

十字交叉法在中学化学计算中的常见应用

◎ 朱 斌

摘要:十字交叉法是一种数学运算技巧,也是有关混合物的计算中一种常用的解题方法,它能将某些本来需要通过一元二次方程或二元一次方程组求解的计算转化为简单的算术运算,因而具有快速、准确的特点。灵活运用十字交叉法解答题目,不仅可提高解题的准确度和速度,而且也可打破常规思维,培养思维的广阔性。

关键词:十字交叉法;数学原理;混合物;应用

中图分类号:G633.8 文献标识码:A 文章编号:1992-7711(2012)15-0044

十字交叉法的数学原理:

1. 已知甲气体的摩尔质量为 A 克/mol,乙气体的摩尔质量为 B 克/mol,甲、乙组成的混合气体的平均摩尔质量为 C 克/mol,且有 $A > C > B$,试求混合气体中甲、乙两种气体的物质的量的比。

解析:根据公式:

$$\text{物质的量}(n) = \frac{\text{质量}(m)}{\text{摩尔质量}(M)}$$

$$C = \frac{n_{\text{甲}}A + n_{\text{乙}}B}{n_{\text{甲}} + n_{\text{乙}}}$$

$$n_{\text{甲}}C + n_{\text{乙}}C = n_{\text{甲}}A + n_{\text{乙}}B$$

$$n_{\text{甲}}(A-C) = n_{\text{乙}}(C-B)$$

$$\frac{n_{\text{甲}}}{n_{\text{乙}}} = \frac{C-B}{A-C}$$

将上式的右边作恒等变形,使之成为十字交叉型:

$$\begin{array}{ccc} \text{甲 } A & \searrow & C \\ & & \swarrow \quad \searrow \\ \text{乙 } B & \nearrow & \begin{array}{l} C-B \\ A-C \end{array} = \frac{C-B}{A-C} \end{array}$$

2. 将含 KNO_3 质量分数分别为 a_1 和 a_2 的两种溶液混合后,混合溶液中 KNO_3 的质量分数为 a_3 ,且 $a_2 > a_3 > a_1$,求两种 KNO_3 溶液的质量比。

$$a_3 = \frac{a_1x_1 + a_2x_2}{x_1 + x_2} \times 100\%$$

$$a_3x_1 + a_3x_2 = a_1x_1 + a_2x_2$$

$$(a_3 - a_1)x_1 = (a_2 - a_3)x_2$$

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{a_2 - a_3}{a_3 - a_1}$$

将上式的右边作恒等变形,使之成为十字交叉型:

$$\begin{array}{ccc} a_1 & \searrow & a_3 \\ & & \swarrow \quad \searrow \\ a_2 & \nearrow & \begin{array}{l} a_2 - a_3 \\ a_3 - a_1 \end{array} = \frac{x_1}{x_2} \end{array}$$

总结:以上是十字交叉法的数学推导,有关十字交叉法的运算,实质是求二元混合物平均值的逆运算。下面从五个方面介绍十字交叉法在中学化学计算中的常见应用:

一、求同位素的原子个数比

例1:晶体硼由 ^{10}B 和 ^{11}B 两种原子构成,已知5.4克晶体硼全部转化为硼烷(B_2H_6)气体时,可得5.6升(标准状况下)硼烷,则晶体中 ^{10}B 和 ^{11}B 两种原子的个数比为()。

A.1:2 B.1:3 C.1:4 D.1:1

解析:本题应先求硼的原子量,再根据两种同位素的质量数用十字交叉法求出两种同位素的物质的量之比。

设硼的相对原子质量为 x ,根据 B 原子守恒可得关系式:



$$2x \text{ g} \quad 22.4\text{L}$$

$$5.4\text{g} \quad 5.6\text{L}$$

$$2x : 5.4 = 22.4 : 5.6$$

$$x = 10.8$$

$$\begin{array}{ccc} ^{10}\text{B} & 10 & \searrow \\ & & \swarrow \quad \searrow \\ ^{11}\text{B} & 11 & \begin{array}{l} 10.8 \\ 0.8 \end{array} \end{array}$$

$$\frac{n(^{10}\text{B})}{n(^{11}\text{B})} = \frac{0.2}{0.8} = \frac{1}{4}$$

故应选 C。

二、求混合物中各组分物质的量的比或质量比

例2:某铁锌合金30.25克溶于足量盐酸后,产生标准状况下的气体11.2升,求合金中铁和锌两金属的物质的量的比是多少?

解析: Zn 、 Fe 在与 HCl 反应时均是+2价,故合金R必也是+2价。R与 HCl 反应时方程式的系数必与 Zn 、 Fe 各自与 HCl 反应时方程式的系数一致。

设: Zn 、 Fe 合金是R,令其平均摩尔质量是 M 克/mol,



$$1\text{mol} \quad \quad \quad 22.4\text{L}$$

$$n \quad \quad \quad 11.2\text{L}$$

$$n = \frac{1\text{mol} \cdot 11.2\text{L}}{22.4\text{L}} = 0.5\text{mol}$$

$$M = \frac{m}{n} = \frac{30.25\text{g}}{0.5\text{mol}} = 60.5\text{g/mol}$$

$$\begin{array}{ccc} \text{Zn}:65 & \searrow & 60.5 \\ & & \swarrow \quad \searrow \\ \text{Fe}:56 & \nearrow & \begin{array}{l} 4.5 \\ 4.5 \end{array} = \frac{1}{1} \end{array}$$

则合金中 Zn 、 Fe 两金属的物质的量之比是 1:1。

三、巧解配制溶液的计算

例3:有 A 克浓度为 15% 的 NaNO_3 溶液,若想将其浓度变为 30%,可采用的方法是:

A.蒸发掉溶剂的 1/2

B.蒸发掉 1/2A 克溶剂

C.加入 3/14A 克 NaNO_3

D.加入 3/20A 克 NaNO_3

解析:此题为溶液的浓缩题,溶液的浓缩有两种方法:①增加溶质;②减少溶剂。解此题时可用十字交叉法,将固体的溶质的质量分数视为 100%,水视为 0。

①加入纯溶质法:设加入 NaNO_3 质量为 x

$$\begin{array}{ccc} 15\% \text{的 } \text{NaNO}_3 \text{ 溶液} & 15 & \searrow \\ \text{NaNO}_3 \text{ 固体} & 100 & \swarrow \quad \searrow \\ & & \begin{array}{l} 30 \\ 15 \end{array} \end{array}$$

$$\text{根据题意有: } \frac{15}{70} = \frac{x}{A} \quad x = \frac{15}{70}A = \frac{3}{14}A(\text{克})$$

②减少溶剂法:设减少水的质量为 y

$$\begin{array}{ccc} 15\% \text{的 } \text{NaNO}_3 \text{ 溶液} & 15 & \searrow \\ \text{水} & 0 & \swarrow \quad \searrow \\ & & \begin{array}{l} 30 \\ 15 \end{array} \end{array}$$

$$\text{依题意有: } \frac{15}{30} = \frac{y}{A} \quad y = \frac{15}{30}A = \frac{1}{2}A(\text{克})$$

注意的问题:用十字交叉法解题时,要注意列比例时不能将十字交叉所得的两个差量颠倒,十字交叉所得的每个差量是和它横对的量成正比例的。

说明:溶液稀释或混合过程中的浓度关系,可用十字交叉法进行解题,以简化计算过程,快速求解。

四、求混合气体分子数之比或体积比

例4:甲烷和丙烷的混合气体的密度与同温同压下乙烷的密度相同,混合气体中甲烷和丙烷的体积比是()。

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

解析:根据相对密度,可首先求出混合气体的平均相对分子质量:

$$\frac{\rho_{混}}{\rho_{乙烷}} = \frac{M_{混}}{M_{乙烷}}$$

所以: $M_{混} = 30 \times 1 = 30(\text{g/mol})$

$$\begin{array}{ccc} \text{丙烷 } \text{C}_3\text{H}_8 & 44 & \searrow \\ & & 30 \\ \text{甲烷 } \text{CH}_4 & 16 & \nearrow \end{array} \quad \begin{array}{l} 30-16=14 \\ 44-30=14 \end{array} = \frac{1}{1}$$

丙烷和甲烷的物质的量之比也是体积比为1:1,故应选D。

例5:某种乙烷和乙烯的混合气体100ml完全燃烧,消耗相同温度和压强下的氧气275ml,求原混合气体中乙烷和乙烯的体积比。

解析:混合气态烃100ml完全燃烧,消耗O₂的体积275ml,则耗氧量是混合烃体积的275ml/100ml=2.75倍,根据C₂H₆、C₂H₄耗氧量关系:

$$\begin{array}{ccc} \text{C}_2\text{H}_6 \sim 3.5\text{O}_2 & & \text{C}_2\text{H}_4 \sim 2.5\text{O}_2 \\ \text{体积比: } 1 & 3.5 & 1 \quad 2.5 \\ \text{则有: } \text{C}_2\text{H}_6 & 3.5 & \searrow \\ & & 2.75 \\ \text{C}_2\text{H}_4 & 2.5 & \nearrow \end{array} \quad \begin{array}{l} 0.25 \\ 0.75 \end{array} = \frac{1}{3}$$

求得 $V(\text{C}_2\text{H}_6):V(\text{C}_2\text{H}_4)=1:3$ 。

五、求混合产物物质的量的比例关系

例6:钠在干燥空气中形成的氧化物0.7g,把它溶于水后,可被80ml 0.25mol/L盐酸恰好中和,试推断所形成的钠的氧化物的成分。

解析: $\text{HCl} \sim \text{NaOH} \sim 1/2\text{Na}_2\text{O}(\text{或 } \text{Na}_2\text{O}_2)$

$$0.25\text{mol/L} \times 0.8\text{L}$$

$$= 0.02\text{mol} \quad 0.02\text{mol} \quad 0.01\text{mol}$$

若原形成的氧化物为Na₂O,其质量为 $0.01 \times 62 = 0.62(\text{克})$

若原形成的氧化物为Na₂O₂,其质量为 $0.01 \times 78 = 0.78(\text{克})$
即所形成氧化物为Na₂O和Na₂O₂的混合物。

$$\begin{array}{ccc} \text{Na}_2\text{O} & 0.62 & \searrow \\ & & 0.70 \\ \text{Na}_2\text{O}_2 & 0.78 & \nearrow \end{array} \quad \begin{array}{l} 0.08 \\ 0.08 \end{array} = \frac{1}{1}$$

即:Na₂O和Na₂O₂的物质的量的比为1:1。

答:钠在干燥空气中形成的氧化物为Na₂O和Na₂O₂的混合物,其物质的量的比为1:1。

例7:某亚硫酸钠已部分被氧化成硫酸钠,经测定该混合物中含硫25%,则该样品中Na₂SO₃与Na₂SO₄的物质的量的比是多少?

$$\text{解析:Na}_2\text{SO}_4 \text{ 中含 } S\% = \frac{32}{142} \times 100\% = 22.54\%$$

$$\text{Na}_2\text{SO}_3 \text{ 中含 } S\% = \frac{32}{126} \times 100\% = 25.4\%$$

$$\begin{array}{ccc} \text{Na}_2\text{SO}_3 & 25.4 & \searrow \\ & & 25 \\ \text{Na}_2\text{SO}_4 & 22.54 & \nearrow \end{array} \quad \begin{array}{l} 2.46 \\ 0.4 \end{array}$$

即Na₂SO₃与Na₂SO₄的质量比为2.46:0.4。

∴Na₂SO₃与Na₂SO₄的物质的量的比为: $\frac{2.46}{126} : \frac{0.4}{142} = 7:1$ 。

答:该亚硫酸钠样品中Na₂SO₃与Na₂SO₄的物质的量的比为7:1。

小结:以上是十字交叉法在中学化学计算中的常见应用,通过上面的例释,我们可以看出,十字交叉法确实简单、方便,容易操作,当今高考理综题量大,要得高分,除了解题要准确外,提高解题速度也是很关键的。灵活运用十字交叉法解答有关题目,不仅可提高解题的准确度和速度,而且也可打破常规思维模式,培养思维的广阔性。

参考文献:

- [1] 陈国良.十字交叉法应用中对变价金属的处理[J].化学教育,2003(4).
- [2] 王后雄,蓝色新干线·黄冈总复习[M].武汉:湖北教育出版社,2001.
- [3] 薛金星:中学化学教材全解[M].西安:陕西人民教育出版社,2003.

(作者单位:陕西紫阳中学 725100)

(上接第47页)如:“say”出现在以下句子中:

A:I've come to say good-bye to you.

B:He said that he would come to see me.

C:They said that John will join the army.

D:He said to me that he would go to Beijing next Sunday.

从以上句子可以分析总结出“say”的用法:“A say sth. to B”表示“A这个人把某事说给B听”。“say”是及物动词后接单宾语,可以有被动形式“sth be said to B”;“sth”若是“that”从句,一般用形式主语代替“It is said that...”。

4. 分析词组结构,准确记忆。如:“be interested in”是被动结构变来的系表结构,interested是分词作表语,所以要加“-ed”。结构类似的词组还有“be surprised/excited at”“be pleased with”等由动词变来的系表结构。“be full of”是标准的系表词组,类似结构的还有“be proud of”“be fond of”等等。“lose interest in”是动宾结构,“interest”是名词当宾语,不加“-ed”,同样结构的有“make progress in, make fun of, have difficulty in, pride in”等。

5. 分析长句,特别是并列句和复合句,正确理解整个句子的意思。如:

They also said that the most interesting thing about the cloth was that clothes made of it would be invisible to anyone who was either stupid or unfit for his office.

a.这句话的谓语动词是said,主语是They,第一个that引导的从句是宾语从句作的宾语。

万方数据

b.此句子复杂在that引导的宾语从句。在该宾语从句中主语是thing(前后都有定语,前是形容词,后是介词短语作定语),谓语动词是系动词was,was后的that引导的是一个表语从句。

c.that引导的表语从句中,主语是clothes made of it是过去分词短语作clothes的后置定语,谓语动词是would be,invisible是形容词作表语,to anyone做状语,who引导的从句是定语从句做anyone的后置定语,从句中的两个表语用either...or...并列起来。

d.通过以上的分析,可以得到这句复合句的准确意思是:他们还说,关于这块布料最有趣的是用它做成的衣服,任何一个愚蠢的人或者不称职的人都是看不见的。

与其把一个句子比作是一颗树,笔者更想把它比作一个翘翘板,中心谓语动词是它的“supporting point”,主语和其余部分是它的两端,抓住了中心,其余的都好办。因此,分析句子时,应首先确认中心动词的位置,然后再找主语和其余部分,这样就能准确地理解句子的意思并能快速记住好的句子。

如果说英语知识系统是一座大楼的话,那么它应该是以单词为砖块,以句子知识为框架建立起来的。因此,英语水平的提高实际上就是单词量的增加和对句子知识的熟练程度不断提高而已。单词和句子的基础知识是有限的,而单词和句子的数量却可以是无限的。作为英语教师,有责任帮助这些学生树立自信心,努力扎实基础知识,明确补差目标,提高分析能力和学习效率,使英语学习困难生大幅度地提高英语成绩变为可能。

(作者单位:江苏省灌云县高级中学 222200)