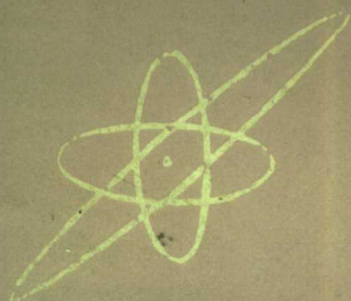




HUAXUE

化 学

第 二 册

青年自学丛书

四川人民出版社

354

青年自学丛书

化学

第二册

主 编 成都市教育局
编写单位 成都市第四中学
 成都市第一中学
 成都市第八中学
执 笔 解子宜 杨为尹
 张昌模

四川人民出版社

一九七八年·成都

青年自学丛书

化 学 (第二册)

四川人民出版社出版

(成都盐道街三号)

四川省新华书店发行

渡口新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米1/32印张8.75插表1 字数19.4千

1979年4月第一版

1979年4月第一次印刷

印数: 1—154,000册

书号: 13118·10

定价: 0.63 元

前 言

“一定要极大地提高整个中华民族的科学文化水平”。这是英明领袖华主席、党中央高瞻远瞩地向全党、全军、全国各族人民发出的庄严号召。这是激动人心的动员令，这是气吞山河的宣言书，这同样是对广大青年亲切的召唤。

青年是我们的希望，是我们的未来。为了适应广大青年向科学进军的需要，我们组织编写了一套“青年自学丛书”，供广大青年自学，在校中学生课外阅读和中学教师参考。

这套“青年自学丛书”的数理化部分，共十七册，即《数学》八册（《代数》三册、《几何》三册、《三角》二册、《物理》四册、《化学》五册），考虑到这套丛书具有自学的特点，使读者学后能系统掌握基础知识和基本技能，编写时注意了基本理论、基本概念、基本规律和学习中难点的讲述，例题较详，习题较多，循序渐进；由浅入深，文字上努力做到生动活泼，明白易懂。同时，参照全国中小学通用教材教学大纲精神，还介绍了一些先进知识。要求通过对丛书的自学，使读者能达到高中或略高于高中的程度。

这是“青年自学丛书”的《化学》读本，按照基本概念、基本理论、重要物质的具体知识等方面的内容，编成五册。

这套丛书的编写出版，得到中共成都市委宣传部的亲切关怀和有关学校的支持。四川师范学院化学系协助了丛书《化学》读本的审稿工作。在此，我们谨致谢意。

由于时间仓促和编者水平所限，本书内容可能有缺点或错误。鉴于当前需要迫切，先以“试用本”出版，广泛听取意见。我们热忱欢迎广大读者批评指正，以便再版时修订。

编 者

一九七八年十月

目 录

第一章 原子结构	(1)
第一节 原子结构的初步知识	(1)
第二节 原子核的组成 同位素	(8)
第三节 原子核外电子的排布和运动规律	(20)
第四节 用原子结构理论解释元素的化合价	(58)
复习题	(64)
复习提要	(65)
 第二章 元素周期律和周期表	(67)
第一节 元素周期律	(67)
第二节 元素周期表	(76)
第三节 周期表里元素的电子层结构	(80)
第四节 惰性元素原子的电子层结构 及其性质的关系	(85)
第五节 元素周期表里元素性质的递变	(87)
第六节 元素周期律和元素周期表的作用	(91)
复习题	(95)
复习提要	(97)
 第三章 分子的形成	(99)
第一节 化学键	(99)
第二节 晶体结构	(127)
第三节 络合物	(132)
复习题	(139)
复习提要	(140)

第四章 氧化—还原反应 (145)

第一节 氧化—还原反应 (145)

第二节 氧化—还原反应方程式的配平方法 (159)

复习题 (170)

复习提要 (171)

第五章 化学反应速度和化学平衡 (172)

第一节 化学反应速度 (172)

第二节 化学平衡 (191)

第三节 化学平衡的移动 (202)

复习题 (217)

复习提要 (218)

第六章 电离理论 (222)

第一节 溶液的导电性 电解质与非电解质 (222)

第二节 电解质的电离 (223)

第三节 水的电离 (235)

第四节 离子反应 (240)

第五节 盐类的水解 (250)

第六节 酸碱的质子理论和电子理论 (260)

复习题 (268)

复习提要 (269)

第一章 原子结构

第一节 原子结构的初步知识

我们知道分子是物质保持其化学性质的最小微粒，原子是物质参与化学变化的最小微粒。也就是说在保持物质化学性质的前提下，分子是不能再分的最小微粒，但是在另一前提下，分子是可以分成原子的。同样原子是参与化学变化的最小微粒，原子在另一前提下也是可以分割的。

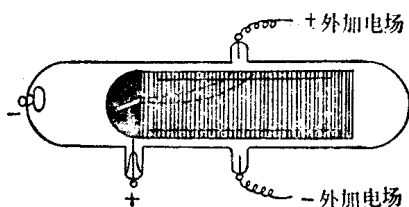
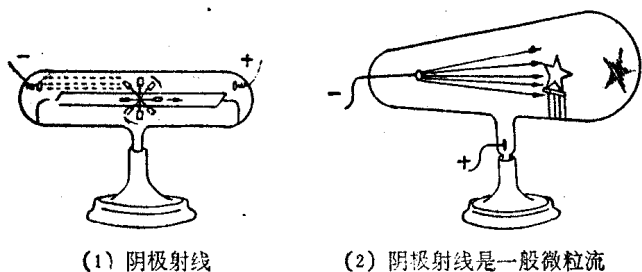
十九世纪初分子、原子理论建立后，原子可不可以再分这个问题，曾经引起很大的争论，直到十九世纪末，工业和科学技术有了惊人的发展，这个问题才逐渐得到肯定的答复。

一、电子的发现

1879年汤姆逊研究真空管中高压放电时，发现任何金属做成的阴极板上都能发射出一束看不见的特殊射线——阴极射线。

如图1—1(1)所示，阴极射线管是一根抽成真空的玻璃管，管内封有两个金属电极。实验时在两个电极上通以高压电流，这时从管内阴极板上垂直地发射出一种看不见的射线，这种射线叫做阴极射线。阴极射线投射到涂有硫化锌等荧光性物质的玻管壁时，即放出一种绿色的荧光，这样就可以看出这一束阴极射线的走向了。如果在阴极射线经过的途中装上一个轻巧易于移动的转轮，射线击中转轮时就会使转

轮旋转，如图 1—1(2) 所示。这个事证说明阴极射线是一束微粒流。如果从阴极管外加上一个电场，如图 1—1(3) 所示，射线就向外电场的阳极方向偏移。这又说明阴极射线的微粒是带负电荷的。进一步测定，每个微粒所带电荷是电量的最小单位，即 1.6×10^{-19} 库仑或 4.80×10^{-10} 静电单位。每个微粒的质量为最轻的原子—氢原子质量的 $1/1840$ 。这种微粒叫做电子。实验还证明不论用什么金属作阴极管的电极材料，都同样能发射出电子。可见真空高压放电时，任何金属的阴极板上都能放出电子来。实验还证明一切金属受灼热时、蜡烛、煤气灯火焰中以及紫外光或 x 射线照射下的许多物质也都能发射出电子来。这就说明原子是可以分的，电子就是原子的一种成分。



(3) 阴极射线在电场中偏转

图 1—1 阴极射线

二、放射性的发现

我们知道原子是电荷中性的，上面谈到原子组成中含有带负电的电子，可以推想到原子中必定还有带正电的部分，这也是经过许多实验证实的。

1896年贝克勒在研究铀盐时，发现这个最重的金属的盐具有一种自发地放射出某些特殊的、看不见的射线的性质。居里夫妇实验了钋盐和镭盐也发现他们和铀盐一样，能发射出某些看不见，但能穿透各种物质，并能使黑纸包着的照相底片感光的某些射线来。居里夫妇把物质的这种不断地自发地放出不可见射线的性质称为放射性。具有这种放射性的物质叫做放射性物质。

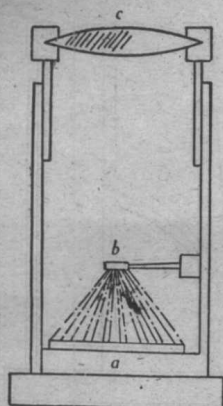


图 1—2 闪烁镜
I 闪烁示意图 II 屏上产生萤光的示意图

放射现象可以用一种特殊仪器——闪烁镜来观察。如图 1—2 所示，闪烁镜筒内侧下方安放了一个沾有少量镭盐的针尖，筒下屏 a 上涂有萤光性物质硫化锌，筒上方为一个放大镜 c。如果我们从放大镜观察，即可看到屏上闪烁着点点的光（图 1—2 II）。这证明镭放射出的射线是高速运动的微粒流。当一个微粒撞击了萤光性物质硫化锌的晶粒时，就从硫化锌上发生一点闪烁可见的光。

居里夫妇进一步实验证明了放射性物质自发放出的射线有三种： α —射线、 β —射线和 γ —射线。这三种射线由于质量不同，所带的电荷也不同，所以它们在电场或磁场中表现出

来的性质也就不同。例如把少量镭盐放在上方开有小孔的铅块里，由于一定厚度的铅块能够阻止射线通过，所以只可能有一束射线通过铅上方小孔向外射出来。如果在两旁放上两块电极并通以电流形成了外界电场，则这束射线受到外电场的作用，即分开成为 α —射线、 β —射线、 γ —射线三种射线，可用黑纸包着的照相底片来把它们照下来。如图1—3所示： α —射线向着带负电的极板偏转，但偏转曲率较小，说明它是由带正电而质量较大的微粒组成。 β —射线向着带正电的极板偏转，偏转曲率较大，它是由带负电而质量较小的微粒高速运动的电子流所组成。 γ —射线在电场中不发生偏转，说明它不带电荷，它是一种和x—射线相似的光波。实验证明在镭的周围

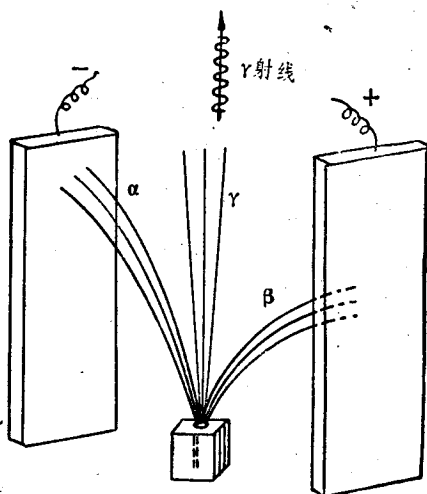
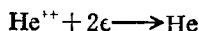


图 1—3 镭的射线在电场中发生偏转

总有氦和氦两种气体存在，可见氦和氦都是镭发生放射现象后产生的。镭原子在放射出 α 质点后变成氦原子， α 质点是质量约等于4个碳单位带两个正电荷的氦原子核，放出后可以结合电子而成为氦原子。如下所示。



即 $\text{镭} \rightarrow \text{氦} + \text{氡}$

象这种放射性元素的原子发生的变化，虽然有新物质生成，但不属于化学变化范畴，因为这种变化并不是分子里的各个原子的重新组合，而是原子内部发生了变化，这叫做放射性变化或核反应。核反应中一种元素的原子发生放射现象而变成其他元素的原子的过程，叫做原子的蜕变。图1—4表示镭原子蜕变而成为氦原子和氡原子。氡也是一种放射性元素。

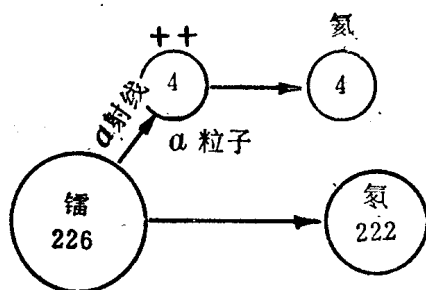


图 1—4 镭蜕变示意图

放射性元素放射性的强弱只与放射性元素的存在量成正比，而与元素的存在状态（单质或化合物）和外界条件（高温、低温）无关，例如把 1 克镭制成溴化镭或硫酸镭，它的放射性的强弱是相同的，把

镭盐放在液态空气里或给镭加热到高温，镭的放射性也是相同的。

放射现象跟化学变化不同。在化学变化过程里，一种元素的原子并不变成别的元素的原子，但在放射现象里，一种元素的原子发生了根本的变化，变成了别的元素的原子。

放射现象的发现，使人们认识到：一种元素可能发生蜕变而变成别的元素；元素的原子具有复杂的结构，原子是可分的。

三、原子核的发现

放射性元素的原子中可以自发地放出带正电荷的氦核，说明这些原子中确实含有带正电荷的微粒。那末是不是所有

元素的原子内都有带正电荷的组成部分呢？1911年卢瑟福通过实验回答了这个问题。

卢瑟福研究 α 质点在气体或其他物质中的运动时，证明了原子内存在着这种带正电荷的组成部分。

当一束高速（运动速度达20000千米/秒）的 α 质点穿过极薄的金属薄片时，在荧光屏上可以发现绝大多数的 α 质点没有改变运动方向而是仍然沿着发射出方向作直线运动，很少数的 α 质点运动方向有微小的偏转。只有个别的 α 质点偏转的角度很大，有的 α 质点（大约8000~10000个质点中有一个）竟被折回，好象在它的运动途径上碰上了坚硬而不能穿透的东西被弹了回来，如图1—5所示。这个实验说明了

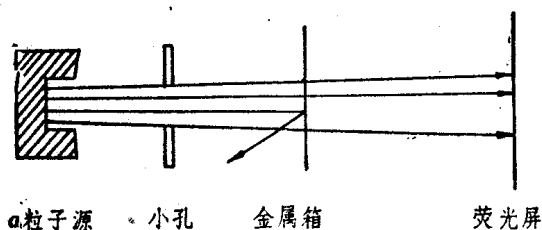


图 1—5 α 粒子散射实验

个别偏转或折回的 α 质点是由于它与金属原子带正电的部分碰撞所引起的。因为高速 α 质点穿过金属薄片时，绝大多数 α 质点是穿过了金属原子的电子层空间，由于 α 质点的质量比电子大7300倍之多，所以当 α 质点接近金属原子上的电子时，只会把电子推开，而质点本身不会改变运动方向，但个别 α 质点在恰好碰击到质量和正电荷很集中的微粒时，受到较大的阻力，他的运动会发生偏转方向甚至会被弹回来。所以，个别的 α 质点被弹回的现象（ α 粒子的散射）说明了原

子中存在着质量和正电荷都很集中的微粒，这个微粒居于原子的中心，体积比起整个原子来说是很小的。原子中心质量和正电荷很集中的微粒叫做原子核。

卢瑟福根据以上实验结果的分析，提出了含核原子模型假说：在原子的中心有一个带正电荷的原子核，核外分布着电子，电子绕核运转。例如氢原子结构示意图如图 1—6 所示。

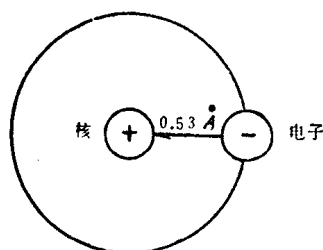


图 1—6 氢原子结构示意图

带正电荷的原子核与带负电荷的电子间存在着静电引力，电子绕核高速运转时产生了离心力，由于静电引力与离心力保持平衡，所以电子并没有被吸进原子核中，而是与核保持着一定的距离。在原子中，原子核与电子之间存在着吸引和排斥的一对矛盾，它们是对立的统一体。

人们通过进一步的实验和计算，证明了原子的直径大约是 10^{-8} 厘米（即 $1 \text{ \AA}$ ），而原子核的直径在 $10^{-10} \sim 10^{-12}$ 厘米以下，即约为 1 厘米的 1 万亿分之一，可见原子核更小，它的直径仅为原子直径的几万分之一，这个比例相当于一个大礼堂里的一粒芝麻。原子核的体积虽只占原子的极小一部分，但却几乎集中了原子的全部质量，原子核的质量约为核外电子总质量的几千倍。

习 题

1. 怎样证明原子存在着电子？电子的质量和电荷各是怎样的？
2. 什么叫做放射现象和原子的蜕变？镭是怎样蜕变的？
3. 镭原子的蜕变跟化学现象里的分解反应有什么不同？

4. 根据什么事实可以证明原子中心存在着原子核?

5. 为什么说原子的质量主要集中在它的核上?

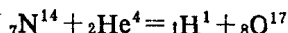
第二节 原子核的组成 同位素

放射性元素原子的蜕变, 不仅证明原子内部的原子核具有复杂的结构, 而且还启发人们用人工方法去变革原子核, 进而探索原子核的组成。

一、质子的发现

放射性元素具有原子量大、核结构复杂的特点, 这些原子的核不稳定, 所以能自发地分裂而发生原子的蜕变, 但是一般非放射性元素的原子核却非常稳定, 以至用一般采用的方法丝毫不能引起核的破坏。

卢瑟福利用一种镭所放出的具有巨大动能的 α 质点来碰击氮原子, 结果破坏了氮的原子核, 每 1 个被击的氮原子释放出 1 个氢原子核, 而核的残余部分即与 α 质点 (氦核) 形成一种新的原子核。这个核反应可用下式来表示:



上式中元素符号右上角数字表原子量, 左下角数字表原子序数即核的正电荷数。

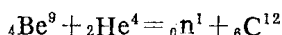
卢瑟福等人通过大量的实验, 从很多轻元素的原子核中轰击出氢核来。氢核的质量约为 1 碳单位, 带一单位的正电荷, 卢瑟福把它称为质子。质子存在于一切原子核中, 是组成核的一种微粒。质子符号是 ${}_1\text{H}^1$, 也可用 P 表示。

二、中子的发现

1930 年波特和贝科尔用氦核碰击铍原子时, 发现由铍原子中放射出具有巨大穿透能力的新射线, 直至 1932 年才研究

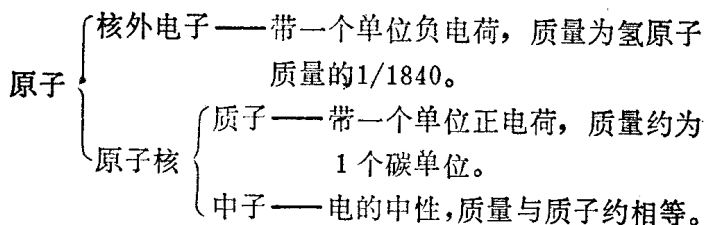
了这种射线的性质，证实了这种射线是一种电中性的质点流，它以巨大速度从原子核中分离出来，因为不带电所以具有很大的穿透能力，这种质点的质量约等于质子的质量。这种质量约为1碳单位、不带电荷的微粒称为中子。一般用 n 来表示。

下面式子表示铍原子核放出中子变成碳原子核。



后来用氦核碰击硼、氟、铝等原子，也放出了中子。

可见中子也是组成原子核的一种微粒。人们在发现质子、中子以后，继续变革原子，作了大量的科学实验，迄今已经发现二百多种比原子更小的微粒。根据它们质量的大小，大致可分成重子、轻子、光子、介子四类。这些微粒一般统称为“基本粒子”。它们都各具有一定的质量、电荷、自转方向和平均寿命。而且它们之间在一定条件下可以互相转化。组成原子的“基本粒子”是重子类的质子、中子和轻子类的电子。因此，原子的组成可以粗略地概括如下：



“事物都是一分为二的”。原子内部存在着矛盾和斗争，“基本粒子”只不过是人们对物质的微观结构的一个认识阶段，它们仍然是可以转化，可以分割的。所以“基本粒子”实际上并不基本。正如列宁早所指出：“电子和原子一样，也是不可穷尽的”。

物质是无限可分的，但物质在一定条件下它的可分性又是有限的。物质在物理变化中分割的极限就是分子，分子是保持物质化学性质的最小微粒。超过了这个界限那就是化学变化。在化学变化中物质又可以分割成原子，原子是物质参与化学反应的最小微粒，也就是化学变化中物质分割的极限，超过了这个界限那就是核反应。在核反应中，原子又可以进一步分割成为“基本粒子”。因之“基本粒子”在超过某个界限时肯定还是可分的。正如伟大领袖和导师毛主席指出的“客观现实世界的变化运动永远没有完结，人们在实践中对于真理的认识也就永远没有完结”。所以物质是无限可分的。人们对于物质世界的认识也是无限的。人类在对自然界的认识过程中必定是不断地有所发现，有所发明，有所创造，有所前进的。

三、原子序数

卢瑟福的含核原子模型假说提出后，对原子结构的认识大大的推进了一步。但是原子核内究竟带有多少正电荷、核外究竟有多少带负电荷的电子，就成为了一个必须解决的问题。

1913年莫塞莱和1920年查德威克通过实验解决了这个问题。

早在1868年门捷列夫按原子量增加顺序研究元素及其组成的单质和化合物的性质，发现了元素周期律。当时门捷列夫在按原子量由小而大的顺序排列各元素时，分别给各元素以一个顺序数字，叫做原子序数。原子序数就是除个别元素外原子量由小到大的顺序数字。

莫塞莱按元素的原子序数顺序研究各元素在受到阴极射线高速电子流冲击时所产生的X-射线(X射线是铂等金属

受阴极射线作用时放出的一种看不见但能作用照相底片和引起许多物质发生萤光，具极大穿透能力的不带电的射线)光谱时，发现X-射线谱与原子序数有密切关系，发现了原子序数不单是原子轻重顺序，而且它还具有一定的物理意义，表示着原子的某种重要性质。

1920年查德威克用精巧的仪器，以铜、银、铂薄片作了 α 质点的散射实验，证实了：原子核的电荷在数值上等于元素的原子序数。

元 素	铜	银	铂
原子序数	29	47	78
核 电 荷 (实测数值)	29.3	46.3	77.4

上表中核电荷数值与该元素的原子序数基本符合，由于实验中不可避免多少发生一点误差，所以略有差异。

原子序数的物理意义发现后，原子结构里的核电荷问题和核外电子数问题都得到了解决。既然核电荷数等于原子序数，也就是核内质子数等于原子序数。又因为每1个质子带一单位正电荷，而原子是电的中性，所以核外电子的负电荷总数一定等于核内质子的正电荷总数，即就是说核外电子数等于核内质子数，等于原子序数，因为电子是带一单位负电荷的。

$$\text{核电荷数} = \text{质子数} = \text{原子序数}$$

$$\text{核外电子数} = \text{质子数} = \text{原子序数}$$

又因电子质量太小，可忽略不计，所以我们认为原子的质量集中在核上。而核内质子和中子的质量都约为1碳单位，所以元素的原子量近似的等于核内质子数和中子数之和。