



普通高等教育“十二五”规划教材

大学化学

College
CHEMISTRY



李新年 主编

CHEMISTRY

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

普通高等教育“十二五”规划教材

大学化学

李新年 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

《大学化学》是一门现代化学导论课程,其目的是给受教育者以高素质的化学通才教育。全书共分四部分:第一部分是化学基本原理,从宏观的角度揭示化学反应遵循的普遍规律,内容包括化学热力学初步和化学反应动力学;第二部分为物质、分子、原子结构,从微观的角度阐释物质所表现出来的宏观性质与微观内部结构的关联;第三部分主要研讨溶液四大平衡理论;第四部分主要介绍化学在社会中的应用,包括化学与能源、材料、环境、人类生活及化学与现代军事发展。

本书在深入浅出讨论化学“入门基础”的同时,更侧重于化学在人类社会可持续发展中的作用和应用以及已经取得的成果和发展展望,并适当增加一些科普知识和化学发展前沿知识,旨在培养学生学习化学的兴趣和积极性,加深化学是当代“中心”科学的认知与理解,适合于高等院校理工类非化学化工专业、军事院校各相关专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

大学化学 / 李新年主编. —北京:中国石化出版社, 2014. 2
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5114-2630-7

I. ①大… II. ①李… III. ①化学-高等学校-教材
IV. ①06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 020780 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

徐州中矿大印发科技有限公司

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 23 印张 557 千字

2014 年 2 月第 1 版 2014 年 2 月第 1 次印刷

定价:60.00 元

前 言

大学化学是部分理工类非化学化工专业和军队院校教育课程体系中的一门不可缺少的基础课,是培养面向 21 世纪全面发展的现代军事科学技术专业人才知识结构和能力素质的重要支撑,其在军队院校学员掌握坚实的基础理论和培养全面的科学素养等方面发挥着积极的作用。然而,随着化学科学技术的发展,我们感到大学化学课程教学的基础作用在军队院校教育中,其作用发挥与形势和任务的要求存在一定的差距,致使化学教学生命力比较脆弱。其主要原因是教材本身的缺欠。即现行教材注意化学共性的东西多了,而注意从专业(“军”字特色)培养目标出发的个性少了(甚至抵制考虑专业的个性)。基于大学化学课程在军队院校教学中的尴尬,多年来我们一直想编写一部符合军队院校化学教学特点和规律在大学化学教材。因为“尤其重要的是,成为我们认识事物基础的东西,则是必须注意它的特殊点”,否则,便不能从本质上区分事物。为此我们重新编写大学化学教材。

在编写的过程中,我们有以下几点考虑:第一,是对大学化学的教学内容进行改革,从专业培养目标的矛盾的特殊性入手,选取内容,组成体系。第二,要从专业培养目标的个性出发,研究各专业与化学科学间的联系,研究这些专业需要什么化学理论知识,并要了解在这些专业的发展中起怎样的作用,以及将可能怎样的渗透,在此基础上选取化学的教学内容。军队院校是培养为部队现代化建设服务人才的,基础理论必须有一定的深度和鲜明的时代特征,但这并不意味着越深越好,而应实而不玄,注意能起到实际的基础作用。第三,必须把精选的内容组成完整的教学体系,决不能断章取义。所谓体系就是内容间的有机联结。在组成体系时,仍需坚持化学是基础课,基础理论的阐述应尽量围绕专业实际进行,努力做到“理论是说明实际的道理”,“实际”就是从原理揭示它,“理论”只有“实际”才是它的归宿。

本书的编写注重化学基本原理、基本理论、基本概念的阐述,相对于国内其他大学教材则更注重化学知识的普及与应用,力求用简洁规范的表述,使受教育者充分认识到作为三大基础学科之一,化学的“中心科学”的地位。在化学教育(相对于数理)日益不受重视的今天,编写展示化学与国民经济、人类生活方方面面息息相关的教科书或科普书籍是化学工作者应该担当起的责任与义务。“尽信书,不如无书”,在阅读本书时,希望您首先经过认真、独立的思考,因为这才是真正的参与。

参加本书编写的有王玉梅(第 13、第 14 章),刘长城(第 2、第 15 章),李新年(绪论、第 6、第 7 章),李争鸣(第 9、第 10 章),吴楠(第 4、第 5 章),徐新(第 1、第 8 章),徐芸芸(第 3、第 12 章)。全书最后由李新年统稿。在编写过程中,我们参阅了部分大学化学及其他化学书籍,在此谨向作者和编辑们表示衷心的感谢!限于编者的水平,不妥之处在所难免,恳望读者批评指正。

编 者

目 录

绪 论	1
1. 什么是化学	2
2. 化学变化的特征	2
3. 化学的疆域	3
4. 大学化学的教学目标	5
5. 大学化学的学习方法	5
第一部分 物质质变宏观论之化学变化的基本规律	7
第1章 化学热力学探析	8
1.1 化学热力学基本概念与反应热的测量	8
1.1.1 几个基本概念	8
1.1.2 热效应及其测量	12
1.2 焓与焓变 - 盖斯定律	13
1.2.1 热力学第一定律	13
1.2.2 化学反应热效应	14
1.2.3 焓和焓变	14
1.2.4 化学反应热效应的计算	16
1.3 熵	17
1.3.1 自发过程	17
1.3.2 焓变与自发过程	18
1.3.3 熵变与自发过程	18
1.3.4 标准熵变及其计算	20
1.4 吉布斯自由能	20
1.4.1 吉布斯自由能变	21
1.4.2 吉布斯自由能变(ΔG)的物理意义	21
1.5 化学反应方向的判断——吉布斯 - 亥姆霍兹公式的应用	22
1.5.1 自由能减小原理	22
1.5.2 化学反应的标准摩尔吉布斯自由能变($\Delta_r G_m^\ominus$)的计算	22
1.5.3 吉布斯 - 亥姆霍兹公式的应用	23
习题	24
第2章 化学平衡	26
2.1 可逆反应与化学平衡	26
2.1.1 可逆反应	26
2.1.2 化学平衡	26
2.2 化学平衡常数及其意义	27
2.2.1 经验平衡常数	27

2.2.2	标准平衡常数	29
2.2.3	平衡常数与化学反应进行方向	31
2.3	标准平衡常数与吉布斯自由能变的关系	31
2.4	化学平衡的移动——勒·沙特里(Le Chatelier)原理	32
2.4.1	浓度对平衡的影响	32
2.4.2	压强对平衡的影响	33
2.4.3	温度对平衡的影响	34
	习题	35
第3章	化学反应速率	37
3.1	反应速率	37
3.1.1	传统定义的化学反应速率	38
3.1.2	用反应进度定义的反应速率	38
3.2	浓度与反应速率	39
3.2.1	基元反应与非基元反应	39
3.2.2	反应级数	41
3.3	温度与反应速率——活化能	44
3.4	催化剂与反应速率	47
3.4.1	作用及基本特征	47
3.4.2	催化作用原理简介	48
3.4.3	绿色催化	50
	习题	52
第二部分	物质质变微观探索之物质结构理论	54
第4章	原子结构与元素周期律	55
4.1	经典与近代原子结构理论	55
4.1.1	氢原子光谱	56
4.1.2	量子化和玻尔理论	57
4.2	微观粒子的特性及其运动规律	58
4.2.1	微观粒子的波粒二象性	58
4.2.2	微观粒子运动的统计规律和不确定原理	59
4.3	量子力学对原子核外电子运动状态的描述	60
4.3.1	波函数和原子轨道	60
4.3.2	四个量子数	61
4.3.3	原子轨道的图形描述	63
4.3.4	电子云与概率密度	66
4.3.5	电子云的图形表示	66
4.4	多电子原子结构与周期律	68
4.4.1	多电子原子轨道能级	68
4.4.2	核外电子分布原理和核外电子分布方式	71
4.4.3	原子结构与元素周期表	73
4.5	元素基本性质的周期性变化规律	75

4.5.1	原子半径	76
4.5.2	金属性和非金属性	76
4.5.3	电离能(I)	76
4.5.4	电子亲和能(E_{ea})	78
4.5.5	元素的电负性(χ)	78
习题		79
第5章 化学键与分子结构		81
5.1	离子键理论	81
5.1.1	离子键的形成	81
5.1.2	晶格能(U)	82
5.1.3	离子键的特征	82
5.1.4	离子的特征	83
5.2	经典 Lewis 学说	85
5.3	价键理论	86
5.3.1	共价键的形成和其本质	86
5.3.2	共价键的特征	87
5.3.3	共价键的类型	88
5.3.4	共价键的参数	89
5.4	杂化轨道理论	90
5.4.1	杂化轨道	91
5.4.2	杂化类型与分子几何构型	91
5.5	价层电子对互斥理论	93
5.5.1	价层电子对互斥理论基本要点	94
5.5.2	判断分子构型的一般原则	94
5.6	分子轨道理论简介	97
5.6.1	分子轨道理论的基本要点	97
5.6.2	几种简单的分子轨道的形成	97
5.6.3	同核双原子分子的分子轨道能级	98
5.6.4	分子轨道理论应用实例	99
5.7	分子的极性和离子极化	100
5.7.1	分子的极性	100
5.7.2	分子的偶极矩	101
5.7.3	分子的极化	101
5.7.4	离子的极化	102
5.8	金属键理论	103
5.9	分子间的作用力和氢键	105
5.9.1	分子间力	105
5.9.2	氢键	107
5.10	晶体结构和性质	108
5.10.1	晶体的宏观特征	108
5.10.2	晶体的微观结构	108

5.10.3 晶体的基本类型	109
习题	114
第三部分 水溶液化学之四大平衡理论	116
第6章 溶液和胶体	117
6.1 分散系	117
6.2 溶液	118
6.2.1 溶液浓度的表示方法	118
6.2.2 非电解质溶液的通性	120
6.2.3 电解质溶液的通性	123
6.3 表面现象和胶体化学简介	124
6.3.1 表面张力和表面能	124
6.3.2 表面现象	124
6.3.3 胶体的基本性质	126
习题	128
第7章 酸碱平衡	129
7.1 Bronsted 酸碱质子理论	129
7.1.1 酸碱理论历史发展回顾	129
7.1.2 酸碱的定义与共轭酸碱对	130
7.1.3 酸碱反应的本质	131
7.1.4 酸碱的相对强弱及共轭酸碱离解常数的关系	131
7.1.5 小结	132
7.2 处理酸碱平衡体系的方法	132
7.2.1 酸碱平衡体系几个术语	132
7.2.2 酸碱平衡体系中的几个关系式	132
7.3 酸碱平衡体系中 pH 值的计算	134
7.3.1 一元弱酸碱溶液 pH 值计算	134
7.3.2 多元弱酸碱溶液 pH 值的计算	135
7.3.3 两性物质溶液 pH 值的计算	136
7.4 酸碱缓冲溶液	139
7.4.1 缓冲溶液的定义、组成与分类、缓冲原理	139
7.4.2 缓冲溶液 pH 值的计算	140
7.4.3 缓冲容量与缓冲范围	142
习题	143
第8章 氧化还原反应与电化学	145
8.1 氧化还原反应与原电池	146
8.1.1 原电池与电解池	146
8.1.2 原电池的半反应式与氧化还原反应方程式的配平	148
8.1.3 原电池的表示方法——原电池符号	150
8.2 电极电势与电池电动势	151
8.2.1 电极电势与电池电动势的产生	151

8.2.2	电极电势的确定和标准电极电势	151
8.2.3	影响电极电势的因素——能斯特方程	153
8.3	原电池热力学与电极电势及电池电动势的应用	156
8.3.1	原电池热力学	156
8.3.2	电极电势及电池电动势的应用	157
	习题	161
第9章	沉淀溶解平衡	163
9.1	溶度积原理	163
9.1.1	沉淀溶解平衡的实现	163
9.1.2	溶度积规则	164
9.1.3	盐效应对溶解度的影响	165
9.1.4	溶度积与溶解度的关系	165
9.1.5	同离子效应对溶解度的影响	166
9.2	沉淀的溶解与生成	166
9.2.1	沉淀的生成	166
9.2.2	沉淀的溶解	167
9.3	分步沉淀与沉淀的转化	168
9.3.1	分步沉淀法	168
9.3.2	沉淀的转化	169
9.4	沉淀反应在分析化学中的应用	170
9.4.1	重量分析法	170
9.4.2	沉淀滴定法	173
	习题	177
第10章	配位化合物	179
10.1	配位化合物及其组成	179
10.1.1	配合物的定义	179
10.1.2	配合物的组成	180
10.2	配位化合物的命名和类型	182
10.2.1	配合物的命名	182
10.2.2	配合物的类型	183
10.3	配合物的空间结构和异构现象	184
10.3.1	配合物的化学键	184
10.3.2	配合物的空间结构	184
10.3.3	外轨配合物和内轨配合物	186
10.3.4	配合物的异构现象	186
10.4	配位平衡	188
10.4.1	配离子的离解常数和稳定常数	188
10.4.2	配位平衡的移动	189
10.5	配位化合物的应用	191
10.5.1	贵金属的湿法冶金	191
10.5.2	分离和提纯	191

10.5.3 配位催化·····	191
10.5.4 电镀与电镀液的处理·····	191
10.5.5 生物化学中的配位化合物·····	192
习题·····	192
第四部分 化学与社会之化学应用 ·····	194
第11章 化学与能源 ·····	195
11.1 能源概述·····	195
11.2 常规能源·····	196
11.2.1 煤炭·····	197
11.2.2 石油·····	199
11.2.3 天然气·····	202
11.3 核能·····	204
11.3.1 核能产生原理·····	205
11.3.2 核能的和平利用·····	205
11.3.3 核能系统的发展及展望·····	206
11.4 新能源·····	208
11.4.1 太阳和太阳能·····	208
11.4.2 风能·····	210
11.4.3 生物质能·····	211
11.5 化学电源·····	212
11.5.1 化学电源概念·····	212
11.5.2 锌-锰电池·····	213
11.5.3 铅-酸电池·····	214
11.5.4 镉-镍电池·····	215
11.5.5 氢-镍电池·····	217
11.5.6 锂电池·····	217
11.5.7 锂离子电池·····	219
习题·····	220
第12章 化学与材料 ·····	221
12.1 引言·····	221
12.1.1 材料的发展过程·····	221
12.1.2 材料的分类·····	223
12.2 常用工程材料在周期系中的分布与应用·····	224
12.2.1 s区元素组成的工程材料·····	224
12.2.2 p区与ⅡB族元素组成的工程材料·····	224
12.2.3 d区与ⅠB族元素组成的工程材料·····	225
12.3 新型金属材料·····	226
12.3.1 形状记忆合金·····	226
12.3.2 贮氢合金·····	227
12.4 功能无机非金属材料·····	228

12.4.1	光导纤维	228
12.4.2	超导陶瓷	229
12.4.3	纳米陶瓷	230
12.5	有机高分子材料	231
12.5.1	高分子化合物的基本概念	231
12.5.2	高分子化合物的命名与分类	232
12.5.3	高分子化合物的合成	232
12.5.4	高分子化合物的结构与性能	233
12.6	复合材料	234
12.6.1	纤维增强树脂基复合材料	237
12.6.2	纤维增强金属基复合材料	238
12.6.3	纤维增强陶瓷基复合材料	238
12.7	液晶材料	239
12.7.1	相转变和液晶相	239
12.7.2	液晶的种类	239
12.7.3	液晶特性与用途	240
	习题	241
第13章	化学与环境	242
13.1	环境与可持续发展	242
13.1.1	可持续发展是历史发展的必然趋势	242
13.1.2	可持续发展的内涵	243
13.1.3	中国环境与发展十大对策	244
13.1.4	实现可持续发展的具体对策	244
13.2	大气污染及其防治	245
13.2.1	大气圈的结构及大气组成	245
13.2.2	大气污染	247
13.2.3	主要大气污染物及分类	248
13.2.4	大气污染的防治	251
13.3	水体污染及其防治	253
13.3.1	水的组成和性质	253
13.3.2	水体污染与自净	254
13.3.3	水体污染的防治	257
13.4	土壤污染及其防治	259
13.4.1	土壤的组成及性质	259
13.4.2	土壤环境的污染	260
13.4.3	土壤污染的防治	262
13.5	室内污染及其消除	264
13.5.1	室内空气污染	265
13.5.2	室内气态污染物	265
13.5.3	室内颗粒污染物及其他污染物	267
13.5.4	室内污染的防治	268

13.6 绿色化学	269
13.6.1 绿色化学的基本概念	269
13.6.2 开发“原子经济”反应	270
习题	271
第14章 化学与人类生活	273
14.1 化学与营养	273
14.1.1 营养与健康	273
14.1.2 人体所需的基本营养素	274
14.1.3 常量元素和微量元素的生理功能	276
14.1.4 树立平衡营养观念	278
14.2 化学与食品加工	280
14.2.1 食品的颜色	280
14.2.2 食品的香味	282
14.2.3 食品的味	284
14.2.4 食品添加剂	287
14.3 化学与日用品	289
14.3.1 洗涤用品	289
14.3.2 纤维纺织品	292
14.3.3 化妆品与化学	294
14.4 化学与镇静剂和毒品	297
习题	301
第15章 化学与军事	302
15.1 化学战简史	302
15.2 化学武器	303
15.3 化学毒剂	305
15.3.1 神经性毒剂	306
15.3.2 糜烂性毒剂	316
15.3.3 全身中毒性毒剂	323
15.3.4 窒息性毒剂	328
15.3.5 失能性毒剂	332
15.3.6 刺激剂	335
习题	345
附录	346
附录1 一些基本物理常数	346
附录2 一些物质的标准生成焓、标准生成吉布斯自由能、 标准熵(101.3kPa, 298.15K)	346
附录3 一些物质的溶度积 $K_{sp}^{\ominus}$ (25℃)	350
附录4 一些酸和碱的离解常数(298K)	350
附录5 标准电极电势 (298.15K)	351
附录6 一些配离子的稳定常数 $K_{稳}$ 和不稳定常数 $K_{离}$	354
参考文献	355

绪 论

美国原化学会主席布里斯罗(R. Breslow)在《化学的今天和明天——化学是一门中心的、实用的和创造性的科学》一书中有一段对化学生动的描述:

从早晨开始,我们在用化学品建造的住宅和公寓中醒来,家具是部分地用化学工业生产的现代材料制作的,我们使用化学家们设计的肥皂和牙膏并穿上由合成纤维和合成燃料制成的衣着,即使是天然的纤维(如羊毛或棉花)也是经化学品处理过并染色的,这样可以改变它们的性能。

为了保护起见,我们的食品被包装起来,并且这些食品或是用肥料、除草剂和农药使之成长;或是家畜类用兽医药来防病;或是维生素类可以加到食品中或制成片剂后口服;甚至我们购买的天然食品,诸如牛奶,也必须要经化学检验来保证纯度。

我们的交通工具——汽车、火车、飞机——在很大程度上要依靠化学加工业的产品;晨报是印刷在经化学方法制成的纸上,所用的油墨是由化学家们制造的;用于说明事务的照片要用化学家们制造的胶片;在我们生活中所有金属制品都是用矿石经化学为基础的冶炼转化成金属或将金属变成合金,化学油漆还能保护他们。

化妆品是由化学家制造和检验过的;执法用的和国防用的武器要依靠化学。事实上,日常生活所用的产品中很难找出有哪一种不是在化学家们的帮助下制造出来的。

欢迎进入化学世界,这是一个迷人的科学领域,也是一个取得过无数辉煌成就的科学分支。在过去的几百年里,化学工作者辛勤的工作和无畏的探索为人类社会的发展作出了巨大的贡献,使得化学这门古老学科时时焕发出青春的光彩。作为三大基础学科之一,化学拥有一个光荣称号,即中心科学,或者说化学和物理是自然科学的轴心。为什么这样说呢?如果学科按照他们的研究对象由简单到复杂的程度可分为上、中、下学科,数学、物理是上游学科,生物、医药和社会科学等处于下游,而化学则处于中游,如图0-1所示。

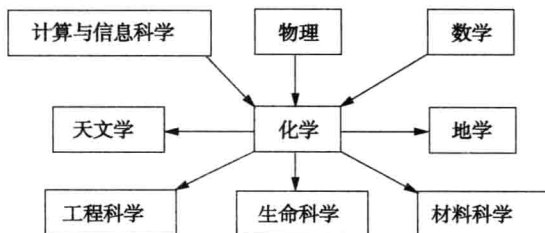


图 0-1 自然科学的轴心——化学

从中我们可以看出众多科学分支的发展都与化学密切相关,例如,生命、能源、材料、环境等学科领域都从化学的知识宝库中汲取了无数创造灵感,使得化学得以矗立在众山之巅。不仅如此,化学自创立以来一直以解决问题为己任,因此化学对于人类的生活有着直接的、重大的影响。每一个重要的化学发现,都有可能成为人类文明的里程碑,例如炼铁技术、合成氨技术、高分子和纳米材料等等,都是最先出自于化学家之手。毫不夸张地说,化

学是人类文明的基石之一。每时每刻，在世界的各个角落，化学家都在创造着新的物质，探索着自然的奥秘，为创造一个更加美好的世界而努力。在这里，我们可以学到数百年来人类的智慧结晶，我们也有机会像那些化学巨匠一样思考具体的科学问题，当然，还可以追随无数先辈，踏上探索未知世界之路。

1. 什么是化学

化学是一门关于如何创造新物质的科学，它主要是从分子、原子或离子等层次上研究物质的组成、结构、性质以及在化学变化过程中能量变化规律的一门自然科学。从化学二字的含义讲，化学是一门关于变化的科学，或者说，化学是一门关于创造前所未有的新物质的科学。

在现实生活中，化学可谓无所不在。从星际空间有机物的进化到地面上万物的聚散离合，再到地层深处矿物的生成与利用，化学的研究对象几乎包括整个世界。由于物质世界永远处于动态变化之中，因此化学注定会成为我们认识世界的重要工具。

化学是神奇的。化肥和杀虫剂的使用启动了绿色革命，使许多国家和无数人民摆脱了饥饿的威胁；塑料制品的普及大幅度地降低了日用品的价格，使无数普通人能够过上以前只有少数人能够拥有的生活；青霉素以及其他药物的人工合成和批量生产拯救了无数垂危的生命，使无数家庭免于破碎；化学燃料的发展使人类实现了飞天的梦想。

化学是一把开启自然奥秘的钥匙。当我们在襁褓中睁开双眼，一天天长大的时候，大千世界的无穷变化令我们惊奇：花儿为什么那么鲜艳？铁器为什么会生锈？蜡烛为什么会燃烧？篝火为什么会发出炙热的光芒？一个个问题不时地涌现在脑海中，而化学就是解答这些问题的钥匙。在解决这些问题的过程中，化学本身得到了发展和壮大，成为了今天的三大基础学科之一。例如，花瓣的颜色引出了酸碱概念以及酸碱指示剂，金属的腐蚀引出了氧化还原问题，蜡烛的故事引出了燃烧的本质问题，等等。在寻找问题答案的过程中，化学家逐步建立起严谨的实验规范，发展出有效的实验技术，并通过归纳推理，描绘出自然法则。

化学是人类的无价财富。化学不仅可以化腐朽为神奇，可以满足人类的好奇心和求知欲，也能解决我们身边的现实问题。在工业文明高度发展之后，人类的生存环境遇到了前所未有的挑战。化石能源的过渡开采使得能源危机成为人类挥之不去的阴影，人类活动的不断扩大导致了水资源以及其他自然资源的日益枯竭。能源与环境已经成为限制人类发展的羁绊，而化学可以帮助我们在荆棘丛生中开辟一条可持续发展的道路。很多新的能源，如太阳能、核能的开发、存储和利用以及节能材料的发展与化学密切相关，环境的保护和恢复也需要化学工作者的不懈努力。当新时代来临的时候，我们会发现化学变得越来越重要，化学已经成为人类迎接未来各种挑战的有利武器。

尽管化学已经取得了巨大的成就，但是一般大众对化学的印象可能仍然是相当模糊的，人们仍会习惯地把喷着浓烟的烟筒、有害气体、发出呛人气味的废水、食品添加剂等等与化学联系起来。但是人们也许没有想到，所有“天然的”物质也都是由化合物组成的，天然与化学并无必然界限。在正常的操作规程下，某些有害化学品的危害是完全可以避免的。学习化学知识，就是为了将来可以利用化学制品为人类造福，为社会的进步作出贡献。

2. 化学变化的特征

物质的变化有化学变化和物理变化之分。化学家专门从事化学变化的研究。概括起来，

化学变化大致有以下三个方面的基本特征。

1) 化学变化是“质变”

化学变化是旧化学键破坏和新化学键的形成过程。如水的电解是化学变化。电解过程中水分子中的 O—H 键断开，并伴随 H₂ 分子的 H—H 键 O₂ 分子的 O=O 键的形成。在这一变化过程中物质发生了质变。H₂O、H₂、O₂ 是三种不同的物质。化学变化的本质是化学键的重新组合，因此有关化学键、分子结构和原子结构等知识，是化学学科的基础内容。

2) 化学变化是“定量”变化

化学变化涉及原子核外电子的重新组合，而原子核并没有发生变化。因此，在化学变化的前后，参与反应的元素种类不会有变化，即反应中原有元素不会消失，更不会有新的元素产生。由于参与反应的各元素的原子核和核外电子总数没有变化，所以化学变化前后物质的总质量不变，即服从质量守恒定律。而且参与反应的各物质和生成的各物质之间有确定的计量关系。某些化学反应同时存在着多种副反应，这时各物质之间的计量关系就比较复杂些。

3) 化学变化伴随着能量变化

由于各种化学键的键能不同，所以当化学键发生改组时，必然伴随着能量的变化，伴随着体系与环境的能量交换。旧化学键的断裂需要吸收能量，而新化学键的形成则将放出能量。在一个化学变化的过程中，如果放出的能量大于吸收的能量，则将有能量向环境释放。反之，如果放出的能量低于吸收的能量，则需从环境中吸收能量，才能维持化学变化的进行。化学热力学通过分析化学变化中的能量变化，可以预测化学反应的方向和限度，从而指导具体的生产实践。此外，化学动力学是研究化学反应快慢以及反应机理的化学分支学科。通过揭示化学反应机理，可以改进重要化合物的合成路线，降低生产成本，提高生产效率。化学热力学和化学动力学是化学的两大重要领域，它们之间相辅相成，是化学的重要理论支柱。

在大学化学课程里，我们将遇到大量的不同类型的化学变化，但这些化学变化大都符合上述三个基本特征。因此，了解并掌握化学变化的这些特征，将有助于加深对于各种化学变化实质的理解。

3. 化学的疆域

如前所述，化学是从分子、原子和离子等层次上来研究物质的组成、结构、性质及化学变化过程中能量变化的一门科学。从学科的角度上来看，化学属于一级学科，按其研究对象和目的的不同，它的分支学科有无机化学、有机化学、物理化学、高分子化学、分析化学等五大分支科学，这五大分支科学均为二级学科。现分别简要介绍。

1) 无机化学

无机化学这一分支的形成是以 19 世纪 60 年代元素周期率的发现为标志的。它主要研究的对象是除碳氢化合物及其衍生物以外的所有元素及其化合物组成、性质、结构和有关化学基础理论的一门学科。时至今日，科学家已经发现的元素有 110 多种，无机化合物数量达数十万种。人类究竟能发现多少种元素，仍是一个世界性难题。据核物理理论预测，175 号元素可以“稳定”存在。是否正确有待于实践的验证。20 世纪以来，由于化学工业及其他相关

产业的兴起，无机化学又有了更为广阔的舞台。如航空航天、石化能源、信息科学以及生命科学领域的出现和发展，推动了无机化学的革新步伐。在过去的 30 多年里，新兴的无机化学领域有无机材料化学、生物无机化学、有机金属化学、理论无机化学等等，这些新兴领域的出现，使传统的无机化学再次焕发出勃勃生机。

2) 高分子化学

一般化合物的相对分子质量是几十、几百，而高分子的相对分子质量是几万、几十万。所谓高分子就是由成千上万的小分子单体聚合成链并蜷曲交织在一起。如纤维、橡胶、塑料等。高分子材料一般都具有弹性好、强度高、耐腐蚀、易加工成型等特殊性能，它们已广泛应用于工农业生产及日常生活的方方面面。目前纤维、橡胶、塑料等高分子材料每年的世界总产量已经超过 1 亿吨，其总产量超过各种金属总产量之和。如果我们按照使用材料种类来划分时代，人类已经历了石器时代、铜器时代、铁器时代，现在可以说我们已进入了“高分子时代”。聚乙烯和聚氯乙烯是高分子材料中两个最大的品种。虽然生产工艺比较成熟，但其中还有许多很有价值的研究课题。如若能使聚乙烯分子排列更为整齐，其强度可以超过钢材。定向聚合、络合聚合、模板聚合等新聚合方法的出现，已经制造出各种特殊性能的高分子材料，如半导体高分子材料、光敏高分子材料、吸水性纤维、耐热性橡胶、耐高温高强度塑料等。此外，生物高分子材料也正在迅速发展，假牙、人造肾、人造血管等都已经应用于临床。高分子化学早期归属于有机化学范畴，由于内容的不断丰富和发展，现已形成独立的分支。

3) 物理化学

物理化学是化学学科的基础理论部分，物理化学的主要内容包括化学热力学、化学动力学、结构化学三个方面。化学热力学是化学各分支科学的普遍基础，根据热力学来判断系统的稳定性、化学反应的方向和进行的程度。热化学、电化学、溶液化学、胶体化学都是化学热力学的组成部分。化学动力学主要研究化学反应的速率和反应机理；量子力学和结构化学主要研究原子、分子的结构以及其结构与宏观性质的相互关系。

4) 分析化学

分析化学的研究对象是物质的化学组成，它所要回答的问题是物质含有哪些组分，以及各组分的含量是多少，这些组分可以是元素、化合物也可以是官能团。按其任务可分为成分分析和结构分析，成分分析又可分为定性分析和定量分析，按分析方法可分为化学分析法和仪器分析法。化学分析又可分为容量分析和重量分析。仪器分析主要有光学分析法、电化学分析法、热分析法、色谱法等。分析化学在化学发展的历史上起着“眼睛”的作用，历史上一些化学基本定律的发现，如定比定律、倍比定律、质量守恒定律以及元素周期表的建立，都与分析化学的卓越贡献是分不开的。进入 20 世纪，分析化学学科的发展经历了三次巨大的变革。第一次在本世纪初，由于物理化学溶液理论的发展，为分析化学提供了理论基础，建立了溶液中四大平衡理论，使分析化学由一种技术发展为一门科学，第二次变革发生在第二次世界大战前后，物理学和电子学的发展，促进了各种仪器分析方法的发展，改变了分析化学以经典化学分析为主的局面。

自 20 世纪 70 年代以来，以计算机应用为主要标志的信息时代的到来，促使分析化学进入第三次变革时期。由于生命科学、环境科学、新材料科学发展的需要，基础理论及测试手段的完善，现代分析化学完全可能为各种物质提供组成、含量、结构、分布、形态等等全面

的信息,使得微区分析、薄层分析、无损分析、瞬时追踪、在线监测及过程控制等过去的难题都迎刃而解。分析化学广泛吸取了当代科学技术的最新成就,成为当代最富有活力的学科之一,现代分析化学正向着快速、简便、自动化、精度高的方向发展。

5) 有机化学

有机化学的研究对象是碳氢化合物及其衍生物。有机化合物也叫有机物。也有人认为它是研究“碳”的化学。碳位于元素周期表第二周期Ⅳ主族,它的核外的四个电子可以采取多种多样的方式与其他元素的原子成键。碳原子的正四面体结构是有机化合物结构的基础。国际上著名的有机化学杂志就以“Tetrahedron”命名。该杂志还颁发“四面体奖”,以表彰在有机化学方面作出突出贡献的科学家。有机化合物都含有C、H两种元素,有些还含有O、P、Cl、N、S等非金属元素,现在已知的有机化合物数量约接近1000万种。而周期表中100多种元素形成的无机化合物却只有几十万种。有机化学是化学研究的最庞大的领域。它与医药、农药、染料、日用化工等方面关系密切。

4. 大学化学的教学目标

大学化学是一门现代化学导论课程,其目的是给受教育者以高素质的化学通才与通识教育。通过大学化学的学习,使受教育者了解当代化学科学的概貌,能运用化学的观点、方法、理论审视公众关注的环境问题、能源危机、生命科学、健康与营养等社会热点问题,了解化学科学对人类社会的作用和贡献。

化学可以给人以知识,给人以智慧,给人以启迪,给人以思想。在学习化学这门课程的过程中,学习一点化学史对我们颇为有益。化学概念和化学理论的形成与发展都有其实验依据和历史背景。在客观真理发展的长河中,每一阶段的人类的认识总有其相对性和局限性,因此已经建立的化学理论又需要在科学与生产的不断实践中加以修正与完善。学习化学史,有助于我们对化学理论的认识更加深刻而不僵化。对于前人的研究成果,我们既要很好地继承,又要在继承中科学地学会扬弃。没有“继承”与“扬弃”就没有发展。此外,在学习化学史的过程中,我们将会了解为人类科学发展作出杰出贡献的科学巨匠们,为化学科学的发展付出了多么艰辛的劳动。他们成功的经验与失败的教训是我们在科学道路上前进的指路明灯。他们那种不怕困难、百折不挠的毅力,实事求是的治学态度无疑是我们人生最宝贵的财富。

展望未来,人类世界面临着一系列重大难题,如粮食匮乏、环境污染、能源不足等,这些问题的解决都离不开化学的知识和原理。学好化学,用好化学,用化学知识规范一个现代人的行为,启迪创新思维,将是未来高素质人才应具备最重要的基本素质。

5. 大学化学的学习方法

大学化学作为高等院校各专业本科生的第一门化学基础课,是大学生文化素质、知识结构中重要的组成部分。在学习大学化学的过程中,同学们一定要注意以下几个方面:

1) 重视大学化学基本概念的学习

大学化学中的基本概念是在中学化学教学的基础上的延伸,是掌握化学基本原理的基础中的基础,同学们务必在学习的过程中了解掌握化学基本概念的精髓,领会其实质,灵活运用,切忌似是而非。

2) 重视大学化学相关化学原理的学习

化学原理是人类在认识自然、了解自然的活动中,对化学知识内部联系规律的总结,体现了人类的聪明和智慧,在学习的过程中,我们不但要掌握化学原理的本质,更要注重化学