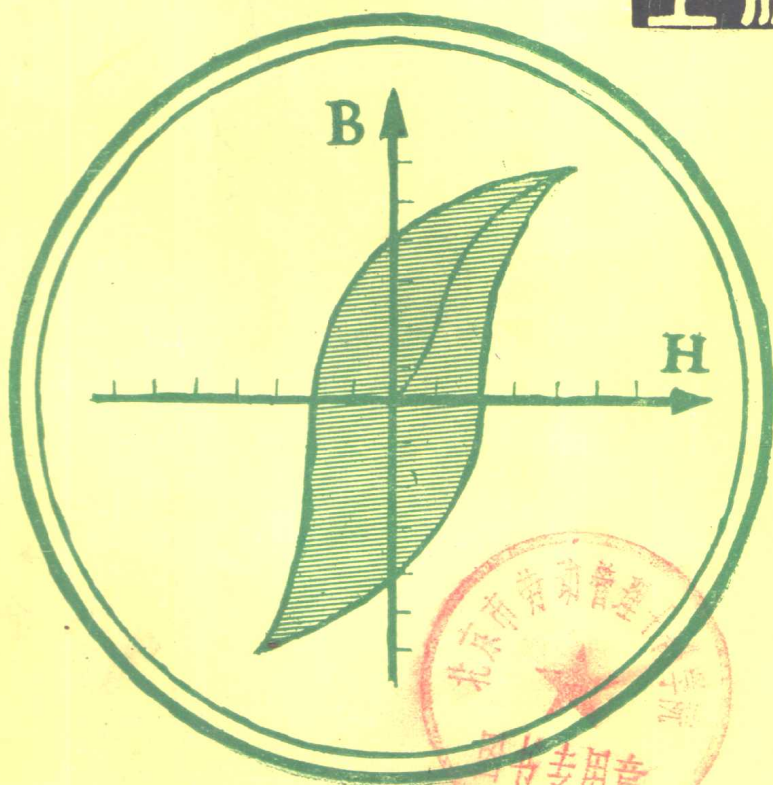


高等学校教学参考书

物理实验

《物理实验》编写组

上册



内蒙古人民出版社

WULI SHIYAN

· 高等学校教学参考书 ·

物 理 实 验

《物理实验》编写组

(上)

内蒙古人民出版社

1984·呼和浩特

· 高等学校教学参考书 ·

物 理 实 验

《物理实验》编写组

(下)

内蒙古人民出版社

1984 · 呼和浩特

物 理

《物理实验》编写组

*

内蒙古人民出版社出版

(呼和浩特市新城西街82号)

内蒙古新华书店发行 内蒙古教育印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 17.75 字数: 451千

1984年5月第一版 1984年6月第1次印刷

印数: 1—11,000册

统一书号: 7089·359 定价: 3.00元

(共二册)

内 容 提 要

本书根据师专普通物理实验教学大纲编入了普通物理的力学、热学、电磁学、光学实验和原子物理、核物理实验；为突出师范特点还增加了中学物理基本实验技术及课堂演示实验内容。

本书供师专、教育学院、教师进修学院、职工大学、函授大学、电视大学及工科中专的物理实验教学使用，并对广大的中学物理教师和物理学工作者均有参考价值。

《物理实验》编写组成员名单：

主 编：王宏义

组 员：孙庆元 鲍光庆 张普庆

穆泗书 周荣秋 王 环

前 言

为了适应全国师范教育事业蓬勃发展的需要，我们江苏、山东、内蒙古三省的镇江师专、盐城师专、胜利油田教师进修学院、泰安师专、包头师专五所学校，在多年使用的物理实验讲义的基础上编写了《物理实验讲义》一书，铅印后在全国一百多所师专、教育学院、教师进修学院中教学试用，受到了广大师生的欢迎。在此基础上，又根据一九八二年九月高教一司审定的师专物理专业“普通物理实验教学大纲”的精神，并参考了其它大中专兄弟院校的实验教材，集体编写成了《物理实验》一书。全书完全按照“大纲”中的题目、目的要求、内容及仪器编写而成，使教材具有普遍适用性。

本教材编入的88个实验题目中，所采用的仪器均按教育部颁发的“仪器目录”为准，做到教材与仪器相互配套。书中部分实验附有仪器简介，这样不但能够培养学生熟练掌握和使用通用仪器的能力，而且对一些通用的、重要的仪器原理、结构、保养、注意事项又能有较系统的了解。在培养学生方面，教材在每一部分实验中，前几个实验步骤写的较详，后面写的较略，在最后提出讨论问题，这样可以逐步培养学生独立实验及分析问题和解决问题的能力。本书还按照“大纲”规定增添了原子物理及核物理实验内容，这样开辟了物理实验的新项目，增长了学生的实验知识，开阔了他们的视野。全书插图四百余幅，可使学生直观、明瞭、易懂。为了方便学生记录实验数据，同时还在绝大多数实验中的结果和数据处理一栏中列有表格。

目前全国绝大多数师专、教育学院、教师进修学院、职工大学、工科中专等的实验室正在新建或扩建中，本教材的每个实验都有实验目的、原理、仪器、步骤、结果及数据处理和问题讨论六部分组成，这样完整的实验程序就会给新建或扩建中的物理实验室开出新实验提供了全部依据。

在本书的编写过程中，我们不揣浅陋把几十年来在实验教学中积累的基本实验技术和自制教具的经验，介绍给广大的中学物理教师，起个抛砖引玉的作用。特别对实验条件差的边远、偏僻地区的中学，可以就地取材，做到“瓶瓶罐罐”作实验，用简陋的自制仪器，说明深奥的物理道理。这对从事中学物理教学的中青年教师，更有现实意义。

为了使學生通过物理实验获得较系统的误差理论和数据处理基本知识，把这一部分内容集中在绪论中讲解，而把它的应用分配在相应的实验部分中进行。例如：力学、热学实验结果用算术平均误差处理；电磁学、光学实验结果用标准误差处理。书中带“*”号的实验课题各学校可根据自己的仪器设备条件选作。

本书由王宏义同志组织有关同志分工编写，集体讨论通过，其中泰安师专孙庆元同志编写了绪论、力学、热学实验部分，镇江师专鲍光庆和胜利油田教师进修学院张普庆、穆泗书同志编写了电磁学实验部分，包头师专王宏义同志编写了光学实验部分，盐城师专周荣秋同志编写了原子物理及核物理实验部分，包头师专王环同志编写了附录部分。最后由王宏义同志审订了全书。

在成书的过程中，一些兄弟院校曾给以了我们帮助，不少同志提出宝贵意见，在此表示衷心感谢。限于我们的水平，难免有不妥之处，希望使用本书的学校及同志提出宝贵意见，以便修订完善。

· 作者

1983年7月

目 录

绪 论

§1. 普通物理实验的地位与作用	(1)
§2. 物理实验的一般进程和各教学环节的要求	(3)
§3. 误差和数据处理基础知识	(4)
§4. 实验数据的图示法处理	(26)

一、力学实验

实验一 长度的测量	(35)
附 游标卡尺、螺旋测微计、读数显微镜简介	(38)
实验二 重力加速度的测定	(44)
2—I 用单摆测定重力加速度	(44)
附 数字毫秒计简介	(48)
2—II 用自由落体测定重力加速度	(52)
实验三 固体和液体密度的测定	(55)
附 物理天平、重度计简介	(58)
实验四 分析天平的使用	(62)
实验五 惯性秤	(73)
实验六 牛顿第二定律的验证(气垫导轨实验之一)	(78)
附 气垫导轨简介	(81)
实验七 动量守恒定律的验证	(83)
7—I 气轨上的滑块碰撞实验(气垫导轨实验之二)	(83)
7—II 悬柱的碰撞实验	(88)
实验八 杨氏弹性模量的测定	(93)

8—Ⅰ	用金属丝的伸长测定杨氏弹性模量	(93)
附	光杠镜组简介	(97)
8—Ⅱ	用梁的弯曲测定杨氏弹性模量	(98)
实验九 转动惯量的测定		(101)
9—Ⅰ	用扭摆测刚体的转动惯量	(101)
9—Ⅱ	用三线摆测刚体的转动惯量	(105)
9—Ⅲ	用刚体转动实验仪测转动惯量	(109)
*实验十 物理摆		(114)
10—Ⅰ	复摆	(114)
10—Ⅱ	可倒摆	(118)
实验十一 谐振动的研究		(122)
11—Ⅰ	水平弹簧振子的简谐振动(气垫导轨实验之三)	(122)
11—Ⅱ	悬挂式弹簧振子的简谐振动	(127)
*实验十二 阻尼振动的研究(气垫导轨实验之四)		(129)
*实验十三 强迫振动的研究		(134)
13—Ⅰ	弹簧振子的强迫振动(气垫导轨实验之五)	(134)
13—Ⅱ	扭摆的强迫振动	(139)
实验十四 弦振动的研究		(144)
实验十五 声速的测定		(148)
15—Ⅰ	用昆特管测定固体中的声速	(148)
15—Ⅱ	用音频波测定空气中的声速	(152)
15—Ⅲ	用共鸣管测定空气中的声速	(154)
实验十六 液体粘滞系数的测定		(157)
16—Ⅰ	用落球法测定液体的粘滞系数	(157)
16—Ⅱ	用转柱法测定液体的粘滞系数	(160)
16—Ⅲ	用毛细管法测定液体的粘滞系数	(167)
实验十七 伯努利方程的验证		(173)

二、热学实验

实验一	用混合法测定固体的比热	(177)
实验二	金属线胀系数的测定	(182)
附	福廷式气压计简介	(186)
*实验三	冰的熔解热的测定	(189)
实验四	水的汽化热的测定	(193)
实验五	热功当量的测定	(197)
5—I	用焦耳法测定热功当量	(197)
5—II	用电热法测定热功当量	(202)
实验六	空气比热比的测定	(204)
实验七	导热系数的测定	(208)
7—I	良导体导热系数的测定	(208)
附	热电偶简介	(211)
7—II	不良导体导热系数的测定	(214)
实验八	气体三定律及气态方程的验证	(217)
*实验九	沸点与压强关系的研究	(222)
实验十	液体表面张力系数的测定	(226)
10—I	用拉脱法测定液体的表面张力系数	(226)
附	焦利氏秤简介	(228)
10—II	用毛细管法测定液体的表面张力系数	(230)
附	毛细管的清洁、内径测量和检查方法	(231)
实验十一	真空的获得和测量	(232)

三、电磁学实验

实验一	静电场的描绘	(249)
实验二	用伏安法测二极管的特性	(253)

实验三	用惠斯登电桥测电阻	(256)
附	箱式惠斯登电桥简介	(260)
*实验四	半导体热敏电阻特性的研究	(261)
实验五	灵敏电流计特性的研究	(263)
实验六	用电位差计测量电池的电动势和内阻	(267)
附	箱式电位差计、标准电池简介	(271)
实验七	改装电表	(274)
实验八	用电位差计校准电表	(279)
附	UJ24型电位差计使用简介	(281)
实验九	万用电表的设计制作和定标	(283)
实验十	用开耳芬电桥测低电阻	(288)
附	QJ42型携带式直流双电桥简介	(293)
实验十一	磁场的描绘	(296)
附	晶体管毫伏表简介	(299)
*实验十二	霍耳效应	(301)
附	CT3型交直流高斯计	(307)
实验十三	示波器的使用 (一)	(308)
附	函数发生器 (S101型) 简介	(317)
实验十四	示波器的使用 (二)	(318)
附	低频信号发生器、相移器简介	(323)
*实验十五	冲击电流计特性的研究	(326)
实验十六	冲击电流计的应用	(332)
16—I	用冲击电流计测电容和高阻	(332)
16—II	用冲击电流计测螺线管内轴向磁场的分布	(339)
16—III	用冲击电流计测磁化曲线	(344)
实验十七	电子束线的偏转	(348)
附	EBSI—2型电子束线测试仪简介	(353)
实验十八	电子束线的聚焦	(356)

*实验十九	交流电桥	(363)
实验二十	RLC电路的稳态研究	(367)
附	双踪示波器简介	(373)
实验二十一	RLC电路的谐振特性的研究	(374)
*实验二十二	RLC电路暂态过程的研究	(379)

四、光学实验

实验一	薄透镜焦距的测定	(387)
实验二	显微镜、望远镜放大率的测量	(394)
附	测微目镜简介	(401)
实验三	分光计的调整及棱镜折射率的测定	(403)
附	光源简介	(412)
实验四	透镜组基点的测定	(417)
实验五	平行光管的调整和使用	(422)
*实验六	固体和液体折射率的测定	(429)
附一、	阿具折射仪简介	(433)
附二、	读数显微镜简介	(436)
实验七	等厚干涉现象的研究	(439)
实验八	用透射光栅测光波波长及角色散率	(444)
实验九	用菲涅耳双棱镜测波长	(449)
实验十	测定单缝衍射的光强分布	(454)
实验十一	偏振和旋光现象的观察和分析	(458)
实验十二	发光强度的测量	(468)
实验十三	迈克耳逊干涉仪的调整和使用	(475)
*实验十四	全息照相	(480)
*实验十五	用光电效应测定普朗克常数	(487)

五、原子物理及核物理实验

实验一 密立根油滴实验	(492)
实验二 氢原子光谱	(500)
附一、小型棱镜摄谱仪简介	(505)
附二、平面光栅摄谱仪简介	(506)
附三、JTT台式投影仪和铁光谱图	(507)
*实验三 夫兰克 — 赫兹实验	(508)
附 微电流测量放大器简介	(513)
*实验四 塞曼效应	(515)
*实验五 电子衍射	(524)
实验六 G—M 计数管特性及放射性衰变 的统计分布规律	(530)
附 定标器简介	(536)
附录一 中学物理实验参考资料	(537)
附录二 基本物理常数	(555)
附录三 单位词冠表	(556)

绪 论

§ 1 普通物理实验的地位与作用

物理学是以实验为基础建立起来的学科，从本质上说是一门实验科学。伽利略、牛顿、玻耳兹曼、麦克斯韦等人建立的经典物理学，就是通过观察自然现象、反复实验、运用抽象思维的方法总结出来的。实验的作用不仅表现于通过实验发现物理规律，还表现于物理理论的正确性和普遍性必须由多方面的大量实验事实来证实。在近代物理发展中常以假说的形式提出理论，假说的提出虽然是以某些实验事实为基础，但还不能认为是真理，只有通过大量实验的证实才能成为科学理论，而一些实验问题的提出，以及实验的设计、分析和概括还必须应用已有的理论。总之，物理学发展史表明它是在实验和理论两方面相互推动和密切结合中发展起来的。因此，在学习物理学时，必须正确处理好理论课和实验课的关系，两者具有同等的重要性，不可偏废某一方。

物理实验有它自己的特点和规律，有它的一套实验知识、方法、习惯和技能。例如，测量误差及其计算、测量数据的处理等都是专门的学问，因此，实验也是一门科学。要掌握好这门实验学科不是一件容易的事，需要通过亲自认真地进行实验，由浅入深，由简到繁地加以培养和锻炼，逐步提高对实验重要性的认识，有意识地培养自己良好的实验习惯，实事求是地按科学方法

处理实验中的问题，这门实验学科也是可以掌握好的。

师专物理专业开设的普遍物理实验课是与普通物理理论课并行的一门独立课程。通过本课程的学习，使学生接受系统的实验训练，加强理论联系实际，为将来从事物理教学打下良好的基础。为此，普通物理实验课的任务是：

（1）在具有一定的物理知识和中学物理实验的基础上，使学生在物理实验的基本知识、基本方法和基本技能方面受到较系统的训练。具体内容是基本物理量的测量原理和方法，基本仪器的合理选择和正确使用，误差和有效数字的运算，数据处理和实验结果的分析、判断以及写出实验报告等，从而使使学生具有初步科学实验的能力。

（2）培养并逐步提高学生观察和分析实验现象以及理论联系实际的独立工作能力。通过对实验现象的观察、测量和分析，掌握理论的实验基础和验证理论的正确方法，从理论和实验的结合上加深对物理基本概念、规律和理论的理解。

（3）培养学生严肃认真地工作作风，实事求是的科学态度和爱护国家财产、遵守纪律的良好品德。

以上物理实验课三项任务是理论课所不能代替的。作为一个合格的物理教师必须具备较深广的物理理论知识和较强的物理实验能力。因此，学生在校期间，除了努力学习理论知识外，还要认真学好物理实验课。

§ 2 物理实验的一般进程和 各教学环节的要求

每一次实验包括预习、实验和写实验报告。

(1) 实验前做好预习

为了使实验操作准确和顺利达到预期的效果,必须进行预习。预习时要明确实验目的, 看懂实验中用到的有关理论, 熟悉所使用的仪器(注意仪器型号), 了解实验步骤和应注意的事项。

(2) 实验

实验前, 指导教师要对学生的预习情况进行必要的考查。学生只有在做好预习的基础上才能被准许进行实验。

进行实验前, 学生须对自己所使用的实验仪器进行检查, 看是否齐全, 是否良好。将仪器准确安装、调整和合理安排, 并经指导教师检查后, 方可进行实验。

实验过程中, 须仔细认真地操作、观察和记录。如发现仪器有故障, 应立即报告指导教师。实验完毕后, 要整理好实验仪器, 经指导教师检查后方可离开实验室。

(3) 写实验报告

实验报告包括: 实验名称, 实验目的, 主要原理, 关键性步骤, 数据的记录(表格)、运算和结果, 误差分析, 回答问题。

实验报告要字迹清楚, 段落分明, 实验目的、原理、步骤要用自己的语言简练的写明, 数据记录要齐全、真实, 表格要合理清楚, 回答问题要反映出自己在实验中的切身体会。

数据整理应在实验室进行, 以便寻找产生错误数据的原因和进行必要的复核。

§ 3 误差和数据处理基础知识

(一) 测量与误差

1. 测量及其分类

测量是人类认识和改造物质世界的重要手段之一。通过测量,人们对客观事物获得数量的概念,进行归纳和分析,从而总结出一般规律,建立起定理或定律。所谓测量就是待测量与已知单位量的比较,即待测量和作为单位的标准量之间的倍数关系。在国际单位制中,质量的单位为千克,长度的单位为米,时间的单位为秒,电流强度的单位为安培等。例如测一物体的长度,就得将它与米尺相比较,从而读出物体的长度是多少米。由此可见,每一个测量值都必须由数值(倍数)与单位构成。

测量种类很多,但都可以归并于下列两类之中:

(1) 直接测量

在测量中某待测量能从仪器刻度上直接读出,这类测量称为直接测量。如用米尺测长度,用天平称质量,用温度计测温度,用电流表测电流强度等。在直接测量中测得的数量称为直接测得量。

(2) 间接测量

在大多数情况下,待测量并不能直接测量得出,而必须先利用直接测出与所求量有关的一些待测量,然后借助于一些定律、公式将待测的量推算出来,这类测量称为间接测量。例如测量匀速直线运动的速度,可由直接测量物体通过的位移(s)和经历的时间(t),经计算($v = \frac{s}{t}$)得出;球的体积可由直接测球的直