



ZHONGXUE

HUAXUE

JISUAN

JICHU

# 中学化学计算基础

古城威

河北人民出版社

# 中学化学计算基础

古城威

河北人民出版社

一九八一年·石家庄

## 中学化学计算基础

占城威

---

河北人民出版社出版（石家庄市北马路19号）

河北新华印刷一厂印刷 河北省新华书店发行

---

787×1092毫米 1/32 12印张 275,000字 印数：1—27,030 1981年9月第1版  
1981年9月第1次印刷 统一书号：7086·1049 定价：0.88元

## 前 言

化学计算能使我们从量的方面来理解物质及其变化的规律，并获得化学计算的基本技能。《化学计算基础》一书的编写，主要是为了帮助初、高中学生和广大知识青年较系统地学习化学计算，并为进一步学习现代科学技术打下必要的基础。

本书是根据教育部1978年颁布的全日制十年制学校《中学化学教学大纲》(试行草案)的精神编写的。在内容编排上，注意到化学计算与基础知识的有机结合，由浅入深地进行解题指导。并采用图解形式归纳各类化学计算的原理、规律和方法，以提高分析和解题的能力。各节末有适量的习题，书末附有题解和提示，供读者自学参考。

在编写过程中，南开大学王积涛教授，天津一中朱翰云、张君孚老师，天津河北区、河西区教师进修学校王成琨、陈良老师，天津卅五中、七十八中、八十一中于焕荣、冯惠民和张世远老师等曾给予大力支持和帮助，在此表示衷心感谢。

限于编者水平，书中必定存在不少缺点和错误，敬希读者批评指正。

编 者

1980年6月

# 目 录

<b>第一章 化学计算的必备知识</b> .....	( 1 )
第一节 重量与质量.....	( 1 )
第二节 比和百分比.....	( 2 )
第三节 比例和方程.....	( 9 )
第四节 比重和密度.....	( 18 )
第五节 对数与常用对数.....	( 25 )
<b>第二章 化学的基本量</b> .....	( 31 )
第一节 原子量, 分子量和物质的质量组成.....	( 31 )
第二节 物质的量的单位——摩尔.....	( 56 )
第三节 气体摩尔体积.....	( 77 )
第四节 克当量与当量定律.....	( 90 )
<b>第三章 有关溶液的计算</b> .....	( 109 )
第一节 物质的溶解度.....	( 109 )
第二节 物质的结晶.....	( 121 )
第三节 溶液的浓度.....	( 131 )
1、质量百分比浓度, I、体积摩尔浓度, II、当量浓度	
第四节 溶液的滴定.....	( 181 )
<b>第四章 有关化学方程式的计算</b> .....	( 195 )
第一节 质量守恒定律与化学方程式的配平.....	( 195 )
第二节 化学方程式的基本计算.....	( 203 )
第三节 化学方程式计算的生产实例.....	( 230 )
第四节 热化学方程式与反应热的计算.....	( 242 )

<b>第五章 有关化学平衡的计算</b> .....	(256)
第一节 化学平衡及其计算.....	(256)
第二节 电离平衡及其计算.....	(276)
<b>第六章 化学式的确定</b> .....	(289)
第一节 最简式的确定.....	(290)
第二节 分子量的确定.....	(296)
第三节 分子式的确定.....	(307)
第四节 结构式的确定.....	(318)
<b>附 录</b>	
一、习题参考答案和提示.....	(329)
二、不同温度下某些物质的溶解度.....	(373)
三、质量百分浓度与比重 $\frac{15^{\circ}}{4^{\circ}}$ 对照表.....	(374)
四、国际原子量表.....	(376)

# 第一章 化学计算的必备知识

在化学计算中，经常涉及到物质的重量与质量、比和百分比、比例和方程、比重与密度等概念。这些概念是学好化学计算的必备知识，但是，这些知识又往往容易被初学者所忽视。为此，本章将重点复习这些概念和计算方法。此外，为提高化学计算的准确性和速度，还将重点复习常用对数的运算。

## 第一节 重量与质量

世界上一切物体都有重量，物体的重量是由于地球对它的吸引而产生的，由于地球的吸引而使物体受到的力，叫做重力，重力常常叫做重量。同一物体的重量是随物体在地球上的位置不同而不同。

一瓶水银从赤道运到北极，重量虽有改变，但是这瓶水银里含有该物质的量并没有改变。所以，重量只表示物体所受重力的大小，并不能表示物体里所含物质的多少。而化学是研究物体里所含物质的多少，因此就需要采用质量这个物理量。

物体所含物质的多少叫做质量。它跟重量不同，在地球的任何地方用天平称量同一物体，它的质量都相同。可见，物体的质量不随物体的位置变化而改变，它是物体本身的一种特性。

物体的质量也有大小。在国际单位制里，质量的主单位是千克，比千克大的单位有吨，比千克小的单位有克、毫克、微克，它们之间的关系是：

$$1 \text{ 吨} = 1000 \text{ 千克},$$

$$1 \text{ 千克} = 1000 \text{ 克},$$

$$1 \text{ 克} = 1000 \text{ 毫克},$$

$$1 \text{ 毫克} = 1000 \text{ 微克}.$$

质量与重量虽有区别，但两者又有联系，质量越大，其重量也越大，反之则越小。通常这两个概念易被混用，因此我们必须有清楚的认识。

## 第二节 比和百分比

化学上，为了从量的方面认识物质的组成，时常涉及比、连比和百分比的概念及其计算。例如，水( $\text{H}_2\text{O}$ )分子中氢、氧两元素的原子个数比为2:1；石灰硫磺农用杀虫剂里，石灰、硫磺和水的质量配比是1:2:10；氧气在空气中的体积百分比是21%等。

一、比：是指同一量度单位下，两个量的比。

【例题1】求水( $\text{H}_2\text{O}$ )分子里，氢氧两元素的原子质量比是多少？

解 已知原子量  $\text{H} = 1$ ， $\text{O} = 16$ 。

∴ 水( $\text{H}_2\text{O}$ )中 氢和氧的原子个数比为

$$\text{H} : \text{O} = 2 : 1,$$

∴ 水中氢和氧的原子质量比为

$$\text{H} : \text{O} = (1 \times 2) : 16 = 1 : 8.$$

答，水中氢和氧的质量比为1:8，即氢原子质量是氧的1/8，或氧原子质量是氢的8倍。

可见，两个同类量相除，就叫做这两个量的比。可记作：

$$a : b = k,$$



或  $\frac{a}{b} = k.$

根据分数的性质可知:

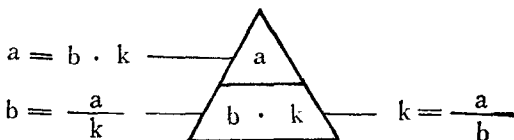
1.  $\frac{\text{前项}}{\text{后项}} = \text{比值}$ 。比的前项和后项同样扩大或缩小若干

倍, 其比值不变。根据这个性质, 可简化比, 也可把小数或分数的比化成最简单的整数比。

2. 前项 = 后项  $\times$  比值。

3. 后项 =  $\frac{\text{前项}}{\text{比值}}$ 。

为了便于理解记忆, 可采用下述“三角形关系式”的简记法:



化学计算中, 时常运用上述关系式进行运算。例如: 元素在化合物中质量比 =  $\frac{\text{原子个数} \times \text{原子量}}{\text{化合物分子量}}$

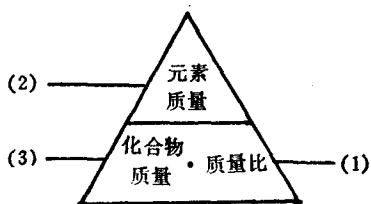
或  $= \frac{\text{元素的原子质量}}{\text{化合物的质量}}$  (1)

也可记作:

元素质量 = 化合物质量  $\times$  元素在化合物中质量比 (2)

化合物质量 =  $\frac{\text{元素质量}}{\text{元素在化合物中质量比}}$  (3)

上述关系式, 可简记为:



【例题 2】 氧化铁的分子式是  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ，求：① 铁在  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  中的质量比；② 5 千克  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  中含铁多少千克？③ 多少千克  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  中，含铁 7 千克？

解 已知 Fe 原子量 = 56， $\text{Fe}_2\text{O}_3$  分子量  
 $= (56 \times 2) + (16 \times 3) = 160$ 。

① 铁在  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  中质量比：

$$\frac{2\text{Fe}}{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{2 \times 56}{160} = 0.7。$$

② 5 千克  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  中含铁量：

$$\begin{aligned} \text{铁的质量} &= \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ 质量} \times \frac{2\text{Fe}}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \\ &= 5 \text{ 千克} \times \frac{2 \times 56}{160} = 3.5 \text{ [千克]}。 \end{aligned}$$

③ 含 7 千克铁的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  质量：

$$\begin{aligned} \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ 质量} &= \text{铁的质量} \div \frac{2\text{Fe}}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \\ &= 7 \text{ 千克} \times \frac{160}{2 \times 56} = 10 \text{ [千克]}。 \end{aligned}$$

答，① 铁在  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  中质量比为 0.7；② 5 千克  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  中含铁 3.5 千克；③ 10 千克  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  中含铁 7 千克。

二、连比：三个或三个以上的同类量组成的比叫做连比。

【例题3】防治棉花红蜘蛛的石硫合剂配方是：石灰、硫磺和水的质量比为1:2:10。若配制这种杀虫剂65千克，需这些原料各多少千克？

解 根据杀虫剂各成分的连比，可知：

$$\text{石硫合剂总量} = 1 + 2 + 10 = 13。$$

则，石灰、硫磺和水在杀虫剂中的质量比分别为

$$1/13 : 2/13 : 10/13。$$

∴ 各成分质量 = 杀虫剂质量 × 各成分在杀虫剂中质量比

$$\therefore \text{石灰质量} = 65 \text{ 千克} \times \frac{1}{13} = 5 \text{ [千克]},$$

$$\text{硫磺质量} = 65 \text{ 千克} \times \frac{2}{13} = 10 \text{ [千克]},$$

$$\text{水质量} = 65 \text{ 千克} \times \frac{10}{13} = 50 \text{ [千克]}。$$

答，需石灰5千克，硫磺10千克，水50千克。

三、百分比：

$\frac{1}{2}$ ， $\frac{3}{4}$ ， $\frac{4}{15}$ ……叫做分数。当分母为100的分数，如

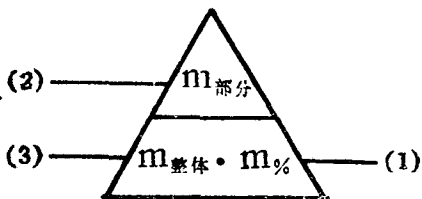
$\frac{1}{100}$ 、 $\frac{15}{100}$ 、 $\frac{30}{100}$ ……叫做百分数，又叫做百分比，通常用百分号%表示。例如，氧气在空气中的体积百分比为21%，即表示100份体积的空气中，氧气占21份体积；再如，盐水中食盐的质量百分比为10%，即表示100份质量的盐水中含食盐10份质量。

物质的质量百分比 ( $m\%$ )，物质的部分质量 ( $m_{\text{部分}}$ ) 和物质的整体质量 ( $m_{\text{整体}}$ ) 三个量的关系式为：

$$m\% = \frac{m_{\text{部分}}}{m_{\text{整体}}} \times 100\% \quad (1)$$

$$m_{\text{部分}} = m_{\text{整体}} \times m\% \quad (2)$$

$$m_{\text{整体}} = m_{\text{部分}} \div m\% \quad (3)$$



可简记为：

【例题4】取某地石灰石样品50克，测知含 $\text{CaCO}_3$ 45克。求：

① 这种石灰石中 $\text{CaCO}_3$ 的百分含量。

② 200吨这种石灰石含多少吨 $\text{CaCO}_3$ ？

③ 多少吨这种石灰石含 $\text{CaCO}_3$ 18吨？

解

$$\begin{aligned} \text{① } \text{CaCO}_3 \text{ 百分含量} &= \frac{m_{\text{CaCO}_3}}{m_{\text{石灰石}}} \times 100\% \\ &= \frac{45 \text{ 克}}{50 \text{ 克}} \times 100\% = 90\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{② } m_{\text{CaCO}_3} &= m_{\text{石灰石}} \times m\% \\ &= 200 \text{ 吨} \times \frac{90}{100} = 180 \text{ [吨]} \end{aligned}$$

$$\text{③ } m_{\text{石灰石}} = m_{\text{CaCO}_3} \div m\% = 18 \text{ 吨} \times \frac{100}{90} = 20 \text{ [吨]} \end{aligned}$$

答，①这种石灰石含 $\text{CaCO}_3$ 90%；②200吨石灰石含 $\text{CaCO}_3$ 180吨；③20吨石灰石含 $\text{CaCO}_3$ 18吨。

【例题5】①将5克食盐溶解在20克水中，求这种盐水里食盐的百分含量？②500克的20%盐水里含食盐多少克？③多少克的20%盐水里含有8克食盐？

解 ①已知 食盐( $\text{NaCl}$ )质量 = 5克，

盐水质量 = (5 + 20) 克 = 25克。

$$\begin{aligned} \therefore \text{NaCl 百分含量} &= \frac{m_{\text{NaCl}}}{m_{\text{盐水}}} \times 100\% \\ &= \frac{5 \text{克}}{25 \text{克}} \times 100\% = 20\%。 \end{aligned}$$

$$\textcircled{2} \quad m_{\text{NaCl}} = m_{\text{盐水}} \times m\% = 500 \text{克} \times \frac{20}{100} = 100 \text{[克]}。$$

$$\textcircled{3} \quad m_{\text{盐水}} = m_{\text{NaCl}} \div m\% = 8 \text{克} \times \frac{100}{20} = 40 \text{[克]}。$$

答，①盐水含 NaCl 20%；②含 NaCl 100 克；③盐水质量为 40 克。

【例题 6】某种化合物的分子量为 142，其中含钠 32%、硫 23%、氧 45%，试求该化合物中各元素的质量比和原子个数比，并写出它的分子式。

解 已知该化合物分子量 = 142，含 Na 32%，S 23%，O 45%。先求该化合物中各元素的质量比：

$$\therefore m_{\text{元素}} = m_{\text{化合物}} \times m\%，$$

$$m_{\text{钠}} = 142 \times \frac{32}{100} = 45.44，$$

$$m_{\text{硫}} = 142 \times \frac{23}{100} = 32.66，$$

$$m_{\text{氧}} = 142 \times \frac{45}{100} = 63.90，$$

$$\therefore \text{Na} : \text{S} : \text{O} (\text{质量比}) = 45.44 : 32.66 : 63.9。$$

再求化合物中各元素的原子个数比：

$$\therefore \text{原子个数} = \frac{\text{元素质量}}{\text{原子量}}，$$

$$\text{Na} = \frac{45.44}{23} = 1.98 \approx 2,$$

$$\text{S} = \frac{32.66}{32} = 1.02 \approx 1,$$

$$\text{O} = \frac{63.9}{16} = 3.99 \approx 4,$$

∴ Na : S : O (原子个数比) = 2 : 1 : 4。

答, 该化合物分子式为  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (硫酸钠)。

## 习 题 1·2

### 1. 填空:

	原子个数比	原子质量比	各化合物中 硫的百分含量
$\text{H}_2\text{S}$ 硫化氢			
$\text{SO}_2$ 二氧化硫			
$\text{H}_2\text{SO}_4$ 硫酸			

2. 防治黄瓜霜霉病的铜皂液配方是: 硫酸铜, 肥皂和水的质量比 = 1:5:10。若配制这种铜皂液 240 千克, 需这些原料各多少千克?

\*3. 测知某杀虫剂含碳约 25%、氢 2%、氯 73%, 它的分子量为 291。根据计算, 写出这种杀虫剂的分子式。

4. 某养蜂场的蜂蜜样品 25 克中含葡萄糖 8.5 克。求:

① 这种蜂蜜的葡萄糖百分含量是多少?

② 500 千克这种蜂蜜中含葡萄糖多少千克？

\*③ 若将 500 千克这种蜂蜜浓缩成 200 千克，求浓缩后蜂蜜的葡萄糖百分含量？

\*5. 某炼铁厂回收炉尘（含铁 30%）用来回炉炼铁。若回收这种炉尘 150 吨，可炼得含铁 95% 的生铁多少吨？

（题号上带有 \* 星号的，书末附有提示）

### 第三节 比例和方程

#### 一、比例：

当  $a:b=k$ ， $c:d=k$  时，两个同值的比，中间以等号连接起来，可记作：

$$a:b=c:d.$$

两个同值的比中间以等号连接的式子，叫做比例式，简称比例。组成比例的四个数叫做比例的项，两个外端的项（ $a$  和  $d$ ）叫做比例的外项，两个内端的项（ $b$  和  $c$ ）叫做比例的内项。比例式也可记作：

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}.$$

若等式两边都乘以  $bd$ ，可得

$$a \cdot d = c \cdot b.$$

即比例的两个内项积等于两个外项积。这样，已知任意三项，便可求得另一项。

比例的概念及其计算，在化学计算中应用极为广泛。

（一）正比例及其应用：

例如，水银质量（ $m$ ）与它的体积（ $V$ ）的关系如下：

【表 1-1】 常温常压下，水银质量与体积关系

m 克	27.2	54.4	81.6	108.8	136
v [厘米] <sup>3</sup>	2	4	6	8	10

从上表可知，两个相联系的量（如，m 和 V），当其中一个量扩大（或缩小）若干倍时，另一个量也相应地扩大（或缩小）同样倍数，这种比例关系叫做正比例。如果两个量（m 和 V）成正比，通常写成：

$$m \propto V.$$

【例题 1】 测知，27.2 克水银的体积为 2 [厘米]<sup>3</sup>，求 54 克水银占有多大体积？

解 已知 27.2 克水银的体积为 2 [厘米]<sup>3</sup>，

设 54 克水银占有体积为 x [厘米]<sup>3</sup>。

∴ 同种物质的质量与体积成正比，

$$m_{\text{Hg}} \propto V_{\text{Hg}}.$$

$$27.2 \text{ 克} \quad 2 \text{ [厘米]}^3$$

$$54 \text{ 克} \quad x \text{ [厘米]}^3$$

列比例式：
$$\frac{27.2}{54} = \frac{2}{x},$$

$$\therefore x = \frac{54 \times 2}{27.2} = 3.97 \text{ [厘米]}^3.$$

答，54 克水银的体积为 3.97 [厘米]<sup>3</sup>。

【例题 2】 测知，100 克碳酸钙完全分解可生成二氧化碳 22.4 升（一定条件下），求 5 千克碳酸钙可制取二氧化碳多少升？

解 已知，100 克碳酸钙生成 CO<sub>2</sub> 22.4 升，

设，5 千克碳酸钙生成 CO<sub>2</sub> x 升。



∴  $\text{CaCO}_3$  的质量与生成  $\text{CO}_2$  的体积成正比,

$$\begin{array}{ccc} m_{\text{CaCO}_3} \propto V_{\text{CO}_2} \\ 100 \text{ 克} & & 22.4 \text{ 升} \\ 5 \times 1000 \text{ 克} & & x \text{ 升} \end{array}$$

列比例式:  $\frac{100}{5000} = \frac{22.4}{x}$ ,

$$\therefore x = \frac{5000 \times 22.4}{100} = 1120 \text{ [升]}.$$

答: 5 千克  $\text{CaCO}_3$  可制取  $\text{CO}_2$  1120 升。

请注意, 初学者在列比例时, 容易发生下列错误:

$$\begin{array}{ccc} m_{\text{CaCO}_3} \propto V_{\text{CO}_2}, & & m_{\text{CaCO}_3} \propto V_{\text{CO}_2}. \\ 100 \text{ 克} & 22.4 \text{ 升} & 100 \text{ 千克?} & 22.4 \text{ 升} \\ 5 \text{ 千克?} & x \text{ 升} & 5 \text{ 千克} & x \text{ 升} \end{array}$$

前者属于数学概念的错误, 因为  $\text{CaCO}_3$  质量单位不同, 其比值不等于  $\text{CO}_2$  的对应比值, 则两个量不成比例; 后者属于化学概念的错误, 依题意 100 千克  $\text{CaCO}_3$  并不能生成 22.4 升  $\text{CO}_2$ , 两个量也不成比例。所以列比例时, 必须注意:

1. 同一物质的量度单位必须相同, 否则就应进行单位换算, 求得单位统一, 才能相比。

2. 不同物质的量度单位可以不同, 但是两个量必须符合物质的变化规律, 否则不能相比。

(二) 反比例及其应用:

例如, 用相同质量的食盐, 制成不同浓度的盐水, 则盐水的浓度 ( $C_{\text{盐水}}$ ) 与盐水溶液的质量 ( $m_{\text{溶液}}$ ) 关系如下: