



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

化 学

(基础版)

主编 刘 尧



高等教育出版社

内容提要

本书为中等职业教育国家规划教材，是根据教育部 2000 年颁发的《中等职业学校化学教学大纲》中基础模块的要求编写的。主要内容有：物质结构、元素周期律、物质的量、重要的非金属元素及其化合物、重要的金属元素及其化合物、化学反应速率和化学平衡、电解质溶液、烃及烃的衍生物、糖和蛋白质、有机高分子材料、学生实验。

本书作为基础版教材适用于中等职业学校各专业。

本书采用出版物短信防伪系统，同时配套学习卡资源。用封底左下方的防伪码，按照本书后“郑重声明”下方的使用说明进行操作。

图书在版编目(CIP)数据

化学：基础版/刘尧主编. —北京：高等教育出版社，
2001 (2007 重印)

ISBN 978 - 7 - 04 - 009876 - 1

I . 化… II . 刘… III . 化学 - 专业学校 - 教材
IV . O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 036729 号

责任编辑 王小钢 封面设计 刘晓翔 责任绘图 朱 静
版式设计 马静如 责任校对 刘 莉 责任印制 韩 刚

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800 - 810 - 0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010 - 58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landracom.com
印 刷	北京中科印刷有限公司		http://www.landracom.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2001 年 7 月第 1 版
印 张	13.75	印 次	2007 年 3 月第 23 次印刷
字 数	240 000	定 价	14.70 元
插 页	1		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 9876 - A1

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，教育部组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲编写而成的，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中、初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 5 月

前 言

教育部在 2000 年颁布了《中等职业学校化学教学大纲（试行）》。大纲中包括基础模块和农林类专业、加工制造类专业、医药卫生与体育类专业 3 个选学模块。本书根据其中的基础模块的要求编写而成，是本课程的必修内容。通过本门课程的学习，使学生在初中化学的基础上，进一步学习和加深化学的基础知识、基本理论和基本实验技能，提高学生的科学文化素养，并为培养职业能力和适应继续学习的需要奠定必要的基础。

为了便于学生阅读，提高学生的学习兴趣，编写过程中尽量联系一些生产和生活中的具体实例，并努力做到深入浅出，通俗易懂。在正文之外还选编了一定数量的阅读教材，每节之后附有习题。另外还选取了 12 个学生实验，以提高学生的化学实验操作技能。

本书由北京教育学院刘尧教授担任主编，北京农业职业学院徐英岚老师担任副主编。参加本书编写的有徐英岚老师（第一、第七章），陕西省宝鸡农业学校严铁宁老师（第二、第八章），广东省林业学校张晓耘老师（第三、第十章），河南省教育厅职教教研室杨金栓老师（第四、第六章），江西省樟树农业学校章小鹏老师（第五、第九章）。高等教育出版社特聘清华大学宋心琦教授审读并提出宝贵意见。审者对本书给予充分肯定，认为本书突出了职业教育特色，内容先进，深浅适中，通俗易懂，编排合理，图文并茂，符合中等职业教育教学规律和学生特点。在编写过程中得到了高等教育出版社及各编者所在单位的大力支持，在此一并表示感谢。

由于水平所限，缺点和不足在所难免，恳请广大师生及其他读者提出批评、建议和改进意见。

编 者
2001.3

目 录

绪论	1
第一章 物质结构 元素周期律	3
第一节 原子结构	3
阅读 放射性同位素的用途	7
习题	7
第二节 元素周期律 元素周期表	8
阅读 门捷列夫与元素周期表	13
习题	14
第三节 化学键	15
阅读 纳米技术	17
习题	19
本章小结	19
第二章 物质的量	21
第一节 物质的量及其单位	21
习题	25
第二节 气体摩尔体积	26
阅读 创立分子学说的阿伏加德罗	30
习题	31
第三节 物质的量浓度	31
习题	36
第四节 热化学方程式及反应热	36
习题	37
本章小结	38
第三章 重要的非金属元素及其化合物	40
第一节 卤素	40
阅读 氟、碘与人体健康	45
习题	46
第二节 硫	46
阅读 臭氧——人类生命的卫士	50
二氧化硫对大气的污染	51

习题	51
第三节 氮	52
阅读 固氮	56
习题	56
第四节 硅	57
第五节 氧化还原反应	59
习题	61
本章小结	61
第四章 化学反应速率和化学平衡	64
第一节 化学反应速率	64
习题	67
第二节 化学平衡	67
阅读 合成氨适宜条件的选择	71
习题	72
本章小结	73
第五章 电解质溶液	75
第一节 强弱电解质	75
习题	78
第二节 水的离子积和溶液的 pH	78
阅读 pH 与生活 and 生产	81
习题	82
第三节 离子反应 离子方程式	82
习题	84
第四节 盐的水解	85
阅读 中和滴定	87
习题	88
本章小结	89
第六章 重要的金属元素及其化合物	91
第一节 金属元素概述	91
习题	94
第二节 钠	94
阅读 侯氏制碱法的创造者侯德榜	97
习题	98
第三节 铝	99

阅读	硬水的软化	102
习题	.....	104
第四节	铁	104
阅读	人体中的微量元素	107
习题	.....	108
第五节	原电池.....	109
阅读	废旧电池与环境保护	114
习题	.....	115
本章小结	.....	115
第七章	烃	119
第一节	有机化合物概述	119
习题	.....	123
第二节	烷烃	123
阅读	沼气	125
习题	.....	128
第三节	烯烃	129
习题	.....	131
第四节	炔烃	132
习题	.....	134
第五节	芳香烃.....	134
阅读	有机结构理论的奠基人凯库勒	137
石油和煤	.....	138
习题	.....	140
本章小结	.....	140
第八章	烃的衍生物	142
第一节	乙醇	142
阅读	假酒事件与甲醇中毒	144
习题	.....	145
第二节	苯酚	146
习题	.....	148
第三节	乙醛和丙酮	149
阅读	甲醛	152
习题	.....	152
第四节	乙酸和乙酸乙酯	153

阅读	肥皂、合成洗涤剂的化学成分及去污原理	156
习题	.....	157
本章小结	.....	158
第九章	糖和蛋白质	160
第一节	糖	160
阅读	食品添加剂	163
习题	.....	164
第二节	蛋白质.....	164
阅读	营养与膳食平衡	169
核酸与生物的遗传、克隆及转基因技术的发展	.....	170
习题	.....	171
本章小结	.....	172
第十章	有机高分子材料	173
本章小结	.....	177
习题	.....	178
学生实验	.....	179
实验一	化学实验基本操作	179
实验二	元素周期律	183
实验三	物质的量浓度溶液的配制	186
实验四	卤素.....	188
实验五	硫及其化合物	190
实验六	氮及其化合物	192
实验七	化学反应速率和化学平衡	195
实验八	电解质溶液 pH 测定	197
实验九	几种金属的性质	199
实验十	电化学腐蚀	201
实验十一	甲烷、乙烯的制法和性质	202
实验十二	烃的含氧衍生物的性质	205
附录一	常见酸、碱和盐的溶解性表 (20 ℃)	207
附录二	化学上常用的量及其法定计量单位	208
元素周期表		

绪 论

人类生活在色彩斑斓的物质世界中，空气、水、土壤、矿石、煤炭、石油、化肥、农药等都是物质。而世界万物又都处在不断的变化之中，岩石风化、铁器生锈、大气污染、水质下降等都是物质变化；庄稼的春种秋收，人的生老病死更是复杂的生命变化。化学就是以物质作为研究对象的一门自然科学，通过对物质的组成、结构、性质、变化规律的研究来认识自然、利用自然和改造自然、不断地提高人们的物质生活水平，促进社会发展。

化学是一门中心的、实用的和创造性的自然科学。它包含着两种不同类型的工作，有些化学家在研究自然界并试图了解它，努力找出自然界存在而过去并不知道有用的新物质，同时另一些化学家则创造出自然界不存在的新物质和完成化学变化的新途径。仅在 1995 年一年中，世界各国的化学家们就创造了 100 万种以上的新物质，目前，这个步伐还在加快。

化学起源于古代生产和文化发展较早的国家。我国是世界文明古国之一，在化学上有过光辉的成就，对人类作出过巨大的贡献。远在 6 000 多年前，我们的祖先就能烧制精美的陶器；距今约 3 600 年前的商代就制造出了青铜器；2 600 年前就冶炼出钢，而欧洲比我国晚 1 900 多年；我国化学史上的伟大发明如火药、造纸、印刷等，早已闻名于世；我国四川省自贡市一带，早在公元前就发现了天然气，并利用它作为熬盐的燃料。

化学在改善和提高人们生活质量，促进社会的发展中有着十分重要的作用。首先从我们的衣食住行来看，质量上乘、色泽鲜艳的衣料需要经过化学处理和印染，丰富多彩的合成纤维更是化学的一大贡献；粮食、蔬菜的丰收和品质的提高，有赖于化肥、农药、除草剂等的生产与发展；现代建筑所用的水泥、石灰、油漆、玻璃和塑料等材料都是化工产品；各种现代交通工具，不仅需要汽油、柴油作动力燃料，还需要各种汽油添加剂、防冻剂以及机械部分的润滑剂，这些无一不是石油化工产品。此外，人们需要的药品、洗涤剂、美容品和化妆品等日常生活必不可少的用品，也大都是化学制剂。由此可见，我们的生活离不开化学制剂，可以说我们生活在化学世界里。

化学与农业有着密切关系。农、林、牧、副、渔各业的全面发展，在很大程度上依赖于化学的成就。农业上应用了化肥、农药、植物生长刺激素和除草剂等

化学产品，不仅可以提高质量，而且也改进了耕作方法。我们还需要进一步研究高效、低毒、低污染的新农药，长效、复合肥料和各种植物生长激素等，以促进农业的不断发展。而农、副业产品的综合利用和合理贮运，酒、酱、醋等的酿造和果品、蔬菜等的加工与贮藏以及畜禽产品、水产品等的加工，需要用到化学知识。

在工业现代化和国防现代化方面，急需研究各种性能迥异的金属材料、非金属材料和高分子材料。在煤、石油、天然气的开发、炼制和综合利用中，包含着极为丰富的化学知识，并已形成了煤化学、石油化学等专门领域。导弹的生产、人造卫星的发射，需要很多种具有特殊性能的化学产品，如高能燃料、高能电池、高敏胶片及耐高温、耐辐射的材料等。

随着科学技术和生产水平的提高以及新的实验手段和电子计算机的广泛应用，不仅化学学科本身有了突飞猛进的发展，而且由于与其他科学的相互渗透、相互交叉，也大大促进了其他基础科学和应用科学的发展和交叉学科的形成。目前国际上最关心的几个重大问题——环境的保护、能源的开发和利用、功能材料的研制、生命过程奥秘的探索……都与化学密切相关。

和很多事物一样，化学也有它的负面影响，例如“光化学烟雾”、“化学武器”、“化学污染”等。正如同火给人类带来了文明，也带来了火灾，但人类发明了各种灭火技术、灭火手段来解决火的负面影响。化学污染等诸多问题将会随着化学及其他科学的发展得到很好的解决。

总之，化学与国民经济各个部门、尖端科学技术各个领域以及人类生活的各个方面，都有着十分密切的联系，它不仅是化学工作者的专业知识，也是当今社会的人们科学知识的组成部分。化学教育的普及是社会发展的需要，是提高公民文化素质的需要。

第一章 物质结构 元素周期律

在初中化学中，我们已经学过一些原子结构的知识，初步认识到物质在不同条件下表现出来的各种性质，都与它们的化学组成和内部结构有关。本章我们将学习化学科学里的重要理论即原子结构和元素周期律的知识，进一步理解元素性质与原子结构之间的关系，理解元素及其化合物之间的内在联系和规律。

第一节 原子结构

一、原子的组成

原子是由居于原子中心的原子核和核外电子构成的。原子很小，原子核更小。原子核的半径约为原子半径的十万分之一，它的体积只占原子体积的几千亿分之一。如果把原子看成是直径为 10^{-10} m 的球体，则原子核只有大头针尖大小。所以原子内部绝大部分是“空”的。电子就在这个空间里作高速运动。

原子核虽小，仍由更小的粒子所组成，即由质子和中子所构成。每个质子带一个单位正电荷，中子呈电中性，核电荷数（符号为 Z ）由质子数决定。由于每个电子带一个单位的负电荷，所以，原子核带的电荷量跟核外电子的电荷量相等而电性相反，因此，原子作为一个整体不显电性。

$$\text{核电荷数}(Z) = \text{核内质子数} = \text{核外电子数}$$

质子的质量为 1.6726×10^{-27} kg，中子的质量为 1.6748×10^{-27} kg，电子的质量很小，约为质子质量的 $1/1836$ ，所以，原子的质量主要集中在原子核上。

由于质子、中子的质量很小，使用很不方便，因此，通常用它们的相对质量。相对原子质量标准是 ^{12}C 原子质量的 $1/12$ 。已知 ^{12}C 原子的质量是 1.9927×10^{-26} kg，它的 $1/12$ 为 1.6606×10^{-27} kg。由此得到质子和中子的相对质量分别为 1.007 和 1.008，取近似数值为 1。如果电子的质量忽略不计，原子的相对质量的整数部分就等于质子相对质量（取整数）和中子相对质量（取整数）之和，这个数叫做质量数，用符号 A 表示。中子数用符号 N 表示。则：

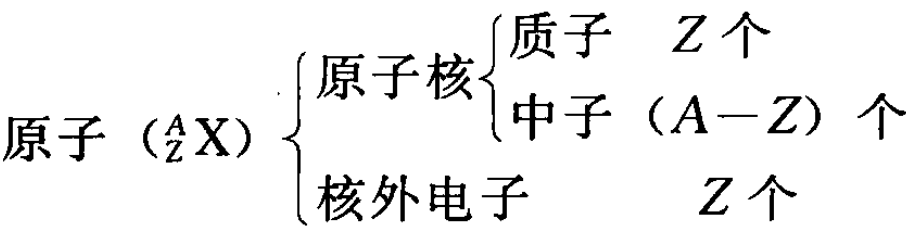
$$A = Z + N$$

因此，只要知道上述三个数值中的任意两个，就可以推算出另一个值来。例

如，知道氯原子的核电荷数为 17，质量数为 35，则：

氯原子的中子数=35-17=18

归纳起来，如以 ${}^A_Z\text{X}$ 代表一个质量数为 A、质子数为 Z 的原子，那么原子组成可表示如下：



二、核外电子的排布规律

我们已经知道，电子是带负电荷的质量很小的微粒，在原子核外的空间作高速运动。在含有多个电子的原子中，电子的能量并不相同，在离核近的区域运动的能量较低；在离核远的区域运动的能量较高。我们把这些“区域”叫做电子层。这就是说，在原子核外，有能量互不相同的多个电子层。其能量由内到外依次增高。常用 *n* 表示从内到外的电子层，*n*=1、2、3、4、5、6、7，分别称为 K、L、M、N、O、P、Q 层。离核最近的叫做第一电子层，也叫 K 电子层，即 *n*=1；第二电子层也称 L 电子层，即 *n*=2；以此类推。核外电子运动状态按能量而“分层”现象，决定了核外电子的分层排布。

表 1-1 核电荷数为 1~18 的元素原子核外电子的排布

核电荷数	元素名称	元素符号	各电子层的电子数			
			K	L	M	N
1	氢	H	1			
2	氦	He	2			
3	锂	Li	2	1		
4	铍	Be	2	2		
5	硼	B	2	3		
6	碳	C	2	4		
7	氮	N	2	5		
8	氧	O	2	6		
9	氟	F	2	7		
10	氖	Ne	2	8		
11	钠	Na	2	8	1	
12	镁	Mg	2	8	2	
13	铝	Al	2	8	3	
14	硅	Si	2	8	4	
15	磷	P	2	8	5	
16	硫	S	2	8	6	
17	氯	Cl	2	8	7	
18	氩	Ar	2	8	8	

电子在排布时，一般总是尽先排布在能量最低的电子层里，对于核电荷数 1~18 的原子来说，核外电子的排布是先排 K 层，K 层排满后，再排 L 层，L 层排满后，再排 M 层。表 1-1 是核电核数 1~18 的元素原子的电子排布情况，表 1-2 是稀有气体元素原子的电子排布情况。

表 1-2 稀有气体元素原子核外电子的排布

核电荷数	元素名称	元素符号	各电子层的电子数					
			K	L	M	N	O	P
2	氦	He	2					
10	氖	Ne	2	8				
18	氩	Ar	2	8	8			
36	氪	Kr	2	8	18	8		
54	氙	Xe	2	8	18	18	8	
86	氡	Rn	2	8	18	32	18	8

从表 1-1 和表 1-2 可以看出，原子核外电子的排布是有一定规律的，这些规律如下：

- 1. 各电子层最多容纳的电子数是 $2n^2$ 个（ n 为电子层数）如： $n=1$ ，即 K 层最多容纳的电子数为 $2 \times 1^2=2$ 个； $n=2$ 时，即 L 层最多容纳的电子数为 $2 \times 2^2=8$ 个； $n=3$ 时，即 M 层最多容纳的电子数为 $2 \times 3^2=18$ 个；以此类推。
- 2. 最外层电子数不超过 8 个（K 层为最外层时不超过 2 个）。
- 3. 次外层的电子数不超过 18 个，倒数第三层的电子数不超过 32 个。

以上规律是相互联系的，不能孤立地理解。例如，19 号元素钾的核外电子排布为 2，8，8，1。而不能排布为 2，8，9，否则违背最外层电子数不超过 8 个的

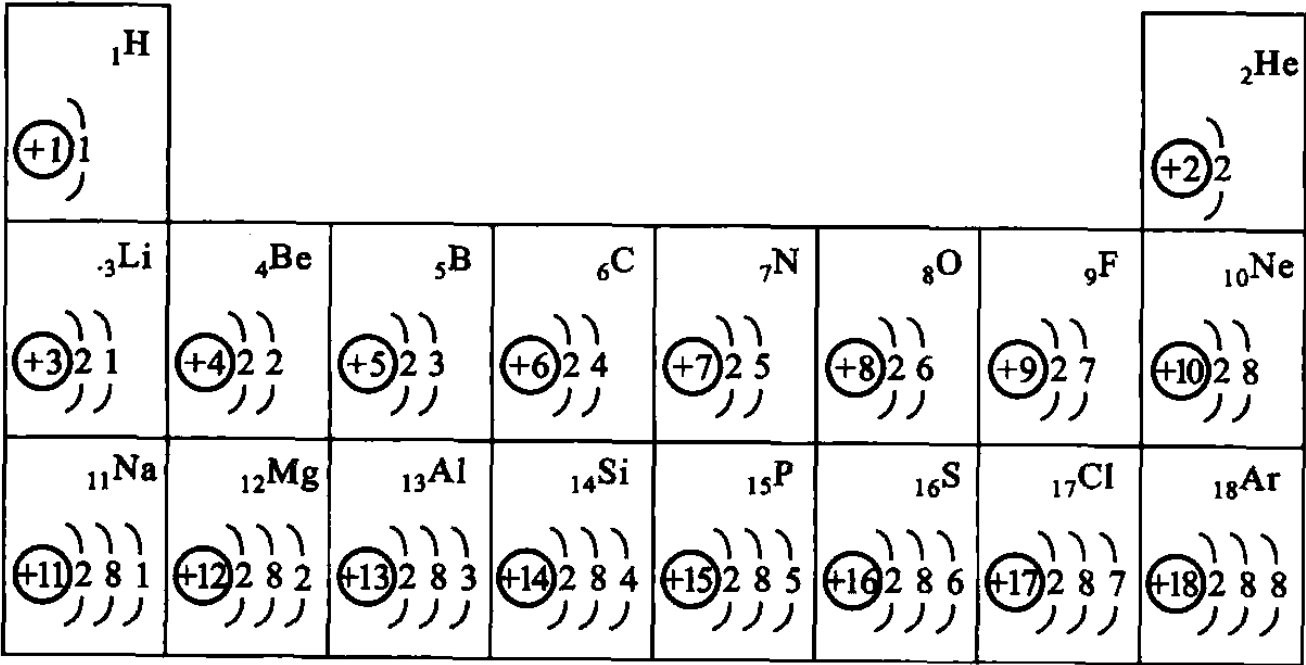


图 1-1 从氢到氩元素的原子结构示意图

规律。一般地说，最外层 8 个电子是相对稳定的结构。原子核外电子的排布可以用原子结构示意图来表示，图 1-1 是从氢到氩元素的原子结构示意图。

思考 钙元素的原子核里有 20 个质子，核外电子如何排布？其原子结构示意图如何表示？

三、同位素

元素是具有相同核电荷数（即质子数）的同一类原子的总称。也就是说，同种元素原子核中的质子数是相同的。那么，它们的中子数是否相同呢？科学研究证明，不一定相同。例如：氢元素有几种原子，它们都含有 1 个质子，但所含的中子数不同，见表 1-3。

我们将质子数相同，而中子数不同的同种元素的几种原子，叫做该元素的同位素。

表 1-3 氢元素的同位素

符号	名称	俗称	质子数	中子数	核电荷数	质量数
${}^1_1\text{H}$ 或 H	氕 ^①	氢	1	0	1	1
${}^2_1\text{H}$ 或 D	氘	重氢	1	1	1	2
${}^3_1\text{H}$ 或 T	氚	超重氢	1	2	1	3

表 1-3 中列举的是氢的 3 种同位素， ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 是制造氢弹的材料。大多数的元素都有同位素。铀元素有 ${}^{234}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 等多种同位素， ${}^{235}_{92}\text{U}$ 是制造原子弹的材料和核反应堆的燃料。碳元素有 ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 、和 ${}^{14}_6\text{C}$ 等几种同位素，而 ${}^{12}_6\text{C}$ 就是我们当做相对原子质量标准的那种碳原子。

在天然存在的某种元素中，不论是游离态还是化合态，各种同位素所占的原子百分比一般是不变的。我们平常所用的某种元素的相对原子质量，是按各种天然同位素原子所占的一定百分比算出来的平均值。例如，氯元素有 ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ 和 ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ 两种同位素，根据下列数据可以计算氯元素的相对原子质量：

符号	同位素的相对原子质量	在自然界各同位素原子的含量
${}^{35}_{17}\text{Cl}$	34.969	75.77%
${}^{37}_{17}\text{Cl}$	36.966	24.23%

氯元素的相对原子质量 = $34.969 \times 75.77\% + 36.966 \times 24.23\% = 35.453$

① 氕（音 piē），氘（音 dāo），氚（音 chuān）。

如果已知同位素的质量数，也可以计算出该元素的近似相对原子质量。

思考 镁有 3 种天然同位素： ${}_{12}^{24}\text{Mg}$ （占 78.70%）， ${}_{12}^{25}\text{Mg}$ （占 10.13%）， ${}_{12}^{26}\text{Mg}$ （占 11.17%）。镁的近似原子量是多少？（保留两位小数）。

同位素中不同原子的质量虽然不同，但它们的化学性质几乎完全相同。



放射性同位素的用途

有些同位素能够发出肉眼看不见的射线来，可以通过仪器来测知它的存在。这些射线的穿透力很强，可以使密封的照相底片感光，这样的同位素叫做放射性同位素。

放射性同位素的化学性质和一般的元素一样。如果用一种元素的放射性同位素来代替某一化合物中的该元素，并不会改变这个化合物的化学性质，但这个化合物就有放射性了。利用专门仪器对放射性的观察，便可以知道这种元素的变化情况，用于这方面的放射性同位素叫做同位素示踪原子。

放射性同位素示踪原子在生物学和医学方面有着广泛的应用。多年来镭的高能辐射一直用于癌症治疗，现在，使用钴的同位素 ${}_{27}^{60}\text{Co}$ ，因为 ${}_{27}^{60}\text{Co}$ 比较经济，产生的辐射也比镭强。用 ${}_{53}^{131}\text{I}$ 来治疗甲状腺病。如果把少量放射性同位素导入体内，可借以研究糖类、脂肪、蛋白质等有机物的代谢机制以及各种无机盐类、药物的吸收、分布和从体内排出的过程。

放射性同位素在农业科学研究上的应用也非常广泛。

例如，磷是作物所必需的营养元素之一。用含放射性磷的肥料施在成熟期的棉花的根部，在棉株中出现的放射性磷很少，这证明棉花在生长后期，根部吸收磷的能力减弱了。但是，若把这种磷肥喷洒在叶子上，则很快在棉株中就发现了放射性。这证明，叶子也能吸收磷肥，叶上的磷很快地被送到花蕾中，因而防止了子房脱落，增加了棉花的产量。这种施肥方法叫做根外追肥。



习 题

1. 填空题

(1) 用于核裂变的钚同位素 ${}_{94}^{239}\text{Pu}$ ，核内有_____个质子，核内有_____个中子，中性钚原

子有_____个电子。

(2) 1992 年,我国取得重大科技成果之一是发现了 3 种元素的新的同位素,其中一种是 $^{208}_{80}\text{Hg}$,它的中子数是_____。

2. 判断题

- (1) 不同种类的原子,其质量数一定都不相同 ()。
- (2) 元素的相对原子质量和原子的质量数完全相等 ()。
- (3) 构成原子的各种粒子都带电荷,但原子不显电性 ()。
- (4) 凡是核外电子数相同的粒子,都是同一种元素的原子 ()。
- (5) 任何元素的原子都是由质子、中子和核外电子组成的 ()。

3. H 、 2H^+ 、 H_2 、 ^2_1H 这些符号的含意有什么区别?

4. 人们已经发现了 115 种元素,是否就是发现了 115 种原子?

第二节 元素周期律 元素周期表

一、元素周期律

通过对元素原子结构的认识,我们初步了解了原子核外电子的排布规律。为了研究方便,人们把元素按照核电荷数由小到大的顺序给元素编号,这个序号称为元素的原子序数。

为了认识元素之间的相互关系和内在规律,我们将 1~18 号元素核外电子的排布、原子半径和主要化合价列入表 1-4。

1. 核外电子排布的周期性

从表 1-4 可以看出,随着原子序数(核电荷数)的递增,原子最外层电子数的变化是有规律的,原子序数从 1~2,即从氢到氦,只有 1 个电子层,核外电子从 1 个增加到 2 个,达到稳定结构。原子序数从 3~10,即从锂到氖,有 2 个电子层,最外层电子从 1 个增到 8 个,达到稳定结构。原子序数从 11~18,即从钠到氩,有 3 个电子层,最外层电子也是从 1 个增到 8 个,达到稳定结构。人们对 18 号以后的元素继续研究的结果表明,每隔一定数目的元素,会重复出现最外层电子数从 1 增加到 8 的情况。也就是说,随着原子序数的递增,元素原子的最外层电子排布呈周期性变化。

2. 原子半径的周期性变化

从表 1-4 中可以看出,3~9 号元素,随着原子序数的递增,原子半径由 0.152 nm 递减到 0.071 nm,11~17 号元素,随着原子序数的递增,原子半径由

表 1-4 1~18 号元素的核外电子排布、原子半径和主要化合价

原子序数	1							2
元素名称	氢							氦
元素符号	H							He
核外电子排布	$\left. \begin{array}{c} \backslash \\ 1 \\ / \end{array} \right\}$							$\left. \begin{array}{c} \backslash \\ 2 \\ / \end{array} \right\}$
原子半径/nm ^①	0.037							0.122
主要化合价	+1							0
原子序数	3	4	5	6	7	8	9	10
元素名称	锂	铍	硼	碳	氮	氧	氟	氖
元素符号	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
核外电子排布	$\left. \begin{array}{c} \backslash \backslash \\ 2 \ 1 \\ / / \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} \backslash \backslash \\ 2 \ 2 \\ / / \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} \backslash \backslash \\ 2 \ 3 \\ / / \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} \backslash \backslash \\ 2 \ 4 \\ / / \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} \backslash \backslash \\ 2 \ 5 \\ / / \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} \backslash \backslash \\ 2 \ 6 \\ / / \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} \backslash \backslash \\ 2 \ 7 \\ / / \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} \backslash \backslash \\ 2 \ 8 \\ / / \end{array} \right\}$
原子半径/nm	0.152	0.089	0.082	0.077	0.075	0.074	0.071	0.160
主要化合价	+1	+2	+3	+4 -4	+5 -3	-2	-1	0
原子序数	11	12	13	14	15	16	17	18
元素名称	钠	镁	铝	硅	磷	硫	氯	氩
元素符号	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
核外电子排布	$\left. \begin{array}{c} \backslash \backslash \backslash \\ 2 \ 8 \ 1 \\ / / / \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} \backslash \backslash \backslash \\ 2 \ 8 \ 2 \\ / / / \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} \backslash \backslash \backslash \\ 2 \ 8 \ 3 \\ / / / \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} \backslash \backslash \backslash \\ 2 \ 8 \ 4 \\ / / / \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} \backslash \backslash \backslash \\ 2 \ 8 \ 5 \\ / / / \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} \backslash \backslash \backslash \\ 2 \ 8 \ 6 \\ / / / \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} \backslash \backslash \backslash \\ 2 \ 8 \ 7 \\ / / / \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} \backslash \backslash \backslash \\ 2 \ 8 \ 8 \\ / / / \end{array} \right\}$
原子半径/nm	0.186	0.160	0.143	0.117	0.110	0.102	0.099	0.191
主要化合价	+1	+2	+3	+4 -4	+5 -3	+6 -2	+7 -1	0

0.186 nm 递减到 0.099 nm，即原子半径由大变小。如果将所有的元素按原子序数递增的顺序排列起来，就会发现随着原子序数的递增，元素的原子半径也发生周期性变化。如图 1-2 所示。

3. 元素主要化合价的周期性变化

从表 1-4 中可以看出，从第 11 号元素到第 18 号元素，在极大程度上重复着从

① 1 nm=10⁻⁹ m。