

夏玉宇 主编

化学实验室手册

第二版

HUAXUE
SHIYANSHI
SHOUCE



化学工业出版社

夏玉宇 主编

化学实验室手册

第二版

HUAXUE
SHIYANSHI
SHOUCE

O6-33
X3

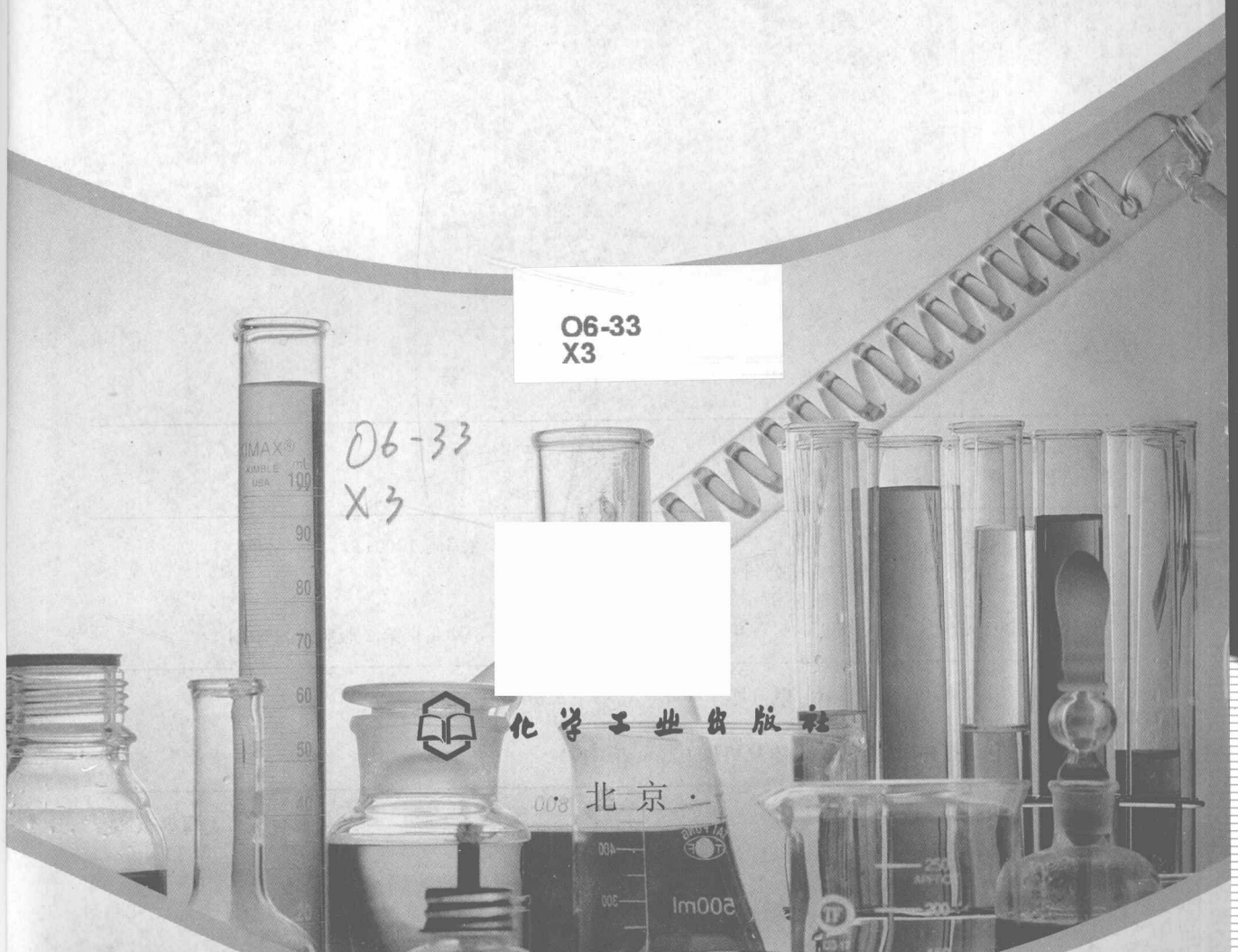
O6-33
X3



化学工业出版社

008 北京

1m002



图书在版编目 (CIP) 数据

化学实验室手册/夏玉宇主编. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2008. 3

ISBN 978-7-122-02260-8

I. 化… II. 夏… III. 化学-实验室-手册 IV. Q6-31

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 025132 号

主 编 夏 玉 宇

第二版

责任编辑: 顾南君
责任校对: 宋 夏

装帧设计: 王晓宇

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 64 $\frac{1}{4}$ 字数 2027 千字 2008 年 8 月北京第 2 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: 148.00 元

京化广临字 2008—32 号

版权所有 违者必究

第二版前言

应化学工业出版社的要求，组织从事化学教学科研几十年，具有丰富实验室经验的人员，编写了《化学实验室手册》（简称手册），2004年初出版后，受到广大读者的欢迎。出版社及《手册》的责任编辑建议对《手册》进行修订，进一步提高《手册》的内涵质量，出版《手册》第二版，扩大《手册》的社会效益。

《手册》的编写，力求内容全面、简明实用、篇幅适中、方便使用。

《手册》第二版是在第一版的基础上进行修改与补充的，全书仍由七章组成，并做了如下的修改与补充。

(1) 第一章、第四章、第五章基本上沿用了第一版的内容，仅在标准溶液一节中进行了少量修改。

(2) 第二章就化学实验用水、化学实验室安全与管理、化学实验室的管理三节作了修改与补充。同时增添了图书、资料、数据库、期刊、论文、科技成果、电子出版物（电子教材）、实验室仪器仪表、玻璃仪器、化学试剂、实验室设备、标准物质、国家标准等信息的网址，读者可以快速简便获取相关的信息。

(3) 第三章有关化学的国家标准表 3-22~表 3-31 中，增添了至 2006 年底新公布的国家标准、被代替的国家标准，删除了不再使用的国家标准。

(4) 第六章是这次修订的重点，内容做了大幅度的增加。第二版的内容包括温度、熔点、结晶点、沸点、沸程、密度（气、固、液）、折射率、旋光度、黏度、闪点、燃点、表面张力、燃烧热、相图、比表面、热力学函数 ΔS 和 ΔH 、溶解热、汽化热、偶极矩、磁化率、阿伏加德罗常数、临界胶束浓度、分子量、平衡常数、电离常数、络合常数、溶度积与溶解度、活度和活度系数、反应速率常数、级数和半衰期、活化能、高聚物分子量及其特征温度、pH 值、pX 值、电导、电迁移数、电动势和电极电势、氢超电势、电泳、电渗等的测定；另外还有热分析法、极谱法、紫外可见分光光度法、分子荧光、磷光和化学发光法、原子发射与吸收光谱法、红外和拉曼光谱法、气相和液相色谱法、质谱和质谱联用法、核磁共振波谱法等物质质量的测量方法。

(5) 第七章在第一版内容的基础上增加了盐析法、冷冻浓缩法、固相萃取和固相微萃取法、浮选分离法、热色谱分离法、低温吹扫捕集法、流动注射分析法等内容。

(6) 为了便于读者查阅，第二版目录上列出的层次为“章”“节”“一”“（一）”“1”五级。增加目录列出一级后，似乎与表目录有重复感，故把表目录删除。

参加《手册》的编写人员有：李洁（第六章）、朱燕（第一、七章）、夏玉宇（第二、三、四、五章），全书仍由夏玉宇负责编纂与定稿。

最后作者要再次感谢第一版前言中提到的单位和个人。特别要感谢王俊卿老师，由于她工作繁忙，挤不出时间参加第二版的编写，但她在第一版中留下了辛劳与汗水，她仍是第二版的有功之臣。

夏玉宇

2008年3月

前 言

为了满足广大化学工作者的迫切要求，我们编写了这本《化学实验室手册》。

本《手册》的编写，力求内容丰富全面、简明实用、篇幅适中、易于携带、方便使用。《手册》内容包括下列四部分：第一部分汇集了大量、必需、最新、常用的有关元素、原子、无机化合物、有机化合物、物质结构、热力学、光谱学等各领域的数据与常数。第二部分汇集了化学实验室大量的常用的器皿、仪器、电器设备、药品试剂、实验用水等的特性、用途、使用注意事项与生产厂家；编入了常用的有机溶剂、表面活性剂、掩蔽剂、解蔽剂、干燥剂、吸收剂、制冷剂、胶黏剂等有关信息；提供了实验室有害有毒、易燃易爆与危险品等物质使用安全知识，以及化学实验室各方面的管理制度。第三部分法定计量单位，不再使用的、过去常用的非法定计量单位，以及各种计量单位间的换算；有关化学诸方面的国家标准方法、标准物质与标准溶液。第四部分提供了各种溶液的配制、实验数据的处理、物理与化学数据（常数）的测定等方法；物质的分离、富集、纯化等实验技术。读者查阅方便。

《手册》第一、六、七章由朱燕编写，第二、三、四、五章由王俊卿编写。《手册》的编写策划，内容大纲，全书的修改、编纂与定稿由夏玉宇负责。

《手册》编写过程中得到了中国人民大学环境、测试分析中心、商品学实验室以及北京大学化学学院、化学工业出版社等单位的大力支持与协助；吴季兰、唐任寰、刘程、邓勃、邵可声、张完白、朱国斌、郭荣芬等教授以及夏满强、罗素金、刘建铭、李广生等为《手册》编写出版分别做出了不同的贡献。在此，对上述单位和个人表示诚挚的感谢。

由于时间仓促，编者水平所限，《手册》中难免有错误与不妥之处，尚祈读者不吝指正。

夏玉宇

2003年10月

目 录

第一章 元素和化合物的理化常数与特性	1
第一节 基本物理常数与元素的理化常数与特性	1
一、基本物理常数	1
二、元素的名称、符号、相对原子质量、熔点、沸点、密度和氧化态	1
三、元素周期表与原子的电子层排布	3
1. 元素周期表	3
2. 原子的电子层排布	3
四、稳定同位素与天然放射性同位素	6
1. 稳定同位素及其相对丰度	6
2. 天然同位素及其相对丰度	8
五、常见放射性元素的性质	10
1. 常见放射性同位素	10
2. 天然放射系	12
六、原子半径、元素的电离能、电子的亲和能、元素的电负性	12
1. 原子半径	12
2. 元素的电离能	12
3. 电子的亲和能	16
4. 元素的电负性	17
第二节 无机化合物的理化常数	18
第三节 有机化合物的理化常数	46
第四节 分子结构与化学键	66
一、晶体的类型	66
1. 晶体的对称分类及某些常用晶体的物理性质参数	66
2. 七个晶系与十四种晶格	67
二、分子和离子形状	69
1. 分子和离子的形状	69
2. 杂化轨道的空间分布	70
3. 不同配位数的络合离子的空间分布	70
三、元素的电子构型与离子半径、键长、键角、键能、偶极矩	70
1. 元素的化合价、配位数、电子构型与离子半径	70
2. 键长、键角、键能	82
3. 偶极矩和极化率	101
第五节 热力学常数	104
一、生成热、自由能、焓、比热容、燃烧热	104
1. 无机化合物的标准生成热、生成自由能、标准焓、标准摩尔热容	104
2. 有机化合物的标准生成热、生成自由能、标准焓、标准摩尔热容	112
3. 部分化合物的摩尔燃烧热	113
4. 部分物质的熔化热	114
二、水的重要常数	115
1. 水的相图	115
2. 水的离子积	115
3. 水的密度	116
4. 水的沸点	116
5. 水的蒸汽压	116
6. 水的介电常数	117
三、活度系数	117
1. 水溶液中的离子活度系数	117
2. 酸、碱、盐的活度系数	117
四、酸、碱溶液的电离常数与 pH 值	119
1. 无机酸在水溶液中的电离常数	119
2. 有机酸在水溶液中的电离常数	119
3. 碱在水溶液中的电离常数	121
4. 部分酸水溶液的 pH 值 (室温)	122
5. 部分碱水溶液的 pH 值 (室温)	122
五、络合物的稳定常数	122
1. EDTA 络合物的 $\lg K_{MY}$ 值	122
2. 金属络合物的稳定常数	123
3. 羧基络合剂类络合物的稳定常数	124
六、溶解度、溶度积	125
1. 部分气体在水溶液中的溶解度	125
2. 部分无机化合物的溶解度	126
3. 溶度积	127
七、溶液的电导率	133
1. 常见离子水溶液中无限稀释时的摩尔电导率	133
2. 电解质在水溶液中的摩尔电导率	134
3. KCl 溶液在不同浓度不同温度下的电导率	135
八、氧化还原标准电极电位	135
九、共沸物、共熔物、转变温度	140
1. 共沸物与共沸点	140
2. 低共熔混合物与低共熔温度	144
3. 某些物质的熔点、沸点、转变点、熔化热、蒸发热及转变热	144
4. 某些物质的凝固点降低常数	144
5. 某些物质的沸点升高常数	144
十、部分气体的临界常数	145

1. 无机化合物气体的临界常数	145
2. 有机化合物气体的临界常数	146
十一、化学反应的方向和限度的判断 依据	147
十二、胶体体系的类型与粒子半径和扩 散系数	150
1. 胶体体系的类型与粒子半径	150
2. 胶体体系的扩散系数	151
第六节 光谱数据	151
一、光谱分类与谱区	151
1. 光谱分类	151
2. 光谱分析法的应用范围	152
3. 光谱区及对应的光谱分析法	153
二、原子光谱	153
1. 元素的最灵敏的原子线及一级离 子线的波长范围	153
2. 等离子体发射光谱的分析线、检 出限及干扰元素	154
3. 原子吸收光谱法元素分析谱线、 光谱项、灵敏度和检出限	164
4. 常见石墨炉原子吸收法的分析 条件	170
5. 原子荧光光谱的元素分析波长 与检出限	175
6. 火焰、石墨炉和等离子体等各种原 子光谱分析方法检出限的比较	175
三、分子光谱	176
1. 可见光颜色、波长和互补色的 关系	176
2. 部分常见生色团的吸收特性	176
3. 各种常用溶剂的使用最低波长 极限	176
4. 过渡金属水合离子的颜色	178
5. 镧系元素离子的颜色	178
6. 部分化合物的荧光效率	178
7. 主要基团的红外光谱特征吸收峰	179
8. 部分化合物的红外光谱图	185
第七节 其他	191
一、有机官能团的名称和符号	191
二、合成高分子化合物的分类、品种、 性能和用途	192
1. 塑料的主要品种、性能和用途	192
2. 合成橡胶的主要品种、性能和 用途	193
3. 合成纤维的主要品种、性能和 用途	193
4. 化学纤维的分类和名称对照	194
三、常见化合物的俗名或别名	195
四、空气的组成、地球的组成与海水的 组成	196
1. 空气的组成	196

2. 元素在地壳和海洋中的分布	197
3. 海水中的主要盐类	197
第二章 化学实验室的仪器、设备、 试剂	198
第一节 化学实验室的玻璃仪器及石英 制品	198
一、玻璃仪器的特性及化学组成	198
二、常用玻璃仪器的名称、规格、主要用 途、使用注意事项	198
1. 常用的玻璃仪器	198
2. 玻璃量器等级分类	200
3. 标准磨口仪器	201
4. 有关气体操作使用的玻璃仪器	203
5. 成套特殊玻璃仪器	203
6. 微型成套玻璃仪器	204
三、玻璃仪器的洗涤与干燥	205
1. 玻璃仪器的洗涤	205
2. 玻璃仪器的干燥	207
四、玻璃仪器的管理	207
五、简单的玻璃加工操作与玻璃器皿刻 记号	207
1. 喷灯	207
2. 玻璃管的切割方法	207
3. 拉制滴管、弯曲玻璃管、拉毛 细管	208
4. 玻璃器皿刻记号	208
六、石英玻璃器皿与玛瑙仪器	208
1. 石英玻璃器皿	208
2. 玛瑙研钵	209
第二节 化学实验室使用的非玻璃器皿及 其他用品	209
一、塑料器皿	209
1. 聚乙烯和聚丙烯器皿	209
2. 氟塑料器皿	209
二、滤纸、滤膜与试纸	210
1. 滤纸	210
2. 滤膜	210
3. 试纸	211
三、金属器皿	212
1. 铂器皿	212
2. 其他金属(金、银、镍、铁等) 器皿	213
四、瓷器皿与刚玉器皿	213
1. 瓷器皿	213
2. 刚玉器皿	214
五、实验室常用的其他用品(灯、架、 夹、塞、管、刷、浴、筛等)	214
第三节 化学实验室常用的电器与设备	217
一、电热设备	217

1. 电炉	217	1. 太阳能电池	258
2. 电热板	218	2. 干电池	259
3. 电热套	218	3. 蓄电池	259
4. 高温炉	218	十五、标准电池、盐桥的制备、参考电极及其制备	261
5. 电热恒温箱	220	1. 标准电池的构造和使用	261
6. 远红外线干燥箱	221	2. 盐桥的制备	261
7. 电热真空干燥箱	221	3. 甘汞电极	262
8. 电热恒温水浴锅	221	4. 铂黑电极	263
9. 恒温槽	222	5. Ag-AgCl 电极	264
10. 电热蒸馏水器	224	第四节 天平	265
二、制冷设备	225	一、天平分类	265
1. 电冰箱	225	1. 按天平称量原理分类	265
2. 空气调节器	226	2. 按用途或称量范围分类	265
三、电动设备	227	3. 按天平的结构分类	265
1. 电动离心机	227	4. 按天平的相对精度分类	265
2. 电动搅拌器	227	二、电子天平	267
3. 电磁搅拌器	228	1. 原理和结构	267
4. 振荡器	228	2. 电子天平的特点	268
5. 超声波清洗机	228	3. 电子天平操作程序	268
四、交流稳压器	228	4. 电子天平的种类	269
五、直流电源	228	三、机械加码分析天平	269
1. 直流稳压电源	229	1. 等臂分析天平的构造原理	269
2. 蓄电池	229	2. 半机械加码电光天平的结构	269
六、万用电表	230	3. 天平的安装	270
1. 数字万用表	230	4. 使用方法	270
2. 表头显示万用表	232	5. 砝码	271
七、电烙铁、验电笔和熔断器	234	6. 全机械加码电光天平	271
1. 电烙铁	234	四、不等臂单盘天平	271
2. 验电笔	235	1. 称量原理	271
3. 熔断器	235	2. 特点	271
八、保护地线	235	3. 单盘天平的结构	272
九、显微镜	236	4. 单盘天平的安装	272
1. 显微镜的分类	236	5. 单盘天平的使用方法	273
2. 普通光学显微镜	239	五、扭力天平	273
3. 实体(体视)显微镜	242	1. 作用原理	273
4. 国内外生产光学显微镜的部分厂家	242	2. 型号及技术参数	273
十、压力与真空	243	六、架盘天平(台称)	273
1. 压力的表示方式和单位	243	七、天平的称量方法	274
2. 压力表的分类	243	1. 直接称量法	274
3. 液柱式压力计	243	2. 固定质量称样法	274
4. 弹性压力表	246	3. 减量(差减)称量法	274
5. 大气压计	249	八、使用天平的注意事项	275
6. 真空的获得与测量	250	1. 天平的选用原则	275
十一、气体的发生、净化、干燥与收集	256	2. 天平室的基本要求	275
1. 气体的发生	256	3. 机械天平的使用规则	275
2. 气体的净化和干燥	257	4. 电子天平的使用规则	276
3. 气体的收集	257	5. 天平的管理	276
十二、移液器与移液装置	257	第五节 电子计算器	276
十三、自动滴定装置	258	一、电子计算器的分类	276
十四、太阳能电池、干电池、蓄电池	258	二、计算器的结构	277

三、按键的标志和作用	278	软件	297
四、显示的符号及意义	280	3. 结构化学计算软件	297
五、使用 and 选择计算器的注意事项	280	4. 化学模拟软件	297
1. 使用注意事项	280	5. 化学数据库软件	297
2. 选购电子计算器时注意事项	281	6. 化学数据处理软件和实验设计软件	297
六、用电子计算器计算实例	282	7. 化学教学软件	298
七、电子计算器在化学实验中的应用		8. 化学化工设备仪器控制软件	298
实例	284	9. 化工计算机辅助设计绘图 CAD 软件	299
1. 指定浓度溶液的配制	284	10. 化学专家系统软件	299
2. 计算溶液的 pH 值	284	八、与化学有关的部分重要互联网网址	299
3. 计算缓冲溶液的 pH 值	285	1. 下列网站可得到新闻、经济、文体、购物、通信等有关生活中的大量信息	299
4. 计算溶液的离子活度	285	2. 搜索网站	299
5. 计算溶液离子电对电位	285	3. 化学学科信息门户(化学信息网)	299
6. 计算重量法分析结果	286	4. 图书、资料、文章、数据库、期刊等信息	299
7. 溶度积的计算	286	5. 全国有关化学方面的部分图书馆及网址	301
8. 统计计算	286	6. 中国化学会	302
第六节 计算机	287	7. 国外有关化学的部分网站	302
一、概况	287	8. 有关化学图书出版社的网站	303
二、实验室计算机的分类	287	9. 有关实验室仪器仪表等信息的一些网站	303
1. 专用计算机	287	10. 有关玻璃仪器、化学试剂等信息的网站	304
2. 通用计算机	288	11. 有关实验室设备方面的网站	304
三、微型计算机系统的组成	288	12. 有关国家标准物质的信息网站	304
1. 微型计算机系统的组成	288	13. 国内外标准及其信息的部分网址	304
2. 微处理器	289	九、计算机技术在实验仪器中的作用与应用实例	305
四、微型计算机主要性能指标	289	1. 计算机技术在实验仪器中的作用	305
1. 主频(时钟频率)	289	2. 计算机在气相色谱仪中的应用	306
2. 内部存储器容量	289	3. 计算机在光度计上的应用	307
3. 外部设备配置	290	4. 计算机在红外光谱中的应用	309
4. 硬件设备的兼容性和可扩充性	290	第七节 化学实验室用水	309
5. 软件配置	290	一、蒸馏法制备实验室用水	309
6. 微机系统的稳定性	290	二、离子交换法制备实验室用水	310
7. 性能价格比	290	1. 离子交换树脂及交换原理	310
五、计算机的网络技术	290	2. 离子交换装置	310
1. 网络及其分类	290	3. 离子交换树脂的预处理、装柱和再生	311
2. 有关计算机网络技术的一些名词概念	290	三、电渗析法制纯水	312
3. 计算机互联网络结构	292	四、超纯水的制备	312
4. 计算机互联网的功能	292	五、水的纯化流程简介	313
5. 计算机网络的使用方法	293		
六、计算机在化学上的应用	294		
1. 计算机网络在化学上的应用	294		
2. 计算机图形化技术在化学中的应用	294		
3. 计算机在化学计算上的应用	294		
4. 计算机在化学教学中的应用	295		
5. 计算机在化学实验室自动化方面的应用	295		
七、常见的化学软件	296		
1. 化学物质结构的图形化表述软件	296		
2. 分子和原子模型构筑和测量			

1. 高纯水制备的典型工艺流程	313	六、化学试剂的管理与安全存放条件	327
2. 活性炭	313	第九节 有机溶剂及表面活性剂	327
3. 离子交换法	313	一、常用有机溶剂的一般性质	327
4. 电渗析	313	二、有机溶剂间的互溶性	328
5. 反渗透	313	三、有机溶剂的毒性	329
6. 紫外线杀菌	314	1. 无毒溶剂	329
7. 各种工艺除去水中杂质能力的比较	314	2. 低毒溶剂	329
六、亚沸高纯水蒸馏器	314	3. 有毒溶剂	329
七、特殊要求的实验室用水的制备	314	四、有机溶剂的易燃性、爆炸性和腐蚀性	329
1. 无氯水	314	1. 溶剂着火的条件	329
2. 无氨水	314	2. 溶剂着火的爆炸性与使用易燃溶剂的注意事项	329
3. 无二氧化碳水	314	3. 有机溶剂的腐蚀性	330
4. 无砷水	315	五、有机溶剂的脱水干燥	330
5. 无铅(无重金属)水	315	1. 用干燥剂脱水	330
6. 无酚水	315	2. 分馏脱水	331
7. 不含有机物的蒸馏水	315	3. 共沸蒸馏脱水	331
八、实验用水的质量要求、贮存和使用	315	4. 蒸发干燥	331
1. 分析实验室用水规格	315	5. 用干燥的气体进行干燥	331
2. 分析实验室用水的容器与贮存	315	六、有机溶剂的纯化	331
3. 实验用水中残留的金属离子量	315	1. 脂肪烃的精制	331
九、实验用水的质量检验	316	2. 芳香烃的精制	331
1. pH 值检验	316	3. 卤代烃的精制	331
2. 电导率的测定	316	4. 醇的精制	331
3. 可氧化物质限量试验	317	5. 酚的精制	331
4. 吸光度的测定	317	6. 醚、缩醛的精制	332
5. 蒸发残渣的测定	318	7. 酮的精制	332
6. 可溶性硅的限量试验	318	8. 脂肪酸和酸酐的精制	332
第八节 化学试剂	318	9. 酯的精制	332
一、化学试剂的分级和规格	318	10. 含氮化合物的精制	332
二、化学试剂的包装及标志	319	11. 含硫化合物的精制	332
三、化学试剂的选用保管与使用注意事项	319	七、有机溶剂的回收	332
1. 化学试剂的选用	319	1. 异丙醚的回收	332
2. 使用注意事项	320	2. 乙酸乙酯的回收	333
3. 化学试剂的管理	320	3. 三氯甲烷(氯仿)的回收	333
四、常用化学试剂的一般性质	320	4. 四氯化碳的回收	333
五、化学试剂的纯化	324	5. 苯的回收	333
1. 盐酸的提纯	324	6. 测定铀后废磷酸三丁酯(TBP)-苯的回收	333
2. 硝酸的提纯	325	7. 废二甲苯的回收	333
3. 氢氟酸的提纯	325	8. 含有双十二烷基二硫化乙二酰胺(DDO)的石油醚-氯仿和异戊醇-氯仿的回收	333
4. 高氯酸的提纯	325	9. 含硝酸的甲醇的回收	333
5. 氨水的提纯	325	10. 萃取锆的苯、萃取铈的甲苯、萃取硒的苯、萃取碲的苯等的回收	333
6. 溴的提纯	326	八、有机溶剂的应用	333
7. 钼酸铵的提纯	326	第十节 化学实验室常用的干燥剂、吸收剂、制冷剂与胶黏剂	335
8. 氯化钠的提纯	326		
9. 氯化钾的提纯	326		
10. 碳酸钠的提纯	326		
11. 硫酸钾的提纯	327		
12. 重铬酸钾的提纯	327		
13. 五水硫代硫酸钠的提纯	327		

一、干燥剂	335	八、X射线的安全防护	367
1. 干燥剂的通性	336	第十三节 化学实验室的管理	367
2. 气体干燥用的干燥剂	337	一、实验室的分类与对用房的要求	367
3. 有机化合物干燥用的干燥剂	337	1. 实验室的分类与职责	367
4. 分子筛干燥剂	337	2. 实验室对用房的要求	367
5. 容量法常用基准物质的干燥	338	二、一个好的实验室应具备的条件	368
6. 常用化合物的干燥	338	1. 组织管理与质量管理的9项制度	368
二、气体吸收剂	340	2. 对仪器设备的要求	368
三、制冷剂	340	3. 对实验室环境的要求	368
四、胶黏剂	343	4. 对测试方法的要求	368
1. 有机类胶黏剂	343	5. 对原始记录的要求	369
2. 无机类胶黏剂	343	6. 对实验报告的要求	374
第十一节 掩蔽剂与解蔽剂	344	三、实验室药品与试剂的管理	374
一、阳离子掩蔽剂	344	四、玻璃仪器的管理	375
二、阴离子和中性分子掩蔽剂	346	五、常用低值易耗品与常用仪器的管理	375
三、解蔽剂	347	六、精密、贵重仪器的管理	375
四、络合滴定中的掩蔽剂	347	七、发挥计算机在实验室管理中的作用	377
五、分析化学中常用的表面活性剂	352	八、化学实验室人员安全守则	380
第十二节 化学实验室的安全与管理	354	九、实验室的环境卫生	380
一、实验室防火、防爆与灭火常识	354	十、与实验室设备器材等有关的一些重要的网站	380
1. 防火常识	354	1. 有关实验室仪器仪表等信息的一些网站	380
2. 防爆常识	355	2. 有关玻璃仪器、化学试剂等信息的网站	381
3. 灭火常识	356	3. 有关实验室设备方面的网站	382
4. 实验室防火安全的注意事项	356	第十四节 化学实验室基础操作技术	382
5. 爆炸性物质安全使用基本规则	356	一、滴定分析的基本操作	382
6. 实验室易燃气体安全使用规则	357	1. 滴定管的洗涤、涂油脂、检漏、装液与操作	382
二、化学毒物的中毒和救治方法	357	2. 容量瓶的准备与操作	385
1. 化学毒物的分级	357	3. 移液管(吸液管)的分类、洗涤和操作	386
2. 常见毒物的中毒症状和急救方法	358	4. 使用玻璃量器时应注意的几个问题	387
3. 实验室一般急救规则	359	5. 容量器皿的校准	390
4. 实验室毒物品及化学药剂的安全使用规则	360	二、重(质)量分析的基本操作	392
三、预防化学烧伤与玻璃割伤	360	1. 样品的溶解	392
1. 预防化学烧伤与玻璃割伤的注意事项	360	2. 试样的沉淀	393
2. 化学烧伤的急救和治疗	360	3. 过滤和洗涤技术	393
四、有害化学物质的处理	360	4. 沉淀的烘干和沉淀的灼烧	396
1. 化学实验室的废气	361	第三章 计量单位、标准方法与标准物质	398
2. 化学实验室的废水	362	第一节 计量单位	398
3. 化学实验室的废渣	363	一、国际单位制	398
4. 汞中毒的预防	363	1. 国际单位制(SI)的基本单位	398
五、高压气瓶的安全	363	2. 国际单位制(SI)的辅助单位	398
1. 气瓶与减压阀	363	3. 国际单位制(SI)导出的具有专门名称的单位	399
2. 气瓶内装气体的分类	363		
3. 高压气瓶的颜色和标志	364		
4. 几种压缩可燃气和助燃气的性质及安全处理	364		
5. 气瓶安全使用常识	365		
六、安全用电的注意事项	365		
七、放射性物质安全防护的基本规则	366		

4. 国际单位制 (SI) 的词头	399	5. 能源类 (石油、核技术) 国家 标准	438
5. 与国际单位制 (SI) 并用的单位	399	6. 化工类国家标准	443
6. 暂时与国际单位制 (SI) 并用的 单位	400	7. 冶金类国家标准	460
二、中华人民共和国法定计量单位	400	8. 食品类国家标准	484
三、法定计量单位与非法定计量单位间的 换算	400	9. 环境保护类国家标准	496
1. 长度单位	400	10. 其他类国家标准	501
2. 面积单位	400	三、国内外标准及其信息的查询网址 与地址	512
3. 体积与容积单位	401	第四节 标准物质	513
4. 质量单位	401	一、标准物质的基本特征	513
5. 压力单位	401	二、标准物质的分类与分级	515
6. 质量流量单位	402	1. 标准物质的分类	515
7. 体积流量单位	402	2. 标准物质的分级	515
8. 功、能、热量单位	403	三、标准物质的作用与主要用途	516
9. 功率单位	403	1. 标准物质的作用与主要用途	516
10. 热导率单位	403	2. 标准物质的使用注意事项	516
11. 传热系数单位	404	四、标准样品与工作标准物质	517
12. 温度单位	404	1. 标准样品	517
13. 比热容单位	404	2. 工作标准物质	517
14. 磁场强度单位	404	第五节 我国现用的部分标准物质	517
15. 磁通量密度单位	404	一、国家一级标准物质 (GBW)	517
16. 电磁量单位	404	1. 铁与钢的标准物质	517
17. 光学单位	404	2. 非铁合金标准物质	518
18. 放射性同位素的量度单位	404	3. 高纯金属标准物质	519
四、化学实验中常用的物理量及其单位	405	4. 金属中气体标准物质	519
第二节 标准化与标准	406	5. 气体标准物质	519
一、标准化	406	6. 岩石、土壤标准物质	519
二、标准及其级别	407	7. 煤、煤飞灰、焦炭的标准物质	520
1. 国际标准	407	8. 化工产品标准物质	521
2. 区域标准	408	9. 生物物质的标准物质	521
3. 国家标准	408	10. 水中金属离子及水质浊度标准 物质	521
4. 行业标准	409	11. pH 值标准物质	521
5. 地方标准	409	12. 燃烧热等物理特性与物理化学特 性测量标准物质	521
6. 企业标准	410	13. 标准白板和色板、渗透管的标准 物质	522
三、标准分类	410	14. 电子探针标准物质	522
1. 基础标准	410	二、国家二级标准物质 [GBW(E)]	523
2. 产品标准	410	1. 铁与钢国家二级标准物质	523
3. 方法标准	410	2. 非铁合金国家二级标准物质	523
4. 安全、卫生和环境保护标准	410	3. 气体国家二级标准物质	523
四、产品质量分级	411	4. 化工产品国家二级标准物质	524
第三节 标准方法(国标)与我国已颁布的 部分有关化学的标准	411	5. 岩石、土壤国家二级标准物质	525
一、标准方法	411	6. 渗透管国家二级标准物质	525
二、我国已颁布的部分有关化学的标准 方法	412	7. 水成分及化学耗氧量国家二级标 准物质	526
1. 综合类国家标准	412	8. 生物物质国家二级标准物质	528
2. 农业、林业类国家标准	414	9. 煤物理性质和化学成分国家二级 标准物质	528
3. 医药、卫生、劳动保护类国家 标准	421		
4. 矿业类国家标准	426		

10. 工程技术特性测量国家二级标准物质	529	9. 质量分数 w_B 表示的浓度的稀释计算	552
11. 物理特性与物理化学特性测量国家二级标准物质	529	10. 物质质量浓度 c_B 与质量分数 w_B 之间的换算	553
三、实物国家标准 (GSB)	535	11. 浓度之间的计算公式	553
1. 元素溶液实物国家标准	535	第三节 常用溶液的配制	554
2. 环境实物国家标准	536	一、常用酸、碱的一般性质	554
3. 钢铁实物国家标准	537	二、常用酸溶液的配制	555
四、其他实物标准物质 (标样)	537	三、常用碱溶液的配制	555
1. 无机标准溶液	537	四、常用盐溶液的配制	555
2. 有机标准溶液	537	五、常用试剂饱和溶液的配制	557
3. 固体实物标准样品	538	六、某些特殊试剂溶液的配制	558
4. 大气监测液体标准样品	538	七、指示剂溶液的配制	558
5. 有机纯气体	538	1. 酸碱指示剂的配制	558
6. 无机纯气体	538	2. 氧化还原指示剂的配制	561
7. 发射光谱实物标准样品	539	3. 金属离子指示剂的配制	561
五、有关国家标准物质的信息途径	539	4. 吸附指示剂的配制	562
第四章 溶液及其配制	542	八、缓冲溶液的配制	562
第一节 溶液配制时常用的计量单位	542	1. 普通缓冲溶液的配制	563
一、质量	542	2. 伯瑞坦-罗比森缓冲溶液的配制	563
二、元素的相对原子质量	542	3. 克拉克-鲁布斯缓冲溶液的配制	563
三、物质的相对分子质量	542	4. 乙酸-乙酸钠缓冲溶液的配制	563
四、体积	542	5. 氨-氯化铵缓冲溶液的配制	563
五、密度	542	第四节 化学实验室常用标准溶液及其配制	564
六、物质的量	542	一、pH 标准溶液的配制	564
七、摩尔质量	543	1. 标准缓冲溶液 (pH 标准溶液) 的配制	564
1. 摩尔质量的计算	543	2. pH 标准缓冲溶液的配制	565
2. 摩尔质量、质量与物质的量之间的关系	543	二、元素与常见离子标准溶液的配制	566
八、实验室常见的新旧计量单位的对照	544	三、滴定 (容量) 分析中常用的基准试剂 (物质) 与干燥条件	573
第二节 溶液浓度的表示方法及其计算	545	四、滴定分析中标准溶液的配制与标定	573
一、溶液浓度的表示方法	545	1. 氢氧化钠标准溶液的配制与标定	574
1. 物质的量浓度	546	2. 盐酸标准溶液的配制与标定	575
2. 质量浓度	546	3. 硫酸标准溶液的配制与标定	576
3. 物质 B 的质量分数	547	4. 碳酸钠标准溶液的配制与标定	577
4. 物质 B 的体积分数	547	5. 重铬酸钾标准溶液配制与标定	577
5. 质量摩尔浓度	547	6. 硫代硫酸钠标准溶液的配制与标定	577
6. 滴定度	547	7. 溴标准溶液的配制与标定	578
7. 以 V_1+V_2 形式表示浓度	548	8. 溴酸钾标准溶液的配制与标定	578
二、溶液浓度的计算	548	9. 碘标准溶液的配制与标定	579
1. 量间关系式	548	10. 碘酸钾标准溶液的配制与标定	580
2. n_B 量内换算	549	11. 草酸标准溶液的配制与标定	580
3. M_B 的量内换算	550	12. 高锰酸钾标准溶液的配制与标定	580
4. c_B 的量内换算	550	13. 硫酸亚铁铵标准溶液的配制与标定	581
5. 物质 B 的浓度 c_B 的稀释计算	551	14. 硫酸铈 (或硫酸铈铵) 标准溶液的配制与标定	581
6. 物质 B 的质量浓度 ρ_B 的稀释计算	551	15. 乙二胺四乙酸二钠 (EDTA) 标准	
7. c_B 与 ρ_B 之间的换算	551		
8. 质量分数 w 与质量摩尔浓度 b 之间的换算	552		

溶液的配制与标定	582
16. 氯化锌标准溶液的配制与标定	583
17. 氯化镁(或硫酸镁)标准溶液的 配制与标定	583
18. 硝酸铅标准溶液的配制与标定	583
19. 氯化钠标准溶液的配制与标定	584
20. 硫氰酸钠(或硫氰酸钾)标准溶液 的配制与标定	584
21. 硝酸银标准溶液的配制与标定	585
22. 亚硝酸钠标准溶液的配制与标定	585
23. 高氯酸标准溶液的配制与标定	586
第五章 误差、有效数字与数据处理	587
第一节 误差	587
一、误差产生的原因	587
1. 系统误差	587
2. 偶然误差	587
二、误差的表示方法	588
1. 准确度	588
2. 精密度的	588
3. 公差	590
4. 准确度与精密度的关系	591
第二节 有效数字	591
一、有效数字的使用	591
二、有效数字的修约	592
三、有效数字计算法则	592
四、实验工作中正确运用有效数字	593
五、数据的表达	594
1. 列表法	594
2. 作图法	594
3. 方程式法	595
第三节 数据处理	596
一、原始数据与实验结果的判断	596
1. 原始数据的有效数字位数须 与测量仪器的精度一致	596
2. 原始数据必须进行系统误差的 校正	596
3. 测量结果的判断	596
4. 4d 法	597
5. Q 检验法	597
二、测量结果的报告	597
1. 例行测量	597
2. 多次测量结果	598
3. 平均值的置信区间	598
三、实验方法可靠性的检验	599
1. <i>t</i> 检验法	599
2. <i>F</i> 检验法	599
四、工作曲线的一元回归方程——最小 二乘法	601
五、提高测量结果准确度的方法	602

第六章 物理与化学常数(数据)及 物质的测定方法	603
第一节 物理常数(数据)的测定方法	603
一、温度测定	603
1. 温标	603
2. 水银温度计与校正	603
3. 贝克曼温度计	605
4. 热电偶温度计	606
5. 高温辐射温度计	607
6. 热敏电阻温度计	607
二、熔点与结晶点的测定	608
(一) 测定熔点的原理与仪器	608
1. 测定熔点的原理	608
2. 测定步骤	609
3. 注意事项	609
4. 显微熔点测定仪	610
(二) 结晶点(凝定点)测定	610
1. 原理与仪器	610
2. 测定步骤	610
三、沸点与沸程测定	611
(一) 沸点的测定	611
1. 原理	611
2. 毛细管法测定沸点	611
3. 沸点的校正	611
(二) 沸(馏)程的测定	611
1. 原理与仪器	611
2. 测定步骤	612
四、密度测定	612
1. 密度瓶法	612
2. 密度计法	613
3. 韦氏天平法	613
4. 密度管法	615
5. 固体密度的测定	615
6. 梅耶法测蒸气密度和相对分子 质量	616
7. 气体密度法测定二氧化碳分子量	617
五、折射率的测定	618
1. 原理与阿贝折射仪的构造	618
2. 测定步骤	619
3. 注意事项	620
4. 摩尔折射度(率)的测定	620
六、旋光度测定	620
1. 旋光物质与旋光度	620
2. 圆盘旋光仪	621
3. 自动指示旋光仪	622
4. 以上两种旋光仪性能的比较	624
5. 旋光法的应用	624
七、黏度测定	625
(一) 毛细管黏度计法	625
1. 原理	625

2. 仪器	625	3. 实验步骤	646
3. 测定步骤	625	第二节 热力学常数(数据)的测定	646
(二) 改良式乌氏黏度计测定高聚物的平均相对分子质量	626	一、燃烧热的测定——氧弹式量热计	646
1. 原理	626	1. 原理	646
2. 仪器	627	2. 仪器与试剂	647
3. 测定步骤	627	3. 测定步骤	647
4. 结果计算	628	4. 数据处理	648
(三) 恩格勒氏黏度计法测定条件黏度	628	5. 注意事项	649
1. 仪器	628	6. 氧气的正确使用操作规程	649
2. 测定步骤	628	二、双液体系沸点-成分图——回流冷凝法	650
3. 结果计算	628	1. 原理	650
(四) 有机化合物的黏度	628	2. 仪器	651
八、闪点与燃点的测定	634	3. 操作步骤	651
(一) 用开口杯测定闪点和燃点(开口杯法)	634	4. 数据处理	651
1. 仪器	634	5. 注意事项	651
2. 材料	634	三、三组分体系等温相图的绘制	651
3. 测定步骤	634	(一) 苯-乙酸-水体系互溶度相图的绘制	651
4. 结果表示	635	1. 原理	651
(二) 用闭口杯仪器测定闪点(闭口杯法)	635	2. 仪器与试剂	652
1. 仪器	635	3. 实验步骤	652
2. 测定步骤	635	4. 数据处理	653
3. 大气压力对闪点影响的修正	637	5. 注意事项	654
4. 结果表示	637	(二) 氯化钾-盐酸-水体系溶解度相图的绘制	654
九、表面张力测定	637	1. 原理	654
(一) 毛细管升高法	637	2. 仪器与试剂	654
1. 原理	637	3. 实验步骤	654
2. 仪器	638	4. 数据处理	654
3. 测定步骤	638	四、步冷曲线法绘制二组分合金体系相图	655
(二) 滴重(液滴)法	638	1. 原理	655
1. 原理	638	2. 仪器与试剂	656
2. 仪器	639	3. 操作步骤	656
3. 测定步骤	639	4. 结果处理	656
(三) 最大气泡压力法	639	5. 注意事项	656
1. 原理	639	五、酸碱滴定法测定活性炭对乙酸的吸附作用推算活性炭的比表面	656
2. 仪器与药品	643	1. 原理	656
3. 实验步骤	644	2. 仪器与试剂	657
4. 数据处理	644	3. 实验步骤	657
5. 注意事项	644	4. 数据处理	657
(四) 用环法界面张力测定仪的最大气泡法测定乙醇溶液的表面张力	644	六、采用 BET 重量法测定固体硅胶的比表面	658
1. 原理	645	1. 原理	658
2. 仪器	645	2. 仪器与试剂	659
3. 实验步骤	645	3. 实验步骤	659
(五) 用最大气泡法测定表面活性剂临界胶束浓度	645	4. 数据处理	659
1. 原理	645	七、表面张力的测定	660
2. 表面张力法测定临界胶束浓度	646	八、测定硝酸钾在不同浓度水溶液中的溶	

解热	660	5. 数据处理	677
1. 原理	660	十九、黏度法测定高分子化合物(聚乙	
2. 仪器与试剂	662	烯醇)的分子量	677
3. 实验步骤	662	二十、高聚物分子量的测定	677
4. 注意事项	662	二十一、合成氨反应平衡常数的测定	677
5. 数据处理	663	1. 原理	677
九、液体饱和蒸气压的测定并求其平均摩		2. 仪器与试剂	678
尔汽化热	663	3. 实验步骤	678
1. 原理	663	二十二、电极电势法测定平衡常数	679
2. 仪器与试剂	664	二十三、电导法测定弱电解质(HAc)	
3. 测定步骤	664	的电离平衡常数	679
4. 数据处理	665	二十四、电极电势法测定电池内化学反	
十、测定正丁醇分子的偶极矩	665	应的 ΔG 、 ΔH 、 ΔS 和计算该	
1. 原理	665	反应的平衡常数	679
2. 仪器与试剂	667	二十五、电导法测定难溶盐的溶解度	679
3. 实验步骤	667	二十六、电极电势法测定难溶盐的溶度积	
4. 数据处理	668	和溶解度	679
十一、采用古埃磁天平测定物质的磁		二十七、分光光度法测定难溶盐的溶	
化率	668	解度	679
1. 原理	668	二十八、分光光度法测定弱电解质(甲	
2. 实验方法	669	基红)的电离常数	679
3. 仪器与试剂	670	二十九、电极电势法测定活度和活度	
4. 实验步骤	670	系数	679
5. 数据记录与处理	670	1. 原理	679
十二、电解法测定阿伏加德罗常数	671	2. 仪器与试剂	680
1. 原理	671	3. 准备工作	680
2. 实验步骤	671	4. 实验步骤	680
3. 数据记录及结果处理	671	5. 数据记录和处理	680
十三、最大气泡法测定表面活性剂临界		三十、电动势法和温度的关系测定反应	
胶束浓度	672	的热力学函数 ΔH 和 ΔS	681
十四、电导法测定水溶液表面活性剂的		三十一、分光光度法测定络合物离子组	
临界胶束浓度	672	成与平衡常数	681
1. 原理	672	三十二、极谱法测定络合物的配位数和	
2. 仪器与试剂	673	化合式	681
3. 实验步骤	673	第三节 动力学常数的测定方法	681
4. 数据处理	673	一、测定过氧化氢分解反应的速率常数	
十五、梅耶法测定物质的蒸气密度和相		和半衰期	681
对分子量	673	1. 原理	681
十六、凝固点降低法测定萘的分子量	674	2. 仪器与试剂	682
1. 原理	674	3. 实验步骤	682
2. 仪器与试剂	675	4. 注意事项	683
3. 实验步骤	675	5. 数据处理	683
4. 数据处理	675	二、旋光法测定蔗糖转化反应的速率	
5. 注意事项	676	常数、反应级数和半衰期	683
十七、气体密度法测定二氧化碳分子量	676	1. 原理	683
十八、测定溶液的密度, 求算其偏摩尔		2. 仪器与试剂	684
体积	676	3. 实验步骤	684
1. 原理	676	4. 注意事项	685
2. 仪器与试剂	676	5. 数据处理	685
3. 实验步骤	676	三、电导法测定乙酸乙酯皂化反应级数、	
4. 注意事项	677	速率常数和活化能	685

1. 原理	685	1. 仪器	705
2. 仪器与试剂	686	2. 材料	705
3. 实验步骤	686	3. 测定步骤	705
4. 注意事项	687	4. 精密度 (95%置信水平)	706
5. 数据处理	687	(三) 高聚物熔融指数的测定	706
四、热分解法测定环戊烯分解反应级数、 速率常数和活化能	687	1. 原理	706
1. 原理	687	2. 仪器与试剂	706
2. 仪器与试剂	688	3. 实验步骤	707
3. 实验步骤	688	4. 注意事项	707
4. 数据处理	689	(四) 热分解温度的测定	707
五、测定过二硫酸铵氧化碘化钾的反应 速率	689	四、结晶态聚合物熔点的测定	707
1. 原理	689	(一) 差热分析法	707
2. 实验步骤	689	(二) 热重分析法	707
六、分光光度法测定丙酮碘化反应级数、 速率常数和活化能	691	第五节 热分析法	707
1. 原理	691	一、差热分析法	707
2. 仪器与试剂	692	1. 原理	708
3. 实验步骤	692	2. 仪器与试剂	711
4. 注意事项	693	3. 实验步骤	711
5. 数据处理	693	二、热重分析法	711
第四节 高聚物的鉴定	693	1. 原理	712
一、高聚物分子量的测定	693	2. 试剂与仪器	713
(一) 端基分析法	693	3. 实验步骤	714
1. 原理	693	4. 注意事项	714
2. 试剂与仪器	694	第六节 电化学测定法与胶体溶液	714
3. 实验步骤	694	一、pH 值测量	714
4. 数据处理	694	1. pH 的定义	714
(二) 膜渗透法测定聚合物分子量和 Huggins 参数	695	2. pH 值的测量方式与 pH 计的 组成	714
1. 原理	695	3. 甘汞电极的构造和性能	714
2. 仪器与试剂	696	4. 玻璃电极的构造和性能	715
3. 实验步骤	696	5. 测量 pH 值的仪器	717
4. 数据处理	697	6. pH 值的测量操作	717
(三) 蒸气压渗透法测定分子量	698	7. pH 测量的注意事项	718
1. 原理	698	8. 电极电势与 pH 曲线的测量	719
2. 试剂与仪器	699	9. pH 计测量弱酸 HAc 的电离度 和电离常数	721
3. 实验步骤	699	二、pX 值测量——离子选择性电极与 离子计	722
4. 数据处理	699	1. 氟离子选择性电极测水中氟的 原理	722
5. 注意事项	700	2. 仪器与试剂	722
二、高聚物分子量分布的测定	700	3. 实验步骤	722
1. 原理	700	4. 数据处理	723
2. 仪器与试剂	702	5. 注意事项	723
3. 实验步骤	702	三、电位滴定法	723
4. 数据记录及处理	702	1. 原理	723
三、高聚物几个特征温度的测定	702	2. 电位滴定法的仪器装置	724
(一) 玻璃化温度测定	702	四、库仑滴定法——恒电流库仑滴定法 测定砷	725
1. 膨胀计法	703	1. 原理	725
2. 热机械分析法	703	2. 仪器装置	725
(二) 软化点测定	705		