

中等专业学校教材

工科非化工专业通用

化 学

HUAXUE

周玉重 陈柏安 編
周尚仁 吳新柏



人民教育出版社

編者說明

本书是根据中华人民共和国教育部 1963 年中等专业学校工科非化工专业通用的“化学教学大綱”(修訂草案)的要求,在 1961 年中等专业学校工科非化工专业使用的“化学”(修訂本)的基础上,同时参考了太原第一化工学校等編的中等专业学校“化学”和十年制学校化学教材,吸取了教学实践的經驗編写而成的。

在編写中,注意了与初中化学教材的衔接和学生的接受能力,并且加强了基础知識的讲述和基本技能的訓練。与 1961 年中专化学教材相比,增加了非金属元素及其化合物的知識;刪去了偏多、偏深的内容,如电子云、电子亚层、电极电位等;压缩了有机高分子的内容。随着課程内容的增删,对某些章次作了調整,如将金屬一章分为金屬通論和重要的金屬元素及其化合物两章进行讲授等。

本书用小字体排印的内容,不列入 90 学时之内,可供某些专业选用或供学生自学之用。实验另有单行本。

在本书各章之后,都列有問題和习题两部分。問題可供学生复习教材内容时参考;习题可作为学生的課外作业;星号下面的习题,可供程度較好的学生选择练习。教师可根据各校具体情况对习题作必要的增减。

本书初稿曾于 1962 年印发北京、上海、江苏、广东、四川、辽宁等地区有关学校征求意见,并請北京师范大学赵继周先生进行审閱,同时,北京师范大学俞崇智先生和华东化工学院路琼华先生也对本书提了不少意見。根据各方面的意見,編者作了必要的修改。在这里,对所有参加审閱和提供意見的同志們的热忱帮助表示感

謝。此外，楊鴻英同志曾參加本書初稿的部分編寫工作，在此一并致謝。

限于時間和編者的水平，書中缺點和錯誤在所難免，希望各地教師和讀者予以指正。

周玉重 陳柏安

周尙仁 吳新柏

1963 年 1 月

編者說明

緒言

第一章	化学基本概念	4
第一节	原子-分子論	4
第二节	化合价	6
第三节	化学反应的基本类型	7
第四节	无机物的分类	8
第五节	克原子 克分子	16
第六节	气体克分子体积	21
第七节	化学方程式及其計算	23
第八节	热化学方程式	25
第二章	原子結構和分子的形成	31
第一节	放射性	31
第二节	原子的結構	33
第三节	原子核的組成	34
第四节	核外电子的排布	36
第五节	分子的形成	39
第六节	用原子結構理論解釋元素的化合价	43
第三章	元素周期律和周期表	48
第一节	元素周期律	48
第二节	元素周期表	52
第三节	周期表內元素性质递变的規律	57
第四节	元素周期律的意义	60
第四章	溶液和电离	64
第一节	溶解过程	64
第二节	物质的溶解度	66
第三节	溶液的濃度	68
第四节	电解质和非电解质	74
第五节	电离理論的基本概念	75

目 录

第六节	碱、酸、盐的电离	77
第七节	电高度 强电解质和弱电解质	78
第八节	离子反应 离子方程式	80
第九节	盐的水解	83
第十节	电解	84
第五章	重要的非金属元素及其化合物	93
第一节	卤素	93
第二节	氧化-还原反应	102
第三节	硫	104
第四节	氮和磷	110
第五节	硅	122
第六节	气体燃料	126
第六章	金属通论	133
第一节	金属键和金属的性质	133
第二节	原电池	136
第三节	金属的腐蚀及其防止	139
第四节	金属的存在和冶炼	142
第五节	合金	144
第七章	重要的金属元素及其化合物	149
第一节	元素周期表中主族的重要金属元素	149
第二节	元素周期表中副族的重要金属元素	158
第八章	有机化合物	167
第一节	有机化合物的概念	167
第二节	烃	168
第三节	煤的干馏 石油	183
第四节	烃的重要衍生物	186
第五节	有机高分子化合物	194
附录 I	国际原子量表	204
附录 II	元素周期表(短式)	插页
附录 III	元素周期表(长式)	插页

緒 言

劳动人民在和自然作长期斗争的过程里，在许多年代的生产活动中，逐步深入地认识了自然的现象和自然的性质，逐步掌握了自然规律，从而创立和发展了自然科学。自然科学就是研究物质、物质的运动规律及其相互关系的科学。通过对物质的研究，了解和掌握物质的运动规律，就可以利用自然，改造自然，从而进行物质财富的生产，为人类生活需要和社会发展创造物质条件。

化学是自然科学里的一门科学，化学研究的是物质的组成、结构、性质及其变化的规律。例如，我们运用化学原理和方法，可以从自然界的天然原料，（空气、水、矿石、煤、石油、树枝、稻草、食盐等）制造出各式各样的物品（钢铁、化学肥料、各种酸、碱、汽油、人造丝、树脂、染料等等）。从化学的角度来看，世界上没有一样可以叫做废物的东西。木屑、刨花、树枝、树叶等等，经过化学方法处理后，可以变成比它们本身珍贵许多倍的人造丝、纸、葡萄糖、酒精、醋酸、树脂等等。即使从炼铁炉排出的炉渣也可以用来制造水泥。

在党的领导下，目前，全国人民正在为把我国建设成一个具有高度发展的现代化农业，现代化工业、现代化国防和现代化科学技术的伟大的社会主义国家而奋斗。化学和国民经济各个部门几乎都有着密切的关系。例如，炼钢、炼铁需要懂得冶炼的化学过程和矿石、钢铁的检验方法；施用肥料和农药以及改良土壤，需要知道它们的化学成分和化学性质；化学工业生产当然更需要应用化学知识。

化学工业是一个多行业、多品种的，为国民经济各部门服务的

生产部門。它以上万种化工原料和成品供应农业、輕工业、重工业、交通运输业、国防工业,或者直接供給生产和建設的需要,或者直接供給人民生活的需要。例如,开矿需要的炸药,造紙需要的燒碱,农业需要的大量化肥和农药,制造車輛和飞机需要的大量橡胶和塑料制品,国防工业需要的特殊性能的合成材料,以及直接为人民健康服务的医药用品等等,所有这些全都是化工产品。

这样看来,化学工业担负着为国家創造多种新的合成材料,促进国民經济的技术改造,加强国防实力,加速最新技术的发展,同时也为人民提供丰富多采的生活必需品的重大任务。

我国是世界文化发达最早的国家之一,我国很早就发明了某些化学工艺,像造紙、火药、瓷器都是聞名世界的。我国很早就使用了金屬和合金。在三千多年前的殷商时代,我們的祖先已經会制造不同成分的青銅(銅錫合金)器;战国时代已能冶铁炼鋼。其他如酿造、油漆、染色、制革、制糖、药剂等化学工艺,在我国历史上都有光輝的成就。

由于几千年来封建主义的統治和近一百多年来帝国主义的侵略和官僚买办资产阶级的压迫,因而使我国的工农业生产很落后,科学水平也較低。例如,鋼的产量很低,而且不能生产某些重要的鋼材;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,我国工农业产品的产量有了空前的增长。各种主要化工产品,如純碱、燒碱、硫酸、合成氨、硝酸、化学肥料、抗菌素等的产量,也都有了很大增长。塑料、合成橡胶、合成纖維、染料、农药等許多化工产品新品种已經試制出来,有的已經投入生产,质量上已达到較高的水平。在化学科学方面,有一些理論研究已取得了很好的結果。

从上面的簡述中,可以看到我国化学工业的发展,認識到化学

這門科學在社會主義建設中的重要作用。我們學習化學，掌握一些化學基本知識和化學生產原理，能幫助我們更好地參加社會主義和共產主義建設，貢獻我們的力量。

第一章 化学基本概念

我們在初中化学課程里，已經学习了一些化学基本概念和基本定律；在这一章里，我們要系統地复习、巩固和加深那些已学过的知識，并且再学习一些新的知識，这对于今后化学的学习是有重要意义的。

第一节 原子-分子論

1. 原子-分子論

1741年，俄国天才科学家罗蒙諾索夫首先提出了原子-分子論的基本原理。到十九世紀初，英国化学家道尔頓和意大利物理学家阿伏加德罗先后在1803年及1811年进一步丰富和发展了这一理論，从而形成了現代的原子-分子論。原子-分子論的基本要点如下：

(1) 物质都是由分子組成的，分子相互間具有間隔。分子是物质能够独立存在的最小微粒，它保持着这种物质的組成和一切化学性质。同种物质的分子性质相同，不同种物质的分子性质不同。

(2) 分子是由更小的微粒—原子組成的。原子在化学反应中，不能再分为更小的微粒。同种原子的化学性质相同。

(3) 原子和分子都处于不断运动的状态中。

2. 原子量和分子量

原子、分子虽然都很微小，但是都具有一定的质量。在化学中，采用氧原子质量的 $\frac{1}{16}$ 作为测定原子或分子质量的单位，这种单位叫做氧单位。用氧单位来表示某元素的一个原子的质量，在化学上叫做原子量。

分子是由原子構成的。知道了一種物質的分子組成(分子式),那么,組成這個分子的所有原子的原子量的總和就是這種物質的分子量。因此,分子量是用氧單位來表示某物質的一個分子的質量。例如,硫酸(H_2SO_4)的分子量就是 $2 \times 1.008 + 1 \times 32.066 + 4 \times 16 = 98.082$ (氧單位)。

通常表示原子量和分子量的時候,數字後面並不注明單位。但是必須知道,這個數字的單位是氧單位。

3. 元素、單質和化合物、混合物

(1)元素 原子的種類很多,不同種類的原子具有不同的質量和化學性質。元素就是同種原子的總稱。例如,在二氧化碳、氧化汞和氧氣的分子里都含有氧原子,不論這些分子里含有氧原子的個數是多少,都可以說,它們的成分里有氧元素。

氧、汞、硫、鐵等等都是元素。現在已經知道的元素有 103 種。

(2)單質和化合物 單質和化合物的分子都是由原子組成的。有些物質的分子是由同種元素的原子組成的,這類物質叫做單質。例如,氧氣、氫氣、鐵和硫等。有些物質的分子是由不同種元素的原子組成的,這類物質叫做化合物。例如,水和硫酸等。

(3)混合物 在混合物里至少含有兩種不同物質的分子。例如,鐵粉和硫粉的混合物,從外表上幾乎看不出鐵和硫的小顆粒,好像就是一種物質一樣,但是利用磁鐵有吸引鐵的作用,可以使鐵粉和硫粉分開。這說明了鐵和硫在混合物中都保持着它們原有的性質。

4. 化學基本定律

(1)物質不滅定律 由於分子和原子的不斷運動,在自然界里,發生了一系列的物理變化和化學變化。在物理變化中,物質的分子沒有被破壞,所以物質的化學組成和化學性質仍保持不變;在化學變化中,反應物質的分子受到了破壞,重新組成了新物質的分

子,因而反应物质的化学組成和化学性质就发生了变化。但是从总的質量方面来看,反应前后参加反应的原子的种类沒有改变,原子的数目也沒有增减,所以,参加反应的各物质的質量总和,等于反应后生成的各物质的質量总和。这一規律,叫做物质不灭定律,也叫做質量守恒定律。

(2)定組成定律 純淨的化合物都是由同种分子組成的,同种分子所含原子的种类和数目又都是相同的。因此,各种純淨的化合物,不管它的来源如何,在質和量的方面,都有固定不变的組成。这一規律叫做定組成定律。

例如,在自然界中,水的分布和来源是不同的,有雨水、泉水、井水、河水、湖水、海水等,此外,还可以使氫气和氧气直接化合成水。这些来源不同的水,經過提純后,由实验証明,它們在性質上是完全相同的,而且它們都含有氫、氧两种元素,其中氫、氧两种元素的质量比都是 1.008:8。

第二节 化合价

1. 化合价

为什么在化合物里,組成它的每一种元素的原子数是有一定的呢?这在初中化学課程里已經学过,知道了元素的原子和一定数目的其他元素的原子相化合的性质,叫做这种元素的化合价。

元素的化合价通常以氫等于 1 作为标准来推断。因此,根据氫化物 HCl 、 H_2O 、 NH_3 、 CH_4 等分子式,便可以說: 氯是 1 价,氧是 2 价,氮是 3 价,碳是 4 价。

但是氫并不能和所有的元素相化合,而氧化物的存在却是比較廣泛的,所以元素的化合价,也常常用氧的化合价等于 2 作为标准。因此,根据氧化物 MgO 、 ZnO 等分子式,便可以說,鎂和鋅都是 2 价。

此外,只要知道了化合物分子中任一元素的化合价,那么,在化合物分子中另一元素的化合价就可以推导出来。例如,知道氯是1价元素,根据分子式 NaCl 、 CaCl_2 、 AlCl_3 、 CCl_4 就可以确定:钠是1价,钙是2价,铝是3价,碳是4价。

为什么各种元素形成化合物时都有一定的化合价呢?这在第二章中还要进一步地讨论。

2. 正、负化合价的初步概念

经研究后确定,在化合物中的各种元素的化合价,有的是正价,有的是负价。在化合物里,元素的正价总数和负价总数的代数和总是等于零。

在一般化合物中,氢是正1价,氧是负2价。如果以氢和氧的化合价为标准,就可以推求其他元素的正、负化合价。以 HCl 为例,氯是负1价;以 Na_2O 为例,钠是正1价,即:

$$\text{在 HCl 分子中} \quad (+1) + (-1) = 0$$

$$\text{在 Na}_2\text{O 分子中} \quad (+1 \times 2) + (-2) = 0$$

同理,以硫酸(H_2SO_4)为例,可求出其中硫的化合价。设硫的化合价为 x ,则可得出代数式如下:

$$1 \times 2 + x + (-2) \times 4 = 0$$

$$x = +6$$

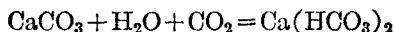
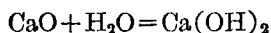
所以 H_2SO_4 中硫的化合价为+6。同样,可以求出硝酸(HNO_3)中氮的化合价为+5,高锰酸钾(KMnO_4)中锰的化合价为+7。

第三节 化学反应的基本类型

化学反应是多种多样的,但是化学反应的基本类型可以分为以下四种:

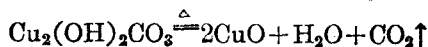
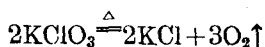
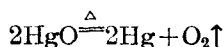
1. 化合反应

由数种物质生成一种物质的化学反应叫做化合反应。例如:



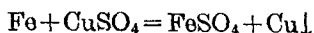
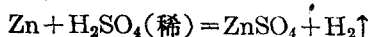
2. 分解反应

由一种物质生成数种物质的化学反应叫做分解反应。例如：



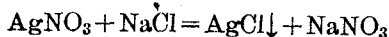
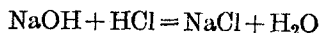
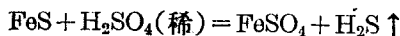
3. 置换反应

单质和化合物作用，生成另一种单质和另一种化合物的化学反应，叫做置换反应。例如：



4. 复分解反应

两种化合物分子中的原子(或原子团)，互相交换而生成两种新化合物的反应，叫做复分解反应。例如：



第四节 无机物的分类

物质的种类很多，为了便于系统地研究物质的性质及其相互间的关系，可以把自然界的物质分为有机物和无机物两类。在初中化学里，我们已经学习了一些无机物，现在再扼要地加以综述，并简单地介绍几类过去没有提到过的无机物。

无机物可分为单质和化合物两类。

1. 单质

在单质中又以是否具有金属光泽, 能否延展, 能否导电和传热等性质, 分为金属和非金属两类。有许多单质具有非常显著的金属性或非金属性, 但是也有许多单质的性质既像金属又像非金属。例如, 锑是金属, 但有脆性和不易导电的特性, 所以它和非金属很相似。砷是非金属, 但具有金属光泽和传热、导电的特性。因此, 金属和非金属之间, 在性质上并没有严格的界限。另外如氦(He)、氖(Ne)、氩(Ar)、氪(Kr)、氙(Xe)等惰性气体, 构成非金属中特殊的一类。它们的化学性质极不活动, 不能和任何一种元素化合。

2. 化合物

在初中化学里, 已经知道化合物可以依其组成的不同, 分为氧化物、碱、酸、盐等四类。现在把无机物的分类列于表 1-1 中。

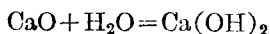
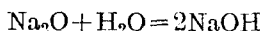
表 1-1. 无机物的分类

无	单	金 属	它們之間沒有严格的界限
	质	非 金 属	
机 物	化 物	氧 碱性氧化物	多数是金属和氧的化合物
		酸性氧化物(酸酐)	多数是非金属和氧的化合物
		两性氧化物	多数是金属和氧的化合物
	合 类	碱类 可溶于水的碱 不溶于水的碱	由金属和氢氧根组成的化合物 (有些碱类具有两性, 叫做两性氢氧化物)
		酸 无氧酸(氢酸)	由氢和不含氧酸根组成的化合物
		含氧酸	由氢和含氧酸根组成的化合物
	物 类	盐 正盐	由金属和酸根组成的化合物
		酸式盐	由金属和含氢的酸根组成的化合物
		碱式盐	由金属、酸根和氢氧根组成的化合物

(1) 氧化物 氧和另一种元素组成的化合物,叫做氧化物。例如,氧化钠(Na_2O)、氧化钙(CaO)、氧化铁(Fe_2O_3)、氧化锌(ZnO)、氧化铝(Al_2O_3)、三氧化硫(SO_3)、五氧化二磷(P_2O_5)和二氧化碳(CO_2)等。

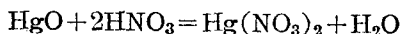
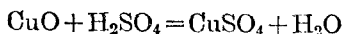
根据一般氧化物对酸类或碱类起反应的性质来说,氧化物又可分为三类:

1) 碱性氧化物 某些氧化物和水发生反应能生成碱。例如:



Na_2O 和 CaO 都是碱性氧化物。

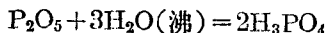
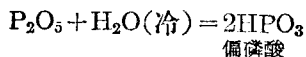
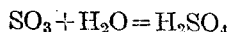
金属的氧化物一般是碱性氧化物。但是,多数金属的氧化物,如 CuO 、 HgO 等,不能直接和水发生反应,而能和酸类发生反应,生成盐和水。例如:



和水反应能生成碱的金属氧化物,也能发生这种反应。

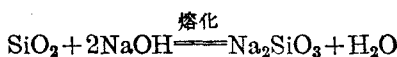
因此, 凡能和酸类起反应而生成盐和水的氧化物,叫做碱性氧化物。

2) 酸性氧化物 某些氧化物和水发生反应能生成酸。例如:



SO_3 和 P_2O_5 都是酸性氧化物。

非金属的氧化物一般是酸性氧化物。但是,有些非金属的氧化物,如 SiO_2 ,不能和水发生反应,而能和碱类发生反应,生成盐和水。例如:



和水反应能生成酸的非金属氧化物，也能发生这种反应。

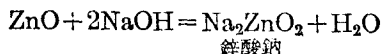
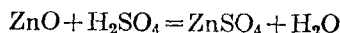
因此，凡能和碱类起反应，生成盐和水的氧化物，叫做酸性氧化物。

酸性氧化物可以看成是酸分子里失去水的产物。例如：



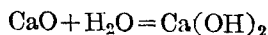
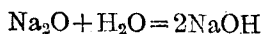
因此，酸性氧化物也叫做酸酐。如三氧化硫(SO_3)就是硫酸的酸酐，简称硫酐。

3) 两性氧化物 有些金属氧化物同时具有酸性氧化物和碱性氧化物的两种性质，如 ZnO 和 Al_2O_3 等。它们既能和酸类又能和碱类反应，生成盐和水。这类氧化物叫做两性氧化物。例如：



以上三类氧化物，都能经过直接的化学反应生成盐，所以都叫做成盐氧化物。另有一类氧化物不能生成盐，叫做不成盐氧化物，如一氧化氮(NO)和一氧化二氮(N_2O)等，但这类氧化物是极少的。

(2) 碱类 碱类可以认为是碱性氧化物和水化合而生成的产物。例如：



由金属和氢氧根组成的化合物，都叫做碱(氢氧根是负1价的原子团)。

碱类在水中的溶解性各不相同，只有少数的碱比较容易溶于水。几种最重要的碱类的溶解性见表 1-5。

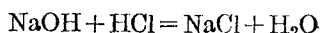
1) 碱的分类 按照碱类在水里的溶解性，可以把碱类分为两类：

(i) 可溶性碱类 属于这一类的有氢氧化钠(NaOH)、氢氧化钾(KOH)、氢氧化钙[Ca(OH)₂]、氢氧化钡[Ba(OH)₂]以及其他少数几种碱。

(ii) 不溶性碱类 多数碱不溶于水, 如氢氧化铁[Fe(OH)₃]、氢氧化铜[Cu(OH)₂]等, 都属于这一类。

根据碱类分子式中含有氢氧根的多少, 还可以分成一价碱、二价碱等。如NaOH是一价碱, Ca(OH)₂是二价碱等。

2) 碱类和酸类的反应——中和反应 碱类和酸类相互作用而生成盐和水的反应, 叫做中和反应。例如:



要想知道中和时溶液里有没有剩余的碱或酸, 可以利用指示剂来判断。现在把常见的几种指示剂和它们在溶液里所显的颜色列于表 1-2 中。

表 1-2. 指示剂所显示的颜色

指 示 剂	在碱性溶液里	在酸性溶液里	在中性溶液里
石 蕊	蓝 色	红 色	紫 色
酚 酞	红 色	无 色	无 色
甲 基 橙	黄 色	红 色	橙 色

3) 两性氢氧化物 有些金属的氢氧化物, 既能和酸类又能和碱类起反应而生成盐和水。这类金属的氢氧化物叫做两性氢氧化物。例如:

