

多平衡体系中的规范解答

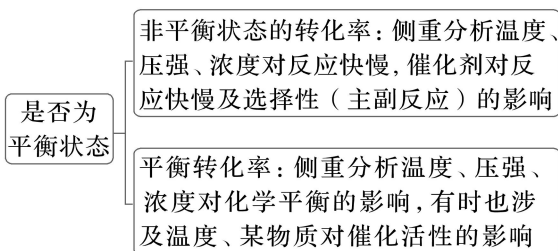
1.平衡移动类文字说理题答题模板

叙特点(反应特点或容器特点)→变条件→定方向→得结论(或结果)

(1)温度: 该反应正向为×××(放热或吸热)反应, 其他条件不变, 升高(或降低)温度, 平衡×××(正向或逆向)移动, 因此×××(得结论)。

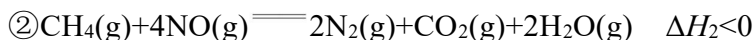
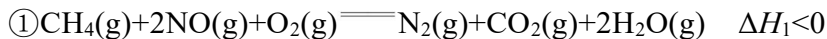
(2)压强: 反应的正反应是气体分子数减小(或增大)的反应, 当温度一定时, 增大压强, 平衡正向(或逆向)移动, 因此×××(得结论)。

2.工业生产图像中转化率、产率变化文字说理题答题要领

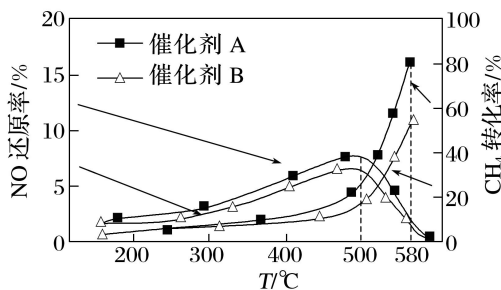


(一)最佳反应条件的判断

例1 甲烷还原可消除 NO 污染。将 NO、O₂、CH₄ 混合物按一定体积比通入恒容容器中, 发生如下主要反应:

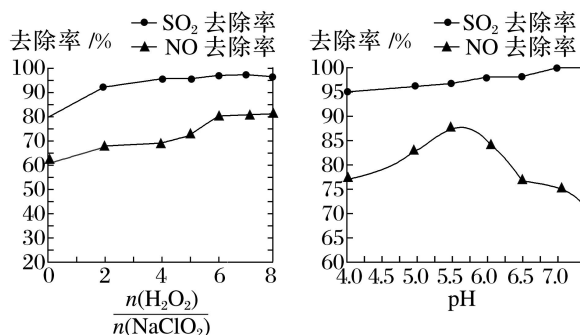


在催化剂 A 和 B 的分别作用下, NO 的还原率和 CH₄ 的转化率分别与温度的关系如图所示。



由图可知, 消除 NO 的最佳条件是_____和催化剂_____。

例2 利用 NaClO₂/H₂O₂ 酸性复合吸收剂可同时对 NO、SO₂ 进行氧化得到硝酸和硫酸而除去。在温度一定时, $\frac{n(\text{H}_2\text{O}_2)}{n(\text{NaClO}_2)}$ 、溶液 pH 对脱硫脱硝的影响如图所示:



由图所示可知脱硫脱硝最佳条件是_____。

(二)解释曲线发生某种现象的原因

例3 CO_2 催化加氢直接合成二甲醚的反应为 $2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

$\Delta H = -122.54 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。有时还会发生副反应： $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H = +41.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，其他条件相同时，反应温度对 CO_2 平衡总转化率及反应 2.5 小时的 CO_2 实际总转化率影响如图 1 所示；反应温度对二甲醚的平衡选择性及反应 2.5 小时二甲醚实际选择性影响如图 2 所示。（已知： CH_3OCH_3 的选择性 = $\frac{\text{生成二甲醚的 } \text{CO}_2 \text{ 物质的量}}{\text{反应共消耗 } \text{CO}_2 \text{ 物质的量}} \times 100\%$ ）

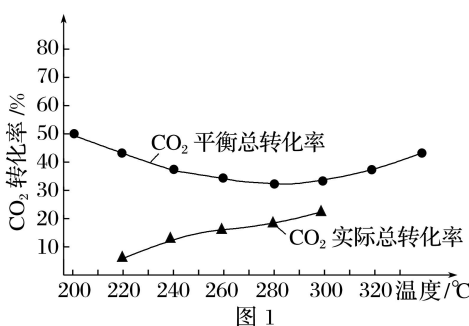


图 1

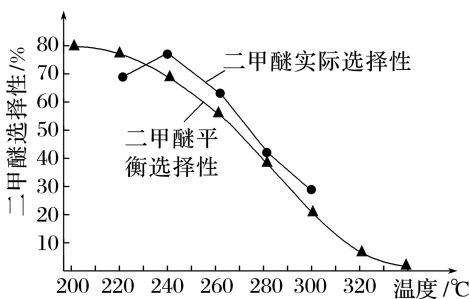
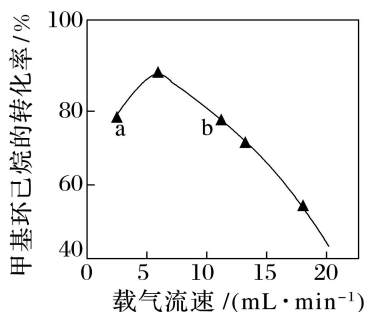


图 2

(1)图 1 中，温度高于 290 °C， CO_2 平衡总转化率随温度升高而上升的原因可能是_____。

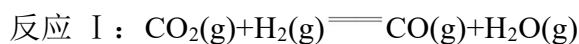
(2)图 2 中，在 240~300 °C 范围内，相同温度下，二甲醚的实际选择性高于其平衡值，从化学反应速率的角度解释原因：_____。

例4 甲基环己烷催化脱氢($\text{C}_7\text{H}_{14} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2$)是石油工业制氢常见方法，以 Ni- Cu 为催化剂，固定反应温度为 650 K，以氮气为载气，在不同载气流速情况下，甲基环己烷脱氢转化率如图所示，b 点转化率能与 a 点保持相当的原因是_____。



真题演练

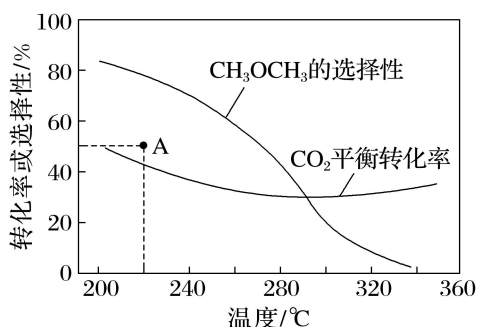
1.[2019·江苏, 20(3)]CO₂催化加氢合成二甲醚是一种 CO₂转化方法, 其过程中主要发生下列反应:



$$\Delta H = +41.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



在恒压、CO₂和H₂的起始量一定的条件下, CO₂平衡转化率和平衡时CH₃OCH₃的选择性随温度的变化如图。

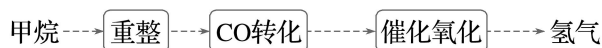


其中: CH₃OCH₃ 的选择性 = $\frac{2 \times \text{CH}_3\text{OCH}_3 \text{ 的物质的量}}{\text{反应的 CO}_2 \text{ 的物质的量}} \times 100\%$

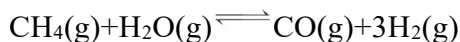
①温度高于 300 °C, CO₂ 平衡转化率随温度升高而上升的原因是_____。

②220 °C 时, 在催化剂作用下 CO₂ 与 H₂ 反应一段时间后, 测得 CH₃OCH₃ 的选择性为 48%(图中 A 点)。不改变反应时间和温度, 一定能提高 CH₃OCH₃ 选择性的措施有_____。

2.[2021·江苏, 18(1)(2)]甲烷是重要的资源, 通过下列过程可实现由甲烷到氢气的转化。

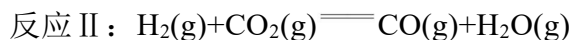


(1)500 °C 时, CH₄ 与 H₂O 重整主要发生下列反应:

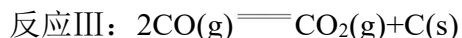


已知 $\text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) \quad \Delta H = -178.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。向重整反应体系中加入适量多孔 CaO, 其优点是_____。

(2)CH₄ 与 CO₂ 重整的主要反应的热化学方程式为

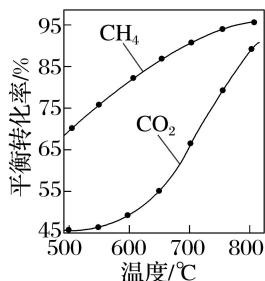
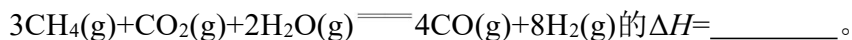


$\Delta H = +41.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



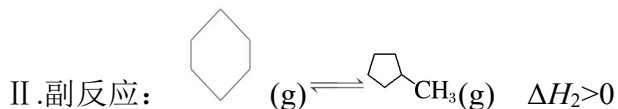
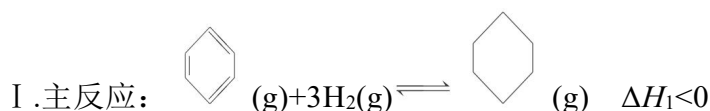
$\Delta H = -172.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

①在 CH_4 与 CO_2 重整体系中通入适量 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，可减少 $\text{C}(\text{s})$ 的生成，反应



② $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下，将 $n_{\text{起始}}(\text{CO}_2) : n_{\text{起始}}(\text{CH}_4) = 1 : 1$ 的混合气体置于密闭容器中，不同温度下重整体系中 CH_4 和 CO_2 的平衡转化率如图所示。800 °C 下 CO_2 平衡转化率远大于 600 °C 下 CO_2 平衡转化率，其原因是_____。

3.[2021·辽宁，17(2)(3)(4)]苯催化加氢制备环己烷是化工生产中的重要工艺，一定条件下，发生如下反应：



(2)有利于提高平衡体系中环己烷体积分数的措施有_____ (填字母)。

- A.适当升温 B.适当降温
C.适当加压 D.适当减压

(3)反应 I 在管式反应器中进行，实际投料往往在 $n(\text{H}_2) : n(\text{C}_6\text{H}_6) = 3 : 1$ 的基础上适当增大 H_2 用量，其目的是_____。

(4)氢原子和苯分子吸附在催化剂表面活性中心时，才能发生反应，机理如图。当 H_2 中混有微量 H_2S 或 CO 等杂质时，会导致反应 I 的产率降低，推测其可能原因为_____。

