

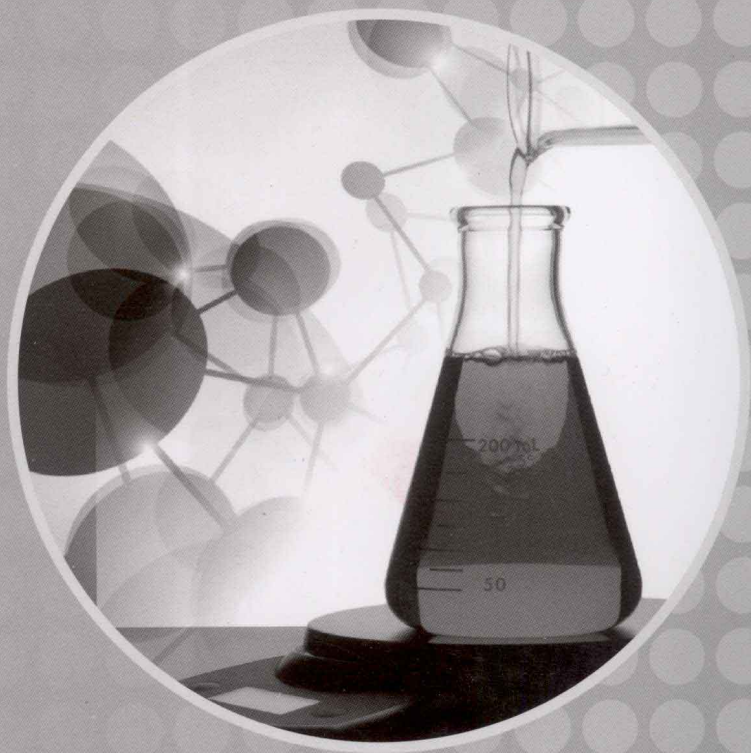
高等学校实验课系列教材

基础化学实验 (III)

—— 物理化学实验

J I C H U H U A X U E S H I Y A N (III)
—— W U L I H U A X U E S H I Y A N

- 主 编 傅杨武
- 副主编 梁克中 陈书鸿



EXPERIMENTATION



重庆大学出版社

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

基础化学实验(Ⅲ)

——物理化学实验

主 编 傅杨武
副主编 梁克中 陈书鸿

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书是在参考国内大量优秀《物理化学实验》教材的基础上,以实验技术为主线,根据实验内容“分层设计”的思想编写而成。全书由四部分组成。第 I 部分“基础知识”主要介绍实验目的和要求,实验室安全知识以及计算机在处理物理化学实验数据中的应用。第 II 部分“实验仪器及技术”中主要介绍了温度测量与量热技术,温控技术,电化学测量技术,压力的测量及真空技术,光学和磁学测量技术以及相关仪器原理和使用方法。第 III 部分“基础实验”涵盖了热力学、动力学、表面现象和胶体化学、结构化学以及计算化学等 6 个方面的实验内容,共 21 个经典物理化学实验。第 IV 部分“综合性、设计性实验”为读者提供了 7 个实验项目。

本教材可供高等学校化学和化工专业使用,也可供相关专业参考。对于不同专业和层次的学生,可根据需要选做其中部分实验。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学实验. 3, 物理化学实验/傅杨武主编. —重庆:重庆大学出版社, 2011. 4

高等学校实验课系列教材

ISBN 978-7-5624-6078-7

I. ①基… II. ①傅… III. ①物理化学—化学实验—高等学校—教材 IV. ①064-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 047059 号

基础化学实验(Ⅲ)——物理化学实验

主 编 傅杨武

副主编 梁克中 陈书鸿

策划编辑:曾显跃

责任编辑:谭 敏 刘 真 版式设计:曾显跃

责任校对:任卓惠 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人·邓晓益

社址 重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编 400030

电话 (023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 12.5 字数: 312 千

2011 年 4 月第 1 版 2011 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5624-6078-7 定价: 28.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

化学是一门以实验为基础的自然科学,以实验为基础是化学教学的最基本特征,实验在化学教学中的重要作用是不容置疑的。“物理化学实验”是化学、化工专业的一门独立基础实验课程。主要目的是使学生了解实验研究的基本思路和方法,掌握“物理化学实验”涉及的基本实验技术、技能,学会实验测定的基本方法,加深对物理化学等课程基本概念和理论的理解,形成应用相关实验方法和技能解决实验问题的基本能力。

进入 21 世纪,随着各相关学科领域的长足发展,特别是计算机技术和现代信息技术的飞速发展,物理化学实验的设备、仪器和实验手段都发生了相当大的变化,产生了很多实验新设备和新的实验方法。因此,物理化学实验体系的重新构建成为新形势下顺应学科发展和实现人才培养目标的必然要求。本书内容编排以实验技术为主线,按照“基础知识→实验仪器及技术→基础实验项目→综合、设计型实验项目”的分层设计原则构建。力求改变以往把实验教学置于理论教学的从属地位而形成的以验证理论为主的教学模式,把物理化学实验教学从“验证教学”模式的禁锢中解脱出来。实验教学中,可根据本书实验内容分层递进的设计原则,按照“基础知识和技能训练层次→研究方法专题训练层次→综合能力训练层次”实施分段教学模式。教材与教学模式的统一,更有利于提高学生的学习兴趣、培养学生的实践和创新能力。

发展至今,物理化学实验大多数通过计算机采集和处理信息。因此,本书中除对实验内容进行分层设计外,还引入了计算机技术处理实验数据方面应用的内容。这些内容的引入有利于深化现代信息技术在物理化学实验中应用,改进信息获取方式,提高信息处理的速度和准确性。1998 年,美国科学家 Kohn 和英国科学家 Pople 因在分别电子密度泛函理论和量子化学计算方法领域的杰出贡献,获得了诺贝尔化学奖。这标志着量子化学已经发展成为广大化学家使用的

工具,宣告了化学的三大支柱——实验、形式理论和计算的时代的来临。计算化学实验集形式理论与计算于一体,对于促进化学学科的发展和指导传统化学实验等方面呈现日益重要的作用。因此,本书编入了3个计算化学方面的实验,以培养学生运用这一化学新手段进行科学研究的初步能力。

本书力求适应培养具有较强实践能力和具有一定创新能力的化学化工专业人员的需要,体现物理化学实验教学内容的层次性、教学方法和手段的不断创新性。本书主要面向一般本科院校化学化工及相关专业的学生编写,也可供实验室技术人员、研究工作者参考。

本书由傅杨武担任主编,由梁克中、陈书鸿担任副主编。参与本书编写的人员还有陈明君、祁俊生、张丽莹和郭兰等。本书编写过程中,参阅、引用了国内外大量教材和文献资料。限于篇幅,不便在此一一列出,在此,对这些文献资料的提供者表示深深的谢意。

限于作者的知识和水平,在本书的编写中,难免有疏漏和错误的地方,欢迎读者批评指正。

编者
2011年2月

目 录

第 I 部分 基础知识

第 1 章 实验的目的和要求	1
1.1 课程目的	1
1.2 实验要求	2
1.3 实验注意事项	3
1.4 实验报告	3
1.5 实验室规则	3
第 2 章 实验室安全知识	5
2.1 安全用电	5
2.2 使用化学药品的安全防护	6
2.3 汞的安全使用	7
2.4 高压钢瓶的使用	7
2.5 使用辐射源的安全防护	9
第 3 章 计算机在处理物理化学实验数据中的应用	11
3.1 计算机处理物理化学实验数据的方法	11
3.2 Origin 软件处理物化实验数据的操作	12
3.3 Matlab 软件处理实验数据	15

第 II 部分 实验仪器及技术

第 1 章 温度测量与量热技术	18
1.1 温度测量技术	19
1.2 量热技术	23
第 2 章 温控技术	25
2.1 温度采集技术	25
2.2 超级恒温水浴槽的装配及性能调试	27
2.3 数字温控仪	30
第 3 章 电化学测量技术	32
3.1 pH 值的测量及精密 pH 计	32
3.2 电动势的测量	39
3.3 溶液电导的测量	44

3.4 恒电位仪	47
第4章 压力的测量及真空技术	52
4.1 压力的测量和真空技术	52
4.2 DP-AF 饱和蒸气压实验装置	58
第5章 光学测量技术	62
5.1 阿贝折光仪及折射率的测定	62
5.2 旋光度的测定及自动旋光仪	66
5.3 分光光度法测量溶液的浓度	69
第6章 磁学测量技术	74
6.1 CTP-I 型古埃磁天平的结构	74
6.2 测量原理	75
6.3 注意事项	76

第Ⅲ部分 基础实验

第1章 热力学实验	77
实验1 燃烧热的测定	77
实验2 溶解热的测定	84
实验3 完全互溶二元液系气-液平衡相图	91
实验4 静态法测定纯液体的饱和蒸气压	96
实验5 凝固点降低法测定摩尔质量	101
实验6 氨基甲酸铵的制备和分解平衡常数的测定	105
实验7 液体比热容的测定	109
第2章 动力学实验	112
实验8 蔗糖水解速率系数的测定	112
实验9 电导法测定乙酸乙酯皂化反应的速率系数 ..	115
实验10 丙酮碘化速率方程的确定	120
第3章 电化学实验	127
实验11 电解质溶液电导的测定及应用	127
实验12 原电池电动势的测定及其应用	131
实验13 恒电位法测定金属阴极极化曲线	137
实验14 镍在硫酸溶液中的钝化曲线	143
第4章 表面现象和胶体化学	145
实验15 溶胶的制备及电泳现象	145
实验16 转筒法和奥氏黏度计测定液体的黏度	151
实验17 最大泡压法测定液体表面张力	158
第5章 结构化学实验	162
实验18 络合物磁化率的测定	162

第6章 计算化学实验	167
实验 19 量子化学软件构建分子结构模型	168
实验 20 乙酸分子微观性质的计算	174
实验 21 苯分子微观结构和性质的理论研究	179
第IV部分 综合性、设计性实验	
实验 1 煤中硫含量的测定	185
实验 2 氢离子浓度对蔗糖水解反应速率影响的测定	186
实验 3 电动势法研究丙酮碘化反应动力学	186
实验 4 硫酸铜水合反应热测定	186
实验 5 苯分子共振能的测定	187
实验 6 温度滴定法测定弱酸的离解热	187
实验 7 DFT 方法研究聚噻吩的电子性质	188
参考文献	189

第 I 部分 基础知识

第 I 章 实验的目的和要求

物理化学实验是化学实验科学的重要分支,是化学、化工等专业的一门独立的基础实验课程,在化学及其相关学科的教育体系中有着举足轻重的作用。它以测量系统的物理量为基本内容,通过各种实验手段(包含计算机模拟等)研究系统的各种物理、化学性质以及物理化学性质与化学反应之间的某些重要规律。

1.1 课程目的

通过物理化学实验,主要达到如下目的:

①加深学生对物理化学课程中相关的基本理论、概念等的理解,进一步巩固所学的理论知识。

②使学生掌握物理化学实验基本仪器的构造原理及使用方法,掌握物理化学实验的基本

方法、实验要领及技能,学习并掌握现代信息技术、计算机技术在物理化学实验中的应用,了解近代大型仪器的性能及在物理化学实验中的应用。

③培养学生的动手能力、观察能力、文献查阅能力、分析和归纳能力、表达能力和实验数据的处理能力等。

④通过综合、设计性实验,提高学生综合分析问题、解决问题的能力,培养学生实验的兴趣、积极性和主动性。

⑤使学生养成严肃认真、实事求是、严谨细心的科学态度及工作作风。

1.2 实验要求

1.2.1 基础实验

①实验前预习:仔细阅读实验内容、本书“Ⅱ 实验仪器及技术”部分相关内容及有关参考资料,熟悉实验所涉及仪器的工作原理和操作要领,完成预习报告。预习报告应包括实验目的、实验原理、操作步骤、注意事项、需要测定的数据、不懂或不清楚的内容等。

②进入实验室后:教师首先检查学生的预习报告,并进行必要的提问和考察,对于没有预习和预习报告不合格的学生不准进行实验。学生应认真核对仪器、药品,检查仪器和药品是否齐备,仪器是否完好。正式实验前,指导老师进行必要的讲解,并检查学生对实验内容的了解程度,准备工作是否完成,经指导老师许可后方可进行实验。仪器安装完毕,需经教师检查。

③实验过程中:学生应严格按照实验操作步骤进行实验,同时仔细观察实验现象,严格控制实验条件,详细记录原始数据。教师应在教室内巡视,观察学生实验情况,发现问题应及时指出并予以纠正。

④实验结束后:清理实验桌,核对并清洁所用仪器。教师应根据实验所用的仪器、试剂及具体操作条件,提出实验结果数据的要求范围,检查学生记录的实验数据,若没达到要求,则须要求学生重做该实验。实验后,学生应及时完成实验报告并按时上交。

1.2.2 综合、设计型实验

①公布初步计划:教师提前1~2周向学生公布综合、设计型实验初步设想,让学生提前做好思想准备,留意自己感兴趣的课题,并初步查阅资料,为选题做准备。

②确定实验内容:实验前,学生可根据自己的意愿(或在教师的指导下)分成小组,然后确定实验内容。实验题目可由学生根据所学知识并结合实验室条件自主确定实验题目,亦可从本书“第Ⅳ部分 综合性、设计性实验”中选择合适的实验项目或在教师的指导下确定。

③设计实验方案:选定实验题目后,学生应查阅相关资料,根据实验题目确定实验方案。实验方案应包括拟解决的问题、可行性分析、实验原理、方法、实验所需仪器和药品、详细操作步骤、要测定的数据等内容。方案完成后,由教师组织该组成员进行讨论,进一步完善实验方案。

④完成实验:学生根据实验方案完成实验,实验中和基础实验一样,严格按照实验操作步骤进行实验,同时仔细观察实验现象,严格控制实验条件,详细记录数据。如果实验中发现按

该实验方案无法完成实验,应立即停止实验。然后分析问题,找到解决问题的方法,重新设计实验方案,经讨论完善并经教师同意后方可重新实验。

⑤完成实验报告:完成实验报告应通过实验、改进、再实验、再改进,小组成员从不同角度撰写实验报告,要求给出具体实施方案、实验出现的问题和解决办法和改进意见等内容。

⑥实验交流和总结:实验后,教师应重视实验后的交流和总结环节。由每小组推荐 1 人,对本组实验总结性汇报,其他小组学生可提问,由小组学生共同回答。最后,教师根据实验方案设计、实验过程中的动手能力和实验报告进行评定。

1.3 实验注意事项

①刚进入实验室,仔细检查实验仪器、药品等是否完备。未经教师允许,严禁乱动实验仪器和药品。

②特殊仪器需向教师领取,完成实验后应及时归还。

③实验时应按仪器的使用说明进行操作,以防损坏,未经指导教师同意不得擅自改变操作方法。如有更改意见,须与指导教师进行讨论并经指导教师同意后方可进行。

④公用仪器及试剂瓶不要变更原有位置,用毕立即放回原处。

⑤实验中遇到问题首先独立思考,设法解决,若无法独立解决应请指导教师帮助解决。

⑥实验数据应及时记录在实验数据记录表上,数据要客观、详细、清楚和准确,不得任意涂改。数据记录尽量采用表格形式、要养成良好的记录习惯。

⑦实验时,除所用仪器外,不得动用其他仪器,以免影响实验的正常进行。

⑧实验完毕后,将实验数据交给指导教师检查,签字同意后方可离开。

1.4 实验报告

①实验前,完成预习报告,进入实验室上交预习报告。如果是综合、设计型实验,实验前应提交实验方案(方案应包括设计原理、实验方法、操作步骤等内容),经教师同意后方可实验。

②实验后,在规定时间内独立完成实验报告,与实验数据的原始记录一并按时上交。

③报告内容包括实验原理、实验目的、实验步骤、原始数据、实验结果与讨论等。

④报告中的问题讨论主要对实验所观察到的重要现象、实验原理、操作、实验方法的设计、仪器的使用及误差来源进行讨论,也可以对实验提出进一步改进的意见。

1.5 实验室规则

①保持实验室安静,不要随意走动。

②遵守操作规则,遵守安全措施,保证实验安全进行。

③实验时应集中注意力,认真操作,仔细观察,积极思考,实验数据要及时、详细记录在记

录本上。

④注意整洁和卫生,使用后的药品及废物放入指定容器,不能弃入水槽中。

⑤节约用电、水、试剂等一切用品。

⑥实验完毕后应清理实验桌,清洁并核对仪器,若有损坏,应主动自行登记。

⑦在使用登记册上如实填写仪器使用及运行情况,保持实验室的整洁、经指导教师同意后,方可离开实验室。

第 2 章

实验室安全知识

物理化学实验室的安全防护是保证实验顺利进行,确保实验者和国家财产安全的重要问题,同时是一个关系到培养良好的实验素质的重要问题。在物理化学实验室,常遇到高温、低温及高压等实验条件,使用到高压(如各种高压钢瓶)、低压(如各种真空系统)、电、高频以及带有辐射的仪器。因此,物理化学实验室常常潜藏着诸如发生爆炸、着火、中毒、灼伤、割伤、触电等事故的危险性。因此,实验者必须具备必要的安全防护知识,例如如何防止这些事故的发生以及万一发生又如何来急救等。有些内容在先行的化学实验课中均已反复地作了介绍,因此本节主要结合物理化学实验的特点着重介绍安全用电、使用化学药品的安全防护等知识。

2.1 安全用电

物理化学违章用电常常可能造成人身伤亡、火灾、损坏仪器设备等严重事故。物理化学实验室使用电器较多,特别要注意安全用电。实验室所用的一般是频率为 50 Hz 的市电,当电流强度达到 1 ~ 10 mA 时,人体接触会有麻木感;当达到 10 ~ 25 mA 时,人体接触会使肌肉强烈收缩;当达到 25 ~ 100 mA 时,人体接触会造成呼吸困难,甚至停止呼吸;当达到 100 mA 以上时,会产生心脏心室纤维性颤动,导致死亡。因此,为了保障人身安全,进入实验室一定要遵守实验室安全规则。

实验室安全用电,一是防止触电,二是防止引起火灾,三是防止短路,四是安全使用电器仪表。在实验室完成实验,主要应注意:

①不用潮湿的手接触实验室各种电器,不应用双手同时触及电器,防止接触时电流通过心脏。

②电源裸露部分必须有绝缘装置,电器外壳应接地线。

③实验时,应先连接好电路后再接通电源,实验结束时,先切断电源再拆线路。

④修理或安装电器时,应先切断电源。

⑤不能用试电笔去试高压电。使用高压电源应有专门的防护措施。

⑥如有人触电,应迅速切断电源,然后抢救。

⑦实验室内若有氢气、煤气等易燃易爆气体,应注意避免产生电火花。

⑧如遇电线起火,立即切断电源,用沙或二氧化碳、四氯化碳灭火器灭火,禁止用水或泡沫灭火器等导电液体灭火。

⑨电线、电器不要被水淋湿或浸在导电液体中,例如实验室加热用的灯泡接口不要浸在水中。

2.2 使用化学药品的安全防护

2.2.1 防毒

实验室大多数药品都有不同程度的毒性,实验前应了解所用药品的毒性及防护措施。在操作有毒气体,如 H_2S 、 Cl_2 、 Br_2 、 NO_2 、浓 HCl 和 HF 等应在通风橱内进行;尽量减少与有导致癌变性能的物质如苯、四氯化碳等接触;对于氰化物、高汞盐、可溶性钡盐(BaCl_2)、重金属盐(如镉、铅盐)、三氧化二砷等剧毒药品应妥善保管,使用时应特别小心;不要在实验室内喝水、吃东西,餐具也不要带进实验室,以防毒物污染。

2.2.2 防爆炸

可燃气体与空气混合,当两者比例达到爆炸极限时,受到热源(如电火花)的诱发,就会引起爆炸。一些气体的爆炸极限见表 I-2-1。

表 I-2-1 易燃气体以及易燃物质蒸气在空气中的爆炸极限(20 °C, 1 atm)

气 体	爆炸高限	爆炸低限	气 体	爆炸高限	爆炸低限
	体积分数/%	体积分数/%		体积分数/%	体积分数/%
一氧化碳	74.2	12.5	甲 醇	36.5	6.7
氢	74.2	4.0	乙 醇	19.0	3.2
水煤气	72.0	7.0	苯	6.8	1.4
煤 气	32.0	5.3	丙 酮	12.8	2.6
氨	27.0	15.5	乙 醚	36.5	1.9
乙 烯	28.6	2.8	醋 酸	—	4.1
乙 炔	80.0	2.5	乙酸乙酯	11.4	2.2

实验室使用可燃性气体时,要防止气体逸出,室内通风要良好。操作大量可燃性气体时,严禁同时使用明火,还要防止发生电火花及其他撞击火花。有些药品如叠氮铝、乙炔银、乙炔铜、高氯酸盐、过氧化物等受震和受热都易引起爆炸,使用要特别小心。严禁将强氧化剂和强还原剂放在一起。进行容易引起爆炸的实验,应有防爆措施。使用久藏的乙醚前,应除去其中可能产生的过氧化物。

2.2.3 防火

实验室许多有机物如乙醚、丙酮、乙醇和苯等非常容易燃烧,大量使用时室内不能有明火、电火花或静电放电。有些物质如磷、金属钠、钾、电石及金属氢化物等,在空气中易氧化自燃。此外,一些金属如铁、锌、铝等的粉末,因比表面大,在空气中也易氧化自燃。这些物质要隔绝空气保存,使用时要特别小心。

实验室如果着火不要惊慌,应根据情况进行灭火,常用的灭火剂有:水、沙、二氧化碳灭火器、四氯化碳灭火器、泡沫灭火器和干粉灭火器等。可根据起火的原因选择使用。注意,以下几种情况不能用水灭火:金属钠、钾、镁、铝粉、电石、过氧化钠着火,应用干沙灭火;比水轻的易燃液体,如汽油、苯、丙酮等着火,可用泡沫灭火器;有灼烧的金属或熔融物的地方着火时,应用干沙或干粉灭火器;电器设备或带电系统着火,可用二氧化碳灭火器或四氯化碳灭火器。

2.2.4 防灼伤

强酸、强碱、强氧化剂、溴、磷、钠、钾、苯酚、冰醋酸等都会腐蚀皮肤,尤其要防止溅入眼内。液氧、液氮等低温也会严重灼伤皮肤,使用时应特别小心,若灼伤应及时治疗。

2.3 汞的安全使用

物理化学实验室有时会使用到汞或是含汞仪器,而汞的毒性很大,进入体内不易排出。汞中毒分急性和慢性两种,急性中毒多为高汞盐,如 HgCl_2 0.1 ~ 0.3 g 即可致人死亡。室温下汞的蒸气压为 0.001 2 mmHg,比安全浓度大 100 倍,吸入汞蒸气会引起慢性中毒,症状主要有食欲不振、恶心、便秘、贫血、骨骼和关节疼、精神衰弱等。

因此,使用汞必须严格遵守安全用汞操作规定。主要应注意:①储汞容器必须是结实的厚壁器皿,且器皿应放在瓷盘上。用烧杯暂时盛汞,不可多装以防破裂。②实验前要检查装汞的仪器是否放置稳固,橡皮管或塑料管连接处要缚牢。③万一汞掉落在地上、台面或水槽中,先用吸汞管尽可能将汞珠收集起来,再用能形成汞齐的金属片(如 Zn, Cu, Sn 等)在汞溅处多次扫过,然后用硫磺粉盖在汞溅落的地方,并摩擦使之生成 HgS ,也可用 KMnO_4 溶液使其氧化。④任何剩余量的汞均不能随意弃置,亦不能倒入下水槽中。⑤擦过汞或汞齐的滤纸、布或其他物品必须放在有水的瓷缸内。⑥使用汞的实验室应有良好的通风设备,纯化汞应有专用实验室。

2.4 高压钢瓶的使用

在物化实验中,常会使用到气体钢瓶。我国劳动部于 1966 年颁布了气体钢瓶安全检察规程,规定了各类气体钢瓶的色标,参见表 I -2-2 我国常用钢瓶的色标。

表 I-2-2 我国常用钢瓶的色标

钢瓶名称	瓶身颜色	字 样	字样颜色	横条颜色
氮气瓶	黑色	氮	黄色	棕色
氧气瓶	天蓝色	氧	黑色	
氢气瓶	深蓝色	氢	红色	红色
压缩空气瓶	黑色	压缩空气	白色	
二氧化碳气瓶	黑色	二氧化碳	黄色	
氩气瓶	棕色	氩	白色	
液氨瓶	黄色	氨	黑色	
氯气瓶	草绿色	氯	白色	白色
乙炔气瓶	白色	乙炔	红色	
氟氯烷气瓶	铝白色	氟氯烷	黑色	
石油气瓶	灰色	石油气	红色	
粗氩气瓶	黑色	粗氩	白色	
纯氩气瓶	灰色	纯氩	绿色	

气体钢瓶上装有配套的减压阀,使用时应检查减压阀是否关紧,方法是逆时针旋转调压手柄至螺杆松动为止。操作方法如下:首先打开钢瓶总阀,此时高压表显示出瓶内贮气总压力;然后顺时针缓慢转动调压手柄,至低压表显示出实验所需压力时停止转动;使用完毕,先关闭总阀门,待减压阀中余气逸尽后,再关闭减压阀。

搬运和放置要求:搬运钢瓶要小心轻放,放置要稳固,并旋上钢瓶帽。钢瓶应放在阴凉,远离电源、热源(如阳光、暖气、炉火等)的地方,并固定在稳定的支架、实验桌或实验室的墙壁上。可燃性气体钢瓶放置的房间不应有明火或电火花产生,并与氧气钢瓶分开存放。若是氢气瓶应则放在远离实验室的专用小屋内,用紫铜管引入实验室,并安装防止回火的装置。

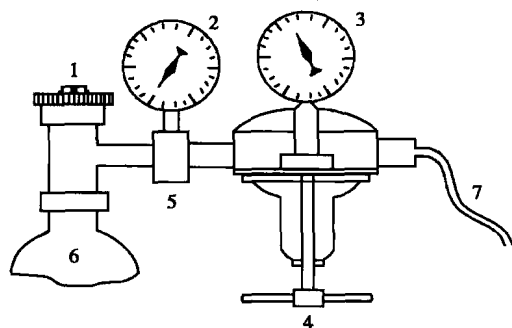


图 I-2-1 钢瓶阀门和压力表

操作要求:气体钢瓶使用时应安装减压阀和压力表(如图 I-2-1 所示)。可燃性气瓶(如 H_2 、 C_2H_2)气门螺丝为反丝,不燃性或助燃性气瓶(如 N_2 、 O_2)为正丝,各种压力表一般不可混用。在使用时特别注意在手上、工具上、钢瓶和周围不能沾有油污,扳子上的油可用酒精洗去,待干后使用,以防燃烧和爆炸。开启气瓶总阀时,头或身体不要正对总阀门,防止阀门或压力表冲出伤人。钢瓶内气体不能全部用尽,要留下一些气体,以防止外界空气

进入气体钢瓶,一般应保持 0.5 MPa 表压以上的残留压力。

2.5 使用辐射源的安全防护

物理化学实验室的辐射源主要指产生 γ 射线、X 射线、中子流带电粒子束电离辐射和产生频率为 10 ~ 100 000 的电磁波辐射。

2.5.1 电离辐射的防护

电离辐射是一种有足够能量使电子离开原子所产生的辐射。电离辐射一般来源于一些不稳定原子(指放射性核素或放射性同位素)的放射性衰变过程,如天然核素镭,氡,铀,钍。此外,也存在于人类活动和自然活动。放射性的原子衰变过程中,辐射出 α 、 β 和 γ 射线以及由于原子核外层电子引起的辐射(X 射线)等。一般晶体 X 射线衍射分析用的波长较长、穿透能力较低,称为软 X 射线。它比医院透视用的波长较短、穿透能力较强的硬 X 射线对人体组织伤害更大。如果长时期接触,重的可造成白血球下降和毛发脱落等病症,发生严重的射线病。

X 射线的防护措施主要有:

①基本的一条是防止身体各部(特别是头部)受到 X 射线照射,尤其是受到 X 射线的直接照射;

②X 光管窗口附近用厚度在 1 mm 以上铅皮挡好,使 X 射线尽量限制在一个局部小范围内,不让它散射到整个房间;

③在进行操作尤其是对光时,应戴上防护用具如铅玻璃眼镜。操作人员站的位置应避免直接照射;

④操作完,应及时用铅屏把 X 光机与人隔开,暂时不工作时,应关好窗口,除非必要,人员应尽量离开 X 光实验室;

⑤室内应保持良好通风,以减少由于高电压和 X 射线电离作用产生的有害气体对人体的影响。

2.5.2 电磁辐射的防护

伴随着现代科技的高速发展,越来越多的电子、电气设备投入各领域使用,从而使得各种频率的、不同能量的电磁波充斥着地球的每一个角落。因此,电磁波不可避免地会对人体构成一定程度的危害。如雷达系统、电视和广播发射系统、射频感应及介质加热设备、射频及微波医疗设备、各种电加工设备、通信发射台站、卫星地球通信站、大型电力发电站、输变电设备、高压及超高压输电线、地铁列车及电气火车以及大多数家用电器等都是可以产生各种形式、不同频率、不同强度的电磁辐射源。在物理化学实验室中,如光谱用光源和高真空技术等的应用都会产生不同程度的电磁辐射。一般来说,推测或检测到射频功率密度超过 $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 的区域,应认为是电磁辐射区域。

电磁辐射危害人体的机理主要是热效应、非热效应和累积效应等。人体 70% 以上是水,水分子受到电磁波辐射后相互摩擦,引起机体升温,从而影响到体内器官的正常工作。此外,人体的器官和组织都存在微弱的电磁场,它们是稳定和有序的,一旦受到外界电磁场的干扰,处于平衡状态的微弱电磁场即将遭到破坏,人体也会遭受损伤。热效应和非热效应作用于人