

例析“能量转化图”在高中化学反应中的妙用

江苏省泗洪中学 223900 王贵武

一、利用能量转化图判断吸热与放热反应的情况

例1 已知合成尿素的总反应为: $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$, $\Delta H < 0$, 它可以分两步进行:

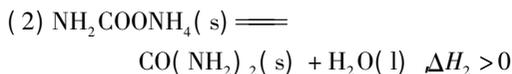
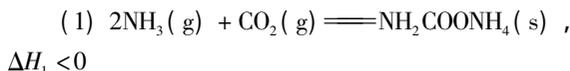
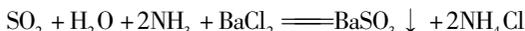


图1中正确表达合成尿素过程中能量变化的是()。

► 解析 题干指明未得沉淀,说明 BaSO_3 可溶于盐酸,即下一反应不能进行。

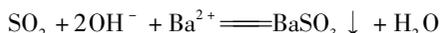
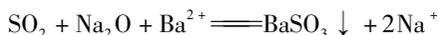


通入 CO_2 生成溶于盐酸的 BaCO_3 , 所以此反应也不进行, A 错。 SO_3 常温下是液体,虽产生沉淀,但不合题意, B 错。 HI 不与溶液中的微粒反应, C 错。通入氨与 SO_2 发生如下反应:



D 正确。

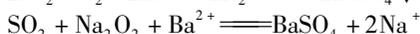
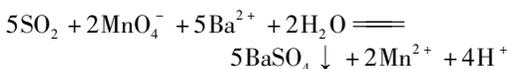
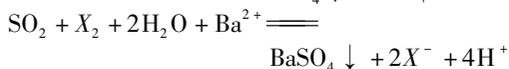
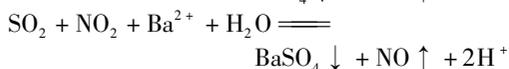
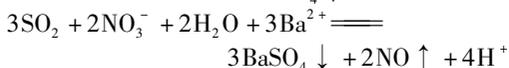
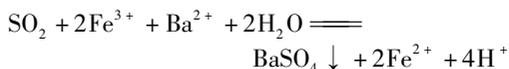
发散优化: 优化1, SO_2 是可溶于水的酸性氧化物。据此可加入碱性氧化物(如 Na_2O)、碱(如 NaOH)、盐(如 Na_2CO_3) 均消耗了溶液中的 H^+ , 即可产生 BaSO_3 沉淀。



优化2 SO_2 有氧化性。据此可通入还原性气体 H_2S , 产生浅黄色 S 沉淀。



优化3 SO_2 有还原性。可加入常见氧化剂, 将 SO_3^{2-} 氧化为 SO_4^{2-} 而产生 BaSO_4 沉淀。如 FeCl_3 、 NaNO_3 、 NO_2 、 X_2 ($\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$)、 KMnO_4 、 O_2 、 Na_2O_2 、 Na_2FeO_4 。



优化4 从溶液中存在 Ba^{2+} 、 Cl^- 分析, 可加入 SO_3 、硫酸、可溶性硫酸盐或硝酸银溶液均可产生 BaSO_4 或 AgCl 沉淀。

四、感性向理性优化

一个题解纵然是正确的, 但对其知识的理解也往往滞于单一而表象的感性阶段, 还需将思维优化至问题的本质与规律的理性阶段。

例5 常温下, 把 $\text{pH} = 3$ 的硫酸溶液和 $\text{pH} = 10$ 的氢氧化钠溶液混合, 混合液 $\text{pH} = 7$, 则硫酸与氢氧化钠的体积比是_____。

解析 设硫酸、氢氧化钠溶液的体积分别是 $V(\text{酸})$ 、 $V(\text{碱})$ 。依 $n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-)$ 得:

$$V(\text{酸}) \cdot 10^{-3} = V(\text{碱}) \cdot 10^{-4};$$

$$V(\text{酸})/V(\text{碱}) = 1/10.$$

理性优化: 设酸、碱溶液的体积分别为 $V(\text{酸})$ 、 $V(\text{碱})$, pH 为 $\text{pH}(\text{酸})$ 、 $\text{pH}(\text{碱})$ 。

优化1: 在酸溶液中 $c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}(\text{酸})}$ 。

在碱溶液中 $c(\text{OH}^-) = 10^{\text{pH}(\text{碱}) - 14}$ 。

优化2: 当强酸、强碱恰好中和时:

$$\text{依 } V(\text{酸}) \cdot 10^{-\text{pH}(\text{酸})} = V(\text{碱}) \cdot 10^{\text{pH}(\text{碱}) - 14},$$

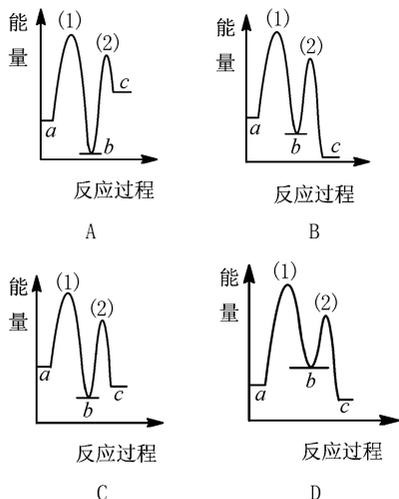
$$\text{pH}(\text{酸}) + \text{pH}(\text{碱}) = 14 + \lg \frac{V(\text{酸})}{V(\text{碱})};$$

$$\text{若 } \frac{V(\text{酸})}{V(\text{碱})} = \frac{1}{10}, \text{pH}(\text{酸}) + \text{pH}(\text{碱}) = 13;$$

$$\text{若 } \frac{V(\text{酸})}{V(\text{碱})} = \frac{1}{1}, \text{pH}(\text{酸}) + \text{pH}(\text{碱}) = 14;$$

$$\text{若 } \frac{V(\text{酸})}{V(\text{碱})} = \frac{10}{1}, \text{pH}(\text{酸}) + \text{pH}(\text{碱}) = 15.$$

(收稿日期: 2013-12-04)



图中 a 代表 $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$, b 代表 $\text{NH}_2\text{COONH}_4(\text{s})$, c 代表 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 。

解析 由于总反应是放热反应,则反应物 $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 的总能量大于生成物 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的总能量;因 $\Delta H_1 < 0$, $\Delta H_2 > 0$ 。故选项 C 正确。

点评 放热反应中 $\Delta H < 0$,反应物的总能量大于生成物的总能量;吸热反应中 $\Delta H > 0$,反应物总能量小于生成物的总能量。看懂能量转化图的含义是解决本题的关键之处。

二、利用能量转化图判断催化剂和活化能相关问题

例2 图2为某一化学反应在不同的条件下能量变化曲线图,四个选项中说法正确的是()。

- A. 化学催化比酶催化的效果好
- B. 使用不同催化剂可以改变反应的热效应
- C. 使用催化剂可以降低化学反应的活化能
- D. 反应物的总能量低于生成物的总能量

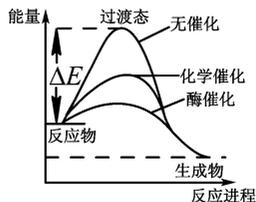


图2

解析 根据图2可知:催化剂能降低化学反应的活化能,对反应物总能量与生成物总能量无影响,则对该反应的焓变也无影响。C项正确。

点评 反应吸热还是放热是由反应的初始状态和反应结束状态的能量的大小关系来决定的,催化剂的加入能降低反应的活化能,使反应更容易发生,而对反应物的完成程度、反应的热效应均无影响。

三、利用能量转化图判断热化学方程式的正误情况

例3 图3为化学反应 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ 的能量变化图,下列热化学方程式正确的是()。

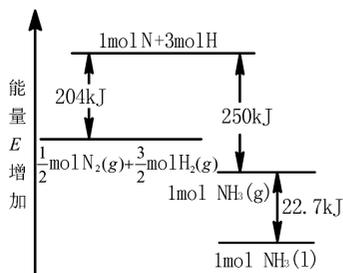
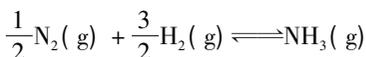


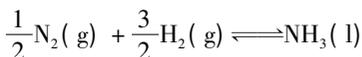
图3

- A. $\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{l}) \quad \Delta H = -22.7 \text{ kJ}$
- B. $\text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{l})$
 $\Delta H = -68.7 \text{ kJ/mol}$
- C. $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$
 $\Delta H = +92 \text{ kJ/mol}$
- D. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{l})$
 $\Delta H = -431.3 \text{ kJ/mol}$

解析 由题设中提供的能量转化图可以得到:



$$\Delta H = -46 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = -68.7 \text{ kJ/mol}$$

综合可知: A项单位错误, B项原子不守恒, D项中数值错误, 正确选项为 C。

点评 判断热化学方程式书写是否正确要注意热化学方程式和燃烧热、中和热表示式的区别;表示燃烧热、中和热的化学方程式时,对反应物的量、产物的组成和状态都有特殊的限制,而表示热化学方程式时,只要保证化学计量数与反应热匹配即可;最后要注意反应热单位(kJ/mol)和物质聚集状态。