



高职高专规划教材



主编 傅美欢 刘勇文

技术物理基础

河海大学出版社



高职高专规划教材

主编◎傅美欢 刘勇文

技术物理基础

河海大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

技术物理基础 / 傅美欢, 刘勇文主编. —南京: 河海大学出版社, 2007. 9

ISBN 978-7-5630-2406-3

I. 技… II. ①傅…②刘… III. 物理学—高等学校: 技术学校—教材 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 137166 号

技术物理基础

书 名 / 技术物理基础

书 号 / ISBN 978-7-5630-2406-3/O · 139

著 者 / 傅美欢 刘勇文

策 划 / 吴志雄

责任编辑 / 铁 路

责任校对 / 汪 健

封面设计 / 杭永鸿

出版发行 / 河海大学出版社

地 址 / 南京市西康路 1 号(邮编: 210098)

电 话 / (025)83787600 传真 83737852

照 排 / 南京紫藤制版印务中心

印 刷 / 南京玉河印刷厂

开 本 / 787 毫米×960 毫米 1/16

字 数 / 338 千字

印 张 / 17.75

版 次 / 2007 年 8 月第 1 版

印 次 / 2007 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 28.00 元

前 言

本书是根据教育部颁布的《高职高专教育物理课程教学基本要求》,在“以应用为目的,以必需够用为度”的原则指导下,结合当前高职高专的实际状况以及后续课程的需要而编写的。

本书力求构建便于教与学的教学内容体系,不苛求物理学学科体系的系统性与完整性;讲求物理概念、物理原理以及它们的物理意义的阐述,淡化推导和论证的缜密;讲求物理原理在生产实践中的应用,淡化技术细节;注意与中学物理知识的衔接,避免不必要的重复;注意与现代高新技术的结合,适当渗透近代物理思想。

本书编写时充分考虑到,高职教育培养的是各行各业的熟练劳动者和社会需要的各种技术人才,因而注意做好“窗口”与“接口”,注重基础性与技术应用性、物理原理与工程技术的有机结合。所以本书取名为《技术物理基础》,竭力体现物理知识的技术应用,每一章都有其相应的知识应用环节,并专门有一章介绍“物理学与高新技术”,甚至在例题、习题中都出现了许多技术应用知识,注重科学的思想方法和研究问题的方法的培养,激发探索和创新精神。

本书推荐实验共10个,其中6个基础性实验,4个设计性实验。基础性实验是物理实验知识、能力和素质训练的基本内容。设计性实验旨在满足各层次学生求知、探索 and 创新的欲望,侧重对学生的实验能力和创新精神的培养。在选材的内容处理上,注意选取培养学生动手能力、思维能力和创造性能力效果较好的实验项目。在内容叙述上,力求做到实验目的明确,实验原理叙述清楚,仪器介绍实用、典型,实验步骤简明可行。

本书由傅美欢、刘勇文编写,具体分工为:第一、二、三、四、五、六、七、八、十四、十五、十六章由傅美欢编写,第九、十、十一、十二、十三章由刘勇文编写。

高职物理课程的改革,一直是高职教育基础课程教学改革的难点。编者力图体现改革的精神,但由于水平所限,书中如有不足之处,还恳请使用本书的读者和专家提出批评和建议。

编 者

2007年8月

目 录

绪 论	(1)
-----------	-------

一、物理学与社会进步	(1)
二、物理学与工程技术	(1)
三、物理学研究方法	(3)

第一篇 力学

第一章 质点力学	(5)
----------------	-------

1.1 质点运动学	(5)
-----------------	-------

一、质点 位移	(5)
二、速度和速率	(6)
三、加速度	(7)

1.2 质点动力学	(8)
-----------------	-------

一、牛顿第一定律	(8)
二、牛顿第二定律	(8)
三、牛顿第三定律	(8)
四、牛顿定律的应用	(9)

习题 1	(11)
------------	--------

第二章 刚体力学	(13)
----------------	--------

2.1 刚体运动学	(13)
-----------------	--------

一、刚体的定轴转动	(13)
二、刚体定轴转动的角位移、角速度和角加速度	(13)

2.2 刚体动力学	(15)
-----------------	--------

一、力矩	(15)
二、刚体定轴转动定律	(16)
三、转动惯量	(17)

习题 2	(21)
------------	--------

第三章 动量与能量	(23)
-----------------	--------

3.1 动量定理与动量守恒定律	(23)
-----------------------	--------

一、动量定理	(23)
二、动量守恒定律	(24)

3.2	角动量定理和角动量守恒定律	(26)
一、	刚体定轴转动的角动量定理	(26)
二、	刚体定轴转动的角动量守恒定律	(26)
3.3	动能定理	(28)
一、	质点的动能和动能定理	(28)
二、	刚体定轴转动的动能和动能定理	(29)
习题3		(33)

第二篇 热学

第四章	气体动理论	(35)
4.1	理想气体的压强	(35)
一、	理想气体模型	(35)
二、	理想气体的压强	(36)
4.2	理想气体分子的平均平动动能与温度的关系	(37)
一、	理想气体状态方程	(37)
二、	理想气体分子的平均平动动能与温度的关系	(39)
4.3	能量均分定理 理想气体的内能	(39)
一、	自由度	(39)
二、	能量均分定理	(40)
三、	理想气体的内能	(41)
习题4		(46)
第五章	热力学	(47)
5.1	热力学第一定律	(47)
一、	准静态过程	(47)
二、	功	(48)
三、	热力学第一定律	(49)
5.2	理想气体的热容	(50)
一、	摩尔热容	(50)
二、	定体摩尔热容	(51)
三、	定压摩尔热容	(51)
5.3	循环过程 热机	(53)
一、	循环过程	(53)
二、	热机效率	(54)
三、	卡诺循环	(55)
四、	致冷循环	(57)

习题5	(61)
-----------	------

第三篇 电磁学

第六章 静电场	(63)
6.1 电场强度	(63)
一、电荷 点电荷	(63)
二、真空中的库仑定律	(64)
三、电场强度	(65)
6.2 静电场的高斯定理	(66)
一、电通量	(66)
二、真空中的高斯定理	(68)
6.3 电容器 电容	(70)
一、电容器 电容	(70)
二、电容器的串、并联	(72)
三、常见的几种电容传感器	(73)
四、介质变化型电容传感器	(75)
6.4 静电场的环路定理 电势	(79)
一、静电场力作功的特点	(79)
二、静电场的环路定理	(80)
三、电势能 电势差	(80)
四、电势	(81)
习题6	(82)
第七章 磁场	(84)
7.1 电流的磁场	(84)
一、磁场 磁感应强度	(84)
二、毕奥-萨伐尔定律	(85)
7.2 磁场对运动电荷的作用	(87)
一、洛伦兹力	(87)
二、电荷在磁场中的运动	(88)
三、霍尔效应	(89)
7.3 磁场对载流导体的作用	(91)
一、安培定律	(91)
二、磁场对载流线圈的作用	(92)
三、直流电动机的基本原理	(93)
四、磁流体发电机	(94)

习题 7	(95)
第八章 电磁感应	(98)
8.1 电磁感应定律	(98)
一、磁通量	(98)
二、电磁感应产生的条件	(99)
三、电磁感应定律	(100)
四、涡流及其应用	(102)
8.2 互感和自感	(104)
一、互感	(104)
二、自感	(106)
8.3 电磁波	(107)
一、变化的磁场和变化的电场	(107)
二、电磁波	(108)
三、无线电技术的奠基	(109)
习题 8	(111)

第四篇 振动与波

第九章 振动与波	(114)
9.1 简谐振动及其表示	(114)
一、简谐振动的特征及表达式	(114)
二、振幅、周期、频率和相位	(116)
三、相位和初相	(117)
四、简谐振动的旋转矢量图示法	(117)
五、简谐振动的能量	(120)
六、同方向的简谐振动的合成	(121)
9.2 平面简谐波	(123)
一、机械波产生的条件	(123)
二、横波和纵波	(124)
三、波阵面和波射线	(124)
四、波的传播速度	(125)
五、波长和频率	(126)
六、平面简谐波波动方程	(127)
9.3 波的干涉和衍射	(130)
一、惠更斯原理	(130)
二、波的衍射	(131)

三、波的叠加原理	(131)
四、波的干涉	(131)
五、驻波	(135)
9.4 技术应用	(138)
一、多普勒效应及应用	(138)
二、噪声及其控制	(140)
习题 9	(141)
第十章 光的干涉和衍射	(143)
10.1 光的干涉	(143)
一、相干光的获得	(143)
二、杨氏双缝干涉	(144)
三、洛埃镜实验	(145)
四、光程 光程差	(146)
五、薄膜干涉	(147)
10.2 光的衍射	(154)
一、惠更斯—菲涅耳原理	(155)
二、单缝夫琅禾费衍射	(156)
三、圆孔夫琅禾费衍射 光学仪器的分辨本领	(158)
四、光栅衍射	(160)
10.3 光的偏振	(162)
一、自然光和偏振光	(162)
二、偏振光的获得	(162)
三、马吕斯(E. L. Malus)定律	(163)
四、布儒斯特(D. Brewster)定律	(164)
10.4 技术应用	(165)
一、瓦斯检测器	(165)
二、瑞利干涉仪	(165)
三、用偏振光测量溶液的浓度	(166)
四、测量微小长度变化	(166)
习题 10	(167)

第五篇 近代物理与高新技术

第十一章 原子和原子核物理	(169)
11.1 原子结构	(169)
一、卢瑟福的原子模型	(169)

二、玻尔的原子模型	(169)
11.2 原子核的基本性质	(170)
一、原子核的电荷和质量	(170)
二、原子核的大小和形状	(171)
三、原子核的组成	(172)
四、核力和介子	(174)
五、核子和核的自旋与磁矩	(175)
六、核磁共振	(176)
11.3 原子核反应	(177)
一、原子核反应	(177)
二、重核的裂变及应用	(179)
三、轻核聚变	(182)
11.4 技术应用	(184)
一、链式反应的控制——反应堆	(184)
二、热中子反应堆	(184)
习题 11	(185)
第十二章 量子物理	(186)
12.1 光电效应 康普顿效应 光的波粒二象性	(186)
一、光电效应	(186)
二、康普顿效应	(186)
12.2 能级跃迁	(192)
12.3 量子物理的发展	(194)
一、量子力学简介	(194)
二、量子力学的发展简史	(195)
12.4 技术应用	(197)
一、半导体的原理	(197)
二、晶体管的发明	(198)
三、集成电路的制造工艺	(199)
习题 12	(200)
第十三章 高新技术简介	(201)
13.1 能源技术	(201)
一、能源的分类	(201)
二、物理学与能源科学	(202)
三、主要新能源介绍	(202)
13.2 信息技术	(205)

一、计算机的发展史	(205)
二、因特网的发展历程	(206)
13.3 激光技术	(208)
一、激光的主要特性	(208)
二、激光应用简介	(208)
13.4 其他高新技术简介	(211)
一、纳米材料	(211)
二、新型材料	(213)
三、液晶	(214)
习题 13	(214)

第六篇 物理实验

概 述	(216)
一、物理实验的地位和作用	(216)
二、物理实验课程的主要教学环节	(216)
第十四章 数据处理	(218)
14.1 测量与误差	(218)
一、测量及其种类	(218)
二、误差及其分类	(218)
三、误差的估算	(220)
14.2 有效数字及其运算	(221)
一、有效数字	(221)
二、有效数字的运算规则	(222)
14.3 处理实验数据的两种方法	(224)
一、列表法	(224)
二、作图法	(224)
第十五章 基础实验	(226)
实验一 物体密度的测定	(226)
一、实验目的	(226)
二、实验原理	(226)
三、实验仪器	(227)
四、实验内容	(231)
五、数据记录与处理	(231)
六、思考题	(232)
实验二 刚体转动惯量的测量	(232)

一、实验目的	(232)
二、实验原理	(232)
三、实验仪器	(233)
四、实验内容	(233)
五、注意事项	(234)
六、数据记录与处理	(234)
七、思考题	(234)
实验三 用拉伸法测量金属丝的杨氏弹性模量	(235)
一、实验目的	(235)
二、实验原理	(235)
三、实验仪器	(236)
四、实验内容	(237)
五、注意事项	(238)
六、数据记录与处理	(238)
七、思考题	(238)
实验四 用霍尔元件测磁场	(239)
一、实验目的	(239)
二、实验原理	(239)
三、实验仪器	(240)
四、实验内容	(240)
五、数据记录与处理	(241)
六、思考题	(241)
实验五 洛伦兹力演示及电子荷质比的测定	(242)
一、实验目的	(242)
二、实验仪器	(242)
三、实验原理	(243)
四、实验内容	(243)
五、注意事项	(244)
六、数据记录与处理	(245)
七、思考题	(246)
第十六章 设计性实验	(247)
实验六 用牛顿环测量透镜的曲率半径	(247)
一、实验目的	(247)
二、实验原理	(247)
三、实验仪器	(249)

四、实验内容	(250)
五、数据记录与处理	(251)
六、思考题	(251)
实验七 在气垫导轨上测重力加速度	(252)
一、实验目的	(252)
二、提示	(252)
三、要求	(254)
实验八 用伏安法测电阻	(254)
一、实验目的	(254)
二、提示	(254)
三、要求	(255)
实验九 用常用仪器测圆周率 π	(256)
一、实验目的	(256)
二、提示	(256)
三、要求	(256)
实验十 测量旋转体的体积及其密度	
—与高等数学课程相结合的一个实验	(256)
一、实验目的	(256)
二、提示	(257)
三、要求	(257)
习题答案	(258)
附录一 物理量单位	(262)
附录二 常用物理常量	(268)
参考文献	(270)

绪 论

物理学是研究物质的基本结构,相互作用和物质最基本、最普遍的运动形式(机械运动、热运动、电磁运动、微观粒子运动等)及其相互转化规律的学科。物理学的研究对象具有极大的普遍性,它的基本理论渗透在自然科学的一切领域,应用于生产技术的各个部门。它是自然科学的许多领域和工程技术的基础。

一、物理学与社会进步

中国科协主席、中科院院士周光召在《20世纪物理学的回顾及对未来物理学发展的展望》的报告中指出:“物理学是现代生产力的开拓者”、“由物理学研究带来的新技术和新产品层出不穷,从根本上改变了人们的生产方式和生活方式”。

当翻开科技发展史册,我们不难发现许多重大应用技术都是建立在物理学研究的成果之上的,如人类社会的三次技术革命中,起关键性作用的都是物理学的新成果。第一次技术革命始于18世纪60年代,以蒸汽机的广泛应用为标志,这是牛顿力学和热力学发展的结果;第二次技术革命发生在19世纪70年代,主要标志是电力的广泛应用和无线电通信的实现,这是电、磁现象的研究和经典电磁场理论的重大突破所带来的成果;第三次技术革命从20世纪40年代开始至今,基础研究的成果引起技术上一系列革命性突破,产生了一系列如核能源技术、激光技术等高新技术,它们已经扩散到社会生产和生活的各个领域。这些技术的发展几乎没有一项与现代基础科学无密切关系,尤其是20世纪物理科学成果,给现代高新技术的研究、开发、利用,提供了不尽的源泉和坚实的基础。

物理学除了是先进生产力的开拓者之外,它还是先进文化的创造者。物理学在发展的历史过程中始终是先进文化的创造者,它始终激励一批科学家在物理学的前沿进行执著的追求。20世纪物理学家在多层次、变化无常而又丰富多彩的现象中间,寻求宇宙所表现的真、善、美,寻求万物运动内在的统一规律和理解外在显现的多样性,对人类的思维方式和世界观的进步作出了多方面的重要贡献。

二、物理学与工程技术

物理学对许多工程技术领域的开创起着先导、引领的作用;而工程技术直接创造生产力,反过来开拓、深化了物理学研究的疆域,并为之提供了丰富精致的环境条件和研究手段。

在经典物理学形成之初,技术的发展往往先给物理学以有力的帮助和促进。例

如,眼镜发明于14世纪,当时人们是先有光学知识,还是先学会磨制镜片,今天不得而知。到了17世纪,人们无意中用两块镜片组成了望远镜和显微镜,却为物理学家、天文学家以至于生物学家提供了极好的观察工具。他们用这些简陋而新奇的工具来观察靠肉眼无法直接看到的外部世界和内部世界,并进一步研究光学成像的原理,几何光学由此得到发展。反过来,工程师和技师又根据光学原理设计制造了更为完善的光学仪器,物理学家借以测量光速,土木工程师借以测量地基,航海家借以确定航线。

蒸汽机的发明是在已有的热学知识基础上作出的。17世纪前后,人们已经掌握了热胀冷缩、温度计量等基本知识,但是热学的科学体系并未建立。起初,蒸汽机的热机效率极低,大约只有5%。为提高蒸汽机的效率,工程师和科学家纷纷进行试验和理论研究。纽康门(T. Newcomen)和瓦特(J. Watt)都曾对蒸汽机作过重大改进,但是由于没有掌握热机中能量转化的基本规律,始终未能找到理想的方案。只是等到19世纪前半叶,由于卡诺定理的提出和克劳修斯(R. Clausius)等人建立了热力学第二定律,才为蒸汽机效率的提高指明了正确道路。应该说,蒸汽动力的需求推动了热力学的发展,并为热力学提供了实际资料。所以对于热学来说,技术对物理学的推动作用是很明显的,总的说来,是热工技术在前,热学理论在后。先有实践,再有科学。这方面的实例,在自然科学的其他环节也可以找到,不过大多是在19世纪以前。

电磁学的发展则正好相反。电磁学几乎所有的重大成果都是在实验室里首先取得的,都是先进行探索性研究,然后再应用到实际生活中去。伏打(C. A. Volta)在实验室里首先试验成功化学电堆,这才有可能在生产和生活中运用化学电池来获得稳定电流。奥斯特(H. C. Oersted)在实验室里发现了电流的磁效应,法拉第(M. Faraday)在实验室里发现了电磁感应,这才有可能出现第一台电动机和发电机。在这以前,找不到任何电磁学工程技术之先例。而其他各种电气设备的创制和改造,也无不是先在物理学家手里进行充分的实验研究和理论分析,掌握了严格的物理规律,并建立了严密的物理理论后,才有可能实现。相应的工程技术和生产工艺,也是按照已知的规律,在理论的指导下进行的,基本上是科学研究在前,工程技术在后。或者说是发现在前,发明在后。

迄今为止的大多数工程技术,包括卓有成效的航空航天技术,都还是以经典物理学为基础的。而另一方面,从20世纪30年代以来,许多新材料、新工艺、新仪器、新能源的开发和利用,已密切地依赖于以相对论和量子物理学为基石的近代物理学了。

工程师、技术员的职责,在于经济地、创造性地利用能源和设备,把原材料转化成社会所需的产品。任何机器设备,任何工艺过程都要用到物理学知识。因此,要掌握现代生产技术,就必须具备一定的物理知识。对于高职学生来说,物理知识又是学习专业课程所必需的基础。

三、物理学研究方法

物理学的发展史告诉我们,一个科学理论的形成离不开科学思想的指导和科学方法的应用。正确的科学思维和科学方法是我们认识世界的基本手段,掌握了它就能使我们透过现象看清本质,从认识科学的必然王国跃进到掌握应用科学的自由王国。物理学研究方法,实际上也是人们公认的科学研究的一般方法,在其他科学领域和工程实际中,常常被当作典范而加以模仿。

观察和实验是科学研究的最基本的方法。观察就是对自然界中发生的某种现象,在不改变自然条件的情况下,按照它原来的样子进行观测研究,如对天体和大气层中的现象一般是不能用人为方法来改变它的运动规律的,常采用观察的方法。实验则是在人工控制的条件下,用仪器设备,有选择、有控制地使某种现象再现,进行观测研究,以便掌握其中规律性的联系。在实验中,常把复杂的条件加以简化,突出主要因素,排除或降低次要因素的作用,这是一种非常重要的研究方法。例如,在利用单摆测定重力加速度的实验中,决定单摆振动周期的主要因素是摆长和重力加速度,虽然摆线具有质量和可伸缩性,且对振动周期也有影响,但都是次要因素而予以忽略。

抽象也是物理学的基本研究方法,根据问题的内容和性质,抓住主要因素,忽略次要的、偶然的因素,建立一个与实际情况相近的理想模型来进行研究,这种方法就是抽象。例如,“质点”、“刚体”、“理想气体”等都是物体的理想模型,它们以客观原型为依据,只是突出地反映了原型中对所研究问题起决定作用的因素,忽略了其他次要因素,因而具有广泛的适用性。

分析和综合是抽象思维的基本方法。所谓分析,就是把研究对象分解成为各个组成部分,然后对各个组成部分加以研究的一种方法;所谓综合,就是把研究对象的各个部分联系起来,从而在整体上把握事物的本质和规律的一种方法。分析和综合是相辅相成的,分析是为了综合,没有分析就无法综合,分析是综合的基础,综合则是分析的归宿。在物理学发展史中的三次伟大综合,即17世纪牛顿力学的建立、19世纪能量守恒和转化定律的建立、19世纪麦克斯韦电磁场理论的建立,都是在分析原有的零碎、分散、孤立和局部的物理现象和规律,加以综合而成的。科学的发展是沿着“分析—综合—再分析—再综合—……”的轨迹前进的。

归纳就是从个别事实中概括出一般概念、一般规律的思维方法,它是一种从个别到一般的推理形式。而演绎则是一种从一般到个别的推理方法。归纳法是有偶然性的,前提和结论并无必然联系;而演绎法则是有必然性的,其前提和得出的结论是有必然联系的。演绎是以归纳为基础的,归纳又是以演绎为指导的,没有演绎指导,归纳往往要失败,归纳和演绎互为条件,互相渗透,在一定条件下相互转化。诺贝尔奖获得者杨振宁根据他的亲身经历认为中国缺乏实验手段,实验结果少,演绎型的训练

多;而在美国则是从大量实验结果中构造新模型,提出新观点,归纳出新物理规律的训练多。

类比也是抽象思维的一种基本形式,它通过联想,把异常的、未知的事物(研究对象)对比寻常的、熟悉的事物(类比对象),然后依据两个对象之间存在着的某种类似或相似的关系,从已知对象具有的某种性质推出未知对象具有相应性质的方法。例如,古希腊的阿基米德(Archimedes)面对叙拉古希罗大帝提出的判断金王冠中是否掺假的难题,一直冥思苦想的阿基米德在一次洗澡时突然来了灵感,从而解决了难题,也发现了测量不规则物体体积的方法,他运用的就是类比法。其过程如下:

“人是实体 $\rightarrow$ 人在水中占有一定体积,排出一定量的水 $\rightarrow$ 人的排水量与浸入水中的体积相同” $\leftrightarrow$ “金王冠也是实体 $\rightarrow$ 金王冠在水中也占有一定的体积,排出一定量的水 $\rightarrow$ 金王冠的排水量与它浸入水中的体积相同”。

类比法对于我们的学习和创新有着指导意义,它具有发现知识的功能、鉴别知识的功能、迁移知识的功能等。

当然,物理学的研究方法还有很多,这里就不再列举了。

物理学是高职教育的一门重要基础课,学生应该根据教学要求,掌握物理学的基本理论和基本知识,注重实验技能方面的训练,为今后学习专业知识和自我发展打下必要的基础。