



中等职业教育系列规划教材
根据教育部中等职业学校新教学大纲要求编写

化 学



中等职业教育规划教材编写组

李剑锋 主编



国家行政学院出版社

中等职业教育系列规划教材

化 学

中等职业教育规划教材编写组

李剑锋 主编

国家行政学院出版社

图书在版编目(CIP)数据

化学/李剑峰主编.

—北京:国家行政学院出版社,2007

(中等职业教育系列规划教材)

ISBN 978-7-80140-575-3

I. 化… II. 李… III. 化学课-专业学校-教材

IV. G634.81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 161245 号

书 名	化学
作 者	李剑峰
责任编辑	李锦慧
出版发行	国家行政学院出版社 (北京市海淀区长春桥路 6 号 100089)
电 话	(010) 68920640 68929037
经 销	新华书店
印 刷	北京诚信伟业印刷有限公司
版 次	2007 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷
开 本	787 毫米×1092 毫米 16 开
印 张	11
字 数	267 千字
书 号	ISBN 978-7-80140-575-3/O·48
定 价	14.80 元

中等职业教育规划教材

出版说明

为了更好地贯彻《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,全面落实《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,中等职业教育教材编写组组织相关力量对实现中等职业教育培养目标、保障重点专业建设的主干课程进行了规划和编写。从 2006 年秋季开始,中等职业教育规划教材将陆续出版,提供给广大中等职业学校使用。

中等职业教育规划教材是面向中等职业教育的规范性教材,严格按照国家教育部最新颁发的教学大纲编写,并通过了专家的审定。本套教材深入贯彻了素质教育的理念,突出了中等职业教育的特点,注重对学生的创新能力和实践能力的培养。本套教材在内容编排、例题组织和图示说明等方面努力作出创新亮点,在满足不同学制、不同专业以及不同办学条件教学需求的同时,实现教学效果的最优化。

希望各地、各校在使用本套教材的过程中,认真总结经验,及时提出改善意见和建议,使之不断地得到完善和提高。

中等职业教育规划教材编写组

前 言

本书根据教育部在 2000 年颁布的《中等职业学校化学教学大纲(试行)》中的基础模块编写,属于必修内容,是中等职业学校农林、资源与环境、能源、土木工程、水利工程、加工制造、医药卫生、体育类专业根据教学需要开设的文化基础课。

本书主要任务是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。

全书共分 9 章和 12 个实验。在编写过程中,力求语言通俗易懂,降低理论难度,尽量联系一些生产、生活实际,以便能够学以致用;章前列示知识目标和能力目标,以便学生更好地自学;全书选取了 12 个实验,以提高学生的化学实验操作技能。

本书的学时建议最少为 72 学时,学时建议分配表如下:

学时建议分配表

内 容	学时数	内 容	学时数
绪论	1	第 7 章 烃	8
第 1 章 物质结构与元素周期律	6	第 8 章 烃的衍生物	6
第 2 章 物质的量	6	第 9 章 糖、蛋白质和有机高分子材料	3
第 3 章 重要的非金属元素及其化合物	8	学生实验	16
第 4 章 重要的金属元素及其化合物	8	机动	2
第 5 章 化学反应速率和化学平衡	3	总计	72
第 6 章 电解质溶液	5		

本书由李剑锋担任主编,吉青等参与了编写工作。本书在编写过程中参阅了大量的相关论著,并吸取了其中的最新研究成果和有益经验,在此向原著者表示衷心的感谢!

由于编者时间仓促,精力有限,书中难免会有缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	1
第1章 物质结构与元素周期律	3
第一节 原子结构	4
阅读 放射性同位素的应用	7
本节习题	8
第二节 元素周期律和元素周期表	9
阅读 元素周期律的发现	12
本节习题	13
第三节 化学键	14
阅读 富勒烯 C_{60} 的应用	17
本节习题	17
本章要点小结	18
第2章 物质的量	20
第一节 物质的量及其单位	21
阅读 阿伏加德罗生平	23
本节习题	23
第二节 气体摩尔体积与物质的量浓度	24
本节习题	26
第三节 吸热反应和放热反应	27
本节习题	28
本章要点小结	29
第3章 重要的非金属元素及其化合物	30
第一节 卤素	31
阅读 氟、碘与人类的健康	37
本节习题	37
第二节 硫	38
阅读 酸雨的危害	41
本节习题	42
第三节 氮	43
阅读 氮的固定	46

本节习题	46
第四节 硅	47
本节习题	49
第五节 氧化还原反应	49
本节习题	50
本章要点小结	51
第4章 重要的金属元素及其化合物	52
第一节 金属元素	53
本节习题	54
第二节 钠	55
阅读 侯氏制碱法	58
本节习题	58
第三节 铝	59
阅读 铝元素与人体健康	61
本节习题	62
第四节 铁	62
阅读 铁与人类健康	66
本节习题	67
本章要点小结	67
第5章 化学反应速率和化学平衡	69
第一节 化学反应速率	70
本节习题	72
第二节 化学平衡和平衡常数	72
阅读 合成氨条件的选择	74
本节习题	75
本章要点小结	76
第6章 电解质溶液	77
第一节 强弱电解质	78
本节习题	80
第二节 水的离子积与溶液的 pH	81
阅读 pH 与人体的健康	82
本节习题	83
第三节 离子反应与离子方程式	84
本节习题	85

第四节 盐类的水解	86
本节习题	87
本章要点小结	88
第7章 烃	89
第一节 有机化合物的概述	90
本节习题	92
第二节 烷烃	92
阅读 烷烃与日常生活——液化天然气	97
本节习题	97
第三节 烯烃	98
本节习题	100
第四节 炔烃	100
阅读 石油的开采和应用	102
本节习题	103
第五节 芳香烃	103
阅读 致癌的多环芳香烃	105
本节习题	107
本章要点小结	108
第8章 烃的衍生物	109
第一节 溴乙烷	110
阅读 卤代烷	110
本节习题	111
第二节 乙醇	111
阅读 危险的假酒	112
本节习题	113
第三节 苯酚	114
本节习题	115
第四节 乙醛与丙酮	116
阅读 酚醛树脂	118
本节习题	118
第五节 乙酸与乙酸乙酯	119
阅读 肥皂和洗涤剂	120
本节习题	121
本章要点小结	122

第9章 糖、蛋白质和有机高分子材料	124
第一节 糖	125
阅读 糖——生命的燃料	128
本节习题	129
第二节 蛋白质	129
阅读 膳食平衡	132
本节习题	132
第三节 高分子材料	133
阅读 天然橡胶	136
本节习题	137
本章要点小结	137
学生实验	138
实验一 化学实验基本操作	138
实验二 元素周期律	142
实验三 一定物质的量浓度溶液的配制	144
实验四 卤素	147
实验五 硫及其化合物	148
实验六 氮及其化合物	150
实验七 几种有代表性金属的性质	152
实验八 化学反应速率与化学平衡	154
实验九 电解质溶液 pH 的测定	156
实验十 原电池原理 电化学腐蚀	158
实验十一 甲烷与乙烯	159
实验十二 烃的衍生物	161
附录一 常见酸、碱和盐的溶解性表(20℃)	163
附录二 化学上常用的量及其法定计量单位	164



绪 论

在宇宙形成的同时,化学现象就已经出现了.人类对化学的认识已经有了相当悠久的历史.原始人类即能辨别自然界存在的无机物质的性质而加以利用,例如原始人类对火的使用.随后,人类又可以利用这些知识来改造客观世界.如公元前 6000 年,中国原始人即知烧粘土制陶器,并逐渐发展为彩陶、白陶、釉陶和瓷器.在公元前 17 世纪的殷商时代即知食盐(氯化钠)是调味品,苦盐(氯化镁)的味苦…….虽然经过几千年的发展,仍旧有许多亟待解决的化学问题需要我们去探索.

由于最初化学所研究的多为无机物,所以近代无机化学的建立就标志着近代化学的创始.建立近代化学贡献最大的化学家有三人,即英国的玻意耳、法国的拉瓦锡和英国的道尔顿.玻意耳从实验结果阐述了元素和化合物的区别,提出元素是一种不能分出其他物质的物质.拉瓦锡采用天平作为研究物质变化的重要工具,进行了硫、磷的燃烧,锡、汞等金属在空气中加热的定量实验,确立了物质的燃烧是氧化作用的正确概念,推翻了盛行百年之久的燃素说.1803 年道尔顿提出原子学说,宣布一切元素都是由不能再分割、不能毁灭的称为原子的微粒所组成.

直到 18 世纪末期,随着工业生产的发展,人们在实验室里用无机物氰酸铵制备了有机物尿素,从此揭开了有机化学的研究序幕.有机化学直接影响我们日常生活所需的各个方面,例如,我们的衣服、食物、药物、洗涤剂等等,不胜枚举.近年来,生命科学受到了越来越多的关注.我们知道,生物体的组成除去水和盐之外,绝大多数都是有机化合物.它们参与了生物体内的新陈代谢、遗传等.有学者曾经提出过,生命过程说到底是一个有机化学问题.

当今的化学发展已经到了前所未有的高度,而且它还与其他学科相互交叉共同发展.就化学学科来划分,化学包括:无机化学、有机化学、物理化学、分析化学、高分子化学、应用化学和化学教育共 7 大类.其中无机化学、有机化学、物理化学、分析化学又被称为四大基础化学,是一般化学初学者所必修的知识.就化学专业来划分,化学包括:核化学、放射化学、催化化学、晶体化学、色谱化学、流变化学、计算化学、光化学、电化学、量子化学、化学热力学与热分析化学、有机固体、有机分子薄膜、有机分析和环境化学等.

随着环境污染的加重,人们对化学的污染的控制与防治也被提上日程.这种化学被称为绿色化学.绿色化学即是用化学的技术和方法去减少或消灭那些对人类健康、社区安全、生态环境有害的原料、催化剂、溶剂和试剂、产物、副产物等的使用和产生.绿色化学



又称环境无害化学、环境友好化学、清洁化学。从环保、经济和社会的要求看,我们不但要加强化学治理,而且需要大力研究与开发从源头上减少和消除污染的绿色化学。1993 年美国仅按部分(365 种)有毒物质排放估算,化学工业的排放量为 30 亿磅。1996 年美国 Dupont 公司的化学品销售总额为 180 亿美元,环保费用为 10 亿美元。

总之,化学现象出现在自然界和人类社会的各个角落,化学知识是人类改造世界的有力武器。化学一方面已经发展了好几个世纪,另一方面又还存在着很多问题,需要我们去研究去解决。因此,化学知识的教育和普及是社会发展的需要。本书虽然只是介绍了一些化学知识中相当基础的一些内容,但是它为我们开启了一扇进入化学世界的窗口。希望通过这本书,能够让更多的人了解化学,应用化学。

第1章 物质结构与元素周期律

通过以往的学习,我们已经知道物质的结构决定了物质的性质。在本章的学习中,我们将学习原子结构、元素周期律和化学键的知识,并进一步理解由原子结构的规律性变化引起的元素性质的周期性。

知识目标:

1. 了解原子的结构、原子序数及核外电子排布。
2. 了解同位素的应用。
3. 了解元素周期律的概念和元素周期表的结构。
4. 了解化学键的定义。
5. 理解元素周期表中元素性质的递变规律。

能力目标:

1. 会根据元素周期律判断元素的性质。
2. 会判断离子键和共价键。
3. 学会写常见的离子符号。



第一节 原子结构

一、原子的组成

人们对于原子结构的认识是一个不断深化发展的过程. 19 世纪初, 道尔顿提出了原子的概念, 并认为原子是不可分割的实心球体, 1897 年英国科学家汤姆生 (1856 ~ 1940) 发现原子里有带负电荷的电子, 这表明原子是有内在结构的, 否定了原子不可分割的错误认识. 此后通过卢瑟福等科学家一系列的研究, 人们建立起一整套描述原子内在结构的理论和方法, 使化学迅速进入了微观领域的研究.

原子由居于原子中心的原子核和核外电子构成. 原子核带正电荷, 核外电子带负电荷. 原子核又由质子和中子两种微粒构成, 每个质子带一个单位正电荷, 中子不带电荷, 核电荷数 (即原子核所带正电荷总数, 用符号 Z 表示) 由质子数决定. 由于每个电子带一个单位的负电荷, 原子核带的电量跟核外电子的电量相等而电性相反, 所以, 整个原子呈电中性. 原子作为一个整体不显电性, 而核电荷数又是由质子数决定的, 因此有:

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

质子的质量约为 $1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$, 中子的质量约为 $1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$, 而电子的质量约为质子质量的 $1/1836$. 由于电子的质量很小, 因此, 原子的质量都集中在原子核上, 所以, 人们在计算原子质量时, 往往忽略电子的质量, 而仅计算质子和中子的质量.

由于原子的质量非常小, 例如一个 H 原子的质量为 $1.674 \times 10^{-27} \text{ kg}$, 一个 O 原子的质量为 $2.656 \times 10^{-26} \text{ kg}$, 用千克 (kg) 作单位使用很不方便, 因此, 通常用它们的相对质量. 1960 年, 国际上统一以 ^{12}C 的原子质量的 $1/12$ ($1.661 \times 10^{-27} \text{ kg}$) 作为相对原子质量的标准, 其他原子的原子质量与 ^{12}C 的原子质量的 $1/12$ 的比值, 即为各原子的相对质量, 称为相对原子质量, 它没有单位. 由此得到的质子和中子的相对质量可以近似为 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的相对质量 (取整数) 和中子的相对质量 (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:

$$A = Z + N$$

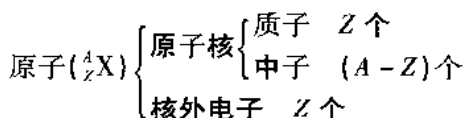
因此, 只要知道上述三个数值中的任意两个就可以推算出另一个数值来. 例如, 知道硫原子的核电荷数为 16, 质量数为 32, 则硫原子的中子数 $N = A - Z = 32 - 16 = 16$.

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. 原子序数是一个原子核内质子的数量. 拥有同一原子序数的原子属于同一化学元素.



总结

如果一个原子 X 的质量数为 A , 质子数为 Z , 则原子组成可表示为:





二、核外电子的排布

作为原子结构中最活跃的部分,核外电子在原子核外做高速运动.这种运动与汽车在公路上奔驰,地球沿着固定轨道围绕太阳运动,卫星沿固定的轨道绕地球运转等宏观运动是不同的.这些宏观物体运动是有固定轨道的,人们可以在任何时间内同时准确地测出它们的运动速度和所在位置.而电子是一种极微小的粒子,质量为 $9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$,在核外的运动速度很快(接近光速)且没有固定轨迹.因此,我们不能同时准确地测定电子在某一时刻所处的位置和运动的速度,也不能描画出它的运动轨迹,因此,人们常用一种能够表示电子在一定时间内在核外空间各处出现机会的模型来描述电子在核外的运动.

由于这个模型很像在原子核外有一层疏密不等的云,因此,通常把核外电子的运动比喻为电子云.

除了电子云这种说法外,我们也把核外电子按电子层来划分.电子能量高低决定了其离核的远近,能量越高,离核越远.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.电子层表示两方面意义:一方面表示电子到原子核的平均距离不同,另一方面表示电子能量不同.核外电子按能量不同而“分层”的现象决定了核外电子的分层排布.电子在分层排布时,一般总是先排布在能量最低的电子层里,对于核电荷数为 $1 \sim 18$ 的原子来说,核外电子的排布是先排 K 层,排满后再排 L 层,排满后再排 M 层.

核电荷数为 $1 \sim 18$ 的元素原子核外电子的排布和稀有气体元素原子核外电子的排布分别如表 1-1 和表 1-2 所示.

表 1-1 核电荷数为 $1 \sim 18$ 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	



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

由表 1-1 和表 1-2 可以看出,核电荷数为 1~18 的元素原子核外电子的排布是有一定规律的.核外电子的排布规律为:

(1)各电子层最多容纳的电子数目为 $2n^2$ 个,其中 n 代表电子层数.

(2)各种元素的原子最外层电子数不得超过 8 个,次外层(即倒数第二层)不得超过 18 个,倒数第三层的电子数不得超过 32 个.

(3)电子总是由里往外排,根据电子数目,排满里层,再排外层(如 K 层→L 层→M 层……).

以上几条规律要相互联系地理解.另外,核外电子排布非常复杂,还有许多其他规律将在今后学习中会接触到.



知识拓展



思考

核电荷数超过 18 的原子核外电子如何排布?原子结构示意图如何表示?

氢原子的电子层

有同学认为,氢原子只有一个电子,因而只能有一个电子层.其实,正确的说法是,氢原子像其他所有原子一样,可以有许多电子层.只是在通常条件下,氢原子的这一个电子处于能量最低的能级上.

根据原子核外电子排布的三条规律,可以写出各种元素核外电子的排布情况.

以钠原子为例,它的原子结构如图 1-1 所示:

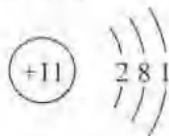


图 1-1

三、同位素

在原子结构的学习中,我们了解到具有相同核电荷数(即质子数)的原子属于同一化学元素.这就意味着对于某种元素而言,质子数是一定的.但是现在的研究表明,同一元素的中子数可以不同.这种具有相同核电荷数(质子数),而不同中子数的同种元素的几种原子,叫做该元素的同位素.

目前已知的氢有 3 种同位素,它们分别是 ${}^1_1\text{H}$ 氕、 ${}^2_1\text{H}$ 氘、 ${}^3_1\text{H}$ 氚;也可以表示为 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{D}$ 、 ${}^3_1\text{T}$. 氧也有 3 种同位素,分别是 ${}^{16}_8\text{O}$ 、 ${}^{17}_8\text{O}$ 、 ${}^{18}_8\text{O}$,如表 1-3 所示.

表 1-3 氢元素、氧元素的同位素

符号	名称	质子数	中子数	核电荷数	质量数
${}^1_1\text{H}$	氕	1	0	1	1
${}^2_1\text{H}$	氘	1	1	1	2
${}^3_1\text{H}$	氚	1	2	1	3
${}^{16}_8\text{O}$	氧 ₁₆	8	8	8	16
${}^{17}_8\text{O}$	氧 ₁₇	8	9	8	17
${}^{18}_8\text{O}$	氧 ₁₈	8	10	8	18

大多数的元素都有同位素,并且都很有用.如氢的同位素氕、氘是制造氢弹的材料;碳元素有 ${}^{12}\text{C}$ 、 ${}^{13}\text{C}$ 和 ${}^{14}\text{C}$ 等几种同位素,而 ${}^{12}\text{C}$ 就是我们当做相对原子质量标准的那种碳原子;铀元素有 ${}^{234}\text{U}$ 、 ${}^{235}\text{U}$ 、 ${}^{238}\text{U}$ 等多种同位素,其中 ${}^{235}\text{U}$ 是制造原子弹的材料和核反应堆的燃料.

通常人们提到元素的相对原子质量是按该元素的各种天然同位素的相对原子质量和所占的原子百分比算出来的平均值,即元素的相对原子质量为:

$$M = MA \cdot a\% + MB \cdot b\% + MC \cdot c\% + \cdots$$

式中, MA 、 MB 、 MC …是各同位素的相对原子质量, $a\%$ 、 $b\%$ 、 $c\%$ …是各同位素原子的百分含量.



《国际原子量表》中列出的相对原子质量,就是各元素的平均相对原子质量.

总结

如氯元素有两种同位素 ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ 和 ${}^{37}_{17}\text{Cl}$,它们的相对原子质量分别是34.97和36.97.在自然界的含量分别为75.77%和24.23%.那么氯元素的相对原子质量 $= 34.97 \times 75.77\% + 36.97 \times 24.23\% = 35.46$.

同位素的发现,使人们对原子结构的认识更深了一步.这不仅使元素概念有了新的含义,而且使相对原子质量的基准也发生了重大的变革,再一次证明了决定元素化学性质的是质子数(核电荷数),而不是原子的相对原子质量.

例 1 溴有两种同位素,在自然界中这两种同位素大约各占一半,已知溴的原子序数为35,相对原子质量为80,则溴的这两种同位素的中子数分别等于()

- A. 79、81 B. 44、45 C. 44、46 D. 34、36

【答案】 C



思考

如果已知同位素的质量数,能否算出该元素的近似相对原子质量?



放射性同位素的应用

并不是所有的同位素都很稳定,它们往往会缓慢地从同位素中的一种变成另一种并伴随



有放射性,这种同位素叫做放射性同位素.用质子、中子、 α 粒子轰击原子核,可以用人工方法得到放射性同位素.

放射性同位素主要有两个方面的用途:

1. 利用它的射线

放射性同位素也能放出 α 射线、 β 射线和 γ 射线.每种射线都有它相应的用途.如 α 射线由于贯穿本领强,可以用来检查金属内部有没有砂眼或裂纹,所用的设备叫 α 射线探伤仪.这些射线还可以应用在医学上.例如,人体内的癌细胞比正常细胞对射线更敏感,因此用射线照射可以治疗恶性肿瘤,这就是医生们说的“放疗”.在生产和科研中凡是用到射线时,用的都是人造放射性同位素,不用天然放射性物质.这是因为和天然放射性物质相比,人造放射性同位素的放射强度容易控制,还可以制成各种所需的形状,特别是,它的半衰期比天然放射性物质短得多,因此放射性废料容易处理.

2. 作为示踪原子

一种元素的各种同位素都有类似的化学性质.我们就可以用放射性同位素代替非放射性的同位素来制成各种化合物.同时这种放射性元素可用仪器探测出来,从而“跟踪”了反应的进行.在诊断甲状腺的器质性和功能性疾病时就会用到同位素的这个功能.人体甲状腺的工作需要碘,碘被吸收后会聚集在甲状腺内.给人注射碘的放射性同位素碘 131,然后定时用探测器测量甲状腺及邻近组织的放射强度,进而对病人近行诊断.

本节习题

1. 原子核外电子排布主要遵循的三个原则是什么?
2. 已知自然界铍有两种,相对原子质量分别为 191 和 193 的同位素,而铍的平均相对原子质量为 192.22,这两种同位素的原子个数比应为()
A. 39:61 B. 61:39 C. 1:1 D. 39:11

