

全国高等医药院校试用教材
(供医学、儿科、口腔、卫生专业用)

医用基础化学

上册

吉林医科大学主编

人民卫生出版社

医 用 基 础 化 学

(上 册)

吉林医科大学 主 编

人民卫生出版社出版

人民卫生出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米16开本 17 $\frac{1}{2}$ 印张 402千字

1978年7月第1版第1次印刷

印数：1—135,200

统一书号：14048·3623 定价：1.40元

编写说明

《医用基础化学》一书是受卫生部委托，由上海第一医学院、上海第二医学院、中国医科大学、四川医学院、吉林医科大学、重庆医学院和湖北医学院等七所院校组成编写组共同完成的。它是供医学院校五年制的医学、儿科、口腔和卫生等四个专业使用的统一试用教材。全书分上、下两册。上册是选取无机化学、分析化学和物理化学的有关内容编成；下册主要是选取有机化学的基本内容编成，鉴于医学需要还编入了中草药化学成分和医用高分子化合物的有关内容。本书采用大小字编印是便于不同年制使用时取舍。

在编写的最后阶段，还邀请了武汉医学院、苏州医学院、湖南医学院、江西医学院、北京第二医学院和西安医学院的同志们参加审阅，并对原稿提出许多宝贵意见。湖北医学院和北京第二医学院对本书的编写工作曾给予大力支援。在此，对上述各兄弟院校一并致谢。

由于我们的思想水平和业务能力有限，加之时间仓促，因此本书一定会存在许多不足之处，殷切希望广大教师、学员和读者不吝批评指正。

《医用基础化学》编写组

1978年3月

目 录

绪论	1
第一节 化学研究的对象	1
第二节 化学的分类	1
第三节 化学的研究方法	2
第四节 化学在社会主义建设中的作用	3
第五节 化学与医学的关系	3
第一章 原子结构	6
第一节 原子结构的复杂性	6
一、电子的发现	6
二、伦琴射线	6
三、放射现象	6
第二节 行星式原子模型	7
第三节 原子核	7
一、原子核的电荷	7
二、原子核的组成	8
三、同位素	9
第四节 波尔学说	10
第五节 原子核外电子层结构	13
一、电子云的初步概念	13
二、核外电子的运动状态和排布规律	14
第六节 元素的性质和原子结构的关系	22
一、原子半径	22
二、金属性与非金属性	23
三、元素的电负性	24
第二章 分子结构	27
第一节 化合价与化学键	27
第二节 离子键	28
一、离子的形成	28
二、离子键的形成	31
第三节 共价键	32
一、共价键的形成	32
二、共价键的特性	34
三、极性键与非极性键	36
第四节 配价键	37
第五节 极性分子和非极性分子	39
第六节 分子缔合与氢键	40

第七节 固态物质的结构 金属键	43
一、物质的聚集状态	43
二、晶态物质和无定形物质	43
三、晶体的内部结构	45
第三章 化学反应速度和化学平衡	48
第一节 化学反应速度	48
第二节 浓度对反应速度的影响	49
第三节 温度对反应速度的影响	52
第四节 催化剂对反应速度的影响	54
一、催化作用的特点	54
二、催化作用的理论	55
三、生物体内的催化剂——酶	59
第五节 化学平衡	60
一、不可逆反应与可逆反应	60
二、化学平衡	60
三、化学平衡常数	61
第六节 化学平衡的移动	64
一、浓度对化学平衡的影响	64
二、温度对化学平衡的影响	66
三、压力对化学平衡的影响	66
四、吕·查德里原理	67
第四章 溶液	69
第一节 溶液的一般概念	69
一、物质分散系	69
二、溶解过程	70
三、水化理论	70
第二节 物质的溶解度	71
一、溶解度与溶质、溶剂本性的关系	71
二、固体在液体中的溶解度	72
三、气体在液体中的溶解度	74
四、液体对液体的溶解	76
五、分配定律	77
第三节 溶液的浓度及计标	78
一、百分浓度	79
二、比例浓度	80
三、储备液的稀释与溶液的混合	81
四、克分子浓度	83
五、当量浓度	85
六、离子毫当量浓度及有关计算	91
第四节 胶体概念	95
一、胶体体系的一般概念	95

二、溶胶·····	95
第五章 希溶液的通性 ·····	98
第一节 溶液的蒸气压、拉乌尔定律·····	98
第二节 溶液的沸点·····	100
第三节 溶液的冰点·····	101
第四节 溶液的渗透压·····	104
一、渗透现象和渗透压·····	104
二、溶液的渗透压与浓度、温度的关系·····	105
三、等渗、低渗和高渗溶液·····	107
四、晶体渗透压和胶体渗透压·····	111
第五节 希溶液定律·····	112
第六章 电解质溶液 ·····	114
第一节 电解质的希溶液·····	114
第二节 阿累尼乌斯电离学说·····	115
第三节 电离过程·····	116
第四节 电离度·····	118
一、电离度·····	118
二、影响电离度的因素·····	120
第五节 弱电解质溶液·····	122
一、电离平衡·····	122
二、分级电离·····	122
三、稀释定律·····	124
第六节 强电解质溶液·····	126
一、强电解质溶液的离子互吸学说·····	127
二、活度与活度系数概念·····	128
三、离子强度与活度系数·····	128
四、电解质在机体中的意义·····	130
第七节 同离子效应和盐效应·····	131
一、同离子效应·····	131
二、盐效应·····	131
第八节 溶度积原理·····	133
一、溶度积·····	133
二、沉淀的生成与溶解·····	134
三、溶度积的计算·····	135
第九节 酸碱质子学说·····	137
第七章 水的电离及水解 ·····	141
第一节 水的电离和离子积·····	141
第二节 溶液的酸碱性和氢离子浓度的关系·····	142
第三节 氢离子浓度和 pH 值·····	143
第四节 酸碱指示剂·····	145
一、指示剂的变色原理·····	145

二、指示剂的变色点·····	146
三、指示剂的变色域·····	146
第五节 盐的水解·····	147
一、弱酸强碱盐的水解·····	147
二、强酸弱碱盐的水解·····	148
三、弱酸弱碱盐的水解·····	148
第六节 盐溶液 pH 值的计标·····	149
第七节 用酸碱质子学说阐明盐类水解·····	151
第八章 缓冲溶液 ·····	154
第一节 缓冲溶液的组成及其作用·····	154
一、溶液的缓冲作用·····	154
二、缓冲溶液的组成·····	154
三、缓冲溶液的作用机制·····	155
第二节 缓冲溶液的 pH 值——亨德森-哈塞尔巴赫方程式·····	157
一、弱酸及其盐所组成的缓冲溶液的 pH 值·····	157
二、弱碱及其盐所组成的缓冲溶液的 pH 值·····	159
第三节 缓冲容量·····	163
第四节 缓冲溶液的配制·····	166
第五节 缓冲溶液在医学上的意义·····	172
一、碳酸氢盐缓冲系·····	173
二、缓冲系在调节血液 pH 值中的作用·····	174
第六节 测定溶液 pH 值的缓冲比色法·····	176
第九章 络合物 ·····	179
第一节 络合物的概念·····	179
第二节 络合物的组成和结构·····	179
一、络合物的形成·····	179
二、络离子的结构·····	180
三、络合物的命名·····	183
四、络离子的配位数与几何构形·····	184
第三节 溶液中络合物的稳定性·····	185
第四节 内络合物——螯合物·····	187
第五节 络合物与医药的关系·····	189
第十章 氧化还原与电极电位 ·····	191
第一节 氧化还原概念·····	191
一、从氧和氢的得失看氧化还原·····	191
二、从物质中元素氧化数的增减看氧化还原·····	191
三、从反应中电子的得失看氧化还原·····	192
第二节 氧化剂与还原剂·····	192
第三节 配平氧化还原方程式的离子电子法·····	194
第四节 原电池·····	196

一、原电池与氧化还原反应·····	196
二、原电池电动势的测定法·····	197
第五节 电极电位·····	198
一、电极电位与电池电动势·····	198
二、电极电位与反应物(浓)活度的关系·····	199
三、电极电位与参比电极·····	200
第六节 标准电极电位的意义·····	203
一、标准电极电位表·····	203
二、电极电位与电池电动势的计算·····	205
第七节 液接电位与盐桥·····	209
第八节 氧化还原电极·····	210
第九节 pH 值的测定与电位滴定·····	211
一、溶液 pH 值的电位测定法·····	211
二、电位滴定法·····	217
第十节 离子选择性电极·····	218
第十一章 容量分析 ·····	221
第一节 容量分析概述·····	221
一、容量分析的特点和方法·····	221
二、容量分析的操作程序·····	222
三、容量分析的计算方法·····	223
四、定量分析的误差·····	225
五、分析结果的准确度和精密度·····	225
第二节 酸碱滴定法·····	226
一、酸碱滴定法的基本原理·····	226
二、滴定曲线与指示剂的选择·····	227
三、酸碱滴定法的实验过程·····	233
四、酸碱滴定法的应用实例·····	234
第三节 络合滴定法·····	235
一、络合滴定法的一般原理·····	235
二、金属指示剂·····	239
三、提高 EDTA 滴定选择性的方法·····	241
四、络合滴定法的实验过程·····	242
五、络合滴定法的应用实例·····	243
第四节 氧化还原滴定法·····	243
一、概述·····	243
二、高锰酸钾法·····	244
三、碘量法·····	246
第十二章 比色分析 ·····	252
第一节 比色分析的基本原理——朗伯-比尔定律·····	252
一、朗伯定律·····	253
二、比尔定律·····	253

三、朗伯-比尔定律·····	254
第二节 比色分析的测定方法·····	254
一、目视比色法·····	254
二、光电比色法·····	255
三、可见分光光度法·····	257
第三节 比色分析条件的选择·····	258
一、显色条件的选择·····	258
二、比色条件的选择·····	258
第四节 比色分析法应用示例·····	258
一、原理·····	258
二、操作步骤·····	259
附录·····	261
一、在20°C时强酸溶液的比重·····	261
二、在20°C时常用碱溶液的比重·····	262
三、在20°C时酒精溶液的比重·····	262
四、溶解度表·····	263
五、弱电解质的电离常数(25°C)·····	264
六、希腊字母表·····	264
七、度量衡单位表·····	265
八、四位对数表·····	268
九、元素周期表·····	270

绪 论

第一节 化学研究的对象

人们在生产斗争和阶级斗争实践中，累积了丰实的知识。自然科学是生产斗争的知识，化学、物理学和生物学等都属于自然科学；社会科学是阶级斗争的知识，马列主义的哲学和政治经济学等都属于社会科学。

自然科学研究自然界中物质的各种形态；揭露物质运动的成因和规律，从而使人们运用这些规律来控制自然、改造自然和利用自然，以满足人们的需要。

在人们生活的自然界里，除了不断运动的物质之外别无他物，因此说世界是物质的。列宁曾给物质下了一个最完善的定义，他写道：“**物质是作用于我们的感官而引起感觉的东西；物质是我们感觉到的客观实在**”（《列宁选集》）。物质的概念是一个广泛的哲学概念，它包括人们的认识以外独立存在的一切东西；就是包括不以人们的主观意志为转移的所有客观存在。宇宙之内，上自天体，下至地底，以及介于其间的飞禽走兽、花草树木等纷繁万物，无一不是物质。

物质的种类虽然繁多，但总起来可分为两种形态。一种是具有静止质量（物质静止时衡量的质量）和体积的形态，处于这种形态的物质叫实物。常见的铁、石、水、土等都是实物，化学中研究的分子原子、医学中研究的人体等等也都是实物。另一种是不具有静止质量和体积的形态，以这种形态存在的物质叫场。引力场、电磁场、原子核内核力场等均属于场。实物和场是物质存在的两种基本形态，它们之间可以互相转化，但是它们不会被消灭，也不可能凭空创造出来。

物质处于经常不断的运动之中，世界上没有不运动的物质，也没有脱离物质的运动。运动不仅仅指物质在空间的移动或转动，它包括自然界和社会中所有的运动形式。物质运动有许多不同的形式，例如物理运动（热运动、电运动、电磁运动、核子运动等）、化学运动（化合、分解、氧化、还原、水解等）、生物运动（生命现象）等等。物质的各种运动形式是彼此联系的，并且在一定条件下可以互相转化。热运动和电运动可以转变为化学运动；化学运动也可以转变为电运动等等。

科学的研究对象是物质及其运动。物质运动的各种形式是由不同的科学来分工研究的。物理学研究热、光、电等物理运动形式；生物学研究有机体的生命现象；而化学则研究物质的化学运动形式（化学变化）。所以化学研究的对象是物质的组成、结构、性质和用途；物质的性质与其组成和结构间的关系；物质发生化学变化的条件、规律以及随之引起的各种现象。必须注意，化学研究的物质主要是实物而不是场，因此，在化学中提到的物质，往往也是指实物而言。当然，研究物质的微观状态如原子分子结构，也是与引力场、电磁场的作用分不开的。

第二节 化学的分类

化学研究的范围非常广泛，担负的任务也是相当复杂的。为了便于研究、学习和掌

握，现代化学很自然地分成了若干门类。

有机化学和无机化学，这是根据所研究的物质类别而分的两门化学。有机化学是研究碳化合物的化学。碳化合物也称为有机化合物(有机物)，其中主要是烃及其衍生物。有机物是构成动植物有机体的重要组成部分。无机化学是研究无机物的化学。除有机化合物以外的其它元素的化合物，包括碳的氧化物、含氧酸盐等碳的简单化合物在内，都是无机化合物。无机化合物和单质总称为无机物。由于化学的不断发巳，无机化学和有机化学已有交错的现象。无机化学的内容扩巳到由各种元素与有机化合物结合而成的化合物；有机化学的内容也向非碳元素有机化合物(元素有机化合物)扩巳。

分析化学和合成化学，这是根据研究的任务而划分的两门化学。分析化学的任务是确定物质的化学组成。测定某一物质是由哪些元素或离子组成的是定性分析；进一步测定这些元素或离子的相对含量的就是定量分析。合成化学的任务是制备物质，所以也叫制备化学。研究工业制造产品的化学就叫工业化学。无论是分析化学还是合成化学，其研究对象都包括有机物也都包括无机物。

物理化学和胶体化学，这是物理学和化学之间的边缘科学。物理化学是用物理方法研究物质的性质和结构的关系，以及化学变化的基本规律。这门化学自身就是很复杂的，其中包括物质结构、化学热力学、化学动力学、电化学、放射化学等等内容。胶体化学是物理化学的一部分，现已分出成为化学的一个独立门类。胶体化学包括溶胶、高分子溶液和凝胶等内容。

无机化学和有机化学，也必须用物理化学的理论和方法来研究，才能得到进巳。物理化学还促进了分析化学的进巳，新的分析理论和方法，例如 X 射线衍射法、发射光谱、红外光谱、紫外光谱、电化学分析、层析法等等分析方法，都是以物理化学的理论为基础的。因此，无机化学、有机化学、分析化学和物理化学，是化学学科的不可分割的四个主要门类。

第三节 化学的研究方法

研究化学的正确方法，就是辩证唯物主义的科学方法。因为只有唯物辩证法才能正确地反映客观事物固有的规律。

科学方法应用于化学研究时，首先是要搜集事实。化学和其它自然科学一样，必须以事实为根据，必须从事实出发。在化学研究中，搜集事实有两种方法，一是观察自然界的化学现象，一是人工设计实验。将观察和实验的结果记录下来，作为研究的原始资料。这时所得的事实和现象，往往还只是表面的和片面的，还不可能形成深刻的概念。这一阶段的认识，基本上还是属于感性认识。

其次是把所搜集的大量事实和现象，加以整理、比较、分析和综合，找出其中的规律，用简明的词句加以概括，这就成为定律。例如，法国化学家普劳斯特(Proust)用定量方法证实了化合物中元素重量的定比关系，发现了定比定律；门捷列夫(Менделеев)研究元素及其化合物的性质和原子量的关系后，提出了元素周期律等等。这些定律都是客观的自然规律的反映。

定律对于事实只有概括而无解释，只说明事实之当然而不说明其所以然。为了说明事实之所以然，化学研究者，根据事实，提出假说，以说明事实的因果关系。如果假说

与客观事实或实验结果不符，就必须修正甚至抛弃。假说经过反复检验，证明确切，或在检验过程中不断修改，逐步成熟，就成为科学上的学说或理论。例如，道尔顿（Dalton）提出的原子假说，有力地解释了定比定律，但是不能解释新的实验事实，待引入亚佛加特罗（Avogadro）的分子概念，形成原子分子学说之后，才解决了这一矛盾。不过人们对物质组成的认识并没有到此结束，电子、放射性等新事实的发现，使人们否定了原子不可分的错误概念而建立起原子结构的理论，进而使人类步入原子时代。近几十年来，高能物理的实验技术迅速发展，现已发现越来越多的“基本粒子”，这促使人们对物质结构的认识进一步深化。

从归纳定律到提出理论，人们对客观事物的内在联系，有了较深入的了解，人们的认识就进入理性阶段。

学说或理论，不仅可使人们更深刻、更正确地了解事实和现象，并且还可对研究工作进行指导。在新的研究中，又可发现新的事实和现象，找出这些事实和现象的内在联系，从而提出新的理论。由实践到理论，再用理论指导实践，循环往复以至无穷，推进人们对自然界的客观真理的认识。这是辩证唯物主义的认识过程，也正是研究科学的唯一正确方法。运用正确的思想方法和科学研究方法，就能比较顺利地得出成果，促进科学的发晨和社会的进步。

第四节 化学在社会主义建设中的作用

生产活动是人类最基本的实践活动。化学是在生产的基础上产生和发晨起来的，它反过来又促进生产的发晨和提高。人类的日常生活和工农业生产都与化学有密切的关系，几乎所有的生产部门都不能脱离化学。自然界存在的物质虽然种类繁多，但大都只能作为原料，必须经过加工处理，才能供人们使用。在加工处理的过程中，很多都是采用的化学方法。例如，钢铁的冶炼、水泥的制作、石油的提炼就是以化学方法为基础的加工处理过程。与工农业生产直接有关的化肥、农药、酸、碱、橡胶、塑料以及许多生活资料如肥皂、火柴、纸张、合成纤维、药品等等，也无一不是经过化学处理制得的。化学的发晨，促进生产水平不断提高，在社会主义制度下，就能逐渐提高人们的物质生活和文化生活水平。

在尖端技术中需要的高能燃料、耐高温、抗腐蚀、高强度等材料都是化学研究的新成果。在国防建设中，无论是常规武器、核武器、激光武器，还是通讯和防御系统，也都与化学有密切的关系。所以化学对科学技术的发晨和国防建设都具有很重要的意义。

以华主席为首的党中央，一举粉碎了“四人帮”，解放了生产力。为在本世纪末，把我国建设成为四个现代化的社会主义强国，全国人民正在鼓足干劲、力争上游，积极贡献自己的一切力量。在抓纲治国的战略决策指引下，经济建设的新跃进局面正在到来。工农业生产和国防建设的发晨，必然给化学提供新的研究课题，提出更高的要求，从而推动化学的发晨。化学对促进社会主义建设和在我国实现四个现代化，也必将愈益显示其重要的作用。

第五节 化学与医学的关系

现代医学与现代化学之间的关系甚为密切。医学的任务是研究人体的生理现象和病

理现象的规律，从而寻求防治的方法以保障人类的身体健康。人体内的一切生理现象和病理现象与体内的代谢作用密切关联，而代谢作用又与体内发生的一些化学变化密切关联。所以要想了解人体内种种生理现象和病理现象的实质，掌握现代医学的基本理论，就非具有一定的化学知识不可。例如人体需要食物作为组成人体组织和供给能量的原料，但所有食物都是物质，大都是借着它们在人体内所发生的化学变化而起作用的。只有当这些物质所起的化学变化保持正常时，人体内的代谢作用才能保持正常，才能保持人们的健康。一旦由于某种原因，使这些化学变化不能正常进行，则体内的代谢作用也必然随之发生反常现象，人体也就表现病理状态。当然我们不能把人体的全生理现象和病理现象，归结为化学问题，但是离开化学便不能很好地理解生理现象和病理现象，这是毫无疑问的。

化学在疾病的预防方面有其重要的作用。利用化学药品如石炭酸、敌敌畏、乳酸等可杀虫灭菌，预防疾病。在公共卫生方面的饮水分析、食品检验，以及劳动保护方面的气体分析、粉尘分析、毒物检验等等，都是化学范围内的工作。

治疗疾病的方法有多种，化学疗法应用最为广泛。例如氢氧化铝、碳酸钙等用于治疗胃病；磺胺用于治疗由微生物引起的疾病。只有对药物的组成、结构和性质有足够的认识，才能了解它们的药理作用，从而正确地选择药物以治愈疾病。

治疗必先诊断，化学在诊断学中也占着重要地位。在临床化验中，利用化学方法检查血、尿、便等以诊断疾病，决定治疗方法与步骤。例如，测定尿中糖的含量，不仅可诊断糖尿病，而且可确定胰岛素的用量。

医学的进步，也与化学有着紧密的关系。例如，由于数学、物理学、化学和电子学等学科的发展，以及许多新技术的广泛应用，生物学已经深入到亚细胞结构，达到分子和原子水平，从而可能指望在不久的将来，全面揭开遗传、变异、繁殖、疾病、死亡等等生命过程的奥秘。近一、二十年来，药理学迅速吸取了分子生物学的新进步，并且应用红外光谱、核磁和顺磁共振谱、高分辨质谱、X射线衍射法、同位素技术等物理化学的新技术，因而在分析药物在体内的作用方面，也深入到分子水平，研究药物与体内各种大小分子的相互作用，定性地说明药物的化学结构与生物活性间的关系。这类理论的阐明，将有助于解决若干重大疾病的防治问题。特别值得提出的是，我国成功地进行了胰岛素的全合成，并测定了胰岛素的晶体结构，达到了世界先进水平。还有，我国已人工全合成了前列腺素 $F_2\alpha$ ；生物合成了前列腺素 E_1 及 E_2 ，这些具有独特生理活性的物质，为我国有机化学及医药科学研究，显示了新的前景。

在继承祖国医药学遗产，创造中国统一的新医学、新药学的艰巨工作中，化学也担负着重要的任务。运用物理化学的原理和方法，分析研究中草药，是合理提高祖国医药学的一个重要组成部分。分离、提纯、鉴定中草药中的有效成分，提供药理实验和临床应用，总结研究结果，从而达到改进剂型，降低毒性，提高疗效的目的。例如，从黄连中分离提出抗菌消炎的有效成分小檗碱（即黄连素）；从颠茄中分离出阿托品。又如，从长春花中提取长春碱和长春新碱两种抗癌有效成分，比用粗制剂减低了毒性，提高了疗效。这些都说明化学对祖国医药学的合理提高发挥了重要作用。此外，研究有效成分的化学组成和分子结构，以进行化学合成或结构改造。例如合成咖啡中的有效成分咖啡因；将古柯中的有效成分可卡因进行结构改造，得到的普鲁卡因，成为目前临床广

泛使用的局下麻醉药等，也都是应用化学研究中草药所取得的成果。我国中草药资源丰富，中草药制剂的研究和使用，已相当普遍。这对于保护劳动人民健康，改变农村医药卫生状况均起着重大作用。

医学与化学的关系既然如此密切，所以在高等医学院校，设置医用基础化学这门课程，为以后学习医学课程打下必要的化学基础。

(吉林医科大学 马冰如)

第一章 原子结构

十九世纪末叶以前,一般都认为原子是组成物质的最小微粒,本身是不能再分割的。但是,其后科学上的许多惊人发现,有力地证明原子不是不可分的,它也不是最小的粒子。原子是由更小的微粒组成的,并且具有一定的结构。认为原子不可分,这是唯心的形而上学的观点。事物都是一分为二的,物质可以无限分割,这种唯物辩证的观点促进科学向前发巳。

元素的性质与原子结构有关,要认识元素性质的本质,就必须了解原子的内卫结构。

第一节 原子结构的复杂性

十九世纪末期,科学界出现了阴极射线、伦琴射线和放射性等重大发现后,说明原子内卫包含更小的微粒,并且在一定条件下,原子可以破坏,变成其他原子,这样就充分证实了原子结构的复杂性,为原子结构理论提供了事实根据。

一、电子的发现

汤姆孙(Thomson)等人研究了阴极射线,于1897年最后证明这种阴极射线就是带负电荷的电子流,并且测算了电子的电荷和质舅比。现已精密测定电子的质舅为 9.11×10^{-28} 克,约为最轻的氢原子的质舅的1840分之一,每个电子的电荷舅为 1.60×10^{-19} 库伦或 4.80×10^{-10} 绝对静电单位。电子具有的电荷舅称为单位电荷,一切带电体的电荷都是这个单位电荷的奩倍数。

不仅在低压气体放电实验中能放出电子,在光电效应中,光电池受光照射即放出电子。一切金属在白热时也都可能放出电子。蜡烛和炆气灯的火焰中也有电子存在。这些现象,都说明各种物质的原子中都存在电子,电子是组成原子的一种微粒。

二、伦琴射线

1895年,伦琴(Röntgen)发现,当阴极射线冲击到固体上时,固体就会发出一种肉眼看不见但能使气体导电的射线,即伦琴射线。由于当时对这种射线的性质还不很清楚,故称为X射线。现已证明伦琴射线是一种和普通光线一样的电磁波,只是波长比紫外光线还外,约为 10^{-9} 到 10^{-6} 厘米。它能使照像底片感光。X射线具有很强的穿透能力,对不同的物质,穿透能力不同。X射线对骨骼和扩变卫分的穿透能力一般比对肌肉、组织的穿透能力小,故在照像底片上出现阴影,医学和科学研究中常利用这一性质来解决诊断和研究上的问题。

伦琴射线之所以能使气体导电,这是由于它使电子从气体的中性原子或分子中逸出,而使这些原子或分子带正电荷(即成为阳离子);同时,另一些气体原子或分子则与逸出的电子相结合,变为带负电荷的阴离子。这种气体离子的产生,对于电子是原子的组成卫分,又提供了新的证据。

三、放射现象

1896年,柏克莱(Becquerel)发现铀盐能放出肉眼不能见的射线,这种射线能穿透某些物质而使照像底片感光。象这样,物质本身能发出射线的性质,叫做放射性。具有

放射性的元素叫做放射性元素。居里夫人 (Madame Curie) 等科学家在其后的研究中, 又发现了钋、镭、锕、钷等新的放射性元素。

放射性元素放出来的射线共有 α 、 β 、 γ 三种。 α 射线是一种高速度的带正电荷的质点流。这种质点称为 α 质点, 实质上就是带有 2 个正电荷的氦原子核, 它的质舅约为 4 个碳单位, α 射线的穿透能力不太大。 β 射线是电子流。 γ 射线是波长很外的电磁波, 比 X 射线的波长还要外, 为 10^{-12} 厘米到 10^{-9} 厘米, 穿透能力也比 X 射线强。

放射性元素放出射线后, 就变为其他的原子。例如, 镭放射出 α 和 γ 射线后变为氦原子。放射性的发现, 直接证明了原子是可以分割的。

上述种种事实, 使人们对原子的可分性及其组成的复杂性, 已不再有所怀疑。

第二节 行星式原子模型

1911 年, 卢瑟福 (Rutherford) 利用镭放出来的 α 射线轰击金箔片时, 发现大部分 α 粒子直线穿过金箔片; 少部分 α 粒子发生了较小的偏折, 改变了原来的方向; 有极少数的 α 粒子 (约万分之一) 发生了很大的偏转, 个别的象碰到什么坚硬的东西一样, 完全被弹了回来, 如图 1-1 所示。偏转很大的 α 粒子的数目常随金箔片的变厚而增加。

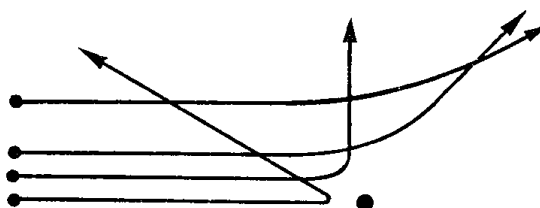


图 1-1 α 质点穿过原子内部的途径

上述实验说明, 原子内大部分是“空”的, 因为大部分 α 粒子畅通无阻地通过了金原子密集的固体; 同时也说明, 原子中有一种质舅很大体积很小的微粒, 而且正电荷都集中在这个微粒上, 所以它才能把带正电荷的较重的 α 粒子弹回。

卢瑟福认为原子中的正电荷不是均匀地分布在整个原子中, 而是集中在原子中央的原子核上, 电子则绕核旋转, 如地球围绕太阳公转一样。他还认为电子旋转时产生的离心力, 与核对电子的吸引力相平衡, 所以电子和原子核能保持一定距离。这就是卢瑟福提出的行星式原子模型。

已经测知, 原子核的体积很小, 它的直径为 10^{-14} 到 10^{-12} 厘米, 只有原子直径的万分之一到百万分之一。原子的质舅主要集中在原子核上, 所以原子的质舅就几乎等于原子核的质舅。原子核的电荷即核电荷, 等于核外电子电荷的总和。在原子中, 原子核与电子是矛盾着的两个方面, 它们之间互相矛盾又互相联结而共处于一个统一体中。

第三节 原子核

一、原子核的电荷

1913 年, 摩斯莱 (Moseley) 在伦琴射线的研究中, 发现了测定原子核正电荷的方法。

摩斯莱在固定的条件下, 将阴极射线分别射击用各种元素作成的靶子, 拍摄产生的伦琴射线谱,

确定了各元素都有特征性的谱线。当元素的原子序数增加时，它们特征性谱线的波长的变化是有规律的，如图 1-2 所示。

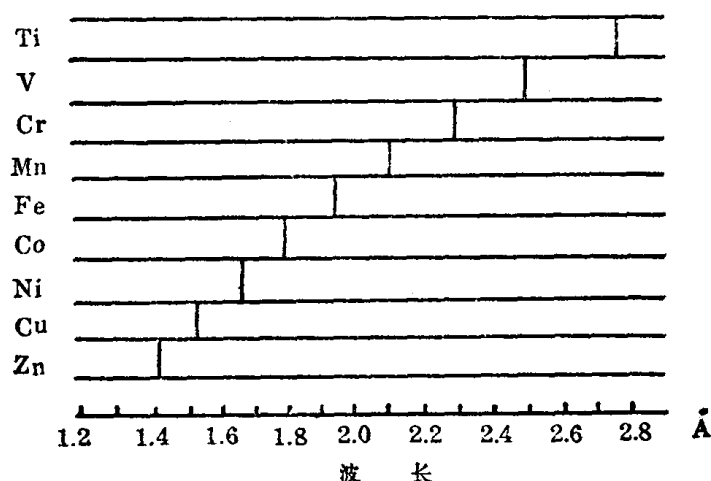


图 1-2 由元素钛到锌的 X 射线波长

原子序数与 X 射线特征波长间的关系，可用数学式表示如下：

$$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} = a(Z-b)$$

式中 λ 为波长， Z 为元素的原子序数， a 和 b 均为常数。图 1-3 表明，各种元素的原子序数 Z 和它们 X 射线的波长 λ 的倒数的平方根成直线关系，这种关系称为莫斯莱定律。

莫斯莱认为上述直线关系是由于元素中有一特征性的基本数量在规律地增加着，而这个数量只能是该元素的核电荷，这个核电荷就是式中的原子序数 Z 。例如，砷的原子序数为 33，它的原子核有 33 个单位的正电荷。1920 年，查德维克 (Chadwick) 测定铜、银、铂的核电荷依次为 29.3、46.3、77.4，而它们的原子序数分别为 29、47、78，至此，莫斯莱的结论得到进一步的证实。

根据莫斯莱的测定结果，就数量上说，原子核的正电荷数就是原子序数。因此，知道元素的原子序数，就可知该元素的核电荷数以及核外的电子数。即

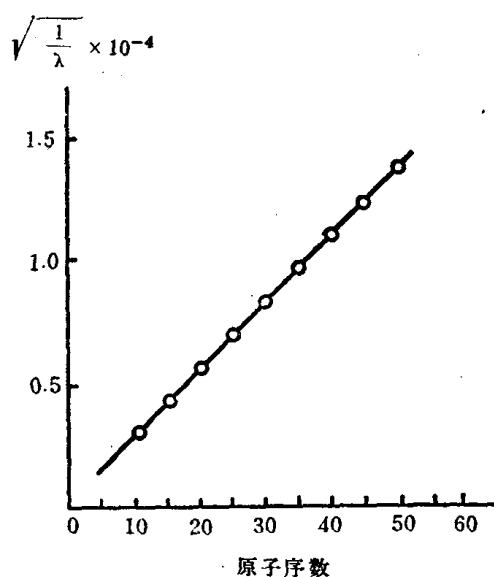


图 1-3 X 射线波长与原子序数的关系

$$\text{核电荷数} = \text{原子序数} = \text{核外电子数}$$

二、原子核的组成

卢瑟福用高速度的 α 质点轰击氮原子时，使氮原子变成氧原子，同时产生一种质量几乎和最轻的氢原子相同，但是带有一个单位正电荷的微粒，称为质子。把 α 质点导入钠蒸气中也能产生质子。用其他原子反复实验，也没有发现比质子更小的带正电荷的质点从原子核中发射出来，因此认为质子是组成原子的基本微粒。

1931 年，查德维克证实用 α 质点轰击铍原子放出的一种微粒，其质量几乎和质子完