

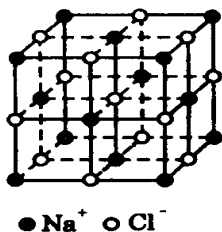
# 阿伏伽德罗常数的测定

陕西师范大学化学系 张八合

每摩尔任何物质中含有约  $6.02 \times 10^{23}$  个原子(分子、离子或电子及其它粒子),这个数字称为阿伏伽德罗常数。这个数值的测定方法,常用的有单分子膜法、电解水法、电解铜法。这些方法理论成熟,精确度高。在中学化学实验及高师化学教学法实验中,通常采用单分子膜法。但该方法要求要准确配制溶液,操作较复杂,影响准确度的因素较多,在多年学生实验中测定结果误差较大,而电解法中需要恒电流装置,且电解水时产生的气体体积与温度、压力、水的饱和蒸汽压等有关,数据处理复杂,实验结果也不太理想。本文介绍一种用晶体构造原理测定阿伏伽德罗常数的方法。该方法操作方便,所用药品价廉易得,不需特殊仪器,实验结果满意。

## 1. 原理

在离子晶体中,阴阳离子按一定的规律在空间排列。氯化钠晶体就是一种很有规律排列的离子晶体。其中,每个钠离子被6个氯离子包围着,而每个氯离子也被6个钠离子所包围,钠离子和氯离子的个数



附图 NaCl型晶体

比例为1:1。以钠离子为例(或以氯离子为例),其晶格排列如附图所示。在单元晶胞中有14个钠离子,位于立方体顶角的8个钠离子各分属于8个晶胞所共有,每个钠离子对单元晶胞的贡献为1/8,所以,顶角的8个钠离子相当于  $8 \times 1/8 = 1$  个“氯化钠分子”;位于立方体面上的6个钠离子各分属于两个晶胞共有,对单元晶胞贡献为1/2,相当于  $6 \times 1/2 = 3$  个“氯化钠分子”。单元晶胞可看成是由有  $1 + 3 = 4$  个“氯化钠分子”组成。由X射线衍射测定氯化钠晶胞边长为  $5.64 \times 10^{-8}$  cm,则晶胞体积为  $(5.64 \times 10^{-8} \text{ cm})^3$ ,氯化钠的摩尔质量为  $58.45 \text{ g/mol}$ ,密度为  $2.165 \text{ g/cm}^3$ ,1 mol 氯化钠的体积为  $58.45/2.165 \text{ cm}^3$ 。1 mol 氯化钠微粒数,即阿伏伽德罗常数。

$$N_0 = \frac{V_{\text{摩尔体积}}}{(5.64 \times 10^{-8} \text{ cm})^3 / 4} = 6.02 \times 10^{23} (\text{个/mol})$$

称取一定量的氯化钠  $w \text{ g}$ ,并测定其体积( $V_{\text{测}}$ ),即可求得每摩尔氯化钠体积( $V_{\text{摩尔体积}}$ ),由此可求得每摩尔氯化钠的微粒数,即阿伏伽德罗常数。

## 2. 实验

1. 仪器和药品: 2.5 mL 滴定管、25 mL 容量瓶、苯、四氯化碳、氯化钠。

2. 实验方法: 将固体氯化钠研细、干燥,用分析天平称取  $5 \sim 18 \text{ g}$  氯化钠,分别装入 25 mL 容量瓶中,然后用滴定管向容量瓶中滴加苯(苯用氯化钙除去其中的水份),并不断振荡,使苯与氯化钠晶体充分混匀,加至刻度,静置 1 min。计算氯化钠所占体积,结果如表 1 所示。

表 1 用苯测量氯化钠体积,计算  $N_0$  值

	$W_{\text{NaCl}}$ /g	消耗苯 /cm <sup>3</sup>	$V_{\text{NaCl}}$ /cm <sup>3</sup>	$N_0$ ( $\times 10^{23}$ )	$\bar{N}_0$ ( $\times 10^{23}$ )	相对误差 /%
1	5.879 3	22.27	2.73	6.05		
2	9.456 6	20.67	4.33	5.97		
3	11.454 9	19.75	5.25	5.97	6.01	0.2
4	14.871 0	18.14	6.86	6.01		
5	17.823 2	16.70	8.30	6.07		

用四氯化碳代替苯测定氯化钠体积,实验结果如表 2 所示。

表 2 用四氯化碳测量氯化钠体积,计算  $N_0$  值

	$W_{\text{NaCl}}$ /g	消耗四氯 化碳/cm <sup>3</sup>	$V_{\text{NaCl}}$ /cm <sup>3</sup>	$N_0$ ( $\times 10^{23}$ )	$\bar{N}_0$ ( $\times 10^{23}$ )	相对误差 /%
1	5.615 7	22.43	2.57	5.96		
2	11.448 6	19.79	5.21	5.93		
3	14.486 4	12.29	6.71	6.04	6.01	0.2
4	17.986 0	16.65	8.35	6.05		
5	17.823 2	16.71	8.29	6.06		

用氯化钾(晶格常数为  $6.29 \times 10^{-8}$ )代替氯化钠进行实验,其结果基本吻合。无论用氯化钾或氯化钠晶体,选用苯或四氯化碳测量其体积,其质量在 15 g 附近时,结果与理论值接近。但从药品经济方面考虑,选用氯化钠、苯较好。实验结束后的氯化钠和苯混合物可用水萃取分离出苯,重结晶法回收氯化钠,药品可重复使用,经济方便。