

工农业余中等学校
高中化学上册
教学参考书

浙江人民出版社

教学参考书

浙江省工农教材编写组编

浙江人民出版社出版
(杭州武林路196号)

浙江新华印刷厂印刷
(杭州环城北路天水桥堍)

浙江省新华书店发行

开本787×1092 1/32 印张 11.875 字数 273,000 印数 1—67,400

1981年4月第1版 1981年4月第1次印刷

统一书号：7103 1149

定 价：0.86 元

编 者 的 话

这套工农业余中等学校化学教学参考书，是受教育部工农教育局的委托，由浙江省教育厅组织教师，根据工农业余中等学校化学课本（人民教育出版社1980年1月第一版）编写的。

全套化学教学参考书共三册，初中一册（全）、高中上、下册。各册的编写体例一般包括各章说明、各节教材的说明、建议、习题、实验和资料等部分。

各章说明包括该章的教学目的与要求、教材分析和课时分配建议。在教材分析中，主要介绍该章知识的地位、作用和内在联系，以及重点和难点。课时分配建议，仅供参考，教师可根据教学实际自行安排。

各节说明是对各章说明的补充。主要包括本节的教学目的要求、内容的广度和深度等。在教法建议中，对基本概念、基本理论作了简要说明，指出了应注意的问题，并提出了解决这些问题的建议。同时对部分习题作了提示或答案，并提供某些教学例题和选用习题。还对演示实验和有关学员实验，提出一些注意事项和实验成败的关键，并附有学员实验提示。此外，还选编若干有助于教师理解课文内容的资料，这些资料一般不宜在教学过程中引用。

浙江省工农教材编写组

一九八〇年十一月

第四节 氧族元素	
目的与要求 (154) 说明与建议 (154) 习题 (157) 实验 (158)	
资料 (158)	
第五节 氮族元素	(164)
目的与要求 (164) 说明与建议 (165) 习题 (169) 实验 (172)	
资料 (172)	
第六节 碳 硅 胶体溶液	(183)
目的与要求 (183) 说明与建议 (183) 习题 (186) 实验 (187)	
资料 (187)	
第七节 铝	(202)
目的与要求 (202) 说明与建议 (203) 习题 (204) 资料 (205)	
第三章 化学反应速度和化学平衡	(210)
教学目的与要求 (210) 教材分析 (210) 课时分配建议 (212)	
第一节 化学反应速度的概念	(212)
目的与要求 (212) 说明与建议 (213) 习题 (221) 实验 (222)	
资料 (224)	
第二节 化学平衡	(231)
目的与要求 (231) 说明与建议 (231) 习题 (241) 实验 (243)	
资料 (244)	
第三节 合成氨工业和合成氨条件的选择	(247)
目的与要求 (247) 说明与建议 (247) 资料 (249)	
第四章 电离平衡	(253)
教学目的与要求 (253) 教材分析 (253) 课时分配建议 (256)	
第一节 弱电解质的电离平衡	(256)
目的与要求 (256) 说明与建议 (256) 习题 (264) 资料 (265)	
第二节 水的离子积和溶液的pH值	(270)
目的与要求 (270) 说明与建议 (270) 习题 (275) 资料 (276)	
第三节 同离子效应 缓冲溶液	(281)
目的与要求 (281) 说明与建议 (281) 习题 (289) 实验 (290)	
资料 (292)	

第四节 当量浓度及其计算 酸碱滴定	(297)
目的与要求(297) 说明与建议(297) 习题(300) 资料(305)	
第五节 盐类的水解	(310)
目的与要求(310) 说明与建议(310) 习题(317) 实验(318)	
资料(319)	
第五章 过渡元素	(325)
教学目的与要求(325) 教材分析(325) 课时分配建议(328)	
第一节 过渡元素的特性	(328)
目的与要求(328) 说明与建议(329) 习题(331) 资料(332)	
第二节 铁	(335)
目的与要求(335) 说明与建议(335) 习题(337) 实验(338)	
资料(338)	
第三节 铜和锌	(346)
目的与要求(346) 说明与建议(346) 习题(349) 资料(351)	
第四节 钛铬钨钼锰	(363)
目的与要求(363) 说明与建议(363) 习题(365) 资料(365)	
学员实验	(369)
实验一 氯化氢的制法和性质	(369)
实验二 硬水的软化	(369)
实验三 中和滴定 盐的水解	(369)
实验四 离子鉴定	(373)
实验五 络合物	(373)
实验六 铜、铬、锰化合物的性质	(374)

第一章 物质结构 元素周期律

一、教学目的与要求

本章一开始先抓住物质的化学结构——原子结构、分子结构的基本概念与元素周期律的教学，体现了既以物质结构为主线学习元素及其化合物的主导思想，又以物质结构的基本概念作为全课程的理论基础。所以本章在全部教材中占有很重要的地位，使学员尽早掌握物质结构与元素及化合物性质间的关系，从中找出每一元素的性质在周期表中递变的规律，这对于后继学习各主族元素和过渡元素是非常有利的。

本章学习目的与要求：

1. 认识原子核外电子的运动规律，掌握原子结构与元素性质的关系。
2. 理解元素周期律，认识元素周期表的结构，掌握周期表中1~36号元素的原子结构，元素主要性质递变规律，初步学会使用元素周期表。
3. 明确化学键、离子键、共价键（配价键、极性键、非极性键）、氢键等概念，知道它们的形成条件，以及所形成的化合物与它们键型的关系。
4. 结合元素周期表的教学，进行量变引起质变观点的教育；结合物质性质与结构关系的教学，进行关于“事物内部的矛盾性质是事物发展的根本原因”观点的教育。

二、教材分析

本章教材以物质结构和元素周期律为题，内容共分六大节，主要是原子结构、元素周期律和分子结构三大部分。关于

物质结构初步知识的讲授应力求符合近代结构理论的观点，例如，从电子层、电子亚层、电子云伸展方向和电子自旋等方面，用四个量子数来定性地描述电子的运动状态；运用电离能的概念定量地描述原子失去电子能力的大小；在分子结构中定性地介绍电子配对理论（包括电子云重叠，利用电子云的形状来说明共价键饱和性、方向性，利用电负性定性地描述离子键、极性键、非极性共价键的过渡），同时也介绍分子间力，氢键等知识。

教材的处理，可以在初中原子结构知识的基础上，进一步对核外电子的运动状态作定性的描述。特别注意弄清楚电子云的概念，这是讲好物质结构理论的关键。在形成电子云的正确概念后，就可以自然地引出核外电子运动状态的描述。从原子中去掉电子，把它变成阳离子，所需消耗的能量是电离能。由教材中列出的几种元素电离能的数据就可以很自然地引出电子是分层排布的。此外，还要注意狠抓关于能量的概念，要在学员头脑中牢固地确立起任何体系都具有一定的能量，而且能量越低，体系越稳定，任何体系均有趋于稳定状态即能量降低的趋势。如果这一概念树立得好，学员在学习电子分层、电子云形状（电子亚层）、电子云在空间伸展方向以及电子的自旋状况等四个量子数时就方便得多。再紧扣着能量降低是趋向稳定状态这一个道理，利用能量最低原理、保里不相容原理和洪特规则，加上能级交错现象，就可以引导学员对1~36号元素，画出原子的核外电子排布图来。在作元素的原子核外电子排布图式时就可以随之揭露出元素周期律的本质问题，原子序数的增加，核外电子排布的周期性和元素性质周期性变化间的关系，这样就由内部结构得到根据，有利于学习时了解化学反应内部联系。

在分子结构中，要抓住化学键的概念，用常见化合物为例说明原子间有相互作用力，特别是相邻的两个或多个原子之间有强烈的作用力，这个“相邻”、“强烈”、“相互作用”就是原子联结成分子的主要因素，这就是化学键。在三种化学键（离子键、共价键、金属键）中，着重讲共价键。教材中用的是价键法（即电子配对法），以 H_2 分子为实例，认识当两个自旋方向相反的电子相接近时，使核间电子云密度增大、重叠程度增加、体系能量降低而形成稳定分子，由此得出电子配对形成共用电子对的结论。接着进一步再讲 HCl 分子的形成过程，因为 p 电子云有方向性，从而导出共价键有方向性、饱和性的结论。在这一基础上再明确键长、键能、键角等概念，这样再接下去讲配位键、极性键、非极性键、极性分子、非极性分子就有了基础，也比较方便。

要让学员通过经常练，反复写，熟悉一些图式，如电子云图象，轨道表示式，电子排布式，最外层电子构型，原子结构示意图，电子式等。

应当重视元素周期律和周期表的教学，建议应抽出时间加讲这部分内容。结合物质结构让学员熟悉周期表中上下左右的关系，并用来比较元素的各项性质，如化合价，金属性，非金属性，最高价氧化物及其对应的水化物的酸、碱性等等。从电子排布来讨论元素性质、周期性的变化和解释各项化学性质变化规律，可使学员印象较深刻，并有助于培养学员运用基础理论解决某些实际问题的能力。

本章的重点和难点

重点：原子核外电子的运动状态，核外电子的排布和电子排布式，轨道表示式，元素周期表（长式），离子键、共价键概念。

难点：核外电子的运动状态、共价键、氢键。

本章概念性问题较多，理论性问题也较多，难度较大又很抽象，但它是本课程的重点章，因此，应向学员反复强调本章内容的重要性，还应根据学员实际情况，掌握内容的深广度，抓住重点，讲清概念和关键性问题，注意调动学员的学习积极性。

三、课时分配建议

第一节 原子核	1 课时
第二节 核外电子的运动状态	2 课时
第三节 原子核外电子的排布 (补入适量元素周期表材料)	2 课时 2 课时
第四节 化学键	3 课时
第五节 极性分子和非极性分子	2 课时
第六节 分子间的作用力 氢键	2 课时

如时间允许，建议酌情增加 1 ~ 2 课时的习题课。

第一节 原子核

一、教学目的与要求

1. 熟练掌握：原子序数(Z)=核内质子数=核电荷数=核外电子数，以及质量数(A)=质子数(Z)+中子数(N)。明确这些粒子间的相互关系。

2. 知道 ${}_Z^AX$ 表示式的意义。

3. 认识一种元素可能有多种同位素，会按各种天然同位素百分率计算近似平均原子量。

4. 知道什么是稳定同位素，什么是放射性同位素，了解一般化学反应和核反应的根本区别。

二、课文说明与教法建议

1. 原子组成的教学,要求讲清 ${}_Z^AX$ 原子组成的符号意义,通过它来反映某种原子的组成,熟练 N 、 A 、 Z 等的相互关系,同时也介绍一下有的书刊杂志将质量数写在右上角即 ${}_ZX^A$ 。

2. 关于同位素的教学,要求弄清基本概念,弄清为什么平均原子量是非整数,并能进行计算,多给以实际计算练习。

三、习题

下列补充习题供选用

1. 填充下表中的空白

元 素	符 号	原子序数	核内质子数	核内中子数	核外电子数	质量数
碳	C	6	()	()	()	12
氟	F	()	()	()	9	19
镁	Mg	()	12	12	()	()
溴	Br	35	()	()	()	80
铀 ₂₃₅	${}_{92}^{235}\text{U}$	()	()	()	()	()
铀 ₂₃₈	${}_{92}^{238}\text{U}$	()	()	()	()	()

提示:根据原子序数=核电荷数(即质子数)=核外电子数;
质量数=质子数+中子数,即可求出各未知值。

2. 铜有两种同位素, ${}^{63}\text{Cu}$ 原子量是62.928,丰度69.09%; ${}^{65}\text{Cu}$ 原子量是64.9278,丰度30.91%,计算铜的平均原子量。

解:铜的平均原子量为:

$$\begin{aligned}& (62.928 \times 0.6909) + (64.9278 \times 0.3091) \\& = 43.477 + 20.069 = 63.546\end{aligned}$$

四、资料

1. 原子核和原子的相对大小以及它们的质量

原子核和电子都要比原子小得多，因为原子内部是很空旷的，只有电子在核的周围作非常快速的运动。一般讲，原子的直径为 $1\text{ \AA}$ (10^{-10} 米)，核的直径是 $10^{-4} \sim 10^{-6}\text{ \AA}$ ，电子的直径是 $10^{-5}\text{ \AA}$ 。若把原子和原子核都看作球体，而球体的体积是：

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \text{ 或 } \frac{1}{6}\pi D^3 \quad (r \text{ 是半径, } D \text{ 是直径}), \text{ 则原子和原子核的体积}$$

比是 $\frac{1}{6}\pi \times 1^3 : \frac{1}{6}\pi (10^{-4})^3$ 。可知，原子体积要比原子核体积大上几千亿倍，乃至万亿倍。若把原子半径放大到三公里，那么原子核或电子也不过只有一个核桃那样大小。

整个原子的质量主要是集中在原子核上，原子核的质量可以是一个质子质量的一倍到二、三百倍，而电子的质量仅是一个质子质量的 $\frac{1}{1837}$ 。

2. 核素 同位素 同量素

(1) 核素：就是指具有一定数目质子和中子的一种原子。有些元素如氟、铝、磷等，只有一种天然核素，没有同位素，就称单一核素元素。

(2) 同位素：具有不同中子数而有相同质子数（即相同原子序数）的各种核素，在元素周期表中占有同一位置，它们是互为同位素。占周期表同一位置的几种同位素可称同位素群，由于各个原子中含有中子数目不同而具有不同质量，但还是同一种元素。化学性质几乎完全一样，例如， ^1H 和 ^2H ， ^{12}C 和 ^{13}C ， ^{16}O 、 ^{17}O 和 ^{18}O ， ^{35}Cl 和 ^{37}Cl 等是互为同位素，H、C、O、Cl 属于多核素元素。元素中含有的各种天然同位素的数量百分比称为各该同位素的丰度。一般情况下，各种不同来源的

同一种元素其天然同位素的丰度基本一致，可由丰度和各核素质量平均值计算该元素的原子量，已如课本所述：所有同位素的原子量都是整数（阿斯顿的整数规则），我们现在所求得的原子量多不是整数，乃是由于它们都是若干同位数的混和体组成的缘故。在这里注意把核素、同位素、元素区别清楚。

同位素按它们的性质可分为稳定同位素与放射性同位素两类。有的天然核素以及人工制成的核素，它们的核不稳定，能放射出某种射线后自身转变（蜕变）为另一种核素，这种性质叫放射性。例如，氢有三种核素 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 互为同位素。其中 ${}^3_1\text{H}$ 有放射性， ${}^3_1\text{H}$ 的原子核会自发地放出射线，然后自己变成 ${}^3_2\text{He}$ 。这个 ${}^3_1\text{H}$ 就是放射性同位素， ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 没有放射性，叫做稳定性同位素。放射性同位素放出的射线常见的为 α 、 β 、 γ 三种射线。

（3）同量素（它的全称是同量异位素或同量异位素）：就是质量数相同而质子数不同的各种核素。如 ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ 、 ${}^{40}_{19}\text{K}$ 、 ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ 它们的核组成中，质子数、中子数各不相同，但质子数和中子数的总数却恰相等，即质量数是相同的。由于质子数不同，核外电子数就不同，周期表中所占的位置也是不相同，他们的化学性质也就各异了。

3. 同位素的应用

放射性同位素的应用是世界近二、三十年发展起来的一项新技术，它帮助人们了解物质运动变化规律，分析测定物质的特性和改变某些物质的性质，它们广泛应用于医药卫生、工业、农业生产和科研中，而且有准确、迅速、使用方便等优点，所以越来越引起人们的重视。

（1）示踪原子：人们可以利用放射性同位素作为示踪原子，用以研究物质的运动和变化规律，这是由于放射性同

位素可不断地放出射线，好象给原子标上记号一样，任凭把它放到什么地方，都可以用放射性探测器找到它。所以，放射性同位素可用作示踪原子，这种方法叫做“示踪原子”法。

例如，想知道磷在生物体中的去向，这个问题在过去是无法解决的。如今利用放射性磷(^{32}P)作示踪原子，用动物作试验，将含磷化合物引入动物体内几个小时后，便可以在有关器官中发现它的踪迹。目前示踪原子法已成为农业、工业、医学和科学研究各部门中不可缺少的有效工具。

(2) 钟表中的荧光粉：放射性同位素能不断地从原子核里放出射线，这种射线也和可见光一样，能激发荧光物质产生荧光，只不过它的波长要比可见光小得多，肉眼看不到而已。利用放射性同位素氚，钷-147或镅作为激发能源，以荧光粉为基质，可以制得经久耐用的发光粉，把它涂在钟表的盘面上，便可以在漆黑的夜晚帮助我们指示时间。也可以应用于工业和国防建设上，作为仪表在夜间的工作照明材料。

(3) 放射性同位素电池：放射性同位素放出的射线可以作为一种能源供给核电池。有的利用射线产生的热量，通过热电偶将其转换为电能；也有的利用射线作用于某些物质能发光的原理，先将辐射能转变为荧光，再作用于硅光电池产生电能。此外，由于 β 射线本身就是电子流，利用一般的半导体P—N结使电流放大，也是一种类型的核电池。

常用的放射性同位素有钷-238、钷-147、铯-90等等，这种新能源与燃料电池或太阳能电池相比，具有寿命长、重量轻、不受环境影响和运行可靠等优点，可应用在宇宙航行和航海等方面。

(4) 金属探伤——机械磨损的测定：如要测定一部发动

机活塞环的磨损情况，可用中子照射活塞环，使活塞环上稳定性同位素变成放射性同位素，这样活塞环上便带上了放射性标记，然后进行磨损试验，再用探测器测量，便可得出磨损的数量。这种方法既快又好、又准确，可以连续测定，不需要拆卸机器，常用来测定工件的磨损情况。

(5) 辐射育种：利用放射性同位素放出的 γ 射线、 α 射线、 β 射线或中子等照射农作物种子、植株或其它器官，在射线这个外因作用下，引起农作物内部遗传性的改变，产生各种各样的变异，甚至是自然界没有过的变异，经过几代选择和培育，就可以获得高产的新品种，大都具有高产早熟、抗倒伏、抗病等优良性能。

(6) 治疗癌症：钴-60是最常用的一种同位素，把它装在治疗机的球体内，借助钴-60放出的 γ 射线深入体内，照射到癌组织上。一般癌组织对射线的敏感性较正常组织高，所以射线对癌细胞的抑制作用比正常组织大。如果照射剂量用得适当，可使癌细胞受到抑制或死亡，从而达到治疗目的。

4. 什么是原子能

一般化学反应仅是参加反应的原子外层电子相互发生变化，原子核不受影响，这时放出的能量叫“化学能”。如果原子核内部的质子、中子发生变化，这时放出的能量要比化学能大几百万倍，这种由原子核结构产生变化而释放的能量叫“原子能”或称“核能”。

原子核极小，内部却有强大的核力把带正电的质子和中子相互连系得很紧密，不能分离。如果破坏这种原子核场，使其中核力起变化，那么，这个力的变化就会是十分巨大的，由它所引起而放出的原子能当然也就非常巨大，例如，当两个氢原子结合而成一个氢分子可放出105千卡的热量，而一个质子和一

个中子结合成重氢（氘）时放出的热量可达4400万千卡。

如何得到原子能？原子能的来源是由于核子反应而产生的。不论是较轻的原子“聚变”而成较重的原子，或是由重的原子“裂变”而成较轻的原子，只要所产生的物质的质量总和比原来质量少了，都可产生相当的能量，这就是原子能。所以它的来源有裂变和聚变两个途径。原子弹和氢弹就是分别利用原子核的裂变和聚变所释放的核能这一原理来制造的。

5. 对原子结构复杂性的认识过程

原子是化学变化中的最小物质单位，这个定义仍然正确，因为在化学变化的条件下，是不曾把原子分割开过的，但旧的原子论认为，原子是绝对不可分割的“最后”粒子，这是错误的。到目前为止，发现各种基本粒子及其反粒子已有数百种，据李政道博士1979年的分法可分成光子、万有引力子、轻子和夸克等四大类。

原子是可以再分割的，这个概念得来不易，是人们经过长期的实验、研究，随着电子、天然放射性现象的发现，原子的蜕变以及通过 α 粒子散射实验发现原子核等等，揭示了原子结构的复杂性，原子不可分割的观念才得以彻底摧毁。现在我们认识的原子是一个复杂的电的系统，其内部是复杂的。

(1) 阴极射线和电子的发现（1874年）：阴极射线管如图1—1—1所示，是一支密闭的玻璃管，焊有两个金属电极，管内抽近真空（气体压强低于0.01毫米汞柱）。若两极连通高压直流电，就可发现管内有一种不可见的射线自阴极发出，它可使涂有硫化锌、硫化镉一类物质的玻璃管壁发出荧光，却不能透过玻璃，这就是阴极射线，具如下特性：

①它们以直线形式从阴极射向阳极，当射程中放有对象物

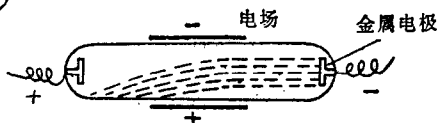
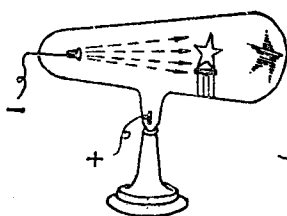


图 1—1—1 阴极射线管 图 1—1—2 阴极射线在电场中的偏转

时，它将会在玻璃管的尾端显出影子。

②在电场（或磁场）的作用下会发生偏转，这种偏转的性质与带负电荷的粒子通过这类场时偏转的性质相同（同电相斥，异电相吸）。如图 1—1—2 所示。

③如果在射线经过的途中放上一片轻而易转动的物体，如薄的铝箔，可以发现这片铝箔能被放射线推动而旋转。

以上事实证明了一种射线是由以直线投射，带有电荷，又具有一定质量，可以做机械功的微粒所组成的，这就是“阴极射线”。不论阴极射线管是用什么电极材料或充有极稀薄的什么气体，所产生的阴极射线都是一样的，也就可证明这种微粒存在于所有元素里，它应当是组成原子的更小微粒。

有人测定这种微粒的直径约为 $10^{-5} \text{ \AA}$ ，质量是质子的 $\frac{1.008}{1837}$ ，其电量为 1 个单位负电荷，后来就称它为“电子”。

这就是说通过阴极射线的发现证实了原子是由比它更小的微粒电子构成，不管释放电子的物源是什么，所有电子都是等同的，电子是一切原子的组成部分。

(2) 质子的发现（1886年）：后来有人发现阴极板上如有小孔，气体的压力不太低时，在阴极后面可以看见一束“射线”，它为带有阳电荷的微粒流，这种射线被称为“阳极射