

物理
实验
技术
手册



Wuli Shiyan
Jishu Shouce
上海辞书出版社

物理 实验 技术 手册



燕山大学图书馆

04-33/46

Shiyan
Jishu Shouce

上海辞书出版社



0289707

(沪)新登字 110 号

物理实验技术手册

上海辞书出版社出版

(上海陕西北路 457 号 邮政编码 200040)

上海辞书出版社发行所发行 上海新华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 19 插页 5 字数 620000

1995 年 12 月第 1 版 1995 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—5000

ISBN 7-5326-0345-8/O·15

定价: 21.80 元

编 著 者：龚镇雄 何圣静

责任编辑：邹银芳

封面设计：何香生

编者的话

物理实验作为一门科学，包括实验方法、实验的理论条件、仪器设备的设计和制作、实验操作、数据处理和实验结果分析等几个方面，而这些方面又是相互关联、相互渗透的。实验操作是完成一个实验的中心环节，在已经有了实验方案和仪器设备以后，能否达到实验设计的预期目的甚至获得超常的效果，就要看实验操作技术的水平和发挥得如何了。本书以实验技术为中心，介绍物理实验技术本身以及与实验技术有关的方面。

物理实验技术包括常用仪器的使用和维护技术、实验的调节和测量技术、实验室的工艺技术等。本书第一章至第五章每章中都包括了这些内容。此外，还包括少量与此有关的实验室的布局和设计的内容，使整个实验室技术更为完整。由于一些常用的数据处理方法和技巧，与实验方法和实验操作即调节测量中的安排、判断、分析、表达等密切相关，我们在第六章中予以简要介绍。

在实验技术中，实验的调节和测量技术是最核心的内容，因此也是本书的重点，它不仅包括实际的操作技术，还包括许多指导思想和方法。例如，如何在现有条件下尽量减小测量误差、提高实验的精确度，或如何以最低的代价、最高的效率达到预期的要求；如何用多种途径和方法去判断和确认实验结果；调整和调节仪器装置要有目的、有步骤、有要求、不盲目、不乱动，也不必使劳地过细；实验中选择适当的参数，作出最合理的安排，恰当地满足实验条件；要抓住影响实验结果的主要因素，该精则精，可粗则粗；要减少实验中的不确定因素；采集的数据要能反映客观情况，要使实验中所测得的就是测量公式中所表示的物理量而不是别的；要在实验操作的全过程中随时分析思考各种因素可能对实验结果造成的影响的数量级，随时判断数据的合

理性,把实验进程随时置于可控和预计之中。这些都是体现实验水平,实验者的素质、修养,并导致实验结果的优劣甚至可信度的重要内容。我们力求通过实例的分析介绍去体现这些思想和方法。这是本书的特点之一。

本书的另一个特点是力求反映我们多年来从事实验工作的实际经验。除了一些知识性的介绍以外,我们用主要篇幅叙述一些实际的经验、心得、窍门和技巧,不论是调节测量、仪器使用、工艺制作或是数据处理,都力求介绍技术关键和有价值的细节,指出主要点,说明简要的道理。

本书内容以高等院校的普通物理实验为主,兼顾中学物理实验和近代物理实验;以面对国内现实的多数实际情况(包括实验题目、仪器装置等)为主,也考虑到了近期的发展。由于物理实验的方法、仪器和实验技术已被极其广泛地应用于自然科学、技术科学以至社会科学、艺术科学及生产、生活的各个领域,本书除了可供各类高等院校理工科的师生、中学和有关专业学校的教师、各级学校的实验技术人员和实验室管理人员使用外,还可供各种技术部门的有关人员参考。我们希望本书的出版能对提高有关人员的实验素质、实验水平以及使物理实验形成一门系统的科学等方面作出一定的贡献。

本书的第一、二、六章由龚镇雄编写,第三、四、五章由何圣静编写。张世良参加了第一、二章部分内容的编写,高莉如参加了第三、四章部分内容的编写;参加本书编写工作、提供资料、审阅、咨询等的还有刘雪林、陈彪、武晶文、马樞、陈志明、李群、杨枫、高晓明、徐虹虹等同志,特在此一并致谢。本书的缺点、错误,恳请读者批评指出。

龚镇雄 北京大学

何圣静 国家教委教学仪器研究所

1993.6

目 录

第一章 力学实验技术

一、常用仪器的使用和维护	
技术	1
(一) 长度测量仪器	1
(1) 米尺	1
(2) 游标尺	1
(3) 千分尺(螺旋测微器)	3
(4) 千分表	5
(5) 读数显微镜(比长仪)	5
(二) 质量测量仪器	7
(1) 天平的分类和等级	7
(2) 分析天平	9
(3) 物理天平	14
(4) 托盘天平	15
(5) 扭力天平	16
(6) 焦利秤	17
(7) 砝码	17
(8) 其他称衡仪器	19
(三) 时间测量仪器	19
(1) 停表	19
(2) 光电数字计时器	21
(3) 打点计时及音叉计时器	23
(4) 频闪计时装置	23
(四) 气垫装置	27
(1) 气垫导轨系统	27
(2) 气垫平台(气桌)	30
二、实验的调节和测量技术	31
(一) 对实验仪器装置进	
行调节的要点	31
(1) 调节要有目的	31
(2) 要明确调节的要求	31
(3) 要有步骤地调节	33
(二) 实验测量时应遵循	
的原则	35
(1) 尽可能准确, 减小测量	
误差	35
(2) 以最小的代价达到实验	
所要求的精确度	35
(3) 使实际测得的就是测量	
公式中所表示的物理量	36
(4) 在影响实验结果的关键	
量或主要因素上面下功夫	36
(5) 要随时判断测得的数据	
是否合理	36
(6) 注意判断和确认测量结	
果的正确性	36
(三) 密度测定实验	36
(1) 测定规则物体的密度	37
(2) 测定密度大于 1g/cm^3	
的不规则物体的密度	37
(3) 测定密度小于 1g/cm^3	
的不规则物体的密度	39
(4) 根据阿基米德原理, 用	
比较法测定液体的密度	40
(5) 用比重瓶测定小块固体	

的密度.....41	行轴定理.....72
(6) 用比重瓶测定液体的密度.....42	(3) 观测刚体的转动惯量随其质量、质量分布和转动轴不同的改变.....73
(7) 用比重瓶测定空气的密度.....43	(4) 测定刚体的转动惯量.....73
(8) 其他测定密度的方法.....44	(5) 检验刚体的转动是否匀角加速度运动.....74
(四) 杨氏弹性模量测定实验.....47	(九) 碰撞实验.....74
(1) 用金属丝的伸长测定杨氏模量.....47	(1) 用气垫导轨上两个滑块的完全非弹性碰撞验证动量守恒定律.....74
(2) 用梁的弯曲测定杨氏模量.....52	(2) 用气垫导轨上两个滑块的弹性碰撞验证动量守恒定律.....76
(五) 单摆实验.....54	(3) 用悬柱的碰撞验证动量守恒定律.....76
(1) 用单摆测定重力加速度.....54	(十) 简谐振动实验.....78
(2) 用单摆的摆长差测定重力加速度.....58	(1) 考察气垫导轨上弹簧振子简谐振动的周期与振子有效质量的关系.....78
(3) 观测单摆周期与摆角的关系.....58	(2) 验证竖直的弹簧振子的周期公式.....80
(六) 自由落体实验.....59	(3) 观测弹簧振子的运动学特征.....81
(1) 用自由落体测定重力加速度(光电计时).....59	(4) 测量弹簧振子的机械能.....83
(2) 检验自由落体是匀加速运动, 测定重力加速度(火花计时).....63	(十一) 气垫导轨上弹簧振子的阻尼振动实验.....83
(七) 气垫导轨上的运动学和动力学实验.....65	(1) 确定阻尼振动的性质和规律.....83
(1) 匀速运动(火花计时).....65	(2) 测定阻尼振动的阻尼度.....86
(2) 匀加速直线运动(光电计时).....66	(十二) 复摆实验.....86
(3) 验证牛顿第二定律.....68	(1) 测定复摆的转动惯量和回转半径.....86
(八) 刚体转动实验.....69	
(1) 检验刚体转动定理.....69	
(2) 检验刚体转动惯量的平	

(2) 考察复摆周期与摆轴位置的关系.....	86	用冷却润滑液.....	116
(3) 对复摆周期进行微调的方法.....	87	(6) 铰孔和铰孔.....	117
(4) 组转和调节开式可逆摆的方法.....	89	(7) 木工钻.....	118
(十三) 弦的振动实验.....	89	(五) 攻丝和套丝.....	119
(1) 观察弦上的驻波.....	89	(1) 螺纹.....	119
(2) 用弦上的驻波测定音叉频率.....	90	(2) 用丝锥攻丝.....	120
三、实验室技术.....	91	(3) 板牙和套丝.....	124
(一) 看图和制图.....	91	(六) 粘接(粘合).....	123
(1) 表示物体形状的几种图.....	91	(1) 粘接的应用.....	126
(2) 怎样看三视图.....	92	(2) 粘合剂(胶粘剂).....	123
(3) 图上一般技术要求的标志.....	94	四、力学实验室的布局和设计.....	127
(4) 零件图的看图步骤.....	97	(一) 力学实验室的特点和构成.....	127
(5) 怎样画零件图.....	98	(1) 力学实验室的特点.....	127
(6) 装配图的识读方法及步骤.....	99	(2) 力学实验室的构成.....	128
(二) 锯割.....	100	(二) 一般力学实验室的布置和设计.....	128
(1) 手用钢锯条和锯弓.....	100	(1) 对力学实验室的一般要求.....	128
(2) 锯割方法.....	101	(2) 对力学实验室的桌、凳、柜的要求.....	128
(3) 木工锯.....	103	(三) 特殊实验室的布置和设计.....	129
(三) 锉.....	103	(1) 对天平室的要求.....	129
(1) 锉刀.....	104	(2) 对气垫室的要求.....	130
(2) 锉削方法.....	106	(3) 对选修实验室的要求.....	130
(3) 锉削操作注意事项.....	109	(4) 对计算机室的要求.....	130
(四) 钻孔.....	110	(四) 辅助实验室的布置和设计.....	131
(1) 钻头.....	110	(1) 对金工工作室的要求.....	131
(2) 钻孔机械.....	111	(2) 对空气压缩机室(鼓风机室)的要求.....	131
(3) 钻头的安装和取出.....	113		
(4) 钻孔操作方法.....	113		
(5) 钻孔精度、光洁度及钻削			

(3) 对贮藏室的要求.....	131	(1) 安全规范.....	132
(五) 力学实验室的安全.....	132	(2) 急救措施.....	132

第二章 热学实验技术

一、常用仪器的使用和维护技术.....	133	(1) 容器.....	154
(一) 温度计.....	133	(2) 量器.....	155
(1) 玻璃棒式液体温度计.....	133	(3) 干燥器.....	156
(2) 热电偶.....	138	二、实验的调节和测量技术.....	156
(3) 金属电阻温度计.....	139	(一) 热学实验中的温度测量和控制.....	156
(4) 半导体温度计.....	141	(1) 平衡测温.....	156
(5) 辐射高温计.....	141	(2) 控制热学系统温度的方法.....	157
(二) 量热器.....	142	(3) 控制环境温度的方法.....	159
(1) 简易量热器.....	143	(4) 测量变化中的某一时刻的温度的方法.....	161
(2) 水量热器.....	143	(二) 热学实验中的热量计量.....	162
(3) 冰量热器.....	144	(1) 根据热容和温度变化量计量热学系统所传递的热量.....	162
(4) 蒸汽量热器.....	144	(2) 热学系统散热(吸热)量的计量.....	163
(5) 真空量热器.....	144	(3) 牛顿冷却定律.....	163
(6) 同步量热器.....	145	(4) 用电热功率计量热量.....	164
(三) 加热器和恒温器.....	146	(三) 控制热学系统热量传递的方法.....	164
(1) 酒精灯.....	146	(1) 减少热学系统与外界热量交换的途径.....	164
(2) 煤气灯.....	146	(2) 控制热量的流向.....	165
(3) 喷灯.....	147	(四) 修正热学系统散热的方法.....	165
(4) 电炉.....	148	(1) 粗略修正散热.....	166
(5) 水浴锅.....	148		
(6) 高温电炉.....	149		
(7) 电热恒温干燥箱.....	150		
(四) 控温器.....	151		
(1) 水银触点式控温器.....	151		
(2) 固体膨胀式控温器.....	152		
(3) 热电偶控温器.....	153		
(4) 半导体控温器.....	153		
(五) 玻璃器具.....	154		

(2) 修正热量.....	166	(1) 用稳态平板法测定不良导体的导热系数.....	188
(3) 修正终温.....	167	(2) 测定金属的导热系数.....	190
(4) 使散热时间为零.....	168	(十) 热功当量测定实验.....	191
(5) 检验散热修正的方法.....	169	(1) 用电热法测定热功当量.....	191
(五) 求散热系数 K 的方法.....	170	(2) 用机械功与热量的转换测定热功当量.....	193
(1) 用冷却曲线求 K	170	(十一) 固体的线膨胀系数测定实验.....	195
(2) 用自然冷却过程中两点的温度求 K	171	(1) 测定 $0\sim 300^{\circ}\text{C}$ 之间金属的平均线膨胀系数.....	195
(3) 用积分的近似计算求 K	172	(2) 测定 $0\sim 100^{\circ}\text{C}$ 之间金属的平均线膨胀系数.....	196
(4) 把系统温度提高后求 K	172	(十二) 液体的粘滞系数测定实验.....	197
(5) 用绝热升温系数求 K	173	(1) 用落球法(斯托克斯公式)测定液体的粘滞系数.....	197
(六) 热学实验中的实验方案选择和参量选择.....	173	(2) 用毛细管粘滞器测定液体的粘滞系数.....	199
(1) 热学实验的实验方案选择.....	173	(十三) 表面张力系数测定实验.....	202
(2) 热学实验中的参量选择.....	174	(1) 用拉平平板法测定水的表面张力系数.....	202
(七) 相变潜热测定实验.....	175	(2) 用毛细管中液面升高测定水的表面张力系数.....	203
(1) 用混合量热法测定冰的溶解热.....	175	(十四) 观测在空气中悬浮的油滴的布朗运动.....	204
(2) 用混合量热法测定水的汽化热.....	179	三、实验室技术.....	206
(八) 比热容测定实验.....	180	(一) 玻璃加工技术.....	206
(1) 用混合量热法测定金属的比热容.....	180	(1) 玻璃管的切割方法.....	207
(2) 用混合量热法测定不良导体的比热容.....	182	(2) 玻璃管的热加工.....	207
(3) 用冷却法测定液体的比热容.....	183	(3) 玻璃管的连接.....	213
(4) 用冷却法测定金属的比热容.....	186		
(九) 导热系数测定实验.....	188		

(4) 玻璃的磨加工.....	213	布置和设计	218
(5) 在玻璃上作标记.....	213	(1) 对一般热学实验室的要 求.....	218
(二) 玻璃器具的洗涤方 法.....	214	(2) 对热学实验室的桌、凳、 柜的要求.....	218
(1) 一般方法.....	214	(三) 特殊热学实验室的 布局和设计	218
(2) 几种常用的洗涤液.....	214	(1) 水银室.....	218
(3) 玻璃器具的干燥.....	215	(2) 选修实验室.....	219
(三) 玻璃工操作的辅助 工具	215	(四) 辅助实验室的布局 和设计	219
(1) 钳夹工具.....	215	(1) 玻璃工作室.....	219
(2) 打孔器.....	216	(2) 清洗室.....	219
四、热学实验室的布局 and 计	217	(3) 贮藏室.....	219
(一) 热学实验室的特点 和构成	217	(五) 热学实验室的安全	219
(1) 热学实验室的特点.....	217	(1) 安全规范.....	219
(2) 热学实验室的构成.....	218	(2) 急救措施.....	221
(二) 一般热学实验室的			

第三章 电磁学实验技术

一、常用仪器、仪表的使用、维护 和检修技术	223	(5) 铁磁电动式仪表.....	238
(一) 标准器具	223	(6) 静电式仪表.....	239
(1) 对标准器具的要求.....	223	(三) 比较式仪器	240
(2) 标准电池.....	223	(1) 直流单电桥.....	240
(3) 标准电阻器.....	223	(2) 直流双电桥.....	242
(4) 标准电容器.....	223	(3) 交流电桥.....	245
(5) 标准电感器.....	230	(4) 直流电位差计.....	249
(二) 模拟式指示仪表	231	(5) 交流电位差计.....	250
(1) 磁电式仪表.....	231	(四) 数字式仪表	251
(2) 磁电式检流计.....	234	(1) 数字电压表.....	252
(3) 电磁式仪表.....	237	(2) 数字万用表.....	254
(4) 电动式仪表.....	238	(3) 数字频率计.....	255
		(4) 数字式Q表.....	258

(五) 常用电子仪器	272	(1) 用单电桥测量电阻	317
(1) 低频正弦信号发生器	272	(2) 用双电桥测量低电阻	321
(2) 高频正弦信号发生器	274	(3) 交流电桥法	322
(3) 函数发生器	276	(三) 补偿测量法	324
(4) 示波器	278	(四) 示波测量法	328
(5) 晶体管特性图示仪	286	(1) 电压的测量	328
(6) 电子管电压表	290	(2) 用圆图法测量相位差	329
(7) 晶体管万用表	292	(3) 用双踪示波器测量相位 差	331
(六) 常用磁测仪器	294	(4) 用示波器显示的半波个 数测量频率	332
(1) 电子磁通计	294	(5) 用利萨如图形测量频率	332
(2) 霍耳效应测场仪	296	(6) 用亮度调制法测量频率	333
(3) 磁通门磁强计	299	(7) 用示波法显示磁滞回线	334
(4) 超导量子干涉器件磁强 计	299	(五) 冲击法	336
(七) 传感器	301	(六) 霍耳效应法	341
(1) 物理型传感器	302	(七) 谐振法	342
(2) 化学型传感器	302	三、实验室技术	347
(3) 生物型传感器	303	(一) 印刷电路板的制作 工艺	347
(4) 传感器的发展趋势	303	(二) 电路图的识别	347
(八) 检修技术	304	(1) 识图步骤	347
(1) 电表	304	(2) 电气图形符号	348
(2) 常用电子仪表	308	(三) 焊接技术	354
(3) 其他仪器	313	(1) 焊接前的准备工作	354
二、实验的调节和测量技术	314	(2) 焊接方法和要求	356
(一) 伏安法	314	(四) 抗干扰和屏蔽	356
(1) 电流表外接的电路	315	(1) 干扰源	357
(2) 电流表内接的电路	315	(2) 屏蔽	357
(3) 选择两种联接电路的原 则	315	四、电磁学实验室的基本设 备	363
(4) 选择电压表和电流表的 量程	316	(一) 电磁学实验的特点	363
(5) 检查电路和测试的经验	316	(二) 布局和设计	364
(二) 电桥法	317		

(三) 安全用电	365	(1) 电子枪	386
(四) 直流稳压电源	365	(2) 偏转系统	386
(五) 恒流源	366	(3) 荧光屏	386
(六) 音频稳定电源	367	(4) 我国示波器型号的命名 方法	386
(七) 交流稳压器	369	(五) 电子开关	387
五、常用电磁器件和材料	370	(六) 亥姆霍兹线圈	387
(一) 电阻器、电位器、电 容器、电感器	370	(七) 螺线管、螺线环	388
(1) 电阻器	370	(1) 螺线管	388
(2) 电位器	372	(2) 螺线环	388
(3) 电容器	372	(八) 电磁铁	389
(4) 电感器	374	(九) 超导磁体	390
(二) 半导体器件	375	(十) 小型脉冲磁场发生 器	390
(1) 半导体二极管	375	(1) 电容放电式脉冲磁场发 生器	390
(2) 结型晶体管	377	(2) 可控硅脉冲电压发生器	391
(3) 场效应晶体管	378	(十一) 康铜、锰铜电阻合 金	391
(4) 半导体器件的型号	380	(1) 参考成分	391
(三) 集成电路、运算放大 器	380	(2) 主要性能	392
(1) 集成电路	380	(3) 线材规格及漆膜厚度	392
(2) 运算放大器	383		
(四) 电子示波管	385		

第四章 光学实验技术

一、常用光学器件、光学仪 器的使用和维护技术	396	(1) 平行光管	399
(一) 常用光学器件	396	(2) 自准直目镜、自准直望 远镜和自准直显微镜	399
(1) 反射镜	396	(3) 测微目镜	402
(2) 透镜	396	(4) 望远镜	403
(3) 偏振片	398	(5) 读数显微镜	404
(4) 波片	397	(6) 光具座	406
(5) 光栅	398	(7) 光学平台	406
(二) 常用光学仪器	399	(8) 分光计	407

(9) 单色仪.....	410	(3) 摄谱仪的常用附件.....	437
(10) 全息凹面光栅单色仪.....	411	(4) 拍摄照相.....	438
(11) 陆末-布洛洪光度计.....	412	(5) 定性检验.....	439
(12) 迈克耳孙干涉仪.....	413	(6) 定量分析.....	440
(13) 法布里-珀罗干涉仪.....	415	(7) 直读式摄谱仪.....	441
(三) 光学仪器的维护技术.....	417	(七) 光学系统光度的测 量技术.....	442
二、实验的调节和测量技 术.....	419	(1) 照度计法.....	443
(一) 光学系统成像质量 检验技术.....	419	(2) 分布光度计法.....	444
(1) 星点孔的制作法.....	420	(3) 积分球法.....	444
(2) 星点检验的判别技术及 像差检验.....	420	(4) 球形光度计法.....	445
(二) 光学元件表面光洁 度的检验技术.....	421	(八) 光学系统色度的测 量技术.....	445
(1) 凹面反射镜法.....	421	(1) 色标测色法.....	446
(2) 干涉法.....	421	(2) 光电测色计法.....	446
(三) 光学系统焦距的测 量技术.....	423	(3) 三色目视色度计法.....	447
(1) 平行光管法.....	424	(九) 球面曲率半径的测 量技术.....	448
(2) 横向放大率法(阿贝法).....	425	(十) 光强测量的数字显 示技术.....	450
(四) 光学系统放大率的 测量技术.....	427	(十一) 衍射测量技术.....	451
(1) 放大镜放大率的测量.....	427	(1) 实验原理.....	451
(2) 显微镜放大率的测量.....	428	(2) 测量物体的变形.....	452
(3) 望远系统放大率的测量.....	429	(3) 测量细丝的直径.....	452
(五) 全息照相技术.....	430	(十二) 研究磁光效应的 实验技术.....	452
(1) 实验原理.....	430	(十三) 分光计调节技术.....	454
(2) 全息照相的条件.....	431	(1) 调节关键.....	455
(3) 实验操作技术要点.....	432	(2) 调节步骤.....	455
(六) 摄谱仪的调节技术.....	434	(3) 使用方法.....	456
(1) 棱镜摄谱仪.....	435	(十四) 综合光学干涉仪 的调节技术.....	456
(2) 光栅摄谱仪.....	435	三、实验室技术.....	459

(一) 照相技术	459	(8) 底片冲洗室	473
(1) 照相机	459	(三) 常用光源	473
(2) 潜像的获得	461	(1) 白炽灯	473
(3) 感光底片及其处理	462	(2) 高压汞灯	473
(4) 印相	465	(3) 低压汞灯	474
(5) 放大	466	(4) 钠光灯	474
(二) 光学元件的胶合技 术	467	(5) 空心阴极灯	474
(三) 粘接技术	468	(6) 氙灯	474
(1) 科化 501 粘接剂(KH501)	468	(7) 氦-氖激光器	475
(2) 502 粘合剂	469	五、常用光学器件和材料	476
(3) 914 室温快速硬化环氧 粘接剂	470	(一) 滤光片	476
(4) 塑料粘合剂	470	(二) 棱镜	476
四、实验室基本设备	471	(三) 保护玻璃	479
(一) 光学实验的特点	471	(四) 光阑	479
(二) 布局原则	471	(1) 圆孔光阑	479
(1) 通风与空调	471	(2) 隙缝光阑	479
(2) 防震	472	(五) 光学晶体	480
(3) 防潮	472	(1) 碱卤化合物	480
(4) 上下水	472	(2) 金属铀和卤素元素化合 物的单晶	480
(5) 供电	472	(3) 碱土	480
(6) 清洗实验室	473	(4) 氧化物晶体	481
(7) 底片制作室	473	(六) 光学塑料	481

第五章 近代物理实验技术

一、真空技术	483	(三) 真空测量	487
(一) 真空泵	483	(1) 检漏	487
(1) 机械泵	483	(2) 测量机械泵的抽气速率	487
(2) 扩散泵	485	(3) 测量扩散泵的真空度	488
(二) 真空计	486	(4) 试制氨放电管	488
(1) 热偶真空计	486	(5) 结束工作	488
(2) 电离真空计	486	二、低温物理实验技术	488

(一) 液态氮	488	(7) 衰减全反射	502
(二) 液态氮	488	(8) 红外探头	502
(三) 低温恒温器	489	(四) 定量分析	502
(1) 第一类恒温器	489	(五) 红外光谱与分子结	
(2) 第二类恒温器	489	构的关系	503
(四) 低温温度计	490	(1) 近红外区	503
(五) 温度测量	491	(2) 中红外区	504
(六) 低温液体的使用	491	(3) 远红外区	504
(七) 低温下固体热导率		四、X射线技术	504
的测量	492	(一) X射线的产生	504
(1) 实验原理	492	(二) 仪器装置	506
(2) 仪器装置	493	(1) 准直器	506
(3) 误差分析	494	(2) 滤波器	506
(4) 实验操作技术要点	494	(3) 检测器	507
三、红外光谱技术	495	(三) X射线衍射	507
(一) 实验技术	495	(1) 衍射图	508
(1) 辐射源	495	(2) 照相机	508
(2) 检测器	496	(3) X辐射的选择	508
(二) 仪器装置	496	(4) 样品制备	508
(1) 红外分光光度计	496	(5) 自动衍射仪	509
(2) 色散型仪器	497	五、激光技术	509
(3) 非色散型仪器	497	(一) 概论	509
(4) 负滤波型非色散分析器	498	(二) 激光器	510
(5) 正滤波型非色散分析器	498	(1) 固体激光器	510
(6) 傅里叶变换干涉分光光		(2) 二氧化碳激光器	513
度计	498	(3) 氢离子激光器	515
(三) 试样处理	500	(4) 半导体激光器	516
(1) 气体	500	(5) 氦-氖激光器	518
(2) 液体和溶液	500	六、磁共振技术	520
(3) 试样池厚度	500	(一) 核磁共振(NMR)	521
(4) 薄膜试样	501	(1) 强磁场中的稳态吸收法	522
(5) 研棉	501	(2) 弱磁场中的自由进动法	524
(6) 压片技术	501	(二) 电子自旋共振(ESR)	526