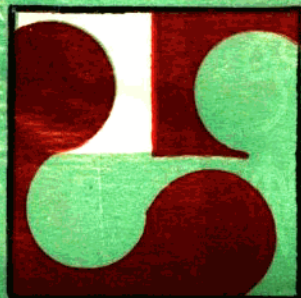
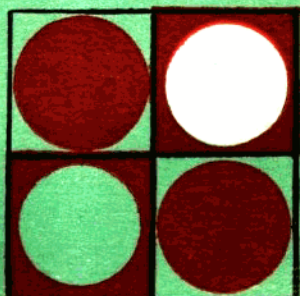
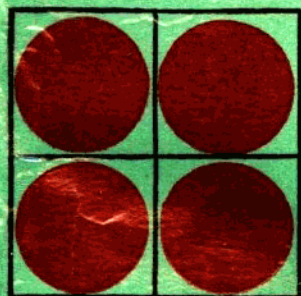


中等专业学校教材
工科非化工专业通用

化学

俞国祯 主编



高等教育出版社

中等专业学校教材
(工科非化工专业通用)

化 学

俞国楨 主编

高等教育出版社

(京) 112 号

内 容 提 要

本书为全国中等专业学校化学课程组组织编写的中专化学教材。全书力求突出中专特色,强调基本知识及基本理论与工程实际及日常生活的紧密结合。教材文字叙述精练,简明扼要,通俗易懂。主要内容有:物质的量、卤素和碱金属、物质结构与元素周期系、重要的非金属元素及其化合物、化学反应速率和化学平衡、电解质溶液、电化学基础、重要的金属及其化合物、有机化合物、高分子化合物、化学与环境。每章都配备了习题。

本书作为工科中专非化工专业化学课程的教材,也可供文科中专有关专业以及职工中专等学校使用。

本书由清华大学王致勇副教授审稿。

中等专业学校教材
(工科非化工专业通用)

化 学

俞国禎 主编

高等教育出版社出版
新华书店上海发行所发行
上海市印刷四厂印装

开本 787×1092 1/32 印张 8.875 插页 1 字数 183,000

1993年9月第1版 1994年8月第2次印刷

印数 19 623—29 633

ISBN 7-04-003737-8/O·1104

定价 4.35 元

族
國

州

1. 原子量取自 1985 年国际原子量表,

并全部取四位有效数字。

2. 原子量加括号的为放射性元素的半

镧 系	57 La 镧 138.9	58 Ce 铈 140.1	59 Pr 镨 140.9	60 Nd 钕 144.2	61 Pm 钷 [144.9]	62 Sm 钐 150.4	63 Eu 铕 152.0	64 Gd 钆 157.3	65 Tb 铽 158.9	66 Dy 镝 162.5	67 Ho 铈 164.9	68 Er 铈 167.3	69 Tm 铈 168.9	70 Yb 镱 173.0	71 Lu 镱 175.0
	57 La 镧 138.9	58 Ce 铈 140.1	59 Pr 镨 140.9	60 Nd 钕 144.2	61 Pm 钷 [144.9]	62 Sm 钐 150.4	63 Eu 铕 152.0	64 Gd 钆 157.3	65 Tb 铽 158.9	66 Dy 镝 162.5	67 Ho 铈 164.9	68 Er 铈 167.3	69 Tm 铈 168.9	70 Yb 镱 173.0	71 Lu 镱 175.0
铪 系	72 Hf 铪 178.5	73 Ta 钽 180.9	74 W 钨 183.8	75 Re 铼 186.2	76 Os 锇 190.2	77 Ir 铱 192.2	78 Pt 铂 195.1	79 Au 金 197.0	80 Hg 汞 200.6	81 Tl 铊 204.4	82 Pb 铅 207.2	83 Bi 铋 208.9	84 Po 钋 [209]	85 At 砹 [210]	86 Rn 氡 [222]
	72 Hf 铪 178.5	73 Ta 钽 180.9	74 W 钨 183.8	75 Re 铼 186.2	76 Os 锇 190.2	77 Ir 铱 192.2	78 Pt 铂 195.1	79 Au 金 197.0	80 Hg 汞 200.6	81 Tl 铊 204.4	82 Pb 铅 207.2	83 Bi 铋 208.9	84 Po 钋 [209]	85 At 砹 [210]	86 Rn 氡 [222]
钍 系	87 Th 钍 232.0	88 Pa 镤 231.0	89 U 铀 238.0	90 Np 镎 237.0	91 Pu 钚 244.0	92 Am 镅 [243]	93 Cm 锔 [247]	94 Bk 锫 [247]	95 Cf 锪 [251]	96 Es 镄 [252]	97 Fm 镆 [257]	98 Md 锿 [261]	99 No 鐳 [261]	100 Lr 铹 [261]	
	87 Th 钍 232.0	88 Pa 镤 231.0	89 U 铀 238.0	90 Np 镎 237.0	91 Pu 钚 244.0	92 Am 镅 [243]	93 Cm 锔 [247]	94 Bk 锫 [247]	95 Cf 锪 [251]	96 Es 镄 [252]	97 Fm 镆 [257]	98 Md 锿 [261]	99 No 鐳 [261]	100 Lr 铹 [261]	

编写说明

本书是根据国家教育委员会 1988 年审定的中等专业学校工科非化工类各专业通用《化学教学大纲》编写。可供招收初中毕业生全日制(四年制)工科非化工类各专业使用;也可供中等专业学校文科各专业以及职工中等专业学校使用。

本书主编的确定是由全国中等专业学校化学课程组与高等教育出版社,采用评审方法产生。确定由浙江省纺织工业学校俞国祯高级讲师担任主编。参加编写的有俞国祯(绪言、一、四、五、八、九、十、十一章),陕西省交通学校沈宜云讲师(一、二、三、六、七章),九江船舶工业学校明淑清高级讲师(七、八、十章),南京铁路运输学校谢永兴讲师(三、六章),无锡第二工业学校陆爱生讲师(二、四章)。

编写中努力贯彻 1987 年国家教育委员会中等专业学校教育改革精神,适当降低了理论深度和广度;尽量做到与现行初中化学教材恰当衔接,避免重复与脱节;力求创新,努力反映新的科学成就,插编一些有趣的化学知识,以增进学生的学习兴趣,并从中受到教育。本书着重编写一些最基本的化学理论和在工农业生产、日常生活中广泛应用的化学知识。

书中标有星号*的内容供选学,阅读材料由学生自学。各专业可根据需要选用各章节。

编写过程中,得到了全国中等专业学校化学课程组大力支持和鼓励。张增智、李寄陶、吴孝恺等副教授,周景颐、赵乐

堂等高级讲师,程家荣、容国安等讲师,陈中亮、盛文怀等老师提出了许多宝贵意见;并得到了刘太乙、张林发、高淑英等高级讲师,孟庆林、陈祝军等老师的许多帮助,徐亦明老师帮助绘制插图,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,缺点和错误在所难免,恳切希望各位教师和读者批评指正。

编 者

1990年7月

目 录

绪言	1
第一章 物质的量	5
第一节 物质的量及其单位——摩尔	5
第二节 气体摩尔体积	10
第三节 浓度	13
第四节 热化学方程式	17
习题	19
第二章 卤素和碱金属	22
第一节 氯及其重要化合物	22
第二节 卤素	27
第三节 氧化还原反应	31
第四节 钠及其重要化合物	36
第五节 碱金属	39
习题	41
第三章 物质结构与元素周期系	44
第一节 原子的组成 同位素	44
第二节 核外电子的运动状态	46
第三节 核外电子的排布	51
第四节 元素周期律	56
第五节 元素周期表	59
阅读材料 3-1 门捷列夫与元素周期律	67
第六节 化学键	68
第七节 非极性分子和极性分子	74

习题	76
第四章 重要的非金属元素及其化合物	80
第一节 硫及其重要化合物	80
第二节 氮、磷及其重要化合物	87
第三节 碳、硅及其重要化合物	95
*第四节 半导体材料	98
习题	101
第五章 化学反应速率和化学平衡	103
第一节 化学反应速率	103
第二节 化学平衡	108
第三节 化学平衡移动	113
习题	117
第六章 电解质溶液	120
第一节 强电解质和弱电解质	120
第二节 弱电解质的电离平衡	123
第三节 水的电离及溶液的 pH 值	128
第四节 离子反应 离子方程式	134
第五节 盐的水解及其应用	136
习题	140
第七章 电化学基础	143
第一节 原电池	143
第二节 金属的腐蚀及防护	145
第三节 电解及其应用	151
第四节 化学电源	158
习题	162
第八章 重要的金属及其化合物	164
第一节 金属通论	164

第二节 镁、钙及其重要化合物	170
第三节 硬水及其软化	172
第四节 铝及其重要化合物	176
第五节 锡、铅及其重要化合物	180
第六节 过渡元素	183
阅读材料 8-1 某些重金属元素与人体健康	194
*第七节 稀土元素	196
习题	197
第九章 有机化合物	201
第一节 有机物	201
第二节 开链烃	202
第三节 环烃	210
阅读材料 9-1 不要用旧报纸包食品	213
*第四节 煤和石油	213
第五节 烃的衍生物	215
阅读材料 9-2 青少年为什么不要喝酒	220
阅读材料 9-3 预防甲醛中毒	226
习题	235
第十章 高分子化合物	238
第一节 高分子的基本概念	239
第二节 高分子的基本性质	242
第三节 常用高分子材料	245
阅读材料 10-1 建筑结构胶	248
阅读材料 10-2 橡胶硫化技术的诞生	250
阅读材料 10-3 人工草皮	255
习题	256
*第十一章 化学与环境	258

第一节 人类与环境	258
第二节 大气的污染及其防治	260
第三节 水的污染与防治	265
习题	271
阅读材料 11-1 青少年为什么不要吸烟?	271
附表一 国际单位制	274
附表二 酸、碱和盐的溶解性表(20°C)	276
元素周期表	

绪 言

一、化学研究的对象

自然科学研究的对象是永恒运动的物质世界，研究的内容是物质的各种运动形式。

化学研究的对象是物质的化学运动，也就是物质的分子、原子、离子之间所发生的化学变化。物质的化学变化取决于物质的化学性质，而化学性质又由物质的组成和结构所决定。所以，化学是研究物质的组成、结构、性质、合成及其变化规律的一门自然科学。人们通过研究物质的组成和结构，进一步认识和掌握物质变化的内在规律，从而不仅能利用自然，而且可以能动地改造自然，合成自然界所没有的新物质，以满足人们物质生活和精神生活日益丰富的需要。

二、我国化学的发展

科学是人脑对客观世界及其内在规律性的真实反映，是人类智慧的结晶。我们祖先曾创建了光辉灿烂的古代科学文化，使我国成为四大文明古国之一，在人类文明发展史上，曾有杰出的贡献，在化学方面也有过许多重大的发明创造。远在六千多年前，我们的祖先就能烧制陶器；早在三千多年前的商代，就已掌握了青铜的冶炼和铸造技术；两千年前的秦朝就能使用铬的化合物对金属进行钝化^①处理，形成氧化铬薄膜

^① 某些金属经化学方法(如强氧化剂)处理或阳极氧化，由活泼态转变为不活泼态(钝态)的过程叫做钝化。

的钝化层以增加金属的防腐能力。其它象造纸、火药、瓷器等发明早已闻名于世；与化学工艺有关的油漆、染料、酿造、制糖、制革、食品以及药物等，在我国历史上都有令人瞩目的重大成就。但是，从鸦片战争开始，帝国主义不断侵略，使得近代中国的科学技术发展步履艰难，化学工业极其落后，绝大部分化工产品甚至原料都依靠进口。而我国的化工生产处于停滞状态。

解放后，我国科学技术事业有了很大发展，使我国的化学科学、石油化工、化工面貌有了巨大变化。现在我国化工已发展成为行业齐全的工业部门，酸、碱、化肥等基本化工产品的产量成倍增长；石油化工生产突飞猛进，基本建成合成塑料、合成纤维、合成橡胶、涂料、胶粘剂等五大合成材料工业基地；在化学科学研究方面，1965年我国首先用化学方法合成了具有生物活性的牛胰岛素，在世界上遥遥领先。也独立生产了用于火箭、导弹、核工业及人造卫星等所需要的各种特殊材料。

但从总体上说，由于我国工业基础差，底子薄，化学工业与世界上先进国家比较还有很大差距，必须迎头赶上去，这是关系生产发展，经济发达，民族先进与落后的大事。

三、化学在四个现代化建设中的作用

化学是一门实用性很强的科学，它与社会多方面的需要有关。人们要为全人类提供食物，开发资源，提供穿衣和住房，为日益减少和稀缺的材料提供代用品，征服疾病，改善医疗条件，增强国防，以及控制和保护我们的环境，都得依靠化学和化学工业的协同发展。

当前世界新技术革命不断兴起，在行将变革人们生产和物质生活方式的新历史时期，化学科学在新技术革命中负有重要的使命。在农业、能源工业、材料科学、计算机工业、激光技术、空间技术和遗传工程等重要的科技领域中，化学都是不可缺少的基础。特别在能源的综合利用，以及一般材料的改性和新型材料的研制方面，都是和化学学科的基础研究分不开的。

科学技术是社会的生产力，是推动历史前进的巨大力量。我们研究化学现象的本质，掌握化学变化的规律，就是为了掌握先进的科学技术，迅速发展社会生产力，不断提高人民的物质生活水平。应用化学变化的规律，不仅可以把天然资源加工成各种产品，如化肥、农药、高分子材料等。同时，还可以对工业中产生的“三废”（废气、废液、废渣）进行综合利用，变废为宝，净化环境，维持生态平衡，造福人类。

四、化学课的任务和学习方法

化学是一门重要的基础学科。中等专业学校工科非化工专业的化学课是培养工程技术人材所必修的一门基础课程。化学课的主要任务有以下四点：（一）进一步学习化学的基础知识和基本理论。（二）掌握化学变化的基本规律，加强基本技能的训练。（三）加强辩证唯物主义和爱国主义的教育。（四）培养学生具有初步的分析问题和解决问题的能力。

学好化学，第一，要正确理解并牢固掌握化学用语、基本概念和基本理论。以学到的理论为基础，联系工程实际，更深入地认识物质及其变化规律。第二，在学习重要元素及其化合物的知识时，要分清主次，抓住主要内容。当学习无机化合

物时,应紧密联系元素周期律与周期表;而当学习有机化合物时,应以官能团为依据。然后通过对各种物质性质的比较、概括和归类,从而较系统掌握元素及其化合物的知识。第三,化学是一门以实验为基础的科学,通过化学实验,能加深理解、巩固所学到的基础知识和基本理论,训练基本技能。因此,在做化学实验时,要善于观察、分析实验现象,并运用基础知识解释实验现象。第四,要善于运用所学到的知识来解释生产和生活中所遇到的一些现象,并进一步解决生产中出现的实际问题。

同学们,让我们继承和发扬中华民族勤劳、勇敢、智慧、艰苦朴素的优秀品质,为提高全民族的科学文化水平,为中华民族再次在世界崛起,为把我国建成社会主义强国,而奋发学习!

第一章 物质的量

我们知道，物质是由分子、原子或离子等结构微粒构成的，这些微粒太小，肉眼看不见，也难以称量。但在生产和科学实验中，参加反应的物质都是可以称量的。这说明每次称量的都是庞大数目微粒的集体。而化学反应就是在这些微粒的集体之间按照一定的数量关系发生的。因此，在化学上就需要一个量来表示一定量的宏观物质所含有微粒数目的多少，这个量就称为“物质的量”。

第一节 物质的量及其单位——摩尔^①

目前国际上规定七个基本量及其单位（国际单位制，即SI）见书末附表一，“物质的量”及其基本单位摩尔是其中之一。我们知道，质量是表示物体惯性大小的量。在SI中，计量物质质量的基本单位是kg；而“物质的量”是表示物质基本单元数目多少的量，它的SI基本单位是摩尔。

一、摩尔

摩尔是“物质的量”的基本单位，每摩尔某物质中所含的基本单元数与0.012kg(12g)碳-12^②的原子数目相等。其单位符号为mol。基本单元可以是原子、分子、离子、电子及其

① 摩尔一词来自拉丁文 moles，原义是大堆或堆量。

② 碳-12是含有6个质子和6个中子的一种碳原子。

它微粒,或是这些微粒的特定组合^①。

摩尔这个单位是以 0.012kg 碳-12 所含的碳原子数为标准来衡量其它物质中所含基本单元数的多少。那么 12g 碳-12 中有多少个碳原子呢? 据实验测定约为 6.02×10^{23} 个, 这个数称为阿佛加德罗常数, 用 N_A 表示。1mol 就是 N_A 个基本单元的集体。例如:

1mol H, 表示有 N_A 个氢原子;

1mol O_2 , 表示有 N_A 个氧分子; 或 $2N_A$ 个氧原子;

1mol H_2O , 表示有 N_A 个水分子; 或 $2N_A$ 个氢原子和 N_A 个氧原子;

1mol OH^- , 表示有 N_A 个氢氧根离子。

在使用摩尔这个单位时, 必须明确指出基本单元的化学式或名称(是原子、分子、离子或其它)。例如, 我们不应该笼统地说 1mol 氧, 而不指明是氧原子(O), 还是氧分子(O_2)。因为 1mol 氧原子和 1mol 氧分子所表示“物质的量”显然是不同的。

从上述例子可见, 1mol 任何物质都含有 N_A 个基本单元, 但是这些物质的质量都互不相同, 就好像 1 千粒稻谷和 1 千粒小麦质量不同一样。

二、摩尔质量

从摩尔定义可知, 1mol 碳-12 原子的质量是 12g, 那么 1mol 氧原子的质量是多少克呢? 因为碳原子与氧原子的质

① 特定组合就是将这些自然存在的物质微粒进行分割或组合而成的基本单元。例如: 用摩尔可以表示 $1/2 O_3$, S_8 等各种不同的基本单元。

量比为 12:16, 所以 1mol 碳-12 原子的质量与 1mol 氧原子的质量比也为 12:16。因此, 1mol 氧原子的质量是 16g。1mol 其它元素原子的质量也可以用这种方法导出, 如 1mol 硫原子的质量是 32g。1mol 铝原子的质量是 27g 等等。

人们将单位“物质的量”某物质所具有的质量称为其摩尔质量, 用 M 表示, 其 SI 单位为 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。如:

氢原子的摩尔质量为 $1\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$;

氧原子的摩尔质量为 $16\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$;

铝原子的摩尔质量为 $27\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

由此得出结论, 任何元素原子的摩尔质量在以 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 为单位时, 数值上等于其原子量。

同理, 可推广到分子、离子等微粒。如水的分子量是 18, 所以水的摩尔质量是 $18\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。硫酸(H_2SO_4) 的分子量是 98, 所以硫酸的摩尔质量是 $98\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

当以摩尔质量表示离子的质量时, 由于电子质量极其微小, 原子失去或得到的电子的质量可以忽略不计, 则离子的摩尔质量, 仍等于相应的原子或原子团的摩尔质量。如:

OH^- , NH_4^+ 的摩尔质量分别为 $17\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $18\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。对于离子化合物同样可以推知, 如 NaCl 的摩尔质量为 $58.5\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

从上面讨论可知, 1mol 任何物质所含的基本单元数相同, 但质量不一定相同。总之, 物质的量像一座桥梁把单个的, 肉眼看不见的微粒, 与数目很多的微粒集体, 可称量的物质的质量联系起来了, 为科学研究和生产带来了很大方便。例如: 从化学反应中物质微粒数的比值, 就可知道它们“物质的量”