

物质的量浓度计算的“一二三四”策略

冯德琴¹ 高佩德²

(1. 甘肃省金昌市理工中专, 甘肃 金昌 737100 2. 甘肃省金昌市一中, 甘肃 金昌 737100)

摘要:物质的量浓度计算是学生学习的一个难点,在教学中教师指导学生学会应用“一二三四”策略,即一个思想——守恒思想为核心,两个守恒量——质量守恒、物质的量守恒为关键,三套公式——定义公式、一条龙公式与稀释公式为桥梁,四法——物质的量为中心法、简设法、单位合理取舍法、建立情景法为技巧,则可以较好地解决此类问题。

关键词:物质的量浓度;计算;策略

由于物质的量浓度概念应用的广泛性、物质的量浓度计算的综合性,决定了物质的量浓度计算是高考中的重点和高中生化学学习的难点。笔者通过实践认为,指导学生掌握“一二三四”策略可以有效解决此类问题。

一、以一个思想贯穿始终

物质的量浓度的计算及相关问题,核心是守恒思想的应用。在教学中要着力培养学生守恒思想的建立。

首先,要通过实验奠定守恒思想的基础。在学习配制一定物质的量浓度的溶液时,不论用固体溶质或是液体溶质,都要求学生配制过程中通过观察、操作和思考,形成配制前后溶质不变(守恒)的观念,由此帮助学生建立守恒的思想。

其次,在遇到各类计算时,教师都要有意识地指导学生应用守恒思想分析守恒量,抓守恒条件,通过守恒关系进行推理和运算。

二、抓住两个守恒量

有关溶液物质的量浓度计算问题,在具体分析时,需要让学生关注两个守恒量——质量守恒和物质的量守恒。其余如溶液中阴阳离子的电荷守恒等都是在上述两个守恒基础上建立的。

【例1】一定量的10%的NaOH溶液,将其蒸发掉100 g水后,溶质质量分数变为20%,体积变为80 mL,则浓缩后的NaOH溶液的物质的量浓度为多大?

分析:解法1,依据质量守恒。

令原溶液质量为A,根据溶质质量守恒(不变)得:

$$A \times 10\% = (A - 100 \text{ g}) \times 20\% \quad A = 200 \text{ g} \quad m(\text{NaOH}) = 200 \text{ g} \times 10\% = 20 \text{ g}$$

$$n(\text{NaOH}) = 20 \text{ g} / 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.50 \text{ mol} \quad c = 0.50 \text{ mol} / 0.080 \text{ L} = 6.2 \text{ mol/L}$$

解法2,依据物质的量守恒。

如果根据一条龙公式计算,缺少的是密度,不可行。仍令原溶液质量为A,依据 $A \times 10\% = (A - 100 \text{ g}) \times 20\%$,得 $A = 200 \text{ g}$,依据物质的量守恒(不变)得:

$$200 \text{ g} \times 10\% / 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = c \times 0.080 \text{ L} \quad c = 6.2 \text{ mol/L}$$

三、合理应用三套公式

1. 定义公式

在有关溶液计算中,会涉及密度、溶质质量分数、物质的量浓度,在解决问题时要紧扣定义式来进行,这是解决此类问题的有效方法。

2. 溶质质量分数与物质的量浓度的换算公式

由于涉及物理量较多,这个公式有人也叫“一条龙公

式”。推断的过程是利用简设法,根据定义式来进行。

【例2】已知溶液中溶质质量分数为 $\omega\%$,密度为 $\rho \text{ g/cm}^3$,溶质的摩尔质量为 $M \text{ g/mol}$,求溶质的物质的量浓度。

分析:简设,令溶液体积为1 L,即1000 mL,根据物质的量浓度的定义式得:

$$c = n/V = (1000 \text{ mL} \times \rho \text{ g/mL} \times \omega\%) / (M \text{ g/mol} \times 1 \text{ L})$$

$$\text{整理得: } c = [(1000 \times \rho \times \omega\%) / M] \text{ mol/L.}$$

只需要记住这个公式,就可用溶质的物质的量浓度 c 逆推溶质质量分数 $\omega\%$ 。

【例3】将溶质质量分数为98%,物质的量浓度为18.4 mol/L的浓硫酸用水稀释至49%,则其物质的量浓度_____ 9.2 mol/L(填“大于”“小于”或“等于”)。

分析:根据一条龙公式 $c = [(1000 \times \rho \times \omega\%) / M] \text{ mol/L}$, c 的大小由 $\rho \times \omega\%$ 决定。根据硫酸溶液的性质,浓度越大密度越大,即质量分数为49% H_2SO_4 溶液的密度小于质量分数为98% H_2SO_4 溶液的密度,故 c 小于9.2 mol/L。

3. 稀释定律与公式

溶液在稀释过程中溶质质量不变、溶质的物质的量不变。

$$(1) m(\text{前})\omega\%(\text{前}) = m(\text{后})\omega\%(\text{后})$$

$$(2) c(\text{前})V(\text{前}) = c(\text{后})V(\text{后})$$

其他都是二者的变式。

四、注意四点技巧

1. 物质的量为中心法

在有关物质的量浓度计算中可能会遇到物质的质量、微粒个数、气体在标准状况下的体积及物质的量浓度,但是物质的量是其余物理量的桥梁,因而要熟练运用物质的量与各量之间的关系,快速确定溶质的物质的量,进而通过物质的量去求算其他物理量。

【例4】实验室需用480 mL 0.100 mol/L的硫酸铜溶液,现有以下操作,其中正确的是 ()

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

分析:虽然需用的是480 mL溶液,但在实际配制时要用合适的容量瓶来进行配制,容量瓶有100 mL、250 mL、500 mL、1000 mL,这里选用500 mL容量瓶。

不管是无水硫酸铜或是胆矾,最终溶液中溶质是 CuSO_4 ,且溶质的物质的量一定(守恒)。

(下转第160页)

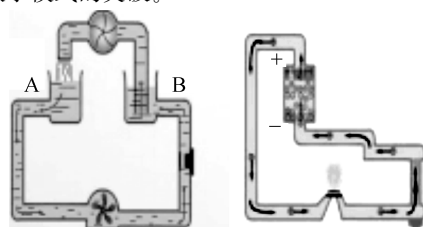
后,通过实验 2、3 的现象,得到浮力的大小与排开水的体积有关。通过实验 3、5 的现象,得到浮力大小与排开液体的密度有关,且呈正比例关系。通过实验 3、4,可以得到,浮力与物体浸入的深度无关。对于该探究性实验,主要是通过控制变量原则和对照实验思想,对浮力大小的影响因素进行探究。类似的控制变量思想还可以应用在其他物理实验中,例如对摩擦力大小影响因素的探究、蒸发速率影响因素的探究等。同时,类似的探究性实验题在中考物理中也有着广泛的应用。尤其是在新课改背景下,类似的探究题难度合适,且不乏物理思维的训练,是自主性训练题常见的考查题型。

四、创新性实验,突破教学限制

随着科学技术的发展,多媒体技术在中学物理实验教学中逐渐得到应用。多媒体技术以其灵活、形象以及强大的图片演示和动画功能,给物理实验教学带来了很大便利。很多微观、抽象实验都得以在教室内实施。

例如,在电流性质的教学中,我们会将电流比作水流,但纯粹的文字描述对学生理解造成一定困难。于是,我利用多媒体演示文档的形式,绘制出电流与水流的类比示意图。如右图所示,电源就好像水泵,将电子源源不断地从正极运往负极。电子运动的过程就好像水流的过程,其总是从高处向

低处运动,正好比电子总是从正极向负极运动。用电器就好比图中的螺旋桨,不断消耗水流的能量。当电池电量用光时,就好比水泵不再运转,整个水流就停止,对应的即是电路的停止。电路中的开关类似于水流中的活塞,断开开关就好比堵上活塞,水流隔断则类似于电路断路。如此一来,在多媒体技术的帮助下,原本抽象的电子运动实验得以实施,有效地促进了学生对电流的认识。在很多条件苛刻、设备复杂的物理实验教学中,我们不妨采用类似的多媒体实验,实现对传统教学模式的突破。



总之,中学物理实验是物理学科必不可少的教学环节之一。作为中学物理教师,我们必须明确实验的重要性,端正实验教学态度,注重实验思维和实验操作的教学,帮助学生尽早掌握物理实验的基本素养。

(上接第 155 页)

以物质的量为中心计算, $n = cV = 0.100 \text{ mol/L} \times 0.500 \text{ L} = 0.0500 \text{ mol}$

$m(\text{CuSO}_4) = nM = 8 \text{ g}$ $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 12.5 \text{ g}$

即配制 500 mL 0.1 mol/L 的硫酸铜溶液,需 8.0 g 硫酸铜或 12.5 g 胆矾,最终加水至标线即可,而不是加 500 mL 水,答案是 D。

2. 简设法

【例 5】 标准状况下,1 体积水中溶解了 V 体积氨气,形成密度为 $\rho \text{ g/cm}^3$ 的氨水,问(1)形成溶液的溶质质量分数为多大?(2)溶液的物质的量浓度为多大?

分析: 1 体积是个笼统的概念,需要具体化,通过简设法来解决。

简设水的体积为 1 L,则水的质量为 1000 g,氨气的体积就为 $V \text{ L (SPT)}$ 。

依据物质的量为中心, $n(\text{NH}_3) = (V/22.4) \text{ mol}$, $m(\text{NH}_3) = (17V/22.4) \text{ g}$ 。

依据质量守恒, $m(\text{溶液}) = m(\text{NH}_3) + m(\text{H}_2\text{O})$ 。

溶质质量分数 $\omega\%$ 可以得解,再根据一条龙公式容易求得 c 。

这里注意,尽管 NH_3 溶于水主要以 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 形式存在,但在计算中溶质仍然视为 NH_3 。

3. 单位合理取舍法

物质的量与其他各物理量在化学计算中可以用基本单位,也可以用辅助单位。因摩尔质量单位取 g/mol ,在数值上等于其相对分子质量(相对原子质量)等化学式量,使用非常方便,所以一般都取 g/mol ;再如溶液的密度一般为 g/mL (g/cm^3),故溶液体积的单位常常使用 mL,而物质的量浓度的单位一般是 mol/L ,这就须注意单位之间的换算。因而在有关物质的量浓度计算中要特别注意单位的合理使用。根据实际可以按照下面的规则进行取舍:

(1)一条龙公式中各物理量单位可以不带入,最后带单位,即 $c = [(1000 \times \rho \times \omega\%) / M] \text{ mol/L}$ 。

(2)遇到溶液体积 V 、密度 ρ 和溶质质量分数 $\omega\%$,溶液体积单位取 mL,密度单位取 g/mL ,则溶质质量为 $V\rho\omega\% \text{ g}$,中间可以不带单位。

(3)根据稀释定律进行计算时,前后溶液体积单位只要一致即可,即 $c_1V_1 = c_2V_2$ 计算式中 V_1 、 V_2 单位一致。

(4)气体体积单位取 L,求解物质的量浓度的溶液体积单位取 L,应用溶液密度求得的溶液体积单位取 mL。

【例 6】 用 98% 的浓 H_2SO_4 ($\rho = 1.84 \text{ g/mL}$) 配制 1:5 的稀硫酸($\rho = 1.19 \text{ g/mL}$),求这种硫酸的质量分数和物质的量浓度。

分析: 简设浓硫酸为 1 mL,则水为 5 mL,溶质(H_2SO_4)质量为 $V\rho\omega\% \text{ g} = 1 \times 1.84 \times 98\% \text{ g} = 1.8 \text{ g}$,水的质量为 5 g,遵循质量守恒: $m(\text{溶液}) = 6.8 \text{ g}$ 。进而求得溶质质量分数为 26.5%,应用一条龙公式得到物质的量浓度为 3.21 mol/L。

4. 建立情景法

【例 7】 某盐酸试剂瓶上的标签如图所示,当从该试剂瓶中取出 10 mL 溶液,问取出溶液的物质的量浓度为多大?

名称:盐酸
化学式:HCl
相对分子质量:36.5
密度:1.18 g/cm ³
溶质质量分数:36.5%

分析: 凡是实验问题,都要指导学生建立起实验的情景,从“做”中体会各物理量的变化。

显而易见,从试剂瓶中倾倒入原溶液,不加以稀释的时候,其浓度是守恒(不变)的,根据一条龙公式容易求得 c 为 11.8 mol/L。