

中等卫生学校四年制护理专业教材

化 学

湖南科学技术出版社

Z
D
W
S
X
X
S
L
Z
H
L
Z
Y
J
C

出版说明

随着我国经济的飞速发展和人民群众对健康需求水平的不断提高,以生物医学模式为导向的单纯的功能制护理模式已越来越不适应社会发展的需要,必将为系统化整体护理模式所代替,因此,对护理人员素质的培养也提出了相应的要求,这就迫使护理教育加大改革力度,以完成重新设计21世纪护士的重大课题。为适应新形势的要求,根据卫生部关于护理教育改革的精神,湖南省卫生厅决定将全省中等卫生学校护理专业的学制由三年制改为四年制,并与湖南科学技术出版社联合组织编写出版了《中等卫生学校四年制护理专业教材》。这套教材的内容、范围、体系均以卫生部新教学计划和 new 教学大纲为依据,充分体现了现代护理专业的培养目标和特点,按照突出护理、注重整体、加强人文、体现社区的指导思想,做到精选内容、主次分明、详略得当、结构严谨,保证了基本内容的科学性和系统性,加强了实践性教学和人文知识的培养,淡化了学科意识,有利于培养高素质的实用型护理人才。

本套教材共23本,包括化学、护理伦理学、护理心理学、护理英语、社会学基础、护理美学、医学遗传学概要、人体解剖生理学、生物化学、免疫学基础与病原生物学、病理学、护理药理学、护理学基础、内科护理学、外科护理学、儿科护理学、妇产科护理学、传染病护理学、五官科护理学、精神科护理学、中医护理概要、急诊护理、社区护理学等。新教材以现代护理观为指导,以整体护理程序为核心,规划教材体裁,构筑知识框架,与原用的护理专业教材有截然不同的区别。

本教材由湖南医科大学和湖南省各中等卫生学校高年资教师为主主编,世界卫生组织护理顾问、美国乔治梅森大学教授袁剑云博士,北京医科大学曲维香教授及湖南医科大学、湖南师范大学、湖南省社科院的知名教授分别担任主审,并广泛征求了全省各医学院校有关学科教师和基层医务人员的意见。

为加强对编写工作的领导,提高书稿质量,本教材成立了编写委员会,由湖南省卫生厅副厅长周绍明任主任委员,湖南省及部分兄弟省、市、自治区卫生厅科教处的领导和专家教授任委员。

本教材的计量单位均采用国际单位制和我国计量法的新规定。为方便学生参考原来出版的各类书刊,因此,又同时列出旧制单位与国际单位对比。

为便于任课教师安排教学进程和指导学生实习,教材后附有课程简介、目标及课时

分配表，部分教材还附有实习指导。

由于教材建设是一项长期而艰巨的任务，编写适合系统化整体护理的中专层次教材还在摸索之中。因此，书中的缺点、错误在所难免，恳切希望使用本教材的同仁批评指正。

湖南省卫生厅
湖南科学技术出版社
1998年4月

前 言

化学是研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的一门科学，是护理专业的一门必修文化基础课。为了适应医学模式的转变，培养高素质的护理人才，我们认为化学这门课程应肩负着为医学专业知识的学习奠定必要的文化基础和对 学生进行能力和素质培养的双重任务。因此，我们在编写过程中，力图体现“思想性、科学性、先进性和实用性”，强调“基础理论和知识、基本技能和态度”。在保持化学学科系统性的基础上，着重介绍与医学联系密切的化学知识和实验操作及技能、技巧，主要包括无机化学、有机化学的部分理论和实验，充分体现“医用化学”的特点，突出化学和医学、护理学的内在联系。全书按 90 学时编写，除绪言外分 14 章和 15 个学生实验，书末还附有化学课程简介、目标及课时分配表，碱、酸和盐的溶解性表，希腊字母表及元素周期表。在编写过程中，我们重点考虑了以下几个方面：

1. 根据培养目标，确定课程目标，再分解成单元学习目标。在体系安排上，按学习目标→内容阐述→小结→化学实验→达标练习安排。这五个环节，围绕总目标，前后照应，紧密相连。既便于老师教学，又便于学生学习。

2. 适当编排了一些课堂演示实验，这既符合化学学科的特点，又方便老师组织目标教学，实施教与学互动，能最大限度地调动教与学的积极性，培养学生观察、分析和解决问题的能力。

3. 全面执行国家法定计量单位，并将有关定义、符号及表示方法予以统一，力求规范化、标准化。

4. 为了便于学生课外思考和自我检查，另行编写了达标练习。这既便于学生复习和巩固所学知识，也便于教师组织达标测试。

本教材由湖南师范大学张灿久教授主审，岳阳市卫生学校柳一鸣高级讲师主编。参加编写工作的有衡阳市卫生学校邓明珍高级讲师（第一、二、三章），岳阳市卫生学校柳一鸣高级讲师（绪言、第四、五章），零陵卫生学校唐守勇高级讲师（第六、七章），吉首卫生学校申绪湘讲师（第八、九、十章），岳阳市卫生学校李汎青高级讲师（第十一、十二、十三、十四章）。长沙市卫生学校周栋麒高级讲师和邵阳市卫生学校符方运高级讲师也审阅了部分书稿，并提出许多宝贵意见。在编写过程中还得到了以上各校及湖南科学技术出版社的大力支持和帮助，在此一并致谢。

由于编写时间仓促，加之编者水平有限，错误和缺点在所难免，恳切希望各校师生在使用过程中提出宝贵意见，以便使教材质量不断提高。

编者

1998年2月

~~~~~  
**绪 言**  
 ~~~~~

~~~~~  
**第一章 物质结构的基础知识**  
 ~~~~~

第一节 原子结构	(3)
一、原子组成	(3)
二、核素和同位素	(4)
三、核外电子的运动状态	(4)
四、核外电子的排布	(7)
五、原子结构与元素性质的关系	(7)
第二节 元素周期律和元素周期表	(8)
一、元素周期律	(8)
二、元素周期表	(10)
三、元素周期律和元素周期表的意义	(12)
第三节 化学键、氢键	(13)
一、离子键	(13)
二、共价键	(14)
三、非极性分子和极性分子	(16)
四、氢键	(17)
第四节 配合物	(18)
一、配合物的概念	(18)
二、配合物的组成	(18)
三、配合物的命名	(20)
四、配合物在医学上的应用	(21)
第五节 氧化还原反应	(21)
一、氧化还原反应	(21)
二、氧化剂和还原剂	(22)
三、几种常见的氧化剂和还原剂	(22)

第二章 卤素

第一节 氯气	(26)
一、氯气的性质	(26)
二、氯气的用途	(27)
第二节 氯化氢和盐酸	(28)
一、氯化氢	(28)
二、盐酸	(28)
第三节 卤族元素	(28)
一、卤素单质的物理性质	(29)
二、卤素单质的化学性质	(29)
三、卤离子的鉴别	(31)
四、常见的金属卤化物	(31)

第三章 硫和氮的化合物

第一节 硫的化合物	(33)
一、硫化氢	(33)
二、硫的氧化物	(34)
三、硫酸和硫酸盐	(35)
第二节 氮的化合物	(37)
一、氨和铵盐	(37)
二、硝酸和硝酸盐	(38)
三、亚硝酸和亚硝酸盐	(39)
四、几种常见的氮的化合物	(39)

第四章 溶液

第一节 物质的量	(42)
一、物质的量	(42)
二、摩尔质量	(43)
三、气体的摩尔体积	(45)
第二节 胶体溶液和高分子溶液	(47)
一、分散系	(47)
二、胶体溶液	(48)
三、高分子溶液	(49)
第三节 溶液组成的表示方法	(51)
一、质量浓度	(51)
二、物质的量浓度	(52)
三、体积分数	(54)
四、质量分数	(55)
第四节 溶液组成表示方法的相互换算和稀释	(56)
一、溶液组成表示方法的相互换算	(56)

二、溶液的稀释	(58)
---------------	------

第五章 化学反应速度和化学平衡

第一节 化学反应速度	(64)
一、化学反应速度的表示方法	(64)
二、影响化学反应速度的因素	(65)
第二节 化学平衡	(67)
一、可逆反应和化学平衡	(67)
二、平衡常数	(68)
三、化学平衡移动	(69)

第六章 电解质溶液

第一节 弱电解质的电离平衡	(74)
一、强电解质和弱电解质	(74)
二、弱电解质的电离平衡	(75)
三、同离子效应	(77)
第二节 离子反应	(78)
一、离子反应和离子方程式	(78)
二、离子反应发生的条件	(79)
第三节 水的电离和溶液的 pH 值	(80)
一、水的电离	(80)
二、溶液的酸碱性和 pH 值	(81)
三、酸碱指示剂	(82)
第四节 盐类的水解	(83)
一、盐类的水解	(83)
二、盐类水解的分类	(83)
三、盐类水解的应用	(86)
第五节 缓冲溶液	(86)
一、缓冲作用和缓冲溶液	(86)
二、缓冲溶液的组成	(86)
三、缓冲作用的原理	(87)
四、缓冲溶液在医学上的应用	(88)
第六节 溶液的渗透压	(88)
一、渗透现象和渗透压	(88)
二、溶液的渗透压与浓度的关系	(89)
三、渗透压在医学上的应用	(90)

第七章 烃和卤代烃

第一节 有机化合物概述	(93)
一、有机化合物的特性	(93)
二、有机化合物的结构	(94)

三、有机化合物的分类	(95)
第二节 开链烃	(97)
一、饱和链烃	(97)
二、不饱和链烃	(103)
第三节 闭链烃	(110)
一、脂环烃	(110)
二、芳香烃	(111)
第四节 卤代烃	(116)
一、卤代烃的分类和命名	(116)
二、卤代烷的性质	(117)
三、几种常见的卤代烃	(118)

第八章 醇、酚、醚

第一节 醇	(120)
一、醇的结构	(120)
二、醇的分类和命名	(120)
三、醇的性质	(122)
四、几种常见的醇	(124)
第二节 酚	(126)
一、酚的结构	(126)
二、酚的分类和命名	(126)
三、酚的性质	(127)
四、几种常见的酚	(128)
第三节 醚	(129)
一、醚的结构、分类和命名	(129)
二、乙醚	(129)

第九章 醛和酮

第一节 醛和酮的结构和命名	(131)
一、醛和酮的结构	(131)
二、醛和酮的分类和命名	(132)
第二节 醛和酮的性质	(133)
一、醛和酮的共性	(133)
二、醛的特殊反应	(133)
第三节 几种常见的醛和酮	(135)

第十章 羧酸、羟基酸和酮酸

第一节 羧酸	(138)
一、羧酸的结构	(138)
二、羧酸的分类和命名	(139)
三、羧酸的性质	(140)

四、几种常见的羧酸	(142)
第二节 羟基酸和酮酸	(143)
一、羟基酸和酮酸的结构和命名	(143)
二、羟基酸和酮酸的化学性质	(144)
三、几种常见的羟基酸和酮酸	(145)
第三节 立体异构现象	(147)
一、顺反异构现象	(147)
二、旋光异构现象	(149)

第十一章 含氮有机化合物

第一节 胺	(153)
一、胺的结构和分类	(153)
二、胺的命名	(154)
三、胺的性质	(155)
四、几种常见的胺及其衍生物	(157)
第二节 酰胺	(158)
一、酰胺的结构	(158)
二、酰胺的命名	(159)
三、酰胺的性质	(159)
四、几种常见的酰胺及其衍生物	(160)
第三节 杂环化合物和生物碱	(162)
一、杂环化合物	(162)
二、生物碱	(165)

第十二章 酯、脂类

第一节 酯	(168)
一、酯的结构和命名	(168)
二、酯的性质	(169)
第二节 油脂	(169)
一、油脂的组成和结构	(169)
二、油脂的性质	(170)
三、油脂的乳化	(172)
第三节 类脂	(172)
一、磷脂	(173)
二、甾醇	(174)

第十三章 糖 类

第一节 单糖	(179)
一、葡萄糖	(179)
二、果糖	(182)
三、核糖和脱氧核糖	(184)

第二节 二糖	(185)
一、蔗糖	(185)
二、麦芽糖	(186)
三、乳糖	(186)
第三节 多糖	(187)
一、淀粉	(187)
二、糖原	(189)
三、纤维素	(190)
四、右旋糖酐	(190)

第十四章 蛋白质

第一节 氨基酸	(192)
一、氨基酸的结构和分类	(192)
二、氨基酸的性质	(194)
第二节 蛋白质	(197)
一、蛋白质的分子组成和结构	(197)
二、蛋白质的性质	(199)
三、结合蛋白质	(201)

化学实验

化学实验须知	(204)
一、实验室规则	(204)
二、实验注意事项	(205)
三、实验报告书写形式	(205)
实验一 同周期、同主族元素性质的递变	(206)
实验二 卤素	(208)
实验三 硫和氮的化合物	(209)
实验四 胶体溶液	(210)
实验五 溶液的配制和稀释	(211)
实验六 化学反应速度和化学平衡	(213)
实验七 电解质溶液	(215)
实验八 烃	(217)
实验九 醇和酚	(218)
实验十 醛和酮	(219)
实验十一 羧酸	(220)
实验十二 胺和酰胺	(221)
实验十三 油脂	(223)
实验十四 糖类	(224)
实验十五 蛋白质	(225)

~~~~~  
**附 录**  
~~~~~

一、化学课程简介、目标及课时分配表	(227)
二、碱、酸和盐的溶解性表 (20℃)	(228)
三、希腊字母表	(229)
四、元素周期表	(231)

绪 言

【学习目标】

1. 明确化学研究的对象
2. 简述化学和医学的关系
3. 理解学习化学的方法要点

在五彩斑斓的自然世界，大至日月星辰、茫茫宇宙，小至微生物、细胞，无一不是由物质构成的，它们都处在不停的运动和变化之中。虽然其种类繁多且形态各异，但它们之间又有着密不可分的内在联系，在一定条件下可以相互转化。自然科学就是研究物质和物质相互联系及运动形式的科学。化学则是自然科学中的一门重要学科，它主要研究物质的组成、结构、性质、用途及其变化规律。

化学具有悠久的历史，自公元前 50000 年人类在化学上的第一项发明——火，到长达 1200 年的炼丹术，再到 19 世纪初的原子学说和 19 世纪后半叶的元素周期表，直到 20 世纪的量子力学，经过了一个光辉的历程，至今已成为现代科学的“中心学科”。在这一历程中，凝结了无数化学工作者的心血和智慧，中华民族对此也作出了巨大的贡献。从远古金属的冶炼，陶器和印染技术的应用，火药、纸张的发明*，到今天具有生物活性的蛋白质——结晶牛胰岛素的合成和酵母丙氨酸转移核糖核酸及猪胰岛素晶体结构的测定等等，我们的先辈创造了灿烂的科学文化，为推动人类社会的进步作出了重要贡献。

化学与人类、社会、自然紧密相关，它已渗透到了人类社会生产、生活的各个领域。不论是国民经济、国防建设，如粮食、钢铁的生产，原子弹、氢弹的爆炸，人造卫星的上天，还是人们日常的吃、穿、住、行都离不开化学，其中最常见的例子莫过于人们生活中必不可少的水的妥善利用就需要一定的化学知识。尤其是随着化学工业的发展，给人们的物质生活带来了极大的财富、取得了前所未有的成就。但由此而产生的废气、废水、废渣，如果处理不妥，就会造成环境污染。而三废的处理更需要化学知识。因此，化学是现代人必须具备的知识之一。

化学和医学紧密相关，它是医学学科中必不可少的文化基础课。因为医学研究的对象是人体，而人体中各部分都是由糖、脂肪、蛋白质、无机盐和水等化学物质组成，人体内含有几十种化学元素，各种物质每时每刻都在发生着各种化学变化。无论是人体生理过程中的消化、吸收、排泄，还是各种病理现象的发生，以及各种药物对人体的作

* 我国古代化学工艺上具有世界意义的三大发明分别为：①造纸术：于公元前 1 世纪（西汉）发明，约在公元 750 年才传入阿拉伯；②制瓷技术：开始于公元 2 世纪（东汉末），比欧洲早 1400 年，故西方把瓷称为“china”；③火药：于公元 7 世纪（唐代）发明。

用，都包含着化学变化。

人生命过程中的生长、发育、遗传、变异、疾病、衰老乃至死亡都是极其复杂的化学过程。在疾病诊断过程中，常常要对血液、胃液、尿液、粪便等进行化验，在新药的制备和使用过程中，对药物成分的鉴定、提取都要有丰富的化学知识。在卫生防疫和环境监测中进行食品监制、水质分析、粉尘测定以及废气、废水检验也要用到大量的化学知识。尤其是随着医学科学的日新月异和人们延年益寿期望值的不断提高，人们对生命过程的研究逐渐深入，人造器官、人造血管、人造皮肤、人造血浆等分子生物学、分子生理学、分子遗传学的新成果以及放射性同位素的应用于临床，更加密切了化学和医学的关系。由此可见，医学离不开化学，作为一名合格的医务工作者，必须具有丰富的化学知识，只有这样才能全面地分析人体的生理过程、病理现象、药理作用、心理环境，更好地帮助人们治疗疾病、恢复健康、延缓衰老、保持良好的心理状态和体格，达到延年益寿的目的。

那么，怎样才能学好化学呢？

学习化学也和学习其他课程一样，要重点掌握其基本原理和概念，要勤于思考，多读书，最好能逐步养成独立阅读教材、参考书的学习习惯，做好课前预习，明确重点，带着问题去听课。课后要多做练习，因为它是帮助我们理解、掌握、消化、吸收教材内容的一个必要环节，也是检查学习效果的一个重要途径，更是培养分析、解决问题能力的一种重要手段。同时在每单元结束后，通过思考用自己的语言进行归纳总结。首先要注意问题提出的依据、解决的途径以及所得结论的应用条件和意义，准确地运用基本概念、理论和规律去解释物质的化学现象和性质，做到由表及里、去伪存真、举一反三、融汇贯通。这样做一方面有利于知识的吸收和掌握，另一方面又能培养思维、分析、研究、表达等多方面的能力。

化学是一门以实验为基础的学科，化学的理论和规律是在实验中总结和提炼出来的，所以化学实验既是化学理论产生的基础，又是研究和学好化学的重要科学方法。它不但能帮助我们验证理论、加强感性认识、加深记忆和理解、巩固所学知识，同时还可以使我们初步了解科学的实验方法，训练基本操作，学会独立观察和分析现象、整理数据及得出结论。更重要的是它可以引导我们去积极思考，培养动手、动脑能力，逐步提高分析和解决问题的能力，养成严谨的科学态度和独立工作的能力。

在学习过程中，我们只要运用辩证唯物论的学习方法，通过实践、认识、再实践、再认识，循环往复，勤思考，勤动手，勤观察，勤总结，就一定能学好化学这门课，从而为今后医学专业课程的学习奠定良好基础。

[岳阳市卫生学校 柳一鸣]

第一章 物质结构的基础知识

【学习目标】

1. 简述原子的组成及原子内质子、中子、电子之间的数量关系，说出同位素的概念
2. 能正确表示 1~20 号元素的核外电子排布，并能举例说明原子结构和元素性质间的关系
3. 解释元素周期律，简述元素周期表结构，并能举例说明同周期、同主族元素性质递变规律
4. 叙述化学键（离子键、共价键、配位键）和氢键的概念及形成条件
5. 指出氧化还原反应的实质，并能根据化学方程式判断氧化还原反应及氧化剂、还原剂，举例说明配合物的定义、组成及命名方法
6. 进行同周期、同主族元素性质递变的实验

我们知道，世界是由物质构成的，不同物质具有不同的性质，而物质的性质决定于物质的内部结构。为了更好地了解物质的性质，掌握物质变化的内在规律，在这一章中，将学习物质结构理论的基础知识。

第一节 原子结构

一、原子组成

科学实验证明：原子由一个带正电的原子核和若干个带负电的电子组成。原子核位于原子的中心，电子绕核高速运动。

在原子中，原子核所带的正电量与核外电子所带的负电量相等。因此，整个原子不显电性。由于一个电子带一个单位负电荷，所以

$$\text{核电荷数} = \text{核外电子数}$$

原子核由质子和中子构成。每个质子带一个单位正电荷，中子不显电性，因此，核电荷数由质子数决定。即

$$\text{核电荷数} (Z) = \text{核内质子数} = \text{核外电子数}$$

原子核内质子数与中子数之和称为质量数，即

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

质子的质量为 $1.6726 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ；中子的质量为 $1.6748 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ；电子的质量很小，

仅约为质子质量的 $1/1836$ 。所以，原子的质量主要集中在原子核上。由于质子和中子的质量很小，计算不方便，因此，通常采用它们的相对质量*。若质子和中子的相对质量都取近似整数值 1，并忽略电子的质量，则质量数近似等于原子的相对质量。

原子的组成常用符号 ${}_Z^AX$ 表示。其中 X 是原子的元素符号，A 为其质量数，Z 为其质子数，也是核电荷数。如 ${}_{11}^{23}\text{Na}$ ，表示核内有 11 个质子和 12 个中子、核外有 11 个电子的 Na 原子。

归纳起来，组成原子的各微粒间的关系可表示如下：

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

二、核素和同位素

具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子，叫做**核素**。例如： ${}_{6}^{12}\text{C}$ 称为碳-12 核素。同种元素的原子质子数相同，若它们的原子核里含有不同的中子数时，会形成多种核素。例如：碳元素有 ${}_{6}^{12}\text{C}$ 、 ${}_{6}^{13}\text{C}$ 和 ${}_{6}^{14}\text{C}$ 三种核素。

在同一元素中，质子数相同，而中子数不同的几种核素，互称**同位素**。大多数元素都存在同位素，如氧有 ${}_{8}^{16}\text{O}$ 、 ${}_{8}^{17}\text{O}$ 和 ${}_{8}^{18}\text{O}$ 三种同位素；碘有 ${}_{53}^{127}\text{I}$ 和 ${}_{53}^{131}\text{I}$ 两种同位素；氢的三种同位素 ${}_{1}^1\text{H}$ 、 ${}_{1}^2\text{H}$ 和 ${}_{1}^3\text{H}$ ，其俗称分别为氕（音 piē）、氘（音 dāo）、氚（音 chuān）。

同位素按它们的性质可分为稳定性同位素和放射性同位素两类。放射性同位素能自发地放出不可见的射线（ α 、 β 、 γ 射线），这种性质叫做**放射性**。放射性元素又可分为天然和人造两类。

放射性同位素放出的射线，极易被仪器探测出它们的踪迹。所以放射性同位素的原子称为“示踪原子”。放射性同位素示踪原子在医学上有广泛的应用。例如： ${}_{53}^{131}\text{I}$ 用于确定甲状腺的功能状态； ${}_{35}^{82}\text{Br}$ 用于小儿脑膜炎的诊断。同时，在医学上可利用放射线对组织细胞的破坏作用来治疗疾病。例如：利用 ${}_{27}^{60}\text{Co}$ 放出的 γ 射线能深入细胞组织，破坏癌细胞，治疗肺癌、食管癌、乳癌等多种癌症。放射性同位素扫描，已成为诊断肺、肝、肾、脑等脏器病变的一种简便、安全、有效的方法。

三、核外电子的运动状态

电子是微观粒子，它的质量很小，又在原子这样小的空间（直径约为 10^{-10}m ）内作高速运动。那么，电子的运动与普通物体的运动有何不同？它具有哪些特性？下面对这些问题作些初步的介绍。

（一）电子云

电子围绕原子核的运动，与普通物体的运动不同。普通物体的运动，如火车在铁轨上运行，汽车在公路上奔驰时，都有固定的运动轨道，人们可以测定或计算出它们在某一时刻所处的位置。而电子的运动则不同，我们既不能测定和计算出电子在某一时刻处

* 相对质量是指与 ${}^{12}\text{C}$ 原子质量的 $1/12$ ($1.6606 \times 10^{-27}\text{kg}$) 相比所得的数值。质子和中子的相对质量分别为 1.007 和 1.008。

于哪一位置，也不能描绘出它的运动轨迹，只能指出它在原子核外某区域出现机会的多少。通常用小黑点的疏密来表示电子在核外各处出现机会的多少。如氢原子的一个电子的运动状态可用图 1—1 描述，它表示该电子在核附近，单位体积内出现的机会多；在离核远的地方，单位体积内出现的机会少。电子在原子核外空间一定范围内出现，好像一团带负电的云笼罩在原子核周围，人们形象地称它为电子云。



图 1—1 氢原子电子云示意图

(二) 核外电子的运动状态

从以上叙述可以知道，核外电子的运动情况复杂，它的运动状态需从以下四个方面进行描述。




1. 电子层：在含有多个电子的原子中，电子的能量各不相同。能量低的电子常在离核较近的区域运动；能量较高的电子常在离核较远的区域运动。可以看成能量不同的电子是在不同的电子层中运动。电子层数 (n) 用 1、2、3、4、5、6、7 等数字来表示，也可用 K、L、M、N、O、P、Q 等符号来表示。例如： $n=1$ ，表示第一电子层 (K 层)； $n=2$ ，表示第二电子层 (L 层)；依次类推。在已知的元素中，最复杂的原子，电子层数不超过 7 层。一般来说， n 值越大，说明电子离核的距离越远，电子的能量越高。

电子层数 (n) $\xrightarrow{1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7}$
 电子的能量由低至高，离核由近至远

2. 电子亚层和电子云的形状：科学研究发现，在多电子原子中，同一电子层的电子，能量稍有差异，电子云的形状也各不相同。根据这些差别又将一个电子层分成若干个亚层，分别用符号 s 、 p 、 d 、 f 来表示。实验证明，每一个电子层中所包含的亚层数不超过其电子层数。如 K 层 ($n=1$) 有 1 个亚层，即 s 亚层；L 层 ($n=2$) 有 2 个亚层，即 s 亚层和 p 亚层；M 层 ($n=3$) 有 3 个亚层，即 s 亚层、 p 亚层和 d 亚层；N 层 ($n=4$) 有 4 个亚层，即 s 亚层、 p 亚层、 d 亚层和 f 亚层。为了清楚表示某个电子处于核外哪一电子层的哪一亚层，常将电子层数标在亚层符号的前面。如 L 层的 p 亚层写成 $2p$ ；M 层的 d 亚层写成 $3d$ 等。

不同电子亚层的电子云形状不同，各电子亚层的电子云形状见表 1—1。

表 1—1 电子云的形状

亚层	s	p	d	f
电子云形状	球形	哑铃形	花瓣形	复杂的形状
电子云图形				略

注： d 电子云还有其他图形； f 电子云图形更复杂，在此不作讨论。

同一电子层中不同亚层的电子能量也不相同，其能量按 $ns \rightarrow np \rightarrow nd \rightarrow nf$ 的