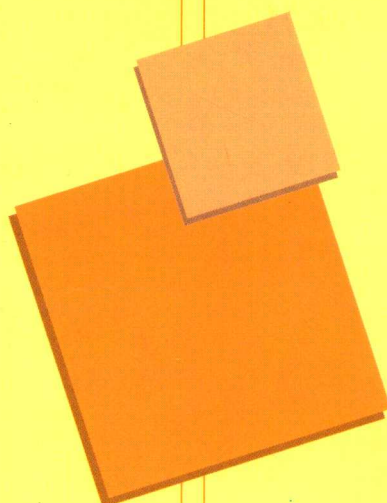


全国高等教育自学考试用书

实践性环节培训与考核基本要求



物理 (工)

张 敏 主编

光明日报出版社

实践性环节培训与考核基本要求

物 理 (工)

张 敏 主编

丁 励 姚志亭 副主编

光明日报出版社

责任编辑:陈友政

责任校对:陶 怡

责任设计:小 可

封面设计:常 宇

图书在版编目(CIP)数据

实践性环节培训与考核基本要求 / 张 敏 主编. —北京:光明日报出版社, 2002.9

ISBN 7 - 80145 - 596 - 7 / G·

I .实… II .赵… III .物理实验 - 成人教育:高等教育 - 教育
实习 IV .TP3 - 45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 070735 号

实践性环节培训与考核基本要求

物理(工)

张 敏 主编

☆

光明日报出版社出版发行

(北京永安路 106 号)

邮政编码:100050

电话:63082425

新华书店北京发行所经销

北京金特印刷厂印刷

※

开本:850 × 1168 1/32 印张:6.625 字数:160 千字

2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷

印数:1 - 6000 册 ISBN 7 - 80145 - 596 - 7/G·

总定价:90.00 元

总 序

随着改革开放与现代化建设的不断发展,我国高等教育体制和人才教育观念也已发生了深刻变化,重视培养学生的创造能力、实践能力已成为一种现实需要和共识。作为高等教育人才培养的重要形式,高等教育自学考试课程实践性环节的培训与考核也越来越得到人们的重视。为此,跟据国家自考委自学考试课程实践性环节培训与考核大纲的精神,我们组织编写了这套教材,希望它对于规范和明确自学考试实践性环节培训教学以及考核要求起到积极作用。同时,对学生掌握理论知识,增强运用与实践能力提供帮助。

这套教材主要有以下几方面突出特点:

一、对象明确 内容浅显易懂,条理准确,讲解尽可能详细清楚,便于自学,是专门为自学考试学生编写的教材。

二、要求明确 书中对每一个实验所要完成的内容、需要运用的理论知识及实验的目的都有充分说明。可以帮助学生更好地理解 and 掌握理论知识,明确学习的目标。

三、便于操作 所列实验与作业均经过认真推敲和教学应用,有较强针对性。有些课程的同类实验给出了几种形式,各主考院校可跟据实验条件自行选择。

四、紧贴大纲 全书依据国家自考委指定新修版教材以及培训与考核基本要求编写。

参与编写这套教材的作者都有多年的教学经历以及丰富的辅导自学考试的经验,他们是做好编写工作的保障。虽然在组编过程中我们力求做到尽善尽美,达到初衷,但难免有疏漏和缺憾。在使用过程中,我们会听取读者的指正加以修订。今后,跟据需要还会陆续出版其它自学考试课程培训与考核的教材。

本书编委会

2002年6月

前 言

本书根据全国高等教育自学考试工科物理大纲中对物理实验的内容及考核要求编写。物理实验是物理课程学习不可缺少的重要环节。由于高等教育自学考试学习环境、学习方式的特殊性,重视与做好物理实验的培训与考核,对于帮助考生学习掌握这门课程的知识是非常有意义的。

一、培训与考核的目的

物理学是一门实验科学。物理实验课是工科各专业学生进行科学实验能力训练的基础课,在培养学生理论联系实际,加强工程动手能力方面,以及培养与提高学生的科学实验素质方面有着十分重要的作用。进行实验培训与考核的目的是:

第一,通过对实验现象的观察、分析和对物理量的测量,学习物理实验的基本知识,加深对物理学原理的理解。

第二,培养与提高学生的科学实验能力。其中包括:

- (1)能够通过阅读实验教材或资料,作好实验前的准备。
- (2)能够借助教材或仪器说明书正确使用基本常用仪器。
- (3)能够运用物理理论对实验现象进行初步的分析和判断。

(4)能够正确记录和处理实验数据,绘制实验曲线,写出合格的实验报告。

第三,培养与提高学生的科学实验素养。培养学生理论联系实际、实事求是的科学作风,严肃认真的工作态度,遵守纪律、团结协作、爱护公物的优良品德。

二、培训与考核的基本要求

考生在实验考核前必须参加实验培训,培训时间不少于 18 个

学时。各主考学校可根据实验条件,在培训内容中选7~9个实验。每次实验课为3学时的可选作7个实验;每次实验课为2学时的选作9个实验。实验各部分内容可参照如下比例分配:

测量误差及数据处理基础知识、力学和热学实验3个,电磁学实验2~3个,光学及近代物理实验2~3个。

其中测量误差及数据处理为必修,其理论知识可参阅自考工科物理理论教材第七篇测量误差与数据处理的基本知识。

实验培训需在主考学校或主考学校认可的单位进行,指导教师要具备较高的业务水平,有一定的实验经验。实验完成后,考生要写出实验报告上交指导教师,由指导教师评定成绩。

实验培训合格后方可按规定的时间到主考学校或主考学校指定的考点,由主考学校教师进行实验考核。

三、本书的编写特点和使用说明。

全书主要有二部分组成:第2章和第3章。在第2章“物理实验基础知识”中包括以下内容:基本实验方法;基本操作技术;基本实验规则以及常用实验仪器。希望它能使学生对物理实验的方法有一个全面系统的了解,并为接下来的动手实践做好必要的知识准备。

第3章“基础物理实验”编排了29个常规物理实验。内容涉及力学、热学、电磁学、光学和近代物理。对每一个实验项目的编写都力求叙述清楚,层次分明,联系实际,引导思考,便于自学。其中预习重点一般都反映了该实验的要领;问题讨论旨在帮助学生比较深入地理解和总结实验内容、实验知识和技能;每个实验的步骤和特殊仪器的使用书中都有详细说明,希望学生在理解实验原理,明确实验要求的前提下,自己动手,独立完成,培养自身的实践能力;在多数实验中列有数据记录表格,对数据处理的技术性及规范性都作了明确说明和要求,实验仪器的选用上考虑了目前国内大多数高等院校实验室仪器设备的条件,以使所列实验具有较强

的操作性;最后要说明的是书中所列实验数量超出了实验环节的学时要求,是为了方便各主考院校依据自身条件选择使用。

该书作者具有从事多年大学物理教学及物理实验指导的经历,在高等自学考试教学方面也有相当的经验。参加编写的人员有姚志亭(第1章,第2章),张敏(力学、热学、电磁学实验),丁励(光学、近代物理实验),郜超军(附表)。全书由张敏组织编写并统稿。

本书编写过程中参考了多本同类教材,并引用了个别内容,在此一并表示感谢!因时间仓促,书中难免有不妥之处,望读者给予指正。

编者

2002年7月

目 录

第 1 章 绪论

- 1.1 物理实验的地位和任务 (1)
- 1.2 物理实验课的基本环节 (2)
- 1.3 怎样做好物理实验 (3)

第 2 章 物理实验基础知识

- 2.1 测量误差与数据处理的基本知识 (5)
- 2.2 常用实验仪器 (5)
 - 2.2.1 力学实验仪器 (5)
 - 2.2.2 电学实验仪器 (10)
 - 2.2.3 光学实验仪器 (19)
- 2.3 基本实验方法 (22)
 - 比较法 (22)
 - 补偿法 (22)
 - 放大法 (23)
 - 模拟法 (25)
 - 换测法 (26)
- 2.4 基本操作技术 (27)
 - 零位调节 (27)
 - 仪器初态和安全位置 (27)
 - 水平铅直调整 (28)
 - 等高共轴调整 (28)
 - 调焦 (28)
 - 消除视差 (28)

逐次逼近法	(30)
先粗调后细调原则	(30)
先定性后定量原则	(30)
消除空积差	(31)
2.5 基本实验规则	(31)
电学实验规则	(31)
光学实验规则	(32)

第3章 基础物理实验

3.1 力学和热学实验	(33)
实验一 长度测量	(34)
实验二 固体密度测量	(36)
实验三 用单摆测定重力加速度	(40)
实验四 用转动惯量仪测量物体的转动 惯量	(44)
实验五 用三线摆测量物体的转动惯量	(49)
实验六 用冷却法测固体比热容	(54)
实验七 拉伸法测量金属丝的杨氏模量	(58)
实验八 固体膨胀系数的测量	(63)
3.2 电磁学实验	(67)
实验九 电学元件伏安特性的测量	(68)
实验十 灵敏电流计的研究	(72)
实验十一 用惠斯登电桥测电阻	(78)
实验十二 电位差计的原理及应用	(82)
实验十三 用霍尔元件测磁场	(89)
实验十四 用冲击电流计测磁场	(96)
实验十五 模拟法描绘静电场	(101)
实验十六 示波器的使用	(110)

3.3 光学和近代物理实验	(121)
实验十七 薄透镜焦距的测定	(122)
实验十八 测定望远镜和显微镜的放大率 ...	(127)
实验十九 测定三棱镜的折射率	(134)
实验二十 光栅衍射测波长	(142)
实验二十一 用折射极限法测液体的 折射率	(146)
实验二十二 用牛顿环测量透镜的曲率 半径	(150)
实验二十三 用劈尖干涉测微小厚度	(156)
实验二十四 偏振光的研究	(158)
实验二十五 迈克尔逊干涉仪	(164)
实验二十六 激光再现全息照相	(170)
实验二十七 白光再现全息照相	(176)
实验二十八 夫兰克—赫兹实验	(182)
实验二十九 光电效应法测普朗克常数	(188)

附表

附表 1 基本物理常数	(194)
附表 2 固体的比热	(195)
附表 3 在 20℃ 时常用固体和液体的密度	(195)
附表 4 在标准大气压下不同温度的水的密度	(196)
附表 5 在海平面上不同纬度处的重力加速度	(196)
附表 6 在 20℃ 时某些金属的弹性模量 (杨氏模量)	(197)
附表 7 固体的线膨胀系数	(197)
附表 8 某些金属和合金的电阻率及其 温度系数	(198)

附表 9	不同金属或合金与铂(化学纯)构成热电偶的热电 动势(热端在 100℃,冷端在 0℃时)	(198)
附表 10	在常温下某些物质相对于空气的 光的折射率	(199)
附表 11	常用光源的谱线波长表	(199)

第 1 章 绪 论

1.1 物理实验的地位和任务

实验是人类在有目的地变革自然的过程中认识外部世界的一种手段,是人类发挥自己智慧的一种特殊实践活动。

作为工程技术基础和发源地的物理学是以实验为本的科学,其产生、发展均离不开实验。物理学家在变革物质世界的过程中,为后人当下了一系列方法和手段,它们与物理学理论一样,对于工程技术的革升、改造和发展有着不可或缺的作用。

物理实验作为工科大学生学习的第一门科学实验课程,负有以下任务:

第一,提供较为系统的实验技能训练,培养学生的科学实验能力,包括:

自学能力 通过阅读教材及有关资料,完成实验准备的能力;

动手能力 借助有关资料,正确调整、使用仪器的能力;

观察和思维能力 运用物理原理和必要的数学工具对实验现象进行初步分析和判断的能力;

书写表达能力 正确记录、处理实验数据,绘制图线,说出实验结果,分析实验结果,撰写合格(规范)的实验报告的能力。

第二,培养、提高科学实验素养,包括以下内容:

理论联系实际的习惯 实验是在一定条件下实现的一个物理过程,虽说原理是确定的,但实现该过程的条件却是要花些气力才能实现的,而它却是找出规律的关键。在实验教学过程中,要注意培养从理论与实际的结合上考虑问题的习惯。

严肃认真、实事求是的作风 实验不仅要学习实验原理、仪器操作,更要靠自己的积极思维,在实验过程中加深理解和发现问题。对实验结果要严肃认真,对不正常的数据要认真分析,找出原因。在实践中养成科学的作风。

不畏困难、不折不挠、勇于探索的精神 作好一个实验,需要多方面的知识、技能和条件。在实验中,往往会由于环境、仪器或者操作的因素而得不到预期的结果。正确面对这种困难,并认真排除它们,不仅会增强对“科学无坦途”的理解,而且有助于培养不怕挫折的科学精神。

遵守规程、注意安全、爱护公共财产的习惯 作风、习惯除了灌输之外,还需要通过实践来培养,通过一件件的具体活动来巩固,持之以恒。

总之,通过“物理实验”的教学,可以使學生获得做实验的基本技能和经验,对后续工程技术课程的学习以至毕业后走上工作岗位从事的工作,都将起重要作用。学生得益多少,主要取决于个人在学习中学会和得到的而不是教材中所能查到的。

1.2 物理实验课的基本环节

物理实验是在教师指导下由学生独立完成的课程。每个完整的实验可分为三个环节:预习、实验、撰写实验报告。现分述如下:

1. 预习

作实验之前必须作好预习准备工作,完成预习报告。

预习包括以下内容:明确该实验的目的、要得到什么结果;实验采用的方法和依据的理论;搞清楚控制物理过程的关键及必要的实验条件;落实所用的仪器及调整、使用要点,具体实验的内容和步骤;设想实验中可能出现的问题等。在此基础上写出预习报告(包括设计好必要的的数据记录表格)。

2. 实验

动手作实验前,首先要注意仪器,然后看懂怎样以及为什么要这样安排实验;在调试好仪器并完成准备工作后即可按照预定流程实施。

实验过程中要注意观察:

什么现象说明调节已达到规定的要求?观察到的现象是否与预期的一致?这些现象说明了什么问题?

若出现故障(实验无法进行或出现与预期现象不一致),如何根据现象来分析故障产生的原因?

如何判断数据的科学性?

如实、正确、清楚地记录下原始数据和必要的环境条件。

该环节是物理实验的中心,是学生主动研究、积极探索的时机。收获大小,将主要取决于学生在该环节中主观能动性的发挥程度。

3. 撰写实验报告

实验报告是实验过程的总结,要用文字、图表等手段将实验的目的、原理、实验过程、实验结果等内容作出合乎实际的说明和讨论。要求作到:字迹清楚、文理通顺、图表规范、数据完备、结果明确。

实验报告的内容一般包括:实验名称、目的、实验原理、仪器、数据记录与处理、问题与讨论。

1.3 怎样做好物理实验

首先,从思想上要认识到,实验能力对于工程技术人员的重要性,作到积极主动地去学。

其次要认识到实验课教学与理论课教学特点上的不同。理论教学的过程是教师阐述某个固定的内容,而实验教学中,虽说实验题目,仪器也是确定的,但作为一个确定的物理过程的实现却是需

要确定的“条件”，而“条件”的实现往往是靠仪器的使用，存在着不少随机因素，这些随机因素往往与实验者的观察与操作能力、仪器的状态等因素紧密相关。因此，实验教学更需要学生的积极思维。

最后，作实验不能满足于测几个数据，要充分利用实践机会来培养自己的动手能力。基础实验训练是成才的基本功，严格训练要从一点一滴、一招一式作起。

第 2 章 物理实验基础知识

2.1 测量误差与数据处理的基本知识

这部分的内容及要求 and 理论课本* 第七篇相同。请参阅。

2.2 常用实验仪器

2.2.1 力学实验仪器

游标与螺旋测微原理

游标是为着能够比较准确地对量尺最小刻度后面的读数进行估读而加在量尺上的一个附件。常见的有直游标、角游标。

1. 直游标——游标卡尺

游标卡尺的结构和各部分名称如图 2.1 所示。

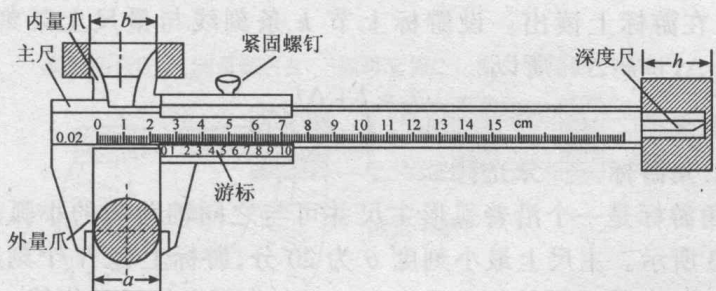


图 2.1

* 丁俊华、祁有龙著《物理(工)》,辽宁大学出版社,2001 版。

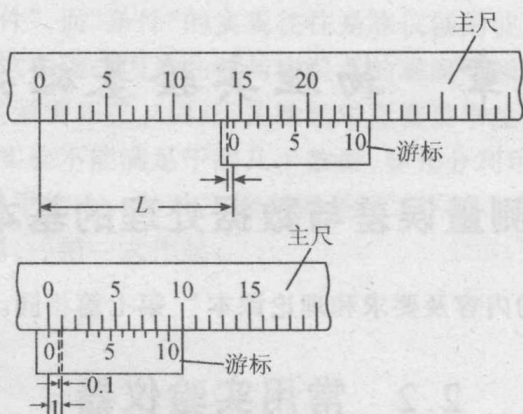


图 2.2

游标卡尺的结构特点是:主尺上每个分格是 1mm,而游标上 p 个分格的长度与主尺上 $(p - 1)$ 个分格的长度相等。设游标上一个分格的长度为 x , 则

$$\Delta x = 1 - x = \frac{1}{p} (\text{mm}) \quad (2.1)$$

称为游标卡尺的分度值, 详见图 2.2。

游标卡尺的读数值 L 由量尺的零线与游标的零线之间的长度来表示。其中 mm 以上部分由主尺上的读数 l 给出, mm 以下部分 Δl 在游标上读出。设游标上第 k 条刻线与量尺上某刻线对齐, 则 $\Delta l = k \cdot \Delta x$, 所以

$$L = l + \Delta l \quad (2.2)$$

即为测量值。

2. 角游标——分光计

角游标是一个沿着弧形主尺并可与之同轴转动的小弧尺, 如图 2.3 所示。主尺上最小刻度 θ 为 20 分, 游标上有 N 个刻度 (图中 $N = 30$), 其总弧长与主尺上 $N - 1$ 个分刻度的弧长相等。即

$$NR\alpha = (N - 1)R\theta \quad (2.3)$$

因此, 游标精度值为 $\theta - \alpha = \frac{\text{主尺分度值}}{\text{角游标刻度线数}}$, 读数方法与直游标相同。