

浅析化学反应速率和化学平衡图像类型

福建省长汀县庵杰中学 366300 黄选焜

化学反应速率和化学平衡图像类型主要介绍以下几类。

一、浓度——时间图

此类图像能说明各平衡体系组分在反应过程中的变化情况。解题时要分清反应物和生成物，注意各物质曲线的折点，各物质浓度变化的内在联系及比例符合化学方程式中化学计量数关系等情况。

例1 600℃时 A、B、C 三种气体在密闭容器中浓度的变化情况如图 1 所示，仅从图上分析不能得出有关 A 的结论的是()。

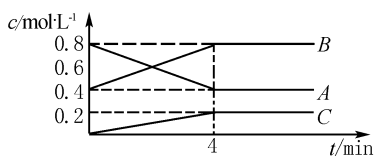


图 1

- A. A 是反应物
- B. 前 4 min A 的分解速率是 $0.1 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{min})^{-1}$
- C. 4 min 后，若升高温度 A 的转化率增大
- D. 4 min 后，若增大压强 A 的转化率减小

解析 根据图像可知：A 随着反应的进行不断减少，但没有完全反应，而 B、C 随着反应的进行不断增加，因此，该反应是由 A 生成 B、C 的可逆反应，故 A 正确；

再由图像可知，每消耗 1 份 A 的同时，生成 1 份 B 和 0.5 份 C，则反应的化学方程式为： $2A \rightleftharpoons 2B + C$ 。则达平衡后，若增大压强，平衡向逆反应方向移动，所以 A 的转化率减小，故 D 正确。

前 4 min A 的浓度减少了 0.4 mol/L ，分解速率为 $0.1 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{min})^{-1}$ 。

根据图像不能确定反应是放热还是吸热，则不能判断温度对平衡移动的影响，所以不能判断 A 的转化率的变化，故 C 错误。故选 C。

点评 本题考查化学平衡图像问题，题目难

度不大，本题注意根据图像书写反应的化学方程式的方法，把握图中的曲线仅是物质的量浓度的变化曲线，不能判断温度对平衡移动的影响。

二、速率——时间图

此类图像定性地揭示了 $v_{\text{正}}$ 、 $v_{\text{逆}}$ 随时间(含条件改变对速率的影响)而变化的规律，体现了平衡的“动、等、定、变”的基本特征，以及平衡移动的方向。解答此类题目的关键是掌握反应的变化趋势。

例 2 向绝热恒容密闭容器中通入 SO_2 和 NO_2 ，在一定条件下使反应 $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$ 达到平衡，正反应速率随时间变化的示意图如图 2 所示。

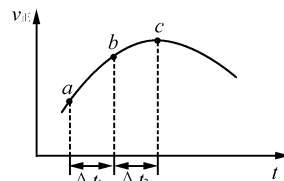


图 2

由图 2 可得出的正确结论是()。

- A. 反应在 c 点达到平衡状态
- B. 反应物浓度：a 点小于 b 点
- C. 反应物的总能量低于生成物的总能量
- D. $\Delta t_1 = \Delta t_2$ 时， SO_2 的转化率：a ~ b 段小于 b ~ c 段

解析 这是一个反应前后体积不变的可逆反应，因此在本题中只考虑温度和浓度的影响。由图可以看出随着反应的进行正反应速率逐渐增大，这说明此时温度的影响是主要的，由于容器是绝热的，因此只能是放热反应，从而导致容器内温度升高反应速率加快，所以选项 C 不正确；但当到达 c 点后正反应速率反而降低，此时反应物浓度的影响是主要的，因为反应物浓度越来越小了。但反应不一定达到平衡状态，所以选项 A、B 均不正确；正反应速率越快，消耗的二氧化硫就越多，因此选项 D 是正确的。

三、物质的转化率(或百分含量) - 时间 - 温度(或压强)图

解这类题的关键是：

1. 看清起点、拐点、终点。
2. 先拐先平。
3. 遵循“定一议二”原则。
4. 分析引起平衡移动的因素,以及条件改变时对反应物的转化率的影响。

例3 对于反应 $mA(g) + nB(g) \rightleftharpoons pC(g)$, $\Delta H = Q \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 有如图3所示的变化。

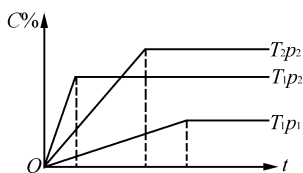


图3

- 则: ① p_1 与 p_2 的关系是____;
 ② $m + n$ 与 p 的关系是____;
 ③ T_1 与 T_2 的关系是____;
 ④ Q 与 0 的关系是____。

解析 本题解答时应遵循两个原则“先拐先平”“定一议二”原则。在温度均为 T_1 时, p_2 达到平衡需要的时间短, 因此 $p_2 > p_1$; 压强增大, C 的百分含量越大, 平衡右移, 说明正反应是体积减小的反应, 即 $m + n > p$; 在 p_2 保持不变时, T_1 达到平衡需要的时间短, 因此 $T_1 > T_2$, 温度越高, C 的百分含量越小, 而升高温度平衡向吸热反应方向移动, 说明正反应是放热反应, 即 Q 小于 0。

答案: $p_2 > p_1$; $m + n > p$; $T_1 > T_2$; $Q < 0$ 。

四、物质的转化率(或百分含量) - 温度(或压强)图

这类图像反映了反应物或生成物的量在不同温度(压强)下对时间的关系, 解题时要注意一定条件下物质含量不再改变时, 应是化学反应达到平衡的特征。

例4 一定条件下, 下列反应中水蒸气含量随反应时间的变化趋势符合图4所示的是()。

- $\text{CO}_2(g) + 2\text{NH}_3(g) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{NH}_2)_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g) \quad \Delta H < 0$
- $\text{CO}_2(g) + \text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + \text{H}_2\text{O}(g) \quad \Delta H > 0$
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(g) \rightleftharpoons \text{CH}_2 = \text{CH}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g) \quad \Delta H > 0$

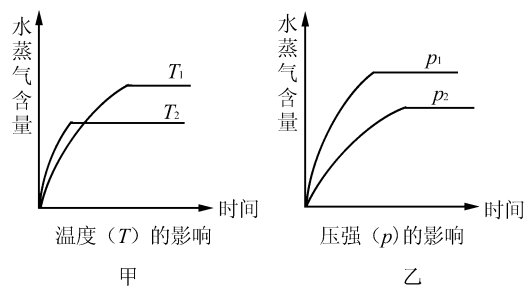
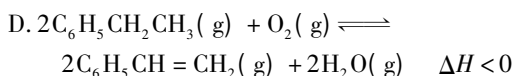


图4



解析 考查平衡移动原理, 涉及图像分析。由图4甲知, 达到平衡时 T_2 高于 T_1 , 说明随着温度升高 $n(\text{H}_2\text{O})$ 减小, 平衡逆向移动, 正反应是一个放热反应; 由图4乙知, 达到平衡时 p_1 高于 p_2 , 说明随着压强升高 $n(\text{H}_2\text{O})$ 增大, 平衡正向移动, 正反应是气体分子数减小的反应; 符合的反应是 A 选择 A。

五、物质的转化率(或百分含量)——时间图

例5 已知: $4\text{NH}_3(g) + 5\text{O}_2(g) \rightleftharpoons 4\text{NO}(g) + 6\text{H}_2\text{O}(g) \quad \Delta H = -1025 \text{ kJ/mol}$, 该反应是一个可逆反应。若反应物起始物质的量相同, 图5中关于该反应的示意图不正确的是()。

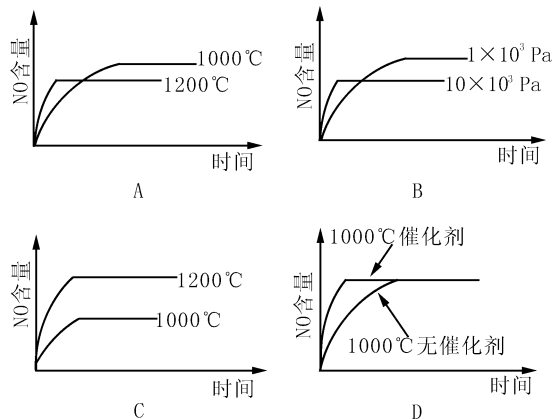


图5

解析 根据“先拐先平数值大”的原则, 选项 A、B 正确; 根据升高温度, 平衡向吸热反应方向移动(即逆反应方向移动), 可确定 A、B 正确; 根据使用催化剂只能改变化学反应速率, 缩短达到平衡的时间, 但对化学平衡的移动无影响, 所以选项 D 正确。答案 C (收稿日期: 2015-10-15)