

农业干部培训自学读本

化学基础知识

农业出版社

农业干部培训自学读本

化学基础知识

吴金如 编

农业出版社

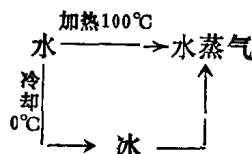
目 录

一、物质和物质的变化, 化学的研究对象	1
二、分子	3
三、原子和原子量	4
四、原子的组成	6
五、元素、元素符号和同位素	9
六、分子式和分子量、化合价、化学方程式	13
七、碱、酸、盐、氧化物	17
八、氧化还原反应	24
九、水和溶液	26
十、有机化合物	30
附录 1 英文字母表	37
附录 2 元素周期表	

化学与农业生产和农业科学关系很密切。农、林、牧业生产很多方面都涉及到化学知识，化学又是农业科学的一门重要基础课。如土壤、肥料，动、植物生理生化，植物保护，家畜饲养，兽医病理、药理等学科均需化学基础知识。现分十个部分加以介绍。

一、物质和物质的变化，化学的研究对象

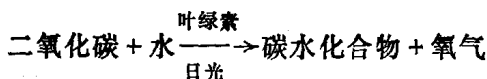
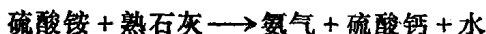
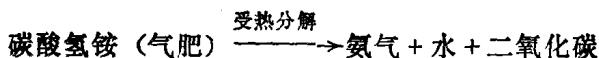
物质是指占有空间和具有质量的任何东西。自然界是由物质构成的，象空气、水、土壤、食盐、矿石、煤、石油、农药、化肥等都是物质。一切物质都在不停地运动和变化着。物质运动和变化形式是多种多样的。



这里是水的气态、液态和固态三种状态发生变化，但本质没有发生变化，因为还是水。应该指出，绝大多数物质在不同条件下都具有气、液、固三态。例如：铁(Fe)的熔点

1535℃，沸点 2735℃。这种在变化过程中没有新物质生成的变化叫物理变化。再如滴滴涕加乳化剂、敌敌畏加乳化剂都是物理变化。

另一种变化：



又如六六六、滴滴涕、敌敌畏及其他有机磷农药遇碱失效等均有新物质生成。这种在变化过程中有新物质生成的变化叫化学变化（或化学反应）。物质在化学变化中表现出来的性质叫做化学性质；物质不需要发生化学变化就表现出来的性质，如颜色、状态、气味、熔点、沸点、硬度、比重、溶解性等，叫做物理性质。

物质的变化不仅限于物理变化和化学变化，还有生物变化等其他变化。化学是研究物质的化学组成、结构、性质、变化以及合成新物质等的科学。

二、分 子

湿衣服晾一晾就干了，田里施氨水或使用有机磷农药，老远就能闻到氨味和有机磷农药腥臭味。还有如闻到醋味、酒味、花香味等都是大家所熟悉的。衣服晾干是因水的微粒离开了衣服跑到空气中，其他所闻到之味都是该物质的微粒跑到空气中被人们闻到之故。这些现象说明物质可以分成许多极小的微粒。这种微粒叫分子。一切物质都是由分子组成的。不同物质由不同分子组成，水由水分子组成，氨由氨分子组成。

分子是物质能独立存在的最小微粒，并能保持原物质的化学性质。分子很小很小，同种物质的分子其大小、重量和性质相同，不同物质的分子则不同。

分子永远在不停地运动着，彼此间有一定的距离。

气态物质（气体）——如水蒸气、氧气，分子运动自由，彼此距离大，没有固定体积和形状。

液态物质（液体）——如水、酒精，分子运动还是自由，彼此间距离小，有一定体积，但没有固定形状。

固态物质（固体）——如蔗糖、食盐，分子只能在一定位置上振动，彼此间距离很小，所以有一定的体积和形状。

为什么物体有热胀冷缩呢？这是因为温度升高，分子运动速度加快，分子间距离增大，所以热胀。温度降低，分子运动速度减慢，分子间距离减小，所以冷缩。

三、原子和原子量

分子是物质保持其化学性质的最小微粒。这也就是说在保持其化学性质的前提下，分子不能再分了，但是在另一前提下可不可以再分呢？

通过实验得知（图1）：

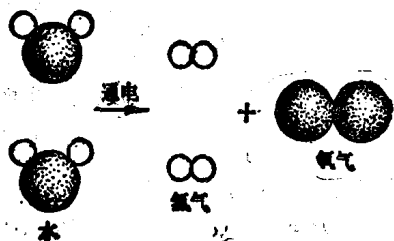


图1 水分子的分解过程

这个实验说明水分子是可分的。在反应过程中，水分子分解成两种微粒，再由这两种微粒分别组合成氢气和氧气。这种微粒叫原子。

由此可见，分子由原子组成，在化学变化中，分子发生了变化。旧的分子分裂了，新的分子形成了。在化学变化中，原子只是重新组合，并没有变成新的原子。原子是物质进行化学反应的基本微粒。原子不能独立存在。

原子的体积和重量都很小。

一个氢原子的重量是0.000, 000, 000, 000, 000, 000, 001673克, 即 1.673×10^{-24} 克。

一个碳原子的重量是0.000, 000, 000, 000, 000, 000, 000, 01993克, 即 1.993×10^{-23} 克。

这样用克作单位表示原子的重量不方便, 人们发现用相对重量表示方便, 国际化学会 1961 年 8 月通过用碳原子重量的 $\frac{1}{12}$ 为原子重量的单位, 称为碳单位($\frac{1.993 \times 10^{-23}}{12} = 1.66 \times 10^{-24}$ 克)。用碳单位表示 1 个原子的重量叫做原子量。

$$\text{碳的原子量} = \frac{1.993 \times 10^{-23} \text{克}}{1.66 \times 10^{-24} \text{克}} = 12 \text{ (碳单位)}$$

$$\text{氧的原子量} = \frac{2.655 \times 10^{-23} \text{克}}{1.66 \times 10^{-24} \text{克}} = 16 \text{ (碳单位)}$$

$$\text{氢的原子量} = \frac{1.673 \times 10^{-24} \text{克}}{1.66 \times 10^{-24} \text{克}} = 1.008 \text{ (碳单位)}$$

其余可查表 1 或附录 1。

一般应用中可取其近似值, 例如氢的原子量 1.008 可写为 1, 氧的原子量 15.999 可写为 16。

思 考 题

1. 举例说明物质是可分的。
2. 分子与原子有什么区别?

四、原子的组成

科学实验证明：原子是由带正电荷的原子核和核外带负电荷的电子两部分构成的，即原子中心有一个核叫原子核，核外有绕核高速运动的电子。由于电子以高速运动，例如氢原子核外仅有的一个电子每一秒钟在核外空间运动状态之间变化一亿次，即电子在原子核外空间各处出现，好象“带负电荷的云雾”笼罩在原子核周围，所以人们形象地称它为“电子云”。图2是在通

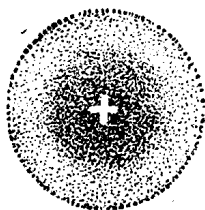


图2 氢原子电子云

常状况下氢原子电子云的示意图，它是球形对称的。图上小黑点密的区域，表示电子云密度大；小黑点稀的区域，表示电子云密度小（注意，小黑点并不代表电子的个数）。

在含有多个电子的原子里，电子的能量并不相同。电子在离核近的区域运动时具有的能量低，在离核远的区域运动时具有的能量高。为了便于说明问题，通常就用电子层来表明运动着的电子离核远近的不同。把能量最低、离核最近的叫第一层，能量稍高、离核稍远的叫第二层，由里往外依次类推，叫三、四、五、六、七层。这样，电子就可以看作是在能量不同的电子层（区域）上运动着。

从核电荷为 1 的氢原子到核电荷为 18 的氩原子, 它们的原子结构可用图 3 表示。

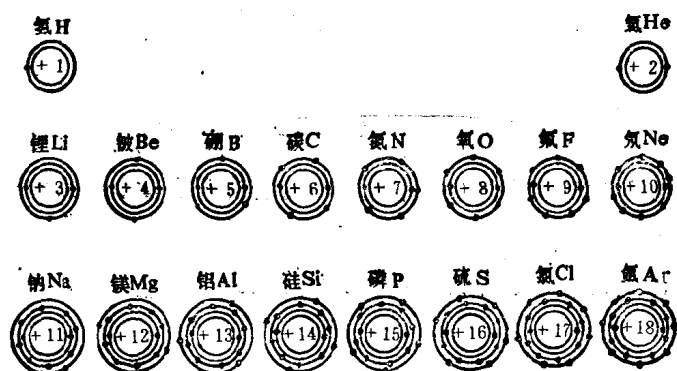


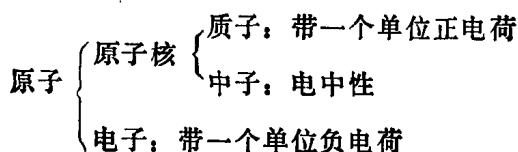
图 3 原子结构示意图

当电子由低能级跃迁到高能级时需要吸收能量, 电子由高能级跃迁回到低能级时放出能量。

原子核又是由质子和中子两种微粒组成的。一个质子带一个单位正电荷, 中子呈电中性, 因此, 原子核带正电。一个电子带一个单位负电荷。

不同种类的原子, 它们的原子核所带的正电荷数彼此不同。但每种原子中原子核所带的正电荷数等于核外电子所带的负电荷数, 因此原子呈电中性。

原子的组成可概括如下:



核电荷数 = 质子数 = 电子数

原子核的质量 = 中子数 + 质子数 = 原子量

(因为电子质量只有氢原子质量的 $\frac{1}{1840}$)

思 考 题

1. 氢原子核外仅有一个电子，为何有那么多小黑点？
2. 原子为何呈电中性？
3. 试以氧原子为例说明原子的组成。

单
四
乙

五、元素、元素符号和同位素

在化学上，把具有相同质子数的一类原子叫做元素。每种元素都用一定符号表示，例如，质子数为1的一类原子叫做氢元素，用符号“H”表示；质子数为8的一类原子叫做氧元素，用符号“O”表示；氮元素的符号为“N”。人们把氨水、碳酸氢铵、尿素等化学肥料叫氮肥，就是因为这些化学肥料的成分里，都含有作物所需要的氮元素。在国际上，元素符号是统一采用该元素的拉丁文名称的第一个大写字母来表示，如果几种元素符号的第一个字母相同时，可再附加一个小写字母来区别。例如，He代表氦元素，以与氢元素符号H

表1 一些常见元素的名称、符号和原子量

元素名称	元素符号	原子量	元素名称	元素符号	原子量	元素名称	元素符号	原子量
氢	H	1.008	碳	C	12.011	钾	K	39.098
氟	F	18.998	硅	Si	28.0885	铁	Fe	55.847
氯	Cl	35.453	锡	Sn	118.69	钴	Co	58.933
溴	Br	79.904	铅	Pb	207.2	锰	Mn	54.938
碘	I	126.9	硼	B	10.81	铬	Cr	51.996
氧	O	15.999	铝	Al	26.98	钼	Mo	95.94
硫	S	32.06	镁	Mg	24.305	锌	Zn	65.38
氮	N	14.0067	钙	Ca	40.08	汞	Hg	200.59
磷	P	30.97	钡	Ba	137.33	铜	Cu	63.546
砷	As	74.92	钠	Na	22.99	银	Ag	107.868

区别 (表 1)。

表示每种元素的名称都有一个专用的汉字。气态非金属元素的名称都有“气”字头，液态非金属元素的名称有“氵”旁，固态非金属元素的名称都有“石”旁，金属元素的名称都有“钅”旁 (汞除外)。

元素在自然界中分布很广泛。在地壳中主要以化合物的形式存在，地壳中元素含量的重量百分比如图 4 所示。从图可以看到，地壳主要是由氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁、氢等元素组成的。土壤就是由多种复杂的硅酸盐构成的。硅酸盐中主要成分就是硅和氧等元素。

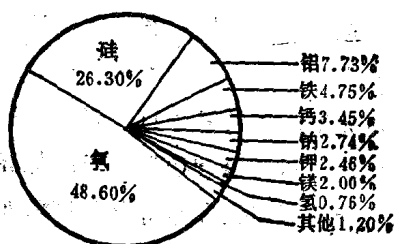
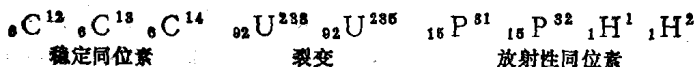


图 4 地壳中所含各种元素的重量百分比

同位素：质子数相同而中子数不同的同种原子互称为同位素。



(注：符号左下角数值表示核电荷，右上角数值表示该原子的原子量)

上述三种原子量不同的碳原子就互相称为碳的同位素，同种元素的同位素化学性质相同。有些元素的同位素有放射性，即放出射线，叫做放射性同位素。放射性同位素放出的射线有三种： α 射线 (He^{++})， β 射线 (电子流)， γ 射线 (光子流)。

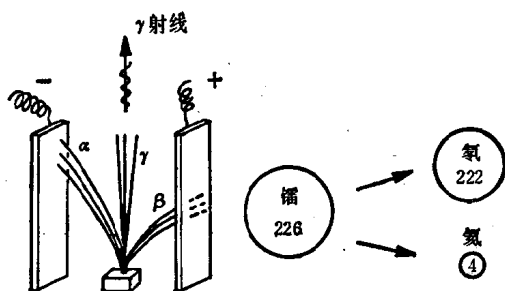


图5 镭的放射性

例如镭原子在放出 α 质点后变成氦(α 质点是 He^{++} , 它最终成为氦)(图5)。

不放出射线的同位素叫稳定同位素。如 ${}^6\text{C}^{13}$ 。

利用稳定同位素或放射性同位素做标记原子(示踪原子)在工农业和医学上很有意义。

饮入含1%重水的水的实验结果确定, 水在人体内停留二星期, 这里重水中的重氢 ${}^1\text{H}^2$ 作为标记原子。

磷肥里掺入含有 ${}^{32}\text{P}$ 的磷酸二氢钙进去, 可测知作物吸收磷的情况, 这里 ${}^{32}\text{P}$ 是示踪原子。

利用同位素进行的光合作用的研究证明, 植物的光合作用并非经历一个统一的途径, 有些植物(稻、麦、棉、花生、大豆等)固定二氧化碳的重要中间产物为磷酸甘油酸(一种三碳酸), 因此称为 C_3 途径; 另一些植物(甘蔗、玉米、高粱等)固定二氧化碳的中间产物包括苹果酸等四碳酸, 则称 C_4 途径。所以稻、麦、棉、花生、大豆等称为 C_3 作物; 甘蔗、玉米、高粱等称为 C_4 作物。

在自然界里，物质的种类非常多，有几百万种以上，但是，构成这些物质的元素并不多。到目前为止，已经知道的元素有 107 种。由同种元素组成的物质叫做单质，如氧气（由氧元素组成）、硫磺（由硫元素组成）等都是单质；由不同种元素组成的物质叫做化合物，如水（由氢和氧两种元素组成）、氨气（由氢和氮两种元素组成）等都是化合物。

思 考 题

1. 元素与同位素的含义有何区别？
2. 单质与化合物有何区别？

六、分子式和分子量、化合价、化学方程式

人们经过长期的科学实验后知道，在任何一种纯物质的分子中，元素的种类和各元素原子的个数都是一定的。用元素符号来表示物质分子组成的式子叫做分子式。

不同原子组成的分子（属于化合物）：

氯化氢 HCl 、氯化钠 NaCl 、氧化镁 MgO 、水 H_2O 、硫酸 H_2SO_4 、硝酸 HNO_3 、氢氧化钠 NaOH 、氨 NH_3 、硫酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、二氧化碳 CO_2 、硝酸铵 NH_4NO_3 。

双原子分子（属于单质）：

碘分子 I_2 、氢分子 H_2 、氮分子 N_2 、氧分子 O_2 。

单原子分子（也属于单质）：

氦 He 、氖 Ne 、氩 Ar 、碳 C 、铁 Fe 。

书写符号要正确，原子个数写右下角，金属或氢写在左方，非金属写在右方。

分子式的意义（以 H_2O 为例）：

1. 表明组成物质的各元素。 H_2O 表明由 H 和 O 两元素组成。

2. 代表一个分子。 H_2O 表示一个水分子， $2\text{H}_2\text{O}$ 表示两个水分子。

3. 表明各元素的原子个数。 H_2O 里有两个 H 原子和一

个O原子。

4. 表明分子量。分子中各原子量的总和叫分子量。

分子量的计算方法：

$$\text{水 } \text{H}_2\text{O} \text{ 的分子量} = 1 \times 2 + 16 = 18$$

$$\begin{aligned} \text{碳酸氢铵 } \text{NH}_4\text{HCO}_3 \\ \text{的分子量} &= 14 + 1 \times 4 + 1 + 12 + 16 \times 3 = 79 \end{aligned}$$

$$\text{NH}_4\text{HCO}_3 \text{ 中 } \text{N}\% = \frac{\text{N}}{\text{NH}_4\text{HCO}_3} \times 100 = \frac{14}{79} \times 100 = 18\%$$

$$\begin{aligned} \text{硫酸铵 } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \\ \text{的分子量} &= (14 + 1 \times 4) \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 132 \end{aligned}$$

$$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \text{ 中 } \text{N}\% = \frac{2\text{N}}{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} \times 100 = \frac{28}{132} \times 100 = 21\%$$

$$\text{氯化铵 } \text{NH}_4\text{Cl} \text{ 的分子量} = 14 + 1 \times 4 + 35.5 = 53.5$$

$$\text{NH}_4\text{Cl} \text{ 中 } \text{N}\% = \frac{\text{N}}{\text{NH}_4\text{Cl}} \times 100 = \frac{14}{53.5} \times 100 = 26\%$$

$$\begin{aligned} \text{尿素 } \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \\ \text{的分子量} &= 12 + 16 + (14 + 1 \times 2) \times 2 = 60 \end{aligned}$$

$$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \text{ 中 } \text{N}\% = \frac{2\text{N}}{\text{CO}(\text{NH}_2)_2} \times 100 = \frac{28}{60} \times 100 = 47\%$$

含N量越高，肥效越大。由上计算可知尿素含N量最高，肥效最大。例如通过计算可知522斤碳酸氢铵方可顶上200斤尿素。因为 $200 \times 47\% = 522 \times 18\%$ 。又如200斤 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 需用多少斤 NH_4HCO_3 才可顶上？

解 所需 NH_4HCO_3 为 x 斤