



卫生部“十二五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材

全国高等学校药学专业第七轮规划教材



• 供药学类专业用 •

物理化学

实验指导

(双语)

Experimental Physical Chemistry

主 编 崔黎丽

第2版



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

九江学院图书馆



1486033

1474774

卫生部“十二五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材

全国高等学校药学专业第七轮规划教材

供药学类专业用

物理化学实验指导 (双语)

Experimental Physical Chemistry

第2版

主 编 崔黎丽

编 者 (以姓氏笔画为序)

李武宏 (第二军医大学)

汪继红 (华中科技大学同济药学院)

陈纪岳 (复旦大学药学院)

林玉龙 (河北医科大学)

徐 璐 (沈阳药科大学)

崔黎丽 (第二军医大学)

谢 英 (北京大学药学院)

064-33/10834

不外借

九江学院图书馆
藏书章

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

物理化学实验指导 (双语)/崔黎丽主编. —2 版.
—北京: 人民卫生出版社, 2011. 7
ISBN 978-7-117-14439-1

I. ①物… II. ①崔… III. ①物理化学-化学实验-高等学校-教学参考资料 IV. ①O64-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 116352 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

物理化学实验指导 (双语)
第 2 版

主 编: 崔黎丽

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 北京机工印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 10

字 数: 243 千字

版 次: 2007 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月第 2 版第 3 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-14439-1/R·14440

定 价: 20.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

卫生部“十二五”规划教材 全国高等学校药学类专业第七轮规划教材

出版说明

全国高等学校药学类专业本科卫生部规划教材是我国最权威的药学类专业教材,于1979年出版第一版,1987年、1993年、1998年、2003年、2007年进行了5次修订,并于2007年出版了第六轮规划教材。第六轮规划教材主干教材29种,全部为卫生部“十一五”规划教材,其中22种为教育部规划的普通高等教育“十一五”国家级规划教材;配套教材25种,全部为卫生部“十一五”规划教材,其中3种为教育部规划的普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本次修订编写出版的第七轮规划教材中主干教材共30种,其中修订第六轮规划教材28种。《生物制药工艺学》未修订,沿用第六轮规划教材;新编教材2种,《临床医学概论》、《波谱解析》;配套教材21种,其中修订第六轮配套教材18种,新编3种。全国高等学校药学专业第七轮规划教材及其配套教材均为卫生部“十二五”规划教材、全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材,具体品种详见出版说明所附书目。

该套教材曾为全国高等学校药学类专业惟一一套统编教材,后更名为规划教材,具有较高的权威性和一流水平,为我国高等教育培养大批的药学专业人才发挥了重要作用。随着我国高等教育体制改革的不断深入发展,药学类专业办学规模不断扩大,办学形式、专业种类、教学方式亦呈多样化发展,我国高等药学教育进入了一个新的时期。同时,随着国家基本药物制度建设的不断完善及相关法律法规政策、标准等的出台,以及《中国药典》(2010年版)的颁布等,对高等药学教育也提出了新的要求和任务。此外,我国新近出台的《医药卫生中长期人才发展规划(2011—2020年)》对我国高等药学教育和药学专门人才的培养提出了更高的目标和要求。为跟上时代发展的步伐,适应新时期我国高等药学教育改革和发展的要求,培养合格的药学专门人才,以满足我国医药卫生事业发展的需要,从而进一步做好药学类专业本科教材的组织规划和质量保障工作,全国高等学校药学专业教材第三、第四届评审委员会围绕药学专业第六轮教材使用情况、药学教育现状、新时期药学领域人才结构等多个主题,进行了广泛、深入地调研,并对调研结果进行了反复、细致地分析论证。根据药学专业教材评审委员会的意见和调研、论证的结果,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社决定组织全国专家对第六轮教材进行修订,并根据教学需要组织编写了部分新教材。

药学类专业第七轮规划教材的编写修订,坚持紧紧围绕全国高等学校药学类专业(本科)教育和人才培养目标要求,突出药学专业特色,以教育部新的药学教育纲要为基础,以国家执业药师资格准入标准为指导,按照卫生部等相关部门及行业用人要求,强调培养目标与用人要求相结合,在继承和巩固前六轮教材建设工作成果的基础上,不断创新

和发展,进一步提高教材的水平和质量。同时还特别注重学生的创新意识和实践能力培养,注重教材整体优化,提高教材的适应性和可读性,更好地满足教学的需要。

为了便于学生学习、教师授课,在做好传承的基础上,本轮教材在编写形式上有所创新,采用了“模块化编写”。教材各章开篇,以普通高等学校药学本科教学要求为标准编写“学习要求”,正文中根据课程、教材特点有选择性地增加“知识链接”“实例解析”“知识拓展”“小结”。为给希望进一步学习的学生提供阅读建议,部分教材在“小结”后增加了“选读材料”。

需要特别说明的是,全国高等学校药学专业第三届教材评审委员会成立于2001年,至今已10年,随着教育教学改革的发展和专家队伍的发展变化,根据教材建设工作的需要,在修订编写本轮规划教材之初,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社对第三届教材评审委员会进行了改选换届,成立了第四届教材评审委员会。无论新老评审委员,都为本轮教材工作做出了重要贡献,在此向他们表示衷心的感谢!

由于众多学术水平一流和教学经验丰富的专家教授都积极踊跃和严谨认真地参与本套教材的编写,从而使教材的质量得到不断完善和提高,并被广大师生所认同。在此我们对长期支持本套教材编写修订的专家和教师及同学们表示诚挚的感谢!

本轮教材出版后,各位教师、学生在使用过程中,如发现问题请反馈给我们,以便及时更正和修订完善。

全国高等医药教材建设研究会

人民卫生出版社

2011年5月

卫生部“十二五”规划教材 全国高等学校药学类专业 第七轮规划教材书目

序号	教材名称	主编	单位
1	药学导论(第3版)	毕开顺	沈阳药科大学
2	高等数学(第5版)	顾作林	河北医科大学
	高等数学学习指导与习题集(第2版)	王敏彦	河北医科大学
3	医药数理统计方法(第5版)	高祖新	中国药科大学
4	物理学(第6版)(配光盘)	武 宏	山东大学物理学院
	物理学学习指导与习题集(第2版)	武 宏	山东大学物理学院
5	物理化学(第7版)(配光盘)	李三鸣	沈阳药科大学
	物理化学学习指导与习题集(第3版)	李三鸣	沈阳药科大学
	物理化学实验指导(第2版)(双语)	崔黎丽	第二军医大学
6	无机化学(第6版)	张天蓝	北京大学药学院
	无机化学学习指导与习题集(第3版)	姜凤超	华中科技大学同济药学院
		姜凤超	华中科技大学同济药学院
7	分析化学(第7版)(配光盘)	李发美	沈阳药科大学
	分析化学学习指导与习题集(第3版)	赵怀清	沈阳药科大学
	分析化学实验指导(第3版)	赵怀清	沈阳药科大学
8	有机化学(第7版)	陆 涛	中国药科大学
	有机化学学习指导与习题集(第3版)	陆 涛	中国药科大学
9	人体解剖生理学(第6版)	岳利民	四川大学华西基础医学与法医学院
		崔慧先	河北医科大学
10	微生物学与免疫学(第7版)	沈关心	华中科技大学同济医学院
11	生物化学(第7版)	姚文兵	中国药科大学
12	药理学(第7版)	朱依淳	复旦大学药学院
		殷 明	上海交通大学药学院
	药理学学习指导与习题集(第2版)	程能能	复旦大学药学院
13	药物分析(第7版)	杭太俊	中国药科大学
	药物分析学习指导与习题集***	于治国	沈阳药科大学
	药物分析实验指导***	范国荣	第二军医大学
14	药用植物学(第6版)	张 浩	四川大学华西药学院
	药用植物学实践与学习指导***	黄宝康	第二军医大学

续表

序号	教材名称	主编	单位
15	生药学(第6版)	蔡少青	北京大学药学院
	生药学实验指导(第2版)	刘塔斯	湖南中医药大学
16	药物毒理学(第3版)	楼宜嘉	浙江大学药学院
17	临床药物治疗学(第3版)	姜远英	第二军医大学
18	药物化学(第7版)(配光盘)	尤启冬	中国药科大学
	药物化学学习指导与习题集(第3版)	孙铁民	沈阳药科大学
19	药剂学(第7版)	崔福德	沈阳药科大学
	药剂学学习指导与习题集(第2版)	王东凯	沈阳药科大学
	药剂学实验指导(第3版)	崔福德	沈阳药科大学
20	天然药物化学(第6版)	吴立军	沈阳药科大学
	天然药物化学习题集(第3版)	吴立军	沈阳药科大学
	天然药物化学实验指导(第3版)	吴立军	沈阳药科大学
21	中医学概论(第7版)	王 建	成都中医药大学
22	药事管理学(第5版)(配光盘)	杨世民	西安交通大学医学院
	药事管理学学习指导与习题集(第2版)	杨世民	西安交通大学医学院
23	药学分子生物学(第4版)	张景海	沈阳药科大学
24	生物药剂学与药物动力学(第4版)	刘建平	中国药科大学
	生物药剂学与药物动力学学习指导与习题集(第2版)	李 高	华中科技大学同济药学院
25	药学英语(上、下册)(第4版)(配光盘)	史志祥	中国药科大学
	药学英语学习指导(第2版)	史志祥	中国药科大学
26	药物设计学(第2版)	徐文方	山东大学药学院
27	制药工程原理与设备(第2版)	王志祥	中国药科大学
28	生物技术制药(第2版)	王凤山	山东大学药学院
29	生物制药工艺学★	何建勇	沈阳药科大学
30	临床医学概论★★	于 锋	中国药科大学
31	波谱解析★★	孔令义	中国药科大学

★为第七轮未修订,直接沿用第六轮规划教材;★★为第七轮新编教材;★★★为第七轮新编配套教材。

全国高等学校药学专业第四届 教材评审委员会名单

顾 问

郑 虎 四川大学华西药学院

主任委员

毕开顺

副主任委员

姚文兵 朱家勇 张志荣

委 员 (以姓氏笔画为序)

王凤山 山东大学药学院

刘俊义 北京大学药学院

朱依淳 复旦大学药学院

朱家勇 广东药学院

毕开顺 沈阳药科大学

张志荣 四川大学华西药学院

张淑芳 中国执业药师协会

李 高 华中科技大学同济药学院

李元建 中南大学药学院

李勤耕 重庆医科大学

杨世民 西安交通大学医学院

杨晓红 吉林大学药学院

陆 涛 中国药科大学

陈 忠 浙江大学药学院

罗光明 江西中医学院

姚文兵 中国药科大学

姜远英 第二军医大学

曹德英 河北医科大学

黄 民 中山大学药学院

彭代银 安徽中医学院

潘卫三 沈阳药科大学

前言

本书是全国高等学校药学专业《物理化学》第七版教材的配套教材,可作为医药院校学生的物理化学实验教材,也可供其他从事物理化学实验工作的有关人员参考。

本书分为四个部分:①绪论,主要介绍物理化学实验课程的目的和要求、实验报告书写规则、实验室安全知识、误差理论和有效数字、实验数据的表示与处理,以及物理化学实验的设计思想。②实验部分,在汲取参编院校长期实验教学经验的基础上,选编了热力学、相平衡、电化学、动力学、表面和胶体化学等物理化学分支中有代表性且较成熟的实验。此外,还编写了部分综合、设计性实验,在强化基础知识、基本技能训练的基础上,培养学生动手能力、创新思维能力和科学素养,培养学生分析问题和解决问题的能力。③附录部分,收录一些常用数据表以便查阅。④参考文献部分,列出了本书编写过程中的参考文献。

为了适应现代教育发展的需要,本书采用双语体系编写,不仅为开展物理化学实验双语教学的院校提供了教材,而且对于提高学生的科技英语水平有着积极的作用。

本书的编写过程得到了药学专业《物理化学》第七轮规划教材主编李三鸣教授的关心和支持,在此表示深深的谢意。

由于作者水平有限,书中难免存在问题和错误,恳请广大读者批评指正。

编者

2011年3月

Preface

This textbook is attached to the textbook of Physical Chemistry, edition seventh. It is suitable for readers majoring in medicine, pharmacy or other disciplines.

The textbook is divided into four parts. The first part contains discussions of purpose and requirement of experimental physical chemistry, report writing, laboratory safety, error theory, data processing, rules for experiment design, which are fundamental for students to finish the experiment successfully. The second part consists of a selection of some typical experiments and three multi-designing experiments developed not only to teach basic laboratory procedures and to reinforce basic theory, but also to encourage ability in creative consciousness cultivation, problem solving and analyzing. The experiments are in the areas of thermodynamics, phase equilibrium, electrochemistry, kinetics, surface and colloid chemistry. The third and fourth parts are a list of reference data and reference books of experimental physical chemistry, respectively.

To keep pace with the new developments in modern education, the textbook is compiled in a bilingual system to provide a platform for the bilingual teaching of experimental physical chemistry. Besides, it may help the students to learn and practice scientific English.

This textbook owes much to many people, especially professor Li Sanming, who is the editor of the seventh edition of Physical Chemistry. We greatly appreciate their help and suggestions.

Due to limited abilities and inexperience, errors and negligence are inevitable in the textbook, and criticisms and advice are welcomed from our readers.

Editor

March 2011

目 录 Contents

第一部分 绪论 (Part One Introduction)	1
一、物理化学实验的目的和要求	1
二、物理化学实验的安全知识	2
三、物理化学实验的设计思想	4
四、误差理论和有效数字	4
五、实验数据的表示法和处理	8
1. Objective and requirement	10
2. Physical chemistry laboratory safety	11
3. Rules for designing of the physical chemistry experiment	13
4. Error theory and significant figures	14
5. Data reporting	18
第二部分 实验 (Part Two Experiments)	21
实验一 燃烧热的测定	21
Experiment 1 Heats of Combustion	24
实验二 溶解热的测定	27
Experiment 2 Heats of Solution	31
实验三 凝固点降低法测定摩尔质量和渗透压	35
Experiment 3 Molar Mass and Osmotic Pressure by Freezing Point Depression	39
实验四 液体饱和蒸气压的测定	42
Experiment 4 Saturated Vapor Pressure of Pure Liquids	45
实验五 反应平衡常数及分配系数的测定	47
Experiment 5 Equilibrium Constant of Reaction and Partition Coefficient	50
实验六 完全互溶双液系平衡相图的绘制	52
Experiment 6 Phase Diagram of a Miscible Binary Liquid System	56
实验七 双组分简单低共熔体系相图的绘制	59
Experiment 7 Solid-liquid Binary Phase Diagram	61
实验八 三组分液-液系统相图的绘制	62

Experiment 8 A Ternary Phase Diagram for a System of Three Liquids	64
实验九 电解质水溶液电导的测定及应用	66
Experiment 9 Measurement and Application of Electrolyte Solution	
Conductance	69
实验十 电动势法测溶液 pH 和反应热力学函数	72
Experiment 10 Determinations of pH of Solution and Thermodynamic Functions	
by Electromotive Force Measurements	76
实验十一 一级反应速率常数的测定	79
Experiment 11 Rate Constant for First Order Reaction	85
实验十二 碘化钾与过氧化氢反应的速率常数及活化能的测定	91
Experiment 12 Kinetics of Reaction between Potassium Iodide and Hydrogen	
Peroxide	94
实验十三 丙酮溴化反应速率常数的测定	97
Experiment 13 Rate Constant and Activation Energy of the Bromination of	
Acetone	99
实验十四 乙酸乙酯皂化反应速率常数及活化能的测定	102
Experiment 14 Rate Constant for the Saponification of Ethyl Acetate by	
Conductometric Method	104
实验十五 最大泡压法测定溶液的表面张力	107
Experiment 15 Surface Tension of Solutions by Bubble Pressure Method	110
实验十六 固体在溶液中的吸附	113
Experiment 16 Adsorption of Solids in Solution	115
实验十七 乳状液的制备和性质	117
Experiment 17 Preparation and Properties of Emulsion	119
实验十八 溶胶的制备及性质	122
Experiment 18 Preparation and Properties of Sols	125
实验十九 黏度法测定大分子的平均相对分子质量	129
Experiment 19 Average Relative Molar Mass of the Macromolecule by	
Viscosity Method	132
实验二十 纳米材料的合成与表征(综合设计性试验)	135
Experiment 20 Preparation and Characterization of Nanomaterials	
(Multi-designing Experiment)	136
实验二十一 药物稳定性及有效期测定(设计性实验)	138
Experiment 21 Determination of Drug Stability and Shelf Life	
(Designing Experiment)	139
实验二十二 固体药物常规理化常数的测定(综合设计性实验)	140

Experiment 22 Physical and Chemical Constants of Drugs (Multi-designing Experiment)	141
附录 (Appendices)	142
常用物理化学数据表 (Reference Data of Experimental Physical Chemistry)	142
参考文献 (References)	148

第一部分

绪 论

Part One Introduction

物理化学实验综合了化学各分支学科所需的基本研究工具和方法,在培养学生的基本实验技能、分析解决问题的能力 and 提高科研素质等方面占有特别重要的地位。

一、物理化学实验的目的和要求

物理化学实验的主要目的是使学生在巩固化学的基本实验技能的基础上,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;巩固和加深对物理化学基本理论和基本概念的理解和掌握;能根据所学原理设计实验、选择和使用仪器;锻炼学生观察现象、获取实验数据、正确处理和分析实验结果的能力;培养学生严肃认真的科学态度和创新思维能力。

为了达到上述目标,必须符合以下基本要求。

1. 认真预习

(1) 实验前,应认真阅读实验教材及相关的参考书目和文献资料,明确实验目的和要求,掌握实验原理和方法。

(2) 了解仪器的结构和操作规程,明确实验内容和操作步骤。

(3) 根据对实验的理解,用简明扼要的方式写出预习报告,重点表述对实验原理和实验方法的理解,特别是实验操作步骤及操作过程中要注意的问题,并设计好记录原始数据的图表。

(4) 实验前,教师要检查每个学生的预习报告,必要时进行提问,并解答疑难问题。对未预习和未达到预习要求的学生,不得进行实验。

2. 严格、规范操作

(1) 进入实验室后,首先检查仪器和试剂是否符合要求,并做好实验前的各项准备工作。

(2) 在不了解仪器使用方法之前,不得擅自使用和拆卸仪器。仪器和线路安装或连接好后,须经教师检查无误后方能接通电源开始实验。

(3) 在教师指导下,严格按操作规程进行操作,不得随意更改。

(4) 仔细观察实验现象,如实、详细、准确地记录实验数据。要善于发现和解决实验中出现的問題。

(5) 实验结束后,应将实验数据交指导教师审阅通过后,方能拆除实验装置。若不合格,则需重做或补做。

(6) 严格遵守实验室各项规则,保持实验室安静和整洁,尊重教师的指导。

3. 独立完成实验报告 实验后必须及时、认真地完成实验报告。实验报告必须独立完成,同一小组成员不得合写一份报告。实验报告要格式规范、内容完整、文字简练、表达

清晰、结论明确,一般包括:①实验名称,实验日期,完成者姓名;②实验目的;③实验原理(简述);④实验内容,选用最简明扼要的方式表达每一项实验内容的操作步骤;⑤实验现象或实验数据;⑥实验结论、解释或实验数据处理、计算结果;⑦实验讨论,包括对实验中遇到的异常现象或问题的说明,实验结果的误差分析,实验的体会,或实验的改进意见;⑧思考题的解答。

实验报告不仅是概括实验过程和总结实验结果的重要的文献性资料,也是提高学生思维能力、专业能力和初步科研能力的重要的训练环节,必须高度重视。

二、物理化学实验的安全知识

物理化学实验中,潜藏着各种事故的危险。因此,每一个化学实验工作者必须具备一定的实验室安全防护知识。这里主要介绍安全用电、防火、使用化学药品和使用压缩空气的防护知识。

(一) 安全用电防护

物理化学实验中大量使用电加热器、搅拌器、真空泵、电泳设备、各种电源等电器设备,如果不注意用电安全,将会导致触电和着火等事故,不仅危及实验者的生命,还将给国家财产造成巨大损失。因此,从安全防护出发,应做到以下几点:

- (1) 不要用湿手或湿物接触通电设备。
- (2) 使用前检查所有电器插头和电线绝缘情况,若有问题应及时更换。
- (3) 电源的裸露部分应有绝缘装置(例如电线接头处应裹上绝缘胶布),所有电器的金属外壳应保护接地。
- (4) 不要使超过规定负荷的电流流经电器,不要使电路过载。否则容易造成线路的过热,引起火灾和电击伤。
- (5) 一般应以单手接触通电中的电器,将另一只手插入口袋或背在后面,以减小事故发生时电流流经胸腔的可能性,增加抢救的机会。
- (6) 修理、安装电器,或实验前连接线路时,应先切断电源。实验结束后,先切断电源再拆线路。
- (7) 不要在通电设备附近使用和放置易燃试剂,若有水或试剂洒落在电线或电器上,应拔去仪器插头或切断主电源。
- (8) 若实验中仪器出现问题,不要自己修理,应及时报告老师,以免伤害自己或危及他人。
- (9) 清楚了解实验室的电源总开关位置,一旦发生电线起火,便于及时拉开电闸,切断电源,再用一般方法灭火。若无法拉开电闸,可用沙或 CO_2 、 CCl_4 灭火器灭火,禁止用水或泡沫灭火器等导电液体灭火。

(二) 使用化学药品的安全防护

1. 一般安全防护知识 化学药品大多具有不同程度的毒性,毒物可以通过呼吸道、消化道和皮肤三种途径进入人体内。因此,为了尽量杜绝和减少毒物由上述途径进入体内,应做到以下几点:

- (1) 实验前,应了解所用药品的毒性及防护措施。
- (2) 操作有毒气体或易挥发物质(如氰化物、高汞盐、有机溶剂等)应在通风橱中进行。可溶性钡盐、重金属盐(如镉、铅盐)、三氧化二砷等剧毒药品,应妥善保管,使用时要

特别小心。

(3) 使用可燃性气体时,要防止气体逸出,保持室内通风良好。同时严禁使用明火,还要防止发生电火花及其他撞击火花。

(4) 使用有毒药品或可燃性、易挥发气体,注意自我防护,穿、戴相应的防护器具(如眼镜、手套、面罩等)。

(5) 用移液管移取有毒、有腐蚀性的液体时,严禁用嘴吸。

(6) 实验过程中,若有药品洒落或溅出,应立即清除。

(7) 任何药品或试剂只能通过仔细阅读容器上的标签加以辨识,严禁舌尝或直接用鼻子闻。

(8) 严禁将强酸和强碱或强氧化剂和强还原剂放在一起。

(9) 化学药品用完后应倒入回收瓶(桶)中回收,不准倒入水槽中,以免造成污染。

(10) 禁止在实验室内抽烟、喝水、吃东西。食品、饮料、香烟及化妆用品不要带进实验室,以防毒物污染,离开实验室及饭前要洗净双手。

2. 使用汞的安全防护 物理化学实验中接触汞的机会比较多,常温下汞蒸气容易溢出,吸入人体后将引起慢性中毒。汞蒸气的最大安全浓度为 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$,而 20°C 时,汞的饱和蒸气压为 0.16Pa ,空气中的饱和浓度为 $15\text{mg}/\text{m}^3$,远远超过安全浓度。所以必须严格按照以下规定安全操作汞:

(1) 汞不能直接露于空气中,在装有汞的容器中,汞面上应加水或其他液体覆盖。

(2) 装汞的仪器下面一律放置塑料、瓷或不锈钢浅盘,一切转移汞的操作也应在装有水的浅盘中进行,防止操作过程中,汞滴散落在桌上或地面上。

(3) 万一有汞洒落在地上、桌上等地方,应首先打开窗户,并尽可能地用吸管将汞收集起来,再用能形成汞齐的金属片(如 Zn 、 Cu)在汞溅落的地方多次扫过,最后用硫黄粉覆盖在有汞溅落的地方,使汞变成 HgS 。不要用家用吸尘器吸取汞,也不要用手帚扫。

(4) 擦过汞或汞齐的滤纸或布必须放在有水的瓷缸内。

(5) 盛汞器皿和有汞的仪器应远离热源,严禁把有汞仪器放进烘箱。

(6) 切忌用有伤口的手接触汞。

(三) 使用高压气体钢瓶的安全防护

高压气体钢瓶是物理化学实验中常用的仪器,如燃烧热测定等。使用高压气体钢瓶的主要危险是爆炸和气体泄漏(若是有毒气体或可燃性气体则更危险),因此,使用时应注意以下几点:

(1) 使用前详细了解使用气体的性质、用途、安全防护方法。根据钢瓶外部标志和标签正确识别气体种类,不要把钢瓶颜色作为鉴定钢瓶内容物的主要手段,以免误用钢瓶。

(2) 搬运及存放压缩气体钢瓶时,一定要将瓶上的安全帽旋紧。搬运充装有气体的钢瓶时,最好用特制的担架或小推车,也可以用手平抬或垂直转动。绝不允许用拉拽或滑动的方式或用手执着开关阀移动装有气体的钢瓶。

(3) 高压气体钢瓶应贮存和使用于通风阴凉处,附近不得有还原性物质、热源、火种、电子线路。

(4) 开启钢瓶的气门开关及减压阀时,应站在气阀接管的侧面,旋开速度不能太快,应逐渐打开,以免气体过急流出,发生危险。使用时先旋动开关阀,后开减压阀。用完,先

关闭开关阀,放尽余气后,再关减压阀。不得只关减压阀,不关开关阀。

(5) 钢瓶内气体不得全部用完,一定要保留 0.05MPa 以上的残留压力。

(6) 绝不可使油或其他易燃性有机物沾在气瓶上(特别是气门嘴和减压阀)。也不得用棉、麻等物堵住,以防燃烧引起事故。

三、物理化学实验的设计思想

物理化学实验在设计思想、测量原理和实验方法上,与一般的科学研究没有本质的区别。因此,学习和掌握物理化学实验的设计思路和方法可以使学生了解科学研究的一般过程,提升他们的批判性思维的技能,对创新思维和科研能力的培养十分有益。为此,本书安排了一些设计型实验。这里就实验的设计思想和一般步骤作一简单介绍。

实验方案设计时需注意科学性、安全性、可行性和简约性。实验方案的科学性是实验设计的首要原则,它是指实验原理、实验步骤和方法的正确性。安全性则要求实验设计时尽量避免使用有毒药品和有危险性的操作,以防造成环境污染和人身伤害。实验设计的可行性则是指实验设计切实可行,所选用的试剂、仪器设备在现有实验室条件下能够得到满足。而简约性是指实验简单易行,仪器简单易得,实验过程快速,实验现象明显。

设计性实验没有确定的研究体系,一般只给出一个方向,学生选定实验题目后,要根据题目中给定的信息,确定实验是对哪方面进行研究,利用课余时间查阅相关资料,在保证科学性的基础上,根据实验室现有的实验条件,运用所学知识,设计切实可行的实验方案及步骤,并写出实验设计报告。实验设计报告包括实验目的、原理、所需仪器、试剂、具体操作步骤、需记录的数据表格、数据处理方法等内容。实验设计报告应在实验前一周交给指导教师,经检查通过后方可按计划实施。实验中所需的试剂需自行配制,并根据仪器使用说明调试仪器,配置搭建实验装置,并独立完成整个实验操作,最后以论文形式给出实验报告。

设计实验开始时,往往是不完善的,可能会遇到很多困难。只有在实践中不断总结经验,不断修改完善,最后才能获得实验的成功。

四、误差理论和有效数字

在测量实验中,测量值和真实值不可能完全一致,其差值称为误差。分析测量结果的准确性和产生误差的主要原因,寻找减少误差的有效措施,可以提高测量结果的准确性。

(一) 误差的分类

1. 系统误差 在同一条件下对同一量进行多次测量时,误差的符号保持恒定(即多次测量中均出现正误差或负误差,具有单一方向性),其数值按某一确定的规律变化,这种误差称为系统误差。

系统误差产生的原因包括仪器本身构造不完善而引起的误差、测量方法引起的误差、个人习惯误差和试剂误差等。

系统误差不能通过增加实验的次数使之消除,但通过改进实验方法、校正仪器、提高试剂纯度等,可以有针对性地使之减少到最小程度。

2. 偶然误差 偶然误差通常由一些不确定的因素所引起。从单次测量值看,误差的绝对值和符号的变化时大时小,时正时负,呈现随机性。但是其多次测量的结果服从概率统计规律。因此,可采用多次测量取算术平均值的方法来减小偶然误差对测量结果的影