

农村社区医学教材



张友楚 主编

医用化学

浙江科学技术出版社

责任编辑:卜际平

封面设计:潘孝忠

农村社区医学教材

医用化学

农村社区医学专业
供 中等医学自学考试 使用
乡村医生专业

第 一 版

主编 张友楚

编者 王宗韩 张友楚
张 杰 高金水

*

浙江科学技术出版社出版

杭州富春印务有限公司印刷

浙江省新华书店发行

*

开本 787×1092 1/16 印张 9.75 字数 242 000

1997 年 9 月第 一 版

1997 年 9 月第 一 次印刷

ISBN 7-5341-1073-4/R · 175(课)

定 价:13.50 元

前 言

《农村社区医学教材》的编写旨在培养德、智、体、美、劳全面发展的农村卫技人员,为实现“2000年人人享有卫生保健”的目标作出贡献。

《农村社区医学教材》以辩证唯物主义和历史唯物主义思想为指导,运用理论联系实际的方法,更好地适应了医学模式转变的需要和我国农村社会主义精神文明和物质文明建设的需要;教材切合农村初级卫生保健和农村卫技人员的实际,体现全科医学以个人为中心、以家庭为单位、以社会为范畴、以预防为导向的特点;同时体现了自学考试和乡村医生培训以自学为主、辅导为辅的特色,具有较好的思想性、科学性、先进性、启发性和适用性。

《农村社区医学教材》适用农村社区医学专业、中等医学自学考试及乡村医生专业教学用书,也可作为农村卫技人员的自学用书。

浙江省卫生厅
1997 年

编委会名单

主任委员:陈晓非

副主任委员:汤菟菟 朱金元

委员:(以姓氏笔画为序)

朱建华 任光圆 姚建生 高越明 高 榕

编写说明

《医用化学》是由浙江省卫生厅组织编写的、供农村社区医学专业使用的教材。

根据农村社区医学教学计划规定的培养目标和《医用化学》课程的要求,本教材的编写指导思想是:着重介绍与医学关系比较密切的化学基本知识、基础理论和基本实验技能,为顺利学习医学基础课和临床专业课奠定基础。

全书包括无机化学、有机化学和化学实验三部分。根据化学学科自身的特点和知识层次,全书共分14章和7个化学实验。书后所附的“初中化学基础知识”可作为乡村医生学习本教材的预备知识。

本教材按80学时的教学计划编写,因此,对不同文化层次的读者,教师可根据各自的《考试大纲》进行合理取舍后使用。

本教材使用的量和单位名称、符号以国标GB3100~3102-93为准,名词术语以全国自然科学名词审定委员会公布的《化学名词》、《生物化学名词》为准,药物名称以1995年版《中华人民共和国药典》为准,有机化合物的命名则以中国化学会1980年公布的《有机化合物命名原则》为依据。

参加本教材编写的有绍兴卫校高级讲师张友楚(绪言、第一章、第二章、第三章、第四章、化学实验和附录)、浙江省卫校高级讲师王宗韩(第五章、第六章、第十一章)、嘉兴卫校讲师张杰(第七章、第八章、第九章、第十章)和丽水卫校高级讲师高金水(第十二章、第十三章、第十四章),全书最后由主编张友楚统稿。

由于编写时间仓促,加之编者水平有限,教材中难免存在不妥或错误之处,恳请读者批评指正。

编者

1997年5月

目 录

绪言	(1)
第一章 物质结构和元素周期表	(3)
第一节 原子的结构	(3)
一、原子的组成	(3)
二、原子核外电子的排布	(4)
三、元素周期律	(5)
第二节 元素周期表	(7)
一、元素周期表的结构	(7)
二、主族元素性质的递变规律	(7)
三、元素周期表的应用	(10)
第三节 化学键	(11)
一、离子键	(11)
二、共价键	(11)
第四节 分子的极性和氢键	(13)
一、极性分子和非极性分子	(13)
二、氢键	(14)
第五节 配位化合物	(14)
一、配合物的概念	(14)
二、配合物的组成	(14)
三、配合物的命名	(15)
第六节 氧化还原反应	(15)
一、氧化反应和还原反应	(16)
二、氧化剂和还原剂	(16)
第二章 医学中重要的无机物	(19)
第一节 单质	(19)
一、汞	(19)
二、氟气	(19)
三、氯气	(19)
四、碘	(20)
五、活性炭	(20)
第二节 化合物	(20)
一、二氧化硫	(20)
二、氨	(21)
三、氢氧化铝	(21)
四、碳酸氢钠	(22)

五、石膏	(22)
六、硫酸亚铁	(22)
七、硫酸钡	(22)
八、漂白粉	(23)
第三章 物质的量	(24)
第一节 物质的量及其单位	(24)
一、物质的量	(24)
二、物质的量单位	(24)
第二节 摩尔质量	(25)
一、摩尔质量	(25)
二、摩尔质量的应用	(26)
第三节 气体摩尔体积	(27)
一、摩尔体积	(27)
二、气体摩尔体积	(28)
三、气体摩尔体积的应用	(28)
第四章 溶液	(30)
第一节 分散系	(30)
一、分子或离子分散系	(30)
二、胶体分散系	(30)
三、粗分散系	(30)
第二节 胶体溶液和高分子化合物溶液	(31)
一、胶体溶液	(31)
二、高分子化合物溶液	(33)
第三节 溶液的浓度	(34)
一、物质的量浓度	(34)
二、质量浓度	(35)
三、体积分数	(36)
四、质量分数	(37)
第四节 浓度的换算和溶液的稀释	(37)
一、浓度的换算	(37)
二、溶液的稀释	(38)
第五节 溶液的渗透压	(39)
一、渗透现象和渗透压	(39)
二、渗透压与溶液浓度的关系	(40)
三、等渗、低渗和高渗溶液	(41)
四、渗透压在医学中的意义	(42)
第五章 化学反应速度和化学平衡	(43)
第一节 化学反应速度	(43)
一、化学反应速度	(43)
二、影响化学反应速度的因素	(43)

第二节 化学平衡	(44)
一、不可逆反应和可逆反应	(45)
二、化学平衡	(45)
三、化学平衡的移动	(46)
第六章 电解质溶液	(49)
第一节 强电解质和弱电解质	(49)
一、强电解质和弱电解质	(49)
二、弱电解质的电离平衡	(49)
第二节 离子反应	(51)
一、离子反应和离子方程式	(51)
二、离子反应发生的条件	(52)
三、离子方程式的书写	(52)
第三节 水的电离和溶液的 pH 值	(53)
一、水的电离	(53)
二、溶液的酸碱性和 pH 值	(53)
三、酸碱指示剂	(54)
第四节 盐类的水解	(55)
一、盐类的水解	(55)
二、不同类型盐的水解	(55)
第五节 缓冲溶液	(57)
一、缓冲溶液的组成	(58)
二、缓冲溶液的作用原理	(58)
三、缓冲溶液在医学上的意义	(59)
第七章 烃	(60)
第一节 有机化合物概述	(60)
一、有机化合物的特征	(60)
二、有机化合物的结构	(61)
三、有机化合物的分类	(62)
第二节 开链烃	(63)
一、饱和链烃	(63)
二、不饱和链烃	(67)
第三节 闭链烃	(71)
一、脂环烃	(71)
二、芳烃	(71)
第八章 醇、酚、醚	(74)
第一节 醇	(74)
一、醇的结构和分类	(74)
二、醇的命名	(75)
三、醇的性质	(75)
四、医学上常见的醇	(77)

第二节 酚	(78)
一、酚的结构和分类	(78)
二、酚的命名	(78)
三、酚的性质	(79)
四、常见的酚	(80)
第三节 醚	(80)
一、醚的结构、分类和命名	(80)
二、乙醚	(81)
第九章 醛和酮	(82)
第一节 醛和酮的结构与性质	(82)
一、醛和酮的结构	(82)
二、醛和酮的命名	(82)
三、醛和酮的化学性质	(83)
第二节 几种常见的醛和酮	(84)
一、甲醛	(84)
二、乙醛	(85)
三、戊二醛	(85)
四、丙酮	(85)
第十章 羧酸、羟基酸和酮酸	(86)
第一节 羧酸	(86)
一、羧酸的结构和分类	(86)
二、羧酸的命名	(86)
三、羧酸的化学性质	(87)
四、几种常见的羧酸	(88)
第二节 羟基酸和酮酸	(89)
一、重要的羟基酸和酮酸	(89)
二、羟基酸和酮酸的性质	(90)
三、酮体的概念	(91)
第十一章 胺和酰胺	(92)
第一节 胺	(92)
一、胺的结构和分类	(92)
二、胺的命名	(93)
三、胺的化学性质	(93)
四、季铵盐和季铵碱	(95)
五、几种含氮杂环化合物	(96)
第二节 酰胺	(97)
一、酰胺的结构和命名	(97)
二、酰胺的性质	(98)
三、尿素	(98)
第十二章 酯和脂类	(100)

第一节 酯	(100)
一、酯的结构和命名	(100)
二、酯的性质	(100)
第二节 油脂	(101)
一、油脂的组成、结构和命名	(101)
二、油脂的性质	(102)
三、油脂的乳化作用	(103)
第三节 类脂	(103)
一、磷脂	(103)
二、固醇	(104)
第十三章 糖类	(106)
第一节 糖的概念与分类	(106)
一、糖的概念	(106)
二、糖的分类	(106)
第二节 单糖	(106)
一、葡萄糖	(107)
二、果糖	(109)
三、核糖和脱氧核糖	(110)
第三节 二糖	(111)
一、麦芽糖	(112)
二、蔗糖	(112)
第四节 多糖	(113)
一、淀粉	(113)
二、糖元	(114)
三、纤维素	(114)
第十四章 氨基酸和蛋白质	(116)
第一节 氨基酸	(116)
一、氨基酸的结构、分类和命名	(116)
二、氨基酸的性质	(118)
第二节 蛋白质	(120)
一、蛋白质的组成和结构	(120)
二、蛋白质的性质	(121)
化学实验	(124)
一、化学实验规则	(124)
二、常用化学实验仪器介绍	(125)
实验一 化学实验基本操作	(126)
实验二 溶液的配制和稀释	(128)
实验三 电解质溶液	(130)
实验四 醇、酚、醛、酮	(131)
实验五 羧酸和油脂	(133)

实验六 糖与蛋白质.....	(133)
附录	(136)
附录一 初中化学基础知识.....	(136)
附录二 化学中常用的量和法定单位.....	(144)
附录三 常用的SI词头	(144)

绪 言

化学是研究物质的组成、结构、性质、变化和应用的科学。众所周知,世界是由物质组成的,化学则是人类用以认识和改造物质世界的一种重要方法和手段,它是一门历史悠久又富有活力的学科。

化学的成就是社会文明和进步的重要标志。人类从用火之时起,就开始用化学的方法认识和改造天然物质,逐步学会了制陶、冶铜、炼铁、酿造、染色等,人类也由野蛮进入文明。直到现代社会,人类一直在享用着化学的成果,使用各种人造物质,极大地丰富了生活。可以相信,化学的贡献无论是在过去、还是现在或将来,都将对提高和改善人类的物质生活起着重要的作用。

化学是重要的基础学科之一,它在与物理学、数学、天文学、生物学、医学等学科的相互渗透中,不仅本身得到了迅速的发展,同时也推动其他学科和技术的发展。例如,核酸化学研究的成果使生物学从细胞水平提高到今天的分子水平。因而建立了分子生物学;对地球、月球和其他天体的化学成分的分析,得出了元素分布的规律,从而发现了星球空间简单化合物的存在,为天体演化和现代宇宙学提供了实验数据,创立了地球化学和宇宙化学;又如生物化学是化学和生物学的交叉学科,运用化学的理论与方法研究生物,了解生物的化学组成和它们的化学活动。目前正在运用光谱分析、同位素标记等化学和物理学技术,对重要的生物高分子进行深入细致的结构分析,以期能说明这些生物高分子的结构和生物功能之间的关系。随着现代化学和其他学科的不断渗入,生物化学获得了飞跃的发展,从而推动生物科学基本理论的发展。化学的重大成就,还丰富了自然辩证法的内容,推动了唯物主义哲学思想的发展。

化学在自身发展过程中,依照所研究的分子类别和研究手段、目的和任务,已派生出不同层次的许多分支学科,根据当今化学学科的发展以及它与其他自然科学各学科相互渗透的情况,现代化学可划分为7个分支学科,即:无机化学、有机化学、物理化学、分析化学、高分子化学、核化学和放射化学。其他如地球化学、海洋化学、环境化学、大气化学、宇宙化学、星际化学则属于与化学有关的边缘学科。

化学与医学的关系十分密切。医学是研究人类生命过程以及同疾病作斗争的一门科学,人体的生命过程实际上是包含着极其复杂的物质变化过程。人体的各种组织都是由糖、蛋白质、无机盐和水等化学物质组成的。食物的消化和吸收都是化学变化过程,肝脏就是人体内的中心化学工厂。因此,人体的一切生理现象和病理现象都和体内的化学变化是否正常有关。为了达到治疗疾病的目的,就必须能正确地使用药物,这就要求对各种药物的组成成分、理化性质以及它们在体内所发生的变化和作用有全面的了解和认识。为了诊断疾病,还经常要通过病人的血、尿等的化学检验结果以帮助作出正确的判断。此外,医务工作者还要了解水质、食品、环境卫生状况对人体健康的影响。可见,学习医学必须具有必要的化学知识。所以,《医用化学》一直以来就是医学教学中的基础课程之一。学好《医用化学》不仅能提高医科学生的文化素质,而且为今后进一步深入学习医学基础课和临床专业课打下必要的基础。

由于化学的知识结构层次严密,系统性强,前后内容联系紧密,环环相扣,学习要有一定的文化基础。因此,学习《医用化学》,第一,要树立信心,去掉畏难思想。“世上无难事,只怕有心人”。只要能刻苦,学习上的困难是可以克服的。第二,要逐步养成良好的学习习惯。那就是听课要专心,

复习要及时,作业不拖拉。特别强调要准确理解化学的基本概念和掌握基本知识点。通过复习和做习题,及时发现问题,解决问题,做好查漏补缺的工作。要善于比较知识点之间的联系,经常对所学内容进行归纳和综合,真正做到弄懂、弄通。第三,要把学习的效果落实到每一个教学目标上,紧紧把握住学习的方向。第四,要认真做好每一个化学实验(包括演示实验),掌握基本的实验操作技能。养成严谨的科学态度和实事求是的作风,培养独立工作的能力。

第一章 物质结构和元素周期表

物质是由分子、原子或离子组成的,而分子是由原子构成的,离子是带电荷的原子或原子团。由此可见,只有认识了原子的结构以及原子间的内在联系与变化规律,才能认识原子是如何形成离子、如何形成分子的,认识这些微粒的组成与性质,从而了解有关物质结构理论的基础知识。

第一节 原子的结构

一、原子的组成

(一)原子核

原子是由带正电的原子核和带负电的电子构成的。原子核位于原子的中心。原子很小,而原子核更小,原子核的半径仅为整个原子半径的万分之一。电子在原子核外围绕着原子核作永不停息的高速运动。原子核所带的正电量与核外电子所带的负电量相等而电性相反。因此,原子作为一个整体就不显电性。

原子核由质子和中子构成。每个质子带一个单位正电荷,中子呈电中性。原子核所带的正电量称为核电荷数,因此,核电荷数就是核内的质子数。由此可见,在原子中,核电荷数、核内质子数与核外电子数之间的关系是:

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

根据实验测定,质子和中子的质量几乎相等*,都约为一个碳-12原子质量的 $\frac{1}{12}$ 。它们的相对质量分别为1.007和1.008,取近似整数值为1。电子的质量更小,仅为质子质量的 $\frac{1}{1836}$ 。因此,在原子中,电子的质量可以忽略不计;原子的质量主要集中在原子核上。把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,叫做**质量数**。如果把原子核内的质子和中子统称为核子,则质量数就是**核子数**。如用符号 A 表示质量数,用符号 Z 表示质子数,用符号 N 表示中子数,则三者关系为:

$$\text{质量数} = \text{质子数} + \text{中子数}$$

或

$$A = Z + N$$

显然,只要已知质量数、质子数、中子数中的任意两个,就可以推算出第三个数值。例如,已知某氯原子的核电荷数为17,质量数为35,则该氯原子的中子数为:

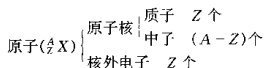
$$N = A - Z = 35 - 17 = 18$$

通常,原子的质量数 A 记在元素符号的左上标位置,质子数 Z 记在元素符号的左下标位置,如 ${}^{23}_{11}\text{Na}$,表示钠原子的质量数为23,含11个质子,12个中子。

* 质子的质量为 $1.6726 \times 10^{-24} \text{g}$, 中子的质量为 $1.6748 \times 10^{-24} \text{g}$ 。

** 1个碳-12原子的质量为 $1.9927 \times 10^{-23} \text{g}$, 这种原子质量的 $\frac{1}{12}$ 为 $1.6606 \times 10^{-24} \text{g}$ 。

原子的组成及原子中各种粒子间的关系可以表示如下:

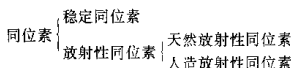


(二)同位素

我们已经知道,具有相同核电荷数的同一类原子叫做元素。因此,同种元素的几种原子的质子数相同,但中子数不同。例如,氢元素有三种原子,都含有 1 个质子,而中子数则各不相同,有的氢原子不含中子,有的氢原子含有 1 个中子,而有的氢原子含 2 个中子。不含中子的氢原子叫做氕;含有 1 个中子的氢原子叫做氘,就是重氢;含有 2 个中子的氢原子叫氚*,就是超重氢。为了区别,把氕记为 ${}^1\text{H}$,氘记为 ${}^2\text{H}$ (或 D),氚记为 ${}^3\text{H}$ (或 T)。如熟知元素的质子数时,质子数可省略不写如 ${}^1\text{H}$ 、 ${}^2\text{H}$ 、 ${}^3\text{H}$,它们是质量数不同的三种氢原子。在同一元素中,质子数相同而中子数不同的几种原子称为同位素。绝大多数元素都有同位素。如上述的 ${}^1\text{H}$ 、 ${}^2\text{H}$ 、 ${}^3\text{H}$ 是氢元素的三种同位素;氯元素有 ${}^{35}\text{Cl}$ 和 ${}^{37}\text{Cl}$ 两种同位素;碳元素则有 ${}^{12}\text{C}$ 、 ${}^{13}\text{C}$ 、 ${}^{14}\text{C}$ 等多种同位素,其中的 ${}^{12}\text{C}$ 就是 1961 年被国际纯粹与应用化学联合会所采用作为原子量基准(${}^{12}\text{C}=12$)的碳原子,通常称为碳-12。

同一元素的各种同位素虽然质量数不同,但它们的化学性质几乎完全相同。

同位素按它们的性质可以分为稳定同位素和放射性同位素两类。放射性同位素具有放射性,即能够自发地放出不可见的射线,如 α 射线、 β 射线、 γ 射线等。根据来源,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。即:



放射性同位素放出的射线可以被适当的探测仪器发现,从而测定出它们的踪迹。这种原子被称为“示踪原子”。放射性同位素在科学上和医学上已被广泛应用。例如,可根据 ${}^{131}\text{I}$ 被甲状腺吸收的量来确定甲状腺的功能;利用 ${}^{60}\text{Co}$ 放出的射线以治疗肿瘤。放射治疗就是利用各种射线对细胞有破坏或抑制生长作用而进行的一种治疗方法。此外,放射性同位素扫描,已成为诊断脑、肝、肾、肺等脏器病变的一种安全简便的有效方法。

二、原子核外电子的排布

(一)电子层

我们知道,电子是质量很小的带负电荷的微粒,在原子核外作高速运动。在含有多个电子的原子中,各个电子的能量并不相同,由于受原子核的吸引,能量低的电子只能在离核近的区域运动,能量高的电子才有可能在离核稍远的区域运动。为了区别在不同区域内运动的电子,通常用电子层来形象地表示电子离核的远近。即把能量最低、离核最近的区域叫第一层,能量稍高、离核稍远的区域叫第二层,由里往外,依次类推,分别叫第三层、第四层、……。电子层数可用符号 n ($n=1,2,3,4,5,6,7$)表示。也可以把它们依次叫做 K、L、M、N、O、P、Q 层。这样,电子就可以看作是在能量不同的电子层上运动的。

核外电子的分层运动又叫做核外电子的分层排布,1~20 号元素原子的核外电子排布情况,在初中已作介绍,这里不再重复。

• 氕音 piē,氘音 dāo,氚音 chuān。

(二)核外电子的排布

我们已经知道,核外电子的分层排布是有一定规律的。主要是:

1. 各电子层可容纳的最多电子数是一定的 那就是:在第 n 层上,最多可容纳的电子数为 $2n^2$ 个。如第一层最多可容纳 2 个电子,第二层最多可容纳 8 个电子,第三层最多可容纳 18 个电子;最外层上的电子最多不超过 8 个(当第一层为最外层时不超过 2 个),次外层上的电子最多不超过 18 个。

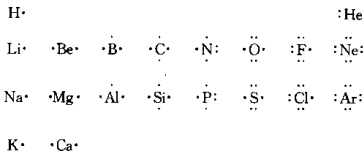
2. 电子排布的先后顺序规则 那就是:电子尽量先排在能量低的电子层上,待到排满后再依次进入能量逐步升高的电子层上。即排满了第一层后再开始排到第二层,排满了第二层后再排到第三层上。

(三)核外电子排布的表示方法

1. 原子结构示意图 知道元素的核电荷数就可画出各种元素的原子结构示意图。即用小圆圈表示原子核,并注明核电荷数;核外的电子层用一条弧线表示,并注上电子数。碳、钠、氯、钙 4 种元素的原子结构示意图为:



2. 原子的电子式 由于在化学反应中,一般是原子的最外层电子数发生变化,故通常把原子的最外层电子称为价电子。为此,就用元素符号表示原子核和内层电子,在元素符号的周围用点·(或×)表示原子最外层上的电子。这种式子叫做原子的电子式。例如,1~20 号元素原子的电子式为:



三、元素周期律

把所有元素按核电荷数由小到大的顺序依次编号,所得到的序号就叫做元素的原子序数。显然,原子序数等于核电荷数。为了便于认识元素之间的相互联系和内在的规律性,将 1~18 号元素原子的核外电子层数、最外层电子数、原子半径和元素的最高正化合价以及元素的金属性和非金属性等变化情况,列成表 1-1,就可以发现以下几个规律:

(一)核外电子排布的周期性变化

从表 1-1 可以看出,原子序数 1~2 的元素,只有 1 个电子层,电子从 1 个增到 2 个,达到稳定结构;原子序数 3~10 的元素,有 2 个电子层,最外层电子从 1 个递增到 8 个,达到稳定结构;原子序数 11~18 的元素,有 3 个电子层,最外层电子又是从 1 个递增到 8 个,达到稳定结构。原子序数

为 18 号以后的元素,也与上述变化情况一样,都是每隔一定数目的元素就增加一个电子层,而最外层电子都是从 1 个逐渐增加到 8 个,达到稳定结构。这就是说,随着原子序数递增,原子的最外层电子数呈现出周期性的变化。

表 1-1 1~20 号元素性质的周期性变化

原子序数	元素名称	元素符号	核外电子层数	最外层电子数	原子半径 pm	最高正价、负价	金属性或非金属性
1	氢	H	1	1	37.2	+1	非金属
2	氦	He	1	2	—	0	稀有气体
3	锂	Li	2	1	152	+1	活泼金属
4	铍	Be	2	2	89	+2	两性元素
5	硼	B	2	3	82	+3	不活泼非金属
6	碳	C	2	4	77	+4 -4	非金属
7	氮	N	2	5	75	+5 -3	活泼非金属
8	氧	O	2	6	74	-2	很活泼非金属
9	氟	F	2	7	71	-1	最活泼非金属
10	氖	Ne	2	8	—	0	稀有气体
11	钠	Na	3	1	186	+1	很活泼金属
12	镁	Mg	3	2	160	+2	活泼金属
13	铝	Al	3	3	143	+3	两性元素
14	硅	Si	3	4	117	+4 -4	不活泼非金属
15	磷	P	3	5	110	+5 -3	非金属
16	硫	S	3	6	102	+6 -2	活泼非金属
17	氯	Cl	3	7	99	+7 -1	很活泼非金属
18	氩	Ar	3	8	—	0	稀有气体

(二)原子半径的周期性变化

从表 1-1 可以看出,原子序数为 3~10 的元素,它们的原子半径从 3 号元素的 1.52pm 逐渐减小到 9 号元素的 0.71pm;原子序数为 11~18 的元素,它们的原子半径从 11 号元素的 1.86pm 减小到 17 号元素的 0.99pm。如果把所有元素按原子序数排列起来就可发现,随着原子序数的递增,元素的原子半径都发生周期性的变化。

(三)元素主要化合价的周期性变化

从表 1-1 还可看到,从 3 号元素锂到 7 号元素氮,它们的最高正价依次由 +1, +2, …… 逐渐增加到 +5 (氧和氟没有正价),而元素的负价从 6 号的碳到 9 号的氟,依次由 -4, -3, -2 变到 -1 价,最后出现稀有气体元素氖的 0 价;当原子序数再增加时,原子核外增加了一个电子层,而元素的化合价又重新开始一个相似的循环,即从 11 号元素钠到 17 号元素氯,它们的最高正价由 +1, +2, …… 依次增加到 +7 价,它们的负价从 14 号元素硅开始到 17 号元素氯,依次由 -4, -3, -2 变到 -1 价,最后又出现稀有气体元素氩的 0 价。如果再看 18 号以后元素的化合价,同样可以看到与前面 18 种元素相似的变化。也就是说,元素的化合价随着原子序数的递增而发生周期性的变化。

这种元素的性质随着原子序数的递增而呈现周期性的变化规律叫做元素周期律。不难看出,原子半径和元素化合价的周期性变化是原子核外电子排布周期性引起的必然结果。所以说,元素周期律的本质是原子核外电子排布的周期性。应该看到,元素性质所呈现的这种周期性变化,并不是简单的、机械的重复,而是发展的、前进的运动。

第二节 元素周期表

根据元素周期律,把已知的 109 种元素中具有相同电子层数的各种元素,按照原子序数递增的顺序从左到右排成横行,再把不同横行中最外层电子数相同的元素按电子层数递增的顺序由上而下排成纵行,这样得到的一个表就叫做**元素周期表**。

显然,元素周期表是对元素原子的核外电子逐步建层过程的描述,是元素周期律的具体表现形式,它从本质上反映了元素之间相互联系的规律性。

一、元素周期表的结构

(一)周期

具有相同电子层数而又按照原子序数递增的顺序排列的一系列元素称为一个**周期**。元素周期表中共有 7 个横行,就是有 7 个周期。依次用 1, 2, 3, ……等数字表示。如第 3 周期元素就是共有 3 个电子层。因此,元素的周期序数与电子层数的关系为:

$$\text{周期序数} = \text{电子层数}$$

每个周期中所包含的元素数目并不完全相同。第 1 周期只有 2 种元素;第 2、3 周期各有 8 种元素;第 4、5 周期中各有 18 种元素;第 6 周期中有 32 种元素,而第 7 周期还未排满,至今只有 23 种元素。因此,通常把第 1~3 周期称为**短周期**,第 4~6 周期称为**长周期**,第 7 周期则称为**不完全周期**。

除第 1 和第 7 周期外,其余每个周期都是从活泼的碱金属元素开始,逐渐过渡到活泼的非金属元素(卤素),最后以稀有气体元素结束。

第 6 周期中的 57 号元素镧到 71 号元素镥共 15 种元素,因它们的核外电子排布变化在倒数第 2 层或第 3 层上,而最外层电子数相同,元素性质都极为相似,总称为**镧系元素**。为了使周期表的结构紧凑,就将它们放在周期表的同一格中,并将这 15 个元素按原子序数递增的顺序另列一个横行在周期表的下方。

第 7 周期中的 89 号元素锕到 103 号元素铪共 15 种元素,它们的核外电子排布变化也在倒数第 2 层或第 3 层上,最外层电子数相同,元素性质极为相似,总称为**锕系元素**,也把它们放在周期表的同一格,并按原子序数递增顺序列在周期表下方镧系元素的下面。

(二)族

元素周期表中共有 18 个纵行。除 8、9、10 三个纵行合并标作第Ⅷ族外,其余 15 个纵行,每个纵行称做**一族**。族序数习惯上用罗马数字 I、II、III、IV、V、VI、VII、VIII 等表示。族有主族和副族之分。由短周期元素和长周期元素共同构成的族叫做**主族**。只含有长周期元素而不包括短周期元素的族叫做**副族**。主族在族序数后标一个 A 字,如 IA、IIA、IIIA、……VIIA,最后边一个纵行是稀有气体元素,它们的性质不活泼,很难发生化学反应,它们的化合价被看作为 0,因而习惯上标做 0 族,为了对应,Ⅷ族后也不标 B。这样,在元素周期表中共有 16 个族,即 7 个主族、7 个副族、1 个 0 族、1 个Ⅷ族。在同一主族中,元素原子的最外层电子数都相同,并且有:

$$\text{主族序数} = \text{最外层电子数}$$

二、主族元素性质的递变规律

(一)元素金属性和非金属性的递变规律

元素的性质主要决定于原子的最外层电子数。通常认为,最外层为 8 电子结构是稳定的(第 1