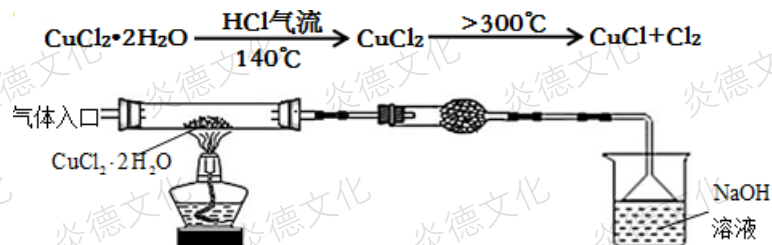


# 2022 化学预测题

1. (14 分)  $\text{CuCl}$  常用作有机合成催化剂, 现有如下两种方法制备  $\text{CuCl}$ 。

已知:  $\text{CuCl}$  晶体呈白色, 微溶于水, 不溶于稀盐酸, 露置于潮湿空气中易转化为绿色的  $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ , 且易见光分解。

方法一: 利用热分解  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (绿色) 制备  $\text{CuCl}$ , 并进行相关探究。

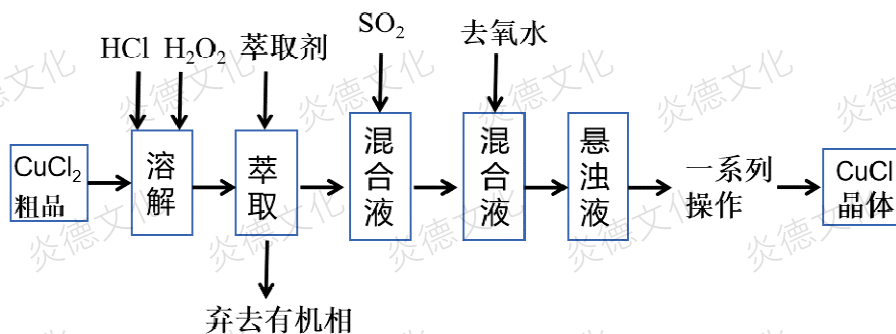


(1) 将下列实验操作按先后顺序排列为: a → ( ) → ( ) → ( ) → ( ) → ( ) → d。

- 检查装置的气密性后加入药品
- 点燃酒精灯加热至  $140^\circ\text{C}$ , 反应一段时间
- 调整酒精灯温度  $>300^\circ\text{C}$ , 反应一段时间
- 停止通入  $\text{N}_2$
- 停止通入  $\text{HCl}$ , 然后通入干燥  $\text{N}_2$
- 在“气体入口”处通入干燥  $\text{HCl}$
- 熄灭酒精灯

(2) 当观察到\_\_\_\_\_时, 反应达到终点, 停止加热。

方法二: 以  $\text{CuCl}_2$  (含少量  $\text{FeCl}_2$ ) 粗品为原料制取  $\text{CuCl}$ , 设计的合成路线如下:



查阅资料可知: ①在较高的盐酸浓度下,  $\text{Fe}^{3+}$  能溶解于甲基异丁基甲酮;

②  $\text{CuCl}$  在溶液中存在:  $\text{CuCl}(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{CuCl}_3]^{2-}(\text{aq})$ 。

(3) 写出  $\text{SO}_2$  通入混合液中发生的反应的离子方程式\_\_\_\_\_。

(4) 下列叙述正确的是\_\_\_\_\_ (填字母)。



- A.  $\text{CuCl}_2$  原料中含有的  $\text{Fe}^{2+}$  经氧化、萃取几乎都在有机相中被除去  
 B. 加入萃取剂后，混合物转移至分液漏斗中，塞上玻璃塞，如图用力振摇  
 C. 上述合成路线中，一系列操作包括：抽滤、洗涤、干燥，且干燥时应注意密封、避光  
 D. 该流程中温度越高越有利于将  $\text{Fe}^{2+}$  转化为  $\text{Fe}^{3+}$

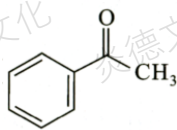
(5) 向混合液中加入去氧水的目的是\_\_\_\_\_。

(6) 现称取  $m \text{ g}$  产品，用硫酸酸化的硫酸铁完全溶解，并稀释成  $250 \text{ mL}$ 。每次用移液管移取  $25.00 \text{ mL}$  溶液于锥形瓶中，再用  $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ KMnO}_4$  溶液滴定，平均消耗  $V \text{ mL}$ 。

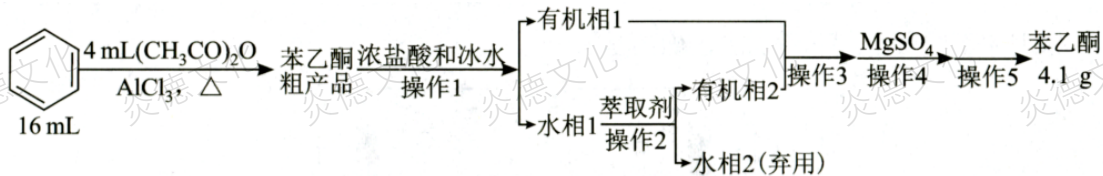
- ①按该实验方案计算产品的纯度为\_\_\_\_\_ %。  
 ②有同学认为该实验方案明显不合理，会导致计算的  $\text{CuCl}$  纯度\_\_\_\_\_ (填“偏高”或“偏低”)

**【答案】** (每空2分，共14分)

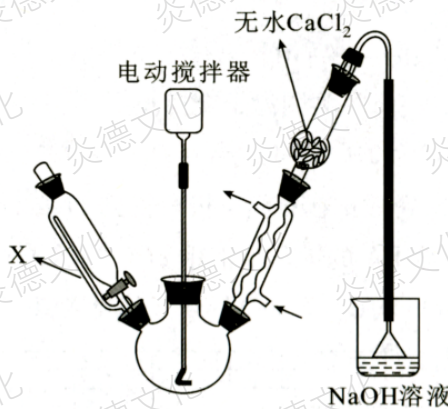
- (1) fbecg (见错无分)  
 (2) 玻璃管中固体全部变为白色  
 (3)  $2\text{Cu}^{2+} + 6\text{Cl}^- + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2[\text{CuCl}_3]^{2-} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$   
 (4) AC (见错无分，漏选得1分)  
 (5) 稀释使  $\text{CuCl}(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{CuCl}_3]^{2-}(\text{aq})$  平衡逆向移动，促进  $\text{CuCl}$  析出 (只要答出该平衡逆向移动促进  $\text{CuCl}$  析出，得2分)  
 (6) ①  $497.5cV/m$  ② 偏高



2. (14分) 苯乙酮( )是一种重要的化工原料，可用于制造香皂和塑料的增塑剂。其实验室制备流程和有关数据如下所示：



名称	相对分子质量	熔点/ $^{\circ}\text{C}$	沸点/ $^{\circ}\text{C}$	密度/ $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$	溶解度
乙酸酐	102	-73	140	1.082	微溶于水, 易水解
苯	78	5.5	80.5	0.879	不溶于水
苯乙酮	120	20.5	202	1.028	微溶于水



回答下列问题:

(1) 制备苯乙酮粗产品的装置如上图所示(加热和夹持装置已略去)。

①装置 X 的名称\_\_\_\_\_。

②无水  $\text{CaCl}_2$  固体的作用是\_\_\_\_\_。

(2) 从绿色化学角度考虑, 操作 2 中萃取剂宜采用\_\_\_\_\_。

A. 乙醇

B. 乙酸乙酯

C. 苯

D. 乙醚

(3) 操作 3 是依次用碱洗、水洗。利用  $\text{NaOH}$  溶液碱洗的目的是\_\_\_\_\_。

(4) 操作 4 中加入无水  $\text{MgSO}_4$  的目的是\_\_\_\_\_。

(5) 将操作 5(蒸馏)的步骤补齐: 安装蒸馏装置, 加入待蒸馏的物质和沸石, \_\_\_\_\_, 弃去前馏分, 收集产品。

(6) 本实验苯乙酮的产率最接近于\_\_\_\_\_。

A. 80%

B. 70%

C. 60%

D. 50%

**【答案】** (14分)

(1) ①恒压滴液漏斗(2分; “滴液漏斗”也给分)

②防止水蒸气进入烧瓶中使乙酸酐水解, 影响产率(2分)

(2) C(2分)

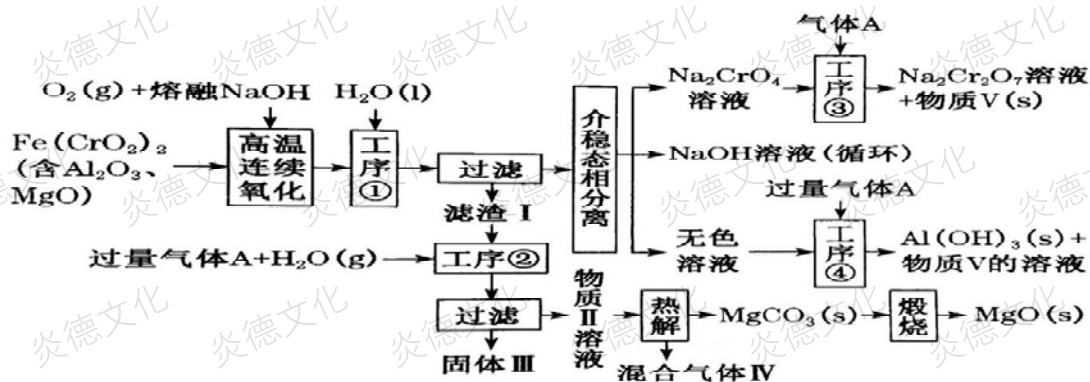
(3) 除去混合物中的酸(2分; 只答除去盐酸或醋酸, 给1分)

(4) 干燥(2分)

(5) 先通冷凝水, 再加热(2分; 前后各1分, 只写“加热”不得分)

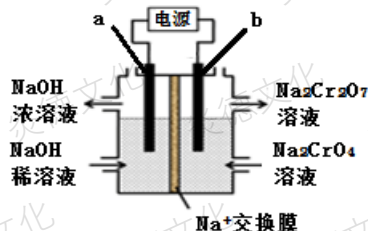
(6) A(2分)

3. (14分) 绿色化学在推动社会可持续发展中发挥着重要作用。某科研团队设计了一种熔盐液相氧化法制备高价铬盐的新工艺, 该工艺不消耗除铬铁矿、氢氧化钠和空气以外的其他原料, 不产生废弃物, 实现了Cr—Fe—Al—Mg 的深度利用和Na<sup>+</sup>内循环。工艺流程如图:



回答下列问题:

- (1) 高温连续氧化工序中主要反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。
- (2) 滤渣 I 的主要成分是\_\_\_\_\_ (填化学式)。
- (3) 工序③中发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。
- (4) 热解工序产生的混合气体最适宜返回工序\_\_\_\_\_ (填“①”或“②”或“③”或“④”)参与内循环。
- (5) 工序③也可以利用电解法制Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, 工作原理如下图所示(a, b 电极均为石墨): b与电源的\_\_\_\_\_极相连, 制备1 mol Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>时, 理论上左侧溶液总质量增重\_\_\_\_\_g。

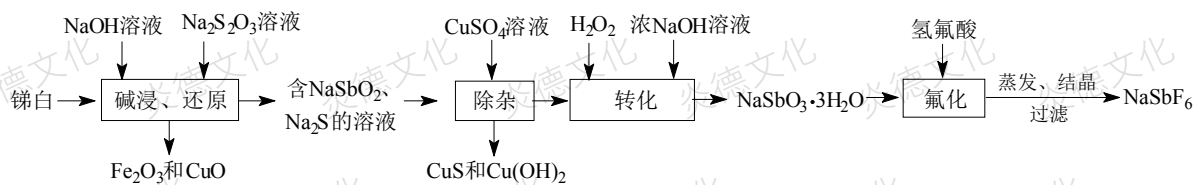


- (6) 工序④溶液中的铝元素恰好完全转化为沉淀的pH 为\_\_\_\_\_。(通常认为溶液中离子浓度等于10<sup>-5</sup> mol·L<sup>-1</sup>为恰好沉淀完全; 已知Al(OH)<sub>3</sub>+OH<sup>-</sup>⇌Al(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup> K=10<sup>0.63</sup>, K<sub>w</sub>=10<sup>-14</sup>, K<sub>sp</sub>[Al(OH)<sub>3</sub>]=10<sup>-33</sup>)

【答案】 (每空2分, 共14分)

- (1)  $4\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2 + 7\text{O}_2 + 16\text{NaOH} = 8\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{H}_2\text{O}$
- (2) MgO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (漏填、错填无分)
- (3)  $2\text{Na}^+ + 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{NaHCO}_3 \downarrow$  (无沉淀符号, 扣1分, 其他见错无分)
- (4) ②
- (5) 正极 44
- (6) 8.37

4. (12分) 六氟锑酸钠(NaSbF<sub>6</sub>)是一种新开发的锑的精细化化工产品, 主要用于有机合成、光化学反应、半导体刻蚀等。中南大学的杨天足教授提出了一种在水溶液中由锑白(主要含Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>和Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CuO等)合成六氟锑酸钠的工艺流程如图所示:



已知：① $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 的性质与 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 类似；

② $\text{Sb}_2\text{S}_3$ 可溶于 $\text{NaOH}$ 溶液；

③ $\text{NaSbO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 晶体难溶于水。

请回答下列问题：

(1) ${}_{51}\text{Sb}$ 在元素周期表中的位置是\_\_\_\_\_。

(2)“碱浸、还原”时， $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_；若 $\text{Sb}_2\text{O}_5$ 与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 反应计量关系为2:1，则氧化产物为\_\_\_\_\_。

(3)“除杂”时，当溶液中出现蓝色沉淀，立即停止加入 $\text{CuSO}_4$ 溶液，测得此时溶液的 $\text{pH}=12$ ，则此时溶液中残留的 $c(\text{S}^{2-})=_____$  [结果保留两位有效数字，常温下， $K_{\text{sp}}(\text{CuS})=6.3 \times 10^{-36}$ ， $K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2]=2.1 \times 10^{-20}$ ]。

(4)“转化”时控温约 $80^\circ\text{C}$ 的原因是\_\_\_\_\_。

(5)“氟化”中发生的反应化学方程式为\_\_\_\_\_，此过程不能选择玻璃仪器，是因为\_\_\_\_\_。

**【答案】** (1) 第五周期第VA族 (1分)

(2)  $\text{Sb}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- = 2\text{SbO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$  (2分)  $\text{SO}_4^{2-}$  或  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (1分)

(3)  $3.0 \times 10^{-20} \text{ mol/L}$  (2分)

(4) 温度过低，反应速率太慢，温度过高， $\text{H}_2\text{O}_2$ 易分解损失 (2分)

(5)  $\text{NaSbO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{HF} = \text{NaSbF}_6 + 6\text{H}_2\text{O}$  (2分)

玻璃中的 $\text{SiO}_2$ 会与 $\text{HF}$ 反应而使玻璃腐蚀 (2分)

5. (14分)二甲醚( $\text{CH}_3\text{OCH}_3$ )被称为“21世纪的清洁燃料”。以 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2$ 为原料制备二甲醚涉及的主要反应如下：

主反应：I.  $2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -122.5 \text{ kJ/mol}$

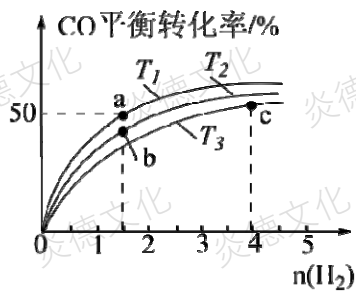
副反应：II.  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = +41.1 \text{ kJ/mol}$

回答下列问题：

(1)由上述反应可知， $\text{CO}(\text{g})$ 和 $\text{H}_2(\text{g})$ 直接转化为 $\text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g})$ 和水蒸气的热化学方程式为：\_\_\_\_\_。该反应在\_\_\_\_\_ (填“低温”或“高温”)条件下能自发进行。

在容积为1L的恒容密闭容器中，分别在不同温度下由 $\text{H}_2$ 和1mol $\text{CO}$ 合成 $\text{CH}_3\text{OCH}_3$ ， $\text{CO}$ 的平衡转化率与温度和初始投入 $n(\text{H}_2)$ 的关系如图所示。下列说法正确的是\_\_\_\_\_ (填标号)。





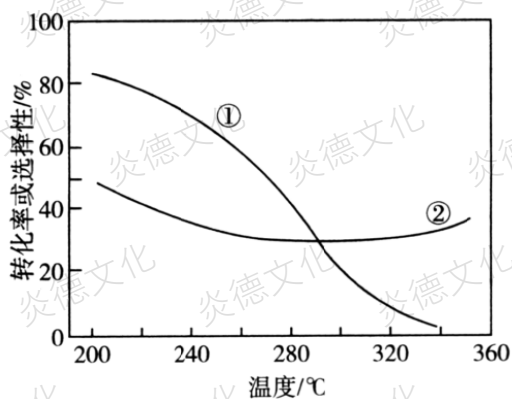
A. a、b、c 三点  $H_2$  的转化率:  $c > a > b$

B. 三种温度之间的关系:  $T_1 > T_2 > T_3$

C. c 点状态下, 再通入 1 mol CO 和 4 mol  $H_2$ , 再次达到平衡时  $H_2$  的体积分数减小

D. a 点状态下, 再通入 0.5 mol CO 和 0.75 mol  $CH_3OCH_3$ , 平衡不移动

(2)恒压条件下, 保持  $CO_2$  和  $H_2$  的起始投料一定, 发生反应 I 和 II, 实验测得  $CO_2$  的平衡转化率和平衡时  $CH_3OCH_3$  的选择性随温度的变化如图所示。



已知:  $CH_3OCH_3$  的选择性 =  $\frac{2 \times CH_3OCH_3 \text{ 的物质的量}}{\text{反应的 } CO_2 \text{ 的物质的量}} \times 100\%$ , 其中表示平衡时  $CH_3OCH_3$

的选择性的是曲线\_\_\_\_\_ (填“①”或“②”); 为同时提高  $CO_2$  的平衡转化率和平衡时  $CH_3OCH_3$  的选择性, 应选择的反应条件为\_\_\_\_\_ (填标号):

a. 低温、低压      b. 高温、高压      c. 高温、低压      d. 低温、高压

(3)在一定温度下, 向刚性容器中充入投料比为 1:3 的  $CO_2$  和  $H_2$ , 发生反应 I 和 II, 达到平衡时  $CO_2$  的转化率为 80%,  $CH_3OCH_3$  的选择性为 75%, 则  $H_2$  的转化率

$\alpha(H_2) = \underline{\hspace{2cm}}$ ; 反应 II 的压强平衡常数  $K_p = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(4) $CH_3OCH_3$ -空气-NaOH 溶液电池, 工作时负极的电极反应式为\_\_\_\_\_。

【答案】(14 分)

(1)  $2CO(g) + 4H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OCH_3(g) + H_2O(g)$   $\Delta H = -204.7 \text{ kJ/mol}$  (2 分)

低温 (1 分) CD (2 分)

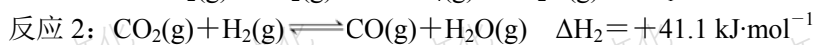
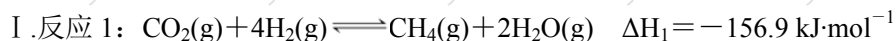
(2) ① (2 分)      d (1 分)

(3) 66.7% (2 分)      1.1 (2 分)

(4)  $CH_3OCH_3 - 12e^- + 16OH^- \rightleftharpoons 2CO_3^{2-} + 11H_2O$  (2 分)

6.2030 年前实现“碳达峰”、2060 年实现“碳中和”是我国对世界做出的庄严承诺。

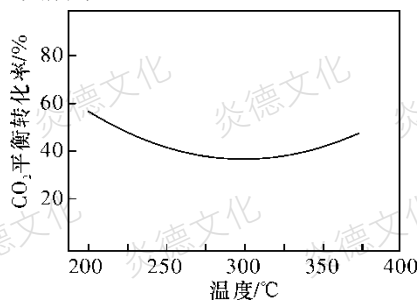
“30·60”“碳达峰”“碳中和”专题展览亮相中国科技馆，这也是全国首个“碳达峰、碳中和”科普展。研发二氧化碳利用技术和寻找新的能源成为当今研究热点。



回答下列问题:

(1) 已知  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_3 = -395.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 则  $\text{CH}_4$  不完全燃烧的热化学方程式  $2\text{CH}_4(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  的  $\Delta H_4 =$  \_\_\_\_\_。

(2) 在恒压条件下, 按  $\text{CO}_2$  与  $\text{H}_2$  的物质的量之比为 1:4 投料发生反应 1 和反应 2, 测得  $\text{CO}_2$  平衡转化率随温度的变化如图所示。



①  $\text{CO}_2$  平衡转化率随温度升高呈现如图所示变化特征的原因是 \_\_\_\_\_。

② 其他条件不变, 改为恒容条件,  $\text{CO}_2$  的平衡转化率将 \_\_\_\_\_ (填“升高”“降低”或“不变”)。

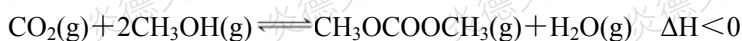
(3) 500 °C 时, 向 1 L 恒容密闭容器中充入 4 mol  $\text{CO}_2$  和 12 mol  $\text{H}_2$ , 初始压强为  $p$ , 20 min

时主、副反应都达到平衡状态, 测得  $c(\text{H}_2\text{O}) = 5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 体系压强为  $\frac{3}{4}p$ , 则 0~20 min 内,

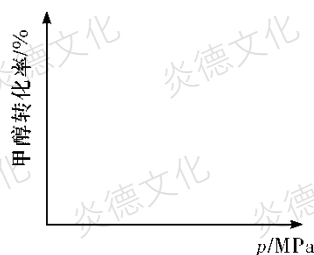
$v(\text{CH}_4) =$  \_\_\_\_\_  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ , 平衡时  $\text{CH}_4$  选择性 = \_\_\_\_\_ (  $\text{CH}_4$  选择性 =  $\frac{\text{CH}_4 \text{平衡浓度}}{\text{CO}_2 \text{转化浓度}}$ ,

保留 3 位有效数字)。

II. 以  $\text{CO}_2$  和甲醇为原料直接合成碳酸二甲酯( $\text{CH}_3\text{OCOOCH}_3$ ) 的反应为:



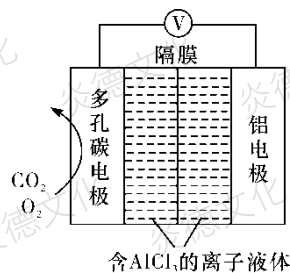
在不同的实验条件下, 测定甲醇的转化率。压强的数据结果在图 b 中未画出。



图b

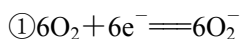
(4) 在图 b 中绘制出压强和甲醇转化率之间的关系(作出趋势即可)。

III. 利用  $\text{Al}-\text{CO}_2$  电池(工作原理如下图所示)能有效地将  $\text{CO}_2$  转化成化工原料草酸铝。



(5) 电池的总反应式为\_\_\_\_\_。

(6) 电池的正极反应式:  $2\text{CO}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , 正极反应过程中,  $\text{O}_2$  是催化剂, 催化过程可表示为:



②.....

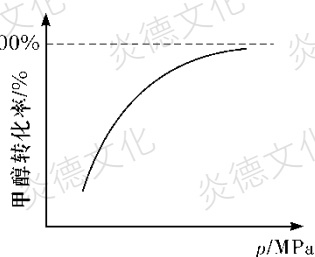
写出反应②的离子方程式:\_\_\_\_\_。

【答案】(1)  $-790.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

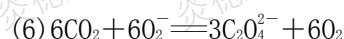
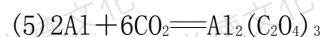
(2) ①较低温度时以放热反应 1 为主, 温度升高, 反应 1 平衡逆向移动,  $\text{CO}_2$  的转化率降低, 较高温度时以吸热反应 2 为主, 温度升高, 反应 2 平衡正向移动,  $\text{CO}_2$  的转化率升高

②降低

(3) 0.1 66.7%



(4)



【解析】(1) 根据题给已知反应和盖斯定律可得,  $\Delta H_4 = 2\Delta H_2 + 3\Delta H_3 - 2\Delta H_1 = +41.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 + (-395.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 3 - (-156.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 2 = -790.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) ① $\text{CO}_2$ 平衡转化率随温度升高呈现如题图所示变化的原因是较低温度时以放热反应 1 为主, 温度升高反应 1 平衡逆向移动,  $\text{CO}_2$  的转化率降低, 较高温度时以吸热反应 2 为主, 温度升高, 反应 2 平衡正向移动,  $\text{CO}_2$  的转化率升高。

②合成甲烷的反应为气体体积减小的反应, 其他条件不变, 改为恒容条件, 相当于原体系减小压强, 平衡逆向移动,  $\text{CO}_2$  的平衡转化率将降低。

(3) 初始压强为  $p$ , 20 min 时主、副反应都达到平衡状态, 测得  $c(\text{H}_2\text{O}) = 5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则  $\text{H}_2\text{O}$  的物质的量为 5 mol, 体系压强为  $\frac{3}{4}p$ , 相同条件下压强比等于物质的量比, 则反应后

总的物质的量为  $(4+12) \times \frac{3}{4} = 12 \text{ mol}$ ; 设主反应消耗  $\text{CO}_2$  的物质的量为  $x \text{ mol}$ , 副反应消耗  $\text{CO}_2$  的物质的量为  $y \text{ mol}$ , 则主副反应的三段式为:

	$\text{CO}_2(\text{g})$	$+ 4\text{H}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{CH}_4(\text{g})$	$+ 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
起始 (mol)	4	12		0	0
转化 (mol)	$x$	$4x$		$x$	$2x$
平衡 (mol)	$4-x-y$	$12-4x-y$		$x$	$2x+y$



	$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
起始 (mol)	4      12      0      0
转化 (mol)	y      y      y      y
平衡 (mol)	$4-x-y$ $12-4x-y$ y $2x+y$

则有： 
$$\begin{cases} (4-x-y) + (12-4x-y) + x + y + (2x+y) = 12, \\ 2x+y=5, \end{cases}$$

解得  $x=2, y=1$ ,

则 0~20 min 内,  $v(\text{CH}_4) = \frac{2 \text{ mol}}{1 \text{ L} \times 20 \text{ min}} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ , 平衡时  $\text{CH}_4$  选择性 =

$$\frac{\frac{2 \text{ mol}}{1 \text{ L}}}{\frac{2 \text{ mol} + 1 \text{ mol}}{1 \text{ L}}} \times 100\% \approx 66.7\%.$$

(4) 根据反应方程式  $\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OCOOCH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  可知, 正反应气体体积减小, 即增大压强, 反应速率加快, 达到平衡之前, 甲醇的转化率增大, 达到平衡之后, 增大压强, 平衡正向移动, 甲醇的平衡转化率增大, 故压强与甲醇转化率之间的关系图见答案。

(5) 由题干电池装置图可知, Al 为负极, 电极反应为  $\text{Al} - 3\text{e}^- = \text{Al}^{3+}$ , 多孔碳电极为正极, 电极反应为  $2\text{CO}_2 + 2\text{e}^- = \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , 故电池的总反应式为  $2\text{Al} + 6\text{CO}_2 = \text{Al}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ 。

(6) 电池的正极反应式:  $2\text{CO}_2 + 2\text{e}^- = \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , 正极反应过程中,  $\text{O}_2$  是催化剂, 催化过程可表示为  $\text{①} 6\text{O}_2 + 6\text{e}^- = 6\text{O}_2^-$ , 根据电子守恒并用正极反应减去反应①即得反应②, 故其离子方程式为  $6\text{CO}_2 + 6\text{O}_2^- = 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 6\text{O}_2$ 。