

医用化学

乡村保健医生教材

主审 华维一
主编 但启星

江苏科学技术出版社

(苏)新登字第002号

乡村保健医生教材

医 用 化 学

但启星 主编

华维一 主审

出版发行：江苏科学技术出版社

印 刷：徐州新华印刷厂

开本787×1092毫米1/16 印张 10.75 插页 1 字数 245,000

1993年3月第1版 1993年3月第1次印刷

印数 1—20,140册

ISBN 7—5345—1525—4

R·231

定价：7.00元

我社图书如有印装质量问题，可随时向承印厂调换。

《乡村保健医生教材》编委会

主任委员	张国义			
副主任委员	尹东	胡明琇	殷冬生	
委员	(按姓氏笔画为序)			
	丁琮	王炯明	尹东	左佩龄
	安宝琨	李志华	何书香	张应忠
	张国义	张佩金	陈永年	邵正斌
	肖辅庭	柯观	洪光启	胡明琇
	赵能秀	顾志伟	殷冬生	高之堪
	唐尧根	陶维玉	常江	崔维甫
	蒋午振	葛绍科		
总编	殷冬生			
责任编辑	顾志伟			

前 言

为实现“2000年人人享有卫生保健”的战略目标,加快农村卫生事业的发展,更好地为农村经济建设服务,卫生部于1990年10月和1991年7月先后在湖南省长沙市和辽宁省沈阳市召开了乡村医生教育工作会议,对乡村医生实施“系统化”和“正规化”教育提出了具体要求,并对教学计划的制订、课程设置和教学大纲等问题进行了座谈讨论。

江苏省卫生厅为贯彻卫生部关于乡村医生教育工作会议精神,尽快提高全省7万多名乡村保健医生的业务水平,决定编写适合我省农村卫生工作实际,具有我省农村初级卫生保健试点工作经验的乡村保健医生教材。为此,1990年成立了乡村保健医生教材编写组,1991年12月正式成立了编委会。编写组和编委会在调查研究的基础上确定乡村保健医生的培养目标是具有预防、保健、医疗、康复业务能力和良好职业道德的“实用型”中专人才;教学计划和课程设置应紧紧环绕农村初级卫生保健的目标和内容,贯彻“预防为主”的方针,体现生物医学模式向生物、心理、社会医学模式的转变;教学大纲应适合农村基层的实际需要,贯彻“强化培养目标,淡化课程意识,着重基本理论、基础知识和农村实用技术”的原则。

根据上述原则所拟定的教学计划,经江苏省农村卫生协会常务理事会议讨论形成初稿,经专家论证和广泛征求市、县卫生部门以及基层卫生单位和乡村保健医生的意见后定稿。教学计划规定设置《医用化学》、《正常人体学》、《疾病学基础》、《临床药理学》、《初级卫生保健组织学》、《卫生保健学》、《农村卫生学》、《农村现场急救》、《诊断学基础》、《临床医学》、《流行病及传染病学》、《中医诊疗学》及《医德和卫生法规》等13门课程。为协调好课程之间内容的衔接、侧重、交叉、配合等问题,各课程的主编和副主编集中研究和制订了课程教学大纲和书稿编目,并分别请南京医学院、江苏省人民医院等有关部门的专家、教授进行了论证和指导。

书稿实行主编负责制,并进行两次审稿,第一次邀请省内、外专家初审,第二次由专家主审定稿。

本教材除适用于乡村保健医生正规化和系统化培训外,还可作为中等卫生学校医士专业教材,部分课程的教材可供卫生医士、护士、助产士等专业选用。

乡村保健医生教材的整个编写过程汇聚了集体的智慧,是省、市、县各级卫生行政部门、医疗卫生单位以及有关人员共同努力的结晶。编与过程中还得到上海市卫生局和浙江、安徽省卫生厅的大力支持,他们派出业务造诣较深的医疗卫生专家和卫生学校的高级讲师参与审稿,对书稿提了许多中肯的意见和很好的建议,使教材更为充实。江苏科学技术出版社也给予多方面的协助,并承受出版工作。在此,谨向上述单位和个人表示衷心感谢。

编写乡村保健医生教材对我们来说是一次新尝试,特别在课程设置的优化组合上更是一次探索。我们虽力求教材内容能适合农村的实际应用,好教好学,但限于水平和缺乏经验,不足之处在所难免,恳切希望从事医学教学的同道、广大农村卫生工作者以及使用这套教材的乡村保健医生提出宝贵意见,使这套丛书在修订再版时能臻于完善。

《乡村保健医生教材》编委会

1992年10月

编写说明

《医用化学》是江苏省卫生厅组织编写，供乡村医士专业使用的教材。

根据乡村医士专业教学计划规定的培养目标和医用化学课的教学要求，本教材编写的指导思想是立足化学，加强“三基”（基础理论、基本知识和基本操作技能），适当结合医学，为学习医学专业的基础课和专业课打好基础。

全书分无机化学、有机化学和实验操作三个部分。无机化学部分，在初中化学的基础上，编写了“各族元素及其医药有关的物质概述”一章，对溶液浓度、缓冲溶液、渗透压等章节加强了与医学知识的结合；有机化学部分，除系统知识外，对类脂、多糖、核酸及酰胺等章节加强了与医药基础有关的内容。此外，对贯穿全书的许多化学和医学的双重概念，如胆汁酸盐、甾体激素、血浆蛋白等，均作了明确解释。为了加强化学基本技能的训练，加深对基础理论知识的理解，培养学生分析问题和动手的能力，安排了十次实验，其中无机和有机各五次。

本教材由卫生厅聘请南京药科大学华维一教授主审定稿。编写过程中，得到无锡市卫生学校化学教研组的帮助，安庆卫生学校夏寿昌、金华卫生学校钱柏林、徐州卫生学校陈光鹏、上海第一人民医院护校罗恒等高级讲师参加了审稿座谈会，提出了许多宝贵意见，在此深表感谢。

由于编者水平有限，缺点错误在所难免，恳请读者批评指正。

但启星

1992年6月

目 录

绪 言	1
第一章 化学的基本概念	2
第一节 物质的组成	2
第二节 无机物分类	3
第三节 物质结构与元素周期律	6
第四节 化学键	12
第五节 氧化还原反应	15
第六节 摩尔	17
第七节 化学平衡	19
第二章 各族元素及其医药有关物质概述	24
第一节 金属	24
第二节 碱金属	24
第三节 碱土金属	25
第四节 卤素	26
第五节 氧族元素	30
第六节 氮族元素	32
第七节 碳族元素	34
第八节 硼族元素	36
第九节 过渡元素	37
第十节 稀有气体 (概念)	40
第三章 溶液	42
第一节 溶液的浓度	42
第二节 电解质溶液	45
第三节 溶液的酸碱性与 pH 值	48
第四节 盐的水解	50
第五节 缓冲溶液	51
第六节 溶液的渗透压	53
第四章 基本有机化合物	59
第一节 有机化合物概述	59
第二节 烃	62
第三节 醇、酚、醚	71
第四节 醛、酮	76
第五节 羧酸、羟基酸和酮酸	79
第六节 胺	84

第七节 酰胺	87
第八节 生物碱	90
第九节 杂环化合物 (概念)	91
第五章 脂类化合物	104
第一节 油脂	104
第二节 类脂	106
第六章 糖类化合物	113
第一节 单糖	113
第二节 双糖	118
第三节 多糖	119
第七章 氨基酸、蛋白质和核酸	123
第一节 氨基酸	123
第二节 蛋白质	127
第三节 血红蛋白和核蛋白	134
第四节 核酸	134
化学实验	144
化学实验室规则	144
实验一 化学实验基本操作	144
实验二 同周期、同主族元素性质的递变	148
实验三 硫和氮的化合物	149
实验四 溶液的配制	150
实验五 电解质溶液	151
实验六 烃	152
实验七 醇、酚、醛、酮	153
实验八 羧酸和胺	154
实验九 糖和脂类	154
实验十 蛋白质的性质	155
附录	
一、碱酸和盐的溶解性表	
二、常用法定计量单位及换算表	
三、国际原子量表	
教学大纲	
元素周期表	

绪 言

“医用化学”是医学专业设置的化学课，简称“医化”，包括无机化学和有机化学两部分内容。化学是研究物质的组成、结构、性质、变化及合成的一门自然科学。医用化学还涉及一些与医学有关的内容。

物质都处于不断的运动和变化之中。物质的变化有物理变化和化学变化，物质外形或状态的变化，如液体的蒸发、固体的粉碎等，属物理变化；化学变化的特征是有新物质的生成，如药品的变质，伴有新的物质产生。化学变化中，变化前的物质（称反应物）与变化后的新物质（称生成物）两者的总质量相等，即服从质量守恒定律（又称物质不灭定律）。物质在化学变化中表现出来的性质，谓物质的化学性质，如木材燃烧、铁生锈等；物质的另一些性质，如颜色、气味、沸点、凝固点、溶解性等，不经过化学变化就显示的性质，属物质的物理性质。根据这两种性质，人们就能识别物质。

从医学来说，构成人体的基本物质如蛋白质、脂类、糖类、无机盐、水等，都是化学物质。人体生理活动所需的能源来自化学变化。防治疾病所用的药物，其合成、分析、提纯等多采用化学方法。临床检验、卫生检验等都是以化学变化为基础、采用化学手段进行的。

此外，现代许多医学课程如生物遗传、生理学、药理学等的研究都发展到了分子水平，也就是说，医学科学的研究已从宏观发展到微观。医用化学已成为医学专业设置的重要基础课之一。只有掌握了医化的“三基”（基础理论、基本知识和基本操作技能），才能为后续的医学基础课和专业临床课打好基础。

与学习其他自然科学一样，学习医化必须贯彻理论联系实际的原则，重视实验操作技能，并将所学“三基”应用于临床；同时，通过学习，学会用辩证唯物主义的观点和方法去分析问题和解决问题。

我国是世界文明古国。在古代，我国劳动人民首先发明了火药、造纸、陶瓷等化工产品，对人类作出了卓越贡献。建国后，我国科技事业有了很大的发展，60年代，人工合成了具有生物活性的蛋白质——结晶牛胰岛素；80年代初，又合成了酵母转氨酶转移核糖核酸，使人类认识生命的伟大历程跃进了一大步。随着科技事业的发展，医学也有了同步跃进。只有刻苦学习，才能掌握现代化的医学知识和技术，才谈得上为祖国和世界的卫生事业作出贡献。

第一章 化学的基本概念

第一节 物质的组成

物质由分子、原子、离子等微粒构成。

一、分子

分子是保持物质化学性质、能独立存在的一种微粒。各种物质的性质不同，就是因为它们分别由不同分子所构成，如水是由水分子构成，硫酸是由硫酸分子构成等。

分子是永恒运动着的。同种物质的分子，大小、质量和性质相同。

二、原子

原子是物质参与化学反应的最小微粒。有些物质可由原子构成，如惰性气体及铁、钴等金属。

原子也是永恒运动着的。原子呈电中性。

三、离子

离子是带有电荷的原子或原子团。原子失去电子后的微粒称为阳离子，如 Na^+ 、 Mg^{2+} 等；原子得到电子后的微粒，称为阴离子，如 Cl^- 、 S^{2-} 等。

四、原子量

以一种碳原子（原子核由 6 个质子和 6 个中子组成）一个原子质量的 $1/12$ 作为标准，其他原子的质量与它相比较所得的数值，就是这种原子的原子量。原子量是一个相对质量。使用原子量时，常取它的近似值，如 C 的原子量为 12，Cl 的原子量为 35.5 等。

五、元素

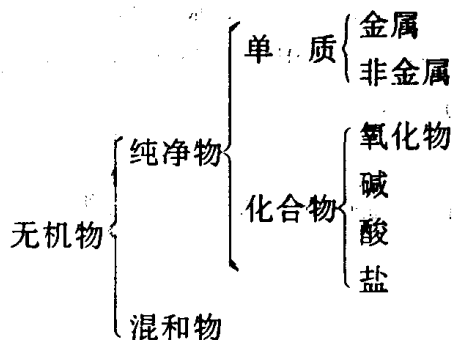
元素是具有相同核电荷数（即质子数）的同一类原子的总称。元素符号既表示一种元素，也表示该元素一个原子，如元素符号 Na，既表示钠元素，也表示钠元素一个原子。

讲物质由什么组成时，用元素，例如水是由氢元素和氧元素组成；讲分子由什么组成时，用原子，例如一个水分子（ H_2O ）由两个氢原子和一个氧原子组成。

六、分子式

用元素符号来表示物质分子组成的式子，称为分子式。分子式表示物质的一个分子。例如，氧气的分子式为 O_2 ；硫酸的分子式为 H_2SO_4 ；磷酸的分子式为 H_3PO_4 等。

第二节 无机物分类



一、单质

物质分子如由同种元素的原子构成，这类物质称单质。

(一) 金属

金属大多数具有金属光泽，并具有良好的导热性、导电性和延展性。在常温时，除汞、镓、铯是液体外，均为固体。密度大于 5 的金属称重金属，如银、铜等；比重小于 5 的金属称轻金属，如铝、镁等。

(二) 非金属

非金属在常温时，除溴为液体外，均为气体或固体。固体性脆，熔点较低，比重较小。固体非金属如碳、硫等，气体如氧气、氮气等。

单质虽有金属和非金属之分，但两者之间没有绝对的界限，例如，锑是金属，却具有脆性、不易导电等非金属的性质；砷是非金属，却具有金属光泽、能导电、导热等金属的性质。

此外，稀有气体，也称惰性气体，包括氦、氖、氩、氪、氙、氡，由于原子结构的特殊性，在一般条件下，不发生化学变化，不易形成化合物。

二、化合物

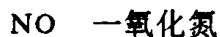
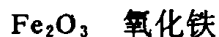
(一) 氧化物

化合物分子由氧和另一种元素的原子构成时，称为氧化物。

1. 命名 一种元素和氧只生成一种氧化物时，称为氧化某元素，例如：



一种元素和氧能生成两种或两种以上的氧化物时，用“高”、“亚”或数字加以区别，例如：



2. 分类

(1) 碱性氧化物 能和酸反应生成盐和水的氧化物，称为碱性氧化物。金属氧化物多为碱性氧化物，例如 CaO 、 MgO 等，它们均为固体，多数难溶于水。

(2) 酸性氧化物 能和碱反应生成盐和水的氧化物，称为酸性氧化物。非金属氧化物

多为酸性氧化物，例如 CO_2 、 P_2O_5 等，其中有的是气体，有的是液体或固体，多数能溶于水。

(3) 两性氧化物 既能与酸又能与碱反应生成盐和水的氧化物，称为两性氧化物，例如， ZnO 、 Al_2O_3 等。它们均为固体，不溶于水，但与酸或碱发生反应则可溶于水。

(4) 不成盐氧化物 既不与水作用生成酸或碱，也不与酸或碱作用生成对应的盐，称为不成盐氧化物，例如， NO 、 CO 等。

(二) 酸

化合物分子由能被金属离子置换的氢离子和酸根组成，称为酸，例如， HCl 、 H_2SO_4 、 HNO_3 、 H_2CO_3 等。

酸的分类和命名：

1. 按分子组成分

(1) 无氧酸 酸根中不含氧，命名时在氢字后面加上另一元素的名称，称作“氢某酸”，例如：

HCl	氢氯酸(盐酸)	HI	氢碘酸
HCN	氢氰酸	H_2S	氢硫酸

(2) 含氧酸 酸根中含氧，命名时按酸根中氧以外的元素名称称作“某酸”，例如：

H_2SO_4	硫酸	H_3PO_4	磷酸
H_3BO_3	硼酸	H_2CO_3	碳酸

如果酸根中氧以外的元素相同，但形成的含氧酸有几种时，可用“高”、“亚”等区别命名，例如：

H_2SO_4	硫酸	H_2SO_3	亚硫酸
HNO_3	硝酸	HNO_2	亚硝酸
HClO_4	高氯酸	HClO_3	氯酸
HClO_2	亚氯酸	HClO	次氯酸

2. 按酸分子中能被金属离子置换的氢离子数分

(1) 一元酸 酸的分子中含一个能被金属离子置换的氢离子，称为一元酸，例如 HCl 、 HNO_3 等。

(2) 多元酸 酸的分子中含两个或两个以上能被金属离子置换的氢离子，称为多元酸，例如， H_2SO_4 、 H_3PO_4 等。

酸的通性：

1) 酸的水溶液均具有酸味。

2) 酸的水溶液能使酸碱指示剂变色，例如，酸能使石蕊变红，使甲基橙变红等。

3) 酸能与碱反应，生成盐和水，例如：



这类化学反应，称为酸碱中和反应。

(三) 碱

化合物分子由金属离子（包括铵离子 NH_4^+ ）和氢氧根组成的化合物，称为碱，例如， NaOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等。

碱的分类和命名：

按碱的水溶性分为可溶性碱与不溶性碱。

1. 可溶性碱 少部分碱可溶于水，如 NaOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ （微溶）等。

2. 不溶性碱 多数碱是不溶于水的，如 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 等。

命名时，一种金属元素以一种化合价和氢氧根结合所成的碱，称“氢氧化某”，例如：

NaOH	氢氧化钠	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	氢氧化钙
KOH	氢氧化钾	$\text{Al}(\text{OH})_3$	氢氧化铝

如果一种金属元素以两种化合价和氢氧根结合成碱时，用“氢氧化某”、“氢氧化亚某”区别命名，例如：

$\text{Fe}(\text{OH})_3$	氢氧化铁	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	氢氧化亚铁
--------------------------	------	--------------------------	-------

碱的通性：

1. 碱溶液有涩味，并有滑腻感。

2. 碱溶液能使酸碱指示剂变色，例如，使石蕊变蓝，使酚酞变红，使甲基橙变黄等。

3. 碱能与酸反应，生成盐和水。

（四） 盐

盐是由金属离子（包括 NH_4^+ ）与酸根组成的化合物，例如， NaCl 、 ZnSO_4 、 NH_4NO_3 等。

盐的分类和命名：

1. 正盐 分子中只含金属离子和酸根的盐，称为正盐，例如， NaCl 、 Na_2CO_3 、 K_3PO_4 等。

2. 酸式盐 分子中除金属离子和酸根外，还含有氢离子的盐，称为酸式盐，例如， NaHCO_3 、 KH_2PO_4 、 NaHSO_4 等。

3. 碱式盐 分子中除金属离子和酸根外，还含有氢氧根的盐，称为碱式盐，例如， $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ 碱式氯化镁， $\text{Bi}(\text{OH})\text{CO}_3$ 碱式碳酸铋等。

4. 复盐 分子中含有两种金属离子和一种酸根的盐，称为复盐，例如， $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 硫酸铝钾（俗称明矾）， $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 氯化镁钾（俗称光卤石）等。

命名时，正盐用“化”或“酸”连接两个组成部分。由无氧酸的酸根组成正盐时，用“化”命名，由含氧酸的酸根组成的正盐，则用“酸”命名，例如， NaCl 氯化钠， NH_4Cl 氯化铵， KCN 氰化钾， AgNO_3 硝酸银， CuSO_4 硫酸铜， CaCO_3 碳酸钙等。如果组成盐的金属有可变化价时，命名时加“亚”区别，例如， $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 硫酸铁， FeSO_4 硫酸亚铁，因前者为三价铁组成，后者为二价铁组成，所以后者称亚铁；又如， HgCl_2 氯化汞和 HgCl 氯化亚汞等，也是用“亚”区别命名的。

酸式盐的命名，是在正盐名称的前面加上“酸式”，或在酸根后面加上“氢”，例如， NaHCO_3 碳酸氢钠（或酸式碳酸钠）， K_2HPO_4 磷酸氢二钾， NaH_2PO_4 磷酸二氢钠等。

碱式盐命名时，是在正盐名称前面加上“碱式”二字。例如， $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ 碱式氯化镁， $\text{Bi}(\text{OH})\text{CO}_3$ 碱式碳酸铋， $\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 碱式碳酸铜等。

习 题

一、写出下列物质的分子式，并注明类别：

- | | | | |
|----------|---------|---------|---------|
| 1. 锌 | 2. 碳酸氢钠 | 3. 氢氧化钠 | 4. 盐酸 |
| 5. 磷酸氢二钠 | 6. 硫酸亚铁 | 7. 硝酸铵 | 8. 氢氧化铝 |

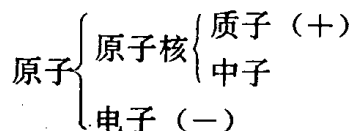
二、写出下列物质的名称，并注明类别：

- | | | | |
|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| 1. H_2CO_3 | 2. Cu_2O | 3. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ | 4. HCN |
| 5. AgNO_3 | 6. NaH_2PO_4 | 7. NH_4Cl | 8. HgCl_2 |

第三节 物质结构与元素周期律

一、原子结构

原子由原子核和核外电子构成。



(一) 原子核

原子核由质子和中子构成。一个质子带一个单位正电荷，中子不带电荷。原子核的质量数等于质子数和中子数之和。

原子的质量数 = 质子数 + 中子数

这样，知道原子的质量数、质子数、中子数三者中的任意两个，则可推算出另一个数值，例如，碳的质子数为 6，质量数为 12，则中子数为 $12 - 6 = 6$ 。

因为电子质量极轻，约为质子质量的 $1/1837$ ，可以忽略不计，所以原子的质量主要集中在原子核上。通常采用质子和中子的相对质量取近似数值为 1 计算。也就是说，原子的质量为质子和中子质量的总和。

由于质子带电荷，中子不带电荷，所以核电荷数即核的质子数。不同类的原子（即不同种的元素）带有不相同的核电荷数，107 种元素的原子核分别具有 1~107 个质子数（即核电荷数）。按元素核电荷数增加的顺序依次排列，并给它们编号，称为原子序数。

原子序数 = 核电荷数 = 质子数

一般表示某种元素的原子序数和质量数时，可将原子序数写在元素符号的左下角，将质量数写在左上角，例如 ${}^{23}_{11}\text{Na}$ 、 ${}^{32}_{16}\text{S}$ 等。

(二) 核外电子

一个电子带 1 个单位的负电荷。电子排布于原子核周围，作高速运转。因为原子呈电中性，所以原子核的质子数与核外电子数相等，即：

原子序数 = 核电荷数 = 质子数 = 核外电子数

电子排布于核外，近核一层的电子，能量最低，愈往外层，能量愈高。这种排布有一定规律，下表为各电子层中电子的最大容量：

电子层	1	2	3		最外层
容纳最大电子数	2	8	18		8 (2)

电子排布,先排近核的层次,也就是从能量最低的开始。原子最外层的电子最多为 8 个;如果原子只有一个电子层时,则最多能容纳 2 个电子。

例如.

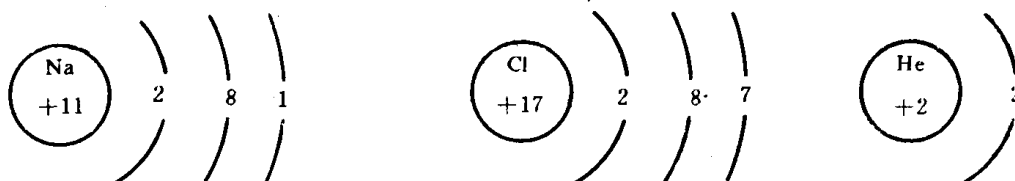


图 1-1 原子结构示意图

用圆圈表示原子核,质子所带的正电荷数用+1、+2、+3……表示,写在圆圈内。核外用弧线表示电子层,每层的电子数用数字写在弧线上(图 1-1)。

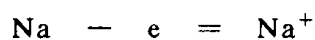
如图 1-1,钠原子最外层为 1 个电子,在化学反应中容易失去,显金属性;氯原子最外层为 7 个电子,化学反应中容易得到电子,显非金属性。因为原子最外层的电子最多为 8 个,当原子的最外层具有 8 个电子时,它的性质最为稳定;如只有一个电子层,具有 2 个电子,性质也较稳定。可见,原子的外层电子数决定元素的性质。核外电子较多时,情况则较复杂。

(三) 元素的化合价

一种元素的一个原子与其他元素的原子化合的数量关系,称为这种元素的化合价。

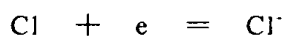
元素的化合价是元素的原子在形成化合物时,才能表现出来的一种性质。如果不指出具体的反应或化合物,单讲某元素几价,就没有意义。例如说“铁的化合价是多少?”如指铁的单质,化合价为 0 价,化合物 FeCl_2 中为 +2 价,在 FeCl_3 中为 +3 价。

化合价有正价和负价。因为原子的外层电子受核电荷的吸引力较小,同时,外层电子都有趋于稳定结构的倾向(满足 8 个电子的倾向),所以,当原子的外层电子未满足稳定结构时,在反应中容易得到或失去电子。一般而言,原子外层为 1~3 个电子者,容易失去,显金属性;原子外层为 5~7 个电子者,容易得到电子,显非金属性。原子失去电子显正化合价,失去的电子数即元素的化合价数,例如,钠原子失去 1 个电子后显 +1 价,表示为:



钠原子 电子 钠离子

同样,原子得到电子显负化合价,得到的电子数即元素的化合价数。例如,氯原子得到 1 个电子后显 -1 价,表示为:



氯原子 电子 氯离子

原子在反应中得到或失去的电子,称为价电子。化合价就决定于这些价电子。

有些元素在不同条件下,表现的化合价并不相同,例如,铁有 +2 价和 +3 价。就是说,铁这种元素,在某种条件下反应显 +2 价,在另一种条件下反应则显 +3 价,称为可变化化合价。在医学上, +2 价的铁离子为人体所需要,是亚铁血红素的主要成分;如果变成 +3 价铁离子

时,形成高铁血红蛋白,对人体就有害了。

二、同位素

同一种元素的原子,质子数相同,中子数不同,这些原子互称为同位素。同为氢元素的原子,质子数都是 1,但中子数可为 0、1、2,这三种氢原子就称为氢元素的同位素,例如:

普通氢原子:含一个质子,不含中子,称氕

重氢原子:含一个质子,一个中子,称氘

超重氢原子:含一个质子,两个中子,称氚

三种氢原子的质量不同,氕是 1,氘是 2,氚是 3,且它们在自然界的含量不同,所以说氢的原子量是指这三种氢原子原子量的平均值,约为 1.008。

自然界存在的元素几乎都有同位素,从性质分,有稳定同位素和放射性同位素。放射性同位素放出的射线容易被探测仪器找到它的踪迹,因而放射性同位素的原子称为“示踪原子”,医学上广泛应用于诊断和治疗。

三、元素周期律

(一)核外电子排布的周期性

如果将所有的元素,按照它们原子核电荷递增顺序排列,就会发现,这些元素原子的最外层电子的排布,呈有规律地变化。从氢到氦,有一个电子层;从锂到氖,有两个电子层。以此类推,排列了 107 种元素以后,还发现,每隔一定数目的元素,最外层电子的数目呈现周期性的变化。

(二)元素性质的周期性

原子的外层电子数决定了元素的性质,因而外层电子数的周期性变化,必然表现在各元素的性质上(表 1-1)。

表 1-1

从锂到氩,元素及其化合物的性质递变

		金属性逐渐增强				非金属性逐渐增强			
非金属性逐渐增强	原子序数	3	4	5	6	7	8	9	10
	元素名称	锂 Li	铍 Be	硼 B	碳 C	氮 N	氧 O	氟 F	氖 Ne
	最外层电子数	1	2	3	4	5	6	7	8
	电子层数	2	2	2	2	2	2	2	2
	金属性和非金属性	活泼金属	金属	非金属	非金属	非金属性较强	活泼非金属	最活泼的非金属	稀有气体
	化合价	+1	+2	+3	+4 -4	+5 -3	-2	-1	0
	最高价氧化物的分子式	Li ₂ O	BeO	B ₂ O ₃	CO ₂	N ₂ O ₅			
	氧化物的水化物	LiOH	Be(OH) ₂	H ₃ BO ₃	H ₂ CO ₃	HNO ₃			
	水化物的酸碱性	强碱性	碱性	弱酸性	弱酸性	强酸性			
	气态氢化物的分子式				CH ₄	NH ₃	H ₂ O	HF	
金属性逐渐增强	原子序数	11	12	13	14	15	16	17	18
	元素名称	钠 Na	镁 Mg	铝 Al	硅 Si	磷 P	硫 S	氯 Cl	氩 Ar
	最外层电子数	1	2	3	4	5	6	7	8
	核外电子数	3	3	3	3	3	3	3	3
	金属性和非金属性	很活泼金属	活泼金属	两性元素	非金属	非金属	较活泼非金属	活泼非金属	稀有气体
	化合价	+1	+2	+3	+4 -4	+5 -3	+6 -2	+7 -1	0
	最高价氧化物的分子式	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl ₂ O ₇	
	氧化物的水化物	NaOH	Mg(OH) ₂	Al(OH) ₃ H ₃ AlO ₃	H ₂ SiO ₃	H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄	HClO ₄	
	水化物的酸碱性	强碱性	碱性	两性	弱酸性	酸性	强酸性	最强酸	
	气态氢化物的分子式				SiH ₄	PH ₃	H ₂ S	HCl	
		碱性逐渐增强				酸性逐渐增强			

从锂到氩这 8 种元素性质的递变,说明元素性质变化的周期性。

1. 化合价 正化合价从 +1 价到 +5 价;负化合价从 -4 价到 -1 价;最后一个元素氩是稀有气体,化合价为 0 价。

2. 金属性和非金属性 锂的最外层只有一个电子,反应中容易失去,是一个很活泼的金属;铍的金属性比锂弱;硼主要表现非金属性;碳、氮、氧、氟的非金属性逐渐增强;最后一个

元素氦为稀有元素。

从表 1-1 中看出,从钠到氩 8 种元素性质的变化,又重现前面 8 种元素(从锂到氦)相类似的性质。也就是说,元素性质的变化呈现周期性。

(三)元素周期律

随着元素核电荷的递增,每隔一定数目的元素,便出现前面元素相类似的性质。这种元素性质的变化规律,称为元素周期律。

元素周期律说明了元素性质随着核电荷数的递增而呈现出周期性的变化。周期律也就深刻地说明了元素之间的内在联系,并体现了量变到质变的自然规律。

四、元素周期表

遵循元素周期律,按原子序数递增顺序,从左到右排成横行,再将各横行中最外层电子数相同的元素,按电子层递增顺序自上而下排成纵行,这样排列出来的表,称为元素周期表。

本书介绍的是常用的化学元素周期表(见附录四)。

(一)周期

元素周期表有七个横行,每一横行为一个周期,共有七个周期。

第一周期只有两种元素,第二、第三周期各有 8 种元素。这三个周期称为短周期。第四、第五周期各有 18 种元素,第六周期有 32 种元素。这三个周期称为长周期。第七周期包括已发现的 20 余种元素,称为不完全周期。

(二)族

元素周期表共有 18 个纵行。第八、九、十纵行里共有 9 种元素,称为第Ⅷ族元素。这些元素情况复杂。最后一个纵行为稀有气体,它们的化合价可看作 0,故称 0 族元素。其余 14 个纵行分成 7 个主族和 7 个副族,即第Ⅰ族到第Ⅶ族。

1. 主族元素 包括表上Ⅰ_A、Ⅱ_A……Ⅶ_A七个纵行的元素,例如,Ⅱ_A即表示第Ⅱ主族的六种元素:Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Ra,又称碱土金属元素。

2. 副族元素 包括表上Ⅲ_B、Ⅳ_B……Ⅰ_B、Ⅱ_B七个纵行的元素,例如,Ⅰ_B表示第Ⅰ副族的 3 种元素,即 Cu、Ag、Au。

(三)周期表中元素性质的递变规律

从周期来说,每一周期都是从活泼金属开始,自左至右,金属性逐渐减弱,非金属性逐渐增强,最后为稀有气体。

从主族来说,在同一主族中,自上而下,金属性逐渐增强,非金属性逐渐减弱。

根据以上变化规律,在表左下角的元素金属性最强,右上角的元素,非金属性最强。这种情况可在表 1-2 中表示出来: