

化 学

全卷满分 100 分,考试时间 75 分钟。

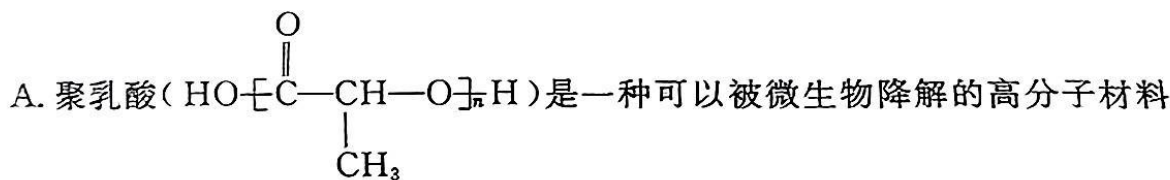
注意事项:

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,并将条形码粘贴在卷的指定位置。
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

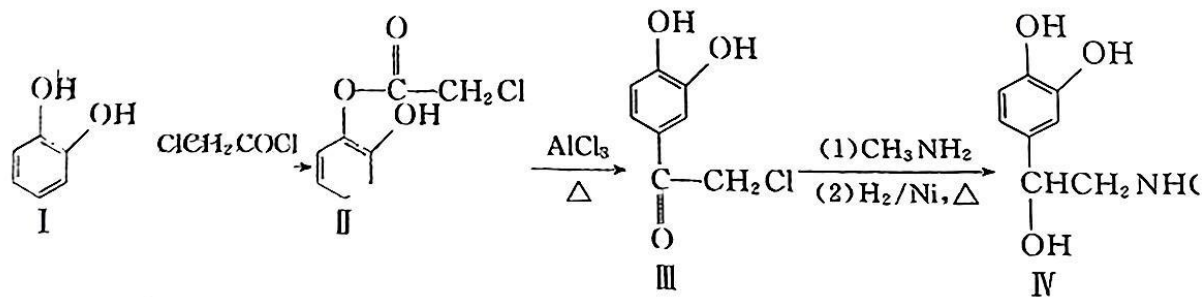


B. 低密度聚乙烯(LDPE)比高密度聚乙烯(HDPE)支链少、软化温度高

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



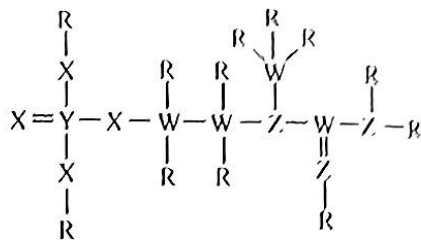
A. 1 mol 化合物 II 最多能与 3 mol NaOH 反应

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

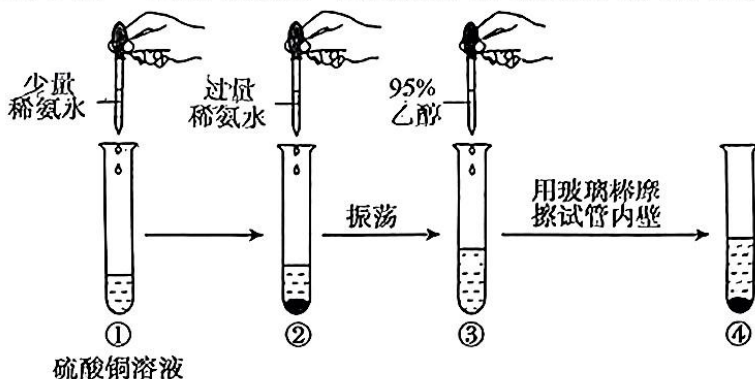
D. 化合物 III 是 II 的同系物, III 到 IV 的第(2)步反应为加成反应

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: $X-W > Z-W > W-W > R-W$
 D. ZX_3^- 、 YX_4^{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。

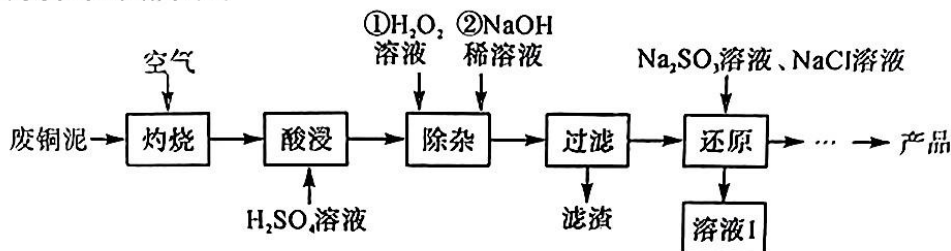


该过程中涉及的反应有:

- 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。

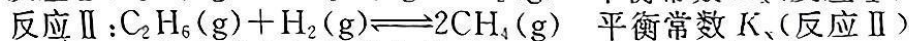
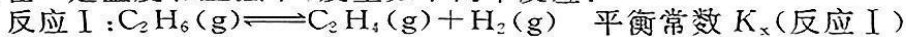


下列说法错误的是

- 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:



K_x 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 $K_x(\text{反应 I}) = 0.067$

B. 达到平衡时,加入高效催化剂有利于增大 K_x

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



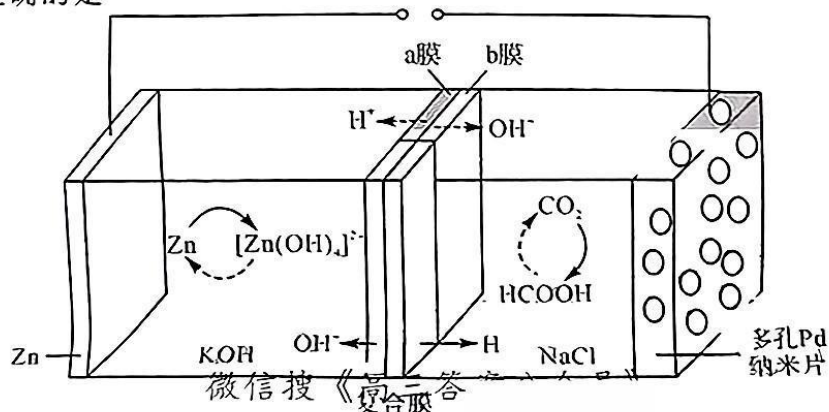
A. 步骤①中正丁醇被氧化

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 $\text{Zn} + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^- = [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + \text{HCOOH}$

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 $c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-) = K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2]$,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。

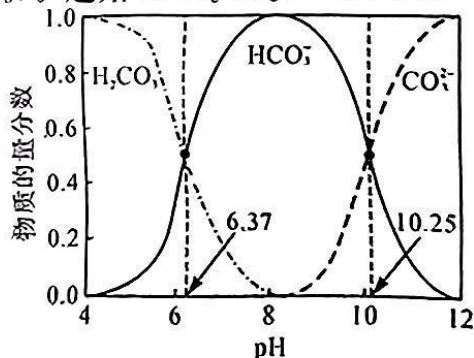


图 1

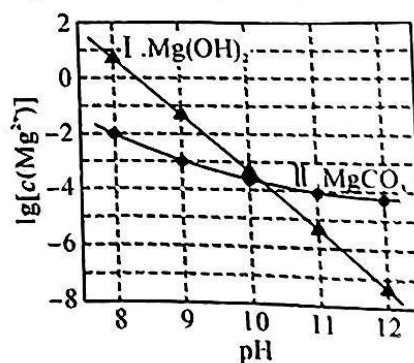


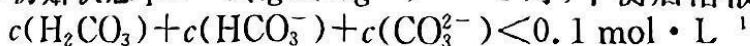
图 2

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

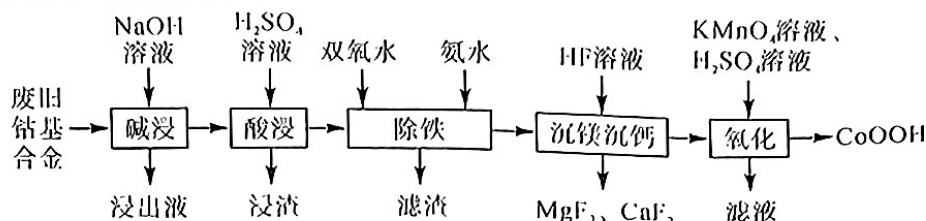
C. 初始状态 $\text{pH} = 9$, $\lg c(\text{Mg}^{2+}) = -2$ 时,平衡后溶液中:



D. 初始状态 $\text{pH} = 8$, $\lg c(\text{Mg}^{2+}) = -1$ 时,发生的反应为 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$

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_3O_4 、 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时的 pH 如下表所示：

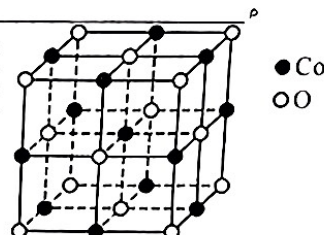
金属离子	Fe^{3+}	Co^{2+}	Mg^{2+}
开始沉淀的 pH	7.6	7.6	7.8
沉淀完全的 pH	9.6	9.2	8.8

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 pH = 6，则 HF 的电离常数 $K_a(\text{HF}) =$ _____。
- (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氩气。

已知：① HCl 能溶于乙醚。乙醚沸点为 34.5°C 。

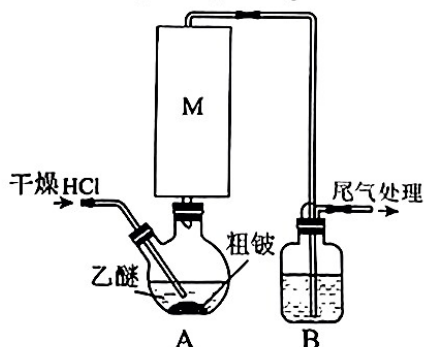
② BeCl_2 溶于乙醚，不溶于苯，易发生水解。

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：

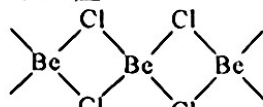
- (1) 根据周期表中的“对角线规则”，Be 和 Al 在一些化学性质上具有相似性。下列有关铍和铝的叙述正确的有_____ (填标号)。
 - 都属于 p 区元素
 - 电负性都比镁大
 - 单质都能与氢氧化钠溶液反应
 - 氧化物、氢氧化物都具有两性
- (2) 氯化铍在气态时存在 BeCl_2 分子和二聚分子 $[(\text{BeCl}_2)_2]$ ，固态时则具有如图所示的链状结构。



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

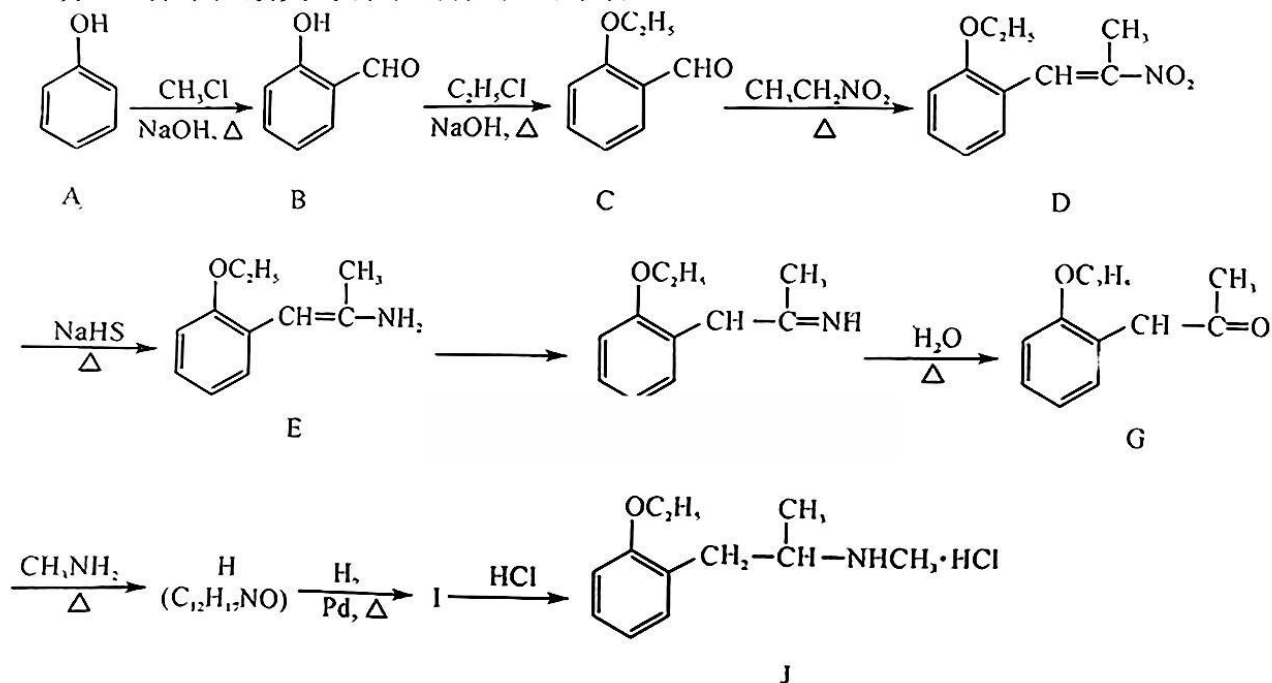
(4) 实验中装置 A 需置于温度 15 °C 左右的水浴中, 其主要目的是_____。

(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 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 mL 30% 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 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_____。

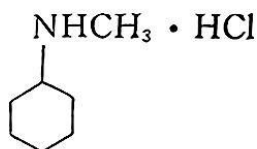
(2) C 中的官能团名称为_____。

(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

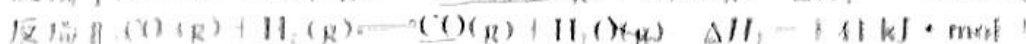
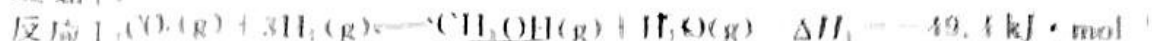
(7) Y 是 F 的同分异构体, 且满足下列条件。Y 的结构简式为_____。

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 —C(=O)—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) $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 的 ΔH

该反应自发进行的条件是

(2) 条件下向某刚性容器中充入 1 mol CO_2 和

且发生反应 I 和反应 II, 在不同催化剂

Cat 1 和 Cat 2 下经相同反应时间, CO_2 的转化率

和 CH_3OH 的选择性随温度的变化如图

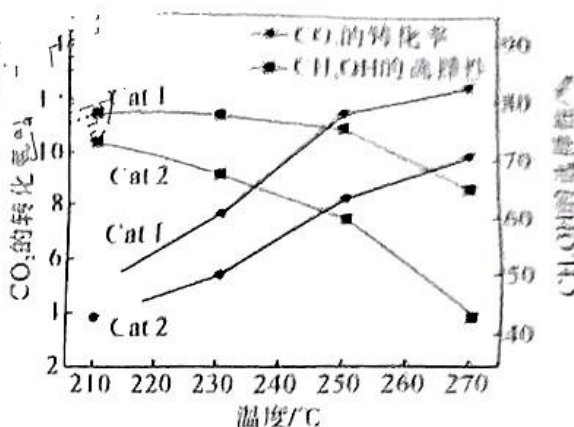
所示, 其中 CH_3OH 的选择性 = $\frac{\text{CH}_3\text{OH 的物质的量}}{\text{CH}_3\text{OH 和 CO 的总物质的量}} \times 100\%$

可知, 催化效果 Cat 1 Cat 2 (填

“或” “”)。

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

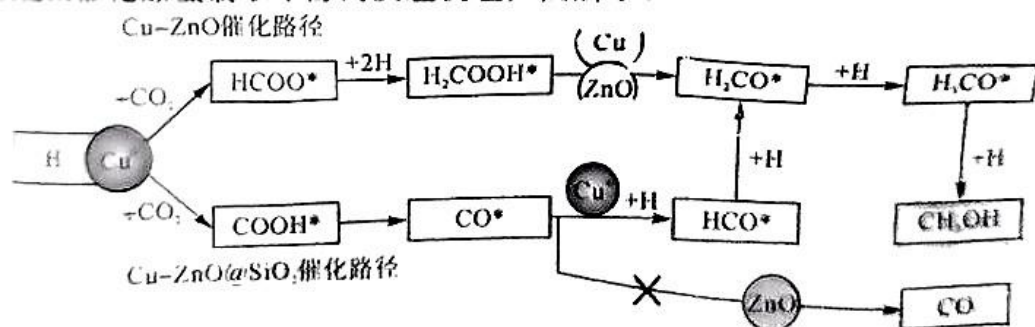


条件下, 达到平衡时 CO_2 的转化率为 15%, CH_3OH 的选择性为 80%, 平衡时混合气体的总压为 p kPa, 则 H_2 的平衡转化率为

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)

二氧化碳催化加氢制取甲醇的反应机理如图所示。



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 “=”)。

催化剂上主要通过甲酸盐路径加氢生成甲醇。

催化剂中 Cu^+ 抑制了 CO^* 的解吸, 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

