

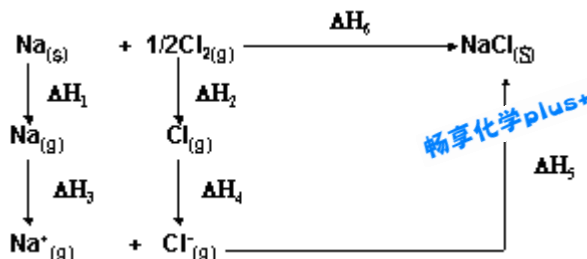
玻恩-哈伯循环的设计与应用

一、必须要理解几个基本概念

- 1、电离能：元素基态的气态原子失去 1 个电子变成气态+1 价阳离子时吸收的能量叫做元素的第一电离能 (I_1)，表示为 $A(g) - e^- \rightarrow A^+(g)$ 。
- 2、电子亲和能：元素的基态气态原子得到 1 个电子形成气态-1 价阴离子时所放出的能量叫作元素的第一电子亲和能 (E_1)，表示为 $B(g) + e^- \rightarrow B^-(g)$ 。
- 3、晶格能：气态离子形成 1mol 的离子晶体释放的能量 (U)，表示为 $A^+(g) + B^-(g) \rightarrow AB(s)$ 。
- 4、键能：常温常压下，将 1mol 理想气体分子 AB 拆开为中性气态原子 A 和 B 所需要的能量 (D)，表示为 $AB(g) \rightarrow A(g) + B(g)$ 。
- 5、标准生成热：在压力 101kPa、一定温度（一般是 298.15K）下时，由元素最稳定的单质生成 1mol 纯化合物时的反应热称为该化合物的标准生成热 ($\Delta_f H_m^0$)。

二、玻恩-哈伯循环 (Born-Haber Circulation) 的设计与应用

其本质是利用盖斯定律设计一个热力学循环过程，以求 NaCl 的晶格能为例，设计循环过程如下：



ΔH_1 等于 Na(s) 的升华热 (S)，即 $\Delta H_1 = S = +108.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

ΔH_2 等于 $\text{Cl}_2(\text{g})$ 的键能 (D) 的一半，即 $\Delta H_2 = \frac{1}{2}D = +121.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

ΔH_3 等于 Na(g) 的第一电离能 (I_1)，即 $\Delta H_3 = I_1 = +495.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

ΔH_4 等于 Cl(g) 的电子亲和能 (E)，即 $\Delta H_4 = E = -348.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

ΔH_5 等于 NaCl 的晶格能 (U)，即 $\Delta H_5 = U = ?$

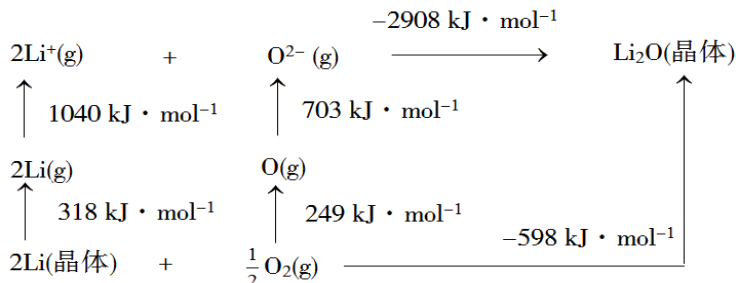
ΔH_6 等于 NaCl 的标准生成热 ($\Delta_f H_m^0$)，即 $\Delta H_6 = \Delta_f H_m^0 = -411.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

由盖斯定律： $\Delta H_6 = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5$

所以： $\Delta H_5 = \Delta H_6 - (\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4) = U$

即： $U = -411.2 - (108.8 + 121.4 + 495.8 - 348.7) = -788.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

【2018·全国 I】 Li_2O 是离子晶体，其晶格能可通过下图的 Born-Haber 循环计算得到。



(1) Li 原子的第一电离能为_____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

(2) O=O 键键能为_____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

(3) Li_2O 晶格能为_____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

