

温馨提示：

此套题为 Word 版，请按住 Ctrl，滑动鼠标滚轴，调节合适的观看比例，答案解析附后。关闭Word 文档返回原板块。

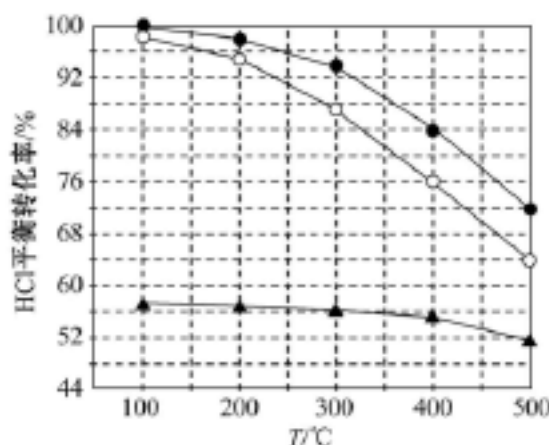
微专题突破练(十)

化学反应原理综合应用(非选择题)

1. (2019 • 全国卷III)近年来,随着聚酯工业的快速发展,氯气的需求量和氯化氢的产出量也随之迅速增长。因此,将氯化氢转化为氯气的技术成为科学研究的热点。回答下列问题:

(1)Deacon 发明的直接氧化法为: $4\text{HCl}(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})\rightleftharpoons 2\text{Cl}_2(\text{g})+2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。

下图为刚性容器中,进料浓度比 $c(\text{HCl}):c(\text{O}_2)$ 分别等于 1:1、4:1、7:1 时 HCl 平衡转化率随温度变化的关系:



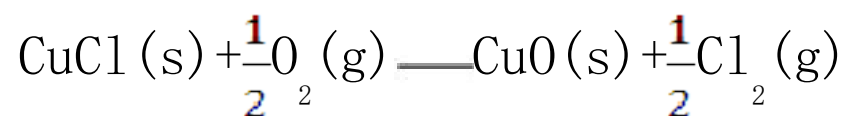
可知反应平衡常数 $K(300\text{ }^{\circ}\text{C})$ _____ $K(400\text{ }^{\circ}\text{C})$ (填“大于”或“小于”)。设 HCl 初始浓度为 c_0 , 根据进料浓度比 $c(\text{HCl}):c(\text{O}_2)=1:1$ 的数据计算 $K(400\text{ }^{\circ}\text{C})$

= _____ (列出计算式)。按化学计量比进料可以保持反应物高转化率,同时降低产物分离的能耗。进料浓度比 $c(\text{HCl}):c(\text{O}_2)$ 过低、过高的不利影响分别是_____。

(2)Deacon 直接氧化法可按下列催化过程进行:



$$\Delta H_1 = 83 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H_2 = -20 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

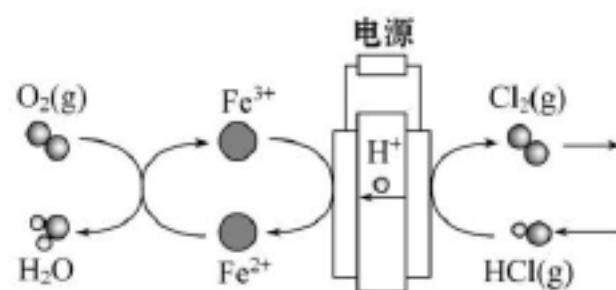


$$\Delta H_3 = -121 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

则 $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\quad} 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(3) 在一定温度的条件下, 进一步提高 HCl 的转化率的方法是
 。(写出 2 种)

(4) 在传统的电解氯化氢回收氯气技术的基础上, 科学家最近采用碳基电极材料设计了一种新的工艺方案, 主要包括电化学过程和化学过程, 如下图所示:



负极区发生的反应有 (写反应方程式)。

电路中转移 1 mol 电子, 需消耗氧气 L(标准状况)。

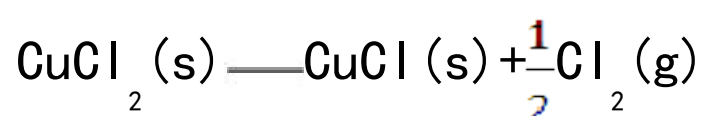
【解析】(1) 根据题中示意图可以看出随着温度的升高, HCl 的转化率降低, 说明升高温度平衡逆向移动, 正反应为放热反应, 所以温度越高, 反应进行的程度越小, K 值越小, 即 $K(300\text{ }^\circ\text{C})$ 大于 $K(400\text{ }^\circ\text{C})$ 。相同条件下进料浓度比 $c(\text{HCl}) : c(\text{O}_2)$ 越大, HCl 的转化率越低; 进料浓度

比 $c(\text{HCl}) : c(\text{O}_2)$ 越小, HCl 的转化率越高。即三条曲线中, 最上面一条是 $c(\text{HCl}) : c(\text{O}_2) = 1 : 1$ 的变化曲线。将 $400\text{ }^\circ\text{C}$ 时的数据代入可得:

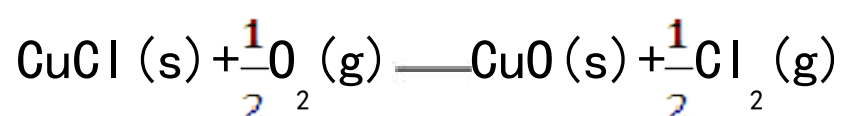
$$K = \frac{(0.42)^2 \times (0.42)^2}{(1-0.84)^4 \times (1-0.21)c_0}$$

反应都不利, 过高会造成 HCl 利用率降低, 过低会有大量氧气剩余, 分离氧气能耗过高。

(2) 利用盖斯定律解答本题。



$$\Delta H_1 = 83 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \text{①}$$



$$\Delta H_2 = -20 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \text{②}$$



$$\Delta H_3 = -121 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \text{③}$$

则 $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 可由 $\text{①} \times 2 + \text{②} \times 2 + \text{③} \times 2$ 得到, 所以其 $\Delta H = 83 \times 2 + (-20) \times 2 + (-121) \times 2 = -116 \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$ 。

(3) 根据平衡移动原理, 为了提高 HCl 的转化率, 使反应 $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 正向移动, 可以采用增大反应体系压强、及时分离出产物等措施。

(4) 根据示意图中 H^+ 的流动方向可以判断电源的正负极情况, 左侧为负极, 右侧为正极。根据示意图中负极区物质的转化可以写出相应的方程式: $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}^{2+}$, $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \longrightarrow 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。在反应中, $1 \text{ mol } \text{O}_2$ 得到 4 mol 电子, 所以转移 1 mol 电子时消耗氧气 0.25 mol , 在标准

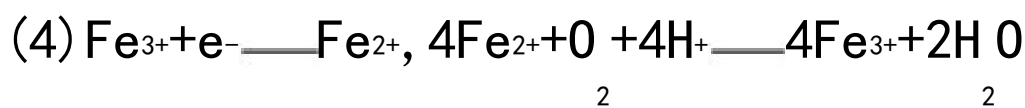
状况下的体积为 5.6 L。

答案: (1) 大于 $\frac{(0.42)^2 \times (0.42)^2}{(1-0.84)^4 \times (1-0.21)c_0}$

O_2 和 Cl_2 分离能耗较高、HCl 转化率较低

(2)-116

(3) 增加反应体系压强、及时除去产物

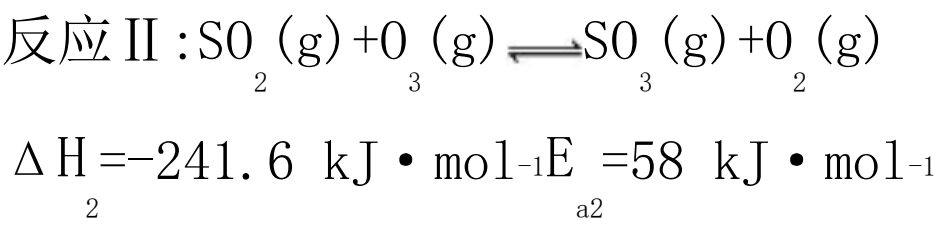
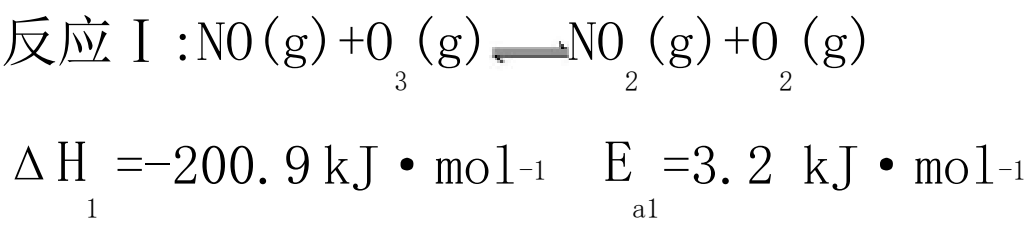


5.6

2. 氮、硫及其化合物在工农业生产生活中有着重要作用。回答下列问题:

(1) 有人设想利用 CO 还原 SO_2 。已知 S 和 CO 的燃烧热分别是 $296.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 请写出 CO 还原 SO_2 生成 CO_2 和 $S(s)$ 的热化学方程式_____。

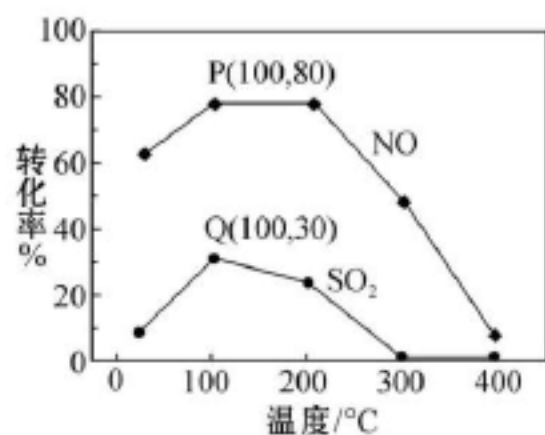
(2) 某科研小组研究臭氧氧化-碱吸收法同时脱除 SO_2 和 NO 工艺, 氧化过程反应原理及反应热、活化能数据如下:



已知该体系中臭氧发生分解反应: $2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$ 。请回答:

其他条件不变, 每次向容积为 2 L 的反应器中充入含 $2.0 \text{ mol } NO$ 、 $2.0 \text{ mol } SO_2$ 的模拟烟气和 $4.0 \text{ mol } O_3$, 改变温度, 反应相同时间 t 后体系中 NO 和 SO_2

的转化率如图所示：



①由图可知相同温度下 NO 的转化率远高于 SO₂, 结合题中数据分析其可能原因_____。

②下列说法正确的是_____。

A. Q 点一定为平衡状态点

B. 温度高于 200 °C 后, NO 和 SO₂ 的转化率随温度升高显著下降、最后几乎为零

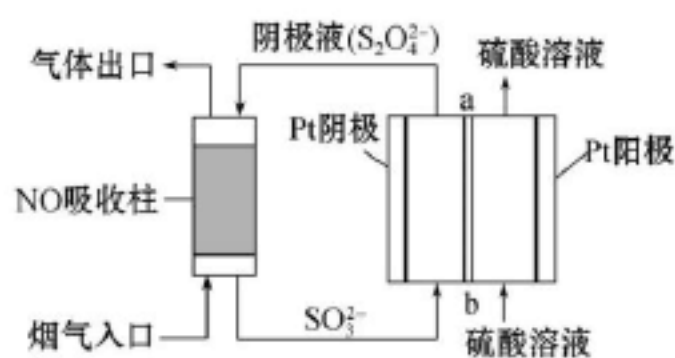
C. 其他条件不变, 若扩大反应器的容积可提高 NO 和 SO₂ 的转化率

D. 臭氧氧化过程不能有效地脱除 SO₂, 但后续步骤碱吸收可以有效脱硫

③假设 100 °C 时 P、Q 均为平衡点, 此时反应时间为 5 min, 发生分解反应的臭氧占充入臭氧总量的 10%, 则体系中剩余 O₃ 的物质的量是_____mol; SO₂ 的平均反应速率为_____; 反应 I 在此时的平衡常数为_____。

(3) 以连二硫酸根(S₂O₄²⁻)为媒介, 使用间接电化学法也可处理燃煤烟

气中的NO, 装置如图所示:

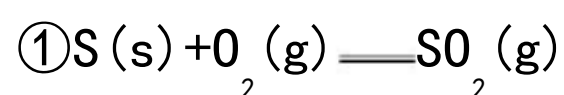


①ab 是_____ (填“阳”或“阴”)离子交换膜。阴极区的电极反应式为_____。

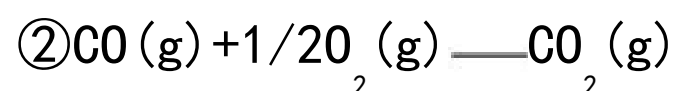
②若 NO 吸收转化后的产物为 NH_4^+ , 通电过程中吸收 4.48 L NO (标准状况下), 则阳极可以产生_____mol 气体。

【解析】(1) 已知 S 和 CO 的燃烧热分别是

296.0 kJ · mol⁻¹、283.0 kJ · mol⁻¹, 则

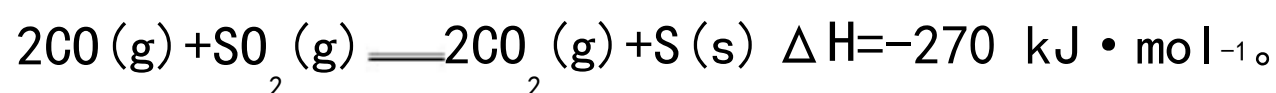


$$\Delta H = -296.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H = -283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

根据盖斯定律可知 ② × 2 - ① 即得到 CO 还原 SO₂ 的热化学方程式



(2) ①反应 I 的活化能小于反应 II, 相同条件下更易发生反应, 因此相同温度下 NO 的转化率远高于 SO₂;

②A. 随着反应的进行, 反应物的转化率逐渐增大, 因此 Q 点不一定为平衡状态点, 可能是建立平衡过程中的一个点, A 错误; B. 根据图象, 温度高于 200 °C 后, NO 和 SO₂ 的转化率随温度升高显著下降、最后几乎为零, B 正确; C. 根据 $2\text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{O}_2(\text{g})$ 可知其他条件不变, 若扩大反应器的容积, 压强减小, 平衡正向移动, 使得臭氧的浓度减小, 氧气浓度增大, 反应 I 和反应 II 的平衡逆向移动, NO 和 SO₂ 的转化率减小, C 错误; D. 根据图象, 臭氧氧化过程中二氧化硫的转化率较低, 不能有效地脱除 SO₂, 二氧化硫是酸性氧化物, 能够被氢氧化钠溶液吸收, D 正确;

③假设 100 °C 时 P、Q 均为平衡点, 此时反应时间为 5 min, 发生分解反应的臭氧占充入臭氧总量的 10%, 发生分解反应的臭氧为 $4 \text{ mol} \times 10\% = 0.4 \text{ mol}$, 根据反应 I: $\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$, 平衡时 NO 的转化率为 80%, 反应的臭氧为 $2 \text{ mol} \times 80\% = 1.6 \text{ mol}$; 反应 II: $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$, 平衡时二氧化硫的转化率为 30%, 反应的臭氧为 $2 \text{ mol} \times 30\% = 0.60 \text{ mol}$; 最终剩余臭氧 $4 \text{ mol} - 0.4 \text{ mol} -$

$1.60 \text{ mol} - 0.60 \text{ mol} = 1.4 \text{ mol}$; 5 min 内 SO_2 的平均反应速率 = $\frac{\frac{2 \text{ mol} \times 30\%}{2}}{5 \text{ min}} =$

$0.06 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{min})^{-1}$; 平衡时 NO 、 O_3 、 NO_2 、 O_2 的物质的量分别为 0.4

mol 、 1.4 mol 、 1.6 mol 、 $0.4 \text{ mol} \times \frac{3}{2} + 1.6 \text{ mol} + 0.6 \text{ mol} = 2.8 \text{ mol}$,

反应 I 在此时的平衡常数 = $\frac{\frac{1.6}{2} \times \frac{2.8}{2}}{\frac{0.4}{2} \times \frac{1.4}{2}} = 8$;

(3) ①由图可知, 阴极区通入液体主要含 SO_3^{2-} , 流出液体主要含 SO_4^{2-} ,

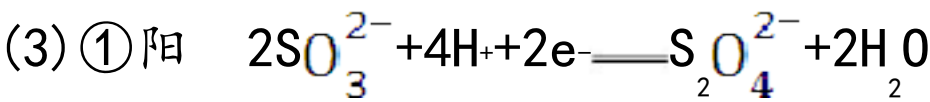
所以阴极区电极反应式为 $2\text{SO}_3^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{S}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$, 由于阴极需要消耗氢离子, 则 ab 是阳离子交换膜;

②4.48 L NO (标准状况下) 的物质的量是 0.2 mol, 由于 NO 吸收转化后的产物为 NH_4^+ , 则电路中转移 1 mol 电子; 阳极氢氧根放电产生氧气, 产生氧气的物质的量是 $1 \text{ mol} \div 4 = 0.25 \text{ mol}$ 。

答案: (1) $2\text{CO}(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s}) \quad \Delta H = -270 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2)

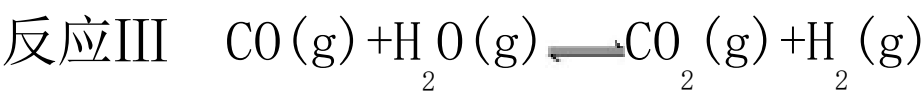
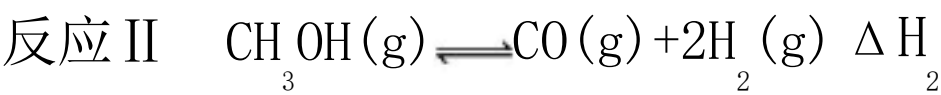
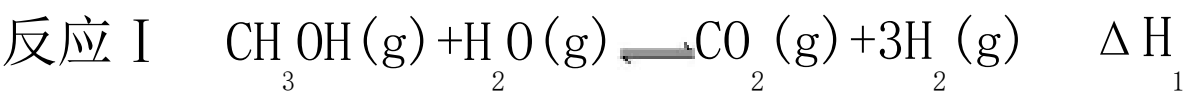
①反应 I 的活化能小于反应 II, 相同条件下更易发生反应 ②BD

③1.4 $0.06 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{min})^{-1}$ 8



②0.25

3. 甲醇水蒸气重整制氢 (SRM) 是用于驱动电动汽车的质子交换膜燃料电池的理想氢源, 当前研究主要集中在提高催化剂活性和降低尾气中 CO 含量, 以免使燃料电池 Pt 电极中毒。重整过程发生的反应如下:



其对应的平衡常数分别为 K_1 、 K_2 、 K_3 , 其中 K_2 、 K_3 随温度变化如下表所示:

	125 °C	225 °C	325 °C
K_2	0.553 5	185.8	9 939.5
K_3	1 577	137.5	28.14

请回答:

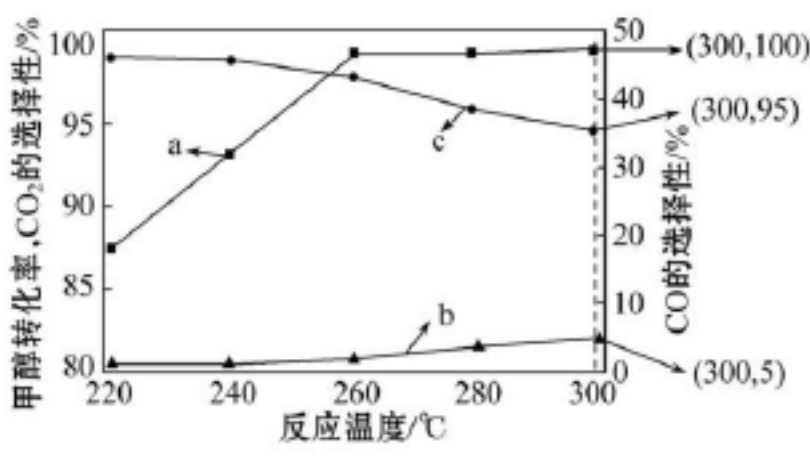
(1) 反应 II 能够自发进行的条件是_____ (填“低温”“高温”或“任何温度”), ΔH_1 _____ (填“>”“<”或“=”) ΔH_3 。

(2) 相同条件下, 甲醇水蒸气重整制氢较甲醇直接分解制氢 (反应 II) 的先进之处在于_____。

(3) 在常压、Cat. 1 催化下, CH_3OH 和 H_2O 混合气体 (体积比 1 : 1.2, 总

物质的量

2. 2 mol) 进行反应, t_1 时刻测得 CH_3OH 转化率及 CO 、 CO_2 选择性随温度变化情况分别如图所示 (CO 、 CO_2 的选择性: 转化的 CH_3OH 中生成 CO 、 CO_2 的百分比)。

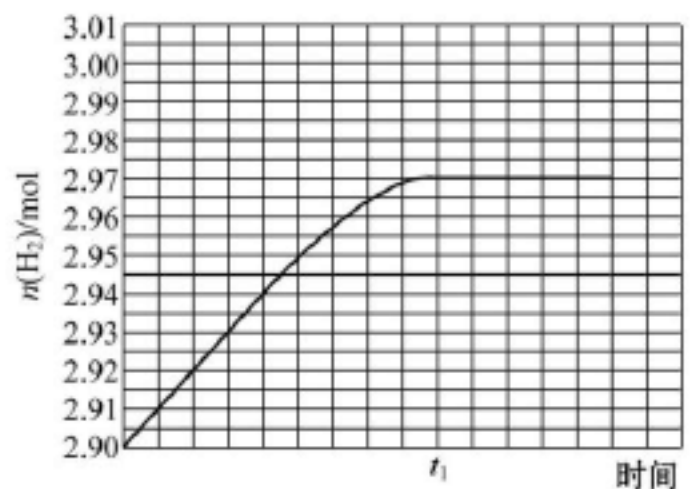


注: 曲线 a 表示 CH_3OH 的转化率, 曲线 b 表示 CO 的选择性, 曲线 c 表示 CO_2 的选择性。

① 下列说法不正确的是_____。

- A. 反应适宜温度为 300 °C
- B. 工业生产通常在负压条件下进行甲醇水蒸气重整
- C. 已知 Cat. 2 催化剂具有更高催化活性, 可提高甲醇平衡转化率
- D. 添加 CaO 的复合催化剂可提高氢气产率

② 260 °C 时 H_2 物质的量随时间的变化曲线如图所示。画出 300 °C 时至 t_1 时刻 H_2 物质的量随时间的变化曲线。



(4) 副产物 CO_2 可以在酸性水溶液中电解生成甲酸, 生成甲酸的电极反

以上内容仅为本文档的试下载部分，为
可阅读页数的一半内容。如要下载或阅
读全文，请访问：

[https://d.book118.com/746150144001
010110](https://d.book118.com/746150144001010110)