



北京市高等教育精品教材立项项目

高 职 高 专 教 材

基础化学

赵玉娥 主编



化学工业出版社
教材出版中心

北京市高等教育精品教材立项项目
高职高专教材

基础化学

赵玉娥 主编
王传胜 李艳华 王 桥 副主编

化学工业出版社
教材出版中心
· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

基础化学/赵玉娥主编. —北京: 化学工业出版社,
2003. 10

高职高专教材

ISBN 7-5025-4866-1

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 090707 号

北京市高等教育精品教材立项项目

高职高专教材

基 础 化 学

赵玉娥 主编

王传胜 李艳华 王 桥 副主编

责任编辑: 于 卉

文字编辑: 徐雪华

责任校对: 顾淑云

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社

教材出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787 毫米×960 毫米 1/16 印张 24 彩插 1 字数 551 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4866-1/G·1282

定 价: 36.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

内 容 提 要

本书是北京市高等教育精品教材建设项目。本书根据高等职业教育培养目标,从培养应用型技术人才的目的出发,本着“必需和够用”的原则,注重基础,加强实用性,在基本概念、基本理论、基本知识够用的前提下,突出理论和实践的结合。

本书涵盖了传统的四大化学和生物化学的基本内容,包括:化学基本概念、物质结构基础、元素周期律、化学热力学基础、化学反应速率和化学平衡、酸碱平衡与酸碱滴定法、沉淀-溶解平衡与沉淀分析法、氧化还原平衡与氧化还原滴定法、配位平衡和配位滴定法、分光光度法、脂肪烃、环烃、卤代烃、含氧有机化合物、含氮有机化合物、杂环化合物、糖类化合物、蛋白质化学、脂类和生物膜、核酸和 16 个实验。

本书为高职制药工程、生物工程和化工工艺专业使用教材,也可供高职、高专其他专业开设基础化学课选用。

目 录

第 1 章 绪 论

1.1 化学的研究对象与内容	1	1.2 化学在社会发展中的作用和地位	2
1.1.1 化学的研究对象	1	1.3 《基础化学》的内容和学习方法	3
1.1.2 化学的分支学科	1		

第 2 章 气体、溶液和胶体

2.1 气体	5	2.5.2 溶液的沸点升高	11
2.1.1 理想气体状态方程式	5	2.5.3 溶液的凝固点下降	11
2.1.2 理想气体分压定律	5	2.5.4 溶液的渗透压和反渗透	12
2.2 分散体系	7	2.6 胶体溶液	14
2.3 溶液及其浓度表示方法	7	2.6.1 溶胶的制备和纯化	14
2.4 溶解度和分配定律	9	2.6.2 溶胶的性质	15
2.4.1 相似相溶原理	9	2.6.3 胶团的结构	16
2.4.2 分配定律	9	2.6.4 溶胶的聚沉	17
2.5 非电解质稀溶液的依数性	10	2.7 高分子溶液	17
2.5.1 溶液的蒸气压下降和拉乌尔定律	10	习题	18

第 3 章 化学热力学基础

3.1 热力学的基本概念	19	3.3 化学反应的方向	23
3.1.1 系统和环境	19	3.3.1 自发过程	24
3.1.2 系统的状态和状态函数	19	3.3.2 熵和熵变	24
3.1.3 过程和途径	20	3.4 吉布斯自由能与反应方向	25
3.1.4 热和功	20	3.4.1 吉布斯自由能	25
3.1.5 系统的热力学能	20	3.4.2 化学反应方向的判据	26
3.2 热化学和焓	20	3.4.3 ΔG 与温度的关系	27
3.2.1 热力学第一定律	20	3.4.4 化学反应等温方程式	27
3.2.2 焓和化学反应热效应	21	习题	28
3.2.3 标准摩尔燃烧热	23		

第 4 章 化学反应速率和化学平衡

4.1 化学反应速率	29	4.1.3 影响化学反应速率的因素	31
4.1.1 化学反应速率的表示法	29	4.2 化学平衡	34
4.1.2 化学反应速率理论	30	4.2.1 化学平衡	34

4.2.2 平衡常数	35	4.2.5 影响化学平衡的因素	37
4.2.3 多重平衡规则	36	习题	41
4.2.4 化学平衡计算	36		

第5章 化学分析

5.1 化学分析概述	43	5.3.4 增加平行测定次数, 减小偶然误差的影响	49
5.1.1 分析方法的分类	43	5.4 有效数字及运算规则	49
5.1.2 定量分析的一般步骤	43	5.4.1 有效数字	49
5.2 定量分析中的误差	44	5.4.2 有效数字的修约	50
5.2.1 误差的分类与减免	45	5.4.3 有效数字的运算	50
5.2.2 误差的表征与表示	46	5.5 滴定分析法	51
5.2.3 异常值的取舍	47	5.5.1 概述	51
5.3 提高分析结果准确度的方法	48	5.5.2 基准物质和标准溶液	52
5.3.1 选择合适的分析方法	48	5.5.3 滴定分析中的计算	52
5.3.2 减少系统误差的方法	48	习题	54
5.3.3 减小测量的相对误差	49		

第6章 酸碱平衡与酸碱滴定法

6.1 酸碱理论	55	6.2.6 酸碱两性物质溶液 pH 值的计算	61
6.1.1 酸碱质子理论	55	6.2.7 同离子效应	61
6.1.2 水的离子自递反应和溶液的酸碱性	56	6.3 缓冲溶液	62
6.2 酸碱平衡中有关组分浓度的计算	57	6.3.1 缓冲溶液及缓冲作用原理	62
6.2.1 离子活度	57	6.3.2 缓冲溶液的 pH 值的计算	62
6.2.2 强酸(碱)溶液 pH 值的计算	58	6.4 酸碱滴定法	64
6.2.3 弱酸弱碱的离解常数	58	6.4.1 酸碱指示剂及指示剂的变色原理	64
6.2.4 一元弱酸(碱)溶液 pH 值的计算	59	6.4.2 酸碱滴定曲线与指示剂的选择原则	65
6.2.5 多元酸碱溶液 pH 值的计算	60	习题	72

第7章 沉淀-溶解平衡与沉淀分析法

7.1 沉淀-溶解平衡	74	7.4 分步沉淀和沉淀转化	79
7.2 溶度积及其应用	74	7.4.1 分步沉淀	79
7.2.1 溶度积常数	74	7.4.2 沉淀转化	80
7.2.2 溶度积和溶解度的相互换算	75	7.5 沉淀分析法	82
7.2.3 溶度积规则	75	7.5.1 沉淀分析法对沉淀反应的要求	82
7.3 沉淀的形成与沉淀条件	76	7.5.2 莫尔(Mohr)法	82
7.3.1 沉淀的生成	76	7.5.3 佛尔哈德(Volhard)法	83
7.3.2 影响沉淀反应的因素	77	习题	84

第8章 氧化还原平衡与氧化还原滴定法

8.1 氧化还原的基本概念及其反应方程式的配平	86	8.1.1 氧化值(氧化数)	86
		8.1.2 氧化还原反应方程式的配平	87

8.2 原电池及电极电势	88	8.3.3 判断氧化还原反应方向	94
8.2.1 原电池	88	8.3.4 确定氧化还原反应进行的程度	95
8.2.2 电极电势	89	8.3.5 元素电势图及其应用	97
8.2.3 影响电极电势的因素	91	8.4 氧化还原滴定法	97
8.3 电极电势的应用	93	8.4.1 氧化还原滴定曲线	98
8.3.1 比较氧化剂或还原剂的相对 强弱	93	8.4.2 氧化还原滴定法的指示剂	99
8.3.2 计算原电池的电动势	94	8.4.3 常用的氧化还原滴定法	101
		习题	103

第9章 物质结构基础

9.1 原子结构和元素周期律	105	9.2.3 分子间力	126
9.1.1 原子核外电子的运动状态	105	9.3 晶体	129
9.1.2 原子核外电子的排布	110	9.3.1 晶体的基本概念	129
9.1.3 原子核外电子的排布与元素 周期律	115	9.3.2 晶体的基本类型	130
9.1.4 元素性质的周期性	117	9.3.3 离子晶体	130
9.2 分子结构	120	9.3.4 共价(原子)晶体	130
9.2.1 共价键理论	120	9.3.5 分子晶体	131
9.2.2 杂化轨道理论与分子的几何 构型	124	9.3.6 金属键与金属晶体	131
		习题	132

第10章 配位平衡和配位滴定法

10.1 配位化合物的基本概念	135	10.3.2 配离子的离解常数	141
10.1.1 配位化合物及其组成	135	10.3.3 配离子稳定常数的应用	142
10.1.2 配位化合物的命名	136	10.4 配位滴定法	144
10.1.3 螯合物	137	10.4.1 乙二胺四乙酸的离解平衡	145
10.2 配位化合物的价键理论	137	10.4.2 乙二胺四乙酸与金属离子的 配合物	146
10.2.1 价键理论的要点	137	10.4.3 配位滴定法基本原理	148
10.2.2 配合物的几何构型	137	10.4.4 金属指示剂	150
10.2.3 内轨配合物与外轨配合物	139	10.4.5 配位滴定的方式和应用	151
10.2.4 配位化合物的磁性	140	习题	152
10.3 配位平衡	141		
10.3.1 配离子的离解	141		

第11章 分光光度法

11.1 概述	155	11.4 显色反应及测量条件的选择	159
11.1.1 分光光度法的特点	155	11.4.1 显色反应和显色剂	159
11.1.2 物质对光的选择性吸收	155	11.4.2 测量条件的选择	160
11.2 光的吸收定律——朗伯-比耳定律	156	11.5 定量分析方法	160
11.2.1 朗伯-比耳定律	156	11.5.1 单组分的测定	160
11.2.2 偏离朗伯-比耳定律的原因	158	11.5.2 多组分的测定	161
11.3 分光光度计	158	习题	161

第 12 章 有机化合物概述

12.1 有机化合物的概念	163	12.5.1 按基本骨架特征分类	165
12.2 化学键和分子结构	163	12.5.2 按官能团(或特征结构)不同 分类	166
12.3 有机化合物的一般特点	164	习题	167
12.4 有机反应的基本类型	164		
12.5 有机化合物的分类	165		

第 13 章 脂 肪 烃

13.1 烷烃	168	13.2.6 烯烃的化学性质	182
13.1.1 烷烃的通式和构造异构	168	13.2.7 低级烯烃的工业来源	190
13.1.2 烃的命名	169	13.3 炔烃	191
13.1.3 烷烃的结构	171	13.3.1 乙炔的结构	191
13.1.4 乙烷的构象	171	13.3.2 炔烃的构造异构和命名	191
13.1.5 烷烃的物理性质	172	13.3.3 炔烃的物理性质	192
13.1.6 烷烃的化学性质	174	13.3.4 炔烃的化学性质	192
13.1.7 烷烃的天然来源	177	13.4 二烯烃	197
13.2 烯烃	177	13.4.1 二烯烃的分类和命名	197
13.2.1 乙烯分子的结构	177	13.4.2 1,3-丁二烯的结构	198
13.2.2 烯烃的异构现象	178	13.4.3 电子离域与共轭体系	199
13.2.3 烯烃的命名	179	13.4.4 共轭二烯烃的化学性质	199
13.2.4 顺反异构体的命名	180	习题	202
13.2.5 烯烃的物理性质	181		

第 14 章 环 烃

14.1 脂环烃	205	14.2.1 芳烃的分类和命名	207
14.1.1 脂环烃的命名	205	14.2.2 苯的结构	208
14.1.2 脂环烃的结构	205	14.2.3 单环芳烃	209
14.1.3 脂环烃的物理性质	206	14.2.4 稠环芳烃	216
14.1.4 脂环烃的化学性质	206	习题	218
14.2 芳烃	207		

第 15 章 对映异构

15.1 同分异构体分类	221	15.3.2 对称因素	224
15.1.1 构造异构	221	15.4 含一个手性碳原子的化合物	225
15.1.2 立体异构	221	15.5 构型表示方法	226
15.2 物质的旋光性	222	15.5.1 构型表示法	226
15.2.1 偏振光	222	15.5.2 D,L 构型标记法	227
15.2.2 旋光物质和非旋光物质	222	15.5.3 R,S 构型标记法	227
15.2.3 旋光度和比旋光度	222	15.6 含两个手性碳原子的化合物	228
15.3 分子的手性和对映体	223	15.6.1 含有两个不同手性碳原子的 化合物	228
15.3.1 分子的手性和对映异构	223		

15.6.2 含有两个相同手性碳原子的 化合物	229	15.8 手性有机化合物的制备	231
15.7 不含手性碳原子的旋光异构现象	230	习题	232

第 16 章 卤代烃

16.1 卤代烃的分类及其命名	233	16.4.1 单分子亲核取代反应 机理 (S_N1)	237
16.1.1 卤代烃的分类	233	16.4.2 双分子亲核取代反应 机理 (S_N2)	238
16.1.2 卤代烃的命名	233	16.5 氟代烃	239
16.2 卤代烃的物理性质	234	16.6 卤代烯烃和卤代芳烃	239
16.3 卤代烃的化学性质	235	16.6.1 卤代烯烃	239
16.3.1 取代反应	235	16.6.2 卤代芳烃	240
16.3.2 消除反应	236	习题	241
16.3.3 与金属镁反应	236		
16.4 亲核取代反应机理	237		

第 17 章 含氧有机化合物

17.1 醇	243	17.4.1 硫醇	254
17.1.1 醇的分类和命名	243	17.4.2 硫醚	255
17.1.2 醇的物理性质	244	17.5 醛、酮和醌	256
17.1.3 醇的化学性质	245	17.5.1 醛、酮的分类、结构和命名	256
17.2 酚	248	17.5.2 醛、酮的物理性质	257
17.2.1 酚的分类和命名	248	17.5.3 醛、酮的化学性质	257
17.2.2 苯酚的结构	249	17.5.4 醌	264
17.2.3 苯酚的物理性质	249	17.6 羧酸和取代羧酸	264
17.2.4 酚的化学性质	250	17.6.1 羧酸的结构和命名	264
17.3 醚	252	17.6.2 羧酸的物理性质	267
17.3.1 醚的分类和命名	252	17.6.3 羧酸的化学性质	267
17.3.2 醚的物理性质	253	17.6.4 取代羧酸	269
17.3.3 醚的化学性质	253	17.7 含氧化合物中代表物的介绍	271
17.4 硫醇和硫醚	254	习题	273

第 18 章 含氮有机化合物

18.1 硝基化合物	277	18.3 芳香族重氮和偶氮化合物	283
18.1.1 硝基化合物的分类与命名	277	18.3.1 重氮化反应	283
18.1.2 硝基的结构	277	18.3.2 重氮盐的反应及其在有机合成 中的应用	283
18.1.3 硝基化合物的物理性质	277	18.4 腈	285
18.1.4 硝基化合物的化学性质	278	18.4.1 腈的命名	285
18.2 胺	279	18.4.2 腈的性质	285
18.2.1 胺的分类和命名	279	习题	286
18.2.2 胺的物理性质	280		
18.2.3 胺的化学性质	281		

第 19 章 杂 环

19.1 分类和命名	288	19.3.2 α -呋喃甲醛	292
19.1.1 杂环化合物的分类	288	19.4 六元杂环化合物	293
19.1.2 杂环化合物的命名	288	19.4.1 吡啶	293
19.2 结构与芳香性	290	19.4.2 喹啉	294
19.3 五元杂环化合物的性质	291	19.4.3 嘌呤	295
19.3.1 呋喃、吡咯和噻吩	291	习题	295

第 20 章 糖 类

20.1 糖的分类	297	20.3.1 还原性二糖	304
20.2 单糖	297	20.3.2 非还原性二糖	305
20.2.1 单糖的构型	298	20.4 多糖	305
20.2.2 单糖的化学性质	301	20.4.1 淀粉	305
20.2.3 重要的单糖	303	20.4.2 纤维素	307
20.3 二糖	304	习题	307

第 21 章 蛋白质化学

21.1 概述	309	21.4 蛋白质的结构	315
21.1.1 蛋白质的元素组成	309	21.4.1 蛋白质的一级结构	316
21.1.2 蛋白质的分类	309	21.4.2 蛋白质的空间结构	316
21.2 蛋白质的基本单位——氨基酸	310	21.5 蛋白质的性质	318
21.2.1 氨基酸的结构	310	21.5.1 蛋白质的两性离解和等电点	318
21.2.2 氨基酸的命名和分类	310	21.5.2 蛋白质的胶体性质	319
21.2.3 氨基酸的性质	312	21.5.3 蛋白质的沉淀	319
21.3 肽	314	21.5.4 蛋白质的变性和复性	320
21.3.1 肽的结构	314	21.5.5 蛋白质的颜色反应	321
21.3.2 生物活性肽	315	习题	321

第 22 章 脂类和生物膜

22.1 油脂	322	22.3 甾族化合物	326
22.1.1 油脂的组成、结构	322	22.4 生物膜	328
22.1.2 油脂的性质	323	22.4.1 生物膜的化学组成	328
22.2 磷脂和糖脂	324	22.4.2 生物膜的结构和功能	329
22.2.1 磷脂	324	习题	330
22.2.2 糖脂	326		

第 23 章 核 酸

23.1 核酸的组成	331	23.2 核酸的结构	333
23.1.1 碱基	332	23.2.1 DNA 的一级结构	333
23.1.2 戊糖	332	23.2.2 DNA 的二级结构	334
23.1.3 核苷	332	23.3 核酸的性质	336
23.1.4 核苷酸	333	习题	337

基础化学实验

一、学生实验守则	338	实验七 水硬度的测定	348
二、化学实验的学习方法	338	实验八 氧化还原反应	349
实验一 硫酸铜的提纯	339	实验九 熔点测定	351
实验二 醋酸电离常数的测定	340	实验十 常压蒸馏及沸点测定	354
实验三 平衡常数的测定	342	实验十一 溴乙烷的制备	355
实验四 物质的称量	344	实验十二 乙酸乙酯的合成	356
实验五 容量仪器使用练习和酸碱滴定 练习	345	实验十三 乙酰苯胺的合成	358
实验六 盐酸标准溶液浓度的标定和混 合碱的测定	347	实验十四 氨基酸的分离鉴定——纸层 析法	360

综合实验

实验十五 废铁屑制备硫酸亚铁铵及产品 分析	361	实验十六 茶叶中微量铁的测定	362
--------------------------------	-----	----------------------	-----

附录

表1 常见的物质的 $\Delta_f H_m^\ominus$ 、 $\Delta_f G_m^\ominus$ 和 $S_m^\ominus$ (298.15 K)	363	表4 标准电极电势 (298.15 K)	367
表2 弱酸、弱碱的离解常数	365	表5 常见配离子的稳定常数 (298.15 K)	370
表3 溶度积常数	366		

主要参考书目

元素周期表

第 1 章 绪 论

1.1 化学的研究对象与内容

1.1.1 化学的研究对象

化学是自然科学中的一门重要学科。化学是在分子、原子或离子水平上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律和变化过程中的能量关系的一门科学。简单地说，化学是研究物质变化的科学。

化学来源于生产，它的发生与发展一开始就是由生产决定的。从最初的制陶、金属冶炼到纸的发明、火药的使用等，都与人类最基本的生产活动紧密相关。

工业的大发展促进了化学工业的大发展，给化学科学提供了日益丰富的研究对象和物质技术条件，开辟了日益广阔的研究领域。

1.1.2 化学的分支学科

化学的研究范围极其广泛，按研究的对象或研究的目的不同，可将化学分为无机化学、分析化学、有机化学、物理化学和高分子化学等五大分支学科（即化学的二级学科）。

1.1.2.1 无机化学

无机化学研究的对象是元素及其化合物（除碳氢化合物及其衍生物）。它是化学最早发展起来的一门分支学科。19 世纪 60 年代元素周期律的发现，奠定了现代化无机化学的基础。20 世纪 40 年代以来，原子能工业、半导体材料工业的崛起，使无机化学又取得了新进展。从 20 世纪 70 年代以来，随宇航、能源、催化、生化等领域的出现和发展，无机化学无论在实践还是在理论方面又有了许多新的突破。当今无机材料化学、生物无机化学、有机金属化学是无机化学中最为活跃的一些领域，而物理无机化学、无机高分子化学、地球化学、宇宙化学、稀有元素化学等新型边缘学科也都生机勃勃。

1.1.2.2 分析化学

分析化学研究的是物质化学组成的定性鉴定和定量测量、物理性能的测试、化学结构的确定以及相应原理，其特定任务是研究解决上述各种表征和测量问题的方法。分析化学是我们认识物质及探索其变化规律的眼睛。

随着生命科学、信息科学和计算机技术的发展，使分析化学进入了一个崭新的阶段，有望把分析化学实验室搬到芯片上，化学家只需要将 $1\ \mu\text{L}$ 或 $1\ \text{nL}$ 的样品注入芯片，几分钟后计算机就会打印出分析结果。

1.1.2.3 有机化学

有机化学研究的是碳氢化合物及其衍生物。碳原子的正四面体结构是有机化合物结构的重要基础，故有人认为有机化学就是“碳的化学”。世界上每年合成的近百万个新化合

物中的70%以上是有机化合物,这些化合物直接或间接地为人类提供大量的必需品。有机化学的迅速发展产生了不少分支学科(三级或四级学科),包括有机合成、金属有机、元素有机、天然有机、有机催化、有机方向、有机立体化学等。

1.1.2.4 物理化学

物理化学应用物理测量方法和数学处理方法来研究物质及其反应,以寻求化学性质与物理性质间本质联系的普遍规律,其主要内容大致包括化学热力学、化学动力学和结构化学三个方面。化学热力学研究化学反应发生的方向和限度。化学动力学研究化学反应的速率和机理。结构化学研究原子、分子水平的微观结构以及这种结构和物质宏观性质间的相互关系,其已成为量子化学的一个重要领域。

1.1.2.5 高分子化学

高分子化学研究的是高分子化合物的结构、性能、合成方法、反应机理、加工成型和应用及高分子溶液的性质等。20世纪高分子化学迅猛发展,高分子材料已是人类社会文明的标志之一。塑料、纤维、橡胶这三大合成材料,在整个材料工业中占据重要地位,对提高人类生活质量、创造社会财富、促进国民经济发展和科技进步都做出了巨大贡献。

在研究各类物质的性质和变化规律的过程中,化学逐渐发展成为若干分支学科,但在探索和处理具体问题时,这些分支学科又相互联系、相互渗透。无机物或有机物的合成总是研究(或生产)的起点,在进行过程中必定要靠分析化学的测定结果来指示合成工作中原料、中间体、产物的组成和结构,这一切当然都离不开物理化学的理论指导。

化学学科在其发展过程中还与其他学科交叉结合形成许多边缘学科,如生物化学、环境化学、农业化学、医化学、材料化学、放射化学、激光化学、计算化学、星际化学等。

1.2 化学在社会发展中的作用和地位

化学在人类生存、生存质量和安全方面将以新的思路、观念和方式发挥核心科学的作用。20世纪的化学科学在保证人们衣食住行需求、提高人民生活水平和健康状态等方面起了重大作用。展望未来,人口、环境、资源、能源问题更趋严重,在这些方面未来的化学将仍然是提供解决人类赖以生存的物质基础这一难题的核心科学。

化学仍是解决食物短缺问题的主要科学之一。食物问题是涉及人类生存和生存质量的重大问题。化学将在设计、合成功能分子和结构材料以及分子层次阐明和控制生物过程(如光合作用、动植物生长)的机理、研究开发高效安全肥料和高效农药、饲料添加剂、农用材料(如生物可降解的农用薄膜)、特别是与环境友善的生物肥料和生物农药等方面发挥作用。化学家利用各种最先进的手段,有望揭示光合系统的分子机理,从而达到高效利用光能为农业增产服务。

化学在能源和资源方面的合理开发和高效安全利用中起着关键作用。随着国民经济持续稳定发展,煤矿、天然气、煤层气和石油等不可再生的能源将在100年后变得稀缺。化学将在解决能源这一人类面临的重大问题方面做出贡献。化学家从事的新电池和新的燃料电池催化剂的研究可能在21世纪有所突破,电动汽车将向实用化迈进。研究高效洁净的

转化技术和控制低品位燃料的化学反应,开发满足高效、洁净、经济、安全的新能源都是化学工作者面临的重大课题。

化学将继续推动材料科学的发展。各种结构材料和功能材料与粮食一样永远是人类赖以生存和发展的物质基础。在满足人类衣食住行基本需求之后,为提高生存质量和安全,实现可持续性发展,对新材料的要求不断提高。新能源的开发,信息工程中的信息采集、处理和执行都需要各种功能材料。设计和合成具有各种特殊性能的新型材料是化学家施展才能的广阔天地。化学是新材料的“源泉”。

化学也是国防现代化的重要支撑。化学为导弹的生产、人造卫星的发射提供多种具有特殊性能的化学产品,如高能燃料,高能电池,高敏胶片,耐高温、耐辐射的材料,形状记忆合金及隐形材料等。

健康是生存质量的重要标志。维护健康状态靠预防和治疗两个方面。化学可以从分子水平了解病理过程,提出预警生物标志物的检测方法,建议预防途径。化学工作者将不断创制新药物,为攻克糖尿病、肿瘤、艾滋病、SARS等疾病做出贡献。

总之,化学与国民经济的各个部门、尖端科学技术的各个领域以及人民生活的各个方面都有着密切的联系。它是一门重要的基础科学,它在整个自然科学中的地位,正如[美] Pimentel G C 在《化学中的机会——今天和明天》一书中指出的“化学是一门中心科学,它与社会发展各方面的需要都有密切关系。”它不仅是化学工作者的专业知识,也是广大人民科学知识的组成部分,化学教育的普及是社会发展的需要,是提高公民文化素质的需要。

1.3 《基础化学》的内容和学习方法

现代化学在继续分化的同时,更重要的趋势是走向综合。这不仅是化学五大学科内部的分化、综合,而且与物理学、生物学、材料科学、环境科学、信息科学以至人文科学和社会科学相互交叉、渗透、融合,相互促进形成更大更多的交叉学科。这是生产科技发展的结果,也是人们对化学科学提出的更高要求和需要。

《基础化学》是一门为高职高专化学工程、生物工程、制药工程、环境工程等专业开设的基础化学课程。它综合了现代无机化学、有机化学、物理化学、分析化学、生物化学的基本知识、基本理论、基本技能,全书以讲清化学基本知识和基本理论为主,适当考虑在工程中的应用。

本课程的教学目的是给学生高素质的化学通才教育。使学生对现代物质结构理论、化学热力学、化学平衡、分析化学、有机化学等,有一个较全面的了解,对一些与化学有关的实际问题有一定的分析和解决的能力,培养学生正确的学习和研究方法。

化学是一门以实验为基础的自然科学,因此,基础化学实验课是本课程不可缺少的一个重要环节。通过实验课加深对基本知识、基本理论、基本技能的理解,通过实验培养学生独立观察现象、分析现象和做出理论解释的能力,并培养学生总结分析实验结果和撰写实验报告的能力,培养科学的工作方法。

在学习《基础化学》时,首先要注意问题是怎样提出来的,解决问题的方法是什么,

需要借助哪些理论和实验。在钻研教材的过程中，提倡独立思考、相互讨论，善于提出问题。着重培养自学能力，充分利用图书馆、资料室，通过参阅各种资料，更深刻地理解和掌握化学的基本理论和基本知识，并结合一些实际的化学问题，学会查阅参考文献和资料，为学习专业课程奠定必要的化学基础。

第 2 章 气体、溶液和胶体

一般来说,物质有三种不同的聚集状态,即气态、液态和固态。除此以外,还有外观像气态的等离子态以及外观像液态的液晶态。物质所处的状态与外界的温度、压力等条件有关。

2.1 气 体

气体的基本特征是它的无限膨胀性和无限渗混性。不管容器的大小以及气体量的多少,气体都能充满整个容器,而且不同气体能以任意的比例相互混合从而形成均匀的气体混合物。此外,气体的体积随体系的温度和压力的改变而改变,因此研究温度和压力对气体的影响是十分重要的。

2.1.1 理想气体状态方程式

在压力不太高和温度不太低时的气体之中,温度、压力和体积之间存在如下的关系

$$pV=nRT \quad (2-1)$$

式中, n 为气体物质的量,单位为 mol; V 为气体的体积,单位为 L; T 为气体的温度,单位为 K; p 为气体的压力,单位为 Pa; R 为气体常数,其值为 $8.314 \text{ kPa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 。

式 (2-1) 称为理想气体状态方程式。

理想气体状态方程式也可表示为另外一种形式

$$pV=\frac{m}{M}RT \quad (2-2)$$

式中, m 为气体的质量,单位为 g; M 为气体的摩尔质量,单位为 g/mol。

例 2-1 已知淡蓝色氧气钢瓶容积为 50 L, 在 20 °C 时, 当它的压力为 1000 kPa 时, 估算钢瓶内所剩余氧气的质量。

解 由 $pV=\frac{m}{M}RT$, 得

$$m=\frac{MpV}{RT}=\frac{32 \times 1000 \times 50}{8.314 \times (273+20)}=656.8 \text{ g}$$

钢瓶内所剩氧气为 656.8 g。

2.1.2 理想气体分压定律

在科学实验和生产实际中,常遇到由几种气体组成的气体混合物。实验证明,只要各组分气体之间互不反应,就可视为互不干扰,就像各自单独存在一样。在混合气体中,某组分气体所产生的压力称为该组分气体的分压。它等于在温度相同条件下,该组分气体单独占有与混合气体相同体积时所产生的压力。事实上,我们不可能测量出混合气体中某组

分气体的分压, 只可能测出混合气体的总压。

混合气体中某一组分气体 B 的分压 p_B 等于总压 $p_{\text{总}}$ 乘以气体 B 的物质的量分数 (摩尔分数) x_B

$$p_B = p_{\text{总}} x_B \quad (2-3)$$

因为

$$x_B = \frac{n_B}{n_{\text{总}}} \quad (2-4)$$

所以

$$p_B = p_{\text{总}} \frac{n_B}{n_{\text{总}}} \quad (2-5)$$

由分压的定义可以引申出分压定律: 混合气体各组分气体的分压之和等于该混合气体的总压力。证明如下

该混合气体由 C 和 D 两组分组成, 则

$$p_C + p_D = p_{\text{总}} x_C + p_{\text{总}} x_D = p_{\text{总}} (x_C + x_D)$$

因为

$$(x_C + x_D) = 1$$

所以

$$p_C + p_D = p_{\text{总}}$$

同理, 在一定温度和压力下, 混合气体中组分的分体积 (V_B) 也可以定义为混合气体总体积乘以物质 B 的物质的量的分数, 即

$$V_B = V_{\text{总}} x_B = V_{\text{总}} \frac{n_B}{n_{\text{总}}} \quad (2-6)$$

显然, 各分体积之和等于总体积。在生产和科学实验中, 常用体积分数 (或体积百分数) 来表示混合气体的组成。某组分的体积分数等于它的分体积除以混合气体的总体积 (或再乘 100%)。

根据式 (2-5) 和式 (2-6), 可以整理出

$$\frac{p_B}{p_{\text{总}}} = \frac{V_B}{V_{\text{总}}} = \frac{n_B}{n_{\text{总}}} \quad (2-7)$$

例 2-2 实验室用 KClO_3 分解制取氧气时, 25°C 、 100 kPa 压力下, 用排水集气法收集到氧气 0.245 L (收集时瓶内外水面相齐)。已知 25°C 时水的饱和蒸气压为 3.17 kPa , 求在 0°C 、 100 kPa 时干燥氧气的体积。

解 令 $T_1 = 298\text{ K}$, $V_1 = 0.245\text{ L}$, 由已知条件得

$$p_1 = p(\text{O}_2) = p_{\text{湿}} - p(\text{H}_2\text{O}) = 100 - 3.17 = 96.83\text{ kPa}$$

令 $T_2 = 273\text{ K}$, $p_2 = 100\text{ kPa}$, 则由理想气体状态方程可得

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$$

$$V_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{T_1 p_2} = \frac{96.83 \times 0.245 \times 273}{298 \times 100} = 0.217\text{ L}$$

在 0°C 、 100 kPa 压力下干燥氧气的体积为 0.217 L 。

理想气体是一个科学的抽象概念, 实际上并不存在理想气体, 它只能看作是实际气体在压力很低时的一种极限情况。理想气体模型把气体分子看作本身无体积且分子间无作用