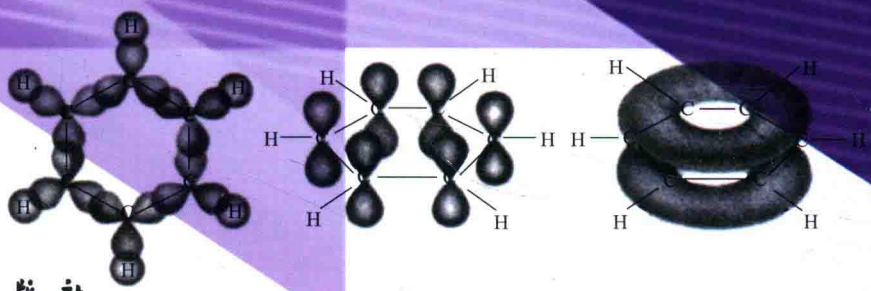


• HUAXUE YINGYONG JICHU •

化学应用基础

◎ 曹国庆 主编 ◎ 王元有 胡智学 副主编



• HUAXUE YINGYONG JICHU •

化学应用基础

◎ 曹国庆 主编 ◎ 王元有 胡智学 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

《化学应用基础》为江苏省重点建设高职教材,该教材将传统的四大化学课程进行模块化整合,共分为化学反应速率与化学平衡、化工分析技术、物质结构和化合物基础、有机化合物、物质的聚集态和化学热力学基础五大模块,共19章及14个实训内容。全书在适当位置插入启发式、探究式的小问题,以促进学生思考,并将教材与生活、社会相结合。

《化学应用基础》重视化学技能的培养和化学在实际生活中的应用,适用于高职应用化工技术、精细化工、材料、环境工程、生物化工和制药等专业的学生和教师使用。

图书在版编目(CIP)数据

化学应用基础/曹国庆主编. —北京:化学工业出版社,
2016.8

ISBN 978-7-122-27424-3

I. ①化… II. ①曹… III. ①化学-教材 IV. ①O6

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第179005号

责任编辑:刘心怡

装帧设计:韩 飞

责任校对:边 涛

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 装:三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张25 彩插1 字数630千字 2016年10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:56.00元

版权所有 违者必究



高职教育的目标是要培养具备高技能、有技术的应用型人才，现将这种理念应用到化学学科的教学。化学学习的根本就在于能将化学知识应用于生活、应用于生产和能为后续的专业课程服务。经过多年的高职化学教学的实践与探索，我们编写了这本《化学应用基础》教材。

本教材将传统的四大化学课程进行模块化整合，形成一本由“化学反应速率与化学平衡”、“化工分析技术”、“物质结构和化合物基础”、“有机化合物”、“物质的聚集态和化学热力学基础”五大模块组成，共 19 章及 14 个实训内容的综合性教材。本教材编写注意突出了以下几个特点：

1. 模块化整合内容，重构课程体系

“化学应用基础”课程是应用化工技术、精细化工、材料、环境工程、生物化工和制药等专业的重要基础课程，该课程内容的设置和教学质量将直接影响到专业的培养目标。在编写该教材时，编者剔除了四大化学中理论性强又不实用的内容，根据各专业的培养目标，选择了四大化学中的部分内容并进行有机整合，形成了《化学应用基础》的五大模块内容，内容虽然庞大但又自成体系。

2. 结合专业需求，灵活教学内容

由于不同专业培养目标和后续课程的不同，其对“化学应用基础”课程要求是不一样的。根据不同专业的要求，模块中的教学内容可作适当取舍，达到服务于专业、服务于培养目标的要求。譬如分析检验专业，因后续有更详细的定量化学分析和仪器分析课程，“化工分析技术”模块就可以不在此进行教学了；对于精细化工技术中涂料生产专业，“物质的聚集态和化学热力学基础”模块中增加了“胶体及应用”内容。

3. 培养实训技能，应用于生活和生产

本教材的 14 个实训内容，有不少是物质的制备技术实训，培养学生在实验室进行生产试验的能力；也有与生活密切相关的实训，如水的 pH 测定、水的纯度测定等。体现教材服务生活和生产。

4. 促进思考，培养兴趣

教材中有许多诸如“想一想”、“练一练”等思考内容，可促进学生在教学中当场思考，及时理解教学内容。教材章节后还有许多小资料可供学生在课后阅读，扩大学生的视野，培养学生学习兴趣。

5. 拓展课外技能

用计算机绘制化学结构和进行实验数据处理也是高职学生应该要有的一项技能。在本教材中还介绍了 ChemOffice 化学结构软件的使用和用 Excel

软件进行实验数据处理的方法。

全书由南京科技职业学院、扬州工业职业技术学院有着多年高职教学经验的教师及企业科研人员合作编写而成。参加本书编写的有南京科技职业学院曹国庆（编写第1~4章）、胡智学（编写第14~16章）、雷玲（编写第17、18章）、朱超云（编写第9~11章）、武亚明（编写第12、13章）、陈玉霞（编写第7、8、19章）和扬州工业职业技术学院王元有（编写第5、6章）。江苏中丹制药有限公司马锋高级工程师对本书的编写提出了许多宝贵意见和建议，在此表示感谢。本教材由南通大学石玉军教授担任主审，全书由曹国庆统稿和修改。

鉴于编者的知识和能力有限，书中难免存在缺点和不足之处，敬请读者和同行批评指正。

编者

2016年6月

第一模块 化学反应速率与化学平衡

	第 1 章 化学反应速率与化学平衡	2
1.1	气体	2
1.1.1	气体的压力单位和压力表	2
1.1.2	高压气体钢瓶及标识	3
1.1.3	理想气体状态方程	3
1.1.4	气体分压定律	4
1.2	化学反应速率	4
1.2.1	化学反应速率的表示与测定	5
1.2.2	化学反应速率理论	6
1.2.3	影响化学反应速率的因素	8
1.3	化学平衡	11
1.3.1	化学平衡与平衡常数	11
1.3.2	化学平衡的有关计算	14
1.3.3	化学平衡的移动及应用	14
	习题	17
	第 2 章 酸碱平衡	19
2.1	溶液浓度表示	19
2.1.1	浓度表示和计算	19
2.1.2	浓度换算	20
2.1.3	溶液配制	20
2.2	酸碱平衡	21
2.2.1	酸碱质子理论	21
2.2.2	强酸、强碱溶液酸碱度计算	21
2.2.3	弱电解质的解离平衡	21
2.2.4	缓冲溶液及配制	23
2.3	沉淀与溶解平衡	26
2.3.1	溶度积	26

2.3.2 溶度积规则及其应用	28
2.3.3 沉淀分离技术	29
习题	30
实训1 缓冲溶液配制和 pH 的测定	31
【阅读材料】 pH 值快速测定技术	32

第3章 氧化还原平衡 33

3.1 氧化还原反应	33
3.1.1 氧化还原反应概念	33
3.1.2 氧化还原反应方程式的配平	34
3.2 原电池的组成和设计	35
3.2.1 电对概念	35
3.2.2 原电池的组成与符号	36
3.3 电极电势	37
3.3.1 标准电极电势	37
3.3.2 非标准电极电势的计算	39
3.3.3 电极电势的应用	40
习题	43

第4章 配位平衡 44

4.1 配合物的基本概念	44
4.1.1 配合物的组成	44
4.1.2 配合物的命名	46
4.2 配合物在溶液中的状况	47
4.2.1 配位平衡	47
4.2.2 配合物稳定常数的应用	48
4.3 配合物的应用	49
习题	51

第二模块 化工分析技术

第5章 物性参数测定技术 54

5.1 熔点测定技术	54
5.1.1 熔点	54
5.1.2 熔点测定的意义	55
5.1.3 熔点测定方法	55
5.2 电动势测定技术	56
5.2.1 电池电动势测定原理	56

5.2.2 SDC 数字电位差综合测试仪	56
5.3 电导率测定技术	56
5.3.1 电导与电导率	57
5.3.2 摩尔电导率	57
5.3.3 电导的应用	58
5.4 液体黏度测定技术	59
5.4.1 液体黏度	59
5.4.2 黏度的测定	59
习题	61
实训 2 天然水及实验用水的纯度测定	61
【阅读材料】 机油黏度过大过小的危害	63



第 6 章 物质含量分析技术 64

6.1 分析技术基本概念	64
6.1.1 滴定分析法	64
6.1.2 标准溶液及配制方法	66
6.1.3 滴定分析的计算	67
6.1.4 误差与偏差	68
6.1.5 有效数字	70
6.2 酸碱滴定技术	71
6.2.1 酸碱指示剂	71
6.2.2 酸碱滴定原理	72
6.2.3 酸碱滴定的应用	76
实训 3 食醋中总酸含量的测定	76
6.3 配位滴定技术	78
6.3.1 方法原理	78
6.3.2 金属指示剂	81
6.3.3 应用示例 (水的总硬度测定)	82
实训 4 EDTA 标准溶液的标定和水的总硬度测定	83
6.4 氧化还原滴定技术	85
6.4.1 高锰酸钾法	85
6.4.2 碘量法	86
实训 5 高锰酸钾标准溶液的标定和亚铁盐含量的测定	87
6.5 吸光度测定技术	89
6.5.1 物质对光的选择性吸收	89
6.5.2 朗伯-比尔定律	90
实训 6 工业产品中微量铁含量的测定	91
习题	94
【技能拓展】 Excel 在化学实验数据处理中的应用	95

第三模块 物质结构和化合物基础

➡ 第7章 物质结构 100

7.1 核外电子运动状态	100
7.1.1 电子云的概念	101
7.1.2 核外电子运动状态的描述	101
7.1.3 核外电子排布规律	103
7.2 元素周期表	106
7.2.1 电子结构与元素周期表	106
7.2.2 元素周期律	107
7.3 共价键和分子结构	110
7.3.1 共价键理论	110
7.3.2 杂化轨道理论	113
7.3.3 分子间作用力与氢键	116
7.4 晶体结构与性能	120
7.4.1 分子晶体	120
7.4.2 离子晶体	121
7.4.3 原子晶体	123
7.4.4 金属晶体	124
7.4.5 晶体比较	124
习题	125
【阅读材料】 揭秘晶体的常见用途	125

➡ 第8章 常见金属元素及其化合物 128

8.1 铬及其重要化合物	128
8.1.1 铬的元素电势图	128
8.1.2 单质及其性质	129
8.1.3 铬(Ⅲ)的化合物	129
8.1.4 铬(Ⅵ)的化合物	130
8.1.5 含铬废水的处理	131
8.2 锰及其重要化合物	131
8.2.1 锰的元素电势图	132
8.2.2 单质及其性质	132
8.2.3 锰(Ⅱ)的化合物	132
8.2.4 锰(Ⅳ)的化合物	133
8.2.5 锰(Ⅶ)的化合物	133
8.2.6 高锰酸钾的应用	134

8.3 铁及其重要化合物	134
8.3.1 铁的元素电势图	135
8.3.2 单质及其性质	135
8.3.3 铁的氧化物和氢氧化物	135
8.3.4 铁(Ⅱ)盐	136
8.3.5 铁(Ⅲ)盐	136
8.3.6 铁的配位化合物	137
8.3.7 重铬酸钾容量法测定铁矿石中的全铁	138
8.4 锌族元素及其化合物	138
8.4.1 锌族的元素电势图	138
8.4.2 锌族元素单质	138
8.4.3 氧化物和氢氧化物	139
8.4.4 盐类	139
8.4.5 配合物	141
8.4.6 化学沉淀法处理废水中的汞	141
8.5 铜族元素及其化合物	142
8.5.1 铜族的元素电势图	142
8.5.2 铜族元素单质	142
8.5.3 氧化物	143
8.5.4 氢氧化物	144
8.5.5 盐类	144
8.5.6 配合物	147
8.5.7 从废液中回收银	148
实训7 硫酸亚铁铵的制备和产品质量检测	148
习题	150
【阅读材料】 合金材料	151

第四模块 有机化合物

第9章 认识有机化合物 154

9.1 烃的结构与命名	154
9.1.1 烷烃结构与命名	154
9.1.2 烯烃结构与命名	158
9.1.3 炔烃的结构与命名	163
9.1.4 芳烃的结构与命名	164
9.1.5 卤代烃的结构与命名	167
9.2 含氧有机化合物的结构与命名	169
9.2.1 醇的结构与命名	169
9.2.2 酚的结构与命名	171

9.2.3 醚的结构与命名	172
9.2.4 醛和酮的结构与命名	173
9.2.5 羧酸及其衍生物的结构与命名	174
9.3 含氮及杂环有机化合物的结构与命名	177
9.3.1 胺的结构与命名	177
9.3.2 偶氮及重氮化合物的结构与命名	178
9.3.3 杂环有机化合物的结构与命名	178
习题	180
【技能拓展】 化学软件 ChemOffice 的应用 (物质结构、反应方 程式、反应装置的绘制)	183

第 10 章 烃 186

10.1 烷烃	186
10.1.1 物性概述	186
10.1.2 烷烃的取代反应和应用	188
10.1.3 烷烃的来源和制备	190
10.1.4 环烷烃的结构与性质	191
10.2 烯烃	193
10.2.1 物性概述	193
10.2.2 烯烃的加成反应和应用	193
10.2.3 烯烃的取代反应和应用	197
10.2.4 烯烃的氧化反应与应用	197
10.2.5 双烯合成反应	199
10.2.6 烯烃的制备	199
10.2.7 烯烃的聚合物	200
10.3 炔烃	201
10.3.1 物性概述	201
10.3.2 炔烃的加成反应和应用	201
10.3.3 炔烃的氧化反应和应用	203
10.3.4 端基炔烃的反应与应用	204
10.3.5 炔烃的制备	204
习题	205
【阅读材料】 塑料制品及性能	207

第 11 章 芳烃 210

11.1 物性概述	211
11.2 芳烃的取代反应和应用	211
11.2.1 苯环上的取代反应	211

11.2.2 苯环侧链上的反应	214
11.2.3 苯环上亲电取代反应的历程	215
11.3 芳烃的定位规律和应用	215
11.3.1 两类定位基	215
11.3.2 二取代苯的定位规律	216
11.3.3 定位规律的应用	217
11.4 对二甲苯的制备与应用	217
习题	218
【阅读材料】 可燃气体爆炸极限及防爆措施	219

第 12 章 卤代烃 221

12.1 卤代烃的分类和物性概述	221
12.1.1 卤代烃的分类	221
12.1.2 卤代烃的物理性质	222
12.2 卤代烃的化学反应及应用	223
12.2.1 取代反应	223
12.2.2 消除反应	225
12.2.3 与金属镁反应——格氏试剂的生成	226
12.3 卤代烯烃和卤代芳烃	227
12.3.1 卤代烯烃与卤代芳烃的分类	227
12.3.2 不同结构的卤代烯烃和卤代芳烃反应活性的差异	228
12.3.3 双键位置对卤原子活泼性影响的理论解释	228
12.4 卤代烃的制备	230
12.4.1 烃类的卤代	230
12.4.2 不饱和烃与卤素或卤化氢的加成	230
12.4.3 由醇制备	231
12.4.4 芳环上的氯甲基化	231
习题	231

第 13 章 醇、酚、醚 233

13.1 醇酚醚的分类和物性概述	233
13.1.1 醇的分类	233
13.1.2 醇的物性概述	234
13.1.3 酚的分类	235
13.1.4 酚的物性概述	236
13.1.5 醚的分类	237
13.1.6 醚的物性概述	237
13.2 醇的化学反应及应用	238
13.2.1 醇与活泼金属的反应——醇的酸性	239

13.2.2	羟基被卤原子取代的反应	239
13.2.3	酯化反应	240
13.2.4	脱氢和氧化	241
13.2.5	脱水反应	243
13.3	酚的化学反应及应用	244
13.3.1	酚羟基的反应	244
13.3.2	芳环上的取代反应	246
13.3.3	氧化和加氢反应	248
13.4	醚的化学反应及应用	249
	习题	250
	【阅读材料】 一种相转移剂——冠醚	251

第 14 章 醛和酮 253

14.1	物性概述	253
14.2	羰基的加成反应和应用	254
14.2.1	与氢氰酸 (HCN) 的加成	254
14.2.2	与 NaHSO_3 的加成	255
14.2.3	与格利雅试剂的加成	256
14.2.4	与醇的加成	256
14.2.5	与氨的衍生物加成	257
14.3	醛、酮的 α -H 原子反应和应用	259
14.3.1	卤代与卤仿反应	259
14.3.2	羟醛缩合反应	259
14.4	醛、酮的氧化还原反应和应用	261
14.4.1	氧化反应	261
14.4.2	还原反应	261
14.4.3	歧化反应 [康尼查罗 (Cannizzaro) 反应]	263
	习题	263
	【阅读材料】 家装中甲醛的污染与预防	265

第 15 章 羧酸及其衍生物 266

15.1	物性概述	266
15.2	羧酸的酸性及变化	267
15.2.1	羧酸的酸性	268
15.2.2	羧酸的 α -H 卤代反应	270
15.2.3	脱羧反应	271
15.2.4	还原反应	271
15.3	羧酸衍生物的制备	271

15.3.1	酰卤的生成	271
15.3.2	酸酐的生成	272
15.3.3	酯的生成	273
15.3.4	酰胺的生成	273
15.4	羧酸衍生物的性质和应用	274
15.4.1	水解	274
15.4.2	醇解	274
15.4.3	氨解	275
15.4.4	还原反应	275
15.4.5	酰胺的特殊反应	275
15.5	乙酰乙酸乙酯、丙二酸二乙酯合成法和应用	276
15.5.1	乙酰乙酸乙酯合成法和应用	276
15.5.2	丙二酸二乙酯合成法和应用	278
	习题	279
	【阅读材料】 百特事件——塑料增塑剂的利与弊	280



第 16 章 含氮及杂环有机化合物 282

16.1	胺类化合物	283
16.1.1	胺的性质及应用	283
16.1.2	季铵盐和季铵碱及应用	287
16.1.3	重要的胺	287
16.2	重氮和偶氮化合物	288
16.2.1	重氮化合物的制备	289
16.2.2	重氮盐的性质及其在有机合成上的应用	289
16.3	五元杂环化合物	291
16.3.1	含一个杂原子的五元杂环	291
16.3.2	含两个杂原子的五元杂环化合物	293
16.4	六元杂环化合物	295
16.4.1	含一个杂原子的六元杂环	295
16.4.2	含两个杂原子的六元杂环	297
16.5	氨基酸与味精	298
16.5.1	氨基酸	298
16.5.2	味精	299
	习题	299
	实训 8 1-溴丁烷的制备	301
	实训 9 乙酸乙酯的制备	303
	实训 10 环己酮的制备	305
	实训 11 乙酰苯胺的制备	306
	实训 12 肥皂的制备	308

第五模块 物质的聚集态和化学热力学基础

 第 17 章 化学热力学基础	312
17.1 热力学基本概念	312
17.1.1 系统和环境	312
17.1.2 系统的性质	313
17.1.3 状态和状态函数	313
17.1.4 热力学平衡态	314
17.1.5 变化过程	314
17.1.6 状态函数法	315
17.2 热力学第一定律	315
17.2.1 热与功	315
17.2.2 热力学能	316
17.2.3 热力学第一定律	316
17.2.4 焦耳实验	317
17.3 体积功的计算	317
17.3.1 体积功计算通式	317
17.3.2 不同过程的功	318
17.4 恒容热、恒压热及焓	319
17.4.1 恒容热 (Q_V)	319
17.4.2 恒压热 (Q_p) 及焓	319
17.4.3 热容	320
17.4.4 显热计算	321
17.5 热力学第一定律对理想气体的应用	321
17.5.1 理想气体内能和焓	322
17.5.2 热力学第一定律对理想气体 pVT 变化过程的应用	322
17.5.3 热力学第一定律对相变过程的应用	324
17.6 化学反应热	325
17.6.1 反应进度	325
17.6.2 化学反应热	326
17.6.3 热化学方程式	327
17.7 标准摩尔反应焓变的计算	328
17.7.1 盖斯定律	328
17.7.2 由标准摩尔生成焓计算标准摩尔反应焓变	328
17.7.3 由标准摩尔燃烧焓计算标准摩尔反应焓变	329
17.8 熵和熵变	330
17.8.1 熵函数与熵增原理	331
17.8.2 熵变的计算	331

17.9 吉布斯函数	335
17.10 化学反应方向的判断	336
17.10.1 化学反应方向判据式	336
17.10.2 标准摩尔反应吉布斯函数	336
17.10.3 标准摩尔生成吉布斯函数	337
实训 13 燃烧热的测定	337
习题	339



第 18 章 溶液及相平衡 342

18.1 拉乌尔定律和亨利定律	342
18.1.1 拉乌尔定律	343
18.1.2 亨利定律	343
18.1.3 理想稀溶液	344
18.2 稀溶液的依数性	345
18.2.1 蒸气压下降	345
18.2.2 沸点升高	345
18.2.3 凝固点降低	346
18.2.4 渗透压	347
18.3 理想液态混合物	348
18.3.1 理想液态混合物	348
18.3.2 理想双液系气-液平衡时蒸气总压及气-液组成	349
18.4 相平衡基本概念	350
18.4.1 相和相数	350
18.4.2 物种数和组分数	350
18.4.3 自由度和自由度	351
18.4.4 相律	351
18.5 单组分系统的相图	352
18.5.1 单组分系统相律分析	352
18.5.2 水的相图分析	353
18.5.3 纯物质两相平衡时压力与温度的关系	353
18.6 二组分理想溶液的气-液平衡相图	355
18.6.1 二组分理想溶液的蒸气压-组成图	355
18.6.2 二组分理想溶液的沸点-组成图	357
18.6.3 杠杆规则	357
18.7 二组分实际溶液的气-液平衡相图	358
18.7.1 具有一般正(负)偏差的系统	358
18.7.2 具有最大正偏差的系统	358
18.7.3 具有最大负偏差的系统	359
18.7.4 精馏原理	359
18.8 液态完全不互溶双液系的蒸气压	360

18.8.1 液态完全不互溶双液系的蒸气压	360
18.8.2 水蒸气蒸馏	361
【知识拓展】 分配定律	362
实训 14 双液系的气液平衡相图的绘制	362
习题	364

第 19 章 胶体及应用 367

19.1 胶体及其主要特性	367
19.1.1 胶体的分类	367
19.1.2 胶团的结构	368
19.1.3 溶胶的光学性质	368
19.1.4 溶胶的动力学性质	369
19.1.5 溶胶的电学性质	370
19.1.6 溶胶的聚沉作用	371
19.1.7 胶体的性质与意义	372
19.2 乳状液	372
19.2.1 乳状液的定义及分类	372
19.2.2 乳状液的不稳定性	373
19.2.3 乳状液的应用	374
习题	375
【阅读材料】 胶体化学的发展前景	375

附 录

附录 1 常见物质的热力学数据	377
附录 2 弱酸、弱碱的离解常数 (298.15K)	379
附录 3 难溶化合物的溶度积常数 (298.15K)	379
附录 4 标准电极电势 (298.15K)	380
附录 5 常见配离子的稳定常数 (298.15K)	382
附录 6 常见化合物的相对分子质量表	382

参考文献 384

元素周期表