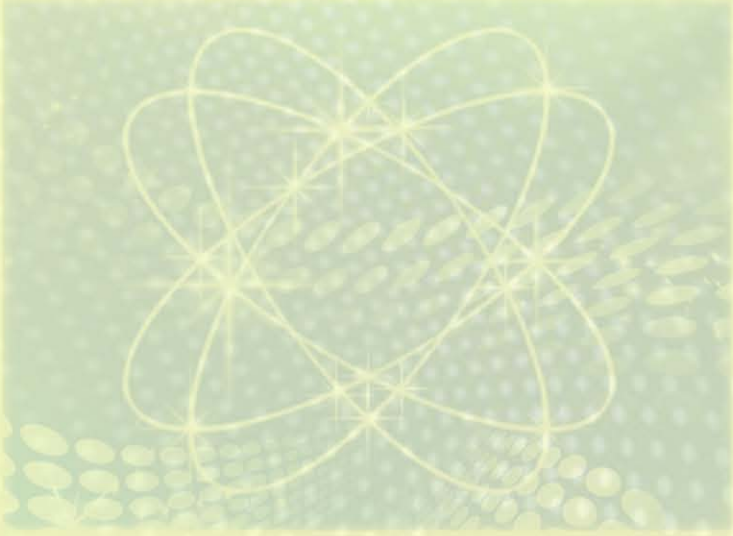
化学应用基础

马浩　主编

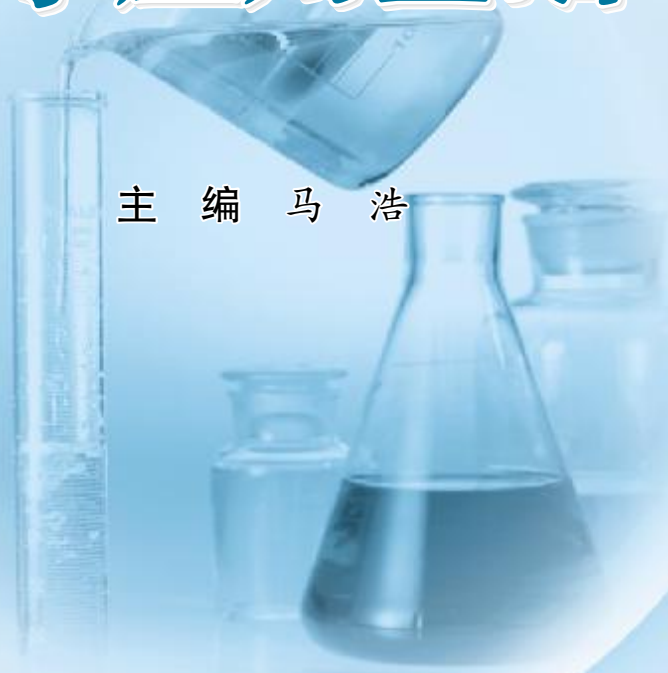


宁夏人民教育出版社

• 宁夏医科大学职业教育教材建设丛书

供中等卫生职业教育各专业用

化学应用基础



主　编　马　浩

宁夏人民教育出版社

图书在版编目（CIP）数据

化学应用基础 / 马浩主编.—银川：宁夏人民教育出版社，2009.8

ISBN 978-7-80764-163-6

Ⅰ.化… Ⅱ.马… Ⅲ.化学课—专业学校—教材 Ⅳ.G634.81

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 148962 号

化学应用基础 马 浩 主编

责任编辑 刘 佳

封面设计 杨彩萍

版式编排 马艳华

责任印制 师传岩

宁夏人民教育出版社 出版发行

地 址 银川市北京东路 139 号出版大厦（750001）

网 址 www.nxcbn.com

电子信箱 nxcbmail@126.com

邮购电话 0951-5044614

经 销 全国新华书店

印刷装订 宁夏精捷彩色印务有限公司

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 14

字 数 280 千

印 数 1600 册

版 次 2009 年 8 月第 1 版

印 次 2009 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-80764-163-6/G·1102

定 价 25.80 元

版权所有 翻印必究

宁夏医科大学职业教育教材建设丛书

编辑委员会

主　任　张建中

副主任　杨美玲

委　员　文润玲　杨桂珍　梁金香　高亦珑

王艳红　王　悦　马　浩　司琼辉

本册编写人员

主　　编　马　浩

副 主 编　李兆君

编写人员　王富科　丁润梅　段成茜　杨晓萍

序

Xu

宁夏医科大学职业教育系列教材出版了。编者们的耕耘结出了累累硕果，喜悦心情是读者可以想象得到的。这套教材的出版，也是我校出版史上可喜可贺的事情。

我非常乐意为本套教材写序，也借此向所有参与教材编写的教师，表示我最大的敬意。对于一直在关注、思考医学院校如何更好地发挥学术研究、培育人才、服务社会功能的高校教育工作者来说，这套教材更有一种特殊的意义。

蔡元培先生说："一个民族或一个国家要在世界上立得住脚——而且要光荣的立住——是要以学术为基础的，学术昌盛的国家没有不强盛的，反之，学术幼稚、知识蒙昧的民族没有不贫弱的。"学术研究是大学的天职，是高校生存发展的命运之所系。教材编著作为大学学术昌盛、繁荣的标志，要求编者在跳出具体内容综观整个课程系统的设置与建设基础上，融汇最前沿的科研、学术信息并以深入浅出的文字贯通于编著的全过程。可以说，教材的编著是编者学识与智慧的厚积薄发，对编者教书育人质量、科研学术水平的夯实与提高起着重要的积淀作用。一所大学出版过或正在出版的好教材，学术科研与教育教学质量、特色即可窥见一二。

学校建校尤其是进入新世纪以来，我们为地区医疗卫生教育事业的发展做了一些工作，但在教材建设方面力量比较分散、薄弱，主要是参与编写了一些教材，却跟不上我区医疗卫生教育事业迅速发展的步伐，不能让学习者感受到充分的满足，也不能体现学校的教育特色与学术水平。

鲁迅先生提倡首先"拿来"，然后加以辨别、去粗取精的"拿来主义"，这套自编教材

所采取的正是这种做法，就像蜜蜂采蜜，先采集来百样的花粉，再酿就自己的香蜜，健壮自己的肌体。教材的作者，全部是我校高职学院的教师，他们有丰富的中职、高职教学、研究及相关经历，既海纳百川，从善如流，对此前各版教材的特点，有着较为深切的了解和把握，同时又对宁夏作为回族自治区的医疗卫生条件、医疗卫生队伍所呈现的特性具有精准的体会和把握，编写的教材坚持了贴近区情、贴近岗位、贴近学生，以能力为本位，以服务为宗旨，以就业为导向，以岗位需求为标准，深入浅出，富于独创性与适用性。所以，由他们充任编者的这套教材，我想是有较高的质量保证的。

本套教材的出版，之所以如此令人振奋，还因为这是期待已久的、我校第一线教师们精心的付出，是他们对学校适应地区经济社会需要、更好地发挥多层次办学优势，培养“下得去、留得住”的医疗卫生人才，切切实实推动地区医疗卫生水平、质量提高，尤其是对卫生职业教育教学服务性、实践性的思考与追求的独立表达。当我发现在关于卫生职业的教育理念上，我与本套教材的编者有相通之处，自有一种志同道合的欣喜感；而当我进一步发现，编者们的思考有许多属于他们各自的独立创造与开拓，更是感到由衷的喜悦与欣慰。而且我知道，像这样的已经或准备发出自己的声音并在努力探索实践更有针对性更优质的本专科医学教育、科研的教师，其数量绝对不少。我赞成有些学者所坚持的“送去主义”，即把自己教育教学、学术研究中所生产出的优秀成果主动向外传播，以利于其他同类院校及社会各界了解学校、了解学校的教育理念及学术特色。我们编写自己的教材，应该是送去我们自己的精品，促进相关的交流与发展。这正是这套教材的独特价值所在：春天的第一枝新绿已然泛出，学校乃至宁夏地区高等医学教育花园的烂漫时节必不远了。

我校对医疗卫生教育界、学术界的奉献绝不会止于这部作品，更加辉煌的未来是可以预期的。我为本套教材的出版鼓掌，更为学校的未来祝福。

2009 年 7 月

目 录

Mu Lu

第一章　绪论 …… 001

第二章　物质结构和元素周期律 …… 005

第一节　原子的结构 …… 005

第二节　元素周期律和元素周期表 …… 010

第三节　化学键 …… 016

第四节　分子的极性和氢键 …… 018

第五节　配位化合物 …… 020

第六节　氧化还原反应 …… 023

第三章　元素性质及化合物 …… 026

第一节　卤素 …… 026

第二节　氧族元素 …… 037

第三节　氮族元素 …… 048

第四节　碱金属 …… 058

第五节　碳族和硼族元素 …… 062

第四章　溶液 …… 073
第一节　物质的量 …… 073
第二节　胶体溶液及高分子溶液 …… 079
第三节　溶液的浓度 …… 084
第四节　溶液的渗透压 …… 091

第五章　电解质溶液 …… 096
第一节　弱电解质电离平衡 …… 096
第二节　溶液的酸碱性 …… 099
第三节　盐类的水解 …… 100
第四节　缓冲溶液 …… 101

第六章　有机化合物概述 …… 104

第七章　烃 …… 108
第一节　烷烃 …… 108
第二节　不饱和烃 …… 112
第三节　闭链烃 …… 115

第八章　醇、酚、醚 …… 119
第一节　醇 …… 119
第二节　酚 …… 124
第三节　醚 …… 126

第九章　醛和酮 …… 128
第一节　醛和酮的结构、分类和命名 …… 128
第二节　醛和酮的性质 …… 130
第三节　重要的醛和酮 …… 131

第十章　羧酸及取代羧酸 …… 134
第一节　羧酸 …… 134
第二节　羟基酸和酮酸 …… 140

第十一章　酯和脂类 …… 148
第一节　油脂 …… 148
第三节　类脂 …… 151

第十二章　有机含氮化合物 …… 154
第一节　硝基化合物 …… 154
第二节　胺 …… 157

第十三章　杂环化合物和生物碱 …… 164
第一节　杂环化合物 …… 164
第二节　生物碱 …… 169

第十四章　糖类 …… 172
第一节　单糖 …… 173
第二节　二糖 …… 176
第三节　多糖 …… 178

第十五章　氨基酸和蛋白质 …… 183
第一节　氨基酸 …… 183
第二节　蛋白质 …… 186

化学实验 …… 189
实验一　化学实验基本操作 …… 194
实验二　溶液的配制和稀释 …… 196
实验三　卤素及同周期、同主族元素性质的递变 …… 198
实验四　胶体溶液的性质 …… 199
实验五　电解质溶液 …… 200
实验六　醇和酚的性质 …… 202
实验七　醛和酮的性质 …… 203
实验八　羧酸的性质 …… 204
实验九　糖的性质 …… 205
实验十　胺和酰胺 …… 206

实验十一　蛋白质的性质 …… 207

附录 …… 209
附录一　常用元素的原子量 …… 209
附录二　常用酸碱溶液的浓度(15℃) …… 210
附录三　常用有机试剂的配制 …… 210
元素周期表 …… 212

后记 …… 213

第一章　绪论

学习目标

1. 医用化学研究的对象，化学的发展历程
2. 化学和医学的关系，学习化学的方法

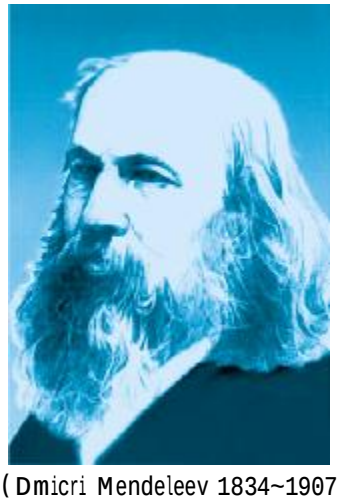
一、化学研究的对象

化学是一门自然科学，其研究对象是物质的变化规律。也就是说，化学是研究物质的组成、结构、性质及其变化规律和变化过程中能量关系的科学。它是通过实验观察来认识物质的结构、性质、及其变化规律，揭示物质结构和性质的关系，同时总结规律，并将这些规律应用于社会实践，推动科学技术进步，已达到人类认识自然、利用自然、改造自然的目的。化学在国民经济、科学技术发展规划中占有重要地位，属于重点发展的基础学科之一。

二、化学的发展过程

化学的发展历史大致可以分为三个时期。

十七世纪后半叶到十九世纪末为近代化学时期。这一时期，元素学说和原子-分子论、酸碱电离理论等理论的相继提出，为物质结构的研究奠定了基础。特别是元素周期律被发现之后，人类对物质结构与性质的关系的认识已经达到了前所未有的高度，以物质结构和元素周期律为基础，形成了近代无机化学理论体系。同时，碳原子的四面体结构、苯的六元环结构被认定，价键理论建立并完善。随着草酸、尿素等一大批有



（Dmicri Mendeleev 1834~1907
俄国化学家门捷列夫）

随堂记录

机化合物合成成功，对有机化合物组成、结构、性质及变化规律的研究更加深入，有机化学学科被确立。相对原子质量的测定和对化学物质定量分析的需求，促进了分析化学的发展。借助于近代物理学的成就，以研究化学反应机制，反应中的能量变化，反应速率理论，物质性质与微观结构为主要内容的物理化学也快速发展起来。至此，无机化学、有机化学、分析化学和物理化学四大基础学科相继建立。经历了千百年的实验、探索，化学实现了从实验到理论的重大历史性飞跃，真正被确立为一门独立的学科。

1869年门捷列夫在继承和分析了前人工作的基础上，对大量实验事实进行了订正、分析和概括，成功地对元素进行了科学分类。他总结出一条规律：元素（以及由它所形成的单质和化合物）的性质随着相对原子质量的递增而呈现周期性的变化。这就是元素周期。他还预言了一些未知元素的性质都得到了证实。但是由于时代的局限，门捷列夫揭示的元素内在联系的规律还是初步的，他未能认识到形成元素性质周期性变化的根本原因。

二十世纪，化学进入现代时期。这一时期无论是化学研究方法、实验技术、理论及应用方面都发生了更加深刻的变化。在物质的组成结构、反应合成和测试等研究领域，科学成果大量涌现，电子技术、x-射线的应用、量子理论的引入为结构化学提供了新的分析手段和理论指导。人造水晶、金刚石及高级半导、超导材料的合成，为各种超纯物质、新型材料及特殊化合物的合成提供了较大的发展空间。胰岛素、活性蛋白质、血红素和核酸的合成，标志着有机化学的发展达到了空前的高峰。随着科学技术的快速发展，四大基础学科已经容纳不下新物质的变化和发展，从而衍生出许多新的化学分支学科，如生物化学、药物化学、医用化学、材料化学、计算机化学等分支学科达100多种，且有越分越细的趋势。化学学科的发展与其他学科的发展关系越来越密切。进入二十一世纪，化学理论的发展与应用，必将有更大的发展，并创造更多更新的重大成果。

三、化学与医学的关系

医学的发展与化学学科的发展相互联系是十分密切的。人们对医学技术、药物疗效的期望，激励科学家不断用化学原理和手段对新疗法、新药品进行探索，不断创新。现代医学依赖化学、物理等学科的成果，从医学分科、临床护理、医学检验、医疗诊断、临床治疗等医学实践系统到医学理论体系的建立，都达到了相当高的水平。大量临床用药是用化学手段制取或提纯的。1800年英国化学家发现了一氧化二氮的麻醉作用。后来乙醚的麻醉效果也被发现，使无痛外科手术成为现实。在此基础上，普鲁卡因等结构复杂、具有特殊麻醉功能的一些新药被合成。进入二十世纪，德国医生

通过一种磺胺染料对细菌性败血症进行治疗。以此为开端，科学家经过多年努力制备了多种类型的磺胺类药物，从而开辟了医药学的抗生素新领域。通过对多种糖苷化学结构和药理特性的研究，从植物体中提取制成大量新药。阿司匹林的合成、各种疫苗的发现并应用于临床，使现代医学医疗技术手段越来越丰富，越来越先进。化学是药理学、临床医学、护理学的基础。进入二十一世纪，我们已经开始步入生物时代，以化学、生物学为基础发展起来的“克隆”技术，是化学与生物学理论与实践的结晶。世纪之交，各国共同合作人类基因组计划，完成了对人类基因组30亿碱基对的测序，创造了一项奇迹。在此基础上，通过对基因结构与功能的研究，必将为医药学和生命科学的发展带来质的飞跃，到那时，我们对于治疗疑难之症，保持健康已不再是理想和奢望。

总之，现代化学与现代医学的关系十分密切。医学的主要任务是研究人的生理、心理和病理现象发生的规律，寻求预防、诊断和治疗疾病的有效方法，以保证人类健康。医学理论、医学技术手段的提高与发展，需要化学理论的支持。

四、医用化学基础知识的内容与学习方法

医学的目的是为人类提供治疗疾病、维护健康服务的。而这种服务，必须以科学的医学理论，精湛的医疗技术、正确的医疗和护理方法为前提。护理医学是临床医学高度发展的产物，是随着医疗水平的不断提高，医学资源合理配置、合理分工的结果。走进护理专业，成为一名合格的白衣天使，终身从事临床护理工作，为患者解除病痛，是一项无上光荣伟大的事业，南丁格尔就是我们学习的榜样。

根据护理专业课程设置及专业课程理论教学范围，本着加强基础，服务专业的原则，依据中职护理专业人才培养目标，《医用化学基础》包括无机化学知识、有机化学知识和化学实验三个部分。

医用化学基础的学习方法;首先应该热爱所学专业。要明确学习目标，合理处理好内因与外因的辩证关系，增强学习积极性、主动性，变“要我学”为“我要学、我爱学”，增加学习动力，防止出现学习被动局面。

做好预习，认真听讲。听课中要紧跟教师思路，积极思考，产生共鸣。注意弄懂基本概念，基本原理，从老师提出问题，分析问题，解决问题的思路和方法中受到启发，学会学习方法。

处理好理解与记忆的关系。要学会运用归纳、分析、对比、迁移等学习方法，掌握概念、原理、公式的内涵、联系、区别、应用条件及使用范围，在理解基础上记忆，努力做到熟练掌握，灵活运用，融会贯通。

实验课是理解掌握课程内容，学习科学实验方法，培养操作技能的重要环节。实验

前，要做好实验预习，做到实验目的、原理明确，步骤、操作清楚，心中有数。实验完毕，根据实验记录，认真处理实验数据，分析实验现象和问题，得出正确结论，写好实验报告。通过实验，培养严谨求实的工作作风，提高综合素质。

把握课程理论体系，通过练习能够培养独立思考及分析，解决问题的能力，养成自主学习习惯，培养终身学习的能力。

第二章　物质结构和元素周期律

学习目标

1. 掌握元素周期律的实质及元素周期表(长式)的结构(同期族)
2. 理解共价键、配位键、离子键的形成过程
3. 认识医学中常用的氧化剂和还原剂

卤素化学性质有规律的递变,说明物质的性质与其结构有着密切的关系。构成物质的微粒有分子、原子和离子等,只有进一步学习这些微粒的组成和性质,以及反映元素内在联系的元素周期律,才能更深刻地认识物质世界内部的规律。

第一节　原子的结构

一、原子的组成和同位素

(一)原子的组成

原子由带正电荷的原子核和带负电荷的电子构成。原子核所带的正电量和核外电子所带的负电量相等,整个原子是电中性的。

原子核位于原子的中心,占有很小的体积*。原子核由质子和中子构成。每个质子带1个单位的正电荷,中子不带电,因此,核电荷数由质子数决定。按核电荷数由小到大的顺序给元素编号,所得的序号称为该元素的原子序数。显然,原子序数在数值上等于这种原子的核电荷数。

在原子中存在以下关系:

原子序数=核电荷数=核内质子数=核外电子数

* 原子核的半径是原子的万分之一,它的体积只占原子体积的几千亿分之一。

随堂记录

例如，第8号元素是氧，氧原子的核电荷数为8，原子核内有8个质子，核外有8个电子。

因为质子和中子的质量都很小，所以通常用它们的相对质量。质子和中子的相对质量都取近似整数值为1。由于电子的质量更小，可以忽略不计，因此，原子的质量主要集中在原子核上。可以认为，原子的质量就是质子和中子的质量总和。将原子核内所有质子和中子的相对质量取近似整数值相加，所得的数值称为原子的质量数，用符号A表示，中子数用符号N表示，质子数用符号Z表示。

质量数A=质子数Z+中子数N

若以代表质量数为A，核电荷数为Z的某原子，则构成原子的微粒之间的关系表示如下：质子数

$$\text{原子}\ {}^{A}_{Z}\mathrm{X}\begin{cases}\text{原子核}\begin{cases}\text{质子数}\\ \text{中子数}N=A-Z\end{cases}\\ \text{核外电子}\end{cases}$$

例如，${}^{37}_{17}\mathrm{Cl}$ 表示氯原子的质量数为37，质子数为17，中子数为20，核外电子数为17，氯是第17号元素。

原子失去电子成为阳离子，原子得到电子成为阴离子。因此，同种元素的原子和离子间的区别是核外电子数不同。

例如，${}^{23}_{11}\mathrm{Na}^{+}$表示钠离子的质量数为23，质子数为11，中子数为12，核外电子数为10，钠是第11号元素。

${}^{19}_{9}\mathrm{F}^{-}$表示氟离子的质量数为19，质子数为9，中子数为10，核外电子数为10，氟是第9号元素。

（二）同位素

元素是具有相同核电荷数（即质子数）的同一类原子的总称。也就是说，同种元素原子的质子数相同。若在同种元素原子的原子核里含有不同数目的中子时，就形成同种元素的多种原子。例如，氢元素有三种不同的原子，氕（${}^{1}_{1}\mathrm{H}$）、氘（${}^{2}_{1}\mathrm{H}$）、氚（${}^{3}_{1}\mathrm{H}$）*，它们原子核内都只有1个质子，但中子数不同，分别为0、1、2，是质量不同的三种氢原子。这种质子数相同，中子数不同的同种元素的不同原子互称为同位素。

大多数元素都有同位素。上述${}^{1}_{1}\mathrm{H}$、${}^{2}_{1}\mathrm{H}$、${}^{3}_{1}\mathrm{H}$是氢元素的三种同位素；碳元素有${}^{12}_{6}\mathrm{C}$、${}^{13}_{6}\mathrm{C}$、${}^{14}_{6}\mathrm{C}$等同位素，其中就是我们把它质量的$\frac{1}{12}$作为相对原子质量标准的碳原子，通

* 氕音 piē、氘音dāo、氚音chuān。

常称为碳-12；碘元素有$^{127}_{53}I$、$^{131}_{53}I$等同位素；钴元素有$^{59}_{27}Co$、$^{60}_{27}Co$等同位素。同一元素的各种同位素原子，它们的核电荷数（质子数）相等，核外电子数相等，而中子数不等，质量数不等，它们物理性质上有差异，而化学性质几乎完全相同。

同位素又可分为稳定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射线（如α、β、γ射线），这种性质称为放射性。放射性同位素又可分为天然放射性同位素和人造放射性同位素。

同位素 { 稳定同位素；放射性同位素 { 天然放射性同位素；人造放射性同位素 }

放射性同位素的原子放出的射线，可以用适当的仪器探测，测定出它们的踪迹。因此，放射性同位素在科学研究和医学上被广泛应用。例如，测定$^{14}_{6}C$的含量能推算文物或化石的“年龄”；根据$^{131}_{53}I$被甲状腺吸收的量来确定甲状腺的功能；利用$^{32}_{15}P$来鉴别乳腺的良性或恶性肿瘤等。此外，在医学上利用放射性对组织细胞的破坏作用来治疗疾病。例如$^{60}_{27}Co$放出的射线能深入组织，对癌细胞有破坏作用。近年来，放射性同位素的应用得到迅速发展，如放射性同位素扫描，已成为诊断脑、肝、肾、肺等病变的一种安全简便的方法。

二、原子核外电子的排布

（一）核外电子的分层排布

电子是质量很小、带1个单位负电荷的微粒，它在原子微小的空间（直径约$10^{-10}m$）内绕原子核高速运动，其运动状态是很复杂的。科学研究证明，在含多个电子的原子里，电子的能量并不相同，能量低的电子通常在离核近的区域运动，能量高的通常在离核远的区域运动。为了区分在不同区域内运动的电子，常形象地用电子分层运动来表示它们离核的远近。

能量最低、离核最近的称为第1电子层；离核稍远、能量稍高的称为第2电子层。由里向外以此类推，称为第3、4、5、6、7电子层。也可依次称为K、L、M、N、O、P、Q层。这样，就可以看作是电子在能量不同的电子层上绕核作高速运动。

核外电子的分层运动，又称为核外电子的分层排布。第1~20号元素原子的核外电子排布情况见表2-1。

（二）核外电子排布的规律

从表2-1可以看出，原子核外电子分层排布有一定的规律。