



高职高专“十一五”规划教材

GAOZHI GAOZHUAN “SHIYIWU” GUIHUA JIAOCAI

基础化学

◆ 孙艳华 主 编
◆ 曹艳华 金 莹 张晓霞 副主编
◆ 曹凤云 主 审



化学工业出版社



基础化学课程是对原来无机化学、分析化学和有机化学课程的基本理论、基本技能进行优化组合、有机组合而形成的一门课程。本书是在原有的无机化学、有机化学和分析化学的基础上,根据基础化学课程教学的要求编写而成的。主要介绍了物质结构的基本理论、化学反应的基本原理及应用技能、元素及化合物、有机化合物的结构和性质等有关知识,并介绍了与职业教育有关的一些前沿知识。

本书是高职高专的化学教材,可作为制药、食品、农林环保、畜牧兽医、生物技术、化工等专业化学教学的教科书。

基础化学

主编 孙艳华

副主编 董海英 董金 李静

审主 云凤营

图书在版编目(CIP)数据

基础化学/孙艳华主编. —北京:化学工业出版社, 2008.7
高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-03286-7

I. 基… II. 孙… III. 化学-高等学校:技术学校-教材 IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 097401 号

责任编辑:窦臻 陶艳玲
责任校对:凌亚男

文字编辑:王琪
装帧设计:橘头设计

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张18¼ 字数445千字 2008年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:28.00 元

版权所有 违者必究

前 言

按照《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》精神,加强高等职业院校课程改革和教材建设。根据高等职业技术教育培养大专层次应用型、技术型人才总目标的要求,本着为制药、食品、农林环保、畜牧兽医、生物技术、化工等专业课程教学服务的宗旨,依据高职高专化学教学的必需和够用的原则,编写了《基础化学》教材。

高等职业技术教育区别于普通专科教育的最大特点在于它具有“职业性”,本书编写的原则为:以应用为目的,以必需和够用为尺度,力求突出“简明适中,继承传统,反映前沿”的特点。

基础化学课程是在原来无机化学、分析化学和有机化学课程的基本理论、基本技能进行优化组合、有机组合而形成的一门课程。这门课程要求学生学习和掌握物质结构的基本理论、化学反应的基本原理及应用技能、元素及化合物、有机化合物的结构和性质等有关知识,并通过学习基础化学的理论,培养解决一般无机化学、分析化学和有机化学问题的能力。教材编写时,注重的是基础知识、基本理论和基本技能的学习和训练上,尽量淡化较深的理论和较抽象的内容,以降低教材的难度,增加了教材的实用性。本教材的编者一直在几所高职高专学院从事无机化学、分析化学和有机化学的教学工作,积累了丰富的教学经验,也清楚在高职高专院校的化学教学课时的有限性,在广泛征集和听取全国有关高职学院及学校的意见、建议的基础上,制定了《基础化学》的教学大纲和编写提纲,编写了这本教材。

本书由孙艳华(黑龙江农垦职业学院)主编,并编写了第1章、第2章、第3章、第4章、第10章、第11章;曹艳华(牡丹江大学)副主编,并编写了第9章、第13章、第14章、第17章;金莹(黑龙江生物科技职业学院)副主编,并编写了第16章、第17章、第18章、第19章;张晓霞(黑龙江农垦职业学院)副主编,并编写了第5章、第6章、第7章、第8章;李煜(黑龙江生物科技职业学院)编写了第12章、第20章。本书由黑龙江农业工程职业学院曹风云主审。

本教材按128学时编写,这里包括理论84学时和实验44学时(实验见由化学工业出版社出版,潘亚芬主编的《基础化学实训》),根据学生的整体入学基础,适当进行上、下外延,补充所需要的内容。

编写高职教材,面临着多层次的读者群体,面临着职业岗位的特殊的要求,因此,在编写中存在着一些不足,书中欠缺之处在所难免,恳请广大师生和读者批评和指正。

编 者

2008年5月

目 录

绪论	1
第1章 原子结构和分子结构	5
1.1 原子结构	5
1.1.1 核外电子的运动状态	5
1.1.2 多电子原子轨道的能级	8
1.1.3 原子中电子的排布	8
1.1.4 原子的电子层结构与元素周期系	10
1.2 分子结构	14
1.2.1 共价键理论	14
1.2.2 杂化与杂化轨道	15
1.2.3 分子间的作用力	17
习题	18
第2章 溶液	20
2.1 溶液的浓度	20
2.1.1 溶液的浓度的表示方法	20
2.1.2 溶液浓度之间的换算	22
2.2 溶液的依数性	23
2.2.1 溶液的蒸气压下降	23
2.2.2 溶液的沸点升高	24
2.2.3 溶液的凝固点降低	24
2.2.4 溶液的渗透压	25
习题	26
第3章 化学反应速率和化学平衡	27
3.1 化学反应速率	27
3.1.1 化学反应速率的概念	27
3.1.2 活化能	28
3.1.3 影响化学反应速率的因素	29
3.2 化学平衡	31
3.2.1 化学反应的可逆性	31
3.2.2 化学平衡	31

3.2.3 化学平衡常数	32
3.2.4 平衡常数的意义	34
3.2.5 多重平衡的平衡常数	35
3.2.6 化学平衡的移动	35
习题	39

第4章 电解质溶液和离子平衡

4.1 电解质溶液	41
4.1.1 强电解质溶液	41
4.1.2 弱电解质溶液	42
4.2 同离子效应和缓冲溶液	44
4.2.1 同离子效应	44
4.2.2 缓冲溶液	45
4.3 酸碱理论简介	48
4.3.1 酸碱质子理论	48
4.3.2 酸碱电子理论	50
4.4 盐类水解	51
4.4.1 盐类水解的实质	51
4.4.2 各类盐的水解平衡	52
4.4.3 影响盐类水解的因素	53
4.4.4 盐类水解的应用	53
4.5 沉淀和离子平衡	54
4.5.1 溶度积	54
4.5.2 沉淀的生成和溶解	55
习题	56

第5章 滴定分析法

5.1 误差和分析数据处理	58
5.1.1 准确度和误差	58
5.1.2 精密度和偏差	59
5.1.3 误差及偏差的表示方法	59
5.1.4 提高分析结果准确度的方法	62
5.2 有效数字及其运算规则	63
5.2.1 有效数字的概念	63
5.2.2 有效数字的运算规则	64
5.2.3 有效数字的运算在分析化学实验中的应用	65
5.3 滴定分析法	66
5.3.1 滴定分析法的概念	66
5.3.2 滴定分析法的分类	67
5.3.3 滴定分析法的基本条件	67
5.3.4 滴定分析法的滴定方式	68

5.3.5	标准溶液	69
5.3.6	滴定分析法的简单计算	70
	习题	72
第6章 重量分析法		74
6.1	挥发法	74
6.1.1	直接法	74
6.1.2	间接法	74
6.2	萃取法	75
6.2.1	分配系数和分配比	75
6.2.2	萃取效率	76
6.3	沉淀法	77
6.3.1	沉淀的类型和对沉淀的要求	77
6.3.2	沉淀剂的选择	78
6.3.3	影响沉淀纯度的因素	79
	习题	80
第7章 酸碱滴定法		82
7.1	酸碱指示剂	82
7.1.1	指示剂的变色原理	82
7.1.2	指示剂的变色范围	82
7.1.3	混合指示剂	84
7.2	酸碱滴定类型及指示剂的选择	85
7.2.1	一元强碱(酸)滴定一元强酸(碱)	85
7.2.2	强碱滴定一元弱酸	87
7.2.3	强酸滴定一元弱碱	89
7.2.4	多元酸的滴定	89
7.2.5	多元碱的滴定	90
7.3	酸碱标准溶液的配制与应用	91
7.3.1	酸碱标准溶液的配制和标定	91
7.3.2	应用实例	91
	习题	92
第8章 氧化还原滴定法		93
8.1	氧化还原滴定法概述	93
8.1.1	提高氧化还原反应速率的方法	93
8.1.2	氧化还原滴定法的分类	94
8.2	能斯特方程	94
8.2.1	标准电极电势	94
8.2.2	能斯特方程	97
8.3	氧化还原滴定及其终点的确定	97

8.3.1	氧化还原滴定曲线	98
8.3.2	氧化还原滴定用的指示剂	98
8.4	常用的氧化还原测定方法	99
8.4.1	高锰酸钾法	99
8.4.2	重铬酸钾法	100
8.4.3	碘法(碘量法)	101
	习题	104
第9章	配位滴定法	106
9.1	配位化合物的基本概念	106
9.1.1	配位化合物的组成	106
9.1.2	配位化合物的命名	107
9.2	配位化合物在水溶液中的状况	108
9.2.1	配位平衡	108
9.2.2	配位平衡的移动及其应用	109
9.3	螯合物	111
9.3.1	螯合物的概念	111
9.3.2	螯合物的特性	112
9.4	配位化合物的应用	112
9.5	配位滴定法	112
9.5.1	配位滴定法概述	112
9.5.2	配位滴定法的应用	114
	习题	115
第10章	沉淀滴定法	117
10.1	莫尔法	117
10.1.1	基本原理	117
10.1.2	滴定条件	117
10.2	佛尔哈德法	118
10.2.1	基本原理	118
10.2.2	滴定条件	119
10.3	法扬司法	119
10.3.1	基本原理	119
10.3.2	滴定条件	120
10.4	应用与示例	120
10.4.1	无机卤化物和有机碱氢卤酸盐的测定	120
10.4.2	有机卤化物的测定	121
	习题	122
第11章	分光光度法	123
11.1	分光光度法的基本原理	123

11.1.1	光的本质与溶液颜色的关系	123
11.1.2	光的吸收定律	123
11.1.3	吸收光谱	125
11.2	定量分析方法	125
11.2.1	单组分的定量	125
11.2.2	多组分的定量	126
11.3	显色反应及测量条件的选择	127
11.3.1	显色反应和显色剂	127
11.3.2	误差来源和测量条件的选择	127
	习题	128
第 12 章	烃	129
12.1	有机化合物概述	129
12.1.1	有机化合物与有机化学	129
12.1.2	有机化合物的特性	130
12.1.3	有机化合物的分类	131
12.2	饱和烃	133
12.2.1	烷烃的分子结构	133
12.2.2	烷烃的命名	134
12.2.3	烷烃的性质	135
12.2.4	环烷烃	137
12.3	不饱和烃	139
12.3.1	烯烃	139
12.3.2	炔烃	144
12.3.3	芳香烃	146
12.3.4	萜类化合物	155
12.3.5	重要的烃	157
	习题	158
第 13 章	卤代烃	161
13.1	卤代烃的分类	161
13.2	卤代烃的命名	161
13.2.1	习惯命名法	161
13.2.2	系统命名法	162
13.3	卤代烃的物理性质	162
13.4	卤代烃的化学性质	163
13.4.1	取代反应	163
13.4.2	消除反应	164
13.4.3	与金属 Mg 的反应	165
13.5	重要的卤代烃	165
	习题	166

第 14 章 立体异构	168
14.1 顺反异构	168
14.1.1 顺反异构现象	168
14.1.2 顺反异构体的命名	169
14.2 光学异构	170
14.2.1 物质的光学活性	170
14.2.2 含有一个手性碳原子的化合物	172
14.2.3 含有两个手性碳原子化合物的对映异构	175
14.3 构象异构	176
14.3.1 乙烷的构象	176
14.3.2 丁烷的构象	177
14.3.3 环己烷的构象	177
习题	179
第 15 章 醇酚醚	181
15.1 醇	181
15.1.1 醇的分类	181
15.1.2 醇的命名	182
15.1.3 醇的性质	182
15.1.4 重要的醇	185
15.2 酚	186
15.2.1 酚的分类和命名	187
15.2.2 酚的性质	187
15.2.3 重要的酚	188
15.3 醚	190
15.3.1 醚的分类与命名	190
15.3.2 醚的性质	190
15.3.3 过氧化物的生成	191
15.3.4 重要的醚	191
习题	192
第 16 章 醛酮醌	194
16.1 醛酮的分类和命名	194
16.2 醛酮的结构和性质	194
16.2.1 醛酮的分子结构	194
16.2.2 醛酮的物理性质	195
16.2.3 醛酮的化学性质	195
16.3 重要的醛和酮	198
16.4 醌	199
16.4.1 醌的结构、性质和命名	199

16.4.2 重要的醌及其衍生物	199
习题	200
第 17 章 羧酸及其衍生物和取代酸	202
17.1 羧酸	202
17.1.1 羧酸的分类和命名	202
17.1.2 羧酸的结构和性质	204
17.1.3 重要的羧酸	208
17.2 羧酸衍生物	209
17.2.1 羧酸衍生物的结构和命名	209
17.2.2 羧酸衍生物的性质	210
17.2.3 重要的羧酸衍生物	212
17.3 取代酸	213
17.3.1 羟基酸	213
17.3.2 羧基酸	215
17.3.3 重要的取代酸	216
习题	217
第 18 章 含氮含磷化合物	219
18.1 硝基化合物	219
18.1.1 硝基化合物的分类、结构和命名	219
18.1.2 硝基化合物的性质	220
18.2 胺	221
18.2.1 胺的结构	221
18.2.2 胺的分类	221
18.2.3 胺的命名	222
18.2.4 胺的性质	222
18.2.5 季铵盐和季铵碱	227
18.2.6 重要的胺	227
18.3 有机含磷化合物	228
18.3.1 有机含磷化合物的分类和名称	229
18.3.2 有机含磷化合物的结构和性质	231
18.3.3 有机磷农药	232
习题	233
第 19 章 杂环化合物	235
19.1 杂环化合物	235
19.1.1 杂环化合物的分类	235
19.1.2 杂环化合物的命名	236
19.1.3 杂环化合物的性质	237
19.1.4 重要的杂环化合物及其衍生物	240

19.2 生物碱	244
19.2.1 生物碱的概念及一般性质	244
19.2.2 生物碱的提取方法	245
19.2.3 重要的生物碱	245
习题	247
第 20 章 糖、脂和蛋白质	249
20.1 糖类化合物	249
20.1.1 单糖	249
20.1.2 二糖	252
20.1.3 多糖	254
20.2 脂类	256
20.2.1 油脂	256
20.2.2 类脂化合物	259
20.3 蛋白质	261
20.3.1 氨基酸	261
20.3.2 蛋白质的结构	266
20.3.3 蛋白质的性质	268
习题	270
附录	272
附表 1 酸、碱的离解常数	272
附表 2 溶度积常数 (298.15K)	273
附表 3 标准电极电势 (298.15K)	275
附表 4 配离子的稳定常数 (298.15K)	277
参考文献	278

绪 论

一、化学研究的对象

自然界是由物质组成的。物质有两种基本形态，即实物和场。实物具有静止质量，如分子、原子和电子等。场没有静止质量，如电场、磁场等。化学的研究对象主要是实物，习惯上将实物也称为物质。

化学属于自然科学的基础课程。化学是在原子和分子的水平上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的科学。我们周围的物质世界是化学物质和化学材料的世界，物质是人类赖以生存的基础，人类进步的物质基础是天然的和人造的化学物质。因此，化学是人类用以认识和改造物质世界的主要方法和手段。可以说，化学是一门中心的、实用性的和创造性的学科。

化学是一门历史悠久而又充满活力的学科。在化学学科本身飞速发展的过程中，同时也推动着其他学科的发展及相互渗透。由于化学研究的范围非常广泛，依照所研究的对象、手段、目的和任务的不同，可以分成若干门分支学科。研究无机物的组成、结构、性质和无机化学反应与过程的化学，称为无机化学；研究物质化学组成的分析方法及有关理论的化学，称为分析化学；研究碳氢化合物及其衍生物的化学，称为有机化学。此外还有研究化学反应机制、反应中的能量变化和反应速率理论及物质结构的物理化学，研究有机体生命过程的生物化学等。

二、化学发展史

化学史是人类在长期的社会实践过程中，对获得化学知识的系统的历史回顾。化学历史的发展，大致可以分为三个时期。

(一) 古代及中古时期

这一时期的发展是以实用为目的，化学知识来源于具体工艺过程的经验。主要包括炼丹术、炼金术以及医药化学的萌芽。原始人类由野蛮进入文明是从用火开始的。燃烧实际上是一种化学现象。人类由于掌握了火的使用，生活上开始熟食，同时也为实现一系列化学变化提供了条件，例如，制作陶瓷、冶炼青铜、染色、酿造等。

古人也曾企图追溯物质变化的本源及其变化规律。大约公元前4世纪，中国就有了阴阳五行之说，认为物质都是由金、木、水、火、土五种基本物质组合而成的。而五行则是由阴阳二气相互作用而成的，这实际上是元素概念的萌芽，也是朴素的唯物主义自然观。在古希腊也有类似于五行的四元素说，即认为万物是由火、土、水、气四种所组成。

后来在中国出现了炼丹术，秦汉之际炼丹术极其盛行，炼丹家企图在炼丹炉中炼出长生不老之药或贵金属如金、银等。炼丹家有目的地将谷类物质进行搭配烧炼，在其过程中使用了燃烧、煅烧、蒸馏、升华、熔融、结晶等，同时也了解了很多物质的性质。这实际上也是进行科学实验的雏形。

大约在公元7~9世纪，中国的炼丹术和造纸术、医药学、天文学一起传入阿拉伯。东

方文化和西方文化相结合,形成了阿拉伯炼金术。到了16世纪,欧洲工业生产逐渐发展,极有力地推动了化学的发展。

这一时期明显的特点是:实用性、经验性和零散性。但化学作为一门科学尚未诞生。

(二) 近代化学时期

17世纪中叶以后,随着资本主义的迅速发展,积累了物质变化的新知识。这一时期可分为先后两个时期。前期自17世纪中叶到18世纪末。从1661年玻意耳(B. Boyle),到1803年道尔顿(J. Dalton)提出原子论之前,是近代化学的孕育时期。后期从原子学说的建立,到原子可分性的发现,属于近代化学的发展时期。

在近代化学的发展时期,另一重大发现是1777年拉瓦锡(A. L. Lavoisier)提出了燃烧的氧化学说,彻底推翻了统治达百年的燃素说。恩格斯对此也有很高的评价,称赞“燃烧的氧化学说把过去建筑在燃素说基础上倒立着的全部化学正立过来了”。拉瓦锡做了大量的燃烧实验,从而也证明了化学过程中的物质不灭定律。

在近代化学的发展时期(19世纪初),化学在理论上突飞猛进。例如,1827年道尔顿建立了原子论,它与古代的原子观不同,突出强调不同元素的原子,其质量不同。不同元素的原子以简单的比例结合成为化合物。1811年阿伏伽德罗(A. Avogadro)提出了分子假说,进一步充实了分子原子学说,为物质结构价键理论的研究奠定了基础。在原子分子学说建立之后,另一个重大发现就是1869年门捷列夫元素周期律。周期律不仅使无机化学形成了比较完整的体系,而且与原子分子学说相结合,形成了化学理论体系。在研究物质的结构和性质时,常常离不开周期律。门捷列夫周期律之后,借助于化学分析又发现了许多新元素,经典分析方法也得到了发展。与此同时,苯的六元环结构以及碳的四面体结构的建立,使有机化学得以迅速发展。19世纪下半叶,将物理学的热力学理论引入化学后,从宏观角度解决了许多有关化学平衡的问题。

总之,这一时期是一个大发展的阶段,化学结构的原子价键理论以及借助于物理学的成就而建立起来的物理化学理论等,都推动了无机化学、有机化学、分析化学和物理化学四大基础学科的相继建立。社会的需要,生产技术的发展也推动了化学工业的发展。大规模制酸、制碱、合成氨工业、染料工业以及一些有机合成工业接踵出现。为解决生产过程中所出现的一些问题也促进了无机化学和有机化学的发展。原子量的测定和物质成分分析促进了分析化学的发展,逐步建立了容量分析法、重量分析法以及一些系统的分析、分离方法。在物理化学领域里,化学热力学、化学动力学、电化学、胶体化学、溶液理论以及催化剂的研究都有了很大的进步和发展。化学实现了从经验到理论的重大飞跃,化学真正被确立为一门独立的科学,并且出现了许多分支。

(三) 现代化学时期

这一时期一般从20世纪开始算起,实际上向前推算几年更为合适。X射线、放射线和电子是19世纪末的三大发现,打开了原子和原子核的大门,使化学家能够从微观的角度和更深的层次上来研究物质的性质和化学变化的根本原因。

现代化学发展到现在已有近百年的历史,这是一个丰收期,无论在化学的理论、研究方法,实验技术以及应用等方面都发生了深刻的变化。原有的基础学科已容纳不下新发展的事物,从而又衍生出许多分支。例如,高分子化学就是一门迅速发展起来的化学分支,三大人工合成工业(橡胶、塑料和纤维)成为人类物质生活不可缺少的部分,它们为宇航、能源、交通、国防提供新材料。因此,系统地研究高分子的结构、功能、合成、生产等,就形成了

高分子化学,或者更确切地说“高分子科学”这一分支。人工合成的高分子材料,还有无机合成材料、复合材料以及适应特殊需要的具有光敏、导电、光导、耐压、耐热或苛刻条件下的稳定性等特殊性能的材料,于是就很自然地形成了材料化学、合成化学等分支。

自从发现了原子核的裂变和链式反应之后,开辟了人类利用原子能的时代,原子序数从93到112的超铀元素陆续被人工合成。于是核化学形成了,它包括同位素化学、辐射化学、超铀元素化学等。

自20世纪40年代以来,利用光、电、磁等方面的新成就,发明和创造了许多新仪器,使分析的灵敏性从常量到微量,甚至超微量,精确、直接、简便、高速和遥测,反映出分析技术的现代化水平,从而使仪器分析作为一个分支出现,其地位日益重要。

从科学的分支来看,其重要特征是边缘学科较多,例如,生物化学、环境化学、材料化学、元素有机化学、药物化学等。从研究内容来看,人们希望从物质的结构、性质、组成三者的相互关系,从微观的角度利用已有的理论和现代测试仪器从更深的层次研究化学运动的规律。

合成各种物质是化学研究的主要目的之一,人造水晶、金刚石及超导材料的合成,为各种所需的超导物质、新型材料和特殊化合物的合成提供了较大的发展空间;胰岛素、活性蛋白质、血红素和核酸的合成,为有机物、高分子化合物、生命物质的合成和探索生命科学提供了发展方向。

新中国成立后,优越的社会主义制度解放了社会劳动力,为中国科学技术事业的发展创造了良好条件。原油生产由贫油的国家跃升为世界第五大产油国,原油加工能力为世界第四位;水泥、化肥、平板玻璃、合成氨、电石、染料、烧碱、农药、化纤等产品的产量居世界前列。我国率先合成了具有生物活性的蛋白质——结晶牛胰岛素和酵母丙氨酸转移核糖核酸,并完成了猪胰岛素晶体结构的测定,在人类揭开生命奥秘的历程中向前迈进了一大步。2000年,中国科学家加入了国际人类基因组计划,为在21世纪完全能将10万条基因分离,搞清其结构与功能,为人类彻底认识生命本质、开展基因治疗、攻克癌症等做出应有的贡献。

综观现代物质文明,人类面临着一系列重大的课题:环境的保护、新能源的开发和利用、功能材料的研制、生命过程一系列奥秘的探索,无一不与化学密切联系。

三、学习要求和方法

化学学习涉及的主要内容包括化学基本概念、基本理论及其应用,各类元素及其化合物的结构、性质和应用,有关化学计算和化学实验基本操作等。通过学习学会用辩证唯物主义的观点来认识和理解与化学有关的各种自然现象和物质运动的变化规律,正确运用化学语言进行表述有关的化学问题;掌握化学实验的基本操作技能,增强科学探究意识,提高实践能力;在掌握化学基础知识、基本概念、基本理论和常见元素及其化合物的性质的基础上,解释和解决一些化学问题。

1. 领会知识,理解记忆

学习化学的基础知识、基本概念和基本原理,必须从知识的领会开始。知识领会是从感性认识开始,而感性主要在于了解化学概念和化学反应的现象,从而为进一步理解化学反应的本质和规律,理解基础知识和基本理论奠定基础。感知仅仅是对事物的表面特征与外部联系的认识。通过感知所获得的感性认识,只是一种初步的、不全面的和不深刻的认识。仅靠

这种认识是不够的，只有通过理解，独立思考，认识化学概念和化学反应的本质和规律，才能真正掌握化学的基础知识、基本概念和基本理论，并上升为理性认识。理解是掌握知识的中心环节，理解了的知识才有利于记忆，有利于对知识的运用，从而做到触类旁通。

2. 分析归纳，加深记忆

在学习化学的过程中，要善于分析各类化学反应的原理、条件和影响因素，寻找一般规律，及时归纳总结，加深记忆。总结的过程实际上就是将知识系统化的过程。知识系统化就是通过分析、综合、抽象概括、比较、归纳等思维活动，将知识归类，形成知识系统，构建整体知识结构。认知学习理论认为，个体的学习是新知识与头脑中已有的知识结构相互作用的过程。要使新知识信息的编码存储，并使原认知结构改组和升级。杂乱无章的知识是无法在头脑中建立起有序联系的。因此，只有及时进行知识的归纳总结，才能在学习化学的过程中理出头绪来，才能真正学好化学。

3. 学以致用，提高能力

化学是一门实验科学，其研究方法是从观察和记述实验现象开始的，从所观测的结果中总结归纳，建立模型；当若干个假说综合在一起可用来解释一个较广的领域时，则上升为理论；当理论能够成功地对某一领域内的所有事实都能给予合理解释时，就形成了定律。因此，在学习化学的过程中，要立足于对各类化学反应的一般规律的学习，注重对基础知识、基本概念和基本理论的应用。知识的应用比学习知识更为重要。知识的应用是指将获得的新知识用来解决练习性的课题或实际问题。应用知识是知识掌握过程的重要环节之一。通过知识的应用不仅可以促进对知识的理解和巩固，而且使知识的理解和巩固得到检验。在学习化学的过程中，知识的应用有两个途径：一是通过知识完成各类测试试题来实现对所学知识的应用。这就要求善于独立思考，勤于动手，在教师指导下，完成各类测试试题。二是通过实验教学，既要重视化学实验操作技能的训练，又要钻研各类化学反应的基本原理。实验前做好实验预习，实验中注意观察各类化学反应现象，并掌握化学实验的基本操作，实验后做好分析和总结，完成实验报告。

第1章 原子结构和分子结构

世界是由物质组成的，物质又由相同或不同的元素组成，迄今经 IUPAC 正式公布的已有 109 种元素（另据报道，已经合成出 110 号、111 号元素），正是这些元素的原子经过各种化学反应，组成了千万种不同性质的物质。19 世纪末以来，科学实验证实了原子很小（直径约 10^{-10}m ），却有着复杂的结构。原子是由带正电荷的原子核和绕核运动的带负电荷的电子组成的。原子核又包含了带正电荷的质子与不带电荷的中子。元素的原子序数等于核电荷数（即质子数），也等于核外电子数。由于化学反应不涉及原子核的变化，而只是改变了核外电子的数目或运动状态。因此，本章在讨论原子核外电子排布和运动规律的基础上介绍元素周期表，并进一步阐明原子和元素性质的周期规律。

1.1 原子结构

1.1.1 核外电子的运动状态

1.1.1.1 电子云的概念

电子是带负电荷的质量 ($9.1095 \times 10^{-31}\text{kg}$) 很小的微粒，它在原子的空间（直径约 10^{-10}m ）内运动，速度很快（约为 10^6m/s ），接近光速 ($3 \times 10^8\text{m/s}$)。电子的运动和宏观物体的运动不同。没有确定的轨道，而是在原子核周围空间的各区域里运动着，但在不同的区域出现的可能性大小不同，不能用经典力学来描述。但可以用统计的方法，即对一个电子多次在核外某区域出现机会的多少，这个机会数学上称为概率。在一定时间内，有些区域出现的概率较大，而在另一些区域出现的概率较小，其形象犹如笼罩在核外周围的一层带负电的云雾，形象地称为电子云。电子出现概率越大的区域，就是电子密度最大的地方。通常用小黑点（·）来表示核外电子运动概率的大小，小黑点密说明电子云密度大，也就是电子在该处出现的概率大；小黑点疏，说明电子云密度小，也就是电子在该处出现的概率小。如果把电子云出现的概率相等的地方用线连接起来，称为等密度线，亦称为电子云的界面，这个界面所包含的空间范围称为原子轨道。

1.1.1.2 核外电子运动状态

电子在原子中不仅围绕原子运动，而且还有自旋运动。电子的运动状态，需要从四个方面来描述，即电子层（主量子数 n ）、电子亚层（角量子数 l ）、电子云的伸展方向（磁量子数 m ）和电子自旋（自旋量子数 m_s ），这样才能比较全面地反映电子在核外空间的运动状态。

(1) 主量子数 n 主量子数在确定电子运动的能量时起着头等重要的作用。在氢原子中电子的能量则完全由 n 决定。

当主量子数增加时，电子的能量随着增加，其电子出现离核的平均距离也相应增大。在