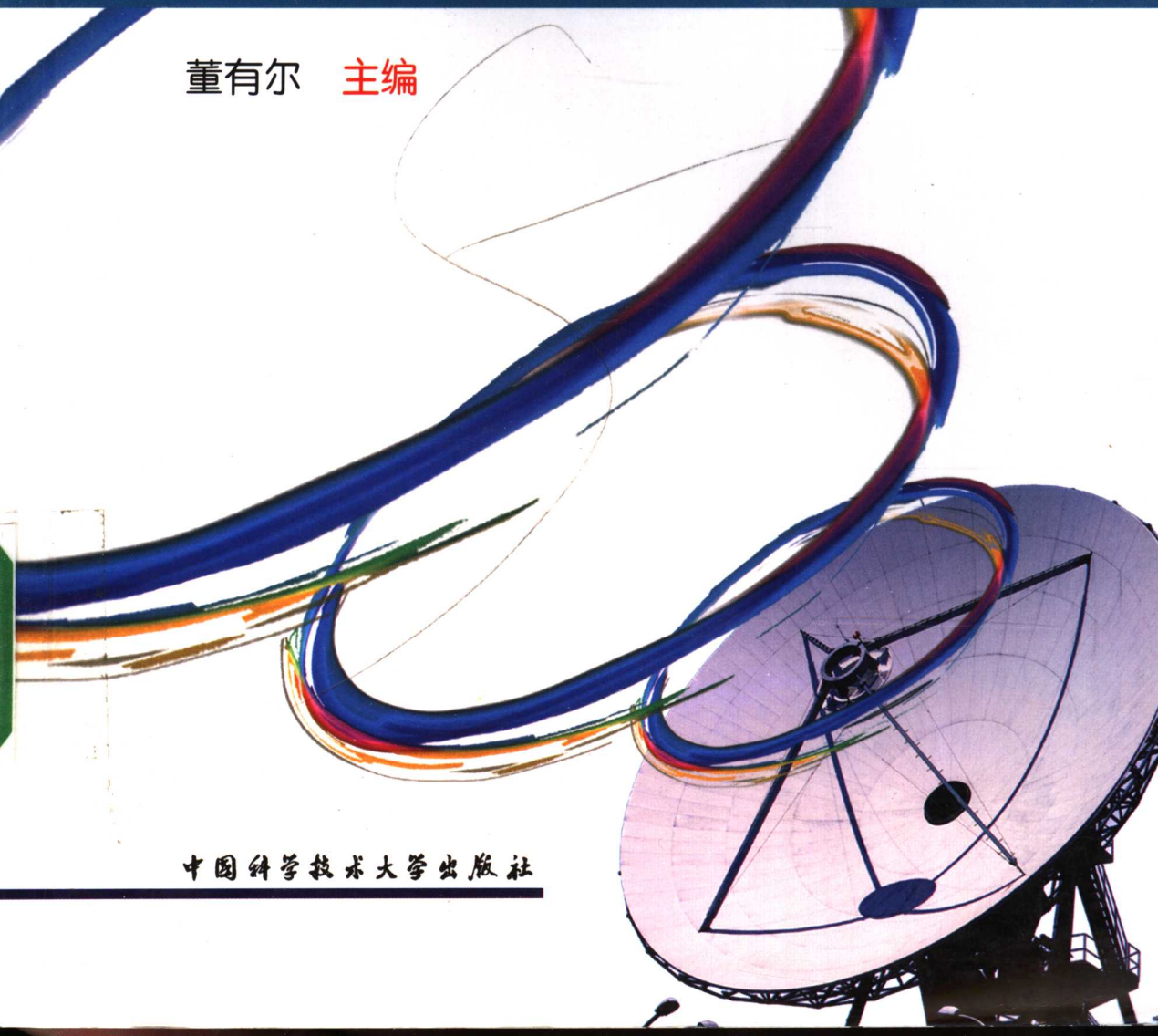


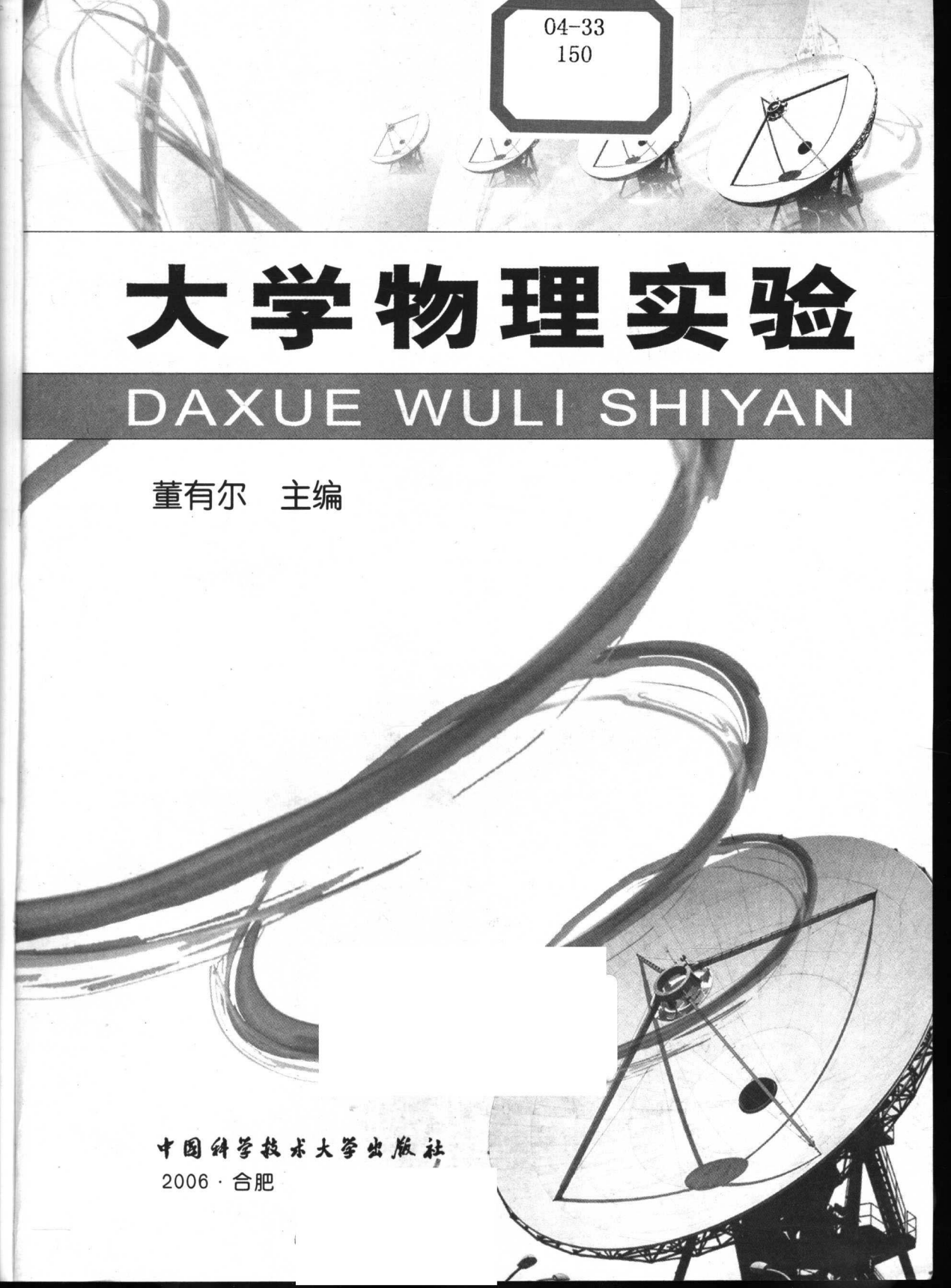
大学物理实验

DAXUE WULI SHIYAN

董有尔 主编



中国科学技术大学出版社



04-33

150

大学物理实验

DAXUE WULI SHIYAN

董有尔 主编

中国科学技术大学出版社
2006·合肥

图书在版编目 (CIP) 数据

大学物理实验/董有尔主编. —合肥: 中国科学技术大学出版社, 2006.4
ISBN 7-312-01898-X

I. 大… II. 董… III. 物理学—实验—高等学校—教材 IV. 04-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 015665 号

中国科学技术大学出版社出版发行

(安徽省合肥市金寨路 96 号, 邮编: 230026)

合肥学苑印务有限公司

全国新华书店经销

开本: 710 mm×960 mm 1/16 印张: 26.375 字数: 480 千

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1—5 000 册 定价: 38.00 元

编者的话

物理学是以实验为基础的科学，物理实验在物理学发展史上占有重要的地位。在物理本科教学大纲中，普通物理（包括力、热、电、光）、电子线路、近代物理等实验，占本科阶段四年教学总课时的五分之一左右时间，分别安排在一至三年级完成。开设这些物理实验课程的目的是通过全面、系统、严格的实验技能的训练，丰富和活跃学生的物理思想，提高学生科学地观察、分析、研究和解决实际问题的创新能力，培养实事求是的科学态度和艰苦奋斗的创业精神，为今后的学习和工作打下坚实的基础。物理实验教学曾经为培养 20 世纪的优秀人才做出了卓越的贡献。但随着科学技术的迅猛发展，社会的不断进步，为培养 21 世纪高素质创新人才，传统的物理实验教学体系和教学内容，已经不能适应新观念、新思维方法及时代发展的需要，为此，物理实验教学的课程体系、教学内容、教学方法必须改革。我们在几十年物理实验教学实践的基础上，经过近几年的改革探索，出版了这本《大学物理实验》教材。这本教材是我们几十年教学经验的总结，更是近几年教学改革经验的总结。

传统的物理实验课程体系是按普通物理实验（力、热、电、光）、电子线路实验和近代物理实验分别安排的封闭体系，学生用三年时间完成这些物理实验，由于各学科相互独立，限制了学生跨学科思维能力和创新能力的培养，我们打破旧的实验课程体系，实行各门实验重组与融合，加强综合设计性实验的力度，将物理实验分为基本实验、综合设计性实验和研究性实验，形成从低到高、从基础到前沿、从接受知识型到综合能力型的逐级提高的一、二、三级基础物理实验课程新体系。每一级实验用一年左右的时间完成，不同的级标志着不同的实验技能和科学思维水平。

一级物理实验主要是学习基本物理量的测量，基本实验仪器的使用，常用电子器件与传感器测试，基本实验方法和技术的训练，基本测量方法与误差的分析等，这些基本实验内容涉及力、热、电、光、电子线路、近代物理各个学科，将过去二、三年级才完成的电子线路和近代物理部分实验内容移植到基本实验中。本级实验要求学生在理解实验原理的基础上，不仅要学会仪器的使用，而且还要掌握其内部结构以及相关的电子线路知识，掌握运用

该原理解决实际问题的方法。本级我们安排了 30 个基本实验,除了对传统的实验进行解剖、重新定位、扩充内容外,又新增加了集成运算放大器的应用、单缝衍射实验、偏振光实验。

二级物理实验为综合设计性实验,本级实验逐步增加综合性实验和设计性实验的比例和难度,改变过去由教师安排好实验,准备好仪器,学生来做实验的状态,而是由学生在教师的指导下,自己设计实验,选择仪器,查阅资料、文献,写出实验原理、实施方案。连接电路和调试仪器等每一个实验的环节,全部由学生独立完成,以此培养和提高学生的综合思维和创造能力。学生通过做设计实验,从成功与失败中受到训练,整体素质得到提高。三级物理实验体系的建立,使综合设计性实验出现了一个良性循环状态,同学们在研究性实验中开发的新实验项目和制作的新实验仪器,投入到综合设计性实验教学之中,不仅增加了综合设计性实验的数量,而且还提高了质量。

三级物理实验为研究性实验。本级实验以科研实践为主题,以课题组为组织形式,让学生直接参加到新实验的设计和传统实验的更新和改造之中。本级实验与专业研究接轨,缩短了教与学、教学与科研、教科书与现代科学技术之间的距离,使学生得到独立科研能力的锻炼。研究性物理实验选题一般是在实验教学中提出来,具有明显的研究价值,也具有较好的研究条件。在教师的指导下,学生通过自己的努力就可以完成这些题目。为了搞好研究性物理实验,我们采用导师制,每一个学生根据自己的情况,选择实验指导教师,教师要加强指导,与学生共同进行研究性实验。做好研究性实验,充分发挥每个学生的才能,提高学生的实际操作能力,培养创新能力,是我们建立三级物理实验教学体系的最终目标。

本套实验教材在选择实验内容时,力求站在现代科学技术水平的高度,注重时代性,有效地引入了先进的科学技术方法和新概念,使传统的实验内容与现代技术很好地结合起来。首先将传感器技术、微波技术、激光技术、磁共振技术等现代技术引入实验教学中,不仅使物理实验的项目增加,而且使物理实验的内容得以扩充。其次,将计算机技术引入实验教学和实验数据采集、处理和控制在,让计算机的应用贯穿在实验教学的始终,不同的级也标志着有不同的计算机应用水平。第三,充分利用院、系的科研成果,不断增加新的实验内容,改进实验技术,开发新的实验仪器设备,使基础物理实验具有学院的特色,为科研工作打下坚实基础。第四,对于受到经费限制,价格昂贵暂时不能购置的和一些复杂、精密得无法对其内部结构、设计思想、设计方法进行剖析的实验仪器,我们可以建立数学模型,利用计算机仿真方式模拟物理实验的各个环节,达到实际实验难于实现的效果,不仅增加了实

验的趣味性,而且提高了物理实验的教学水平。

从基本实验到综合设计性实验,再到研究性实验,对学生的要求更高,目标更明确,用传统的实验教学方法,很难完成本套实验教材的教学任务,为此,必须实行开放式实验教学。不同的级对开放实验有不同的目的和要求,如在基本实验教学中,要求学生除了完成课表安排的基本实验之外,每个学生可根据自己学习的需要,随时到实验室进行预习或进行实验操作,时间、内容不受限制。开放实验教学为学生创造了一个能够发挥自身特长的教学环境,有利于鼓励学生个性的发展,有利于学生勇于探索精神的培养,也是我们顺利完成三级物理实验教学任务的保证。

与本套实验教材相配套的考核方法也必须改革,不同的学习内容,采用不同的考核方法,一级物理实验实行平时成绩+操作考试+答辩成绩;二级物理实验实行平时成绩+答辩成绩;三级物理实验实行科学报告+答辩成绩。等级答辩能够调动学生学习的积极性和主动性,强化了因材施教,突出了创新能力的培养。

基本实验阶段,每个学期末,学生都要在全班同学中讲述本学期基本实验仪器、基本实验测量方法、基本实验技能等掌握情况,并回答同学和教师的提问,根据答辩情况和平时考核计算出总成绩,两学期都合格,可进入二级物理实验学习,否则继续学习一级物理实验,直到合格为止。

综合设计性实验阶段,学生要根据实验室提供的仪器、实验题目、实验目的、实验要求,自己设计实验,选择仪器设备,连接线路,调试仪器,测量实验结果,直到写出实验报告。学期末每位同学要进行二级物理实验答辩汇报,答辩的题目要写成论文形式,用计算机打印出来,根据答辩情况,由答辩组成员确定二级物理实验是否达标。

研究性实验阶段,每位学生根据所学物理知识以及自己的兴趣和能力,选择1~3个研究性实验题目进行专题研究,在一年内完成,写成论文并进行成果展示和答辩评优,如果达到了三级物理实验的标准,就有了一定的独立工作能力和开展科研的能力。三级物理实验一环紧扣一环,哪一级都不能松懈,通过等级答辩,检验学生每一级物理实验掌握情况。

为了开拓学生视野,我们引进美国 PASCO 教学仪器公司生产的部分教学设备,如电脑控制动力学实验仪、电脑控制热膨胀实验装置、电脑控制材料拉力测试装置、电脑控制热体辐射腔实验仪、电脑控制光栅分光光度计、电脑控制磁悬浮实验仪等,作为专题开放性实验,学生利用 PASCO 教具不仅可以自行搭配、组装各种实验装置,独立进行基本物理实验学习与研究,而且可以利用计算机和各种传感器适时采集各种变化的物理量,通过应用软件或

自编的数据处理软件, 进行数据处理和结果分析.

在课程安排上, 一、二级物理实验适用于理、工科各专业的学生, 为普及性课程; 三级物理实验对物理类专业学生开课. 物理实验教学体系的改革, 是全体实验课教员和实验技术人员集体智慧和劳动的结晶. 在本书出版之际, 我们感谢几十年来, 在山西大学物理实验教学中做出过贡献的所有老师和实验技术人员. 本实验教材共收进基本物理实验 30 个, 综合性物理实验 18 个, 设计性物理实验 54 个, PASCO 物理实验 4 个, 大学物理仿真实验系统介绍, 研究性物理实验专题 2 个. 参加编写的人员有: 魏全香 (第 1-1~1-5, 3-2-29, 3-2-31), 高永祥 (1-6~1-10, 3-2-1~3-2-6), 李荣华 (1-11~1-15, 3-2-32~3-2-37), 宋伟 (1-16~1-20, 3-2-7~3-2-12), 杨荣国 (1-21, 1-30, 3-2-13~3-2-18, 3-2-52), 周海涛 (1-11, 1-16, 1-20, 1-22, 1-25, 1-29, 2-2, 2-13~2-15, 3-2-28, 3-2-38~3-2-42), 武少文 (1-23, 2-18), 杨保东 (1-1~1-5, 1-12, 1-17, 1-19, 1-24, 1-26~1-28, 2-16, 2-17, 3-2-19~3-2-26, 3-2-30), 李保春 (1-6~1-10, 1-13~1-15, 1-18, 2-5, 2-11, 3-2-27), 唐晋娥 (2-1, 5-4, 6-2), 董有尔 (绪论, 2-3, 2-6~2-7, 3-2-43~3-2-51), 杜磊 (2-4, 第四单元), 陈宝明 (2-9, 2-10, 3-2-53), 赵法刚 (3-2-54, 6-1), 张秀荣 (5-1~5-3), 冯晓霞 (2-8, 2-11, 2-12), 宋改青 (1-30). 本书由董有尔、周海涛统稿, 定稿.

本套教材在编写过程中得到了学校和学院各级领导的关心和支持, 在此深表感谢. 实验教学改革是一个长期和复杂的系统工程, 我们的改革还处在起步阶段, 还有许多不完善和需要改进之处. 2001 年, 我们的教学改革项目, 被确定为山西省 21 世纪初高等教育教学改革的重点项目, 在 2003 年本科教学质量评估和 2004 年基地评估中, 我们的实验教学改革受到了专家的肯定和好评, 2004 年我们的教改项目《建立三级物理实验教学新体系, 培养大学生创新能力》获省级教学成果一等奖, 物理实验教学中心被评为省级示范实验室, 这些都是对我们工作的最大支持和鼓励. 由于我们的水平和条件所限, 书中难免有错误和不妥之处, 我们真诚欢迎使用本书的教师、学生和各位读者批评指正.

编 者

2005 年 7 月

目 录

绪 论	1
0-1 大学物理实验的任务与要求	1
0-2 测量的不确定度和数据处理	9
 第一单元 基本物理实验	32
1-1 用流体静力称衡法测定固体的密度	32
1-2 冰的溶解热的测定	36
1-3 用落球法测液体的粘滞系数	41
1-4 分析天平的使用	44
1-5 复摆实验	52
1-6 重力加速度的测定	58
1-7 测定金属丝的杨氏模量	62
1-8 声速的测量	66
1-9 金属比热容的测定	69
1-10 弹簧振子的研究	72
1-11 电学实验基本知识	75
1-12 电表的改装和校准	88
1-13 示波器的使用	92
1-14 集成运算放大器的应用	97
1-15 RLC 串联电路的稳态特性	101
1-16 用模拟法测绘静电场的分布	106
1-17 伏安法测电阻及误差分析	112
1-18 电桥法测量电阻	116
1-19 学生式电位差计	120
1-20 交流电桥	125

1-21	薄透镜成像及其焦距的测量	131
1-22	用分光计测三棱镜顶角	135
1-23	用阿贝折射仪测定物质的折射率	144
1-24	显微镜实验	150
1-25	调节分光计并测定三棱镜的折射率	154
1-26	等厚干涉——牛顿环	159
1-27	迈克耳逊干涉实验	163
1-28	单缝衍射实验	170
1-29	光栅衍射	175
1-30	偏振光实验	180
 第二单元 综合物理实验		190
2-1	密立根油滴实验	190
2-2	夫兰克-赫兹实验	197
2-3	光速的测量	205
2-4	微波的光特性	214
2-5	核磁共振的稳态吸收 (NMR)	225
2-6	电阻应变式传感器特性的研究	237
2-7	霍尔传感器实验	249
2-8	光纤传感器实验	256
2-9	超声波特性及主要参数的测量	264
2-10	非线性混沌实验	271
2-11	温度的检测与控制	283
2-12	铁磁材料的磁化曲线和磁滞回线	290
2-13	RLC 串联电路的暂态过程	298
2-14	测定空气折射率	306
2-15	夫琅禾费衍射及光强分布的记录	311
2-16	利用光电效应现象测定普朗克常数	316
2-17	用光电法测定介质的光谱透射曲线	322
2-18	空间滤波与光信息处理	326

第三单元 设计物理实验	333
3-1 设计性实验的特点与实验方案的制定	333
3-2 设计性实验题目汇编	336
第四单元 大学物理仿真实验	345
4-1 大学物理仿真实验系统简介	345
4-2 大学远程物理实验教学系统的使用	347
4-3 大学物理仿真实验的基本操作方法	361
第五单元 PASCO 物理实验	367
5-1 磁悬浮实验	370
5-2 分光光度计实验	373
5-3 热膨胀实验	378
5-4 热体辐射实验	381
第六单元 研究性物理实验	389
6-1 激光技术的研究和应用	390
6-2 黑体辐射实验的研究	404



绪 论

0-1 大学物理实验的任务与要求

一、物理实验的重要性

物理学是一门以实验为基础的科学，物理学概念的形成、规律的发现以及理论的建立，都以实验为基础，并受到实验的检验。可以说，没有物理实验，就没有物理学，没有物理实验的重大突破，就没有物理学的发展。

正是 16 世纪伟大的实验物理学家伽利略，他把实验方法发展到一个科学的、崭新的高度。从此物理学作为一门学科，才真正地形成和发展起来。力学中的许多基本定律，如自由落体定律、惯性定律等，都是由伽利略通过实验发现和总结出来的。电磁学的研究，也是从库仑发明扭秤并用来测量电荷之间的作用力开始的。经典物理学的基本定律几乎全部是实验结果的总结与推广。在 19 世纪以前，没有纯粹的理论物理学家，所有物理学家，包括对物理理论的发展有重大贡献的牛顿、菲涅耳、麦克斯韦等，都亲自从事实验工作。

当代获得诺贝尔物理学奖成果的均是物理学中划时代的里程碑级的重大发现和发明。据统计，1901 年以来，实验物理学家得诺贝尔奖的人数是理论物理学家人数的两倍；而近 30 年来，前者的人数超过后者的六倍以上。1901 年，首届诺贝尔物理学奖获得者德国人伦琴 (W. C. Röntgen) 因发现 X 射线而获奖；1902 年获奖者是荷兰人塞曼 (P. Zeeman)，他在 1894 年发现光谱线在磁场中分裂的现象；1903 年的获奖者是法国人贝可勒尔 (H. A. Becquerel) 和居里夫妇 (P. Curie, M. S. Curie)，他们发现了天然放射性，由此成为核物理学的奠基人。由此可见，物理实验在物理学发展中的地位是多么重要。

物理实验不仅对于物理学的研究工作极其重要，对于物理学在其他学科中的应用也十分重要。物理学是技术的基础。没有热学、热力学的研究就不会有以蒸汽机的发明和广泛应用为标志的第一次工业革命；没有电磁学的研究和电磁理论的建立，就不会有今天的工业电气化和现代的无线电通信；没



有 20 世纪以来以相对论和量子力学作为理论基础的近代物理学的巨大进展,就不会有今天的微型计算机、激光和光通信、核能、纳米科学和技术等各种各样的高新技术。在化学中,从光谱分析到量子化学、从放射性测量到激光分离同位素,也无不是物理的应用;在生物学的发展史中,离不开各类显微镜的贡献,也就离不开物理学的应用。物理学正在广泛应用到各个学科领域,而这种应用无不与实验密切相关。显然,实验正是物理学应用到其他学科的桥梁。正是由于实验手段的不断进步、仪器精度的不断提高、实验设计思想的巧妙创新,才能顺利地把物理原理应用到其他学科而推动社会向前发展。

综上所述,要研究与发展物理学,要把物理理论应用到各行各业的实际应用中去,都必须重视物理实验,学好物理实验。因此要正确处理好实验与理论的关系,努力掌握科学实验技术,为服务社会打下坚实的基础。

二、物理实验课的目的和任务

物理实验是理工科大学生独立设置的一门必修基础课程,是培养和提高学生科学素质和能力的重要课程之一,它的主要目的和任务如下。

(1) 通过对物理实验现象的观察分析和对物理量的测量,使学生在物理实验的基本知识、基本方法和基本技能等方面受到严格而系统的训练,并能运用物理学原理、物理实验的方法研究物理现象和规律,加深对物理理论的理解和掌握,在实践中提高发现问题、分析问题和解决问题的能力。

(2) 在实验中培养与提高科学实验能力。在实验过程中,要正确使用实验仪器,认真观察实验现象,一丝不苟地记录实验数据。记录数据要原始、完整、全面、清楚,要有必要的说明注解。不但要用已掌握的知识去分析现象、处理数据、分析结果以及写实验报告等,在此基础上,着重培养学生的探索精神、创新精神、自主学习能力和科学研究的方法。

(3) 培养学生严格、细致、刻苦从事科学实验的素质,培养学生理论联系实际和百折不挠的科学精神,以及爱护公共财物的优良品德,培养学生善于动脑、乐于动手、讲究科学方法、遵守操作规程、注意安全等科学习惯。使学生在获取知识的自学能力、运用知识的综合分析能力、动手实践能力、设计创新能力以及严肃认真的工作作风、实事求是的科学态度等方面得到训练与提高。

三、物理实验教学对学生的基本要求

实验课与理论课不同,它的特点是学生在教师的指导下,自己动手,独立完成实验任务,对学生有以下基本要求。



1. 实验预习

实验前必须仔细阅读实验教材或有关的资料,基本弄清实验所用的原理和方法,并学会从中整理出主要实验条件、实验关键及实验注意事项,根据实验任务画好记录数据的表格.有些实验还要求学生课前自拟实验方案,自己设计线路图或光路图、自拟数据表格.因此,课前预习的好坏是实验中能否获得主动的关键.因此,要求学生实验前必须预习并写出预习报告,对没有预习和写出预习报告的同学不能进实验室做实验.

2. 实验操作

学生进入实验室后应遵守实验室规则,按照一个科学工作者那样要求自己.井井有条地布置仪器,安全操作,细心观察实验现象,认真钻研和探索实验中的问题.不要期望实验工作会一帆风顺,在遇到问题时,应看做是学习的良机,冷静地分析和处理它.仪器发生故障时,也要在教师指导下学习排除故障的方法.总之,要将着重点放在实验能力的培养上,而不是测出几个数据就完成了任务.对实验数据要严肃对待,要用钢笔或圆珠笔记录原始数据.如确系记错了,也不要涂改,应轻轻划一道,在旁边写上正确值(错误多的,需重新记录),使正误数据都能清晰可辨,以供在分析测量结果和误差时参考.也不要铅笔记录原始数据,给自己留有涂抹的余地,也不要先草记在另外的纸上再誊写到数据表格里,这样容易出错,况且,这已不是“原始记录”了.希望同学注意纠正自己的不良习惯,从一开始就不断培养良好的科学作风.实验结束时,将实验数据交教师审阅签字,整理还原仪器后方可离开实验室.

3. 实验总结(实验报告)

实验后要对实验数据及时进行处理.如果原始记录删改较多,应加以整理,对重要的数据要重新列表.数据处理过程包括计算、作图、误差分析等.计算要有计算式(或计算举例),代入的数据要有根据,便于别人看懂,也便于自己检查.作图要按作图规则,图线要规矩、美观.数据处理后应给出实验结果.最后要求撰写出一份简洁、明了、工整、有见解的实验报告.这是每一个大学生必须具备的报告工作成果的能力.实验内容包括:

(1) 实验名称.

(2) 实验目的.

(3) 实验原理.简要叙述有关物理内容(包括电路图、光路图或实验装置示意图)及测量中依据的主要公式,式中各物理量含义及单位,公式成立所应满足的实验条件等.

(4) 实验步骤.根据实际的实验过程写明关键步骤和安全注意要点.



(5) 数据表格与数据处理. 记录中应有仪器编号、规格及完整的实验数据. 要完成数据计算、曲线图绘制及误差分析. 最后写明实验结果.

(6) 总结或讨论. 内容不限, 可以是实验中现象的分析, 对实验关键问题的研究体会, 实验的收获和建议, 也可解答思考题.

4. 遵守实验室规则

为了保证实验正常进行, 以及培养严肃认真的工作作风和良好的实验工作习惯, 要求同学们遵守以下实验室规则.

(1) 学生应在课表规定时间内进行实验, 不得无故缺席或迟到. 实验时间若要更动, 须经实验室同意.

(2) 学生在每次实验前对排定要做的实验应进行预习, 并在预习的基础上作预习报告.

(3) 进入实验室后, 应将预习报告放在桌上由教师检查, 并回答教师的提问, 经过教师检查认为合格后, 才可以进行实验.

(4) 实验时, 应携带必要的物品, 如文具、计算器和草稿纸等. 对于需要作图的实验应事先准备毫米方格和铅笔.

(5) 进入实验室后, 根据仪器清单核对自己使用的仪器有否缺少或损坏, 若发现问题, 应向教师或实验室管理员提出. 未列出清单的仪器, 另向管理员借用, 实验完毕时归还.

(6) 实验前应细心观察仪器构造, 操作时动作应谨慎细心, 严格遵守各种仪器仪表的操作规则及注意事项, 尤其是电学, 线路接好后, 先经教师或实验室工作人员检查, 经许可后才可接通电源, 以免发生意外.

(7) 实验完毕应将数据交给教师检查, 实验合格者, 教师予以签字通过. 余下时间在实验室内进行实验计算与做作业题. 待下课后方可离开实验室.

实验不合格或请假缺课的学生, 由指导教师登记, 通知学生在规定时间内补做.

(8) 实验时, 应注意保持实验室整洁、安静. 实验完毕, 应将仪器, 桌椅恢复原状, 放置整齐, 经老师检查同意后, 方能离开实验室.

(9) 如有损坏仪器, 应及时报告教师或实验室工作人员, 并填写损坏单, 说明损坏原因, 赔偿办法根据学校规定处理.

(10) 实验报告应在实验后一周内交实验室.

四、一级物理实验教学的基本要求

一级物理实验主要是学习基本物理量的测量, 基本实验仪器的使用, 常用电子器件与传感器测试, 基本实验方法和技术的训练, 基本测量方法与误



差的分析等,这些基本实验内容涉及力、热、电、光、电子线路、近代物理各个学科,将过去二、三年级才完成的电子线路和近代物理部分实验内容移植到基本实验中。本级实验要求学生在理解实验原理的基础上,不仅要学会仪器的使用,而且还要掌握其内部结构和相关的电子线路知识,以及运用该原理解决实际问题的方法。

做好基本实验,对学生进行基本实验方法和技术的训练,是实验教学的主要任务。基本实验要求学生必须认真预习,仔细阅读教材,掌握实验原理,了解实验中的物理思想及实验中应完成工作和实验的关键性措施,在此基础上,写出预习报告。实验操作前,教师要检查学生的预习情况,根据学生的预习情况,教师提出问题和学生一起讨论,进一步引导学生领会实验原理和物理思想。在此基础上教师重点讲解有关实验理论,使学生更好地理解实验原理,体会实验方法的思路和适用条件,以及教学具体要求等;同时教师也要对仪器设备进行操作示范,让学生在正式做实验之前,有机会了解实验装置,学会仪器的使用,以便进一步考虑如何做好实验。最后由学生独立完成实验操作、数据处理、误差分析,直到写出实验报告。整个实验过程要充分体现学生的主体作用和教师的主导作用。基本实验阶段要严格执行本节“物理实验教学对学生的基本要求”。

物理类专业学生在基本实验阶段,每个学期末,学生都要在全班同学中讲述本学期基本实验仪器,基本实验测量方法,基本实验技能等掌握情况,并回答同学和教师的提问,根据答辩情况和平时考核计算出总成绩,两学期都合格,可进入二级物理实验学习,否则继续学习一级物理实验,直到合格为止。非物理专业的学生根据其专业,在一级实验中,选取一定的实验项目完成,考核方式采用平时成绩+理论考试+操作考试。

五、综合设计性实验教学的基本要求

二级物理实验为综合设计性实验,本级实验逐步增加综合性实验和设计性实验的比例和难度,改变过去由教师排好实验、准备好仪器、学生来做实验的状态,过渡到学生在教师的指导下,自己设计实验,选择仪器,查阅资料、文献,写出实验原理、实施方案。包括连接电路和调试仪器等每一个实验环节,全部由学生独立完成,以此培养和提高学生的综合思维和创造能力。学生通过做设计实验,从成功与失败中受到训练,得到整体素质的提高。三级物理实验体系的建立,使综合设计性实验出现了一个良性循环状态,如同学们在研究性实验中开发的新实验项目和制作的新实验仪器,投入到综合设计性实验教学之中,不仅增加了综合设计性实验的数量,而且还提高了质量。在



综合设计性实验内,增加了一定数量的近代物理、应用性和综合性的物理实验,以利于学生理解近代物理概念,了解物理实验技术应用,提高进行综合实验的能力。

设计性实验是在基本训练的基础上,提出一些有利于启发思维,有应用价值的实验课题,让同学们进行实验。课题内容介绍,以提出任务、要求和阐述应用背景为宜,而如何解决问题,解决问题的原理、方法和所用仪器等由同学自行提出并实践。做实验前,要求先广泛查阅有关资料,论证和了解课题原理,提出各种解决问题的方法,并选择最佳方案,最后对实验数据处理、概括归纳、总结分析,得出正确的结论。这一过程相当于一个小型、初步的科研工作过程,也是一次创新能力的培养过程。创新能力,简单来说就是善于发现问题,提出问题,进而解决问题的能力。创新能力的培养包含在平时的教学过程中,很显然,它有自己的特点过程。设计性实验正为此创造出良好的条件,提供一个锻炼和实践的机会。设计性实验的要求和大体步骤是:

(1) 了解题目要求,明确任务。

(2) 查阅有关资料。争取做前人未做过的事,寻求各种解决问题的方法。从原理、方法和仪器等多方面提出完成课题任务的依据及实验步骤。

(3) 做实验。数据记录与处理,测量结果评价,总结分析。

(4) 按书写科学论文的要求,写出实验报告。

综合性应用物理实验,主要是旨在训练综合运用多种实验仪器的能力,培养在比较复杂条件下,观察现象、测试数据、探索研究、解决矛盾以及综合分析能力,有些实验是着重在训练实验技能上。

综合设计性实验阶段考核实行平时成绩+答辩成绩。近代物理实验与综合应用性实验,根据学生的预习、实验操作、实验报告等情况,计算平时成绩;设计性实验和开放实验,学生要根据实验室提供的仪器、实验题目、实验要求,自己设计实验,选择仪器设备,连接线路调试、测量等,直到写出实验报告。物理类专业学生学期末每位同学要进行二级物理实验答辩汇报,答辩的题目要写成论文形式,用计算机打印出来,根据答辩情况,由答辩组成员确定二级物理实验是否达标。非物理类专业学生只计算每学期成绩,不要求二级物理实验达标。

六、研究性物理实验的基本要求

三级物理实验为研究性实验。本级实验以科研实践为主题,以课题组为组织形式,让学生直接参加到新实验的设计和传统实验的更新和改造之中,与专业研究接轨,要缩短教与学、教学与科研、教科书与现代科学技术之间



的距离,使学生的独立科研能力得到锻炼.研究性物理实验选题一般是在实验教学中提出来,具有明显的研究价值,也具有较好的研究条件,在教师的指导下,通过自己的努力就可以完成.为了搞好研究性物理实验,我们采用导师制,每一个学生根据自己的情况,选择实验指导教师,教师要加强指导,与学生共同进行研究性实验.做好研究性实验,充分发挥每个学生的才能,提高学生的实际操作能力,培养创新能力,是我们建立三级物理实验教学体系的最终目标.

研究性实验阶段,每位学生根据所学物理知识及自己的兴趣和能力,选择1~3个研究性实验题目进行专题研究,在一年内完成,写成论文形式并进行成果展示和答辩评优,如果达到了三级物理实验的标准,就有了一定的独立工作能力和科研能力.三级物理实验一环紧扣一环,哪一级都不能松懈,通过等级答辩,检验学生每一级物理实验掌握情况.

在物理实验教学中,利用一年的时间,开设研究性实验,是我们改革的重点,学生们在研究性实验教学中,通过选题、开题、初研、实验调试、总结答辩等训练,了解了科研的环节和方法,学到了更多的书本以外的知识,培养了科研能力.与此同时,教师与学生直接交谈的机会增多了,也为培养学生良好道德品质和心理素质,引导学生拼搏进取、勇于创新提供了有利时机,不仅利于教学生如何学习,而且利于教学生如何做人,帮助学生树立正确的人生观,增强学生的事业心、使命感,树立起艰苦创业的优良品质和执著追求的科学精神.

七、大学物理仿真实验的基本要求

计算机技术的高速发展,使人类社会进入了信息时代,教育作为社会发展的一个重要支柱,其现代化的实现是必然趋势.作为教育现代化的一个重要标志,计算机多媒体教学近十年来在国际、国内已经有了很大的发展.

计算机模拟实验又称计算机仿真实验或计算机虚拟实验,是近几年在计算机多媒体教学中开辟的新领域.它通过计算机把实验设备、教学内容、教师指导和学生操作有机地融合为一体,形成了一部活的、可操作的物理实验教科书,可根据需要在瞬间建立起模拟实验室.计算机模拟物理实验的出现打破了教与学、理论与实验、课内与课外的界限,它更加强调实验的设计思想和实验方法,更强调实验者的主动学习;通过计算机模拟实验,学生对物理思想、方法、仪器的结构和设计原理的理解,都可以达到实际实验难以实现的效果.同时,通过计算机模拟实验,还实现了培养学生的实验技能的目的,增强了学生对物理实验的兴趣,提高了物理实验的水平.目前,模拟实