1 ,B 错误;反应 I 和反应 II 均为氧化还原反应,C 正确;工业上常常选择通入适量的热空气,相当于加热,有利于提供反应所需的热量,D 正确。

8.【答案】C

【解析】步骤①中正丁醇被氧化,A 正确;步骤②的操作是水洗、静置、分液,B 正确;无水 $MgSO_4$ 的作用是干燥正丁醛,C 错误;蒸馏时应使用直形冷凝管,D 正确。

9.【答案】D

【解析】放电时,左室发生的电极反应为 $Zn-2e^-+4OH^-\rightarrow Zn(OH)_4^{2-}$,左室溶液的 pH 降低,A 错误;充电时,Zn 电极为阴极,多孔 Pd 纳米片为阳极,双极膜解离出的 H^+ 移向 Zn 电极,B 错误;放电时,右室发生的电极反应为 $CO_2+2e^-+2H^+\rightarrow HCOOH$,双极膜中水的电离方程式为 $H_2O\rightleftharpoons H^++OH^-$,当有 1 mol CO_2 参加反应,双极膜中解离的水为 2 mol,C 错误;放电时,总反应为 $Zn+CO_2+2H_2O+2OH^-\rightarrow [Zn(OH)_4]^{2-}+HCOOH$,D 正确。

10.【答案】D

【解析】由图 1 可知,pH=6.37 时, $c(H_2CO_3)=c(HCO_3^-)$, $K_{a1}(H_2CO_3)=\frac{c(H^+)\cdot c(HCO_3^-)}{c(H_2CO_3)}=c(H^+)=10^{-6.37}$

10^{-6.37} pH=10.25 时, $c(HCO_3^-)=c(CO_3^{2-})$, $K_{a2}(H_2CO_3)=\frac{c(H^+)\cdot c(CO_3^{2-})}{c(HCO_3^-)}=c(H^+)=10^{-10.25}$,A 正

确;由图 2 可知,初始状态 pH=11、lg $c(Mg^{2+})=-6$ 时,该点位于曲线 I 和曲线 II 的下方,不会产生 $MgCO_3$ 沉淀或 $Mg(OH)_2$ 沉淀,B 正确;由图 2 可知,初始状态 pH=9、lg $c(Mg^{2+})=-2$ 时,该点位于曲线 II 的上方,会生成 $MgCO_3$ 沉淀,根据物料守恒,溶液中 $c(H_2CO_3)+c(HCO_3^-)+c(CO_3^{2-})<0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,C 正确;由图 1 可知,初始状态 pH=8 时,溶液中主要含碳微粒是 HCO_3^- 。由图 2 可知,初始状态 pH=8、lg $c(Mg^{2+})=-1$ 时,该点位于曲线 II 的上方,曲线 I 的下方,会生成 $MgCO_3$ 沉淀,不会生成 $Mg(OH)_2$ 沉淀,因此反应的离子方程式为 $Mg^{2+}+2HCO_3^-\rightarrow MgCO_3\downarrow+H_2O+CO_2\uparrow$,D 错误。

二、非选择题:本题共 4 小题,共 60 分。

11.【答案及评分细则】(14 分)

3d

(1)

↑↓	↑↓	↑	↑	↑
----	----	---	---	---

 (1 分)

(2) $Al_2O_3+2NaOH+3H_2O=2Na[Al(OH)_4]$ (2 分)

(3) $PbSO_4$ (1 分)

(4) 3.5~7.6 (或 $3.5\leq pH<7.6$) (2 分)

(5) 3.0×10^{-11} (2 分)

(6) $5Co^{2+}+MnO_4^-+6H_2O=5CoOOH\downarrow+Mn^{2+}+7H^+$ (2 分)

(7) 正八面体 (1 分) $6(1 \text{ 分}) \quad \frac{\frac{4}{3}\pi(a^2+b^2)\times 4}{(2a+2b)}\times 100\%$ (或其他正确答案) (2 分)

【解析】(4) $K_{sp}[Fe(OH)_3]=2.7\times 10^{-39}$,当溶液中 Fe^{3+} 的浓度降低到 $1.0\times 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,溶液中 $c(OH^-)=\sqrt{\frac{2.7\times 10^{-39}}{1.0\times 10^{-5}}} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}=3.0\times 10^{-11} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,溶液中 $c(H^+)=\frac{1.0\times 10^{-14}}{3.0\times 10^{-11}} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}=\frac{1}{3}\times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $pH=-\lg(\frac{1}{3}\times 10^{-3})=3+\lg 3=3+0.5=3.5$ 。 Co^{2+} 开始沉淀的 pH 为 7.6,故“除铁”时,若需要将 Fe^{3+} 的浓度降低到 $1.0\times 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,则需控制溶液的 pH 范围是 3.5~7.6 (或 $3.5\leq pH<7.6$)。

(5) $K_{sp}(MgF_2)=9.0\times 10^{-11}$, $c(Mg^{2+})=1.0\times 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,则 $c(F^-)=\sqrt{\frac{9.0\times 10^{-11}}{1.0\times 10^{-5}}} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}=3.0\times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。溶液的 pH=6,则 $c(H^+)=1.0\times 10^{-6} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $c(HF)=1.0\times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,则 $K_a(HF)=\frac{c(H^+)\cdot c(F^-)}{c(HF)}=\frac{1.0\times 10^{-6}\times 3.0\times 10^{-3}}{1.0\times 10^{-3}}=3.0\times 10^{-6}$ 。

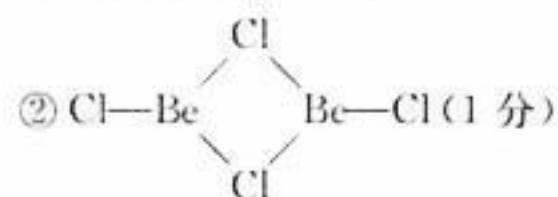
(7) 晶胞中含有 Co 原子数目为 $12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$, 含有 O 原子数目为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$, 4 个 Co 原子和 4 个 O 原子的体积之和为 $\frac{4}{3}\pi(a^3 + b^3) \times 4 \text{ pm}^3$, 晶胞的体积为 $(2a + 2b) \text{ pm}^3$, 在该钴的氧化物晶体中原子的空

$$\text{间利用率} = \frac{\frac{4}{3}\pi(a^3 + b^3) \times 4}{(2a + 2b)^3} \times 100\%$$

12. 【答案及评分细则】(15 分)

(1) BCD (2 分。少选且正确的, 给 1 分; 选错或多选的, 不给分)

(2) ① 非极性 (1 分)



③ sp^3 (1 分)

(3) b (1 分)

(4) 防止反应放热导致溶液温度升高, 而使乙醚和 HCl 挥发太快 (2 分)

(5) 浓硫酸 (1 分)

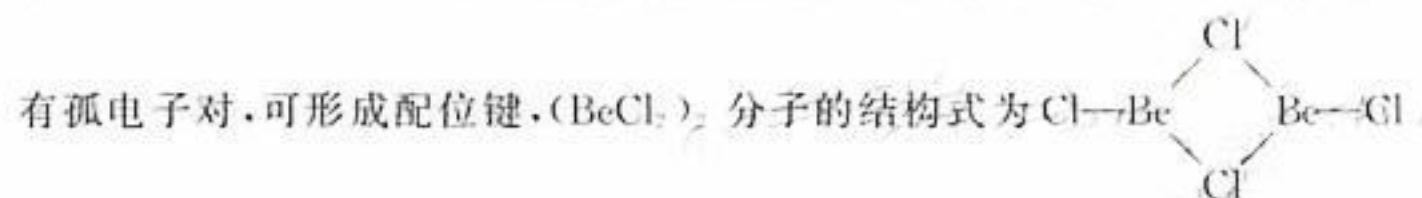
(6) Cu、Si、FeCl₂、MgCl₂ (2 分。少写给 1 分) 用苯溶解“固体”, 充分搅拌后过滤、洗涤、干燥 (2 分)

(7) $\frac{20cV}{a}$ (2 分)

【解析】(1) 铝属于 p 区元素, 铍属于 s 区元素, A 错误; 电负性都比镁大, B 正确; 铍和铝都在金属和非金属的分界线处, 既能表现出金属性, 又能表现出非金属性, 所以单质都能与氢氧化钠溶液反应, C 正确; 氧化物、氢氧化物都具有两性, D 正确。

(2) ① BeCl₂ 分子是直线形分子, 正电中心和负电中心重合, 属于非极性分子。

② (BeCl₂)₂ 分子中 Be 原子的杂化方式相同, 且所有原子都在同一平面上, Be 原子中含有空轨道, Cl 原子含



③ 固态时链状结构为长链状分子, 1 个 Be 原子与 4 个 Cl 原子成键, Be 原子的杂化方式为 sp^3 。

(3) 仪器 M 的作用是冷凝回流乙醚等物质, 应用球形冷凝管。

(5) BeCl₂ 易发生水解, 装置 B 用于防止空气中的水蒸气进入装置 A, 盛放的试剂是浓硫酸。

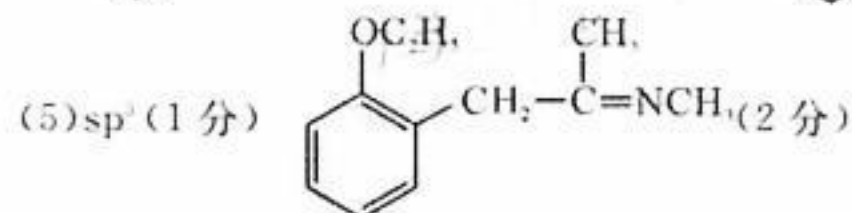
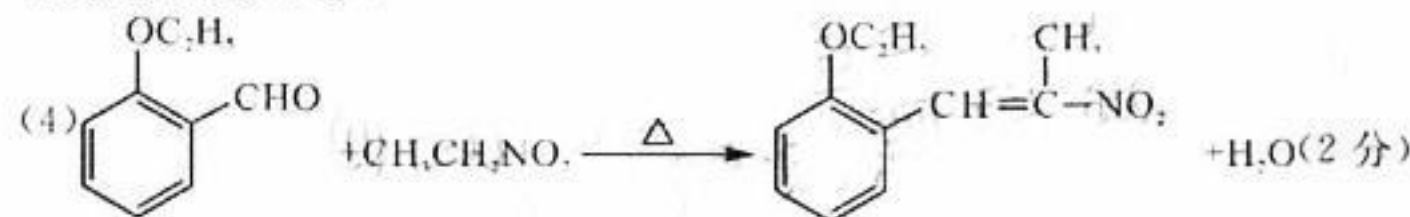
(7) 根据关系式 $\text{BeCl}_2 \sim \text{Be}(\text{OH})_2 \sim 2\text{KOH} \sim 2\text{HCl}$ 可得出产品中 BeCl₂ 的纯度 = $\frac{\frac{1}{2}cV \times 10^{-3} \times \frac{100}{20.00} \times 80}{a} \times 100\% = \frac{20cV}{a}\%$ 。

13. 【答案及评分细则】(15 分)

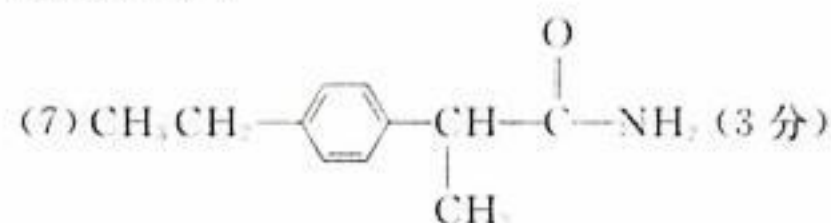
(1) 邻羟基苯甲醛 (或 2-羟基苯甲醛) (1 分)

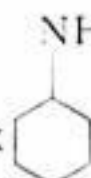
(2) 醚键、醛基 (2 分)

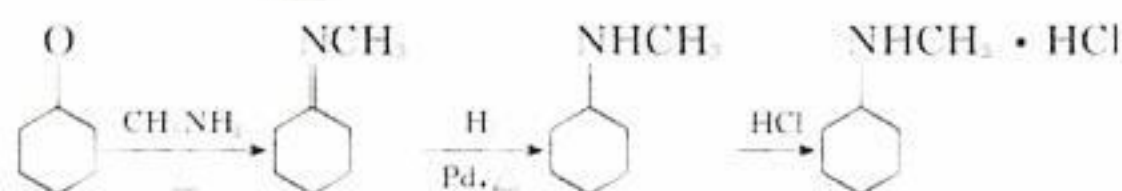
(3) 还原反应 (2 分)



(6) B (2 分)



【解析】(6)以  和 CH_3NH_2 为原料,制备药物中间体  ,需要经过以下三步反应完成:



14.【答案及评分细则】(16分)

(1) $-90.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2分) 低温(1分)

(2) ① $>$ (1分)

②反应 I 的 $\Delta H_1 < 0$, 反应 II 的 $\Delta H_2 > 0$, 故升高温度反应 I 向左进行, 反应 II 向右进行, 故 CH_3OH 的选择性降低(2分)

③13%(2分) 3.76 mol (1分) $\frac{0.03 \times 0.15}{0.85 \times 2.61}$ (或其他正确答案)(2分)

(3) ① $=$ (1分)

② Cu-ZnO (1分)

③ Cu-ZnO@SiO_2 (1分)

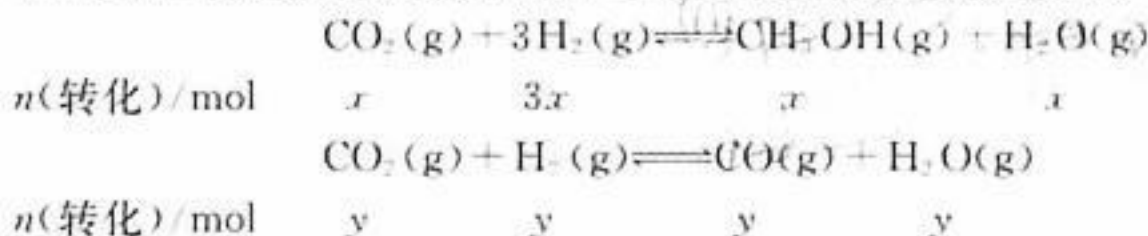
(4) 4:1 (2分)

【解析】(1)由盖斯定律可知, 反应 I - 反应 II 即可得到反应 $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$, 该反应的 $\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -90.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。该反应的 $\Delta S < 0$, 当 $\Delta H - T\Delta S < 0$ 时反应能自发进行, 则该反应自发进行的条件是低温。

(2) ①由图可知, 相同温度时, 二氧化碳的转化率和甲醇的选择性 Cat 1 均高于 Cat 2, 则催化效果: Cat 1 $>$ Cat 2。

②在 $210 \sim 270^\circ\text{C}$ 间, CH_3OH 的选择性随温度的升高而下降, 可能原因为反应 I 的 $\Delta H_1 < 0$, 反应 II 的 $\Delta H_2 > 0$, 故升高温度反应 I 向左进行, 而反应 II 向右进行, 故 CH_3OH 的选择性降低。

③某条件下, 达到平衡时 CO_2 的转化率为 15%, CH_3OH 的选择性为 80%。起始时二氧化碳的物质的量为 1 mol, H_2 的物质的量为 3 mol, 二氧化碳转化的物质的量为 0.15 mol, 列出反应 I、II 的转化量如下:



$x + y = 0.15$, $\frac{x}{x + y} \times 100\% = 80\%$, 解联立方程, 得到: $x = 0.12$, $y = 0.03$ 。 H_2 的平衡转化率 $= \frac{3x + y}{3} \times$

$100\% = \frac{3 \times 0.12 + 0.03}{3} \times 100\% = 13\%$ 。平衡时, CO_2 、 H_2 、 CH_3OH 、 CO 、 H_2O 的物质的量分别为 0.85 mol、

2.61 mol、0.12 mol、0.03 mol、0.15 mol, 平衡时混合气体的总物质的量为 3.76 mol。 $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons$

$\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 反应前后, 气体分子数保持不变, 故反应 II 的平衡常数 $K_c = K_p = K_n = \frac{0.03 \times 0.15}{0.85 \times 2.61}$ 。

(3) ①反应 $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 ΔH 只和反应物的始态与生成物的终态有关, 与催化剂无关, 所以 $\Delta H(\text{Cu-ZnO 催化剂}) = \Delta H(\text{Cu-ZnO@SiO}_2 \text{ 催化剂})$ 。

(4) 设 Cu 电极上生成 CO 、 HCOOH 、 C_2H_4 的物质的量各为 1 mol, 则 Cu 电极上 CO_2 共得到电子的物质的量为 $2 \text{ mol} + 2 \text{ mol} + 6 \text{ mol} \times 2 = 16 \text{ mol}$, 则相同条件下, Pt 电极上产生的 O_2 的物质的量为 $\frac{16 \text{ mol}}{4} = 4 \text{ mol}$,

相同条件下 Pt 电极上产生的 O_2 与 Cu 电极上产生的 C_2H_4 的体积比为 4:1。