

HUAXUE

化学

第三册

青年自学丛书

浙江人民出版社

青 年 自 学 丛 书

化 学

第 三 册

主 编 成都市教育局
编写单位 成都市第四中学
 成都市第八中学
执 笔 解子宜 张昌模

四 川 人 民 出 版 社

一九七九·成都

青年自学丛书 化 学 (第三册)

四川人民出版社出版 (成都盐道街三号)
四川省新华书店发行 成都部队印刷厂印刷

开本787×1092毫米1/32印张 6.875 字数150千
1979年2月第1版 1979年2月第1次印刷
印数: 1—154,000册

书号: 13118·13 定价: 0.48 元

前 言

“一定要极大地提高整个中华民族的科学文化水平”。这是英明领袖华主席、党中央高瞻远瞩地向全党、全军、全国各族人民发出的庄严号召。这是激动人心的动员令，这是气吞山河的宣言书，这同样是对广大青年亲切的召唤。

青年是我们的希望，是我们的未来。为了适应广大青年向科学进军的需要，我们组织编写了一套“青年自学丛书”，供广大青年自学，在校中学生课外阅读和中学教师参考。

这套“青年自学丛书”的数理化部分，共十七册，即《数学》八册（《代数》三册、《几何》三册、《三角》二册）、《物理》四册、《化学》五册）。考虑到这套丛书具有自学的特点，使读者学后能系统掌握基础知识和基本技能，编写时注意了基本理论、基本概念、基本规律和学习中难点的讲述，例题较详，习题较多，循序渐进，由浅入深；文字上努力做到生动活泼，明白易懂。同时，参照全国中小学通用教材教学大纲精神，还介绍了一些先进知识。要求通过对丛书的自学，使读者能达到高中或略高于高中的程度。

这是“青年自学丛书”的《化学》读本，按照基本概念、基本理论、重要物质的具体知识等方面的内容编成五册。

这套丛书的编写出版，得到中共成都市委宣传部的亲切关怀和有关学校的支持。四川师范学院化学系协助了丛书《化学》读本的审稿工作。在此，我们谨致谢意。

由于时间仓促和编者水平所限，本书内容可能有缺点或错误。鉴于当前需要迫切，先以“试用本”出版，广泛听取意见。我们热忱欢迎广大读者批评指正，以便再版时修订。

编 者

一九七八年十月

目 录

第一章 有关分子式的计算 (附: 简单算术运算)	(1)
第一节 简单算术运算	(1)
第二节 有关分子式的计算	(3)
一、计算物质的分子量 二、计算化合物里各元素的质量比	
三、计算化合物中各元素或氧化物的百分含量 四、计算一	
定量化合物中含成分元素量 五、计算含一定量元素的化合	
物量 六、计算克分子数和分子数或克原子数和 原子数	
七、计算一定数目克分子或克原子的物质或元素 的重量	
八、计算跟一定质量的元素或物质含有相同原子数或分子数	
的另一元素或物质的质量 九、计算气体的 比重、体积和	
质量 十、计算当量、克当量、克当量数和 物质克数	
十一、计算结晶水合物里的结晶水量 十二、计算合金的组	
成 十三、计算一定质量和一定体积混和气体中各成分气体	
的质量和体积	
第三节 求气态物质分子量和分子式的方法	(31)
一、求气态物质的分子量 二、求气态物质的分子式	
第二章 有关化学反应方程式的计算	(44)
第一节 根据化学方程式进行反应物或生成	
物质量的计算	(45)
一、计算一定量原料可得产品量 二、计算生产一定量产品	
需要的原料量 三、从不纯原料量算产品量 四、由不纯产	
品量算原料量 五、由产品量算不纯原料量 六、由原料量	
算不纯产品量 七、不纯原料间或不纯产品间的互算 八、	
关于产品得率和原料利用率的计算 (一) 计算产品得率	
(二) 计算原料利用率	
第二节 根据化学方程式计算有关物质的克分子、	

克原子、气体克分子体积·····	(62)
一、计算克分子数、克原子数和质量克数 二、计算克分子、克原子、物质质量克数、气体体积(标准状况) 三、计算非标准状况下气体体积与物质的质量、克分子数、克原子数	
第三节 选量计算·····	(69)
第四节 多步反应的 计算·····	(72)
第五节 置换反应中金属间量的变化的计算·····	(77)
第六节 计算参加反应的 混和物的组成·····	(80)
第七节 运用化学方程式进行其它较为特殊的计算·····	(83)
第八节 根据热化学方程式进行有关计算·····	(87)
第三章 关于物质溶解度和溶液浓度的计算·····	(92)
第一节 物质溶解度的 计算·····	(92)
一、根据一定温度下物质的饱和溶液中溶质和溶剂的质量, 计算该物质的溶解度 二、根据物质在一定温度下的溶解度, 计算一定量的饱和溶液中溶质或溶剂的量 三、根据溶解度, 计算一定量的溶质或溶剂所配成的饱和溶液的质量	
第二节 物质从溶液中结晶的 计算·····	(96)
第三节 溶液百分比浓度的 计算·····	(104)
一、根据溶质和溶剂的量, 求溶液百分比浓度 二、根据溶液浓度和质量, 求溶质或溶剂的量 三、根据溶液浓度和溶质的量, 求溶液的量 四、不同浓度的溶液相互混和及溶液的稀释、浓缩的计算 五、物质溶解度和饱和溶液百分比浓度之间的计算 六、PPM浓度和比例浓度的计算	
第四节 溶液克分子浓度的 计算·····	(121)
一、根据溶液的质量和溶质的量, 计算溶液克分子浓度 二、根据溶液克分子浓度和溶液体积, 求溶质的量 三、根据溶液克分子浓度和溶质的量, 求溶液体积 四、两种不同浓度的溶液相互混和, 或一种溶液加水稀释的计算	
第五节 溶液当量浓度的 计算·····	(130)
一、根据溶质的量和溶液的量, 求溶液的当量浓度 二、根	

据溶液的当量浓度和体积,求溶质的量 三、根据溶质的量和溶液的当量浓度,求溶液的体积 四、有关溶液稀释或混和时当量浓度的计算 五、应用中和滴定法测定酸液或碱液的当量浓度或酸、碱纯度以及一定体积的溶液中酸、碱的含量 六、物质相互反应时,应用当量浓度和当量定律的计算

第四章 综合运算..... (151)

第一节 有关原子量、分子量、分子式的计算..... (151)

第二节 挥发性有机物的分子式和结构式的求法..... (154)

第三节 过量反应物与生成物继续反应时物量的计算..... (160)

第四节 有关方程式、非标准状况下气体体积、溶液浓度等多种概念的计算..... (163)

第五节 有关不纯原料、产品纯度、生产得率、溶液浓度等方面的计算..... (173)

第六节 有关计算和分析结合的问题..... (178)

第五章 化学反应速度和化学平衡的计算..... (184)

第一节 化学反应速度和速度常数的计算..... (184)

第二节 平衡常数和平衡浓度的计算..... (188)

第三节 溶液中有关电离平衡的计算..... (194)

一、弱电解质的电离度和电离常数的计算 二、水的离子积和溶液PH值的计算 三、难溶电解质溶度积的计算

附表1 常见的几种盐在水中的溶解度..... (211)

附表2 在室温时数种难溶电解质的溶解度和溶解积..... (212)

第一章 有关分子式的计算

(附：简单算术运算)

第一节 简单算术运算

有些化学简单运算，并不涉及化学概念，只要正确理解题意，运用算数方法（乘、除、百分率）即可求得答案。

例 1 用炭还原含铜2%的赤铜矿100吨，在理论上可以制得铜多少吨？

解 由于赤铜矿中含铜量已知是2%，所以这种赤铜矿任何质量中含铜的质量，亦即是从其中能冶炼出的铜量（理论上），可以用赤铜矿的质量乘以它的含铜百分率而计算出来。

$$\text{赤铜矿100吨可制得铜量} = 100\text{吨} \times 2\%$$

$$= 2\text{吨。}$$

答 还原含铜2%的赤铜矿100吨在理论上可以制得2吨铜。

例 2 磁铁矿含铁64.15%。冶炼过程中如有2%的铁进入炉渣，同时杂质在炼得的生铁里含量达5%。计算1吨磁铁矿可炼生铁多少吨？

解 1吨磁铁矿含铁量 = $1 \times 64.15\% = 0.6415(\text{吨})$

$$\text{损失的铁量为 } 0.6415 \times \frac{2}{100} (\text{吨})$$

1吨磁铁矿实际炼得的铁量为

$$0.6415 - 0.6415 \times \frac{2}{100} (\text{吨})$$

又生铁里含铁量为 $1 - 5\% = 95\%$

故 1 吨磁铁矿实得的生铁量为

$$\begin{aligned} & (0.6415 - 0.6415 \times \frac{2}{100}) \times \frac{100}{95} \\ &= 0.6415(1 - 0.02) \times \frac{100}{95} \\ &= 0.6618(\text{吨}) \end{aligned}$$

答 这种磁铁矿 1 吨可炼生铁 0.6618 吨。

例 3 常用焊锡里含有 2 分锡和 1 分铅。问制这种合金 300 克需锡、铅各多少克？

解 因焊锡 3 分中含锡 2 分、铅 1 分

$$\text{故焊锡 300 克中应含锡 } \frac{2}{3} \times 300 = 200(\text{克})$$

$$\text{焊锡 300 克中应含铅 } \frac{1}{3} \times 300 = 100(\text{克})$$

答 制焊锡 300 克需锡 200、铅 100 克。

例 4 把 1 体积氮气和 3 体积氢气通入氨的合成塔，由塔里排出的混和气体里含有 12% 的氨（体积）。计算这个混和气体里氮气和氢气的百分含量。

解 设塔里排出来的混和气体为 100%

则塔里排出的混和气体中氮气和氢气百分含量共为

$$100\% - 12\% = 88\%$$

因氮气和氢气混和气体中氮占 $\frac{1}{4}$ 体积，氢占 $\frac{3}{4}$ 体积

故塔里排出的混和气体中氮的百分含量为

$$88\% \times \frac{1}{4} = 22\%$$

$$\text{氢的百分含量} = 88\% \times \frac{3}{4} = 66\%。$$

答 混和气体里氮气的百分含量为22%，氢气的百分含量为66%。

习 题

1. 含硫48%的硫铁矿 2 吨中含硫多少公斤？〔答：960 公斤〕
2. 制备含80%镍和20%铬的合金0.3吨，需镍和铬各多少公斤？〔答：镍240公斤，铬60公斤〕
3. 某磁铁矿里铁的含量是59%，炼得的生铁含铁95%，铁的损失量是1%，问1吨磁铁矿可以炼得多少生铁？〔答：0.6148吨〕
4. 天然存在的氯元素是 ${}_{17}\text{Cl}^{35}$ 和 ${}_{17}\text{Cl}^{37}$ 两种同位素的混和物，其中 ${}_{17}\text{Cl}^{35}$ 约占75%， ${}_{17}\text{Cl}^{37}$ 约占25%，求氯的平均原子量。
〔答：35.5〕
5. 进入氨气合成塔的氮气、氢气体积比为1：3，若反应后的混和气体中含氮为14.9%，计算其中氮气和氢气的体积百分含量。
〔答： N_2 21.2%， H_2 63.8%〕
6. 某磁铁矿含61.5%的铁。在冶炼生铁过程中，有2%的铁渗入炉渣，炼得的生铁中含杂质5%，计算用1000吨磁铁矿，可炼得多少吨生铁？〔答：634吨〕

第二节 有关分子式的计算

凡是涉及物质分子量、分子中元素重量、标准状况下气态物质的体积、克原子、克分子、克当量等计算问题时，都要运用到分子式的定义及其所表示的涵义。作好这一类计算题，必须正确运用有关概念，结合题意立出计算式子。下面复习一下有关概念：

分子式：用元素符号表示物质分子组成的式子。

分子式的涵义：1.表明组成物质的元素。2.表明物质1个分子。3.表明物质一个分子中各元素的原子数。4.表明组成物质各元素质量比。

克分子：物质的 6.02×10^{23} 个分子的质量，用克作单位来表示，在数值上跟它的分子量相同，这一定的量叫做一克分子。用GM表示。

克原子：元素的 6.02×10^{23} 个原子的质量，用克作单位来表示，在数值上跟它的原子量相同，这一定的量叫做一克原子。用GA表示。

克分子数：物质有多少个克分子的数值。

克原子数：元素有多少个克原子的数值。

克分子数 $\times$ 物质 - 克分子量 = 物质质量克数

克原子数 $\times$ 元素 - 克原子量 = 元素质量克数

任何物质的克分子数相同，所含的分子数目一定相等。

任何元素的克原子数相同，所含的原子数目一定相等。

气体克分子体积：在标准状况下，1克分子的任何气体所占的体积都约为22.4升。用 $GM\bar{V}_0$ 表示。

当量：元素或化合物与1份重氢（即1当量氢）或8份重氧（即1当量氧）或1当量任何物质完全作用时所需要的量。

$$\text{元素的当量} = \frac{\text{原子量}}{\text{化合价}}$$

$$\text{化合物的当量} = \frac{\text{化合物的分子量}}{\text{正价或负价总数(绝对值)}}$$

克当量：元素或化合物的当量，以克为单位来表示。

克当量数：元素或化合物的克当量的多少数值。

一克当量的质量 $\times$ 克当量数 = 物质质量克数

当量定律：两种元素或化合物发生完全反应时，它们的克当量数一定相同。

熟记一些常见元素的原子量约数：

H $\sim$ 1, O $\sim$ 16, C $\sim$ 12, N $\sim$ 14, P $\sim$ 31, S $\sim$ 32,

Cl $\sim$ 35.5, Na $\sim$ 23, Mg $\sim$ 24, Al $\sim$ 27, Ca $\sim$ 40 等。

一、计算物质的分子量

例1 求氢气的分子量

解 先写出氢气的分子式：H₂

从氢气的分子式知它的1个分子是由两个氢原子组成。

故氢气的分子量 = $1 \times 2 = 2$

答 氢气的分子量为2。

例2 求碳酸氢铵的分子量

解 正确写出碳酸氢铵的分子式： $\overset{+1}{\text{N}}\text{H}_4\overset{+1}{\text{H}}\overset{-2}{\text{C}}\text{O}_3$

碳酸氢铵的分子量 = $14 + 1 \times 4 + 1 + 12 + 16 \times 3$
= 79

答 碳酸氢铵的分子量为79。

习 题

1. 计算下列物质的分子量：(1) 氧气, (2) 氯气, (3) 氮气, (4) 水, (5) 氯化钠, (6) 氧化铝, (7) 氢氧化钠, (8) 硫酸, (9) 磷酸钙, (10) 硫酸铝。(答：(1) 32, (2) 71, (3) 28, (4) 18, (5) 58.5, (6) 102, (7) 40, (8) 98, (9) 310, (10) 342)。

2. 根据下列分子式，写出其名称，并计算其分子量：(1) (NH₄)₂SO₄, (2) KOH, (3) H₃PO₄, (4) P₂O₅, (5)

K_2O , (6) Na_2CO_3 , (7) F_2 , (8) Br_2 , (9) I_2 , (10) $NaHCO_3$ 。(答: (1) 硫酸铵132, (2) 氢氧化钾56, (3) 磷酸98, (4) 五氧化二磷142, (5) 氧化钾94, (6) 碳酸钠106, (7) 氟气38, (8) 溴160, (9) 碘254, (10) 碳酸氢钠84)。

二、计算化合物里各元素的质量比

例1 求水里氢、氧质量比。

解 正确写好水的分子式: $H_2O^{+1 -2}$

水分子中氢与氧的质量比为

$$1 \times 2 : 16 = 1 : 8$$

答 水里氢与氧的质量比为1 : 8。

例2 求碳酸钙中各元素质量比。

解 正确写好碳酸钙的分子式: $Ca^{+2} CO_3^{-2}$ 。碳酸钙分子里钙、碳、氧的质量比为

$$40 : 12 : 16 \times 3 = 10 : 3 : 12$$

答 碳酸钙里钙、碳、氧质量比为10 : 3 : 12。

习 题

1. 求下列各化合物里各元素的质量比: (1) 二氧化碳, (2) 硫化亚铁 ($Fe \sim 56$), (3) 氢氧化镁, (4) 碳酸, (5) 硝酸铵。(答: (1) 3 : 8, (2) 7 : 4, (3) 12 : 16 : 1, (4) 1 : 6 : 24, (5) 7 : 1 : 12)

2. 求下列各化合物的分子量和分子里各元素的质量比: (1) 尿素 ($CO(NH_2)_2$), (2) 六六六 ($C_6H_6Cl_6$), (3) 乙炔 (C_2H_2), (4) 苯 (C_6H_6)。(答: (1) 60, 3 : 4 : 7 : 1, (2) 291, 24 : 2 : 71, (3) 26, 12 : 1, (4) 78, 12 : 1)

三、计算化合物中各元素或氧化物的百分含量

例1 求氧化铝中铝的百分含量。

解 正确写出氧化铝的分子式： $\overset{+3}{\text{Al}}_2\overset{-2}{\text{O}}_3$

$$\text{分子量} = 27 \times 2 + 16 \times 3 = 102$$

在102份氧化铝中含铝54份。

$$\text{故铝的百分含量} = \frac{54}{102} \times 100\% = 52.94\%$$

答 氧化铝中含铝58.94%。

例2 求硝酸铵中氮的百分含量。

解 正确写好硝酸铵的分子式： $\overset{+1}{\text{N}}\text{H}_4\overset{-1}{\text{O}}\text{N}_3$

$$\text{分子量} = 14 + 1 \times 4 + 14 + 16 \times 3 = 80$$

在80份硝酸铵中含氮28份。

$$\text{故氮的百分含量} = \frac{28}{80} \times 100\% = 35\%$$

答 硝酸铵含氮35%。

例3 求碳酸钾中氧化钾的百分含量。

解 正确写好碳酸钾和氧化钾的分子式，并算出它们的分子量：

$$\text{碳酸钾 } \overset{+1}{\text{K}}_2\overset{-2}{\text{CO}}_3 \quad \text{分子量} = 39 \times 2 + 12 + 16 \times 3 = 138$$

$$\text{氧化钾 } \overset{+1}{\text{K}}_2\overset{-2}{\text{O}} \quad \text{分子量} = 39 \times 2 + 16 = 94$$

因1分子 K_2CO_3 含1分子 K_2O

即138份 K_2CO_3 含94份 K_2O

$$\begin{aligned} \therefore \text{K}_2\text{CO}_3 \text{ 里的 } \text{K}_2\text{O} \text{ 百分含量} &= \frac{94}{138} \times 100\% \\ &= 68.1\% \end{aligned}$$

答 碳酸钾里氧化钾百分含量为68.1%。

例4 求磷酸钙中氧化磷的百分含量。

解 同上例3

$$\text{磷酸钙 } \overset{+2}{\text{Ca}}_3(\overset{-3}{\text{PO}}_4)_2 \quad \text{分子量} = 40 \times 3 + 2(31 + 16 \times 4) \\ = 310$$

$$\text{氧化磷 } \overset{+5}{\text{P}}_2\overset{-2}{\text{O}}_5 \quad \text{分子量} = 31 \times 2 + 16 \times 5 = 142$$

因1分子 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 含1分子 P_2O_5

即310份 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 含142份 P_2O_5

$$\therefore \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \text{里 } \text{P}_2\text{O}_5 \text{ 百分含量} = \frac{142}{310} \times 100\% \\ = 45.8\%$$

答 磷酸钙里氧化磷百分含量为45.8%。

例5 有一不纯氯化铵样品,分析结果知含氮24.82%。
求此样品内含 NH_4Cl 的百分率?

解 因为不纯氯化铵中含氮的百分率与纯氯化铵中含氮百分率之比等于不纯氯化铵的含量与纯氯化铵的含量的百分比。

由 NH_4Cl 分子量 = $14 + 1 \times 4 + 35.5 = 53.5$ 。其中含氮14。

$$\text{纯氯化铵的含氮百分率} = \frac{14}{53.5} \times 100\% = 26.16\%$$

$$\text{现在 } \frac{24.82}{26.16} \times 100\% = 94.9\%$$

即该样品中含有 NH_4Cl 94.9%

答 该样品中氯化铵的百分率是94.9%。

习 题

1. 计算下列物质中氧的百分含量:

(1) 氯酸 (2) 高锰酸钾 ($Mn \sim 55$)

(3) 硝酸钾 (4) 过氧化钠 (Na_2O_2)

(5) 氧化汞 ($Hg \sim 200$) (6) 硝酸

[答: (1) 56.8% (2) 40.5% (3) 47.5% (4) 41%

(5) 7.5% (6) 76.2%]

2. 计算化肥: (1) 尿素 [$CO(NH_2)_2$] 中氮元素的百分含量, (2) 硝酸钾中氮和氧化钾的百分含量, (3) 磷酸铵中氮和氧化磷的百分含量。[答: (1) 46.4%。 (2) 13.9% 氮 46.5% K_2O 。 (3) 23.5% 氮, 39.7% P_2O_5]

3. 一种钾肥含 KCl 80%, 问这种肥料里的氯化钾相当于百分之几的 K_2O ? [提示: 1 克分子 K_2O 即 94 克相当于 2 克分子氯化钾 即 149 克]。[答: 50.47%]

4. 磷酸钾两百斤中含 K_2O 及 P_2O_5 各多少斤? [答: 133 斤 K_2O , 67 斤 P_2O_5]

5. 某种铁矿石里含 Fe_2O_3 80%, SiO_2 10%, 其它杂质 10%。这种铁矿石里含铁和硅的百分率各是多少? ($Fe \sim 56, Si \sim 28$) [答: 56% 铁, 4.7% 硅]

6. 含 $Ca(H_2PO_4)_2$ 90% 的重过磷酸钙, 相当于百分之几的 P_2O_5 ? [答: 54.6%]

7. 有一不纯硫酸铵样品, 经分析后知道它含有 20% 的氮, 求样品里含 $(NH_4)_2SO_4$ 的百分率。[答: 94.34%]

四、计算一定量化合物中含成分元素量

例 1 2 吨氧化铝中含铝多少公斤?

解 $\overset{+3}{Al}_2\overset{-2}{O}_3$ 分子量 = $27 \times 2 + 16 \times 3 = 102$

在 102 份重氧化铝中含铝 54 份重

设在2吨即 $2 \times 1000 = 2000$ 公斤氧化铝中含铝 x 公斤
列出比例式: $102:2000 = 54:x$

$$\therefore x = \frac{2000 \times 54}{102} = 1058.8 \text{ (公斤)}$$

答 在2吨氧化铝中含铝1058.8公斤。

例2 含 FeS_2 95%的硫铁矿1000吨中含硫多少吨?
($\text{Fe} \sim 56$)

解 硫铁矿1000吨中含 FeS_2 $1000 \text{吨} \times \frac{95}{100} = 950 \text{吨}$

又1个分子 FeS_2 中含2个硫原子

即 $56 + 32 \times 2 = 120$ 份 FeS_2 中含64份硫

$$\begin{aligned} \therefore \text{硫铁矿1000吨中含硫} &= 950 \times \frac{64}{120} = \frac{1520}{3} \\ &= 506.7 \text{ (吨)} \end{aligned}$$

答 这种硫铁矿1000吨中含硫506.7吨。

习 题

1. 氨气(NH_3)10吨中含氮和氢各多少吨? (答: 8.24吨氮, 1.76吨氢)
2. 9克水中含氢和氧各多少克? (答: 1克氢, 8克氧)
3. 六六六($\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$)1公斤中含氯多少克? (答: 732克)
4. 磁铁矿的主要成分是四氧化三铁(Fe_3O_4)。现有含四氧化三铁60%的磁铁矿2320吨, 问其中含铁多少吨($\text{Fe} \sim 56$)? (答: 1070吨)
5. 农业生产上需要含有磷15.5公斤的磷肥, 问需用多少公斤含 P_2O_5 40%的磷灰石($\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_2$)? (答: 88.74公斤)
6. 如果含硫45%的硫铁矿10吨得到了综合利用, 计算硫酸和铁的理论产量。 (答: 13.8吨 H_2SO_4 , 3.94吨铁)