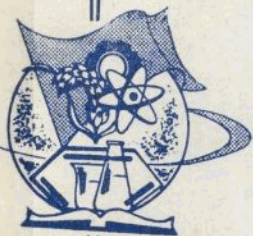


中等专业学校试用教材



无机化学

上册

吉林省石油化工学校等合编

张增智主编

化学工业出版社

PDG

中等专业学校试用教材

无机化学

上册

吉林省石油化工学校等合编

张增智主编

化学工业出版社

本书共12章，分上、下两册出版。上册内容为绪论、化学基本量、原子结构和周期律、分子结构、溶液及其性质、化学反应速度与化学平衡、电解质溶液、氧化还原反应，共7章；下册为元素部分，共5章。

本书是根据1978年制定的中等专业学校《无机化学编写大纲》编写的，可作为化工中等专业学校工艺专业、分析专业的教科书，亦可供化工技工学校、业余学校和具有中学文化水平的化工厂职工学习化学时的参考。

中等专业学校试用教材

无机化学

上册

吉林省石油化工学校等合编

张增智 主编

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $6^{2/3}$ 插页1 字数139千字印数61,651—121,650

1980年6月北京第1版1984年3月北京第3次印刷

统一书号15063·3166(K-205)定价0.54元

前 言

本书是根据1978年6月化工部南宁教材编写会议制定的《无机化学编写大纲》编写的，可作为化工类中等专业学校工艺专业和分析专业的教科书。

《无机化学》是化工类中等专业学校无机化工专业、基本有机化工专业和化工分析专业的一门重要基础课。本课程的教学目的是使学生掌握必需的无机化学基本知识、基本理论和基本技能；了解这些知识，理论和技能在化工生产和化工分析上的应用；培养学生具有一定的分析和解决无机化学实际问题的能力，为今后学习后续课程奠定比较宽广而巩固的无机化学基础，以适应实现四个现代化的需要。

根据化工类中等专业学校培养目标的要求，结合学生的实际水平，编写时，以辩证唯物主义观点为指导，力争实现教学内容的现代化，努力贯彻理论联系实际的原则，教材内容力求精简，由浅入深，通俗易懂，便于自学。

本书共12章，分上下两册出版，上册为无机化学原理部分，下册为元素部分。各校在讲授时可以根据专业特点，对内容进行适当的变动和增删。

本书初稿由吉林省石油化工学校张增智（负责编写绪论，第一、十、十一、十二章）、罗光和（负责编写第四、五、六、七章）、新疆化工学校刘德生（负责编写第二章）、徐映宏（负责编写第三、八、九章）四同志执笔。初稿完成后，由张增智、罗光和、徐映宏、泸州化专的李长宗、刘义显、

王万信等六名同志对全书共同进行了审查修改，最后由张增智同志定稿。

由于编者水平有限，加上时间仓促，缺点错误和不当之处在所难免，请读者给予批评和指正。

《无机化学》编写组

一九七九年三月

目 录

前言	
绪论	1
第一章 化学基本量	3
第一节 化学式和化学式量	3
第二节 摩尔	5
第三节 气体的摩尔体积及其计算	8
第四节 气体状态方程式 分压定律	11
第五节 当量和当量定律	17
第六节 热化学方程式和盖斯定律	20
一、热化学方程式	20
二、盖斯定律	22
习题	24
第二章 原子结构和周期律	26
第一节 原子的组成和结构	26
第二节 核外电子的排布	29
一、电子云的概念	29
二、原子核外电子的运动状态	30
三、核外电子的排布规律	33
第三节 元素周期律和元素周期表	43
一、元素周期律	43
二、元素周期表	46
三、元素的分类	50
第四节 元素的性质和原子结构的关系	52
一、原子半径	52
二、元素的金属性和非金属性	54

三、元素的电离能	56
四、元素的电子亲和能	58
五、元素的电负性	58
六、元素的化合价	59
习题	63
第三章 分子结构	66
第一节 化学键	66
一、离子键	66
二、共价键	67
三、配位键	71
第二节 激发和杂化	72
一、激发	72
二、杂化	73
第三节 分子的极性	76
一、分子的极性	76
二、分子的极化	78
第四节 分子间的力和氢键	79
一、分子间的力	79
二、氢键	81
第五节 离子的极化	83
第六节 晶体的基本类型	86
一、晶体与非晶体	86
二、晶体的基本类型	87
习题	91
第四章 溶液及其性质	93
第一节 分散系的基本概念	93
第二节 溶液的浓度	94
一、摩尔浓度	95
二、当量浓度	98

第三节 稀溶液的性质	101
一、溶液的蒸汽压	101
二、溶液的沸点	103
三、溶液的冰点	104
四、溶液的渗透压	105
五、稀溶液定律的适用范围	107
习题	108
第五章 化学反应速度与化学平衡	110
第一节 化学反应速度	110
第二节 影响化学反应速度的因素	111
一、浓度对反应速度的影响	111
二、温度对反应速度的影响	115
三、催化剂对反应速度的影响	115
第三节 反应活化能	117
一、活化分子和活化能	117
二、活化分子与反应速度的关系	118
第四节 化学平衡	120
一、可逆反应与化学平衡	120
二、平衡常数	122
第五节 化学平衡的移动	127
一、浓度对化学平衡的影响	128
二、压力对化学平衡的影响	129
三、温度对化学平衡的影响	130
第六节 吕·查德里原理	131
习题	132
第六章 电解质溶液	136
第一节 电解质的电离	136
一、电离度	136
二、强电解质在溶液中的状况	138

第二节 弱电解质的电离平衡	139
一、电离常数	139
二、同离子效应	142
第三节 离子反应	143
一、离子反应和离子方程式	143
二、离子互换反应进行的条件	145
第四节 水的电离 pH 值	147
一、水的离解	147
二、溶液的酸碱性和 pH 值	148
三、酸碱指示剂	151
第五节 盐类的水解	152
一、各类盐的水解	152
二、水解平衡的移动及其应用	155
第六节 酸碱的质子理论	156
习题	159
第七章 氧化还原反应	161
第一节 氧化还原反应的实质	161
第二节 常用的氧化剂和还原剂	162
第三节 氧化还原反应方程式的配平	163
一、氧化数法	163
二、离子-电子法	167
第四节 原电池	170
第五节 电极电位	174
一、标准氢电极	174
二、电极电位的测定	175
第六节 浓度对电极电位的影响	178
第七节 电极电位的应用	180
第八节 电解	183
一、电解	183

二、电解的应用	186
第九节 金属的腐蚀和防腐	188
一、金属的腐蚀	188
二、金属的防腐	191
习题	192
附录	194
一、强酸、强碱、氨溶液的百分浓度与比重、当量 浓度 (N) 的关系	194
二、本书所用单位的几点说明	195

绪 论

平时我们接触到的水、空气、生石灰、酒精、蔗糖等都是物质，物质就是作用于我们的感官而引起感觉的客观现实。

一切物质都在不断地运动和变化，例如，水可以变成冰，也可以变成水蒸汽，这种变化仅仅是物质的形态发生了变化，并没有形成新的物质，这种变化叫做物理变化。

煤的燃烧和铁的生锈，不仅形态发生了变化，而且生成了新的物质，这种变化叫做化学变化。

化学就是研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的一门科学。根据研究的对象和范围的不同，化学又可以分为无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等基础学科。无机化学是专门研究一切元素单质和无机化合物的来源、制备、组成、性质、结构和变化规律及其应用的科学，它是化工类中等专业学校的一门重要基础课。

以自然界存在的和人工合成的物质为原料，采用化学方法使之转变成各种化工原料和化学产品的工业叫做化学工业。例如，以石油为原料，可以生产塑料、合成纤维、合成橡胶等物质；用煤为原料可以制造医药、染料、炸药、化肥等物质，还可以利用天然气、焦炉气、石油炼厂气、轻油、重油为原料生产化肥等等；利用硫磺、硫铁矿为原料生产硫酸，利用食盐为原料可以生产烧碱、纯碱、漂白粉等物质。化学工业是一个多行业、多品种的工业，与工农业生产、国防建设、科学研究和人民生活等有着非常密切的关系，为促

进我国社会主义建设和改善人民生活起着十分重要的作用。

解放以前，我国的化学工业是极其薄弱的，而且仅有的一点化学工业也处在帝国主义、封建主义和官僚资本主义的掠夺和控制之下，使我国的化学工业处于极其落后的状态，绝大部分化工原料和产品要靠国外进口。

解放以后，在毛泽东思想的指引下，在中国共产党的领导下，我国的化学工业有了比较快的发展，我们已经建立起行业比较齐全的化学工业基础。但是，由于我国化学工业的底子本来就薄，特别是受到林彪、“四人帮”的严重破坏，现在还是很落后的，生产水平、技术水平和管理水平都很低。我们要树雄心、立壮志，努力攀登科学技术高峰，认真总结自己的经验，学习外国的先进技术，赶超世界先进水平，在本世纪内把我国建设成为现代化的社会主义强国。

学习无机化学，要学会用辩证唯物主义观点分析问题、解决问题，认识和掌握物质变化的规律。要坚持理论联系实际的原则，循序渐进，反复练习，只有这样才能学好无机化学基础知识，为学习后续课打下良好的基础，以便更好地掌握为人民服务的本领，为社会主义现代化建设贡献我们的一切力量。

第一章 化学基本量

第一节 化学式和化学式量

研究一种物质，首先要把这种物质进行提纯，因为只有纯物质才能显示出这种物质特有的物理性质和化学性质。物质提纯以后，下一步就是用化学分析的方法确定它是由哪几种元素组成的和每种元素的百分含量。知道了物质的百分含量就可以计算出它的实验式。

例如，已知氨是由氮和氢两种元素组成的，其中氮占82.35%、氢占17.65%。要想求出氨的实验式，第一步是用各元素的原子量去除它的百分含量，得到相对的原子个数比：

$$\text{N}:\text{H} = \frac{82.35}{14} : \frac{17.65}{1} = 5.88:17.65$$

第二步，把上面得到的相对原子数用其中数值最小的数来除，变成整数比：

$$\frac{5.88}{5.88} : \frac{17.65}{5.88} = 1:3$$

因此氨的实验式是 NH_3 。

实验式只能表示分子中各种原子的相对比例关系，不能说明一个分子中各种原子的实际数目。

对于像 NaCl 、 KBr 、 Na_2SO_4 这样的物质来说，因为在固态和溶液中，都没有它们的分子存在，存在的只是阳离子和阴离子，所以只知道它们的实验式也就够用了（习惯上是

把它们的实验式当做分子式用)。但是对于像氨、水、过氧化氢、葡萄糖这样的物质来说,因为已经确知它们在固态、液态或气态中有分子存在,所以仅仅知道实验式就不够了,还必须知道分子式。要想知道分子式,就需要知道物质的分子量。

测定分子量的方法很多,我们在本章第三节和第四章第三节将简单介绍一些这方面的知识,在这里就不介绍了。

知道了分子量和实验式,就可以确定物质的分子式。首先是计算实验式量,然后用实验式量去除分子量,把所得的商乘以实验式,就可以得到分子式。

例如已知过氧化氢的实验式为 HO , 分子量为 34, 则分子式的求法如下:

$$\text{实验式量} = 1 + 16 = 17$$

$$\frac{\text{分子量}}{\text{实验式量}} = \frac{34}{17} = 2$$

$$\text{分子式} = (\text{HO})_2 = \text{H}_2\text{O}_2$$

用元素符号表示物质分子组成的化学式叫做分子式。它不仅能表明分子中各种原子的比例关系,而且能表明分子中各种原子的实际数目,这就是分子式和实验式不同的地方。

因为分子量等于组成分子的所有原子的质量总和,所以根据分子式很容易计算出它的分子量。例如硫酸的分子式为 H_2SO_4 , 它的分子量等于 $1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98$; 烧碱的分子式为 NaOH , 它的分子量等于 $23 + 16 + 1 = 40$ 等等。

实验式和分子式统称为化学式,相应的,实验式量和分子式量统称为化学式量。在无机化合物中,大多数物质的实验式就是它的分子式,所以在以后除特殊注明的以外,我们说的化学式都是指的分子式。

分子式具有多种的涵义：①它能表示物质的一个分子；②表示这种物质是由什么元素组成的；③表示一个分子中所含各元素的原子个数；④表示物质的分子量；⑤表示组成物质的各元素质量比。在本章第二、三节我们将会知道，分子式还代表1摩尔的物质，如果是气体它还能代表摩尔体积。例如 NH_3 表示1个氨分子，表示氨是由氢和氮两种元素组成的，表示1个氨分子中有1个氮原子和三个氢原子，表示氨的分子量等于 $14 + 3 \times 1 = 17$ ，表示氨中氮和氢的质量比是14:3等等。

应用分子式，可以进行如下的计算：

1. 计算化合物中各种元素的质量百分比。

〔例题〕试计算氧化铁(Fe_2O_3)中铁和氧的质量百分比。

解：氧化铁的分子量：

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 56 \times 2 + 16 \times 3 = 160$$

$$\text{铁的质量百分比} = \frac{56 \times 2}{160} \times 100\% = 70\%$$

$$\text{氧的质量百分比} = \frac{16 \times 3}{160} \times 100\% = 30\%$$

2. 计算一定量某物质中某一元素的含量。

〔例题〕试计算500克氧化铜中含有多少克铜？

解：氧化铜的分子量：

$$\text{CuO} = 64 + 16 = 80$$

$$500 \text{克氧化铜中含有铜} = 500 \times \frac{64}{80} = 400 \text{克}$$

第二节 摩 尔

原子、分子、离子和电子的质量都非常小，例如1个碳-

12原子的质量只等于 1.993×10^{-23} 克。这么小的质量，按现在的技术条件，根本没有办法进行称量，何况参加化学反应时，根本不是几个分子或原子，而是亿万万个原子和分子。这样，为了实际的需要，1971年国际计量大会决定引进一个新的物质的计量单位——摩尔（mol）。并规定：“一摩尔物质所包含的结构粒子数与0.012千克碳-12的原子数目相等。在使用摩尔时，结构粒子应予以指明，可以是原子、分子、离子、电子及其它粒子，或是这些粒子的特定组合体”。

摩尔的定义具有双重涵义，它既能表示一种物质的质量，又能表示该物质所包括的结构粒子数。

那么12克C-12（即0.012千克C-12）到底含有多少个碳原子呢？我们已经知道1个碳原子的质量为 1.993×10^{-23} 克，12克C-12应该含有：

$$\frac{12 \text{克}}{1.993 \times 10^{-23} \text{克}} = 6.02 \times 10^{23} \text{个C-12原子}$$

6.02×10^{23} 是一个常数。这个常数叫做阿佛加德罗常数，通常用符号N表示。根据定义可知，1摩尔的任何物质都含有 6.02×10^{23} 个粒子，例如1摩尔的水含有 6.02×10^{23} 个水分子，1摩尔铁含有 6.02×10^{23} 个铁原子，1摩尔的钠离子含有 6.02×10^{23} 个 Na^+ 离子，等等。

1摩尔物质的质量叫摩尔质量。根据摩尔的定义，C-12原子的摩尔质量是0.012千克/摩（即12克/摩）。

那么，1摩尔的其它物质（例如硫）的质量等于多少克呢？我们已经知道，硫的原子量为32.06，C-12的原子量为12，它们的比值为 $\frac{32.06}{12}$ ，已知C-12的摩尔质量为12克/摩，

则硫的摩尔质量等于：

$$\frac{32.06}{12} \times 12 \text{克/摩} = 32.06 \text{克/摩}$$

同理，由钙的原子量为 40.08，可推算出钙的摩尔质量为 40.08 克/摩等等。

综上所述可以得出：原子的摩尔质量在数值上等于其原子量，单位是克/摩。

同理可以得出：分子的摩尔质量在数值上等于其分子量，单位是克/摩。

熟悉了摩尔、摩尔质量以后，我们还应该知道摩尔数的概念。摩尔和摩尔数不同，摩尔是物质质量的一种单位，摩尔数是指一定量物质中含有多少摩尔。例如已知 NaOH 的摩尔质量为 40 克/摩，则 200 克的 NaOH 的摩尔数为：

$$\frac{200 \text{克}}{40 \text{克/摩}} = 5 \text{摩}$$

上述计算可用通式表示：

$$\frac{\text{物质的质量}(W)}{\text{该物质的摩尔质量}(M)} = \text{摩尔数}(n)$$

或 物质的质量(W) = 摩尔数(n) × 该物质的摩尔质量(M)

利用上述公式可以进行如下的计算：

1. 已知物质的质量，求其摩尔数。

〔例题〕 392 克硫酸的摩尔数等于多少？

解：H₂SO₄ 的分子量 = 1 × 2 + 32 + 16 × 4 = 98

H₂SO₄ 的摩尔质量 = 98 克/摩

392 克硫酸的摩尔数等于：

$$\frac{392 \text{克}}{98 \text{克/摩}} = 4 \text{摩}$$