

全国中等职业技术学校通用教材

QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO TONGYONG JIAOCAI

化学

第四版

Chemistry

中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校通用教材

QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO TONGYONG JIAOCAI

化学

第四版

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

化学/花文滨主编. —4 版. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2005
全国中等职业技术学校通用教材
ISBN 7-5045-4874-X

I. 化… II. 花… 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(2005)第 066027 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码:100029)

出 版 人:张梦欣

*

中国铁道出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销
787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.5 印张 170 千字
2005 年 6 月第 4 版 2005 年 6 月第 1 次印刷

印数:40 100 册

定价:13.00 元

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64911344

元素周期表

族	周期	I A	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A	0	电子层
1		H 1 1.008	He 2 4.003							K
2		Li 3 6.941	Be 4 9.012							K L
3		Na 11 22.99	Mg 12 24.31							K L M
4		K 19 39.10	Ca 20 40.08	Sc 21 44.96	Ti 22 47.87	V 23 50.94	Cr 24 52.00	Mn 25 54.94		K L M N
5		Rb 37 85.47	Sr 38 87.62	Y 39 88.91	Zr 40 91.22	Nb 41 92.91	Mo 42 95.94	Tc 43 98.91		K L M N O
6		Cs 55 132.9	Ba 56 137.3	La-Lu 57-71 镧系	Hf 72 178.5	Ta 73 180.9	W 74 183.8	Re 75 186.2		K L M N O P
7		Fr 87 [223]	Ra 88 [226]	Ac-Lr 89-103 锕系	Rf 104 [261]	Db 105 [262]	Sg 106 [266]	Bh 107 [264]		K L M N O P Q

原子序数

元素符号，红色表示放射性元素

元素名称

注：* 的为人造元素

过渡元素

镧

6d¹7s²

232.0

相对原子质量，括号内的数为放射性元素半衰期最长的同位素的质量数

注：相对原子质量来源于 2001 年国际原子量表，并全部四位有效数字。

镧系	57 La 镧 138.9	58 Ce 铈 140.1	59 Pr 镨 140.9	60 Nd 钕 144.2	61 Pm 钷 [145]	62 Sm 钐 150.4	63 Eu 铕 152.0	64 Gd 钆 157.3	65 Tb 铽 158.9	66 Dy 镝 162.5	67 Ho 铒 164.9	68 Er 铈 167.3	69 Tm 铥 168.9	70 Yb 镱 173.0	71 Lu 镥 175.0
锕系	89 Ac 锕 [227]	90 Th 钍 232.0	91 Pa 镤 231.0	92 U 铀 238.0	93 Np 镎 [237]	94 Pu 钚 [244]	95 Am 镅 [243]	96 Cm 锔 [247]	97 Bk 锫 [247]	98 Cf 锿 [251]	99 Es 镄 [252]	100 Fm 镆 [257]	101 Md 钆 [258]	102 No 镎 [259]	103 Lr 铹 [262]

前 言

本书根据劳动和社会保障部培训就业司颁发的《化学课教学大纲(2005)》，在《化学》(第三版)基础上修订，供全国中等职业技术学校教学使用。

这次教材修订的指导思想主要表现在以下几个方面：

首先，遵循“满足技学要求、联系生活实际、适应学生现状”的原则，力求体现职业教育的特色。基于这一原则，本书打破了原有的知识体系，将化学理论知识和元素化合物知识分开编写，对化学理论知识的阐述力求做到通俗易懂，着重于应用能力和素质的培养，对元素化合物知识的讲述则注重与生产、生活的密切联系。

第二，遵从中等职业技术学校学生的认知规律，以学生“乐学、能学”为目标。在结构安排和表达方式上，强调由浅入深，循序渐进，注重理论联系实际，并通过大量生产、生活中的案例和图文并茂的表现形式，使学生能够比较轻松地体会化学的基本内涵。

第三，体现以学生为主体的教学理念，注意教学过程中的互动性。除正文外，教材中设置了“想一想”“做一做”“实验”“资料阅读”等栏目，以引导和启发学生自主学习，激发他们的学习热情。

有“*”的部分为选学内容，各校可根据需要选择讲校。

为方便学校教学，本教材还配有习题册、教学参考书（配电子教案）、实验指导书等。

教材的编写工作得到江苏、河南、福建等省劳动和社会保障厅及有关学校的支持和帮助，对此我们表示衷心的感谢。

本教材由花文滨主编，贺红举、刘瑞霞审稿，贺红举主审。

劳动和社会保障部教材办公室

2005年6月

目 录

绪 言 物质世界中的化学	(1)
第 1 章 原子结构与元素周期表	(3)
1.1 原子结构 核外电子排布	(4)
1.2 元素周期表和元素周期律	(10)
第 2 章 化学基本量及其计算	(17)
2.1 物质的量	(18)
2.2 物质的量浓度	(24)
第 3 章 化学反应速率及化学平衡	(29)
3.1 化学反应速率	(30)
3.2 化学平衡	(34)
第 4 章 电解质溶液	(43)
4.1 酸碱的电离平衡和溶液的 pH 值	(44)
4.2 盐类的水解	(50)
4.3 原电池和电解 *	(53)
第 5 章 重要的非金属及其化合物	(59)
5.1 卤素	(60)
5.2 氧和硫	(68)

5.3 氮和磷	(73)
5.4 碳和硅	(80)
第 6 章 重要的金属及其化合物	(89)
6.1 钠、镁、钙、铝及其化合物	(91)
6.2 镁及其重要的化合物	(103)
6.3 其他重要的金属	(111)
6.4 金属的腐蚀与防腐	(116)
第 7 章 烃	(119)
7.1 烷烃	(122)
7.2 烯烃 炔烃	(130)
7.3 苯 芳香烃	(137)
第 8 章 烃的衍生物	(143)
8.1 乙醇 苯酚 乙醚	(144)
8.2 乙醛 丙酮	(150)
8.3 乙酸 乙酸乙酯	(153)
第 9 章 人类重要的营养物质	(159)
9.1 糖类	(160)
9.2 油脂	(165)
9.3 蛋白质	(167)
9.4 有机合成高分子材料*	(172)

绪 言

物质世界中的化学

一、用化学的眼光看世界

大千世界都是由物质构成的。从人们日常衣、食、住、行所需的生活用品到工农业生产所需的生产资料和各种产品；从小到肉眼难以观察到的各种微生物，到大自然中的树木花草、飞禽走兽；从地球上的山川河海到茫茫宇宙中的太阳、月亮和星球……这些都是物质。

只由一种分子组成的物质称为**纯净物**；由两种或两种以上分子组成的物质称为**混合物**。混合物中最常见的是分散系。**纯净物**当中，由同种元素组成的，再也不能发生分解反应的物质称为**单质**；由几种不同的元素化合而成的物质称为**化合物**。

如果用化学的眼光看待千姿百态的物质世界，可分类如下：

物质											
纯净物									混合物		
单质		化合物							溶液	胶体	粗分散系
金属	非金属	无机物				有机物					
		酸	碱	盐	氧化物	烃	烃的衍生物	高分子化合物			

二、用化学的手段改造世界

自然界的物质时时刻刻都在发生着变化。自人类学会创造和使用工具后，物质的变化就更迅速和广泛了。

人类从自然界中获得的第一项化学手段是火的运用。人类运用火来烧烤食物，御寒取暖。在用火时，人类发现火可以用来烧制陶器，可以得到具有一定药用价值的水银、食盐、硫磺等物质，可以冶炼金属铁、铜等。

炼丹术是化学的起源，炼丹术虽然带有浓厚的迷信色彩，但是炼丹给古人提供了一个探索自然的机会，为近代实验化学从正反两方面提供了有益的实验材料和思想材料。

自然界中的物质发生的这些变化，可以分为两类：一类是物质的组成、性质、特征都改变的，称为化学变化；另一类是在变化中没有新的物质生成，仅仅改变物质的形态的，称为物理变化。

三、用化学的规律探索世界

化学是研究物质的组成、结构、性质以及变化规律的基础自然科学，对于解决人类社会现在和将来的基本需要，有着越来越重要的意义。化学与材料、能源、环境、生命等学科之间的关系越来越密切，并已经成为这些学科的基础之一。而这些学科的发展又对于化学的发展起着重要的促进作用。

新材料的出现，为高新技术的发展提供了必要的物质基础，也为许多科学发明提供了前提。化学因其对于物质的研究和不断生成新的物质，对社会的发展和人类的进步将起着举足轻重的作用。



大气污染

人类在应用化学变化为自己造福的同时，也产生了很多问题。例如，白色污染、大气污染、水污染等。因此，应该研究如何更好更有效地控制化学变化，减少有害的副产物或废物的排放。

第 1 章

原子结构与元素周期表

原子结构 核外电子排布

元素周期表和元素周期律

小时候我们都玩过积木，将积木适当组合可以拼出各种图形，有简单的，也有复杂的。化学里的积木是什么呢？

世界是物质的，物质是由各具特性的分子构成的。目前人们发现的物质有几千万种，而组成这些物质的元素只有100多种。那么，元素是如何组成物质的呢？

原子是化学变化中的最小微粒，在一般的化学反应中，通过原子的组合方式的变化产生新的物质，所以可以形象地说，原子就是化学里的“积木”。

1.1 原子结构 核外电子排布

一、原子的组成和同位素

原子核很小，如果把原子看成是地球，那么原子核只相当于一座天文馆。

1. 原子的组成

原子是由位于原子中心带正电荷的原子核和核外带负电荷的电子构成的。原子很小，而原子核更小，其体积只占原子体积的几亿分之一。

原子核由质子和中子两种粒子构成，质子带正电，中子不带电，所以核电荷数（ Z ）由质子数决定。由于原子核外有与质子数数量相同的带负电荷的电子，所以原子显电中性。

核电荷数(Z) = 核内质子数 = 核外电子数

^{12}C 是指一种原子核内有6个质子和6个中子的碳原子。

构成原子的质子、中子、电子都具有一定的质量，但质量太小，一般用相对质量表示：

$$\text{相对质量} = \frac{\text{粒子的质量}}{\text{一个}^{12}\text{C原子质量的} 1/12}$$

表 1—1 构成原子的粒子的相对质量

构成原子的粒子	电子	原子核	
		质子	中子
电性和电量	一个电子带一个单位负电荷	一个质子带一个单位正电荷	不显电性
质量 (kg)	9.109×10^{-31}	1.673×10^{-27}	1.675×10^{-27}
相对质量	1/1 837	1.007	1.008

从表 1—1 可以看出, 在原子中, 电子的质量很小, 可以忽略不计, 质子和中子的相对质量都近似为 1。因此, 可将原子核内的所有质子和中子的相对质量取整数值并相加所得的数值, 称为质量数, 用符号 A 表示。中子数用符号 N 表示, 则

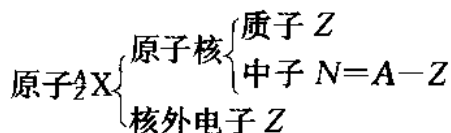
$$\text{质量数}(A) = \text{质子数}(Z) + \text{中子数}(N)$$



想一想

已知氯原子的核电荷数为 17, 质量数为 35, 那么氯原子的中子数是多少?

通常以 ${}^A_Z\text{X}$ 代表一个质量数为 A , 质子数为 Z 的原子 (有时简化为 $\text{X}-A$), 组成原子的粒子间的关系可以表示为



2. 同位素

元素是原子核里含有相同质子数（即核电荷数）的同一类原子的总称。质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子互称为同位素。目前已知的绝大多数元素都有同位素，已经发现的自然界存在的各种元素的同位素有 300 多种，而人造同位素已达 1 200 多种。



我国燃爆的
第一颗原子弹
(1964. 10. 16)



做一做

核电荷数为 1 的三种氢原子分别为 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ ，它们组成的物质的物理性质有所不同，但化学性质却几乎完全相同。 ${}^1_1\text{H}$ 即通常所说的氢（H），由它组成通常的水（ H_2O ）； ${}^2_1\text{H}$ 称为重氢（D），由它组成重水（ D_2O ）； ${}^3_1\text{H}$ 称为超重氢（T），由它组成超重水（ T_2O ）。试计算出三种水的化学式量。

有些同位素具有放射性，可加以利用，比如用重氢和超重氢制造氢弹，用 U—235 制造原子弹和核反应堆，以钴 Co—60 为放射源对肿瘤患者进行放化治疗，用含有 O—18 的水进行跟踪检测。

有些自然界存在的放射性物质对于人类有一定的危害，如装潢用的天然石材中往往含有放射性元素氡（Rn—222），人体长时间接受其辐射会诱发一些恶性疾病。因此，使用天然石材要进行放射性物质检测。

二、核外电子排布的初步知识

1. 电子层

在原子中，电子之间的能量是不同的，能量低的电子通常在离核近的区域运动，能量高的电子在离核远

的区域内运动。这些离核距离远近不等的电子运动区域，称为电子层。把离核最近、能量最低的区域称为第一电子层，离核稍远、能量稍离的区域称为第二层，由里向外依次类推。

电子层的编号有两种方法，即用数字 n 表示和用字母表示，其对应关系以及各层电子的能量变化见表1—2。

表 1—2 电子层编号及其对应关系

电子层序数 n	1	2	3	4	5	6	7	...
对应符号	K	L	M	N	O	P	Q	...
电子的能量	电子离核由近到远，电子的能量由低到高							

这样，电子就可以看成是在能量不同的电子层上运动。目前已知最复杂的原子，其电子层不超过7层。

2. 原子核外电子的排布

核外电子的分层排布是有一定规律的：

(1) 能最层低原理。电子总是尽先排布在能量最低的电子层里，然后再由里向外，依次排布在能量逐步升高的电子层里。

(2) 各电子层最多能够容纳的电子数为 $2n^2$ 个。例如，K层 ($n=1$) 为2个，L层 ($n=2$) 为8个，M层 ($n=3$) 为18个，N层 ($n=4$) 为32个。

(3) 最外层电子数不超过8个 (K层为最外层时不超过2个)，次外层电子数不超过18个，倒数第三层电子数不超过32个。

(4) 除第一层为2个电子外，其余各层电子数为8个、18个或32个时都是稳定的结构。

下面看一下核电荷数为1~20的元素原子的核外电子排布情况，见表1—3。

表 1—3 核电荷数为 1~20 的元素原子的核外电子排布

核电荷数	元素名称	元素符号	各电子层电子数				
			K	L	M	N	O
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		
19	钾	K	2	8	8	1	
20	钙	Ca	2	8	8	2	

了解原子的核电荷数和电子层排布后，可以画出原子结构示意图，如图 1—1 所示。



图 1—1 钠元素和氯元素的原子结构示意图

圆圈表示原子核，“+”表示原子核带有的正电荷，数字表示核内质子数，弧线表示电子层，弧线上的数字表示该层的电子数。

课堂练习

1. 填表。

元素的原子	质子数	中子数	电子数
${}^{14}_7\text{N}$			
	17	20	
${}^{52}_{24}\text{Cr}$			
		12	12

2. 原子 ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ 、 ${}^{25}_{12}\text{Mg}$ 、 ${}^{39}_{19}\text{K}$ 、 ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ 、 ${}^{23}_{11}\text{Na}$ ，其中：

(1) 互为同位素的是____和____。

(2) 质量数相同，但不能互称为同位素的是____和____。

(3) 中子数相同，但质子数不相等的是____和____。

3. 试画出原子序数为9和12的两种元素的原子结构示意图。



资料阅读

中子星

在茫茫宇宙中，有一类质量很大的超密度恒星，一般直径只有10 km，但质量却和太阳差不多，是地球质量的30多万倍。

中子星的前身一般是一颗质量比太阳大的恒星。垂死的恒星经过超新星爆发而彻底解体，在坍塌过程中会产生巨大的压力，使其物质结构发生变化。这时原子的外壳连同原子核都被压破，原子核中的质子和中子被挤出来，质子和电子被挤到一起又结合成中子。所有的中子挤到一起，便形成了中子星。

在中子星上，每立方厘米的物质足足有10亿吨重。