



普通高等教育“十五”国家级规划教材



大学物理实验

李相银 主 编

王海林 王志兴 崔 骥 杨 庆 副主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育“十五”国家级规划教材

大学物理实验

李相银 主 编

王海林 王志兴 崔 骥 杨 庆 副主编

高等教育出版社

内容提要

本书是根据教育部制定的《大学物理实验课程基本要求》编写的大学物理实验教材,是普通高等教育“十五”国家级规划教材。全书内容贯穿着培养研究型学习能力是培养创新能力的重要基础这一主线,重点突出科学实验素质培养,实验技能培养及创新意识培养,将基础性实验、设计性实验、创意性实验融为一体。在内容编排上充分考虑到理工科有关专业特点及基础课教学的需要(课堂教学与课外科技活动有机结合的基本原则),其内容面广、新颖,实用性强,尤其是一些高新技术内容,更具有启发性、研究性。不同学校及专业可根据其特点和实际需要,灵活选择实验内容。

全书共分三篇。第一篇介绍物理实验思想,测量结果的误差评定方法,常用的实验方法及实验仪器。第二篇为基础性和综合性实验,注重基础实验的通用性及反映一些新实验技术。第三篇为设计性实验和创意性实验,注重能力及创新意识的培养和提高。

本书可作为高等学校理工科非物理类专业的教材,也可作为相关专业技术人员和其他有关人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理实验/李相银主编. —北京:高等教育出版社,2004.11

ISBN 7-04-015568-0

I. 大... II. 李... III. 物理学—实验—高等学校—教材 IV. O4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 107415 号

策划编辑 刘 伟 责任编辑 刘 伟 封面设计 于 涛 责任绘图 朱 静
版式设计 王 莹 责任校对 尤 静 责任印制 孔 源

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	北京星月印刷厂		
开 本	787×960 1/16	版 次	2004 年 12 月第 1 版
印 张	26.25	印 次	2004 年 12 月第 1 次印刷
字 数	490 000	定 价	27.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号: 15568-00

引 言

许多现代高新技术是随着物理学及物理实验为代表的基础学科的成长而发展起来的,例如 20 世纪 60 年代的电子计算机技术,70 年代到 90 年代迅猛发展的高分子、半导体、激光技术、光学显微技术、高温超导、激光生物医学、纳米技术等,在这些基础及应用的互补性中可以探求科学技术的本质。从中可以看出,物理学及物理实验是自然科学的重要基础,是培养高素质人才必须具备的自然科学素养之一。

21 世纪高等院校的人才培养目标及计划实施必须面对高科技发展和知识经济大潮,创新精神是高等院校人才必须具备的素质之一。大学物理实验课程作为高等院校基础教学的一个重要组成部分,同时又是本科生进入大学之后接受系统实验原理、方法和实验技能训练的一个开端,对后续课程的学习具有重要的启发性、基础性、研究性,尤其是大学物理实验的思想,基本训练的原理及方法、设计性实验及创意性实验的思维能力训练是培养科学实验素质及创新能力的重要基础。本书在内容安排上贯穿着培养研究型学习能力是培养创新能力的重要基础这一主线,在参阅许多资料的基础上,将基础性实验、设计性实验、创意性实验融为一体。在内容编排上充分考虑到理工科有关专业特点及基础课教学的需要(课堂教学与课外科技活动有机结合的基本原则),其内容面广、新颖,实用性强,尤其是一些高新技术内容,更具有启发性、研究性、实用性。

本书一共 9 章,分为三篇。第一篇(1~3 章)为测量误差、结果评定、常用实验方法、基本测量仪器介绍;第二篇(4~7 章)为力学和热学实验、电磁学实验、光学实验、综合实验;第三篇(8~9 章)为设计性实验、创意性实验。

本书是按照教育部制定的《大学物理实验课程基本要求》编写的大学物理实验教材,凡具有一定高等数学、大学物理等基础知识的读者都可以顺利阅读。编写时既照顾实验的基础性、实践性,又兼顾实验的综合性、设计性、创意性(研究性),并充分考虑到阅读和教学安排有很大的选择性,故本书各部分的内容基本上是相互独立的。根据不同学校、专业的特点及实际需要,可灵活选择实验内容。在内容安排上,还编入了一定量的实验室开放性预备性实验(第 3 章)、设计性实验(第 8 章)和创意性实验(第 9 章)。在很多节后面还设有少量的习题与思考题,以求更好地做到理论与实践相结合。

物理实验教学是一个集体的事业,从实验仪器的制作、购置,到实验的编排和实验内容的编写,都需要许多教师和实验员同志长期的努力和改进,本书就是

南京理工大学物理实验中心集体劳动的成果。

本书由李相银、王海林、王志兴、姚安居、杨庆、崔骥、陈伯飞、王红翌、史林兴、袁俊等负责编写,李相银担任主编,统编全稿。其中1~3章由李相银编写,第4章由李相银、姚安居、陈伯飞编写,第5章由姚安居、王红翌、王海林、崔骥编写,第6章由杨庆、王志兴编写,第7章由王海林、王志兴、崔骥、袁俊编写,第8章由李相银、姚安居、王海林、杨庆、崔骥编写,第9章由李相银、王志兴、王海林、崔骥、陈伯飞、王红翌、史林兴编写。编写过程中参阅了有关著作和文章,在参考文献中未能一一列出,在此一并向他们表示诚挚的感谢和敬意。由于编者水平有限,书中难免还存在一些缺点和不妥之处,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

2004年2月于南京

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 测量误差 结果评定 常用实验方法

第 1 章 测量误差及其数据处理方法	10
1.1 测量与误差的关系	10
1.2 测量结果误差估算及评定方法	15
1.3 直接测量结果误差估算及评定方法	19
1.4 间接测量结果误差估算及评定方法	21
1.5 有效数字及其运算	27
1.6 常用数据处理方法	30
1.7 数据处理在物理实验中的其他应用	38
练习题	41
第 2 章 常用物理实验方法	43
2.1 比较法	43
2.2 放大法	44
2.3 补偿法	45
2.4 转换法及传感器	46
2.5 模拟法	52
2.6 测量宽度展延法	53
第 3 章 一般常用基础性物理实验测量仪器介绍	54
3.1 长度测量仪器	54
3.2 时间测量仪器	64
3.3 质量测量仪器	67
3.4 温度测量仪器	73
3.5 电流测量仪器	76
3.6 电压测量仪器	79
3.7 电阻、电容和电感测量仪器	82
3.8 常用光学仪器	84
参考文献	91

第二篇 基础性实验

第 4 章 力学和热学实验	95
实验 1 刚体转动惯量的测定	95
实验 2 金属杨氏模量的测量	101
实验 3 固体线膨胀系数的测定	104
实验 4 弦线上驻波的研究	109
实验 5 液体表面张力系数的测定	114
实验 6 用稳态法测定橡胶板导热系数	116
实验 7 气体比热容比的测定	123
实验 8 比热容的测定	129
实验 9 气垫导轨上的力学实验	136
实验 10 高温超导体电阻 - 温度测量的研究	145
参考文献	152
第 5 章 电磁学实验	153
实验 11 灵敏电流计的研究	153
实验 12 弱电流测量及 PN 结物理特性的研究	159
实验 13 直流电桥	164
实验 14 半导体热敏电阻特性研究	172
实验 15 伏安特性曲线的测绘	177
实验 16 霍耳效应法测量磁场	180
实验 17 示波器的使用	188
实验 18 磁阻效应	197
实验 19 交流电及整流滤波电路	201
参考文献	206
第 6 章 光学实验	208
实验 20 双棱镜	209
实验 21 迈克耳孙干涉仪	212
实验 22 牛顿环	218
实验 23 氢原子光谱	223
实验 24 全息照相	228
实验 25 衍射光栅	235
实验 26 光的偏振特性实验研究	239
实验 27 旋光效应	248
实验 28 光纤几何参数和数值孔径的测量	252

参考文献	256
第 7 章 近代物理和综合性实验	257
实验 29 光电效应和普朗克常数测定	257
实验 30 声光调制特性实验研究	262
实验 31 电光调制特性实验研究	266
实验 32 磁光调制特性实验研究	273
实验 33 弗兰克 - 赫兹实验	280
实验 34 核磁共振	285
实验 35 光磁共振	289
实验 36 铁磁共振	298
实验 37 声速测定	302
实验 38 脉冲固体激光器的输出特性	308
实验 39 原子力显微镜	315
实验 40 纳米微粒材料制备	320
实验 41 多普勒效应	327
实验 42 锁定放大器测量微弱信号	331
参考文献	338

第三篇 设计性实验及创意性实验

第 8 章 设计性实验	340
实验 1 测量重力加速度	340
实验 2 液体体膨胀系数测量	341
实验 3 LD 光斑远场特性测量	341
实验 4 光纤链路光功率损耗测试	342
实验 5 用弦音仪测定弦上传播的横波波速	343
实验 6 组装欧姆表	344
实验 7 用电位差计校准电流表	344
实验 8 用补偿法测量电流	345
实验 9 用示波器测量电容	346
实验 10 用灵敏电流计测量二极管的反向电流	347
实验 11 用霍耳效应测量通电线圈的匝数	347
实验 12 用自准直法测凸透镜焦距	348
实验 13 用劈尖法测量细丝的直径	349
实验 14 用旋光仪测定某种溶液的浓度 c	349
实验 15 透明薄膜折射率(或厚度)的测量	350

实验 16	测定未知光波长及角色散率	351
实验 17	超声波频率的测量	352
实验 18	薄膜光吸收系数的测量	352
实验 19	使用分光计测量三棱镜材料的折射率	353
实验 20	泰曼-格林干涉仪观察火焰场温度分布	354
实验 21	YAG 激光束发射角的测量及误差分析	355
实验 22	全息无损检验	355
实验 23	用全息方法制作光栅	356
实验 24	测量铜丝的电阻温度系数	357
实验 25	半导体激光器光功率-电流特性测量	358
实验 26	用偏振片设计角位移传感器	359
参考文献		359
第 9 章	创意性实验	361
实验 1	图像位移传感器测量线膨胀系数	362
实验 2	表面活性剂对热交换影响的研究	366
实验 3	亥姆霍兹线圈扩展应用研究	369
实验 4	条码定位测长技术应用研究	370
实验 5	激光束发散角在空间的传输特性研究	373
实验 6	双光栅实验研究	376
实验 7	气体组分对 TEA CO ₂ 激光器输出特性影响的研究	378
实验 8	声波在水中的传播特性和水中目标探测的研究	380
实验 9	用光的衍射法测定微粒直径的研究	382
实验 10	激光束在水中传输特性的研究	384
实验 11	水下全息图的拍摄	385
实验 12	光散射信号的测量	387
实验 13	生物组织光学特性测试方法研究	390
实验 14	纳米量级分子自组装膜的摩擦特性研究	392
实验 15	非金属材料线膨胀系数精密测量研究	394
实验 16	霍尔传感器测量刚体转动惯量研究	396
实验 17	用锁定放大器测量热敏电阻的温度特性	398
实验 18	超导磁悬浮力测量研究	400
附表		403

绪 论

一、大学物理实验课程体系、内容及要求

大学物理实验是高等院校理工科专业一门重要的基础实验课程,是对学生进行科学实验基本训练的一门独立的必修基础课,同时又是学生进入大学后接受系统实验方法和实验技能训练的开端.现代科学技术迅速发展,对大学生的培养必须要与之相适应.因此要求对物理实验课程教学内容、教学方法、教学体系的改革,着重强化实验基本技能、方法和物理实验思想的训练,同时注意培养和提高科学实验素质,重点突出能力培养和创新意识训练.基础性物理实验教学内容以现代技术的观点为指导,改变经典实验教学思想的侧重点,使经典实验内容现代化,使物理实验内容充满近代的气息.因此要求物理实验教学内容整个体系以培养目标为重点,安排为三大模块,即实验结果的数据处理能力,基本训练能力,设计性实验和创意性实验能力.在教学实践过程中,以五个结合为核心,全面促进实验技能及能力素质的提高.

1. 传统实验教学方法与现代化教学手段相结合

在基础性物理实验教学内容中,根据实验的内容性质,分别引入了现代化教学手段,如在灵敏电流计、牛顿环、旋光仪、衍射光栅、迈克耳孙干涉仪等实验中引入了 CCD 摄像及显示系统,在有些实验中采用电化教学手段及 CAI 课件等.由于现代化教学手段的引入,增加了授课的信息量,拓宽了现代科技知识面,增强了内容的直观性和效果.

2. 将物理实验思想的培养与实验技能的训练相结合

作为基础课的物理实验,其目的与作用并不是粗略地去验证理论,而是在受到基本实验技能训练的同时,培养科学实验素质,从实践中培养和提高自己分析问题和解决问题的能力.在实验内容的安排上,注重实验设计基本思想和实验技能相结合.例如,可拆卸、装调方便的固体激光器和用于测量参数的固体激光器相互并存;板式双臂电桥和箱式双臂电桥相互并存等.前者突出实验的设计思想,后者突出基本实验技能及应用的训练.

3. 训练基础物理实验技能的同时,注重能力素质培养

物理实验课程是理工科学生进入大学后受到系统的实验方法和实验技能训练的重要开端,它贯穿着辩证唯物主义思想,把理论与实践、方法与技能相结合,促进学习者既动手又动脑,尤其能加强能力素质和创新意识的培养.因此在加强

基本物理实验训练的同时,要有自我思维能力的培养,对于通过思维得到的概念、思想、设计、方法等,经过“再生性思维”,重新运用以往学会的知识办法来解决新的问题。例如,讲授衍射光栅实验时,除以测量光栅常数和波长为基本训练内容外,应该思考能否用两块光栅常数相同的光栅构成光栅腔;迈克耳孙干涉仪实验中除测波长和波长差等内容外,能否测定薄膜厚度,用白光能否形成白光干涉;弦线上的驻波实验中,除测定频率等内容外,能否用此原理及方法测定固体流场和流体流场的速度等。因此学生在得到基本内容和方法训练后,经过积极的再思维,有利于提高科学实验素质和创新意识。

4. 考试与能力素质培养相结合

考试是促进学生再学习和再深化的过程,科学和合理的考试方法有利于促进学生的能力和素质培养。各校根据具体情况确定实验课程总学时数,但原则上不少于理论课时的1/2,实验内容可从实际需要出发,灵活选择本书实验项目,分两学期完成。第一学期授课内容为测量误差及数据处理方法和力学、热学、电学实验等,期末考试为开卷式笔试,考试目的是为了对实验数据作出科学地评价,并能结合具体实验的原理、方法、步骤、技巧等,在实验中提高测量的准确度和精确度。第二学期授课内容为光学、近代物理及综合实验,考试形式为设计性实验,设计性实验题目的数目一般在16~20个,在考试前三周公布,并任意抽签,抽到哪个试题就设计哪个实验。考试目的除要求掌握实验原理、方法、技巧等外,还必须熟练掌握使用各种仪器设备,了解仪器的性能指标,具备一定的分析问题和解决问题的能力。

5. 课堂教学与课外科技活动相结合

创意性实验是启发学生思维 and 培养学生创新意识的一个重要手段,也是培养科学实验基本素质,使学生真正掌握实践本领,课堂教学与课外科技活动相结合的教学模式。这种模式有利于挖掘和培养学生内在潜质,有利于激发学生个性发展,有利于促使学生在受到科技工作基本素质训练的同时,养成严肃认真、实事求是的科学作风,从而为培养高素质并具有创新意识的人才奠定基础。

在基础物理实验的基础上,以培养研究型学习能力是培养创新能力的重要基础这一主线,让学生尽早参加科研训练。在参阅许多资料的基础上,结合本校物理实验中心科研项目及科研成果,在课程中安排了创意性实验(研究型实验),其内容面广,内涵丰富,内容新颖,尤其是工程技术中的单元技术研究内容,更具有启发性、研究性、实用性,以求更好地做到理论与实际相结合。

二、物理实验课程基本训练的有关程序

物理实验课程通过对实验现象的观察、分析和对物理量的测量,加深对物理学原理的理解。因此实验教学的基本思想和程序归结为:实验思想→实验仪器→

实验条件→实验方法→实验测量→实验分析→实验结果数据处理. 根据这一教学思想和程序, 学生遵循的基本学习程序可分为以下三个阶段:

1. 实验前预习

由于实验课课内时间有限, 因而必须预先熟悉实验内容, 否则要在短短的课内时间完成整个实验无疑是困难的. 在实验之前, 应对实验原理、待测物理量、实验要获得的结果等做到胸有成竹. 若事先全不了解, 只是机械地照教材中实验步骤, 看一步动一步, 虽然得到了实验数据, 但却不了解其物理意义, 收获是不会大的, 因此必须作好预习. 预习一般以理解教材所述原理为主, 并大致了解实验具体步骤. 为了使测量结果眉目清楚, 防止漏测数据, 应按实验要求画好数据表格, 注上文字符号代表的物理量和单位, 并确定测量次数.

预习时, 要写好预习报告. 预习报告内容主要包括:

- (1) 实验名称;
- (2) 实验目的;
- (3) 仪器设备;
- (4) 基本原理, 包括重要的计算公式、电路图、光路图及简要的文字说明;
- (5) 数据草表.

其中数据草表是供实验时记录原始数据用的.

2. 进行实验

实验正式进行前, 首先要熟悉一下将要使用的仪器、设备的性能以及正确的操作规程, 切忌盲目操作; 其次要全面地想一想实验操作程序, 不要急于动手, 因为程序错一步或调错一次, 都有可能使整个实验前功尽弃.

实验中要注意对现象的观察, 尤其对所谓的“反常”现象, 更要仔细观察分析, 不要单纯地追求“顺利”; 要学习对观察到的现象和测得的数据随时进行判断, 以确定正在进行的实验过程是否正常合理; 对实验过程中出现的故障, 要学会及时排除.

每次测量后应立即将数据记录在数据草表中, 并要注意正确确定数据的有效位数. 当实验结果与实验条件有关时, 还要记下相应的实验条件, 例如当时的室温、湿度、大气压强等.

实验结束时, 要把测得的数据交给指导教师检查签字. 对不合理的或错误的实验结果, 经分析后还要补做或重做. 离开实验室前, 要整理好使用过的仪器, 做好清洁工作.

3. 写实验报告

书写实验报告是实验完成后的全面总结, 要以简单扼要的形式将实验结果完整而又真实地表达出来. 实验后要及时写好实验报告, 写报告要使用统一规格的实验报告纸, 要求文字通顺、字迹端正、图表规范、结果正确、讨论认真.

一份完整的实验报告通常包括下述内容:

- (1) 实验名称;
- (2) 实验目的;
- (3) 仪器设备;
- (4) 基本原理,包括重要的计算公式、电路图、光路图及简要的文字说明;
- (5) 数据表格及数据处理(包括计算和作图),这里的“数据表格”不同于预习报告中的“数据草表”,应该另行正规画出,并把数据草表记录的原始数据填入数据表格中;
- (6) 实验结果;
- (7) 问题讨论;
- (8) 预习报告中的“数据草表”,应作为附件,附于实验报告之后,交实验报告时一并交给指导教师.

以上(1)~(4)部分内容,如无大的变动,就可以使用预习报告中的相应内容代替,而不必重写.

附 实验报告范例

学号 × × × × × × × ×

姓名 × × ×

一、实验名称:衍射光栅.

二、实验目的:测定光栅常数 d ;用已知光栅常数的光栅测量未知谱线的波长.

三、实验仪器:JJY 型分光计(最小读数 $1'$)、衍射光栅、汞灯($\lambda_{\text{汞}} = 546.07 \text{ nm}$).

四、实验原理:当平行光垂直光栅入射时,满足光栅公式 $d \sin \varphi = k\lambda$ ($k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$)的光形成明线.

由上式,如果已知波长 λ 和衍射级次 k ,就可根据测得的衍射角 φ 求出光栅常数 d ;如果知道光栅常数 d 和衍射级次 k ,就可根据测得的衍射角 φ 求出相应光谱线的波长.

为了保证以平行光入射与出射,并减小测量误差,在测量前必须将分光计调节到使用状态.分光计调好的标准为:平行光管能够发出平行光;望远镜能够接收平行光;平行光管光轴、望远镜光轴都要垂直于仪器的旋转主轴.

五、实验步骤

1. 调节分光计.

2. 将光栅放置在载物平台上,并注意让它与平行光管垂直,使光栅条纹垂直于旋转主轴.

3. 测出绿谱线($\lambda_{\text{绿}} = 546.07 \text{ nm}$) ± 1 级和 ± 2 级的衍射角, 由光栅公式求出光栅常数 d .

4. 测出蓝谱线 ± 1 级和 ± 2 级衍射角, 根据前面测得的 d 和光栅公式, 求出蓝谱线的波长 $\lambda_{\text{蓝}}$.

六、实验数据

(一) 测定光栅常数 d

亮纹级数	读 数			衍射角		$\sin \bar{\varphi}_k$	λ/nm	d/nm	$\bar{d}/\text{nm}$		
	θ	θ'	平均	φ_k	$\bar{\varphi}_k$						
$k=0$	$50^{\circ}18'$	$230^{\circ}17'$	$140^{\circ}18'$								
$k=+1$	$30^{\circ}5'$	$210^{\circ}5'$	$120^{\circ}5'$	$20^{\circ}13'$	$19^{\circ}13'$	0.321 9	546.07	1.659×10^3	1.662×10^3		
$k=-1$	$68^{\circ}32'$	$248^{\circ}32'$	$158^{\circ}31'$	$18^{\circ}13'$							
$k=+2$	$8^{\circ}48'$	$188^{\circ}46'$	$98^{\circ}47'$	$41^{\circ}31'$	$40^{\circ}59'$	0.656 0		1.665×10^3			
$k=-2$	$90^{\circ}45'$	$270^{\circ}46'$	$180^{\circ}46'$	$40^{\circ}28'$							

(二) 测定光波波长

亮纹级数	读 数			衍射角		$\sin \bar{\varphi}_k$	d/nm	λ/nm	$\bar{\lambda}/\text{nm}$		
	θ	θ'	平均								
$k=0$	$50^{\circ}18'$	$230^{\circ}17'$	$140^{\circ}18'$	φ_k	$\bar{\varphi}_k$						
$k=+1$	$34^{\circ}23'$	$214^{\circ}21'$	$124^{\circ}22'$	$15^{\circ}56'$	$15^{\circ}13'$	0.262 6	1.662×10^3	436.4	436.8		
$k=-1$	$64^{\circ}47'$	$244^{\circ}48'$	$154^{\circ}48'$	$14^{\circ}30'$							
$k=+2$	$16^{\circ}52'$	$196^{\circ}54'$	$106^{\circ}53'$	$33^{\circ}25'$	$31^{\circ}45'$	0.526 2		437.2			
$k=-2$	$80^{\circ}23'$	$260^{\circ}22'$	$170^{\circ}23'$	$30^{\circ}5'$							

计算对于标准值的相对误差

$$\lambda_0 = 435.8 \text{ nm}$$

$$E = \left| \frac{\bar{\lambda} - \lambda_0}{\lambda_0} \right| \times 100\% = 0.2\%$$

七、问题讨论

1. 光栅光谱和棱镜光谱有哪些不同之处? 在上述两种光谱中, 哪种颜色的光偏转最大?

答: 光栅光谱和棱镜光谱采用不同的分光器件——衍射光栅和三棱镜得到。前者依据光栅方程 $d \sin \varphi = k\lambda$ ($k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$); 后者根据不同波长的光在玻璃中的折射率不同(色散)。在光栅光谱中, 对于同一衍射级次 k , λ 越大 φ 也越大, 即红光偏转最大; 在棱镜光谱中, 由于 λ 越大折射率越小, 偏向角也越小, 故紫光偏转最大。

2. 当狭缝太宽或太窄时将会出现什么现象? 为什么?

答: 狭缝太宽时谱线太亮、太宽, 所以会造成较大的测量误差; 狭缝太窄时谱线亮度不够, 甚至会造成找不到谱线. 因此应该使狭缝宽窄合适.

3. 入射光未垂直照射光栅所造成的后果:

从本次实验数据来看, k 为正值时的衍射角均大于 k 为负值时的衍射角. 通过分析可知, 这是由于入射光未垂直照射光栅所造成的, 由此给实验带来了系统误差.

当光线以 θ 角入射光栅时, 光栅公式变为

$$d(\sin \varphi + \sin \theta) = k\lambda \quad (k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

由于对正、负 k 级而言, θ 值为一正一负, 所以造成两边衍射角不相等. 如果只取一侧的衍射角, 代入 $d \sin \varphi = k\lambda$ 计算, 则误差较大. 在本实验中, 由于把正、负同级衍射角取了平均, 部分地消除了由此造成的误差. 在测波长时, 由于入射角 θ 不变, 所以进一步抵销了由此造成的误差.

但是从操作技能等方面考虑, 今后应尽量避免类似情况发生.

附 原始数据草表(略)

点评: 这是一份比较好的实验报告.

1. 在报告首页上方, 写明班级、学号、姓名, 可以避免与别人的报告相混, 也便于教师登记成绩, 发还报告.

2. 写明实验日期、时间, 可供今后查阅. 如能进一步注明环境条件, 如气温、天气等, 则会有更大的参考价值.

3. 仪器一栏写明了仪器型号, 往往可以由此知道仪器的极限误差以及使用方法.

4. 用自己的语言对原理作了概述, 有主要公式. 如能画上光栅衍射示意图则更佳.

5. 数据表格清晰. 在记录及处理数据时, 遵照了有效位数运算规则. 如, 由于仪器误差约为 $1'$, φ 在 $15^\circ \sim 42^\circ$ 范围内, 故 $\sin \varphi$ 的末位在小数点后第 4 位; 由于 $d = \frac{k\lambda}{\sin \varphi}$, λ 为 5 位, $\sin \varphi$ 为 4 位, 故 d 也取 4 位有效位数, 等等.

6. 发现了实验数据中的问题, 并进行了一定的分析. 这是一种值得提倡的科学态度. 千万不能看到数据中的问题后, 采用篡改数据的自欺欺人的办法. 如果能进一步作定量的分析, 收获可能会更大一些.

7. 报告完整, 并把原始数据附在报告最后一起交来, 便于核对数据.

三、物理实验规则

为了保证基础实验教学的正常进行,培养同学严肃认真、实事求是的科学态度,培养善于思考、勤于动手的学习作风,特制定以下规则,望大家严格遵照执行:

1. 实验前要充分做好预习准备工作,必须按要求写好预习报告,否则不得参加实验.上次实验的报告应在下次实验前交指导老师.

2. 实验中,应严格遵守课堂纪律和实验规程,正确操作,认真观测.要保持室内安静、整洁,严禁喧哗、嬉闹,禁止吸烟,禁止乱涂乱画,禁止随地吐痰,保证有良好的实验环境.

3. 对实验中使用的仪器设备及实验结果,要作实事求是的分析,反对掩盖矛盾或弄虚作假的学风.原始数据应经老师审阅签字,再整理仪器恢复原状,方可离开实验室.交实验报告时,实验中测量的原始数据必须附上.

4. 要自觉爱护仪器设备,实验中要注意技术安全,未经教师许可不要擅自接通仪器电源等,光学仪器的玻璃加工面不要用手去触摸,不允许擅自擦拭,各组仪器不得擅自调换.

5. 因故不能准时到课的学生,必须在课前向老师请假,经准许后方可安排补做实验,否则按旷课处理,缺交实验报告者,不准参加实验考试,实验成绩按不及格处理.

