

典题训练 3 化学平衡移动

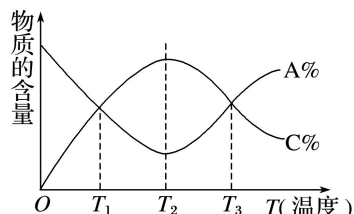
1. 一定条件下，通过下列反应可实现燃料烟气中硫的回收： $\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{l}) + \text{Q}$ ($\text{Q} > 0$)

下列说法正确的是 ()

- A. 平衡前，随着反应的进行，容器内压强始终不变
- B. 平衡时，其他条件不变，分离出硫，正反应速率加快
- C. 平衡时，其他条件不变，升高温度可提高 SO_2 的转化率
- D. 其他条件不变，使用不同的催化剂，该反应的平衡常数不变

解析 D 该反应是一个反应前后气体体积减小、放热的可逆反应，在反应达到平衡之前，随着反应的进行，气体的物质的量逐渐减小，则容器的压强在逐渐减小，A 错误；硫是液体，分离出硫，气体反应物和生成物浓度都不变，所以不影响反应速率，B 错误；该反应的正反应是放热反应，升高温度平衡向逆反应方向移动，抑制了二氧化硫的转化，所以二氧化硫的转化率降低，C 错误；平衡常数只与温度有关，与使用哪种催化剂无关，D 正确。

2. 经一定时间后，可逆反应 $a\text{A} + b\text{B} \rightleftharpoons c\text{C}$ 中物质的含量 A% 和 C% 随温度的变化曲线如下图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 该反应在 T_1 、 T_3 温度时达到化学平衡
- B. 该反应在 T_1 温度时达到化学平衡
- C. 该反应为放热反应
- D. 升高温度，平衡会向正反应方向移动

解析 C T_2 温度之前 A% 变小，C% 从 0 逐渐增大，而 T_2 温度之后 A% 逐渐增大，C% 逐渐减小，说明 T_2 温度之前是反应没有达到平衡状态，而 T_2 温度时恰好平衡， T_2 温度之后是温度升高使平衡向左移动，所以逆反应是吸热反应，则 T_1 温度之后 A% 继续变小，C% 继续增大， T_3 温度之后 A% 继续增大，C% 继续减小，故 T_1 、 T_3 温度时未达到化学平衡，A、B 错误；该反应的正反应是放热反应，C 正确； T_2 温度时恰好平衡， T_2 温度之后 A% 逐渐增大，C% 逐渐减小，说明 T_2 温度之后是温度升高使平衡向逆反应移动，D 错误。

3. 某温度时，在密闭容器中，X、Y、Z 三种气体浓度的变化如图 I 所示，若其他条件不变，当温度分别为 T_1 和 T_2 时，Y 的体积分数与时间关系如图 II 所示。则下列结论正确的是 ()

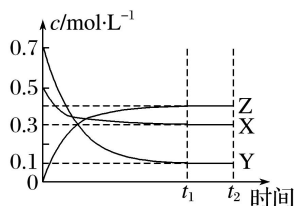


图 I

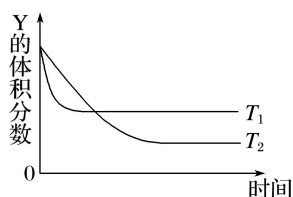


图 II

- A. 该反应的热化学方程式为 $X(g)+3Y(g) \rightleftharpoons 2Z(g)-Q$ ($Q>0$)
- B. 若其他条件不变，升高温度，正、逆反应速率均增大，X 的转化率减小
- C. 达到平衡后，若其他条件不变，减小容器体积，平衡向逆反应方向移动
- D. 达到平衡后，若其他条件不变，通入稀有气体，平衡向正反应方向移动

解析 B 根据图 I、图 II 推知 $X(g)+3Y(g) \rightleftharpoons 2Z(g)+Q$ ($Q>0$)，A 错，B 对；加压，平衡右移，C 错；若恒温恒压通入稀有气体，平衡左移，若恒温恒容通入稀有气体，平衡不移动，D 错。

4. 在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $5.05\times 10^5\text{ Pa}$ 条件下，密闭容器中进行反应 $2A(g)+xB(g) \rightleftharpoons 4C(g)$ ，达平衡时 $c(A)=1.00\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，现将压强减小到 $1.01\times 10^5\text{ Pa}$ ，建立平衡后， $c(A)=0.18\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则下列说法正确的是 ()

- A. 系数 $x>2$
- B. 若增大该体系的压强，平衡向左移动，化学平衡常数变小
- C. 若增大该体系的压强，平衡向右移动，化学平衡常数不变
- D. 该反应的化学平衡常数表达式是 $K=\frac{c^4(C)}{c^2(A)\cdot c(B)}$

解析 D 在 $5.05\times 10^5\text{ Pa}$ 条件下达平衡时 $c(A)=1.00\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，现将压强减小到 $1.01\times 10^5\text{ Pa}$ ，压强为原来的 $\frac{1}{5}$ ，若平衡不发生移动，则建立平衡后，A 的浓度也应该为原来的 $\frac{1}{5}$ ，即 $c(A)=0.20\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，但是 $c(A)=0.18\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，说明减小压强，平衡正向移动。根据平衡移动原理，减小压强，平衡向气体体积增大的方向移动。所以 $2+x<4$ ，所以 $x=1$ ，A 错误；若增大该体系的压强，平衡向气体体积减小的方向，即向左移动。但是化学平衡常数只与温度有关，温度不变，化学平衡常数也不变，B、C 错误；化学平衡常数是可逆反应达到平衡状态时各生成物幂指数的乘积与各反应物浓度幂指数乘积的比，对该反应来说，其化学平衡常数表达式是 $K=\frac{c^4(C)}{c^2(A)\cdot c(B)}$ ，D 正确。

5. 在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，将 $0.100\text{ mol N}_2\text{O}_4$ 气体充入 1 L 恒容抽空的密闭容器中，隔一定时间对该容器内物质的浓度进行分析得到如下表数据：

时间(s)	0	20	40	60	80
$c(\text{N}_2\text{O}_4)/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	0.100	c_1	0.050	c_3	c_4
$c(\text{NO}_2)/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	0.000	0.060	c_2	0.120	0.120

- (1) 该反应的平衡常数表达式为 _____；从表中分析： c_1 _____ c_2 (填“>”、“<”或“=”，下同)， c_3 _____ c_4 。
- (2) 在上述条件下，从反应开始直至达到化学平衡时， N_2O_4 的平均反应速率为 _____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 。
- (3) 达平衡后下列条件的改变可使 NO_2 气体浓度增大的是 _____ (填字母)。
- A. 扩大容器的容积
- B. 再充入一定量的 N_2O_4
- C. 分离出一定量的 NO_2

D. 再充入一定量的 He

(4) 若在相同条件下，起始时只充入 0.080 mol NO₂ 气体，则达到平衡时 NO₂ 气体的转化率为_____。

答案 (1) $K = \frac{c^2(\text{NO}_2)}{c(\text{N}_2\text{O}_4)}$ < = (2)0.001 (3)B (4)25%

解析 (1) 本题的反应方程式为 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ ，由表中数据可计算出 $c_1=0.070$ ， $c_2=0.100$ ，根据 60 s 和 80 s 时 $c(\text{NO}_2)$ 相等可确定在 60 s 时反应已达平衡状态，则有 $c_3=c_4$ 。(2) 由表中数据知，从反应开始直至达到化学平衡， $v(\text{NO}_2)=0.002 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ，则 $v(\text{N}_2\text{O}_4)=0.001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。(3) 选项 A 和 C 中改变条件后， $c(\text{NO}_2)$ 减小；选项 D 中改变条件后， $c(\text{NO}_2)$ 保持不变。(4) 在题设条件下反应 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ 的平衡常数

$K = \frac{c^2(\text{NO}_2)}{c(\text{N}_2\text{O}_4)} = \frac{0.120^2}{0.040} = 0.36$ 。现充入 NO₂ 气体 0.080 mol，相当于 0.040 mol N₂O₄，设达平衡时 N₂O₄ 的浓度

变化了 $x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则有 $K = \frac{c^2(\text{NO}_2)}{c(\text{N}_2\text{O}_4)} = \frac{(2x)^2}{0.040-x} = 0.36$ ，解得 $x=0.030$ ，即达到平衡时混合气体中有 0.060 mol

NO₂ 和 0.010 mol N₂O₄，所以 NO₂ 的转化率为 25%。