

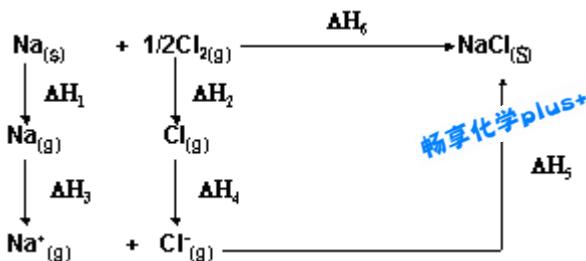
## 玻恩-哈伯循环的设计与应用

### 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：



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

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

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

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

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

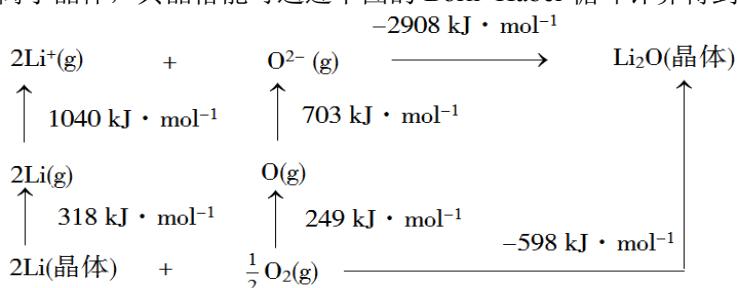
$\Delta H_6$ 等于NaCl的标准生成热( $\Delta_f H_m^0$ )，即 $\Delta H_6 = \Delta_f H_m^0 = -411.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

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<sub>2</sub>O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\_\_\_\_\_kJ·mol<sup>-1</sup>；

(2) O=O键键能为\_\_\_\_\_kJ·mol<sup>-1</sup>；

(3) Li<sub>2</sub>O晶格能为\_\_\_\_\_kJ·mol<sup>-1</sup>。

