

中学生课外读物



封面设计：章桂征

制 图：何瑞五

中学生课外读物

化 学 学 习 指 导

汪玉中 董树歧

*

吉林人民出版社出版 吉林省新华书店发行

浑江市印刷厂印刷

*

787×1092毫米32开本 印张：8插页1 164,000字

1978年10月第1版 1979年3月第3次印刷

印数200,001—500,000册

书号：7091·987 定价：0.63元

内 容 提 要

本书主要内容：中学化学基础知识（基本概念和基础理论知识）、元素及其化合物知识（无机物和有机物）以及化学基本技能训练（化学基本实验和基本计算）等方面的知识。另外，为了提高学生分析和解决化学问题的能力，还安排了化学习题例解与分析这部分内容。

目 录

第 一 章 基本概念和基础理论.....	2
一、化学基本概念.....	2
二、化学基础理论.....	10
√ 第 二 章 元素和化合物.....	39
一、氢和水.....	39
二、卤族元素.....	46
三、氧族元素.....	53
四、氮族元素.....	60
五、金 属.....	68
六、碳族元素.....	79
第 三 章 有机化合物.....	86
一、有机化合物的分类.....	86
二、烃.....	87
三、烃的衍生物.....	113
四、有机高分子化合物.....	142
五、碳水化合物.....	149
六、蛋白质和氨基酸.....	154
第 四 章 化学计算.....	158
一、利用分子式计算.....	158
二、利用化学方程式计算.....	163
三、关于溶液、电解质溶液的计算.....	175

✓ 四、确定分子式的计算·····	193
✓ 第五章 化学实验·····	205
一、常用仪器·····	205
二、几套基本实验装置·····	210
三、实验操作基本技能·····	215
四、物质的鉴别·····	218
✓ 第六章 化学习题例解与分析·····	229
编 后 语·····	253

化学是研究物质的组成、结构、性质、变化规律及合成的一门基础科学。

中学所学的化学基本概念有原子、分子、元素以及一些化学量、化学式，这是学习化学的基础。

中学所学的化学基础理论基本上归纳为两个方面：一是物质结构理论，包括原子结构、分子结构、晶体结构以及物质结构理论用于研究有机化合物的有机结构理论，主要是揭示物质的结构与物质性质的关系；二是关于化学变化规律的理论，包括化学反应速度与化学平衡、电解质溶液与电离平衡以及有机反应中的一些特有规律。在这些理论的指导下，就可以系统地掌握元素及其形成单质和化合物的知识。

中学学习的元素和化合物的知识有周期表中各族代表元素及其化合物的性质、变化规律、制法和用途。还有一部分是有机化合物，主要是烃及其衍生物的结构、性质、变化规律、制法和用途方面的知识。

中学学习的基本技能，包括基本实验技能和基本计算技能两个方面的知识。

第一章 基本概念和基础理论

一、化学基本概念

中学化学最常用的基本概念可分为三部分：一是分子、原子和元素；二是克分子、克当量、克原子、气体克分子体积（属于化学量方面）；三是元素符号、分子式和化学方程式等化学用语（属于化学式方面）。

（一）分子、原子和元素

1. 分 子

（1）分子 分子是保持物质化学性质的一种微粒。

在物理变化过程中，分子本身没有发生变化，物质仍保持其特有的化学性质；在化学变化过程中，物质分子本身发生了变化，变成了别的分子，失去了原来的化学性质，生成了新的物质。

（2）分子的性质

（i）分子有一定的大小，但肉眼是看不见的。

（ii）分子有一定的重量——分子量。

（iii）分子在不断地运动（如扩散现象）。

（iv）分子间有一定的间隔（即有一定的距离），比如物质三态的变化就是分子间隔大小的变化。

(v) 分子间彼此有一定的作用力，比如分子引力可形成分子晶体。

2. 原 子

(1) 原子 原子是化学变化中的基本微粒。

在化学反应中，一些物质分子中的原子彼此分开，与其它分子中的原子重新结合，生成新的分子（新物质）。但各原子本身的特性并没有改变。所以化学变化可以看成原子运动的结果。

(2) 原子的性质

原子也和分子一样，有一定的大小、重量（原子量）、不断运动、彼此间有一定的间隔和作用力。

3. 元 素

(1) 元素 元素是具有相同核电荷数（即质子数）的同一类原子的总称。

学习了同位素概念后，才得到上面的元素概念。在此之前，常把元素定义为具有相同化学性质的一类原子的总称。

(2) 元素与原子的区别 元素的概念包含着原子，但没有确定的数量意义，原子则有具体的数量意义。如，我们可以说3个氢原子，5个氧原子，却不能说3个氢元素，5个氧元素；可以说水分子由两个氢原子和一个氧原子组成，却不能说是由两个氢元素和一个氧元素构成。

(3) 元素和单质的区别

元素是具有相同核电荷数一类原子的总称，它可以游离态（单质状态）存在，也可以化合态存在。不论在单质还是化合物中，元素的基本特征保持不变。

而单质只是元素的一种存在形式。非金属单质一般由分子组成，金属单质由原子组成。有的元素可以形成几种单质——同素异形体。

4. 分子量、原子量、碳单位

(1) 分子量 用碳单位来表示的分子的重量叫分子量。分子量等于分子中各原子重量（用碳单位表示）的总和。

(2) 原子量 以碳单位表示的原子的重量叫原子量。原子的重量主要集中在原子核上。

(3) 碳单位 是国际通用的原子量的单位。碳的一种同位素 ^{12}C 作标准，一个原子 ^{12}C 质量的 $\frac{1}{12}$ 为一个碳单位。

一个 ^{12}C 原子的实际质量是 1.993×10^{-23} 克。它的 $\frac{1}{12}$ （即一个碳单位）是 $1.993 \times 10^{-23} \times \frac{1}{12} = 0.167 \times 10^{-23}$ (克)。

1 碳单位的实际质量 = 0.167×10^{-23} 克

(二) 克分子、克当量和气体克分子体积

1. 克分子

(1) 克分子 任何物质的 6.022×10^{23} 个分子，叫做一克

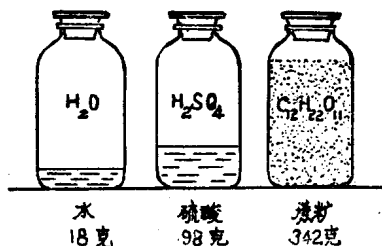


图 1-1 1 克分子的几种物质

分子。一克分子的某物质用克作单位表示，在数值上等于它的分子量。克分子表示了物质的分子个数与物质重量间的关系（图 1-1）。

(2) 克分子数

一定重量的某物质的克分子数，等于其重量除以这种物质 1 克分子的重量（克分子量）：

$$\text{克分子数} = \frac{\text{重 量}}{\text{克分子量}}$$

2. 克 当 量

(1) 克当量 把能够提供 1 个 H^+ 或 1 个 OH^- 的酸或碱的量（用碳单位表示）叫做该酸或碱的当量，用克作单位的当量叫该酸或碱的克当量。

酸（或碱）的 1 克当量

$$= \frac{\text{酸（或碱）的 1 克分子的重量}}{\text{反应中每个酸（或碱）分子提供的 } \text{H}^+ \text{（或 } \text{OH}^- \text{）的个数}}$$

$$\text{化合物的 1 克当量} = \frac{\text{化合物 1 克分子的重量}}{\text{正价（或负价）总数}}$$

(2) 克当量数 一定重量的某物质的克当量数，等于重量除以它的 1 克当量的重量（克当量）：

$$\text{克当量数} = \frac{\text{物质的重量}}{\text{1 克当量的重量}}$$

(3) 当量定律 两种（或几种）物质完全反应时，它们的克当量数必定相等。

如果知道了某一反应中任一反应物（或生成物）消耗（或增加）的克当量数，就可以根据化学方程式计算其它的反应物或生成物的量。

3. 克 原 子

(1) 克原子 任何元素的 6.022×10^{23} 个原子，叫做一克原子。一克原子的某元素的重量以克做单位，在数值上等于其原子量。

(2) 克原子数 一定重量的某元素的克原子数，等于重量除它的 1 克原子的重量（克原子量）：

$$\text{克原子数} = \frac{\text{元素重量}}{1 \text{ 克原子的重量}}$$

(3) 克原子与克分子的关系

1 克分子中所含某元素的克原子数，在数值上等于一个分子中所含该元素的原子个数。

例如，一克分子 NH_4NO_3 中含

N 2 克原子

H 4 克原子

O 3 克原子

4. 气体克分子体积

(1) 气体克分子体积

在标准状况下（1 大气压或 760 毫米汞柱，0℃ 或 273K），一克分子的任何气体所占的体积都是 22.4 升，气体的这个体积叫做气体克分子体积。

(2) 气体体积和重量的关系

$$\text{气体重量} = \frac{\text{气体体积}}{\text{气体克分子体积}} \times \text{克分子量}$$

(3) 阿伏加德罗定律

同温同压下，同体积的任何气体都含有相同数目的分子。

(4) 求气体分子量

(i) 根据气体密度求分子量

$$M = 22.4 \cdot d \quad (M \text{ 表示分子量、} d \text{ 表示密度})$$

(ii) 根据气态物质相对密度求分子量

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

摩 尔

摩尔是拉丁文 mol 的中文译音。摩尔是国际上新规定的一个计量单位，是公制中七个基本单位之一。

按规定，摩尔是计量物质体系中物质数量的，在一个物质体系中，所含单元个体（微粒）的数目等于 0.012 千克碳-12 中所含碳原子数目时，则这个物质体系中的物质数量就叫 1 摩尔。符号是 mol。

我们知道 0.012 千克（12 克）碳中所含碳原子的个数恰是 6.022×10^{23} 个， 6.022×10^{23} 就是通常所说的阿伏加德罗常数，而 6.022×10^{23} 这个数又恰是克与碳单位的比值。这样就可以得出下面的结论：任何物质体系中所含结构粒子的个数是 6.022×10^{23} 个时，它的量就是 1 mol。

用摩尔表示物质的量，要指出结构粒子（微粒）的名称。如：mol 原子、mol 分子、mol 离子、mol 电子等。

用摩尔表示物质的量，使原来的克分子、克原子、气体克分子体积统一起来了，相应地成为 mol 分子、mol 原子、气体的 mol 体积，这就给实验和计算带来很大方便。

从表 1-1 中可以看出摩尔同微粒个数、重量（气体体积）的关系。

表 1-1 1 摩尔物质几个量的关系

物质名称	分子式	分子(或原子) 个 数	分子(或 原子) 量(碳单 位)	重 量 (克)	标准状 况下体 积(升)
铁	Fe	6.022×10^{23}	56	56	
水	H ₂ O	6.022×10^{23}	18	18	
氮 气	N ₂	6.022×10^{23}	28	28	22.4
二氧化碳	CO ₂	6.022×10^{23}	44	44	22.4
氖 气	Ne	6.022×10^{23}	20	20	22.4

(三) 元素符号、分子式和化学方程式

1. 元素符号

(1) 元素符号 每种元素的符号，是用它的拉丁文名称第一个字母的大写或附加一个字母小写来表示。

(2) 元素符号的意义 一个元素符号表示一种元素、该元素的一个原子和它的原子量。

常用元素符号要正确熟练地书写，如第1—3周期元素、各主族元素、金属活动顺序表中的元素等。

2. 分子式

(1) 分子式 用元素符号表示物质分子组成的式子叫分子式。

(2) 分子式的意义 分子式表示物质的一个分子、组成分子的各元素、各元素的原子个数、各元素的重量比和该物质的分子量。

要求能正确熟练书写常用物质的分子式。

3. 化学方程式

(1) 化学方程式 化学方程式是用元素符号和分子式表示化学反应的式子。

(2) 化学方程式的意义 一个化学方程式能表示一个化学反应、反应物、生成物、反应前后分子（或原子、离子等）个数比、反应前后各物质重量（或气体体积）比。

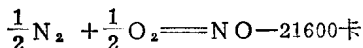
(3) 物质不灭定律 参加化学反应的各种物质总重量等于反应后生成的各种物质的总重量。它是书写化学方程式和进行化学计算的重要理论根据。

要能够比较熟练地书写常用的化学方程式。写方程式时要注意配平，使参加化学反应的物质中的各元素原子个数在反应前后相等。

再一个要求是用化学方程式计算。

热化学方程式

在化学方程式中标明反应热效应的方程式叫热化学方程式。热化学方程式中所标明的热量是每1克分子的燃烧、分解、生成等的热量。例如，在18℃时热化学方程式



表示18℃时生成1克分子NO吸收的热量是21600卡。

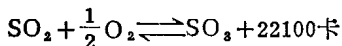
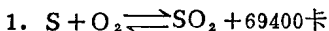
反应热通常用Q表示，例如：



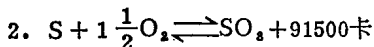
表示甲烷燃烧是放热反应。

盖斯热化学定律

盖斯热化学定律：一个体系从始态变到终态时的热效应，与变化的中间过程无关。这就是说，一个反应的总的热效应是恒定的，不管它分几步实现。比较下列两个反应的热效应：



总的热效应为69400卡+22100卡=91500卡



可以看出，虽然反应1分两步进行，反应2是一步完成的，但1和2两个反应的热效应是一样的，都是91500卡。

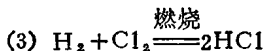
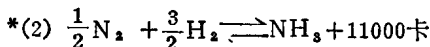
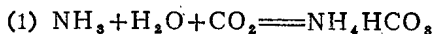
习 题

1. 比较 H_2SO_4 的1个分子、1克分子、1克当量、1克在数量上的差别。

2. 3克原子Fe、170克Fe₂O₃和120克Fe，哪一个含铁多？

3. 空气中N₂占78%、O₂占20%求乙醇(C₂H₅OH)蒸气对空气的相对密度。

4. 指出下列化学方程式的意义。



5. 标准状况下100ml NH₃气体的重量是多少克？它是多少克分子？

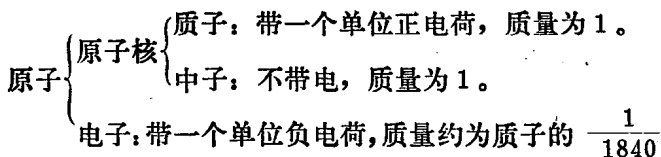
6. 写出氧气、硫、硫酸亚铁的分子式，并计算硫酸亚铁中，氧元素和硫元素所占重量百分比。

二、化学基础理论

(一) 物质结构与元素周期律

1. 原子结构

从放射性现象的研究中，人们认识到原子具有复杂的结构，其内部组成如下：



原子量 = 质子数 + 中子数

核电荷数 = 质子数 = 核外电子数 = 原子序数

电子在原子核周围做高速运转，并且分层排布。排布规

律是:

(1) 核外电子具有不同的能量。按着能量的高低, 电子分别在离核不同距离的空间进行高速运转, 可以说这些电子所在的电子层不同。能量较低电子排在距核较近的电子层, 能量较高的电子排在距核较远的电子层。各层电子都尽可能排在能量较低电子层上。

(2) 各层最多容纳的电子数为 $2n^2$ 个 (n 表示电子层数, 第一层为 2 个, 第二层为 8 个, ……)

(3) 最外层电子数不超过 8 个, 次外层不超过 18 个。

核外电子的运动状态

(1) 电子云

在很小的原子体积里, 电子绕核做高速运转, 我们无法准确地测出电子在某个时间在某个位置出现, 只能从统计的观点来研究电子在核外某个空间区域出现的机会多少来描述电子运动的规律。拿氢原子来说, 核外只有一个电子, 它好象在离核一定距离的一个球壳范围内作高速运转。这个电子运动的踪迹我们用小黑点来表示, 如图 1-2。小黑点密集的区域表示电子在这儿出现的机会较多; 小黑点稀疏的区域表示电子出现的机会较少。用小黑点分布的疏密来表示电子出现的机会, 形象地称作电子云。电子云最密集的地方到原子核的距离就是原子半径。实验测定, 氢原子半径是 $0.53\text{\AA}$ ($1\text{\AA}=10^{-8}$ 厘米)。以原子半径为球体的半径, 则这个球壳可看作电子运动的“轨道”或电子层。

(2) 核外电子运动状态的描述

由于电子绕核高速运转的复杂性和特殊性, 对于每个电子运动的状态, 经量子力学的计算, 需用四



图 1-2 氢原子电子云

个量来描述，这就是所说的“四个量子数”。

第一个量子数，叫主量子数，用 n 来表示。它表明电子能量的高低，也就是表示电子所处的电子层离核的远近。第二个量子数叫角量子数，用 l 表示。它表明电子云的形状（相当于“轨道”形状）。离核最近的第一层，电子云的形状是球形的，离核较远的第二层，还分两个亚层，第一个亚层电子云是球形的，第二个亚层电子云是亚铃形。我们把电子云为球形运动状态的电子叫 s 电子。把电子云为亚铃形运动状态的电子叫 p 电子，图 1-3。

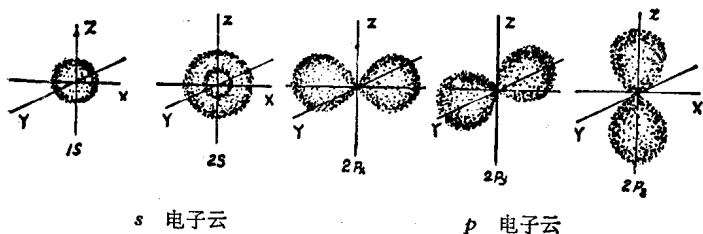


图 1-3 s 电子云和 p 电子云形状

在离核更远的第三层，除 s 电子和 p 电子外，又出现 d 电子，它的电子云形状更复杂些。这时第三电子层出现三个电子亚层，即 s 亚层、 p 亚层和 d 亚层。第三个量子数叫磁量子数，用 m_l 表示。它表明电子云在空间的伸展方向，例如 p 电子在空间有三个不同的伸展方向，见图1-3。第四个量子数叫自旋量子数，用 m_s 表示。它表明每个电子不仅绕核运动，而且电子还绕自己的轴心旋转，这好象地球在绕太阳进行公转的同时，还有地球本身的自转一样。所不同的是电子自旋时有正反两个方向。

这四个量子数综合用来描述电子运动状态。主量子数表明电子层数；角量子数表明电子亚层数；磁量子数表明电子可能的轨道数（即电子云在空间伸展方向）；自旋量子数表明在每一个电子轨道上只能容纳两个自旋方向相反的电子。

综上所述，用四个量子数可以描述电子在原子中所处的状态。主