

巧用盖斯定律求焓变策略

云南省宣威市第九中学

655400

朱全欢

运用盖斯定律计算反应热属于高考的新增考点,也是近几年高考的热点和难点,如 2018 年全国卷 I 题 28、全国卷 II 题 27、全国卷 III 题 28、北京卷题 27、江苏卷题 20、海南卷题 16 均考到此类题型。对于此类题型,不是盖斯定律内涵难理解,而是学生很难找到切入点,计算耗时且容易算错,据此,笔者将此有关的部分解题方法进行了归纳,供读者参考:

方法一 加和法

步骤:(1) 给已知热化学方程式编号。(2) 写出目标热化学方程式。(3) 确定参考物质(以目标方程式中的物质在已知热化学方程式中只出现过一次的为参考物质,以此参考物在目标热化学方程式中的位置及化学计量数来确定相关已知热化学方程式的化学计量数,如果某物质在已知热化学方程式出现两次或者两次以上则不能作为参考物质,确定参考物质时依次从左往右)。(4) 调整化学计量数(将已知热化学方程式中参考物质的化学计量数调整了与目标热化学方程式中参考物质的化学计量数相同,每个热化学方程式只能用一次,参考物质在目标热化学方程式和已知热化学方程式中:同侧乘以正数,异侧乘以负数)。(5) 加和(将调整好的热化学方程式和 ΔH 进行加和)。(6) 计算、检查。

注意:若经上述前四步调整好化学计量数,处理后仍然出现与目标热化学方程式无关的物质,再通过调整剩余的未用过的已知热化学方程式,消除目标热化学方程式中无关的物质。

例 1 (2018 年全国卷 III) SiHCl_3 在催化剂作用下发生反应:



$$\Delta H_1 = 48 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H_2 = -30 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

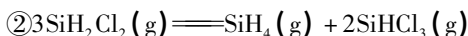


的 $\Delta H = \underline{\hspace{1cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

解析 第(1)步:



$$\Delta H_1 = 48 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H_2 = -30 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

第(2)步:



第(3)步:首先看目标热化学方程式中反应物 SiHCl_3 , ①、②中都有不唯一,不能作为参考物质;接下来看 SiH_4 只在②中有,可以作为参考物质;再看 SiCl_4 只在①中有,可以作为参考物质。

第(4)步:观察 SiH_4 可以发现其在②和目标热化学方程式中在同侧,目标热化学方程式中 SiH_4 的化学计量数为 1, 已知热化学方程式中 SiH_4 的化学计量数为 1, 所以② $\times 1$;

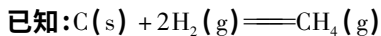
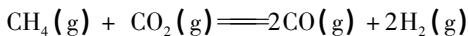
观察 SiCl_4 可以发现其在①和目标热化学方程式中在同侧,目标热化学方程式中 SiCl_4 的化学计量数为 3, 已知热化学方程式中 SiCl_4 的化学计量数为 1, 所以① $\times 3$ 。

第(5)步:至此目标热化学方程式的组合方式已经确定,目标热化学方程式 = ② $\times 1$ + ① $\times 3$, 所以 $\Delta H = \Delta H_2 \times 1 + \Delta H_1 \times 3$ 。

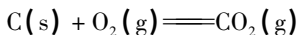
$$\text{第(6)步: } \Delta H = -30 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1$$

$$+ 48 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3 = +114 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

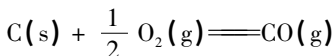
变式训练 1 (2018 年全国卷 II) $\text{CH}_4 - \text{CO}_2$ 催化重整反应为:



$$\Delta H = -75 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



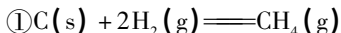
$$\Delta H = -394 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



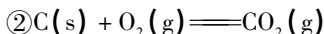
$$\Delta H = -111 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

该催化重整反应的 $\Delta H = \underline{\hspace{1cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

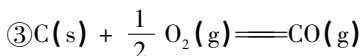
解析 第(1)步:



$$\Delta H_1 = -75 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H_2 = -394 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H_3 = -111 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

第(2)步:



第(3)步:首先看目标热化学方程式中第一种反应物 CH_4 只有①中有,可以作为参考物质;接下来看 CO_2 只在②中有,可以作为参考物质;再看 CO 只在③中有,可以作为参考物质,而 H_2 虽然只有①中有也可作为参考物质,但①已经用过一次,不重复。

第(4)步:观察 CH_4 可以发现其在①和目标热化学方程式中在异侧,目标热化学方程式中 CH_4 的化学计量数为 1,已知热化学方程式中 CH_4 的化学计量数为 1,所以① $\times (-1)$;

观察 CO_2 可以发现其在②和目标热化学方程式中在异侧,目标热化学方程式中 CO_2 的化学计量数为 1,已知热化学方程式中 CO_2 的化学计量数为 1,所以② $\times (-1)$;

观察 CO 可以发现其在③和目标热化学方程式中在异侧,目标热化学方程式中 CO 的化学计量数为 2,已知热化学方程式中 CO 的化学计量数为 1,所以③ $\times 2$ 。

第(5)步:至此目标热化学方程式的组合方式已经确定,目标热化学方程式 = ① $\times (-1)$ + ② $\times (-1)$ + ③ $\times 2$,所以 $\Delta H = \Delta H_1 \times (-1) + \Delta H_2 \times (-1) + \Delta H_3 \times 2$

第(6)步: $\Delta H = -75 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times (-1) + (-394 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) \times (-1) + (-111 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 2 = -247 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

方法二 待定系数法

步骤:

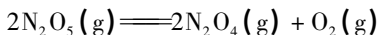
(1) 给已知热化学方程式编号并移项变式,将已知热化学方程式需调整的倍数设为未知数,将变式和焓变同时放大相应倍数。

(2) 将步骤(1)得到的式子相加。

(3) 将目标热化学方程式移项,再与步骤(2)得到的式子按物质一一做对比,二者对应物质的化学计量数应相同。

(4) 根据化学计量数列方程解未知数。

例 2 (2018 年全国卷 I) 已知:



$$\Delta H_1 = -4.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

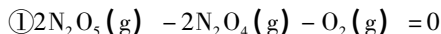


$$\Delta H_2 = -55.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

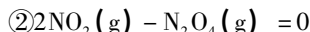
则反应 $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})$ 的

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

解析 第(1)步:



$$\Delta H_1 = -4.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

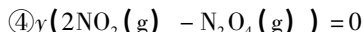


$$\Delta H_2 = -55.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

设①、②需要调整的倍数分别为 x 、 y ,①式乘以 x ,②式乘以 y

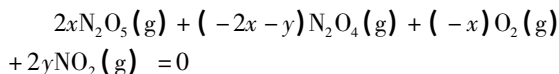


$$x\Delta H_1 = -4.4x \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$y\Delta H_2 = -55.3y \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

第(2)步:将③式和④式相加得



$$x\Delta H_1 + y\Delta H_2$$

第(3)步:将目标热化学方程式移项,然后列关系式

$$\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) - \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) - 2\text{NO}_2(\text{g}) = 0 \quad \Delta H$$

$$2x = 1 \quad -2x - y = 0 \quad -x = -\frac{1}{2} \quad 2y = -2$$

$$\Delta H = x\Delta H_1 + y\Delta H_2$$

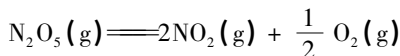
第(4)步:解未知数

$$x = \frac{1}{2} \quad y = -1$$

$$\text{得 } \Delta H = x\Delta H_1 + y\Delta H_2 = \frac{1}{2}\Delta H_1 - \Delta H_2$$

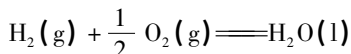
$$= +53.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

所求热化学方程式为:



$$\Delta H = +53.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

变式训练 2 (2018 年海南卷) 已知:



把握原子结构 掌握元素性质

——“原子结构与性质”复习导航

江苏省徐州市铜山中学

221000

杨芙蓉

复习“原子结构与性质”一章过程中,对概念要深刻理解,对知识规律要准确把握,理清有关知识之间的脉络,弄清相互联系与区别,从而抓住关键,揭示本质,举一反三,融会贯通。

一、编织知识网络,整体把握知识

复习本章知识,要以知识点为基础,编织知识网络(如图 1 所示),构建知识体系,形成立体知识,从而纲举目张,整体把握知识,做到统揽全局。

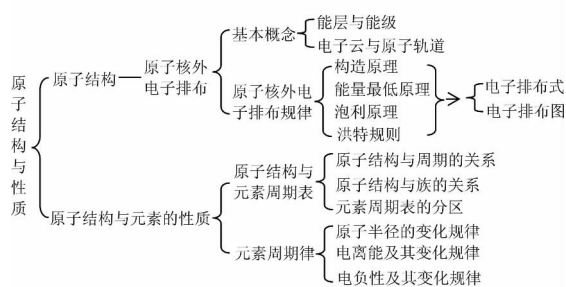


图 1

► $\Delta H_1 = -286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$
 $\Delta H_2 = -188 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 过氧化氢分解反应 $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

解析 第(1)步:① $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) - \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 0$ $\Delta H_1 = 286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 ② $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) - \text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) = 0$
 $\Delta H_2 = 188 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 设①、②需要调整的倍数分别为 x 、 y ,①式乘以 x ,②式乘以 y

$$\textcircled{3} x [\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) - \text{H}_2\text{O}(\text{l})] = 0$$

$$x\Delta H_1 = -286x \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\textcircled{4} y [\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) - \text{H}_2\text{O}_2(\text{l})] = 0$$

$$y\Delta H_2 = -188y \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

二、注重分析比较,加深知识理解

有比较才有鉴别。本章有许多知识既有相似性又有差异性,既有联系又有区别。这些知识主要有:

- ①能层与能级;
- ②基态与激发态;
- ③电子排布式与电子排布图;
- ④电子云与原子轨道;
- ⑤s 轨道与 p 轨道;
- ⑥电离能与电负性等。

表 1

类别	s 轨道	p 轨道
形状	球形	哑铃形
对称性	球对称	轴对称
空间取向	/	x 、 y 、 z 轴三个方向相互垂直
轨道数	1	3

第(2)步:将③式和④式相加得

$$(-y)\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) + (-x)\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + (\frac{1}{2}x + y)\text{O}_2(\text{g}) + (x + y)\text{H}_2(\text{g}) = 0 \quad x\Delta H_1 + y\Delta H_2$$

第(3)步:将目标热化学方程式移项,然后列关系式

$$2\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) - 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) - \text{O}_2(\text{g}) = 0 \quad \Delta H$$

$$-y = 2 \quad -x = -2 \quad \frac{1}{2}x + y = -1 \quad x + y = 0$$

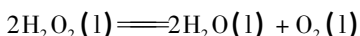
$$\Delta H = x\Delta H_1 + y\Delta H_2$$

第(4)步:解未知数

$$x = 2 \quad y = -2$$

$$\text{得 } \Delta H = x\Delta H_1 + y\Delta H_2 = 2\Delta H_1 - 2\Delta H_2 = -196 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

所求热化学方程式为:



$$\Delta H = -196 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (\text{收稿日期:2018-10-10})$$