



物质的量浓度相关计算中常用的三个计算公式的应用

■河南

王国柱

物质的量浓度是描述溶液组成的一个重要物理量,其有关计算主要涉及以下三个计算公式,分别简析如下,供同学们参考。

$$一、c = \frac{n}{V}$$

1.此公式是物质的量浓度的定义式,已知任意两个量就可以求出第三个量。

2.若 c 、 n 、 V 三个量未直接给出,则需依据其他转换关系先求出有关量,再代入定义式计算。如:

①对于液体,若溶质的成分确定,已知溶质的质量,

则 $c = \frac{m}{M \times V(\text{溶液})}$ 。②若溶质为易溶于水的气体

(如 HCl 、 NH_3 等),已知气体在标准状况下的体积,

则 $c = \frac{V(\text{气体})}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times V(\text{溶液})}$ 。③若已知溶质的

质量(或气体的体积)、水的质量、溶液的密度,则

$V(\text{溶液}) = \frac{m(\text{溶质}) + m(\text{溶剂})}{\rho(\text{溶液})}$, 或 $V(\text{溶液}) =$

$\frac{V(\text{气体}) \times M}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} + m(\text{溶剂})}$ 。④若已知溶质电离出的

某离子的有关量,则需根据电离方程式求出溶质的有关量,再依据定义式计算。

3.将一定物质的量的物质溶于水,求算溶质的物质的量浓度时要注意以下两点:①溶液的体积不能用溶剂水的体积和溶质的体积之和来代替,应该用溶液的质量除以溶液的密度。②物质溶于水后注意溶质是否发生了变化。如 Na 、 Na_2O_2 、 NO_2 、 SO_3 等溶于水,由于它们与水反应,所以溶质发生了变化。

例1 将 $10.6 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$ 固体溶于水配成 1 L 溶液。

(1)该溶液中 Na_2CO_3 的物质的量浓度为____,溶液中 Na^+ 的物质的量浓度为____。

(2)向该溶液中加入一定量的 NaCl 固体,使溶液中 Na^+ 的物质的量浓度为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (假设溶液体积不变),则 Cl^- 的物质的量浓度为____,需加入 NaCl 的质量为____。

解析 (1) $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{10.6 \text{ g}}{106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 则 $c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{n}{V} =$

$\frac{0.1 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{Na}_2\text{CO}_3) =$

$0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。(2)根据电荷守恒(不考虑 CO_3^{2-} 的水解)得 $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$, 则 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{Na}^+) - 2c(\text{CO}_3^{2-}) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 2 \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 那么 $n(\text{NaCl}) = n(\text{Cl}^-) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 0.2 \text{ mol}$, $m(\text{NaCl}) = 0.2 \text{ mol} \times 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 11.7 \text{ g}$ 。

$$二、c = \frac{1000\rho w}{M}$$

1.此公式是物质的量浓度定义式的衍生式,若已知溶质的质量分数为 w ,溶液的密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,溶质的摩尔质量为 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,其推导过程如下:设溶液的体积为 1 L ,所以溶液的质量为 $1 \times 1000 \times \rho \text{ g}$,溶质的质量为 $1 \times 1000 \times \rho \times w \text{ g}$,溶质的物质的

量为 $\frac{1000\rho w}{M} \text{ mol}$,这样我们就很容易求出该溶液的

物质的量浓度 $c = \frac{1000\rho w}{M} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2.该公式还适合于物质的量浓度、质量分数、溶解度(S)的换算。饱和溶液中存在下列等式: $w =$

$$\frac{S}{100+S} \times 100\% = \frac{m(\text{溶质})}{m(\text{溶质}) + m(\text{溶剂})} \times 100\%。$$

例2 有 MgSO_4 溶液 500 mL ,其密度是 $1.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,其中 Mg^{2+} 的质量分数是 4.8% ,则下列有关该溶液的说法中不正确的是()。

A.溶质的质量分数是 24.0%

B.溶质的物质的量浓度是 $2.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C.溶质和溶剂的物质的量之比是 $1:40$

D. SO_4^{2-} 的质量分数是 19.2%

解析

由公式可知, $c(\text{Mg}^{2+}) = \frac{1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} \times 1.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 4.8\%}{24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$

$2.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = c(\text{MgSO}_4)$ 。溶液中溶质的质量分

数为 $\frac{500 \text{ mL} \times 1.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 4.8\%}{\frac{24}{120}} \times 100\% =$

$4.8\% \times \frac{120}{24} \times 100\% = 24.0\%$, SO_4^{2-} 的质量分数 =

$24.0\% - 4.8\% = 19.2\%$ 。溶质与溶剂的物质的量之比是 $\frac{24}{120} : \frac{76}{18} = 9 : 190 \approx 1 : 21.1$ 。本题选 C。

三、 $c_1V_1 = c_2V_2$

1.此公式适用于溶液的稀释问题的计算,其化学

87

中学生
数理化·
高一使用

含义为溶液稀释前后溶质的物质的量相等(或不变)。在实验室用浓溶液配制稀溶液时,要用到上述公式求算有关量。

2. 溶质的质量在稀释前后保持不变,即 $m_1 w_1 = m_2 w_2$ 。溶液的质量守恒, $m(\text{稀}) = m(\text{浓}) + m(\text{水})$,但体积一般不守恒。溶液稀释时,溶液的体积一般不可直接相加,应根据溶液的总质量和密度来计算。

3. 同溶质、不同物质的量浓度的溶液的混合计算:①混合后溶液的体积保持不变时, $c_1 V_1 + c_2 V_2 = c(\text{混}) \times (V_1 + V_2)$ 。②混合后溶液的体积发生改变时, $c_1 V_1 + c_2 V_2 = c(\text{混}) \times V(\text{混})$,其中 $V(\text{混}) = \frac{m(\text{混})}{\rho(\text{混})}$ 。

4. 同溶质、不同物质的量浓度的溶液混合后溶质的质量分数的判断方法:设溶质的质量分数分别为 w_1 和 w_2 的两溶液混合后所得溶液中溶质的质量分数为 w 。①两溶液等质量混合: $w = \frac{1}{2}(w_1 + w_2)$ 。②两溶液等体积混合或被等体积的水稀释后:a.若溶液中溶质的密度大于水的密度($1.00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$),则 $w > \frac{1}{2}(w_1 + w_2)$,如 H_2SO_4 、 NaOH 等大多数溶质形成的溶液。b.若溶液中溶质的密度小于水的密度,则 $w < \frac{1}{2}(w_1 + w_2)$,如氨水、乙醇等少数溶质形成的溶液。

例3 有两种 H_2SO_4 溶液,其中一种的物质的量浓度为 $c_1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、密度为 $\rho_1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$;另一种的物质的量浓度为 $c_2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、密度为 $\rho_2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。将它们等体积混合后,所得溶液的密度为 $\rho_3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,则混合后所得 H_2SO_4 溶液的物质的量浓度为() $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

- A. $\frac{(c_1 + c_2)\rho_3}{\rho_1 + \rho_2}$ B. $\frac{c_1 + c_2}{\rho_1 + \rho_2}$
C. $\frac{(c_1 + c_2)\rho_3}{1000(\rho_1 + \rho_2)}$ D. $\frac{1000(c_1 + c_2)\rho_3}{\rho_1 + \rho_2}$



两种溶液混合后, $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n_1(\text{H}_2\text{SO}_4) + n_2(\text{H}_2\text{SO}_4)$ 。设混合前两种 H_2SO_4 溶液的体积均为 $V \text{ mL}$,则有 $c = \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V(\text{混合溶液})} = \frac{(c_1 V + c_2 V) \times 10^{-3}}{\frac{\rho_1 V + \rho_2 V}{\rho_3} \times 10^{-3}} = \frac{(c_1 + c_2)\rho_3}{\rho_1 + \rho_2}$ 。

本题选 A。

编者注:上述三个计算公式是物质的量浓度计算中经常用到的。同学们在处理具体问题时,一要根据已知量,看问题适合用哪个公式;二要注意各量的单位,注重计算细节,以减少失误。



1.50 mL 质量分数为 35%、密度为 $1.24 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的 H_2SO_4 溶液中, H_2SO_4 的物质的量浓度为() $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

- A. 0.004 4 B. 0.44 C. 4.4 D. 44

2. 在 80 g 密度为 $d \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中,含有 2.8 g Fe^{3+} ,则此溶液中 SO_4^{2-} 的物质的量浓度为() $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

- A. $\frac{15}{16}d$ B. $\frac{5}{16}d$ C. $\frac{3}{8}d$ D. $\frac{5}{8}d$

3. 在标准状况下,将 $V \text{ L A}$ 气体(摩尔质量为 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)溶于 0.1 L 水中,所得溶液的密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,溶液中溶质的物质的量浓度为() $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

- A. $\frac{\rho V}{MV + 2240}$ B. $\frac{1000\rho V}{MV + 2240}$
C. $\frac{MV}{22.4(V + 0.1)\rho}$ D. $1000\rho VM(MV + 2240)$

参考答案与提示: 1. C 2. A 提示: $n(\text{Fe}^{3+}) = 0.05 \text{ mol}$, $n[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3] = 0.025 \text{ mol}$, $n(\text{SO}_4^{2-}) = 0.075 \text{ mol}$, $V(\text{溶液}) = \frac{80}{1000d} \text{ L}$, $c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{n(\text{SO}_4^{2-})}{V(\text{溶液})}$ 。

3. B 提示:气体的物质的量为 $\frac{V}{22.4} \text{ mol}$,所得溶液的质量为 $(\frac{V}{22.4} \times M + 100) \text{ g}$,则此溶液的物质的量浓度为 $\frac{V}{22.4} \text{ mol} \div [(\frac{V}{22.4} \times M + 100) \text{ g} \div 1000\rho \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}]$ 。

(责任编辑 王琼霞)

(上接第 82 页)



用分液漏斗进行分液操作时要注意三点:一是漏斗下端管口要紧靠烧杯内壁,二是要保持分液漏斗内外空气相通,三是上层液体由分液漏斗上口倒出。(1)萃取、分液的步骤概括为:加萃取剂→振荡萃取→静置→打开玻璃塞或使塞上的凹槽(或小孔)对准漏斗口上的小孔→分液。(4)萃取分液后,碘溶解于 CCl_4 中,此时无法再进行萃取,故只能根据它们的沸点不同采用蒸馏操作进行分离。(5)A 项,酒精与水互溶,不能作为从溴水中萃取溴的溶剂。

答案:(1)C B D H (2)使漏斗下端管口紧靠烧杯内壁,及时关闭活塞,不要让上层液体流出使漏斗内外空气相通,以保证进行 E 操作时漏斗里的液体能够顺利流出 (3) CCl_4 与水不互溶,而且碘在 CCl_4 中的溶解度比在水中的溶解度大很多 (4)蒸馏 (5)A (责任编辑 王琼霞)