



高等学校基础化学实验系列教材

CHEMISTRY

# 物理化学实验

PHYSICAL CHEMISTRY EXPERIMENT

主编 谢修银



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

# 物理化学实验

谢修银 主 编

武汉大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

物理化学实验/谢修银主编. —武汉: 武汉大学出版社, 2010. 2  
高等学校基础化学实验系列教材  
ISBN 978-7-307-07576-4

I. 物… II. 谢… III. 物理化学—化学实验—高等学校—教材  
IV. O64-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 006726 号

责任编辑: 谢文涛      责任校对: 刘欣      版式设计: 马佳

---

出版发行: 武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)  
(电子邮件: [chs22@whu.edu.cn](mailto:chs22@whu.edu.cn) 网址: [www.wdp.com.cn](http://www.wdp.com.cn))

印刷: 荆州市天园印刷公司

开本: 880 × 1230 1/32      印张: 10      字数: 277 千字      插页: 1

版次: 2010 年 2 月第 1 版      2010 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-07576-4/O · 418      定价: 15.00 元

---

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。

# 前 言

本教材是为适应物理化学实验教学仪器的“一体化”、“数字化”等发展特点和“湖北省基础化学实验教学示范中心”的建设要求,适应对学生实施“重基础、宽口径”的大类培养教学模式的改革和“三层一线”的实验教学体系建设的需要,在长江大学编写的《物理化学实验讲义》的基础上,结合长江大学部分教师的科研成果编写而成的。

本教材精心挑选了比较典型的基础物理化学实验共 23 个,其中包括第 3 章化学热力学实验 8 个,由余训爽编写;第 4 章化学动力学实验 5 个,由张业中编写;第 5 章电化学实验 4 个,由艾俊哲编写;第 6 章表面和胶体化学实验 5 个,由赖璐编写;第 7 章结构化学实验 2 个,由谢修银编写。结合教师科研编写了第 8 章综合与提高实验 8 个,由谢修银(8.1、8.7、8.8)、张业中(8.2)、艾俊哲(8.3、8.4)和舒福昌(8.5、8.6)共同编写。第 1 章绪论、第 2 章物理化学实验的基础知识及附录由谢修银编写,由谢修银完成统稿和定稿。

为方便学生预习和实验操作,本教材将各实验所需的主要仪器及操作均以独立的篇幅编写在各实验项目的后面。各专业学生可根据本专业人才培养计划的要求选做若干数量的基础物理化学实验项目,根据个人兴趣和大学生创新科研项目的需要选做综合与提高实验项目。

限于编者的水平,编写时间仓促,书中难免会存在错漏和不妥之处,敬请使用本书的读者批评指正。

编者

2009 年 3 月

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 物理化学实验的性质、任务和目的.....	1
1.1.1 物理化学实验的性质 .....	1
1.1.2 物理化学实验任务和目的 .....	2
1.2 物理化学实验的基本要求和教学方法 .....	2
1.2.1 物理化学实验的基本要求 .....	2
1.2.2 物理化学实验的教学方法 .....	3
1.3 物理化学实验教学的基本内容 .....	4
<b>第 2 章 物理化学实验的基础知识</b> .....	5
2.1 物理化学实验的基本规则 .....	5
2.1.1 物理化学实验规则 .....	5
2.1.2 物理化学实验安全规则 .....	6
2.1.3 物理化学实验室学生守则 .....	7
2.2 物理化学实验的基本程序 .....	8
2.2.1 实验预习 .....	8
2.2.2 实验操作及实验记录 .....	8
2.2.3 实验结果及实验数据处理 .....	9
2.2.4 实验小结.....	14
2.2.5 实验报告.....	14
2.3 物理化学实验中的误差及数据的表达.....	15
2.3.1 误差的分类.....	15

---

2.3.2	偶然误差的表达	16
2.3.3	间接测量结果的误差计算	21
2.3.4	有效数字	25
2.4	物理化学实验的基本技术	27
2.4.1	温度的测量技术	27
2.4.2	恒温环境的控制技术	55
2.4.3	热效应的测量技术	74
2.4.4	压力的测量技术	80
	习题	111
<b>第3章</b>	<b>化学热力学实验</b>	<b>113</b>
3.1	恒温水槽的装配及性能测试	113
3.1.1	实验目的	113
3.1.2	实验原理	113
3.1.3	仪器与试剂	116
3.1.4	实验步骤	116
3.1.5	实验注意事项	117
3.1.6	数据记录与处理	117
3.1.7	思考题	117
3.2	液体饱和蒸气压的测定	121
3.2.1	实验目的	121
3.2.2	实验原理	121
3.2.3	仪器与试剂	123
3.2.4	实验步骤	123
3.2.5	数据记录与处理	124
3.2.6	实验注意事项	125
3.2.7	思考题	125
3.3	燃烧热的测定	125
3.3.1	实验目的	125
3.3.2	实验原理	125

---

3.3.3	仪器与试剂 .....	128
3.3.4	实验步骤 .....	128
3.3.5	实验注意事项 .....	129
3.3.6	数据记录与处理 .....	129
3.3.7	思考题 .....	130
3.4	溶解热的测定 .....	130
3.4.1	实验目的 .....	130
3.4.2	基本原理 .....	130
3.4.3	仪器与试剂 .....	132
3.4.4	操作步骤 .....	132
3.4.5	数据记录与处理 .....	133
3.4.6	实验注意事项 .....	134
3.4.7	思考题 .....	134
3.5	凝固点降低法测相对分子量 .....	134
3.5.1	实验目的 .....	134
3.5.2	实验原理 .....	135
3.5.3	仪器与试剂 .....	136
3.5.4	实验步骤 .....	136
3.5.5	数据记录与处理 .....	138
3.5.6	实验注意事项 .....	138
3.5.7	思考题 .....	138
3.6	双液系气液平衡相图 .....	138
3.6.1	实验目的 .....	138
3.6.2	实验原理 .....	139
3.6.3	仪器与试剂 .....	140
3.6.4	实验步骤 .....	140
3.6.5	数据记录与处理 .....	141
3.6.6	实验注意事项 .....	142
3.6.7	思考题 .....	142
3.7	二组分简单共熔体系相图的绘制 .....	143
3.7.1	实验目的 .....	143

---

3.7.2	实验原理 .....	143
3.7.3	仪器与试剂 .....	143
3.7.4	实验步骤 .....	144
3.7.5	数据记录与处理 .....	145
3.7.6	实验注意事项 .....	146
3.7.7	思考题 .....	146
3.8	三液系相图的绘制 .....	146
3.8.1	实验目的 .....	146
3.8.2	实验原理 .....	146
3.8.3	仪器与试剂 .....	148
3.8.4	实验步骤 .....	149
3.8.5	数据记录与处理 .....	150
3.8.6	实验注意事项 .....	151
3.8.7	讨论 .....	151
3.8.8	思考题 .....	153
<b>第4章</b>	<b>化学动力学实验</b> .....	<b>154</b>
4.1	过氧化氢分解反应速率常数的测定 .....	154
4.1.1	实验目的及要求 .....	154
4.1.2	实验原理 .....	154
4.1.3	仪器与试剂 .....	155
4.1.4	实验步骤 .....	155
4.1.5	数据记录与处理 .....	157
4.1.6	注意事项 .....	157
4.1.7	思考题 .....	157
4.2	蔗糖水解反应速率常数的测定 .....	158
4.2.1	实验目的及要求 .....	158
4.2.2	基本原理 .....	158
4.2.3	仪器与试剂 .....	160
4.2.4	实验步骤 .....	160
4.2.5	数据记录与处理 .....	161

---

4.2.6	注意事项	162
4.2.7	思考题	163
4.3	乙酸乙酯皂化反应速率常数的测定	164
4.3.1	实验目的及要求	164
4.3.2	实验原理	164
4.3.3	仪器与试剂	166
4.3.4	实验步骤	166
4.3.5	数据处理	166
4.3.6	注意事项	167
4.3.7	思考题	168
4.4	丙酮碘化反应速率常数的测定	169
4.4.1	实验目的及要求	169
4.4.2	实验原理	169
4.4.3	仪器与试剂	171
4.4.4	实验步骤	171
4.4.5	数据处理	171
4.4.6	注意事项	172
4.4.7	思考题	172
4.5	联机测定 BZ 化学振荡反应	173
4.5.1	实验目的及要求	173
4.5.2	实验原理	173
4.5.3	仪器与试剂	175
4.5.4	实验步骤	175
4.5.5	数据处理	176
4.5.6	注意事项	177
4.5.7	思考题	177
<b>第 5 章</b>	<b>电化学实验</b>	<b>180</b>
5.1	离子迁移数的测定——界面移动法	180
5.1.1	目的要求	180
5.1.2	基本原理	180

---

5.1.3	仪器与试剂	183
5.1.4	实验步骤	183
5.1.5	数据处理	184
5.1.6	注意事项	184
5.1.7	思考题	184
5.2	电解质溶液电导的测定及应用	185
5.2.1	实验目的	185
5.2.2	基本原理	185
5.2.3	仪器与试剂	186
5.2.4	操作步骤	186
5.2.5	结果与讨论	189
5.2.6	注意事项	189
5.2.7	思考题	189
5.3	电动势测定与应用	190
5.3.1	实验目的	190
5.3.2	实验原理	190
5.3.3	仪器与试剂	193
5.3.4	实验步骤	193
5.3.5	电池电动势理论值的计算	197
5.3.6	思考题	198
5.4	极化曲线的测定	199
5.4.1	实验目的	199
5.4.2	实验原理	200
5.4.3	仪器与试剂	202
5.4.4	实验步骤	202
5.4.5	实验数据记录	204
5.4.6	实验数据处理	204
<b>第 6 章</b>	<b>表面及胶体化学实验</b>	<b>205</b>
6.1	固体自溶液中的吸附——活性炭对醋酸的吸附	205

---

6.1.1	实验目的	205
6.1.2	实验原理	205
6.1.3	仪器与试剂	207
6.1.4	实验步骤	207
6.1.5	数据记录与处理	208
6.1.6	注意事项	209
6.1.7	思考题	209
6.2	固体自溶液中的吸附——活性炭对甲基紫的吸附	209
6.2.1	实验目的	209
6.2.2	实验原理	209
6.2.3	仪器与试剂	210
6.2.4	实验步骤	210
6.2.5	数据记录处理	211
6.2.6	注意事项	212
6.2.7	思考题	212
6.3	溶液表面的吸附——最大气泡压力法测溶液 表面张力	213
6.3.1	实验目的	213
6.3.2	实验原理	213
6.3.3	仪器与试剂	216
6.3.4	实验步骤	217
6.3.5	数据记录与处理	218
6.3.6	注意事项	219
6.3.7	思考题	219
6.4	溶胶的制备与性质	220
6.4.1	实验目的	220
6.4.2	实验原理	220
6.4.3	仪器和试剂	223
6.4.4	实验步骤	224
6.4.5	数据记录与处理	225

---

6.4.6	注意事项	226
6.4.7	思考题	226
6.5	黏度法测定高聚物的相对分子质量	227
6.5.1	实验目的	227
6.5.2	实验原理	227
6.5.3	仪器与试剂	230
6.5.4	实验步骤	231
6.5.5	数据处理	232
6.5.6	注意事项	233
6.5.7	思考题	234
<b>第7章</b>	<b>结构化学实验</b>	<b>236</b>
7.1	磁化率的测定	236
7.1.1	实验目的	236
7.1.2	实验原理	236
7.1.3	仪器与试剂	239
7.1.4	实验步骤	239
7.1.5	实验注意事项	240
7.1.6	数据记录与处理	240
7.1.7	思考题	241
7.1.8	讨论	241
7.2	偶极矩的测定	245
7.2.1	实验目的	245
7.2.2	实验原理	246
7.2.3	仪器与试剂	249
7.2.4	实验步骤	249
7.2.5	实验注意事项	250
7.2.6	数据处理	250
7.2.7	思考题	250
7.2.8	讨论	250

---

第 8 章 综合与提高实验	255
8.1 无机配位化合物的制备与差热分析研究	255
8.1.1 实验目的	255
8.1.2 实验原理	255
8.1.3 仪器与试剂	258
8.1.4 实验步骤	258
8.1.5 记录与数据处理	260
8.1.6 讨论与思考	260
8.2 有机小分子与生物大分子相互作用的热力学特征研究	261
8.2.1 实验目的	261
8.2.2 实验原理	262
8.2.3 仪器与试剂	263
8.2.4 实验步骤	263
8.2.5 预期目的	263
8.2.6 思考题	263
8.2.7 LS55 型荧光分光光度计仪器的简要使用方法	264
8.3 金属腐蚀行为的电化学测量	264
8.3.1 目的要求	264
8.3.2 实验原理	264
8.3.3 仪器与试剂	270
8.3.4 实验装置	270
8.3.5 实验步骤	270
8.3.6 数据处理	271
8.3.7 思考题	272
8.4 极化曲线法评选高温酸化缓蚀剂	272
8.4.1 实验目的	272
8.4.2 实验原理	272
8.4.3 仪器与试剂	274

---

8.4.4	实验步骤 .....	274
8.4.5	预期目的 .....	274
8.4.6	思考题 .....	274
8.4.7	高温高压电解仪的简要使用方法 .....	275
8.4.8	CorrTest 电化学测试系统使用方法 .....	275
8.5	环境化学污染物对化学振荡反应特征参数的影响 .....	275
8.5.1	实验目的 .....	275
8.5.2	实验原理 .....	275
8.5.3	仪器与试剂 .....	276
8.5.4	实验步骤 .....	276
8.5.5	预期目的 .....	277
8.5.6	思考题 .....	277
8.6	高密度溴盐完井液在高温下腐蚀性研究 .....	277
8.6.1	实验目的 .....	277
8.6.2	实验原理 .....	277
8.6.3	仪器与试剂 .....	278
8.6.4	实验步骤 .....	278
8.6.5	预期目的 .....	278
8.6.6	思考题 .....	279
8.6.7	高温高压金属腐蚀测试仪的简要使用方法 .....	279
8.7	酪氨酸酶的提取及其酶促反应动力学研究 .....	279
8.7.1	实验目的 .....	279
8.7.2	实验原理 .....	280
8.7.3	仪器与试剂 .....	284
8.7.4	实验步骤 .....	284
8.7.5	数据记录与处理 .....	285
8.7.6	思考题 .....	286
8.8	超氧化物歧化酶的分离、纯化及活性测定 .....	286
8.8.1	实验目的 .....	286
8.8.2	实验原理 .....	286

---

8.8.3 仪器与试剂 .....	288
8.8.4 实验步骤 .....	289
8.8.5 数据记录与处理 .....	292
8.8.6 讨论与思考 .....	293
附录	
物理化学实验常用数据表 .....	294
主要参考资料 .....	304

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 物理化学实验的性质、任务和目的

### 1.1.1 物理化学实验的性质

物理化学实验是继无机化学实验、有机化学实验、分析化学实验之后的一门重要的基础实验课程。它以数据测量为主要内容,以通过对实验数据的科学处理为手段来研究物质的物理、化学性质及其化学反应规律。其首要教学目标是使学生初步了解物理化学的研究方法,掌握物理化学的基本实验技术和技能,学会控温、控压等实验条件的操作方法,熟悉物理化学实验现象的观察和记录、实验数据的测量和处理、实验结果的分析 and 归纳等一套严谨的实验方法和数据处理方法,从而加深对物理化学基本理论的理解,增强发现问题、分析问题和解决化学问题的技能和能力,初步学会从事科学研究的途径和方法。

物理化学实验综合了化学学科各领域所需要的基本研究工具和方法,它借助于物理学上光、热、电、磁等实验手段,来追踪化学变化过程中体系某些可测物理量的变化,并用数学原理和方法处理实验数据,得出科学结论。在物理化学实验中,学生通过测量和记录大量的实验数据,转换和处理实验数据,绘制图表,对实验中存在或出现的问题进行思考和讨论等,来培养学生实事求是的科学态度,严谨细致的工作作风,熟练正确的实验技能,分析问题和解决问题的能力等。对许多物理化学实验,可以通过不同的实验原理和方法测定不同

的物理量来达到同一目的,因此能为学生提供综合运用所学知识和提出新的设计思想的实验场所,因此可以培养学生丰富的想象力、科学抽象和创新的能力。

### 1.1.2 物理化学实验任务和目的

(1) 巩固并加深对物理化学课程中某些理论和概念的理解。

(2) 掌握物理化学实验的基本方法;实验技术和常用仪器的构造原理及使用方法;了解近代大型仪器的性能及在物理化学中的应用。

(3) 培养学生的动手能力、观察能力、查阅文献能力、思维能力、想象力、表达能力和处理实验结果的能力等。

(4) 培养学生勤奋学习、求真、求实、勤俭节约的优良品德和科学精神。

## 1.2 物理化学实验的基本要求和教学方法

### 1.2.1 物理化学实验的基本要求

#### 1. 基本实验操作及仪器的使用

学生应对下面物理化学实验所用仪器的工作原理、基本构造、使用方法及使用中的注意事项有一个基本的了解:恒温槽、贝克曼温度计、压缩气体钢瓶、氧弹式量热计、分光光度计、酸度计、电极和电位差计、电导仪、旋光仪和差热分析仪等。

#### 2. 实验记录

学会仔细观察实验现象,忠实、准确、完整地记录原始实验数据和实验条件,学会分析实验现象。

#### 3. 实验报告

完成实验报告是本课程的一项基本训练。一个实验成功与否,只有通过报告的形式才能体现。所以写实验报告,能培养学生正确、有效的表达能力,它将使学生在实验数据处理、作图、误差分析、问题归