

普通化学

王淑芳 主编

中国农业出版社

主 编 王淑芳 (南京地质学校)
副主编 臧大存 (江苏省畜牧兽医学校)
华 兰 (江苏省扬州农业学校)

普 通 化 学

王淑芳 主编

* * *

责任编辑 江社平

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 北京市密云县印刷厂印刷

787mm × 1092mm 32开本 7印张 1插页 152千字

1996年8月第1版 1998年7月北京第2次印刷

印数 10 001 ~ 20 000册 定价 9.00元

ISBN 7-109-04525-0/O · 95

前 言

1983年6月，第29届国际纯粹与应用化学大会在德国科隆召开，会议的主题是未来化学。美国化学教授皮门塔尔在题为“人人需知化学——一个教学任务问题”的讲演中指出：“化学正处在令人振奋的时期”。此报告对化学的发展进程与成就起到了重要的作用。

化学课程是中专生必修课之一，为迎接21世纪的到来，培养跨世纪人才，在全国中专化学课程组征集70学时普通化学教学大纲的启示下，我们组织富有中专化学教学经验的专家、中青年新秀，编写了这套化学教材。它包括普通化学、普通化学实验与练习两部分。教材紧扣70学时教学大纲，适用于非化工各专业（含文科专业）。

本教材从内容上注意打破现行中专教材的传统模式，增加一些与社会生活息息相关的新科技内容，如能源、材料、营养、环境与化学等。从教材的深、广度上，注意把握中专层次，淡化理论，强化应用，降低深度，增加广度。从教材的质量和形式上力争做到科学性、新颖性、趣味性相结合。从文字上力求精炼、准确易懂、生动活泼。

在教材编写中，注意与现行初中化学教材的衔接，尽量避免重复与脱节。同时，对原有中专教材体系进行了适当删改。

1. 把核外电子运动状态和核外电子排布合并为一节，不提泡利不相容原理、洪特规则。

2. 把物质的量、摩尔质量放到溶液浓度一节, 紧扣其应用。

3. 删去化学反应速度和化学平衡一章, 把平衡及平衡移动概念放到电离平衡一节介绍。

4. 删去电化学一章, 把化学电源放到能源一节介绍, 电解、原电池概念放到工业法制备 NaOH 及金属电化学腐蚀内容里介绍, 做到学以致用。

5. 离子反应和离子方程式放在 Cl^- 离子检验中介绍。

6. 氧化还原反应放在非金属一章介绍, 配平方法把化合价升降法及电子转移法合并在一起介绍。

为扩大学生知识视野, 提高其学习化学的兴趣, 在教材中安排一些课外阅读小资料, 在实验里安排一些兴趣化学实验。相配套的练习与教材章节相对应, 深浅度适宜, 题型多样而标准化(分填空、选择、判断、计算与综合题等)。学生可直接在练习册上完成作业, 教材章节后面不再安排习题, 共编写了 340 余道题目。化学实验采用表格式、填空式, 无需再另写实验报告。

参加编写人员(以姓氏笔划为序)有: 刘靖、孙敬祥、李弘、李生其、吴志新、吴宝明、周红霞、张龙、洪文娛、钱苏生、顾棣荫、唐珉、葛竹兴。王淑芳(南京地质学校)任主编, 臧大存(江苏省畜牧兽医学校)、华兰(江苏省扬州农业学校)任副主编。

为确保教材质量, 于 1996 年 3 月 22 日在江苏省畜牧兽医学校召开统稿会, 张国泰高级讲师、伍天荣高级讲师、郭小仪高级讲师、卞德林高级讲师、李金志讲师、徐锁平讲师大力协作, 提出了宝贵意见。并于 4 月 13 日召开了审稿会, 主审曹天鹏主持会议, 朱伯泉高级讲师、董玉波高级讲师、魏

大复高级讲师、许颂安讲师、杨锦跃讲师、李喜英讲师、冷秀珠讲师、卢伯南讲师等提出了中肯意见，在此深表谢意。

徐邦樑教授、仲质伟高级讲师、陆长生高级讲师对全书的设计及质量提出决策性意见，为此深表敬意。

限于编者水平，教材中难免有错误之处，敬请批评指正。

编 者

1996年5月

绪言	1
第一章 物质结构、元素周期律	5
第一节 原子核、同位素	5
第二节 原子核外电子的排布	7
第三节 元素周期律	15
第四节 元素周期表	19
第五节 化学键和分子的极性	27
课外阅读 比金子还珍贵的水	33
第二章 电解质溶液	35
第一节 溶液的浓度	35
第二节 电解质及其电离	40
第三节 水的电离和溶液的 pH 值	45
第四节 盐类的水解	48
课外阅读 阿佛加德罗和分子学说	52
质量分数和体积分数	53
第三章 非金属及其化合物	54
第一节 氯及其化合物	54
第二节 氧化还原反应	62
第三节 硫及其化合物	65
第四节 氮及其化合物	70
课外阅读 懒惰的氮气有什么用途	77
氮气和固氮	77
第四章 金属及其化合物	79
第一节 概述	79

第二节	钠和钾	83
第三节	镁和钙	88
第四节	铝	92
第五节	过渡元素	96
第六节	金属的腐蚀与防护	100
课外阅读	泥土里的“银子”	104
第五章	有机化合物	105
第一节	概述	105
第二节	烃	107
第三节	烃的衍生物	122
第四节	高分子化合物	133
课外阅读	镜子小史	142
第六章	营养与化学	144
第一节	水和矿物质	144
第二节	糖类	147
第三节	油脂	151
课外阅读	油脂的酸败	155
第四节	蛋白质	156
课外阅读	完全蛋白质	160
第五节	维生素	161
课外阅读	平衡膳食	163
第七章	能源、材料与化学	165
第一节	能源与化学	165
第二节	材料与化学	177
课外阅读	为什么金属陶瓷能耐高温	184
	稀土元素应用	185
第八章	环境与化学	188
第一节	概述	188
第二节	水污染及其防治	190

课外阅读	“米糠油事件”	193
	“水俣病事件”	194
	“骨痛病事件”	195
第三节	大气污染及其防治	197
课外阅读	“伦敦烟雾事件”	202
	“洛杉矶光化学烟雾”	205
第四节	固体废物的处理	207
课外阅读	为什么被动抽烟同样有危害	210
附录		212
附录一	国际单位制 (SI) 的基本单位	212
附录二	重要的酸、碱和盐的溶解性表 (20℃)	213
元素周期表 (彩色插页)		插页

一、化学研究的对象

人类生活在物质世界，大千世界处于万变之中，化学就是以物质作为研究对象，把物质的化学变化作为它的主要内容，通过对物质的组成、结构、性质、合成及其变化规律的研究，去认识和掌握物质变化的规律，以达到利用自然，改造自然，满足人们之需要，促进社会之发展。

二、我国化学的发展

科学是人类智慧的结晶。化学，作为一门产生于人类文明进步斗争中的科学，有其光辉灿烂的发展史，我国化学成就更是历史悠久。远在六千多年前，我们的祖先就能烧制精美的陶器；距今约三千六百年的商代，就已经掌握了红铜冷锻和铸造技术，古青铜器经分析，Cu 含 92%，锡含 7%。在春秋晚期，我们的祖先，就会冶铁炼钢，而欧洲比我国晚一千九百多年；我国化学史上的伟大发明如火药、造纸、印刷等，早已闻名于世；油漆、染料、酿造、制糖、制革、瓷器、彩釉、食品、药物等化学工艺及炼丹术方面，也驰名中外；天然气、石油、煤的开采和利用已积累了不少经验，“石油”一词最早见于宋代著名科学家沈括所著的《梦溪笔谈》。我国古代化学工业的发展虽然早于世界各国，但由于长期的封建统治，加之帝国主义的侵略和掠夺，使得我国化学科学和化学工业逐渐落后于国际水平。

新中国的化学工业，随着社会主义建设事业的不断发展

而突飞猛进，化肥、农药、酸、碱等基本化工产品的产量成倍增长；石油化工生产更是发展迅猛；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已初具规模；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已能独立生产。在化学科学研究方面，1965年9月，我国首先用化学方法合成了具有生命活力的蛋白质——结晶牛胰岛素，这对揭开生命奥秘具有划时代意义。

但就总体而言，由于我国工业基础差，底子薄，工业生产与发达国家比较，还有很大差距，和我国现代化建设的需要也远远不能适应。因此，急切需要各门学科加速发展，化学工业更是任重道远。当前，在世界范围内蓬勃兴起和发展起来的新科技革命，对我国来说，既是机遇，也是挑战，在此浪潮的推动和冲击下，我国化学事业的发展必然前景无量。

三、化学在四化建设中的作用

化学是一门实用性较强的学科，它和现代科学的四大支柱——材料、能源、生命与环境关系密切，它与社会和生活实际更是息息相关。它的发展关系到社会的发展，科技的进步，人类的生存。化学对于我国在本世纪内实现农业、工业、国防和科学技术现代化具有重要的作用。

在农业方面，农林牧副渔各业的全面发展，在很大程度上依赖于化学科学的成就。新型复合肥料的研制；高效、无污染的农药和除草剂的制造；促进植物生长和发育的刺激素的问世；农副产品的综合利用和合理贮运，都与化学密切相关。如木材干馏可制得醋酸，经过水解可得到酒精；从棉子壳、玉米芯、花生壳等物质中可提取糠醛等多种化工产品，化学起到变一用为多用，变废为宝的作用。还有良种的培育，农耕方法的改进，土壤的改造等无不渗透着化学知识。由此可

见，科技兴农是我国农业发展的必由之路。

工业和国防现代化方面，化学的应用更为突出。工业和国防离不开金属和能源，金属的冶炼应用到氧化还原反应、电解知识、各种性能合金的试制更需要广深的化学知识，如超导合金，耐热合金，硬质合金。美国最近研制的一块用铝合金制成的厚 1.5mm 的板块可在 2~3min 内完全溶解于水，而且每克合金能放出 1000ml 氢和 8.36kJ 热量，并且具有易转化、无污染的特殊功能。形状记忆合金更有其特殊性能，在形状改变 500 万次情况下仍不断裂，特别适合制造人造卫星天线，飞船和空间站的大型天线，飞机和航天器的管接头等。金属腐蚀问题亦遍及国民经济和国防建设的各个部门，大量的金属构件和装备往往因腐蚀而报废。据统计，每年因腐蚀而报废的金属设备和材料相当于金属年产量的 20%—40%，全世界每年因腐蚀而损耗的金属达一亿吨以上，为防止金属腐蚀，化学工作者做了大量的工作。如用有机高分子复合材料代替金属，由它制成的机械零件（如齿轮等），既节省润滑油，又清洁且无噪音。能源中的煤、石油、天然气的开发、提炼和综合利用离不开化学，新能源（太阳能、氢能、核能、地热能）的开发，更是离不开丰富的化学知识。在国防建设上，化学不仅与常规武器的生产有关，而且与国防现代化有密切的关系。导弹的生产，人造卫星的发射都需要提供很多具有特殊性能的化学产品，如高能燃料及耐高温、耐辐射材料等。

在科学技术现代化方面，化学也有极为重要的意义。科学技术是社会第一生产力，是推动历史前进的巨大力量。当今世界，一系列新兴科学技术飞速发展。在信息技术、新材料技术、新能源技术、空间技术、海洋开发技术、生物工程技术等领域内，化学正在扮演着重要角色，在开发资源、粮

食增产、节约能源、环境污染及保护，三废的处理等人们所关注的重大问题上，化学更是显示出它的独特作用。

总之，随着科技的日益发展，生产水平的不断提高，化学这门科学对农业、工业、国防和科学技术现代化的作用会愈加显著，与提高人民的物质生活和丰富人民的精神生活的关系也会更加密切。

四、化学课的目的要求及学习方法

使学生在初中化学知识的基础上，进一步学习和掌握化学的“三基”，了解其在工程上的应用；培养学生辩证唯物主义的科学思维，树立正确的世界观；增强学生分析和解决实际问题的能力。

在学习方法上，提倡理论联系实际，独立思考，勤于动手，做到举一反三，触类旁通，善于归纳总结，掌握好学习规律。化学是一门实践性较强的学科，对于化学实验，要正确操作，仔细观察，认真分析，得出明确的结论，以达到理解和巩固课堂所学的知识，并能以此去解释生产、生活中所遇到的一些现象，解决出现的实际问题，提高学习化学的兴趣，从而激励学生学习的主动性，活跃学习气氛。教学中要把学习知识和培养能力结合起来，使知识的增长和能力的提高相得益彰。

第一章 物质结构、 元素周期律

第一节 原子核、同位素

一、原子核

原子是由居于原子中心的带正电荷的原子核和核外带负电荷的电子构成的。原子很小，原子核更小，原子核的半径约是原子半径的万分之一，它的体积只占原子体积的几千亿分之一。

原子核由质子和中子构成。质子带一个单位正电荷，中子不显电性，因此，在原子中，质子数决定原子核所带的正电荷数（称为核电荷数）。核电荷数用符号 Z 表示。

核电荷数 (Z) = 核内质子数

按照原子核电荷数依次递增的顺序排列起来的次序数，叫做原子序数。这样，原子序数在数值上等于核电荷数，也等于质子数。

由于原子核所带的正电荷数（即质子数）与核外电子所带的负电荷数（即电子数）相等，因此，整个原子不显电性。这样，在数值上：

原子序数 = 核电荷数 = 质子数 = 核外电子数

作为原子量标准的 ^{12}C 质量的 $1/12$ 为 $1.6606 \times 10^{-27} \text{kg}$ 。

质子和中子的相对质量分别是：

$$\text{质子的相对质量} = \frac{1.6726 \times 10^{-27} \text{kg}}{1.6606 \times 10^{-27} \text{kg}} = 1.007 \approx 1$$

$$\text{中子的相对质量} = \frac{1.6748 \times 10^{-27} \text{kg}}{1.6606 \times 10^{-27} \text{kg}} = 1.008 \approx 1$$

质子和中子的相对质量取近似整数值 1，由于电子的质量约为质子的 1/1836，所以，原子的质量主要集中在原子核上。因此，把所有质子数 (Z) 和中子数 (N) 加起来，所得的数值叫质量数，用符号 A 表示。中子数用符号 N 表示。则：

$$\text{质量数 (A)} = \text{质子数 (Z)} + \text{中子数 (N)}$$

因此，只要知道这三个数值中的任何两个，就可以推算出另一个。例如，知道钠原子的核电荷数为 11，质量数为 23，那么，钠原子核内中子数就为 12。

通常将元素的原子序数（核电荷数）写在元素符号的左下角，将质量数写在左上角。例如，硫原子的原子序数为 16，质量数为 32，可用 ${}^{32}_{16}\text{S}$ 表示。如以 ${}_Z^AX$ 代表一个质量数为 A，质子数为 Z 的原子，那么，构成原子的微粒间的关系可以表示如下：

$$\text{原子 } ({}_Z^AX) \begin{cases} \text{原子核} \begin{cases} \text{质子} & Z \text{ 个} \\ \text{中子} & (A-Z) \text{ 个} \end{cases} \\ \text{核外电子数} & Z \text{ 个} \end{cases}$$

二、同位素

我们已经知道，具有相同核电荷数（即质子数）的同一类原子的总称叫做元素。也就是说同种元素的原子的质子数相同，那么，它们的中子数是否相同呢？科学实验证明，中

子数不一定相同。例如氢元素有三种原子（图 1-1）。

人们将这种原子核内具有相同的质子数和不同的中子数的同一元素的原子互称同位素。



⊗ 表示质子

○ 表示中子

许多元素都有同位素，目前的 109 种元素中，已发现有 1000 种以上

图 1-1 氢元素的三种同位素原子结构示意图

的同位素。 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 是氢的三种同位素，其中 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 是制造氢弹的材料；铀元素有 ${}^{234}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 等同位素， ${}^{235}_{92}\text{U}$ 是制造原子弹的材料和核反应堆的燃料；碳元素有 ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 、 ${}^{14}_6\text{C}$ 等同位素，而 ${}^{12}_6\text{C}$ 就是我们用作原子量标准的那种碳原子。同种元素的每种同位素虽然质量数不同，但它们的化学性质几乎是相同的。

第二节 原子核外电子的排布

自从 1897 年英国的汤姆生首先发现原子中含有电子以后，人们就开始探索电子在原子中的存在状态和排布规律。

一、电子云

汽车在公路上奔驰，人造卫星按一定轨道围绕地球旋转，都可以测定或计算出它们在某一时刻所在的位置，并描绘出它们的运动轨迹。但是，由于核外电子质量很小（仅 $9.1095 \times 10^{-31} \text{kg}$ ），在原子这样非常小的空间（直径约 10^{-10}m ）内做高速（近光速 $3 \times 10^8 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ）运动，因此，就不能测定或计算出它在某一时刻所在的位置，也不能描绘它的运动轨迹。我们在描述核外电子运动时，只能指出它在原子核外空间某处

出现机会的多少。例如，氢原子中只有一个电子，这个电子在离核近处单位体积空间中出现的次数较多，离核远处单位体积空间中出现的次数较少。如果我们用小黑点的疏密表示电子在核外空间单位体积内出现机会的多少，那么，小黑点越密集就表示电子出现的次数越多，如图 1-2 所示，就好像一团带负电荷的云雾笼罩在原子核周围。因此人们形象地称它为电子云。从图象可以看出，仅有一个电子的氢原子的电子云是球形对称的。除氢原子外，多电子原子内电子云形状比较复杂，不仅有球形的，而且还有哑铃形的（图 1-3）。科学研究发现，电子云形状到目前只有四种，分别称 s 电子云（球形）、p 电子云（哑铃形）、d 电子云和 f 电子云。由于 d、f 电子云形状复杂，不详述。

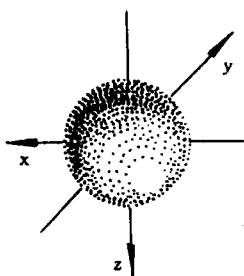


图 1-2 s 电子云示意图

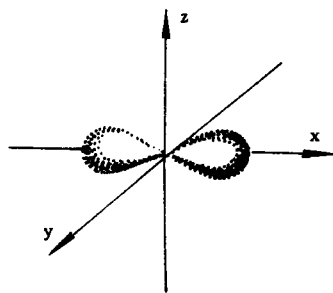


图 1-3 p 电子云示意图

二、电子层可容纳的最多电子数—— $2n^2$

在初中化学里已经知道，当一个原子含有多个电子时，各个电子的能量和运动状态不同。能量低的电子通常在离核较近的区域运动，能量高的电子通常在离核较远的区域运动。根据能量的差别，电子分布在不同电子层里。对于同一电子

层而言,电子云形状愈复杂则电子具有的能量就愈高,因此,同一电子层又根据电子云形状之不同分为一个或若干个亚层,亚层符号分别用s、p、d、f表示。由此可见,电子具有的能量高低,不仅取决于电子层数(主要因素),而且也与电子亚层有关(次要因素)。因此,必须把电子层数标在亚层符号的前面。例如:

1s 表示K层上的s亚层;

2p 表示L层上的p亚层;

3d 表示M层上的d亚层;

4f 表示N层上的f亚层。

科学研究证明,每一电子层上的亚层数与该电子层序数一致。例如:

第一层 ($n=1$ 、K层) 有一个亚层 1s;

第二层 ($n=2$ 、L层) 有二个亚层 2s、2p;

第三层 ($n=3$ 、M层) 有三个亚层 3s、3p、3d;

第四层 ($n=4$ 、N层) 有四个亚层 4s、4p、4d、4f;

.....

电子云不仅有确定的形状,而且在空间还有一定的伸展方向。s电子云是球形对称的,在空间各方向上的伸展程度相同;p电子云如图1-4所示,在空间可以有三种互相垂直的伸展方向;d电子云可以有五种伸展方向;f电子云可以有七种伸展方向。

如果把在一定的电子层上并具有一定的形状和伸展方向的电子云所占据的空间区域称为一个“原子轨道”,简称“轨道”,那么s、p、d、f四个亚层就分别有1、3、5、7个轨道。科学实验得知,每个轨道上最多只能填两个自旋方向相反的电子,例如p亚层有3个轨道,最多可容纳6个电子。因此,