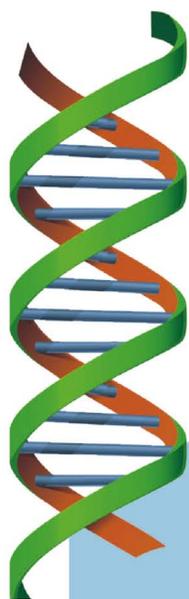


# 基础化学

JICHU HUAXUE

◇ 主编 崔建华 陈本豪



广西人民出版社

# 基 础 化 学

主 编 崔建华 陈本豪

 广 西 人 民 出 版 社

-----  
图书在版编目(CIP)数据

基础化学 / 崔建华, 陈本豪主编. — 南宁: 广西人民出版社, 2014.8

ISBN 978-7-219-09033-6

I. ①基… II. ①崔… ②陈… III. ①化学—高等学校—教材 IV. ①O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 179467 号  
-----

责任编辑 农向东

特约编辑 韦超

责任校对 张聘梅

---

出版发行 广西人民出版社

社 址 广西南宁市桂春路 6 号

邮 编 530028

印 刷 南宁市友谊印务有限责任公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 15

字 数 250 千字

版 次 2014 年 8 月 第 1 版

印 次 2014 年 8 月 第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-219-09033-6 / O·15

定 价: 22.00 元

**版权所有 翻印必究**

主 编 崔建华 陈本豪

主 审 廖朝东

编 者 (以姓氏笔画为序)

方 琴 刘胜娟

李 冰 陈本豪

林 霞 秦 泉

崔建华 覃佩莉

# 前 言

《基础化学》是高职药学类各专业必修的一门专业基础课程。本教材以培养学生成为应用型高级技术人才为目标,根据以能力为本位、以学生为主体的教育指导思想,结合当前高职院校学生的学情实际,以与药学类各专业密切相关的化学知识和化学技能及其应用为主线,按照“必需、够用、实用”的原则,对相关的化学理论知识进行整合后编写。

本书打破传统的课程体系,尝试以应用的思路、按照学生的认知规律、兼顾学生的学习基础和层次组织教学内容,力图将知识的呈现、联系、应用有机结合,并设立“化学·生活·医药”的阅读模块,希望能够帮助学生形成知识的应用体系、学习药物知识所需要的基本化学思路和化学方法,以利于对知识与技能的掌握、学习能力的培养和良好学习习惯的养成,为《基础化学》课程教学提供有效的教学材料。

本书由崔建华、陈本豪担任主编,廖朝东主审。方琴、崔建华编写第一章,方琴编写第二章,秦泉编写第三章,刘胜娟编写第四章,陈本豪编写第五章,崔建华、覃佩莉(广西盈康药业有限公司质量检验部主任/执业药师)编写第六章、第七章,林霞编写第八章、第九章,李冰编写“化学·生活·医药”部分。

本书在编写过程中得到了广西卫生职业技术学院药学系的专家和专业课教师的热情帮助和大力支持,在此表示衷心的感谢。向本教材中引用的文献资料的原作者表示深深的谢意。

限于编者的水平和时间仓促,书中难免有不妥之处,欢迎广大读者批评指正。

编 者  
2014年6月



# 目 录 CONTENTS

<b>第一章 化学基础知识与物质结构</b> .....	(1)
第一节 原子结构和元素周期表 .....	(1)
一、物质的组成和分类 .....	(1)
二、原子的组成 .....	(2)
三、原子核外电子的排布 .....	(2)
四、元素周期表及其应用 .....	(6)
第二节 分子结构 .....	(12)
一、离子键 .....	(12)
二、共价键 .....	(12)
三、分子极性和氢键 .....	(14)
第三节 化学反应 .....	(16)
一、化学反应的概念 .....	(16)
二、化学方程式 .....	(17)
三、化学反应的分类 .....	(17)
第四节 化学计量 .....	(18)
一、我国的法定计量单位 .....	(18)
二、物质的量及其单位 .....	(20)
三、摩尔质量及计算 .....	(21)
四、化学反应中的计算 .....	(22)
<b>第二章 溶液和胶体溶液</b> .....	(26)
第一节 分散系 .....	(26)
一、离子或分子分散系 .....	(26)
二、粗分散系 .....	(26)
三、胶体分散系 .....	(27)
第二节 溶解度 .....	(27)



一、饱和溶液与不饱和溶液 .....	(27)
二、溶解度的定义与表示方法 .....	(28)
三、相似相溶规则 .....	(29)
第三节 表示溶液组成的物理量及其计算 .....	(29)
一、溶液组成的表示方法 .....	(29)
二、溶液组成表示法之间的换算 .....	(33)
第四节 溶液的配制 .....	(34)
一、一般溶液的配制 .....	(34)
二、标准溶液的配制 .....	(37)
第五节 电解质溶液 .....	(37)
一、电解质与电离 .....	(37)
二、强电解质和弱电解质 .....	(37)
三、离子反应和离子方程式 .....	(38)
四、溶液中离子浓度的计算 .....	(39)
第六节 稀溶液的依数性 .....	(39)
一、溶液的蒸气压下降 .....	(39)
二、溶液的沸点上升和凝固点下降 .....	(40)
三、溶液的渗透压 .....	(41)
第七节 胶体溶液 .....	(44)
一、溶胶 .....	(44)
二、高分子化合物溶液 .....	(45)
三、凝胶 .....	(46)
<b>第三章 化学平衡</b> .....	<b>(48)</b>
第一节 化学平衡概述 .....	(48)
一、化学平衡 .....	(48)
二、化学平衡常数 .....	(49)
三、影响化学平衡的因素 .....	(51)
第二节 酸碱平衡及其应用 .....	(52)
一、酸碱质子理论 .....	(52)
二、水的电离与溶液的 pH .....	(54)

三、弱酸、弱碱的电离平衡 .....	(56)
四、盐的水解及其应用 .....	(58)
五、缓冲溶液与溶液 pH 的控制 .....	(61)
第三节 沉淀溶解平衡及其应用 .....	(65)
一、沉淀溶解平衡 .....	(65)
二、溶度积规则 .....	(66)
三、沉淀的生成、溶解和转化 .....	(66)
第四节 配位平衡及其应用 .....	(68)
一、配位化合物的基础知识 .....	(68)
二、配位化合物形成的特征 .....	(71)
三、配位平衡 .....	(71)
第五节 氧化还原平衡及其应用 .....	(74)
一、氧化还原反应的基础知识 .....	(74)
二、原电池和电极电势 .....	(76)
三、电极电势的应用 .....	(80)
<b>第四章 常见单质和无机化合物 .....</b>	<b>(84)</b>
第一节 卤素及其重要化合物 .....	(84)
一、卤素单质 .....	(84)
二、氢卤酸和卤化物 .....	(86)
三、卤素含氧酸及其盐 .....	(86)
四、拟卤化合物 .....	(88)
第二节 碱金属、碱土金属的重要化合物 .....	(89)
一、焰色反应 .....	(89)
二、氢氧化物 .....	(89)
三、重要的盐类 .....	(90)
第三节 氧和硫及其重要化合物 .....	(93)
一、臭氧和过氧化氢 .....	(93)
二、硫及其化合物 .....	(94)
第四节 氮和磷的重要化合物 .....	(96)
一、氨和铵盐 .....	(96)



二、氮的氧化物、含氧酸及其盐 .....	(97)
三、磷的含氧酸及其盐 .....	(99)
第五节 碳和铅的重要化合物 .....	(99)
一、一氧化碳和二氧化碳 .....	(100)
二、碳酸盐和碳酸氢盐 .....	(100)
三、铅的化合物 .....	(102)
第六节 铁和锰的重要化合物 .....	(103)
一、铁的化合物 .....	(103)
二、锰的化合物 .....	(104)
第七节 无机物的检验 .....	(105)
一、无机物的鉴别 .....	(105)
二、杂质离子的检查 .....	(108)
三、无机物的含量测定 .....	(109)
<b>第五章 有机化合物概述 .....</b>	<b>(113)</b>
第一节 有机化合物的定义和特点 .....	(113)
一、有机化合物的概念 .....	(113)
二、有机化合物的特点 .....	(114)
第二节 有机化合物的结构 .....	(115)
一、有机化合物的化学键 .....	(115)
二、有机化合物的结构特点 .....	(117)
三、有机化合物结构的表示方法 .....	(118)
四、碳原子和氢原子的类型 .....	(120)
第三节 有机化合物的基团和分类 .....	(120)
一、有机化合物的基团 .....	(120)
二、有机化合物的分类 .....	(122)
第四节 立体效应和电子效应 .....	(123)
一、立体效应 .....	(123)
二、电子效应 .....	(124)
第五节 有机化合物的命名法 .....	(126)
一、俗名 .....	(126)

二、系统命名法 .....	(127)
<b>第六章 常见官能团的结构、性质和鉴定 .....</b>	<b>(135)</b>
第一节 常见官能团的结构、性质 .....	(135)
一、碳碳双键、碳碳三键 .....	(135)
二、羟基 .....	(137)
三、醚键 .....	(139)
四、羰基 .....	(139)
五、羧基 .....	(140)
六、氨基 .....	(142)
七、酰胺基 .....	(143)
八、酯基 .....	(144)
第二节 官能团的鉴定 .....	(145)
一、官能团与有机化合物的性质 .....	(145)
二、官能团的鉴定 .....	(146)
<b>第七章 常见无官能团和单官能团有机化合物 .....</b>	<b>(149)</b>
第一节 常见无官能团有机化合物 .....	(149)
一、烷烃和环烷烃 .....	(149)
二、芳香烃 .....	(151)
第二节 常见单官能团有机化合物 .....	(153)
一、烯烃 .....	(153)
二、炔烃 .....	(155)
三、醇 .....	(155)
四、酚 .....	(159)
五、醚 .....	(162)
六、醛 .....	(164)
七、酮 .....	(166)
八、羧酸 .....	(168)
九、胺 .....	(171)
十、酯 .....	(175)



十一、酰胺 .....	(177)
<b>第八章 常见多官能团化合物和杂环化合物 .....</b>	<b>(181)</b>
第一节 常见多官能团化合物的结构和性质 .....	(181)
一、取代羧酸 .....	(181)
二、糖类 .....	(189)
第二节 杂环化合物和生物碱 .....	(197)
一、杂环化合物 .....	(197)
二、生物碱 .....	(201)
第三节 有机化合物性质的应用 .....	(204)
一、有机化合物的分离、提纯 .....	(204)
二、有机化合物的鉴别 .....	(206)
<b>第九章 立体异构 .....</b>	<b>(209)</b>
第一节 顺反异构 .....	(210)
一、顺反异构的定义 .....	(210)
二、顺反异构产生的原因和条件 .....	(210)
三、顺反异构体的构型表示方法 .....	(211)
四、顺反异构体的性质 .....	(212)
第二节 旋光异构 .....	(213)
一、偏振光和旋光性 .....	(213)
二、旋光度和比旋光度 .....	(214)
三、旋光性与物质结构的关系 .....	(215)
四、旋光性物质结构和构型的表示方法 .....	(217)
五、外消旋体和内消旋体 .....	(219)
六、对映异构体的性质 .....	(219)
<b>附录 .....</b>	<b>(222)</b>
附录一 酸、碱的电离常数 .....	(222)
附录二 常见难溶电解质的溶度积常数(298K) .....	(224)
附录三 标准电极电势(298K) .....	(224)

# 第一章 化学基础知识与物质结构

组成人体的基本物质——蛋白质、脂肪、糖类、无机盐和水等，都是由不同元素(约60多种)组成的化学物质。人体的生命过程如循环、呼吸、消化、吸收、排泄及各种器官的活动，都是由体内的化学变化促成的。不同物质的性质千差万别，用途就有差异。例如，酒精、碘酒用作消毒剂，磺胺类药物用于治疗由微生物引起的疾病，等等。物质的性质取决于物质的结构，认识物质的结构是了解物质的性质及其变化规律的基础。

## 第一节 原子结构和元素周期表

### 一、物质的组成和分类

我们知道，世界是物质的，物质形形色色、丰富多彩。在化学上，把物质分为纯净物和混合物。纯净物由一种物质组成，如氧气、氮气、水等；混合物由两种或两种以上物质混合而成，如空气、溶液、三大化石燃料等。

纯净物都有固定的组成，即每一种纯净物由哪些元素组成、各元素的原子个数比都是一定的。根据所含元素种类，纯净物分为单质和化合物。只由一种元素组成的纯净物叫作单质，例如，氧气( $O_2$ )只由氧元素组成、金属银(Ag)只由银元素组成，纯净的氧气和金属银都是单质。由不同元素组成的纯净物叫作化合物，例如，水( $H_2O$ )由氢元素和氧元素组成，氢氧化钠(NaOH)由氢元素、氧元素和钠元素组成，纯净的水和氢氧化钠都是化合物。

化合物分为无机化合物(简称无机物)和有机化合物(简称有机物)两类。无机化合物一般指除碳元素以外的各种元素的化合物以及一氧化碳、二氧化碳、碳酸氢盐和碳酸盐等含碳化合物，如水、氯化钠、氢氧化钠、硫酸等，主要包括氧化物、酸、碱、盐。其他含碳元素的化合物叫作有机化合物，我们将在第五章详细介绍有机化合物。

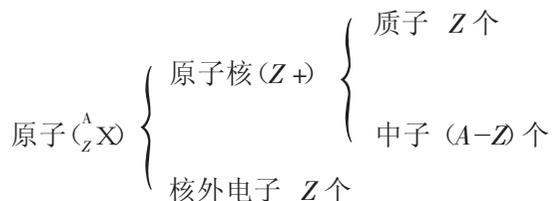


## 二、原子的组成

原子是物质进行化学反应的基本微粒。继英国化学家和物理学家道尔顿 (John Dalton) 创立原子学说后, 1897 年英国物理学家汤姆孙 (J.J.Thomson) 在阴极射线实验中发现电子。这是人类发现的第一个基本粒子, 它打破了原子不可再分的旧观点。1911 年物理学家卢瑟福 (E.Rutherford) 在  $\alpha$  粒子散射实验中发现了原子核, 并于 1919 年发现了原子核中含有一种带正电荷的粒子——质子。1932 年英国物理学家查德威克 (S.J. Chadwick) 发现了原子核中另一种不显电性的微粒——中子。经过科学家们几十年不懈的探索研究, 人们认识到原子是一种电中性的微粒, 由带若干 ( $Z$ ) 个单位正电荷的原子核和  $Z$  个带单位负电荷的电子组成; 原子核则是由  $Z$  个带单位正电荷的质子和若干 ( $A-Z$ ) 个中子组成的紧密结合体, 它集中了原子的全部正电荷和几乎全部的质量。因此, 对于每一种原子来说:

核电荷数=核内质子数=核外电子数

归纳起来, 组成原子的基本粒子是电子、质子和中子, 它们之间的关系为:



例如, 原子  ${}_{11}^{23}\text{Na}$  的原子核带 11 个单位正电荷, 核内含有 11 个质子和 12 个中子, 核外有 11 个电子在绕核运动。

## 三、原子核外电子的排布

原子核居于原子中心, 电子在核外作高速运动, 一般化学反应不会使原子核发生变化, 只是改变核外电子的数目和运动状态。

### (一) 原子核外电子的运动状态

电子在原子内的运动与宏观物体运动不同, 没有确定的运动轨迹或轨道, 化学上常用原子轨道和电子云描述电子的运动状态。

1. 原子轨道 借用经典力学中“轨道”一词, 把原子中一个电子的可能的空间运动状态称为原子轨道, 原子轨道的空间图像 (简称原子轨道的形状) 可以形象地理解为电子运动的空间范围。常见原子轨道 (s、p 轨道) 的形状如图 1-1 所示。其中, “+”“-”号指的是原子轨道的对称性, 不代表电荷的正、负。

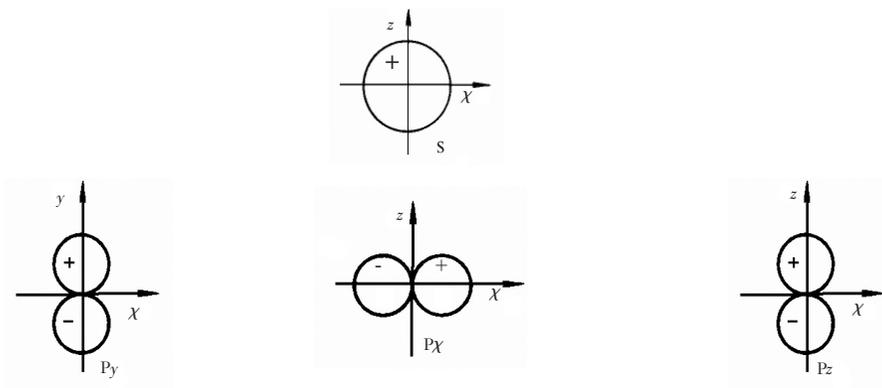


图 1-1 s、p 轨道平面图

2. 电子云 如图 1-2 所示, 高速运动的电子在每一瞬间出现的位置是偶然的, 但将所有电子出现的位置重叠在一起, 很像在原子核外有一层带负电荷、疏密不等的“云雾”, 人们形象地称之为电子云。电子云密度大的地方, 表明电子在核外空间单位体积内出现的机会多, 电子云密度小则出现的机会少。电子处于常见原子轨道(s、p 轨道)时, 其电子云形状如图 1-3 所示。

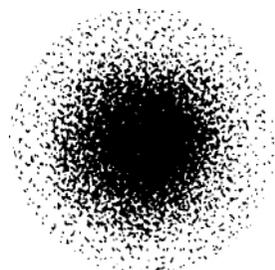


图 1-2 通常情况下氢原子电子云示意图

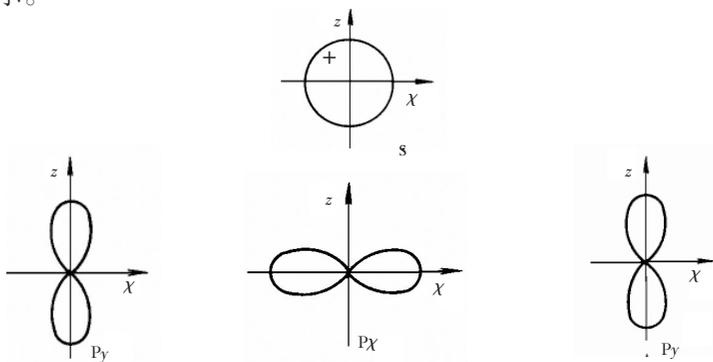


图 1-3 s、p 电子云平面图

## (二) 原子核外电子的排布

原子核外存在有多种原子轨道, 核外电子总是在一定的原子轨道上绕核运动。

### 1. 原子核外电子运动状态的描述

(1) 在含有多个电子的原子中, 能量低的电子在离核近的区域运动, 能量高的电子在离核远的区域运动。我们把电子运动的区域简化为不连续的壳层, 称为电子层, 分别用  $n=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$  或 K, L, M, N, O, P, Q 来表示从内到外的电子层(见表 1-1)。

(2) 在同一个电子层中, 还存在能量不相同的电子, 我们把同一电子层中能量不同



的电子的运动区域看成不同的电子亚层。每个电子层所含的亚层数等于电子层数,各亚层的符号见表 1-1。例如,第二(L)电子层有 2 个亚层,一个 s 亚层和一个 p 亚层。

(3) 每一个电子亚层中包含有数目不等的原子轨道,如表 1-1 所示。s 亚层有一个轨道称为 s 轨道,p 亚层有三个能量相等的 p 轨道(称为等价轨道),其余类推。每个电子层含有  $n^2$  个原子轨道。

表 1-1 电子层、电子亚层和原子轨道的关系

电子层			电子亚层			原子轨道				
$n$	符号	能量	数目	符号	能量	数目	名称	形状		
1	K	↑ 离核越近 能量越低	1	s		1	1s	球形		
2	L		2	s	s	} 4	1	2s	球形	
				p	p		3	2p	哑铃形	
3	M		3	3	s	s	} 9	1	3s	球形
					p	p		3	3p	哑铃形
					d	d		5	3d	

(4) 核外电子除了在一定原子轨道上绕核运动,自身还存在两种自旋运动状态,习惯上说成顺时针方向或逆时针方向自旋。通常用“↑”和“↓”形象地表示。

综上所述,在原子中,核外电子总是分布在某一电子层、某一电子亚层中的某个原子轨道上绕核运动,并同时作自旋运动。

2. 原子核外电子排布的规律 根据光谱实验结果和对元素周期律的分析,人类总结出核外电子排布必须遵循的三个基本原理。

(1) 泡利不相容原理: 同一个原子轨道上最多容纳 2 个自旋方向相反的电子。根据泡利不相容原理,由表 1-1 可知:s、p、d 亚层最多容纳的电子数分别为 2、6、10;K 电子层最多容纳 2 个电子、L 电子层 8 个、M 电子层 18 个,即每个电子层最多容纳  $2n^2$  个电子。当电子层处于最外层时,最多容纳 8 个电子(K 层为最外层时不能超过 2 个)。

(2) 能量最低原理: 在不违背泡利不相容原理的前提下,核外电子总是尽可能排布到能量最低的轨道上,以保证原子体系处于能量最低、最稳定的状态。按照这一原理,在原子轨道上排列电子时,应该从能量低的轨道向能量高的轨道依次填充,即常用原子轨道填充电子的顺序为:  $1s \rightarrow 2s \rightarrow 2p \rightarrow 3s \rightarrow 3p \rightarrow 4s \rightarrow 3d \rightarrow 4p \dots$

例如:  ${}_6\text{C}$                        ${}_7\text{N}$                        ${}_{11}\text{Na}$   
 轨道:  $1s \ 2s \ 2p$                $1s \ 2s \ 2p$                $1s \ 2s \ 2p \ 3s$

电子数: 2 2 2          2 2 3          2 2 6 1

(3) 洪德规则: 在同一电子亚层的等价轨道上, 电子总是尽可能以自旋方向相同的方式分占不同的轨道。例如, 氮原子的三个 2p 电子的排列方式为:  $\boxed{\uparrow} \boxed{\uparrow} \boxed{\uparrow}$ , 而不是  $\boxed{\downarrow\uparrow} \boxed{\uparrow} \boxed{\phantom{\uparrow}}$  或  $\boxed{\uparrow} \boxed{\downarrow} \boxed{\uparrow}$ 。

在正常状态下, 原子核外电子遵循核外电子排布的三大原理分布在离核较近、能量较低的轨道上, 体系处于相对稳定的状态, 原子的这种状态称为基态。当外界因素的影响使基态原子中的电子获得能量, 跃迁到能量较高的空轨道时, 原子将处于激发态。

### (三) 核外电子排布的代表方法

1. 原子结构示意图 可以简单地表示出原子核外电子层的排布情况。碳原子的原子结构示意图如图 1-4 所示。 $\oplus 6$  表示原子核以及原子核所带的正电荷数 (即核电荷数), 弧线表示电子层, 其上面的数字表示该电子层的电子数。

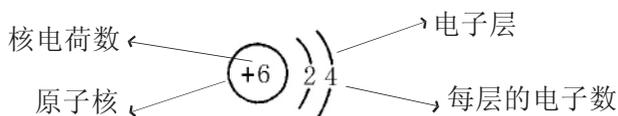
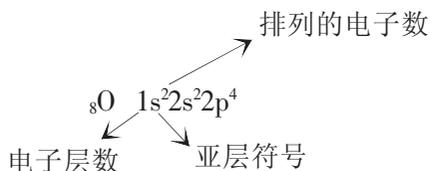


图 1-4 碳原子的原子结构示意图

碳原子核带 6 个单位正电荷, 核外有 6 个电子, 其中第一层有 2 个电子、第二层有 4 个电子。

2. 电子排布式 这是最常用的一种表示核外电子排布的方法, 它将电子亚层按能量由低到高依次排列, 并在亚层符号前用数字注明电子层数、右上角注明亚层所排列的电子数。

例如:



氧原子的 1s 轨道上有 2 个电子, 2s 轨道上有 2 个电子, 2p 轨道上有 4 个电子。

3. 轨道表示式 在分析原子之间相互结合形成化学键的过程时, 为了直观、形象地表示原子的电子排布, 常常使用另一种表示方式——轨道表示式。用方框 (或短线或圆圈) 代表原子轨道, 方框的上方或下方注明轨道的符号, 方框中用向上和向下箭头代表电子的自旋状态。例如, N 和 O 的轨道表示式分别为:





#### 四、元素周期表及其应用

物质之间在性质上存在着差异,如氯化钠是一种盐,而氢氧化钠却是一种碱。物质都是由元素组成的,应该说,不同的元素有着不同的性质。1869年俄国化学家门捷列夫在前人探索的基础上总结出重要的自然规律:元素的性质取决于对应原子的原子结构,并随着原子核电荷数的增加而呈现出周期性的变化,这就是著名的元素周期律。

##### (一) 元素周期表

根据元素周期律,门捷列夫等人先后设计出的各种类型的元素周期表多达170余种。随着新元素的不断发现和人类对物质认识的深入,元素周期表不断得到补充、修正和发展。本书采用我国化学教学长期习惯用的、以瑞士化学家维尔纳(A.Werner)为代表提出的长周期表(见本教材附页)。

根据原子电子层结构的特征,把元素周期表中的元素所在位置分成7个周期、16个族、5个区(见表1-2)。

表 1-2 周期表中元素位置与分布

族 周期	IA											0					
1		IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
2			IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII	IB	IIB							
3	s 区	d 区							ds 区		p 区						
4																	
5																	
6																	
7																	
镧系	f 区																
锕系																	

1.周期 元素周期表有7个横行,每个横行称为一个周期,共有7个周期;其中1、2、3周期分别含有2种、8种和8种元素,为短周期;4、5、6周期分别含有18种、18种和32种元素,为长周期;7周期为未完全周期。

元素原子具有的电子层数就是其所在周期的序数。例如,碳原子核外有两个电子层,为第二周期的元素;钠原子核外有3个电子层,为第三周期的元素。

2.族 周期表有18个纵列,构成16个族,其中8、9、10纵列合为一个族,其余15个纵行各为一个族,分为7个主族(标为A,由长短周期元素共同构成)、7个副族(标为B,完全由长周期元素构成)、1个0族和1个VIII族。