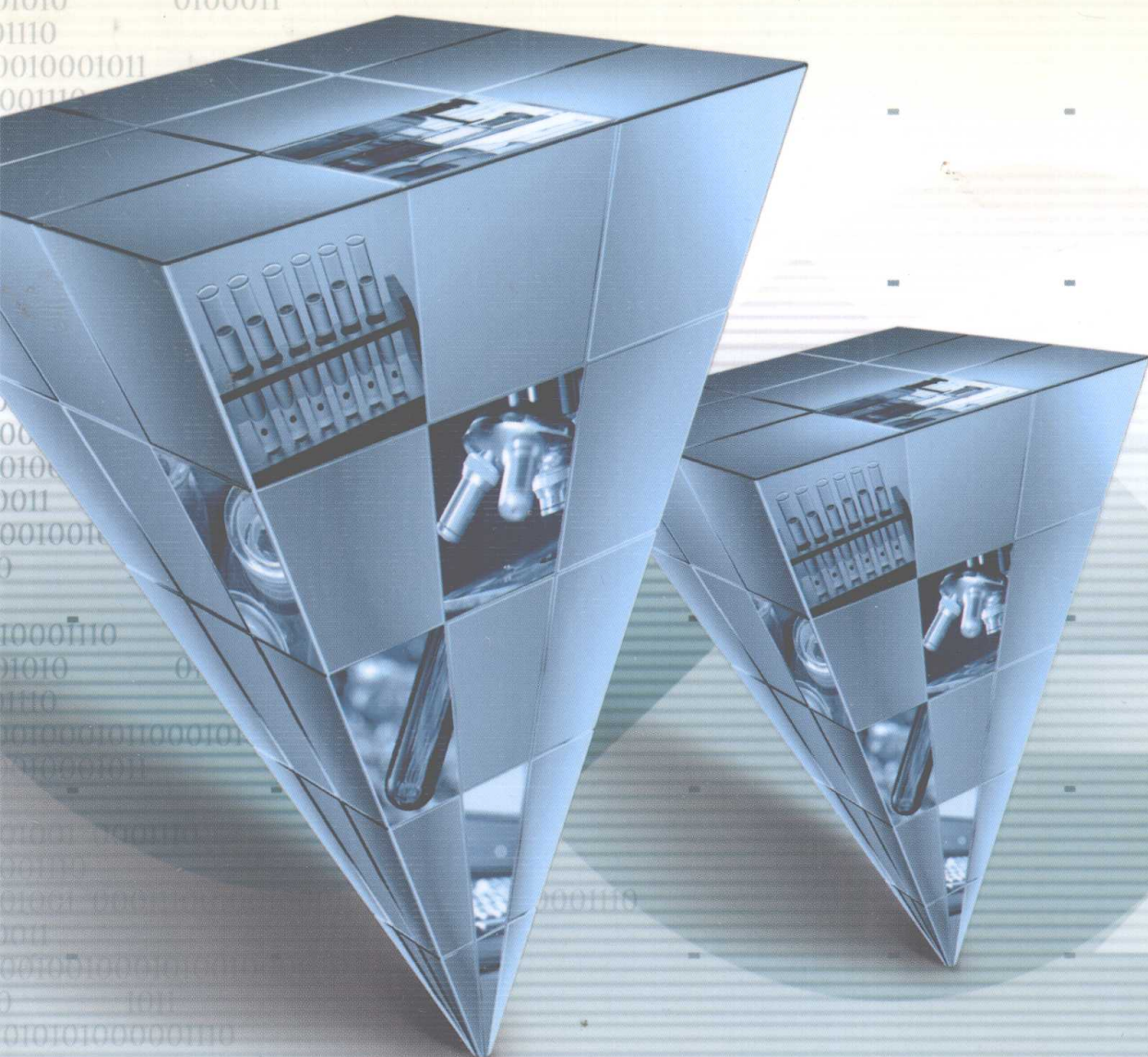


中等职业学校公共课教学用书

化学

(医药卫生类)

丛书主编 刘欣 主编 商传宝



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

中等职业学校公共课教学用书

化 学

(医药卫生类)

丛书主编 刘 欣

主 编 商传宝

副 主 编 唐智宁

张姝娜

李彩云

電子工業出版社.

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本教材以教育部颁布的《中等职业学校医药卫生类专业化学教学大纲》为指导,结合中等职业学校医药卫生类专业特点编写。主要内容有:原子结构和化学键,溶液的浓度,常见非金属、金属单质及其化合物,化学反应速率与化学平衡,电解质溶液,烃,烃的衍生物,糖类、脂类和蛋白质,高分子化合物和化学实验。教材内容紧密结合医学实践,同时穿插一些内容精致并与医学和生活相关的链接,旨在拓宽学生的视野,增强学习的趣味性。

本教材适用于中等职业学校医药卫生类专业化学教学外,也可供其他中等职业学校及有关人员培训化学知识使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

化学:医药卫生类/商传宝主编. —北京:电子工业出版社,2009.8
ISBN 978-7-121-09394-4

I. 化… II. 商… 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 135218 号

策划编辑:施玉新

责任编辑:李光昊

印 刷: 北京京师印务有限公司
装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 10.75 字数: 274 千字 彩插: 2

印 次: 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 22.00 元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

编委名单

主 编 商传宝

副主编 唐智宁 张姝娜 李彩云

编 者 (以姓氏汉语拼音为序)

陈佩丽 陕西省西安卫生学校

李彩云 天津医学高等专科学校

刘雅俐 山东省济南卫生学校

曲丽雯 山东省青岛卫生学校

商传宝 山东省淄博职业学院

唐智宁 江苏省南京卫生学校

杨智英 湖南省长沙卫生学校

张姝娜 河北省廊坊卫生学校

前言

化学是中等职业学校医药卫生类专业学生的一门主要的限定选修课。它的任务是使学生认识 and 了解与化学有关的自然现象和物质变化的规律,获得生产和生活所需要的有关化学方面的基础知识、基本技能和基本方法,养成严谨求实的科学态度,从而提高学生的科学素养和综合职业能力,为学生的职业生涯发展和终身学习奠定基础。

本教材以教育部颁布的《中等职业学校医药卫生类专业化学教学大纲》为指导,根据“以服务为宗旨,以就业为导向,以能力为本位,以学生为主体”的职业教育理念,在突出实用性、适用性、先进性、职业性、开放性的基础上,力求体现以下几个特点:

1. 在教材内容上,尽可能从学生的生活经验和社会发展的现实中取材,充分体现化学与生活、专业的联系,以激发学生学习的兴趣。对比较抽象或理论性比较强的内容弱化理论深度,突出原理本身的内容及其在生产和生活中的具体应用。书中标有*号部分为拓展内容,是满足学生个性发展和继续学习需要的任意选修内容。

2. 在编写体例上,教材在每一章的开始和最后都设计了本章学习要点、复习与提示、复习题,使学生一目了然,有利于知识的理解 and 应用。在每一节的内容中根据知识点适当设计了课堂讨论、实践活动、相关链接等栏目,目的是坚持以学生为中心的教育理念,注重理论与实验相结合,培养学生利用所学的化学知识分析和解决生产和生活中的问题,提高学生综合职业能力和可持续发展能力,增强学生的就业竞争力。

3. 在教材形式上,多用图片、表格等,力求图文并茂,加强直观教学,帮助学生理解,培养学生的观察能力和思维能力。

本教材由淄博职业学院商传宝担任主编,江苏省南京卫生学校唐智宁、河北省廊坊卫生学校张姝娜、天津医学高等专科学校李彩云担任副主编。本教材各章节编写人员是:商传宝(绪论、第4章),山东省青岛卫生学校曲丽雯(第1章),李彩云(第2章、第3章),陕西省西安卫生学校陈佩丽(第5章),张姝娜(第6章、第7章),唐智宁(第8章),山东省济南卫生学校刘雅俐(第9章第1节、第3节),湖南省长沙卫生学校杨智英(第9章第2节、第10章)。

本教材在编写过程中得到了电子工业出版社领导及编辑们的悉心指导,得到了参编院校的支持与帮助,在此致以衷心的感谢!并对本书所引用文献资料的原作者深表谢意。

为了适应中等职业教育发展的需要,使教材更加贴近学生、贴近社会、贴近岗位,我们在编写体例及内容方面做了一点尝试,但由于编者水平有限,难免有不妥之处,敬请使用本教材的老师和同学批评指正。

编者
2009年7月

目 录

绪论	1
第 1 章 原子结构和化学键	4
1.1 原子结构	4
1.2 元素周期律和元素周期表	7
1.3 化学键	12
复习与提示	13
复习题	14
第 2 章 溶液的浓度	15
2.1 物质的量	15
2.2 浓度	18
复习与提示	21
复习题	22
第 3 章 常见非金属单质及其化合物	24
3.1 非金属单质	24
3.2 非金属的气态氢化物	27
3.3 非金属氧化物及含氧酸	29
3.4 *用途广泛的无机非金属材料	32
3.5 氧化还原反应	33
复习与提示	34
复习题	34
第 4 章 化学反应速率与化学平衡	36
4.1 化学反应速率	36
4.2 化学平衡	39
复习与提示	42
复习题	43
第 5 章 电解质溶液	45
5.1 弱电解质的电离平衡	45
5.2 水的离子积和溶液的 pH	47
5.3 离子反应和盐的水解	50

5.4 胶体	52
5.5 溶液的渗透压	55
5.6 缓冲溶液	59
复习与提示	60
复习题	61
第6章 常见金属单质及其化合物	64
6.1 金属单质	64
6.2 金属的氧化物和氢氧化物	67
6.3 重要的盐	68
6.4 *用途广泛的金属材料——几种常见合金	70
复习与提示	71
复习题	72
第7章 烃	74
7.1 有机化合物概述	74
7.2 甲烷——烷烃	77
7.3 乙烯、乙炔——不饱和链烃	80
7.4 闭链烃	83
复习与提示	86
复习题	87
第8章 烃的衍生物	90
8.1 乙醇和甘油	90
8.2 苯酚和甲酚	93
8.3 乙醚	95
8.4 乙醛和丙酮	96
8.5 羧酸	99
8.6 胺和酰胺	104
8.7 杂环化合物和生物碱	108
复习与提示	111
复习题	112
第9章 糖类、脂类和蛋白质	114
9.1 糖类	114
9.2 脂类	122
9.3 蛋白质	127
复习与提示	135
复习题	136

第 10 章 高分子化合物	138
复习与提示	143
复习题	143
实验部分	144
实验一 化学实验基本操作	146
实验二 一定物质的量浓度溶液的配制和稀释	148
实验三 溶液 pH 的测定	149
实验四 缓冲溶液的配制	150
实验五 重要有机化合物的性质	151
实验六 糖、油脂和蛋白质	153
探究实验一 同周期或同主族元素性质的递变规律	154
探究实验二 影响化学反应速率和化学平衡的主要因素	155
探究实验三 几种未知物质的鉴定	157
探究实验四 肥皂的制备	158
附录 A 常用酸碱的相对密度、浓度及配制方法	159
附录 B 国际单位制(SI)的基本单位	160
附录 C 部分酸、碱和盐的溶解性(20℃)	161
复习题中选择题参考答案	162
参考文献	163
元素周期表	

绪 论

本章学习要点

- 了解化学及其发展简史和我国在化学方面取得的主要成就。
- 了解化学与人类生活的关系和学习化学的方法。

一、化学及其发展简史

世界上存在着形形色色的万物和多种多样的现象,不管它们有多大的差别,但有一点是完全相同的,即它们都是客观存在的物质。物质都处在不断地运动和变化之中。例如,金属的生锈、岩石的风化、塑料和橡胶制品的老化、人的生老病死,等等。化学就是以物质作为研究对象,主要探索物质的组成、结构、性质、应用及其合成,从而不断认识自然,利用自然和改造自然,提高人们的物质生活水平,促进社会的和谐发展。

化学是一门历史悠久并在近现代获得持续发展的基础科学。在 17 世纪中叶以前,化学作为一门科学尚未诞生,这个时期的主要特点是以实用为目的的具体工艺过程,例如制作陶瓷器、冶炼金属、制造火药、造纸、染色、酿酒等。

17 世纪后半叶到 19 世纪末,化学进入了繁荣时期。1661 年,英国化学家、物理学家波义耳提出化学元素的概念,这标志着近代化学的诞生。1771 年,法国化学家拉瓦锡提出燃烧是氧化过程的重大化学理论,使近代化学取得了革命性的进展。1803 年,英国化学家、物理学家道尔顿提出原子学说,为近代化学的发展奠定了坚实的基础。意大利科学家阿佛加德罗引入了“分子”的概念,创立了“原子-分子论”,成为近代化学理论的基础。1869 年,俄国化学家门捷列夫发现元素周期律,把化学元素及其化合物纳入一个统一的理论体,这是近代化学的重大里程碑。这一时期,化学从经验上升到理论,才真正被确立为一门独立科学,并且出现了无机化学、有机化学、分析化学和物理化学四大基础化学学科。

19 世纪末 20 世纪初,化学借助近代物理学的发展,特别是电子、放射性、X 射线的发现,证明了原子的可分性,打开了探索原子和原子核结构的大门,以量子力学为基础的原子结构和分子结构理论揭示了微观世界的奥秘,使化学在研究内容、研究方法、实验技术和应用等方面取得了长足的进步和深刻的变化,化学的发展迈入了现代化学时期。化学在原有的四大基础化学学科的基础上又衍生出许多分支,如高分子化学、核化学、仪器分析、结构化学等。

今天,化学已被公认为是一门中心科学,成为生命科学、材料科学、环境科学和能源科学的重要基础,成为推进现代社会文明和科学技术进步的重要力量,并且在解决人类面临的一系列危机,如环境危机、能源危机和粮食危机等方面做出了积极的贡献。

二、我国在化学方面取得的主要成就

我国是世界上文明出现最早的国家之一,在化学发展史上也是成果辉煌,长期处于世界前列。汉代的造纸术、唐代的火药,以及汉唐以来的制瓷技术,堪称中国古代化学工艺的三大发明,这些发明标志着我国古代劳动人民对化学的产生和发展做出了主要贡献。明代著名

医药学家李时珍在他的《本草纲目》中，曾详细地论述了数百种单质和化合物的特征和制备方法。20 世纪 40 年代，我国著名化学家侯德榜独创的“侯氏制碱法”，不仅打破了外国技术的垄断，而且在工艺和设备上还结合我国国情做了重大改革，为振兴我国的制碱工业立下了不朽的功劳，在世界上引起重大反响。1965 年，我国首先用化学方法合成了具有生物活性的结晶牛胰岛素，为蛋白质合成做出了重要贡献。1990 年，我国在世界上首次观察到 DNA 的变异结构——三链辫态缠绕片断，在生命科学领域取得重大进展。2000 年，我国科学家加入了国际人类基因组计划，为了一个伟大的目标而奋斗，即能在 21 世纪完全将 10 万条基因分离，从而搞清其结构与功能，使人类彻底认识生命的本质，开展基因治疗，继而攻克癌症。



维生素 C 的“二步发酵法”

维生素 C 又称抗坏血酸，是维持人体正常活动不可缺少的营养物质。它不仅作为重要的医药产品用于治疗多种疾病，也广泛用于食品、饲料及化妆品中。维生素 C 最早的生产方法是 1933 年德国人发明的“莱氏化学法”，这种方法不仅有大量有毒气体和“三废”的产出，而且对生产环境有严格的防火防爆安全要求。我国于 20 世纪 70 年代由中科院微生物所等单位联合研究发明的生产维生素 C 的“二步发酵法”，由生物氧化代替“莱氏化学法”的化学氧化，具有污染小、成本低等优点，使维生素 C 成为我国首个具有自主知识产权的原料药，也是目前中国原料药行业唯一可以主导国际市场价格的产品。现在已形成了有维生素 C“四大家族”之称的东北制药、华北制药、石药集团、江山制药为龙头的生产企业，我国已成为世界上最大的维生素 C 生产国和出口国。这些成就的取得，“二步发酵法”功不可没。

三、化学与人类生活

随着生产力的发展，科学技术的进步，化学与我们的生活越来越密切，在我们的生活中处处都会用到化学。首先，化学知识能帮助我们解决生活中的许多问题，为人类正确认识自然，保护生态环境，促进可持续发展做出贡献。其次，将化学知识应用于生产，可以满足人们日益增长的物质和文化的需要。如各种染料、食品、药品、化妆品、洗涤剂 and 建筑装饰材料等，它们的生产，无不与化学有关。但新技术、新产品在给人类带来乐趣和舒适生活的同时，也造成了日益严重的环境问题，这些问题必须依靠化学知识来解决。

化学与医学的关系极为密切。早在 16 世纪，欧洲化学家就提出要为医治疾病而制造药物。比如麻醉药物的发展，从最初的一氧化二氮应用于拔牙，麻醉乙醚应用于外科手术，再到从野生植物古柯叶中提取分离具有麻醉作用的可卡因，并在可卡因基础上进行结构修饰得到疗效更好的局部麻醉药普鲁卡因、利多卡因等，无不体现着化学的重要作用。正是由于现代化学的不断发展，促进了新药的合成及使用，使临床所用的药物疗效越来越好，毒副作用尽可能越来越小，从而更有益于我们的身体健康。

医学离不开化学，二者的关系主要表现在以下几个方面：①人体的一切生理现象都和体内的化学变化有关。生命的过程是人体对营养成分的消化、吸收和利用，对无用成分（包括有害成分）的分解和排泄等，时时刻刻都在发生着化学变化。②利用化学的知识和技能可以帮助预防和诊断疾病。食品分析、卫生防疫、职业病防治、人体体液成分的分析化验、医技

检查方法等，都离不开化学知识和技能。③治疗疾病的药物本身就是化学物质。药物的化学结构和性质决定着药物的药理和毒理性质，以及药物与受体之间的作用部位等，以便合理用药，降低毒副作用；有时掌握药物各成分的理化性质，妥善储藏，可保证药物质量，提高疗效。④现代医学的研究和发展更离不开化学。应用化学知识对医用材料和人造器官的研制与应用有积极的推动作用。此外，相信在化学理论的指导下，癌症和艾滋病两大医学难题，也一定能够解决。

四、学习化学的方法

怎样才能学好化学呢？第一，要有兴趣和信心。虽然每个同学的基础和条件不一样，但是只要怀着浓厚的兴趣和自信心，主动发现，大胆试验，总结规律，就会在化学学习的道路上一帆风顺。第二，要理解和记忆相结合。学好化学，记忆是关键，要在理解的基础上加强记忆，不能只满足于听懂，同时还要多做练习，这样可加深理解和记忆。第三，要重视实验。化学是一门以实验为基础的学科，实验和理论是化学研究中相互依赖、彼此促进的两个方面。因此，在学习要认真做好化学实验，善于观察和分析实验现象，提高对化学理论知识的理解和应用。第四，要培养良好的思维习惯。在化学学习中，对遇到的现象和问题要善于思考，思维活跃，多问几个为什么，培养自己的分析推理能力，为提高综合职业能力打下基础。

第 1 章 原子结构和化学键

本章学习要点

- 理解元素周期表中元素性质的递变规律及应用。
- 了解原子的组成、同位素及其应用，原子核外电子的排布规律，元素周期表的结构，离子键和离子化合物、共价键和共价化合物的基础知识。

自古以来人们一直在探索着自然的奥秘，而其中一个重要的方面是对物质微观结构的研究。物质微观结构的不同决定了它们具有不同的性质，因此要了解物质的性质、认识物质世界的变化规律，就必须了解物质的微观结构。

1.1 原子结构

一、原子的组成

“原子”这一术语是希腊文“不可分割”的意思。早在公元前 5 世纪，古希腊哲学家就曾经提出原子的概念，认为一切物质都是由不可分割的小微粒——原子构成。19 世纪初英国化学家道尔顿在总结前人经验的基础上提出了具有近代意义的原子学说。道尔顿的原子学说开创了化学的新时代，解释了很多物理、化学现象。该学说认为：分子可以分成原子，而原子不能再分。化学反应可以产生新的分子，但原子不变。因此，化学上把原子定义为：原子是化学变化中的最小微粒。道尔顿的原子学说使得人们在很长一段时间里认为原子是不可再分的。

然而，随后物理学上的一系列新发现，打破了这一看法，证明原子是可以再分的。通过科学家们的不断探索，大量实验证明，原子是由带正电的原子核和核外围绕它高速运动的带负电的电子构成。

原子由原子核和核外电子组成。由于原子核所带的正电量与核外电子所带的负电量相等，因此整个原子是中性的。原子很小，而原子核更小，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组成。质子带有一个单位的正电荷，中子不带电，因此，原子核所带的电荷数(核电荷数)是由质子数决定的。核电荷数的符号为 Z ，则：

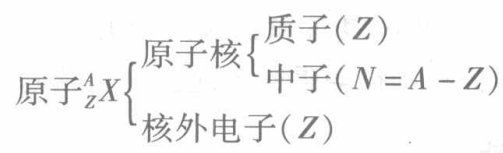
$$\text{核电荷数}(Z) = \text{核内质子数} = \text{核外电子数}$$

例如，氮元素的核电荷数为 7，原子核内有 7 个质子，核外有 7 个电子。

因为质子和中子的质量都很小，所以通常使用它们的相对质量。质子和中子的相对质量都取近似整数值 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。可以近似认为，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，则有：

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

如果以 A_ZX 代表质量数为 A ，核电荷数为 Z 的某原子，那么，构成原子的微粒之间的关系表示如下：



例如： ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ 表示氯原子的质量数为37，质子数为17，中子数为20，电子数为17。



请根据所学知识完成表1-1。

表 1-1 几种微粒的质子数、电子数、中子数和质量数

原子或离子	质子数 Z	核外电子数 Z	中子数 N	质量数 A
${}^{16}_8\text{O}$				
${}^{14}_6\text{C}$				
${}^{131}_{53}\text{I}$				
${}^{27}_{13}\text{Al}$				

二、* 同位素

具有相同核电荷数(即质子数)的同一类原子总称为元素。同种元素其原子的质子数相同，但中子数不一定相同。如氢元素就有三种不同的原子：氕(${}^1_1\text{H}$)、氘(${}^2_1\text{H}$)、氚(${}^3_1\text{H}$)，它们的中子数分别是0, 1, 2。像这种质子数相同、中子数不同的同种元素的不同原子互称为同位素。因为同位素的质子数相等，所以其化学性质几乎完全相同，在周期表中占同一位置。

大多数的天然元素都是由几种同位素组成的混合物。例如：铀元素有 ${}^{234}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 同位素；碘元素有 ${}^{127}_{53}\text{I}$ 、 ${}^{131}_{53}\text{I}$ 同位素；钴元素有 ${}^{59}_{27}\text{Co}$ 、 ${}^{60}_{27}\text{Co}$ 同位素；碳元素有 ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 、 ${}^{14}_6\text{C}$ 同位素。一般把 ${}^{12}_6\text{C}$ 质量的1/12作为相对原子质量的标准，称其为碳-12。

同位素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的 α 、 β 或 γ 射线，这种性质称为放射性，其原子被称为“示踪原子”。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。随着科学技术的发展，放射性同位素越来越被广泛地应用。例如， ${}^{131}_{53}\text{I}$ 被用于确定甲状腺功能， ${}^{60}_{27}\text{Co}$ 用于癌症的放疗， ${}^{235}_{92}\text{U}$ 是制造原子弹的材料和核反应堆的燃料，而通过测定 ${}^{14}_6\text{C}$ 的含量可以推算文物或化石的“年龄”。



“不流血的手术”

碘-131具有放射性，可用于治疗甲状腺亢进。这是因为碘-131进入人体后大部分蓄积在甲状腺内，碘-131在衰变过程中释放出 β 射线。该射线在甲状腺内射程仅2mm，它释放的能量可以破坏功能亢进的甲状腺组织，使肿大的甲状腺缩小，就像做了一次手术。所

以，碘-131 治疗甲亢被喻为“不流血的手术”。通过甲状腺激素测定、甲状腺功能检查、结合甲状腺大小和甲亢的不同程度让患者服用一定量的碘-131，使之破坏一部分功能亢进的甲状腺组织而又保留一部分正常甲状腺组织，达到治疗甲亢的目的。一般来说，通过碘-131 治疗，大部分患者甲亢症状和体征会得到迅速控制或治愈。

三、原子核外电子排布规律

1. 核外电子的分层排布

在含多个电子的原子中，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，能量高的电子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。离核最近、能量最低的称为第1 电子层；离核稍远、能量稍高的称为第2 电子层。以此类推，还有第3, 4, 5, 6, 7 等电子层。也可分别称为 K, L, M, N, O, P, Q 层等。这样，我们就可以将电子看做是在能量不同的电子层上绕核做高速运动。核外电子的分层运动，又称为核外电子的分层排布。表 1-2 列出了第 1~18 号元素原子的核外电子排布情况。

表 1-2 第 1~18 号元素原子的电子层排布

核 电 荷 数	元 素 符 号	元 素 名 称	各电子层的电子数			
			K	L	M	N
1	H	氢	1			
2	He	氦	2			
3	Li	锂	2	1		
4	Be	铍	2	2		
5	B	硼	2	3		
6	C	碳	2	4		
7	N	氮	2	5		
8	O	氧	2	6		
9	F	氟	2	7		
10	Ne	氖	2	8		
11	Na	钠	2	8	1	
12	Mg	镁	2	8	2	
13	Al	铝	2	8	3	
14	Si	硅	2	8	4	
15	P	磷	2	8	5	
16	S	硫	2	8	6	
17	Cl	氯	2	8	7	
18	Ar	氩	2	8	8	

2. 核外电子的排布规律

从表 1-2 可以看出，多电子原子的核外电子分层排布具有一定的规律性。

首先，通常情况下，核外电子总是尽先占据能量最低的电子层，然后由里向外，依次排在能量逐渐升高的电子层里。即电子尽先占据 K 层，排满 K 层后才进入 L 层，L 层排满后再进 M 层，以此类推。

其次，不同的电子层所能容纳的电子数目是各有限定的。各电子层最多容纳的电子数

为 $2n^2$ ：

$n = 1$	K 层	最多容纳的电子数为 $2 \times 1^2 = 2$ 个
$n = 2$	L 层	最多容纳的电子数为 $2 \times 2^2 = 8$ 个
$n = 3$	M 层	最多容纳的电子数为 $2 \times 3^2 = 18$ 个

再次，最外层电子数不能超过 8 个(K 层为最外层时不超过 2 个)；次外层电子数不超过 18 个；倒数第 3 层电子数不超过 32 个。

3. 核外电子排布的表示方法

化学上有多种方式表明原子核外电子的排布情况，最简单的是原子结构示意图。原子结构示意图用小圆圈表示原子核，圆圈内的 $+X$ 表示核电荷数，弧线表示电子层，弧线上的数字表示该电子层上的电子数。原子结构示意图简单明了，图 1-1 给出了 4 种元素的原子结构示意图。

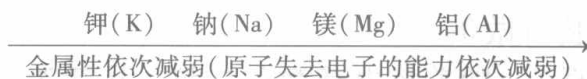


图 1-1 4 种元素的原子结构示意图

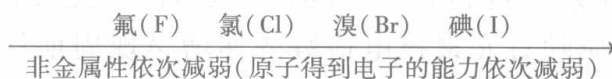
4. 原子结构与元素性质的关系

元素的性质与其原子的电子层结构有着非常密切的关系。稀有气体的原子最外层上有 8 个电子(氦的最外层电子为 2 个)，它们的化学性质稳定，一般不与其他物质发生化学反应。因此，通常认为最外层有 8 个电子(最外层是 K 层有 2 个电子)的结构是一种稳定结构。其他元素的原子都有得到或失去电子而使其最外层达到稳定结构的倾向。

如果元素原子最外层电子数少于 4，则在化学反应中比较容易失去电子，使次外层变为最外层，达到 8 个电子的稳定结构。通常把原子失去电子而变成阳离子的趋势称为元素的金属性。原子越容易失去电子，生成的阳离子越稳定，该元素的金属性就越强。例如：



如果元素原子最外层电子数多于 4，则在化学反应中比较容易得到电子，使最外层成为 8 个电子的稳定结构。通常把原子得到电子而变成阴离子的趋势叫做元素的非金属性。原子越容易得到电子，生成的阴离子越稳定，该元素的非金属性就越强。例如：



1.2 元素周期律和元素周期表

一、元素周期律

事物都是相互联系和具有内部规律的。表 1-3 列出了第 1~18 号元素原子的最外层电子数、原子半径、最高正价和负价以及元素的金属性和非金属性等性质。比较表中各项可以

发现，元素按核电荷数递增的顺序排列后，各种性质都发生了周期性的变化，即每间隔一定数目的元素后，又出现了与前面元素相类似的性质。

表 1-3 第 1~18 号元素性质的周期性变化

核电荷数	元素符号	元素名称	最外层电子数	原子半径 (10^{-10}m)	最高正、负化合价		金属性和非金属性
1	H	氢	1	0.37	+1		非金属元素
2	He	氦	2	—	0		稀有气体
3	Li	锂	1	1.52	+1		活泼金属元素
4	Be	铍	2	0.89	+2		金属元素
5	B	硼	3	0.82	+3		不活泼非金属元素
6	C	碳	4	0.77	+4	-4	非金属元素
7	N	氮	5	0.75	+5	-3	活泼非金属元素
8	O	氧	6	0.74		-2	很活泼非金属元素
9	F	氟	7	0.71		-1	最活泼非金属元素
10	Ne	氖	8	—	0		稀有气体
11	Na	钠	1	1.86	+1		很活泼金属元素
12	Mg	镁	2	1.60	+2		活泼金属元素
13	Al	铝	3	1.43	+3		金属元素
14	Si	硅	4	1.17	+4	-4	不活泼非金属元素
15	P	磷	5	1.10	+5	-3	非金属元素
16	S	硫	6	1.02	+6	-2	活泼非金属元素
17	Cl	氯	7	0.99	+7	-1	很活泼非金属元素
18	Ar	氩	8	—	0		稀有气体

因为测定稀有气体元素原子半径的依据与其他元素不同，所以，这里不做讨论。

随着元素核电荷数的递增，元素原子最外层电子数从 1 递增到 8(K 层最多为 2 个电子)，达到稳定结构。以后又会重复这种情况。

具有相同电子层数的原子，随着核电荷数的递增，原子半径由大逐渐变小。随着电子层数增多，原子半径明显增大。

元素最高正化合价周期性地从 +1 价依次递变到 +7 价(氧、氟例外)；非金属元素的负价周期性地从 -4 价依次递变到 -1 价。并且，非金属元素的最高正价与负价绝对值之和等于 8。稀有气体元素的化合价看做 0。

具有相同电子层数的原子，随着核电荷数的递增，从活泼金属开始，元素的金属性逐渐减弱，非金属性逐渐增强，到活泼的非金属(卤素)，最后是 8 电子稳定结构的稀有气体。

如果对 18 号以后的元素也进行讨论，同样会发现，还会出现类似的周期性变化规律。由此可得：元素的性质随着元素核电荷数的递增呈现周期性变化的规律，叫做元素周期律。

元素周期律深刻揭示了原子结构和元素性质的内在联系，元素性质的周期性变化是元素原子核外电子排布的周期性变化的必然结果。还应指出，元素性质的这种周期性变化，并不是简单地、机械地重复，而是在相似性上的发展和运动。

二、元素周期表

根据元素周期律，把已知的 112 种元素排列成的表格叫做元素周期表。元素周期表是元

素周期律的具体表现形式，它反映了元素之间相互联系的规律性。

1. 元素周期表的结构

(1) 周期

元素周期表有 7 个横行，每个横行都是由电子层数相同而又按照元素核电荷数递增顺序排列的一系列元素，每个横行称为一个周期，即 7 个周期。依次用 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 数字来表示。周期的序数就是该周期元素原子具有的电子层数。

各周期里元素的数目不完全相同。第 1 周期只有 2 种元素，第 2, 3 周期各有 8 种元素，此 3 个周期因含元素较少被称为短周期。第 4, 5 周期各有 18 种元素，第 6 周期有 32 种元素，这 3 个周期被称为长周期。第 7 周期尚未填满，称为不完全周期。

(2) 族

周期表有 18 纵列，除 8, 9, 10 三列称为第 VIII 族外，其余 15 列各为一族。族又分为主族和副族。由短周期元素和长周期元素共同构成的族称为主族；完全由长周期元素构成的族称为副族。族序数用罗马数字 I, II, III, IV, V, VI, VII 表示。主族元素在族序数后面标一个 A，如 IA、IIA、IIIA…；副族元素在族序数后面标 B，如 IB、IIB、IIIB…；稀有气体被称为 0 族。主族元素的最高正化合价等于该主族元素的族序数，等于最外层电子数。

课堂讨论

某主族元素核外有 3 个电子层，最外层有 5 个电子，请问它位于周期表中第几周期、第几主族？核内有多少个质子？

2. 元素周期表中元素性质的递变规律

在了解周期表的结构后，可以进一步研究周期表内元素性质的递变规律。通常元素金属性和非金属性的强弱可由下列化学性质来判断：

元素金属性的强弱 { 元素的单质跟水或酸起反应，置换出氢气的难易
元素最高价氧化物的水化物(氢氧化物)碱性的强弱

元素非金属性的强弱 { 元素的单质跟氢气反应，生成气态氢化物的难易
元素最高价氧化物的水化物(含氧酸)酸性的强弱

(1) 同周期元素性质的递变规律

实践活动

进行下列实践活动，探究钠、镁、铝单质的金属性强弱。

【实践活动 1】在一只 250ml 烧杯中加入适量水，在水中滴加 2 滴酚酞溶液，切取绿豆大小的一小块金属钠，用滤纸吸干表面的煤油。将金属钠投入烧杯中，如图 1-2 所示，观察并记录现象。

【实践活动 2】将已用砂纸打磨除去氧化膜的一小段镁条放入试管中，向试管中加入适量水，再向水中滴加 2 滴酚酞溶液，观察现象。然后加热试管，观察并记录现象。

【实践活动 3】在两支试管中，分别放入已用砂纸打磨除去氧化膜的一小段镁条和一小块