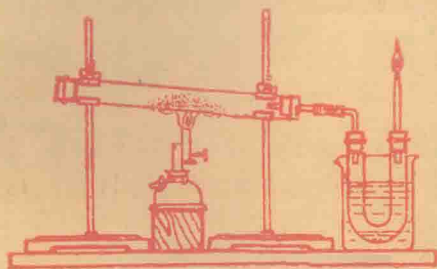


中等师范函授教材

自然 化学



江西省赣州师范函授处

前 言

根据八三年初在石城召开的我区中师函授教学会议决定，我区中师函授教学增设《自然》课程，包括物理、化学、生物、生理卫生四部份，为了供应中师函授开设《自然》教材的需要，我们特请我校胡中兴老师编写了化学部份，作为本期中师函授《自然》教材的第二部份。由于时间比较匆促，加上我们水平有限，难免会有差错，敬请批评、指正。

赣州师范学校函授处

一九八四年一月

目 录

绪言	(1)
----	-------

第一章 化学基本概念	(5)
------------	-------

第一节 分子 原子	(5)
-----------	-------

第二节 元素 元素符号 原子量	(7)
-----------------	-------

第三节 分子式 分子量	(12)
-------------	--------

第四节 化合价	(16)
---------	--------

第五节 摩弥和气体摩弥体积	(19)
---------------	--------

内容提要	(24)
------	--------

第二章 氯气 水和溶液	(28)
-------------	--------

第一节 空气 氧气	(28)
-----------	--------

第二节 氢气	(38)
--------	--------

第三节 化学方程式	(46)
-----------	--------

第四节 水	(51)
-------	--------

第五节 溶解度	(58)
---------	--------

第六节 物质的结晶	(63)
-----------	--------

第七节 溶液的浓度	(66)
-----------	--------

内容提要	(72)
------	--------

第三章 酸碱盐	(78)
---------	--------

第一节 电解质与非电解质	(78)
--------------	--------

第二节 酸类	(82)
--------	--------

第三节	碱类	(87)
第四节	盐类	(90)
第五节	离子反应	(94)
第六节	单质、氧化物、酸、 碱和盐的相互关系	(98)
	内容提要	(102)

第四章 物质结构 元素周期律 (105)

第一节	原子结构 同位素	(105)
第二节	核外电子运动状态	(109)
第三节	氢(H)到氪(Kr)的电子层结构	(113)
第四节	元素周期律	(121)
第五节	元素周期表(长式)	(125)
第六节	化学键	(135)
	内容提要	(139)

第五章 几种重要的非金属元素及其化合物 (143)

第一节	氯及其化合物	(143)
第二节	硫及其化合物	(156)
第三节	氧化-还原反应	(169)
第四节	氮和碳的重要化合物	(175)
第五节	碳和硅	(189)
第六节	硅酸盐工业〔阅读材料〕	(205)
	内容提要	(210)

第六章 金属 (215)

第一节	金属键	(215)
-----	-----	---------

第二节 钢铁	(217)
第三节 钢铁的腐蚀和防护	(227)
第四节 铝和铜	(234)
内容提要	(242)

第七章 有机化合物 (216)

第一节 有机化合物的概述	(246)
第二节 甲烷 乙炔	(248)
第三节 煤	(253)
第四节 石油	(258)
第五节 乙醇 乙酸	(264)
第六节 油脂	(270)
第七节 糖类 蛋白质	(275)
第八节 合成有机高分子化合物 〔阅读材料〕	(232)
内容提要	(288)

学员实验 (292)

实验一 化学实验基本操作	(298)
实验二 空气成分的测定	(315)
实验三 氧气的制取和性质	(316)
实验四 氢气的制取和性质	(319)
实验五 粗盐的提纯	(322)
实验六 配制一定百分比浓度的溶液	(324)
实验七 二氧化碳的制取和性质	(325)
实验八 煤的干馏	(327)

附表 I 国际原子量表 (1979) (330)

附表Ⅰ 酸、碱和盐的溶解性表(20°C).....(332)

附表Ⅱ 实验室常用的酸、碱浓度及配制方法.....(333)

附表Ⅲ 一些酸和碱的质量百分比浓度.....(334)

和密度(克/厘米³)对照表.....(334)

元素周期表.....(336)

绪 论

化学是一门自然科学，它所研究的是物质的组成、结构、性质及其变化、合成的规律。

我们知道，世界是由物质构成的。我们日常所看到的空气、水、土壤、食盐、煤、石油、木材、化肥、农药、钢铁、塑料等，都是物质。一切物质都处在永恒的运动中。象水这种物质，在常温下是液态，如果降温到 0°C 就会结成冰，受热到 100°C 时会变成水蒸气，但水、冰、水蒸气都是同一种物质。象铁，常温时是固态，但在受热到 1535°C 时变成液态铁，当温度升高到 2750°C 时变成气态铁，但固态铁、液态铁、气态铁也都是同一种物质。水由液态变为固态或气态，铁由固态变为液态或气态，都只是物质的状态发生了变化，并没有生成其他物质。我们把这种**没有生成其他物质的变化叫做物理变化**。如木材制成桌椅、钢材加工成零件，汽油的挥发，蜡受热熔化等都是物理变化。

另一种变化跟物理变化就不同了。铁在潮湿的空气里生锈，生成的铁锈是不同于铁的物质。木柴燃烧后变成了二氧化碳、水蒸气和灰烬，这些都是不同于木柴的其他物质。我们把这种**生成了其他物质的变化叫做化学变化**，又叫做**化学反应**。其他如炸药的爆炸、铁矿石炼成铁等都是化学变化。

化学变化的特征是生成了新的物质。在化学变化时，常伴随发生一些现象，如放热、发光、变色、放出气体、生成沉淀等。这些现象可以帮助我们判断有没有化学变化发生。如果我们将镁带燃烧，则它变成了不同于镁的白色固态物质

——氧化镁，这是一个化学变化。镁带燃烧时伴随发出耀眼的强光，同时放出大量的热，可以使我们确知发生了化学变化。

化学变化和物理变化常常同时发生。在化学变化过程里一定同时发生物理变化。例如，点燃蜡烛时，蜡受热熔化是物理变化，同时蜡又燃烧生成水和二氧化碳，却是化学变化。但在物理变化的过程里不一定发生化学变化。

物质在化学变化中表现出来的性质叫做化学性质。例如，镁能在空气中燃烧。物质不需要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。

我们研究物质的组成、结构、性质和化学变化及其合成的规律，目的在于运用这些知识和规律来了解自然，克服自然和能动地改造自然，为祖国的四化现代化建设服务。例如，用空气、水和石油、天然气或煤可以制造化肥和炸药；用水和食盐可以生产烧碱、氯化、盐酸；用石油或天然气可以制出塑料、合成纤维、合成橡胶、合成洗涤剂、染料、医药等。研究生命现象、研制新型材料、探索新能源，都需要化学知识。

我国是世界文明发达最早的国家之一。我国很早就发明了某些化学工艺，象造纸、火药、瓷器都是举世闻名的。我们的祖先早就使用金属和合金，在三千多年前的殷商时代已会制造不同成份的青铜器，春秋晚期就会冶铁。战国晚期就会炼钢。其他如酿造、油漆、染色、制革、制糖、制药等化学工艺，在我国历史上都有光辉的成就。但是近代由于封建制度日益腐败，外国的侵略，统治阶级的黑暗反动，我国科学技术大大落后了。解放前我国的工业生产处于极端落后的状

态，科学水平很低。在化学工业方面，大多数化学工厂只能用进口材料和半成品来进行简单的加工，而不能独立地进行生产。解放后，我国化学工业发生了巨大的变化。主要化工产品，如纯碱、烧碱、硫酸、合成氨、硝酸铵、化学肥料、抗菌素等产量，都有了空前的增长。由于大庆、胜利、大港等油田的建成，不但结束了中国用“洋油”的历史，而且以石油为原料的合成树脂与塑料、合成纤维、合成橡胶三大合成材料工业，也迅速地发展起来了。我国的化学科学研究也取得了出色的成就。我国于1965年，在世界上第一个用化学方法合成了具有生命活力的蛋白质——结晶牛胰岛素，并在1971年又完成了分辨率为 2.5×10^{-10} 米的猪胰岛素晶体结构的测定，标志着人类揭开生命奥秘的伟大历程中合成蛋白质的时代开始了。我国原子弹、氢弹、氧弹、导弹的试验成功，人造地球卫的发射与回收，使我国的科学技术达到了世界的先进水平，其中也包括了化学科学和工业的新成就。

当前，我国正在进行建设具有现代工业、农业、国防和科学技术现代化的伟大的社会主义强国的宏伟事业。化学在我国四个现代化建设中，是一门重要的基础学科，例如，现代工业需要耐高温、耐腐蚀、不燃烧的高分子材料，高效能的绝缘材料如有机硅，性能最佳的酶催化剂等；现代农业需要大量高效化学肥料，高效低毒低残留农药、除草剂、植物激素、塑料薄膜等；现代科学技术和现代国防需要尖端的化学产品，象原子反应堆用的重水，导弹、飞机用的特殊性能轻质非金属材料，火箭的推进剂，电子工业用的高纯物质和特纯试剂等。在化学工业日益发展中，我们应大力重视它对大气，水和土壤等带来的污染，并同其他自然学科一起来研究和解决这方面的问题。总之，化学与四个现代化建设有着极

为密切的关系。

对于我们小学教师来说，学好化学具有重要的意义。小学教师要担任小学自然常识课的教学工作，并肩负着指导小学生开展课外科技活动，培养儿童爱科学、学科学、用科学的良好风尚。因此，小学教师必须牢固地、系统地掌握化学基础知识和基本技能，学好小学教师进修中等师范《自然》课程中化学部分的知识。学习时要注意基础知识的学习，要正确地理解和熟悉化学基本概念，基本定律和基本理论，掌握主要元素、化合物的结构、性质和化学反应的规律；要认真做好化学实验，掌握化学实验的基本操作技能和技巧；要理论联系实际，密切联系自然现象、日常生活和工农业生产实际，逐步培养运用辩证唯物主义的观点和方法，去观察、思考和解决一些简单的化学实际问题的能力。

习 题

- 1、物理变化和化学变化有什么区别？试举例说明。
- 2、下列现象哪些是物理变化？哪些是化学变化？为什么？
 - (1) 木炭燃烧；
 - (2) 火药爆炸；
 - (3) 电灯发光；
 - (4) 粮食酿成酒；
 - (5) 酒精挥发。
- 3、物理性质和化学性质有什么不同？试举例说明。

第一章 化学基本概念

第一节 分子 原子

为了深入地研究物质发生化学变化的原因，就要了解分子和原子。

一、分子

湿衣服经过日晒很快干了，农村中用氨水施肥，远处能闻到刺激性的氨味；糖块放入水中很快就溶解了，水有了甜味。科学事实说明，物质是由许多肉眼看不见的微粒构成的。构成物质的微粒有多种。分子是其中的一种，**分子是保持物质化学性质的一种微粒。**

同种物质的分子，性质相同；不同种物质的分子，性质不同。所以由不同种分子构成的物质，它们的性质就不相同。例如，酒精和水的性质不同，就是由于构成它们分子的化学性质不同决定的。

分子的体积和质量非常小。例如水分子，它的质量大约为 3×10^{-28} 千克，直径大约为 28×10^{-10} 米。一滴水中约有 15 万亿亿个水分子。因此，肉眼是看不见水分子的，但是可以通过精确实验测得水分子的质量和大小。现在已经能够用放大几万到几十万倍的电子显微镜拍摄出象蛋白质那样的分子。

分子总是不停地运动着的。湿衣服晾干，是水分子不断地运动飞散到空气中的缘故。施用氨水，远处闻到氨味，是氨分子不断运动扩散在空气中的结果。

分子之间有间隔。一般物质热胀冷缩，就是由于物质分子的间隔受到热增大，变冷缩小的结果。一般物质在不同条件下有三态变化（固态、液态、气态的变化），也是分子间间隔，分子间作用力和排列变化的结果。如果分子间隔很大，相互作用力很小，物质就呈气态；如果分子间隔较小，排列有次序，物质就为固态。

当物质发生物理变化时，它的分子本身没有变化，所以物质依旧是原来的物质。例如，水受热变成蒸气后，只是分子间距离增大了，而水分子本身没有发生变化。当物质发生化学变化时，它的分子发生了变化。变成了别的物质分子。例如，水电解时，水分子变成了氢气分子和氧气分子，氢分子和氧分子跟水分子的化学性质完全不同。

二、纯净物和混和物

由同种分子构成的物质叫做**纯净物**。例如氧气是由许多氧分子构成的，水是由许多水分子构成的，所以氧气和水都是纯净物。由不同种分子构成的物质叫做**混和物**。例如，空气是由氧分子、氮分子等不同种分子构成的，所以是混和物。糖水是由水分子和糖分子构成的混和物。

世界上不存在绝对纯的物质。如果一种物质中所含杂质的量，不至于在生产或科学研究中发生有害的影响，这种物质就可以认为纯净物。我们可以用物理或化学的方法，使不纯的物质变成比较纯的物质。例如，半导体材料中的单晶硅，就是从含硅矿物中提纯的，纯度达99.99999999%。

三、原子

水是由水分子构成的。通电后水能分解为更小的氢和氧的微粒，氢和氧这两种微粒用化学方法不能分为更小的微粒。我们把这种用化学方法不能再分的微粒叫做**原子**。水分

子里的氢原子和氧原子经过重新组合成为氢分子和氧分子。

物质的分子在化学变化中分解为原子，如水分子可以分解为氢原子和氧原子；而原子在化学变化中不能再分，只能重新组合，变成别的物质的分子，这些分子不再具有原来物质的性质，如水分子中的氢原子和氧原子重新组合成的氢分子和氧分子与水分子是完全不同的。因此，原子是化学变化中的最小微粒。

原子比分子更小，但也是客观存在的。同种原子的物质相同，不同种原子的性质不同。原子和分子一样，也是在不断地运动着的。

物质一般是由分子组成的，分子则是由原子组成的。但也有些物质是由原子直接组成的例如，镁是由镁原子直接组成的，碳是由碳原子直接组成的。

习 题

试用原子、分子的观点分析解答下列问题：

- 1、氨水要用密闭容器盛装，以便运输和贮存。
- 2、气体受压，体积缩小。
- 3、有人说：“物质都是由分子构成的”，对不对？为什么？
- 4、空气是纯净物还是混和物？为什么？

第二节 元素 元素符号 原子量

一、元 素

我们知道，氧分子是由氧原子组成的，二氧化碳分子是

由氧原子和碳原子组成的，水分子是氧原子和氢原子组成的。这些分子中的氧原子，经研究都具有相同的化学性质。因此，我们把具有相同的化学性质的同一类原子总称为元素。如氧元素就是所有氧原子的总称。人们把氨水、碳酸氢铵、尿素等化学肥料叫做氮肥，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的缘故。

在自然界中，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，其中包括十几种人造元素。

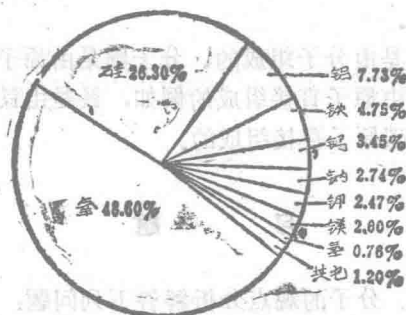


图1—1

地壳里所含各种元素的质量百分比

各种元素在地壳里的含量相差很大。从图1—1中可以看到地壳主要由氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁、氢等元素组成，含量最多的元素是氧。

自然界里的物质，有的是由同种元素组成的。如氢气中由氢元素组成的，铁是由铁元素组成的。象这种由同种元素组成的物质叫做单质。有的单质由分子构成，如氢气、氧气

等，有的单质由原子构成，如碳、铁等。根据单质的不同性质，可将单质分成非金属和金属两大类。例如，氢气、碳等都是非金属单质；铁、铝、铜等都是金属单质。非金属没有金属光泽，一般不能导电、传热，通常是固体或气体（溴是液体）；金属性质则不同，具有特殊的金属光泽，容易导电、传热，有可塑性，延展性，常温下是固体（汞是液体），但是金属和非金属之间没有绝对的界限。例如，用作半导体材料的硅和锗，既有金属性质，又有非金属性质。

有些物质的组成比较复杂。例如，水是由氢、氧两种元素组成的，硫酸是由氢、氧、硫三种元素组成的；碳酸氢铵是由氢、氧、氮、碳四种元素组成的。象这种由不同种元素组成的物质叫做化合物。

由两种元素组成的化合物，如果其中一种是氧元素，这种化合物就叫做氧化物。例如二氧化碳，氧化钙等。

自然界中的元素有两种存在的形态。一种是以单质形态存在的，叫元素的游离态，一种是以化合物的形态存在的，叫元素的化合态。例如，氧气中的氧元素是游离态，二氧化碳中的氧元素是化合态。

二、元素符号

在化学上，采用不同的符号表示各种元素。例如，用“H”表示氢元素，用“O”表示氧元素，用“C”表示碳元素，用“Fe”表示铁元素等。这种符号叫元素符号。同时，每一种元素都用一个汉字表示它的名称，并与元素符号对应，例如，钙元素，名称为钙，元素符号为Ca。

在国际上，元素符号统一用该元素的拉丁文名称的第一个大写字母来表示，如果几种元素符号第一个字母相同时，可再附加一个小写字母来区别。如“Cu”表示铜元素。

元素符号具有下面三种意义：1、表示一种元素；2、表示这种元素的一个原子；3、表示这种元素的原子量。

例如，“O”既表示氧元素，也表示一个氧原子，还表示它的原子量。

三、原子量

原子虽小，但有一定的质量。原子的质量是原子的一种重要性质。原子的质量是各不相同的，例如。

一个碳原子的质量是：

0.000,000,000,000,000,000,000,000,019,93克

即 1.993×10^{-26} 千克

一个氧原子的质量是：

0,000,000,000,000,000,000,000,000,026,57克

即： 2.657×10^{-26} 千克

一个氢原子的质量是：

0.000,000,000,000,000,000,000,000,001,674克

即 1.674×10^{-27} 千克

这样小的数字，书写、记忆和使用都很不方便。就好象用“吨”作单位表示一粒小麦或稻谷的质量一样。因此，需要有一种适宜的方法来表示原子的质量。从19世纪以来，直到1961年，经过几次变更，最后才确定了元素原子量的标度，即以碳—12^①一个原子质量的 $1/12$ 作为标准，其他原子的质量跟它相比较所得的数值，就是该原子的原子量。由此可知，原子量是原子的相对质量，与原子的实际质量不同，它是没有单位的。即

$$\text{某元素原子的原子量} = \frac{\text{某元素一个原子的质量}}{\text{一个碳-12原子的质量的}1/12}$$

例如,

$$\text{氧元素原子的原子量} = \frac{2.657 \times 10^{-26} \text{千克}}{1.993 \times 10^{-26} \times 1/12 \text{千克}} = 16.00$$

$$\text{氢元素原子的原子量} = \frac{1.674 \times 10^{-27} \text{千克}}{1.993 \times 10^{-26} \times 1/12 \text{千克}} = 1.008$$

各元素的原子量可以在国际原子量表中查得(见书后附表I)
一般化学计算是采用近似值。一些常见元素名称、符号、原子量(近似值)表1—1

表1—1 一些常见元素的名称、符号、原子量(近似值)

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	碘	I	127	锌	Zn	65
氮	N	14	钠	Na	23	银	Ag	108
氧	O	16	镁	Mg	24	锡	Sn	119
氯	Cl	35.5	铝	Al	27	锑	Sb	122
溴	Br	80	钾	K	39	钡	Ba	137
碳	C	12	钙	Ca	40	钨	W	184
硅	Si	28	锰	Mn	55	金	Au	197
磷	P	31	铁	Fe	56	汞	Hg	201
硫	S	32	铜	Cu	63.5	铅	Pb	207

注: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”字旁,金属元素的名称都有“钅”旁(汞除外)。

①碳-12原子指原子核内有6个质子和6个中子的碳原子。