



# 浅析“物质的量浓度计算”问题

■河南省实验中学高二(5)班 熊泽都

物质的量浓度是关于溶液组成的一个重要物理量,是高中化学有关溶液计算的重要内容。物质的量浓度概念及表达式虽然比较简单,但如果不注意理解其内涵、不注意问题的具体特点,应用起来就很容易出错。因此,在计算物质的量浓度过程中我们要关注以下几方面的问题。

## 一、关注溶质是什么

溶液中的溶质是什么,是运用物质的量浓度表达式进行计算时首先要考虑的。对一些特殊情况,如  $\text{SO}_3$ 、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  等溶于水后所得溶质是什么,及氨水中溶质是什么等,要注意辨别。

**例1** 标准状况下,用一定量的水吸收氨气后制得物质的量浓度为  $12.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、密度为  $0.915 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  的氨水。试计算 1 体积水吸收多少体积的氨气可制得上述氨水。(本题中氨的相对分子质量为 17.0,水的密度为  $1.0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ )

**解析:**在解题中,有的同学认为氨水中的溶质为  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,导致计算出错。其实,我们习惯认为氨水中的溶质为  $\text{NH}_3$ 。设水的体积为 1 L,根据物质的量浓度表达式可得:

$$\frac{V(\text{NH}_3)}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 10^3 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.915 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = \frac{V(\text{NH}_3)}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 17.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 10^3 \text{ mL} \times 1.0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$$

$$12.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

解得  $V(\text{NH}_3) = 378 \text{ L}$ 。故 1 体积水吸收 378 体积的氨气可制得上述氨水。

## 二、关注溶液的体积

特别注意两点:一是不能用水的体积代替溶液的体积。二是当题设未给出溶液的密度时,可将各溶液(一般为稀溶液)的体积相加(如溶液混合、稀释),认为其和为溶液的总体积;当给出密度时,则需通过密度进行换算求溶液的体积。

**例2** 在  $100 \text{ g}$  浓度为  $18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、密度为  $\rho \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  的浓硫酸中,加入一定量的水稀释成  $9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的硫酸,则加入水的体积( )。

A. 小于  $100 \text{ mL}$  B. 等于  $100 \text{ mL}$

C. 大于  $100 \text{ mL}$  D. 等于  $\frac{100}{\rho} \text{ mL}$

**解析:**有的同学未考虑浓硫酸加水稀释后,溶液的密度会发生变化(减小),而直接将溶液和水的质量加和求体积。设加入水的体积为  $x \text{ mL}$ ,则  $18 \times \frac{100}{\rho} = 9 \times \frac{100+x \times 1}{\rho}$ ,解得  $x = 100$ ,导致错选 B 项。

设加入水的体积为  $y \text{ mL}$ ,由  $c_1 V_1 = c_2 V_2$  得  $18 \times \frac{100}{\rho_{\text{浓}}} = 9 \times \frac{100+y}{\rho_{\text{稀}}}$ ,化简得  $\frac{200}{100+y} = \frac{\rho_{\text{浓}}}{\rho_{\text{稀}}} > 1$ ,即  $y < 100$ 。故答案为 A 项。

## 三、关注单位运算

在概念理解及应用中,要关注各物理量的单位,一是各物理量的单位要相互匹配;二是从单位运算入手,能简化解题思路,快捷求解。

**例3** 标准状况下,1 体积水大约溶解 560 体积氨。求:(1)所得氨水中溶质的质量分数?(2)若测得上述氨水的密度为  $0.91 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,则此氨水的物质的量浓度为多少?(3)取此氨水  $10 \text{ mL}$ ,加水稀释到  $1 \text{ L}$ ,所得稀氨水的物质的量浓度为多少?

**解析:**(1)注意单位量及比例关系。设取用水的体积为  $1 \text{ L}$ (水的质量为  $1000 \text{ g}$ ),则溶解标准状况下氨气的体积为  $560 \text{ L}$ ,即所得到氨水中溶质的质量分数:

$$w = \frac{17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{560 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}}{1000 \text{ g} + 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{560 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}} \times$$

$100\% = 29.8\%$ 。

(2)  $c = 1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.91 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times \frac{29.8\%}{17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 16.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(3)要注意将“ $\text{mL}$ ”转化为“ $\text{L}$ ”。根据公式  $c_1 V_1 = c_2 V_2$ ,解得  $c_2 = 0.16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

## 四、关注溶解度的影响

第一,物质的量浓度适合于表示不饱和及饱和溶液中溶质与溶剂的关系,不适合于过饱和溶液(溶

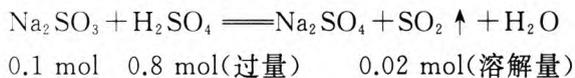
45

中学生  
数理化·  
高一高二  
高三使用

质未溶解完全);第二,注意一些典型问题,如Ca(OH)<sub>2</sub>的溶解度情况及气体物质在溶液中的溶解问题等。

**例4** 将12.6 g无水亚硫酸钠固体加入100 mL 8 mol·L<sup>-1</sup>的硫酸中以制取SO<sub>2</sub>气体,反应完全后,若溶液中+4价硫元素的物质的量浓度为0.2 mol·L<sup>-1</sup>,假定溶液的体积不变,忽略溶液及导管中的气体体积。求:(1)溶液中硫元素的质量。(2)收集到SO<sub>2</sub>气体的体积。(3)溶液中Na<sup>+</sup>和H<sup>+</sup>的物质的量浓度(不考虑弱电解质的电离)。

**解析:**本题涉及SO<sub>2</sub>气体在溶液中的溶解问题,只有SO<sub>2</sub>在水中溶解量达到饱和后,才有气体逸出,因此,在计算收集到的气体体积时要减去溶解量。根据题意有以下关系量:



0.1 mol    0.8 mol(过量)    0.02 mol(溶解量)

$$(1) m(\text{S}) = (0.8 \text{ mol} + 0.02 \text{ mol}) \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 26.24 \text{ g}.$$

$$(2) V(\text{SO}_2) = (0.1 \text{ mol} - 0.02 \text{ mol}) \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.792 \text{ L}.$$

$$(3) c(\text{Na}^+) = 2 \times \frac{0.1 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, c(\text{H}^+) = 2 \times \frac{0.7 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

### 五、关注密度变化规律

在溶液混合和溶液稀释等问题中,在注意溶液体积变化的同时,还要考虑溶液密度的变化对溶液物质的量浓度的影响。如强酸、强碱、盐等溶液的密度随浓度增大而增大;氨水、乙醇等溶液的密度随浓度增大而减小。

**例5** 若以 $w_1$ 和 $w_2$ 分别表示浓度为 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水的质量分数,且知 $2a = b$ ,则下列推断正确的是(氨水的密度比纯水小) ( )。

- A.  $2w_1 = w_2$     B.  $2w_2 = w_1$   
C.  $w_2 > 2w_1$     D.  $w_1 < w_2 < 2w_1$

**解析:**设溶液的体积为 $V \text{ L}$ ,密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,溶质的摩尔质量为 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,质量分数为 $w$ ,物质的量浓度为 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,则有 $V \text{ L} \times 10^3 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} \times \rho \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times \frac{w}{M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = V \text{ L} \times c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,即 $c = 10^3 \frac{\rho w}{M}$ 。依题意有 $a = 10^3 \frac{\rho_1 w_1}{M}$ , $b = 10^3 \frac{\rho_2 w_2}{M}$ ,因 $2a = b$ ,所以有 $2\rho_1 w_1 = \rho_2 w_2$ ,又由于氨水的密度比纯水小,且浓度越大,密度越小,即 $\rho_2 <$

$\rho_1$ ,代入上式得 $w_2 > 2w_1$ 。故答案为C项。

### 六、关注实验情景

在计算溶液配制或溶液稀释等问题中溶液物质的量浓度时,一要注意不能把水的体积当作溶液的体积;二是在配制溶液时,要注意容量瓶规格与实际配制溶液体积的关系。

**例6** 实验室需用480 mL 0.1 mol·L<sup>-1</sup>的硫酸铜溶液,现选取500 mL容量瓶进行配制,以下操作正确的是( )。

- A.称取7.68 g硫酸铜,加入500 mL水  
B.称取12.0 g胆矾配成500 mL溶液  
C.称取8.0 g硫酸铜,加入500 mL水  
D.称取12.5 g胆矾配成500 mL溶液

**解析:**我的同桌通过计算,得溶质的质量 $m(\text{CuSO}_4) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.48 \text{ L} \times 160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 7.68 \text{ g}$ ,选A项;班上也有同学选C项。这里包含两个错误:一是用500 mL容量瓶进行配制时,溶质的质量应满足500 mL容量瓶的需求;二是错把溶剂的体积当作溶液的体积,正确情况应该是“称取8.0 g硫酸铜(或12.5 g胆矾),加水至500 mL”。故答案为D项。

### 七、关注物质与其组成微粒的关系

物质与其组成微粒的物质的量、物质的量浓度之间的关系可以通过电离方程式进行分析。组成微粒的某量=对应物质的某量×物质组成中该微粒的数目。同时我注意到,此类问题在近几年高考中出现频率较高。

**例7** 今有300 mL 0.1 mol·L<sup>-1</sup> Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>溶液、200 mL 0.1 mol·L<sup>-1</sup> MgSO<sub>4</sub>溶液和100 mL 0.1 mol·L<sup>-1</sup> Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>溶液,这三种溶液中SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>的浓度之比为( )。

- A.1:1:1    B.3:2:1  
C.3:2:3    D.1:1:3

**解析:**本题易错选A项或C项,错选A项是对物质与其组成微粒的关系把握不准造成的;错选C项是因为审题不仔细,有的同学看到浓度、体积就想到求物质的量,将题设数据分别相乘,再比较得到C项,而未细看题目要求。本题是要计算SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>的浓度之比,仔细审题后,很容易得到答案为D项。

(责任编辑 谢启刚)

