

2023—2024 学年度上学期高三年级四调考试

化 学

本试卷分第 I 卷(选择题)和第 II 卷(非选择题)两部分。共 8 页,总分 100 分,考试时间 75 分钟。

可能用到的相对原子质量: C 12 Li 7 N 14 O 16 Na 23 S 32 Cl 35.5 Fe 56
As 75 Se 79

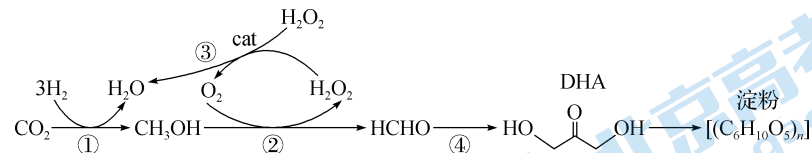
第 I 卷(选择题 共 42 分)

一、选择题:本题共 14 小题,每小题 3 分,共 42 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。

- 古代煤井通风一般分为自然通风和人工通风两种。《天工开物》记载了一种用竹管抽引的人工通风方法:“初见煤端时,毒气灼人。有将巨竹凿去中节,尖锐其末,插入炭中,其毒烟从竹中透上,人从其下施钁拾取者。”(注:施钁(jué):用大锄挖)下列说法不正确的是
 - “毒气”指的是瓦斯
 - 竹的主要成分是纤维素,是一种天然高分子化合物
 - “炭”指的是木炭
 - “毒烟从竹中透上”原因是毒气的密度比空气小
- 化学在环境污染治理中发挥了重要作用。下列治理措施没有运用相应化学原理的是

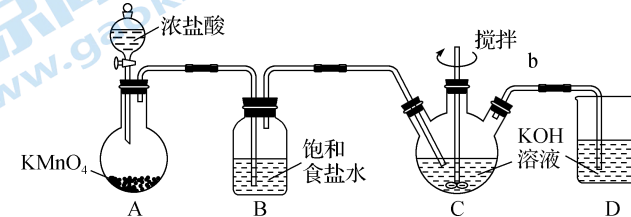
选项	治理措施	化学原理
A	向燃煤中添加生石灰以减少酸雨的形成	CaO 具有碱性氧化物的通性
B	在汽车尾气系统中安装催化转化器以减少尾气污染	CO 和 NO 在催化剂作用下发生反应,生成无毒气体
C	用乳酸塑料替代传统塑料以减少白色污染	聚乳酸具有生物可降解性
D	向工业废水中添加 FeS 以除去废水中的 Cu^{2+}	FeS 具有还原性

- 我国科学家利用 CO_2 合成淀粉的核心反应如图所示,设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

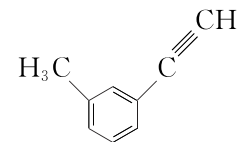


- 反应①消耗 2.2 g CO_2 时,转移电子数为 $0.6N_A$
- 标准状况下,22.4 L H_2O_2 所含的非极性键的数目为 N_A
- 30 g HCHO 与 DHA 的混合物中含氧原子数为 $2N_A$
- 16.2 g 淀粉在氧气中完全燃烧可生成 CO_2 分子数为 $0.6N_A$

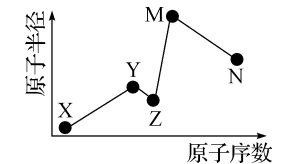
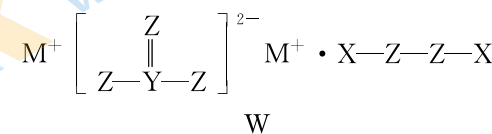
- 次氯酸钾极易溶于冷水,遇热水则分解,主要用作漂白剂、杀菌剂。如图装置是制备次氯酸钾的实验装置(省略必要的夹持仪器),下列有关说法正确的是



- 浓盐酸与高锰酸钾反应需要加热
 - B 的作用是除去 HCl,没有 B 装置, KClO 的产率会下降
 - 为了加快反应速率可将 C 装置放在热水浴中
 - D 装置的作用是尾气处理,反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = 2\text{ClO}^- + 2\text{H}^+$
- 下列指定反应的离子方程式书写正确的是
 - 向 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中滴入过量氨水: $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$
 - 稀硝酸与过量的铁屑反应: $3\text{Fe} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Fe}^{3+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
 - 泡沫灭火器的反应原理: $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$
 - 将 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 固体加入氢碘酸溶液中: $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
 - 下列关于有机化合物的说法错误的是
 - 正己烷和 2,2-二甲基丁烷互为同系物



- 中共平面的原子数目最多为 15 个
 - 正丁烷的沸点比异丁烷的高,乙醇的沸点比二甲醚的高
 - 甲苯能使酸性高锰酸钾溶液褪色,而烷烃则不能,说明苯环活化了甲基
- 物质 W 常用作漂白剂和氧化剂,其构成元素均为短周期主族元素,各元素原子半径与原子序数的关系如图所示,实验室中常用 CS_2 洗涤残留在试管壁上的 N 单质。下列说法正确的是

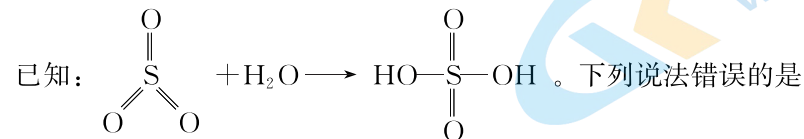
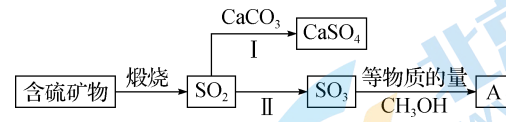


- X、Z 形成的化合物与 M、N 形成的化合物之间的反应一定是氧化还原反应
 - 实验室洗涤残留在试管壁上的 N 单质常常用 CS_2 ,利用了 N 单质的还原性
 - Z 的氢化物的沸点一定大于 Y 的氢化物的沸点
 - 化合物 W 常用作氧化剂,不宜在高温下使用
- 某化学兴趣小组探究 MnO_2 催化 KClO_3 分解制取氧气,小组成员闻到制得的氧气有轻微的刺激性气味。下列有关分析推理不正确的是
 - 反应后所得固体除 MnO_2 外,还可能含有 KCl 、 KClO_4
 - MnO_2 催化 KClO_3 分解,降低了反应的活化能,加快分解速率
 - 标准状况下制得 22.4 L 氧气,反应中转移电子 4 mol
 - 将制得的气体通入 AgNO_3 溶液,可能会产生不溶于硝酸的白色沉淀

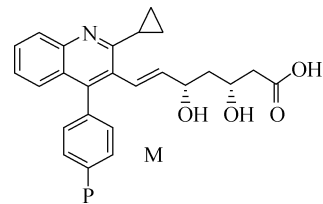
9. 完成下列实验所选用的试剂和操作、现象和结论均正确的是

选项	实验	试剂和操作	现象和结论
A	检验某有机物是否为醛类	取少许该有机物滴入盛有银氨溶液的试管中水浴加热	产生光亮的银镜, 该有机物为醛类
B	检验过氧化钠溶于水是否生成碱性物质	将过量过氧化钠投入滴有酚酞溶液的水中	溶液最终变为红色, 过氧化钠与水反应生成碱性物质
C	比较 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的溶度积	向浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 MgSO_4 和 CuSO_4 的混合溶液中逐滴加入 NaOH 溶液	先看到有蓝色沉淀生成, $K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2] < K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2]$
D	检验苯中是否含有苯酚	向溶液中滴加少量浓溴水、振荡	无白色沉淀, 溶液中无苯酚

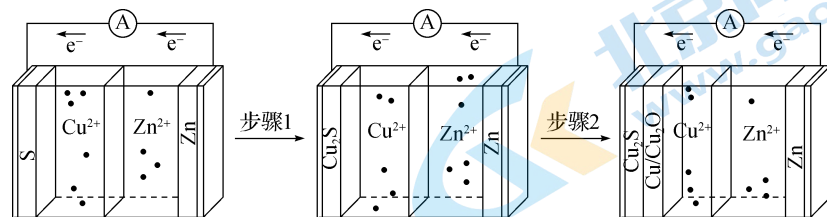
10. 工业上处理含硫矿物产生的 SO_2 可以按如图流程脱除或利用。



- A. 燃煤中的有机硫主要呈正价
B. 化合物 A 具有酸性
C. 化合物 A 的沸点低于硫酸
D. 工业上途径 I 需要氧气参加
11. 中国科学技术大学某课题组首次合成手性烯基衍生物(M), 结构如图所示。

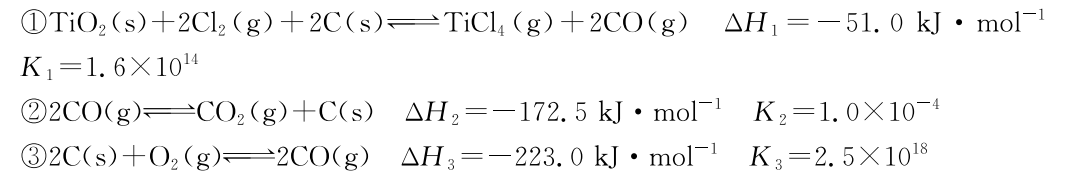


- 下列有关 M 的叙述正确的是
- A. M 中含氧官能团有 3 种
B. M 可被催化氧化生成醛基
C. M 分子有顺、反异构体
D. 用钠可以证明 M 中含羟基
12. 我国科研团队在同一个反应腔体中耦合两个连续的电化学反应, 大大提高了电池的能量密度。以 S, Zn 为电极, CuSO_4 溶液为电解液来构建水系级联电池, 原理如图所示。

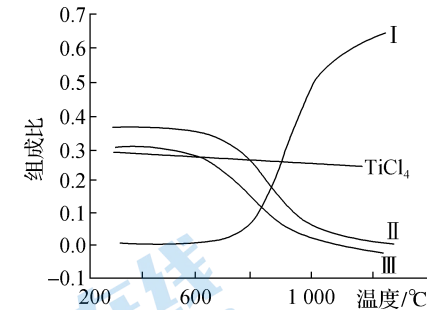


已知: 第一步反应为 $\text{S} + 2\text{Cu}^{2+} + 2\text{Zn} \rightleftharpoons \text{Cu}_2\text{S} + 2\text{Zn}^{2+}$, 当正极的硫完全反应生成 Cu_2S 后, 继续高效发生第二步反应 $\text{Cu}^{2+} + \text{Zn} + x\text{O}_2 \rightleftharpoons (1-4x)\text{Cu} + 2x\text{Cu}_2\text{O} + \text{Zn}^{2+}$ (单独构建该步电池时效率较低)。下列说法错误的是

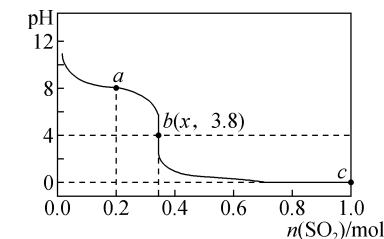
- A. 电池工作时, 正极质量一直增加
B. 步骤 1 的放电产物 Cu_2S 可能对步骤 2 的放电过程起催化作用
C. 放电时, 第一步反应的正极反应式为 $2\text{Cu}^{2+} + \text{S} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}_2\text{S}$
D. 用此电池对粗铜电解精炼, 理论上相同时间内两池电极上析出铜的物质的量相等
13. 工业上制备 Ti, 采用碳氯化法将 TiO_2 转化成 TiCl_4 。在 1000°C 时发生如下:



在 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 将 TiO_2 、 C 、 Cl_2 以物质的量比 1 : 2.2 : 2 进行碳氯化, 平衡时体系中 CO_2 、 CO 、 TiCl_4 和 C 的组成比(物质的量分数)随温度变化如图所示。下列说法不正确的是



- A. 1000°C 时, 反应 $\text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{TiCl}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ 的平衡常数 $K = 6.4 \times 10^{-5}$
 B. 曲线 III 表示平衡时 CO_2 的物质的量分数随温度的变化
 C. 高于 600°C , 升高温度, 主要对反应②的平衡产生影响
 D. 为保证 TiCl_4 的平衡产率, 选择反应温度应高于 1000°C
14. 常温下, 将 SO_2 气体缓慢通入 1 L $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaClO 溶液中, 充分反应, 溶液 pH 与通入 SO_2 物质的量的关系如图(忽略溶液体积变化和 NaClO 、 HClO 的分解)。下列说法错误的是



- A. a 点溶液中存在 $c(\text{Na}^+) = c(\text{ClO}^-) + c(\text{HClO}) + c(\text{Cl}^-)$
 B. b 点 $x = \frac{1}{3}$, 则常温下 HClO 电离平衡常数的数量级为 10^{-8}
 C. c 点溶液中: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{Cl}^-)$
 D. 水的电离程度: $a < b < c$

第 II 卷(非选择题 共 58 分)

二、非选择题:本题共 4 小题,共 58 分。

15. (15 分)Fe 及其化合物在生产和生活中用途广泛,请回答下列问题。

(1)基态 Fe 原子共有_____种不同能级的电子。

(2)FeBr₂ 为只含有离子键的离子化合物,其晶胞结构如图 a,距一个 Fe²⁺ 最近的所有 Br⁻ 为顶点构成的几何形状为_____。

(3)二茂铁是最重要的金属茂基配合物,结构为一个铁原子处在两个平行的环戊二烯基环的之间,结构如图 b 所示,已知二茂铁的一氯代物只有一种。

①二茂铁的分子式为_____。

②穆斯堡尔谱学数据显示,二茂铁中心铁原子的氧化态为+2,每个茂环带有一个单位负电荷,因此每个环含有_____个 π 电子。

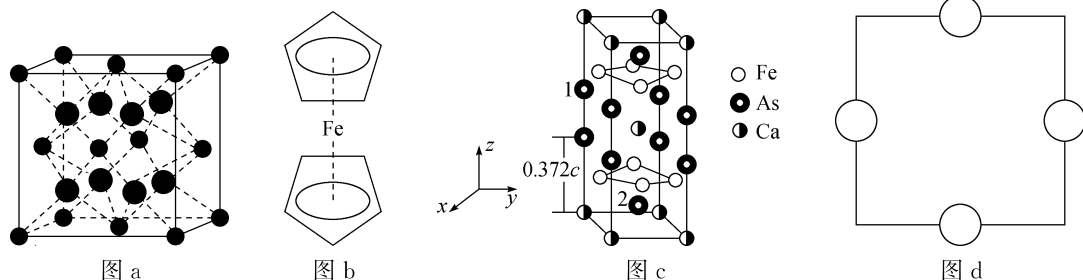
(4)一种铁基超导材料(Ca_xFe_yAs_z) (相对分子质量为 M)晶胞如图 c 所示,图 d 为铁原子沿 z 轴方向的投影图。

①Co 与 Ca 位于同一周期、且最外层电子数相等,但 Co 的熔点、沸点均比 Ca 高,原因是_____。

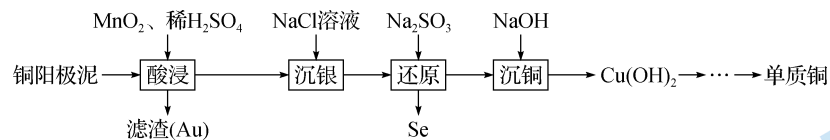
②As、Fe、Ca 电负性由大到小的顺序为_____。

③FeCl₃ 的沸点(319 °C,易升华)高于 AsCl₃ 的沸点(130.2 °C),原因是_____。

④已知处于体心与顶点的 Ca 原子有着相同的化学环境,晶胞中 As 原子 1 的分数坐标为 (0,0,0.628),则 As 原子 2 的分数坐标为_____。



16. (14 分)从铜阳极泥(含有 Se、Cu₂S、Ag₂Se 及少量 Au 等)中分批提取硒、银、铜、金的过程如图:



已知: I. $K_{sp}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$;

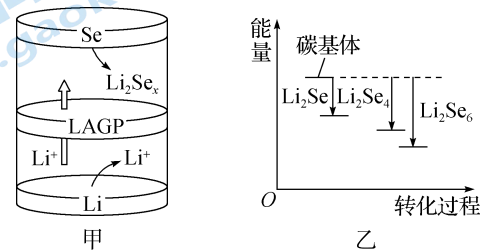
II. $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 可与 Ag^+ 络合: $\text{Ag}^+ + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$, $K = 2.8 \times 10^{13}$ 。

(1)写出“酸浸”时 Cu_2S 溶解的离子方程式:_____。

(2)“沉银”所得 AgCl 固体可使用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶浸,其原理为 $\text{AgCl}(\text{s}) + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$,请列式计算解释该反应能实现的原因:_____。

(3)“酸浸”时若用盐酸和 NaClO_3 溶液代替 MnO_2 和稀硫酸,可使 Au、Ag 转化成 HAuCl_4 、 $\text{Na}_2[\text{AgCl}_3]$,写出 Au 转化成 HAuCl_4 的离子方程式:_____。

(4)①“沉银”后溶液中含有亚硒酸(H_2SeO_3),“还原”工序中氧化剂与还原剂的物质的量之比为_____。

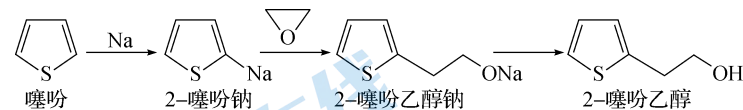


②“还原”得到的 Se 可用于制备锂硒电池,其具有优异的循环稳定性。一种锂硒电池放电时的工作原理如图甲所示,正极的电极反应式为_____。

③ Li_2Se_x 与正极碳基体结合时的能量变化如图乙所示,3 种 Li_2Se_x 与碳基体的结合能力由大到小的顺序是_____。

(5)测定某粗硒样品中硒的含量:准确称量 0.200 0 g 粗硒样品,用浓 H_2SO_4 将样品中的 Se 氧化得到 SeO_2 ;生成的 SeO_2 加入硫酸酸化的 KI 溶液中充分反应。用 $0.400 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定至终点,消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 20.00 mL。粗硒样品中硒的质量分数为_____ [实验测定原理为 $\text{SeO}_2 + \text{I}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Se} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{I}_2 + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ (未配平)]。

17. (14 分)2-噻吩乙醇($M_r = 128$)是抗血栓药物氯吡格雷的重要中间体,其制备方法如图:



I. 制钠砂。向烧瓶中加入 300 mL 液体 A 和 4.60 g 金属钠,加热至钠熔化后,盖紧塞子,振荡至大量微小钠珠出现。

II. 制噻吩钠。降温至 10°C ,加入 25 mL 噻吩,反应至钠砂消失。

III. 制噻吩乙醇钠。降温至 -10°C ,加入稍过量的环氧乙烷的四氢呋喃溶液,反应 30 min。

IV. 水解。恢复室温,加入 70 mL 水,搅拌 30 min;加盐酸调 pH 至 4~6,继续反应 2 h,分液;用水洗涤有机相,二次分液。

V. 分离。向有机相中加入无水 MgSO_4 ,静置,过滤,对滤液进行蒸馏,蒸出四氢呋喃、噻吩和液体 A 后,得到产品 17.92 g。

回答下列问题:

(1)步骤 I 中液体 A 可以选择_____ (填字母)。

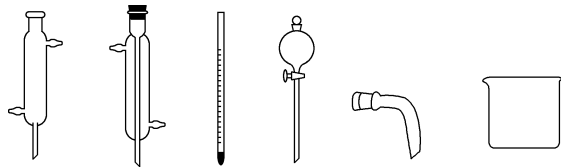
a. 乙醇 b. 水 c. 乙酸 d. 甲苯

(2)步骤 II 的化学方程式为_____。

(3)步骤 III 中反应放热,为防止温度过高引发副反应,加入环氧乙烷溶液的方法是_____。

(4)步骤 IV 中用盐酸调节 pH 的目的是_____。

(5)下列仪器在步骤 V 中无需使用的是_____ (填名称),无水 MgSO_4 的作用为_____。



(6)产品的产率为_____ (用 Na 计算,精确至 0.1%)。

18. (15 分)研发二氧化碳的碳捕集和碳利用技术是科学研究热点问题,其中催化转化法最具应用价值。回答下列问题:

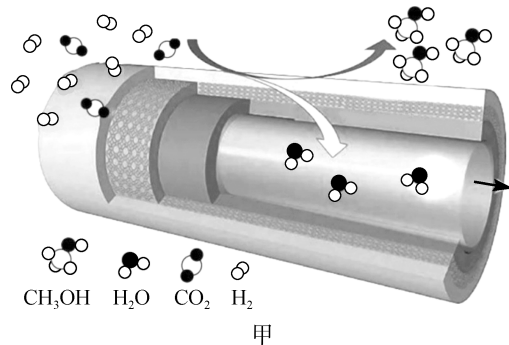
(1)常温常压下,一些常见物质的燃烧热如表所示:

名称	氢气	甲烷	一氧化碳	甲醇
化学式	H ₂	CH ₄	CO	CH ₃ OH
$\Delta H/(\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	-285.8	-890.3	-283.0	-726.5

已知: $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) \quad \Delta H_1 = -38.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

则 $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2)在氢气还原 CO₂ 的催化反应中,CO₂ 可被催化转化为甲醇,同时有副产物 CO 生成,为了提高甲醇的选择性,某科研团队研制了一种具有反应和分离双功能的分子筛膜催化反应器,原理如图甲所示。



保持压强为 3 MPa,温度为 260 °C,向密闭容器中按投料比 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO}_2)} = 3$ 投入一定量 CO₂ 和 H₂,不同反应模式下 CO₂ 的平衡转化率和甲醇的选择性的相关实验数据如表所示。

实验	反应模式	$\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO}_2)}$	温度/°C	CO ₂ 的平衡转化率/%	CH ₃ OH 选择性/%
①	普通催化反应器	3	260	21.9	67.3
②	分子筛膜催化反应器	3	260	36.1	100

①恒温恒容条件下,分子筛膜催化反应器模式中,发生反应 $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$,下列说法能作为此反应达到平衡状态的判据的是_____ (填字母)。

A. 气体压强不再变化

B. 气体的密度不再改变

C. $v_{\text{正}}(\text{CO}_2) = 3v_{\text{逆}}(\text{H}_2)$

D. $c(\text{CO}_2) : c(\text{H}_2) : c(\text{CH}_3\text{OH}) : c(\text{H}_2\text{O}) = 1 : 3 : 1 : 1$

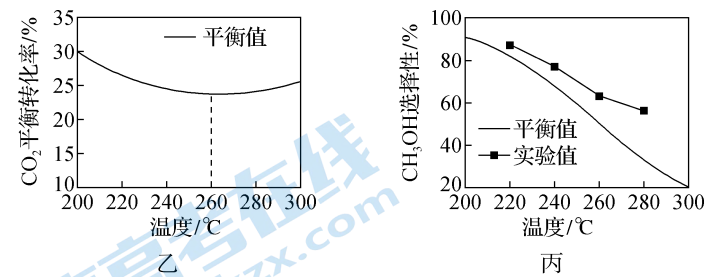
②由表中数据可知双功能的分子筛膜催化反应器模式下,CO₂ 的平衡转化率明显提高,结合具体反应分析可能的原因:_____。

(3)一定条件下使 CO₂、H₂ 混合气体通过反应器,检测反应器出口气体的成分及其含量,计算 CO₂ 的平衡转化率和 CH₃OH 的选择性以评价催化剂的性能。已知:反应器内发生的反应有 a. $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -49.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

b. $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = +41.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; CH₃OH 选择性 = $\frac{n(\text{CH}_3\text{OH})_{\text{生成}}}{n(\text{CO}_2)_{\text{消耗}}} \times 100\%$ 。

①220 °C 时,测得反应器出口气体中全部含碳物质的物质的量之比 $n(\text{CH}_3\text{OH}) : n(\text{CO}_2) : n(\text{CO}) = 1 : 7.20 : 0.11$,则该温度下 CO₂ 的平衡转化率 = _____ × 100% (列出计算式,不化简)。

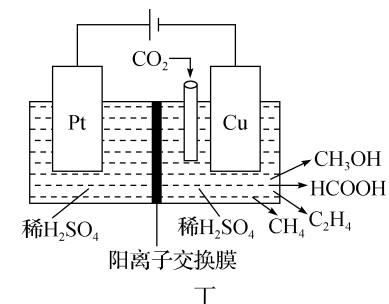
②其他条件相同时,反应温度对 CO₂ 的平衡转化率和 CH₃OH 的选择性的影响如图乙、图丙所示:



温度高于 260 °C 时,CO₂ 的平衡转化率变化的原因是_____。

③由图丙可知,温度相同时 CH₃OH 的选择性:实验值略高于平衡值,从化学反应速率角度解释原因:_____。

(4)近年来,有研究人员用 CO₂ 通过电催化生成多种燃料,实现 CO₂ 的回收利用,其工作原理如图丁所示。



写出 Cu 电极上产生 CH₃OH 的电极反应式:_____。