

化学平衡图像类型及解答要点

宁夏育才中学 750021 王开山

图像题以其信息量大、直观、简明并能很好地考查学生的读图能力、分析能力等特点成为化学学科中的重要题型之一,尤其在化学平衡中得到了很好地体现。笔者将化学平衡中的图像题进行了归类并给出了每一类图像题的解答要点,与各位同行交流。

一、常规图像(例题略)

类型一:速率-时间图像(如图 1 所示)

解答要点 速率时间图可根据正逆反应速率相对大小来判断平衡的移动方向或是否达到平衡状态。

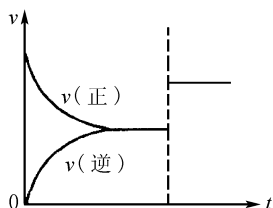


图 1

类型二:物质参数-时间图像(如图 2、图 3 所示)

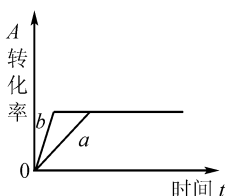


图 2

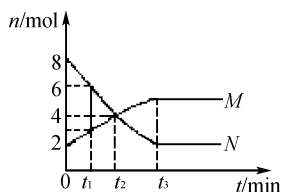


图 3

解答要点 物质参数可以是物质的量、质量、质量分数、物质的量分数、转化率等。依据这些参数随时间的变化可以确定平衡的建立过程、判断平衡的移动方向或判断反应是否已经达到平衡状态。

类型三:物质参数-时间-温度/压强图像(如图 4、图 5 所示)

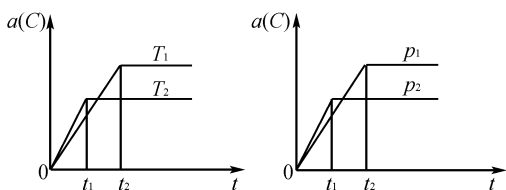


图 4

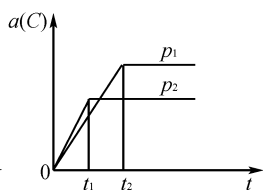


图 5

解答要点 解答该类型图像的主要原则是先

拐先平(温度高或压强大),再根据物质参数随温度或压强的变化来判断反应的焓变或气体分子数的变化。

类型四:物质参数-温度/压强-压强/温度图像(如图 6、图 7 所示)

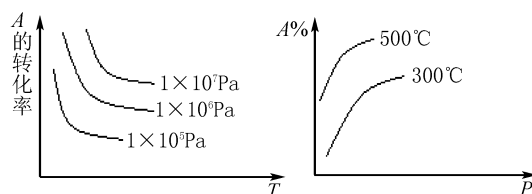


图 6

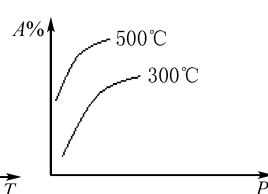


图 7

解答要点 这一类型图像最常见的解答方法是定一议一。即固定压强不变分析温度对物质参数的影响进而确定该反应的焓变;然后固定温度不变分析压强的改变对物质参数的影响进而确定反应前后气体分子数目的变化。

二、非常规图像

类型一:全程速率-时间图像

例 1 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 8 所示。由图可得出的正确结论是()。

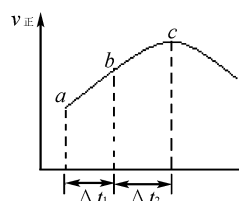


图 8

- 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,所以在本题中的两个变量就为温度和浓度。

由图可以看出随着反应的进行正反应速率逐渐增大,因为只要开始反应,反应物浓度就要降低,反应速率应该降低,但此时正反应速率却是增大的,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减小,说明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,同样时间段内消耗的 SO_2 就越多,因此选项 D 是正确的。

答案: D

解答要点 全程速率-时间图要考虑影响化学反应的所有因素,进而判断出某一时间段影响速率的主导因素是什么,最终得出结论。

类型二: $v_{\text{正}}(v_{\text{逆}})$ - 压强(温度)图像

例 2 下列反应符合图 9 中 $v-p$ 变化曲线的是()。

- A. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$
- B. $3\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3(\text{l}) + \text{NO}(\text{g})$
- C. $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- D. $\text{CO}(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$

解析 由图像可知,随着压强的增大,正逆反应速率均增大,且后一阶段正反应速率大于逆反应速率,即平衡向正反应方向移动。符合这一过程的为 B 选项。

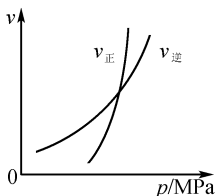


图 9

解答要点 $v_{\text{正}}(v_{\text{逆}})$ - 压强(温度)图重在通过压强或温度的变化对正逆反应速率的影响结果来选出符合图像要求的反应。

类型三: 物质参数 - 温度图像

例 3 已知可逆反应: $\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{E}(\text{g})$, 现将 X 和 Y 按一定比例混合,其他条件不变时,在不同温度下,反应混合物中 X 体积分数的变化曲线如图 10 所示。请分析图像并回答下列问题:

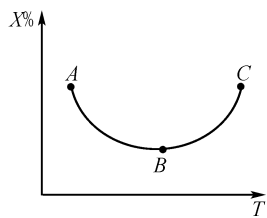


图 10

(1) B 点 $v_{\text{正}}$ 与 $v_{\text{逆}}$ 的大小关系是____, 曲线 BC(不包括 B 点和 C 点) $v_{\text{正}}$ 与 $v_{\text{逆}}$ 的大小关系是____。

(2) 达到平衡后, 升高温度, 化学反应速率增大程度较小的是____(填“ $v_{\text{正}}$ ”或“ $v_{\text{逆}}$ ”)。

(3) 此可逆反应的正反应是____(填“放热反应”或“吸热反应”)。

解析 由图可知, B 之前 X 的体积分数从最大逐渐降低, 而 B 之后 X 的体积分数增大, 说明 B 之前是反应没有达到平衡状态, 而 B 点时恰好平衡, B 点之后是温度升高使平衡向左移动, 所以逆反应是吸热反应。

(1) B 点处于平衡状态, 则 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$; 曲线 BC(不包括 B 点和 C 点) 表示升高温度, X% 增大, 平衡向逆反应方向发生移动, 故 $v_{\text{正}} < v_{\text{逆}}$ 。

(2) 由于逆反应方向为吸热反应, 达到平衡后, 升高温度, 平衡向逆反应方向移动, 故 $v_{\text{正}} < v_{\text{逆}}$, 所以 $v_{\text{正}}$ 增大值较小。

(3) B 点时恰好平衡, B 点之后温度升高使平衡向左移动, 所以逆反应是吸热反应, 故正反应为放热反应。

答案: (1) 则 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$; $v_{\text{正}} < v_{\text{逆}}$

(2) $v_{\text{正}}$

(3) 放热反应

类型四: 物质参数 - 物质的量图像

例 4 某化学小组研究在其他条件不变时, 改变密闭容器中某一条件对 $\text{A}_2(\text{g}) + 3\text{B}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{AB}_3(\text{g})$ 化学平衡状态的影响, 得到如图 11 所示的曲线(图中 T 表示温度, n 表示物质的量)。

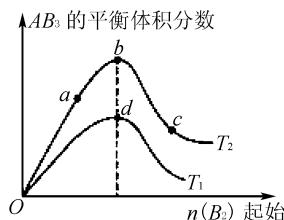


图 11

下列判断正确的是()。

- A. 在 T_2 和 $n(\text{A}_2)$ 不变时达到平衡, AB_3 的物质的量大小为: $c > b > a$
- B. 若 $T_2 > T_1$, 则正反应一定是放热反应
- C. 达到平衡时 A_2 的转化率大小为: $b > a > c$
- D. 若 $T_2 > T_1$, 达到平衡时 b、d 点的反应速率为 $v_d > v_b$

解析 由图可知, 横坐标为 B_2 的物质的量, 增大一种反应物的量必然会促进另一种反应物的转化。则 B_2 越大, 达到平衡时 A_2 的转化率越大, 生成物的物质的量越大, 则平衡时 AB_3 的物质的量大小为: $c > b > a$, 故 A 正确。

若 $T_2 > T_1$, 由图像可知温度升高 AB_3 的物质

的量增大,说明升高温度平衡向正反应方向移动,则正反应方向为吸热,故 B 错误。

由图可知,横坐标为 B_2 的物质的量,增大一种反应物的量必然会促进另一种反应物的转化,则 B_2 越大,达到平衡时 A_2 的转化率越大,生成物的物质的量越大,则平衡时 A_2 的转化率大小为: $c > b > a$,故 C 错误。

温度越高速率越快,温度 $T_2 > T_1$,达到平衡时 b 、 d 点的反应速率为 $v_d < v_b$,故 D 错误。

答案: A

解答要点 物质参数 - 物质的量图不能根据点的高低来判断某些量的大小关系,应根据横坐标物质的量的增加对该反应其他物质转化率或平衡的移动来判断。

类型五: 转化率 - 压强、温度图像

例 5 如图 12,条件一定时,反应 $2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ 中 NO 的转化率 α 与 T 变化关系曲线图,图中有 a 、 b 、 c 、 d 4 个点,其中表示未达

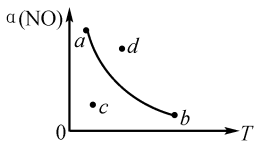


图 12

到平衡状态,且 $v_{正} < v_{逆}$ 的点是()。

- A. a B. b C. c D. d

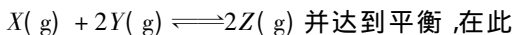
解析 在曲线上,当温度一定时,NO 的转化率也一定,所以曲线上任意一点都表示该温度下的平衡状态。而曲线外的任意一点都未达到平衡状态。在曲线下方的任意一点,要想达到同温度下的平衡状态,即向上引垂线到曲线上的一点,这样 NO 的转化率要增大,平衡向右移动。同理,曲线上方的任意一点,要想达到同温度下的平衡状态,即向下引垂线到曲线上的一点,这样 NO 的转化率要减小,平衡向左移动。

答案: D

解答要点 转化率 - 压强、温度图中曲线上的任意一点都是平衡点,曲线上方或下方的点要根据改点与垂线方向上曲线上的点进行对比进而判断平衡的移动方向和速率的相对大小。

类型六: 与面积有关的图像

例 6 在容积固定的密闭容器中,进行可逆反应:



过程中,以 Y 的浓度改变表示的反应速率 $v_{正}$ 、 $v_{逆}$ 与时间 t 的关系如图

13 如图中阴影部分面积表示()。

- A. X 的浓度的减少
B. Y 的物质的量的减少
C. Z 的浓度的增加
D. X 的物质的量的减少

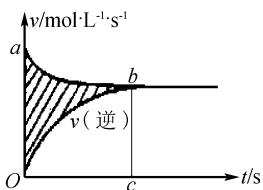


图 13

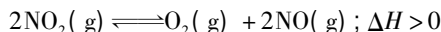
解析 分析该试题时,我们事先应该知道各个面积所表达的意义,借助图 13 可以分析出, $S(abco)$ 表示 Y 向正反应方向进行时减少的浓度或 Z 增加的浓度,而 $S(boc)$ 则表示 Y 向逆反应方向进行时增大的浓度或 Z 减少的浓度,所以, $S(aob) = S(abco) - S(boc)$ 表示的是 Y 向正反应方向进行时“净”减少的浓度或 Z “净”增加的浓度。

答案: C

解答要点 面积图主要是根据横纵坐标以及速率的变化从正逆反应双方来确定具体区域对应的物质浓度的变化,进而进行解答。

类型七: 开放型图像

例 7 在一定条件下,固定容积的密闭容器中反应:



达到平稳。当改变其中一个条件 X, Y 随 X 的变化符合图 14 中曲线的是()。

- A. 当 X 表示温度时, Y 表示 NO_2 的物质的量
B. 当 X 表示压强时, Y 表示 NO_2 的转化率
C. 当 X 表示反应时间时, Y 表示混合气体的密度
D. 当 X 表示 NO_2 的物质的量时, Y 表示 O_2 的物质的量

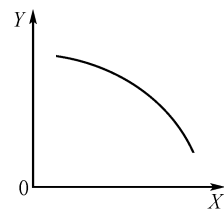


图 14

解析 A. 温度越高, NO_2 的物质的量越小。B. 压强越大, NO_2 的转化率越小。C. 由于质量不变,体积不变,所以密度不变。D. NO_2 的物质的量越多, O_2 的物质的量越多。

答案: A、B

(收稿日期: 2015 - 01 - 15)