

物理

焦君安 主编



西北大学出版社

现代职业教育系列规划教材

物 理

主 编 焦君安

副主编 郭芳英 穆夏梅

西北大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

物理/焦君安主编. —西安: 西北大学出版社, 2014. 9

(现代职业教育系列规划教材)

ISBN 978 - 7 - 5604 - 3487 - 2

I. ①物… II. ①焦… III. ①物理学—职业教育—教材 IV. ①04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 231926 号

物 理

主 编: 焦君安

出版发行: 西北大学出版社

地 址: 西安市太白北路 229 号

邮 编: 710069

电 话: 029 - 88303313

经 销: 全国新华书店

印 装: 陕西奇彩印务有限责任公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 23

字 数: 463 千字

版 次: 2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5604 - 3487 - 2

定 价: 50.00 元

前言

Q I A N Y A N

本教材是五年制高等职业教育各专业物理课程的通用教材。本教材是根据教育部关于“五年制高等职业教育六门公共课的基本要求”的精神，按照“陕西国防工业职业技术学院‘物理’课程教学大纲”，结合经济社会发展对高等职业教育人才的要求和五年制高等职业教育学生的现状编写而成。教材以“陕西国防工业职业技术学院‘物理’课程教学大纲”的基础模块中的物理知识为主，兼顾了各专业对物理知识的特殊需求。编写过程中既注意到五年制高等职业教育学生的特点，又关注到职业岗位和当前就业形势的需求，还考虑到物理课程的通用性。本教材以提高学生的科学文化素养和综合思维能力为主要目的，注重职业能力的培养，为高等职业教育学生继续深造和终身学习鉴定基础。

1. 教材内容的组成

教材严格按照“陕西国防工业职业技术学院‘物理’课程教学大纲”要求的知识范围和难度进行编写。与以往同类教材相比，适当调整了知识结构和知识广度，降低了知识的难度，突出了职业教育中以够用为度的特色，删除了一些难度较高而与专业无关的内容，但仍涵盖传统物理学的力学、电磁学、热学和光学四大部分的基础知识。教材分为必修、选修和实验实训三个部分，必修部分包括：运动学、力学和电磁学的最基础的内容，是各专业都必须进修的公共内容，选修部分包括振动与波、热学、电磁波、光学的内容，供不同专业按其需要选择。实验实训包括学生实验和一些实训项目，主要是练习常用仪表仪器的使用、拆装和简单电路仪器的设计，以训练学生的动手能力和工作能力。教材遵循从易到难，从直观到抽象的思维规律，以让学生了解各种能量为主线，对知识进行串联。教材还注意到与现行初中物理教材教法和物理知识的衔接，并在此基础上得到足够的提升，最大限度地让学生掌握专业学习所必要的物理基础知识和基本技能，最大限度地激发学生探索自然、理解自然的兴趣，提高学生的综合科学素养。

2. 教材编写特点

本教材在编写上注重以学生为主体，以教师为主导，以就业为导向，遵循高等职业教育规律。既注意科学地严谨性，又注意物理学的实践性，注意与现代生活、专业和社会的联系，较多地列举学生身边生活、将来工作中会碰到的实例，特别是一些与现代生活联系紧密的高科技产品的应用事例，力图做到浅显易懂，深入浅出。

降低了教材的难度，注意了分层次教学。要求绝大多数学生掌握最基本的概念、



规律和最基本技能，取掉了以往教材中一些抽象性高、逻辑推理性强、数学工具使用比较多的章节，也把部分难度比较大的内容放到了选学内容中，供基础相对好的学生学习用。必修内容也尽可能从实验和生活实例总结归纳物理规律，最大限度地回避了较难的逻辑推理和数学推倒。大幅度地降低了习题的难度，相当多的知识点只要求了解基本概念和规律，能进行定性分析，要求定量计算的最基本的知识点，也只是要求进行最基本的运算，有些与学生生活和社会实践密切相关的问题答案不唯一，要求教师在评价时不能只重视结论，而要关注学生探究的整个过程；对其进行过程评价。学生实验也做了一定改进，废除了一些传统学生实验，添加了两个简单、易操作的学生实验，降低了实验的难度。

突出了职业教育“做中学，学中做，做中教”的特点。本教材除了包含基础模块中的八个学生实验外，还增加了六个学生实验和两个实训项目，增加的学生实验以供开放实验室时学生选用，实训项目主要是为了培养学生职业意识，为学生获取职业能力奠定基础。除了足够的演示实验外，还增加了一些“实践活动”栏目，以强化实践环节，学生在学完相关知识后能马上动手实践，既能加深对所学知识的理解，又能增强动手能力，还能提高学生学习兴趣。感受物理知识的实用性。

为了突出职业能力的培养和学生敬业精神的培养，在相关知识讲解后，设置了“阅读材料”栏目，介绍了一些物理学家及其为科学而努力奋斗的事迹、一些我国社会主义现代化建设中的成就和工程、一些新知识、新技术、新材料，更加突显了职教特色。

3. 教材使用和编写人员

本教材是高等职业教育的五年制“物理”课程学生用书，也可供中等职业教育学生使用，还可供同类学校的教师参考使用，本教材建议学时为 120 ~ 130 学时。

本教材是按照“陕西国防工业职业技术学院‘物理’课程教学大纲”，由本院数理教研室组织编写的，焦君安任主编，郭芳英、穆夏梅任副主编。具体编写分工为：焦君安编写：第一编必修内容的第一章、第二章、第三章、第四章、第五章、第六章、第七章和第二编选修内容的第三章、第四章、附录 I、附录 II、附录 III；郭芳英编写：第二编选修内容的第一章和第二章；穆夏梅编写：第三编实验与实训的全部。焦君安为本书写了前言，郭芳英为本书写了绪论。在编写过程中成均孝和杨爱云同志给予了大力支持，在此一致表示感谢。

由于编者水平有限，书中错误和欠妥在所难免，敬请广大读者批评指正，如有反馈意见，请发邮件至：jja@gfxy.com。

编 者

2014 年 5 月

当我们学习物理这门课程的时候，一定会提出这样的问题：什么是物理学？为什么要学习物理学？怎样学好物理学？下面我们简要地谈谈这些问题。

一、物理学的研究对象

自然界是由物质组成的，而一切物质又处于永恒的运动与发展之中。大到日月星辰，小至原子、电子，还有我们常见的空气、水、植物、矿物、动物等等都是物质。由于物质世界的多样性与多变性，促使着人们不断地探索和研究，每一历史时期都有一些代表人物提出一些新的理论，新的假说，寻找出一些自然界运行的规律，这也正是促进人类社会发展的动力之一。

物理学是人类探索自然奥秘、寻求自然界发展规律的学科之一。一些复杂的运动如化学变化、生物的生理变化和社会变化等等，都属于一种或多种科学研究的对象。物理学所研究的对象是物质的基本结构和物质最基本、最普遍的运动形式。因此，物理学是一切自然科学以及进一步认识复杂运动的基础，它也是当代工程技术的支柱之一。因此，研究高科技新技术，必须先掌握一定的基础物理知识。

二、物理学与生产技术的发展

物理学来源于实践，人们通过生产实践和物理实验，总结出物理规律，使之上升为理论，成为物理定理、定律。

物理学的发展源远流长，大体上可分为三个阶段：物理学的萌芽时期，经典物理学时期，近代、现代物理学时期。中国在过去和现代都曾对物理学的发展做出过不小的贡献。我国很早就有比较集中地记载物理知识的文献，例如，我国古代的墨经、考工记、淮南子、梦溪笔谈等著作中，就有不少物理知识的记载。在现代，我国又涌现出一批杰出的物理学家，如周培源、钱学森、王淦昌、钱三强等；美籍华裔物理学家杨振宁、李政道、丁肇中等还获得过诺贝尔物理学奖。

物理学的发展，推动了生产技术的发展和提高，反过来，生产技术的发展又推动了科学的进步。一方面为物理学提出了许多新的课题和任务，另一方面也为物理实验提供了越来越新的精密实验手段，从而又促进了物理学的发展。

17、18 世纪由于牛顿力学的建立和热力学的发展，促使西方发生了工业革命；19 世纪电磁学的建立与发展，推动了社会的电气化，使人类进入了电能应用的时代；20 世纪初，随着近代物理理论的突破，物理学更成为自然科学研究中的领头学科。微电子学的建立带动了电子计算机的广泛应用；激光技术的发展促成了信息系统的技术革命；原子能的应用加速了能源开发的进程，等等。有关新能源、新技术、新材料的研



究，以物理学作为载体的边缘学科的纷纷出现，预示着人类已经进入新的技术革命时代。

今天，物理学的发展已经对社会生活的各个方面产生了巨大的影响，无论你从事何种职业，都离不开与物理学相关的技术和产品；手机、磁卡、电脑、电视、空调、汽车、飞机等等无一不与物理学的研究成果有关。

高等职业技术学校的学生，虽然将来不大会做专门的科研工作，但所从事的职业，大多与科学技术息息相关，因此应当了解必须的科学知识，掌握基本的科学方法。物理学作为研究自然界最普遍规律的科学，对科学世界观的形成所起的作用是最直接的，物理学的研究方法是科学方法的典型代表。物理学被列为一门基础课程，既能使学生学到必要的文化知识，又能为今后的专业学习打下基础。因此，物理学是高等职业技术学校各专业的一门重要的必修课程，对培养学生应有的科学素养起到重要的作用。

三、怎样学好物理学

我们知道，物理学是一门实验科学，物理定律和理论都是建立在观察和实验基础上的，物理演示和实验，都是一些重要物理现象和规律的再现，必须充分重视，并且要学会透过现象看本质的本领。认真做好学生实验，学会使用仪器和处理数据。做好实验要求学生坚持实事求是的科学态度，凭想象、凑数据是实验中的大忌，实验过程是培养动手能力和综合能力的重要途径。在实验中将学会基本仪器的使用 and 测量技术。认真做好每一个实验对培养学生的观察能力、实验能力和分析能力起着很重要的作用。

在物理学中将要建立许多物理概念。在学习物理概念以及同它相联系的物理量时，要掌握它们本身的含义，了解为什么要提出这个概念，它是怎样建立起来的；对于物理量，还要知道它们是怎样测量的及其单位是怎样规定的等问题。

在学习物理定律和理论时，不仅要掌握它们本身的内容，还必须弄清它们是怎样在经验事实的基础上，通过抽象思维而建立起来的。这样做能够使我们更深入地理解物理定律和理论的内容，明确它们的应用条件和适用范围。物理中的概念、定律，常常用数学形式表达，成为物理公式。我们要清楚公式中各符号所代表的物理量，明确整个公式的物理意义和使用条件。做练习的过程，就是对物理知识应用的过程。在练习中要明确已知的条件与要求解决的问题，分析物理过程，正确运用学过的定律、理论，从而确定所要使用的公式。在进行数学运算以前，一定要统一单位制。得出计算结果后，还要根据实际情况判断答案是否合理。若不分析物理过程，不讲条件，只是死套公式，肯定是学不好物理学的。

总之，在学习过程中要勤于思考、善于思考。

通过物理学的学习，能在科学分析能力、实验操作动手能力、应用数学计算能力、分析问题抽象思维能力和辩证唯物主义世界观等诸方面都得到培养和提高。把扎实的基础转化为快速的应变能力，以适应毕业后市场激烈的竞争和社会发展的需要。

目 录

绪 论	(1)
-----------	-----

第一编 必修内容

第一章 直线运动的规律	(3)
§ 1.1 参考系 质点	(3)
§ 1.2 位移和路程	(5)
§ 1.3 匀速直线运动	(7)
§ 1.4 变速直线运动	(9)
§ 1.5 匀变速直线运动	(13)
§ 1.6 匀变速直线运动的速度和位移	(15)
§ 1.7 自由落体运动	(19)
本章小结	(24)
自我检测题一	(26)
第二章 力	(28)
§ 2.1 力的概念 牛顿第一定律	(28)
§ 2.2 重力和弹力	(31)
§ 2.3 摩擦力	(34)
§ 2.4 作用与反作用力 牛顿第三定律	(37)
§ 2.5 物体受力分析	(41)
§ 2.6 力的合成	(44)
§ 2.7 力的分解	(48)
本章小结	(52)
自我检测题二	(54)
第三章 运动与力的关系	(56)
§ 3.1 牛顿第二定律	(56)



§ 3.2 力学单位制	(60)
§ 3.3 牛顿运动定律的应用	(62)
§ 3.4 牛顿定律的适用范围	(66)
本章小结	(72)
自我检测题三	(73)
第四章 机械能	(75)
§ 4.1 功	(75)
§ 4.2 功率	(79)
§ 4.3 能和动能	(82)
§ 4.4 动能定理	(84)
§ 4.5 势能	(87)
§ 4.6 机械能守恒定律	(91)
本章小结	(96)
自我检测题四	(98)
第五章 静电场	(101)
§ 5.1 真空中的库仑定律	(101)
§ 5.2 电场 电场强度	(106)
§ 5.3 电势能 电势 电势差	(111)
§ 5.4 等势面 电势差与场强的关系	(117)
§ 5.5 静电感应 静电屏蔽	(120)
§ 5.6 静电的利用和防止	(124)
本章小结	(127)
自我检测题五	(128)
第六章 恒定电流	(131)
§ 6.1 电流 欧姆定律	(131)
§ 6.2 电阻定律 电阻率	(135)
§ 6.3 电功 电功率	(139)
§ 6.4 串联电路	(146)
§ 6.5 并联电路	(150)
§ 6.6 全电路欧姆定律	(154)
§ 6.7 路端电压 电源的输出功率	(158)

§ 6.8 电池组	(160)
§ 6.9 伏安法测电阻	(164)
本章小结	(168)
自我检测题六	(169)
第七章 电流的磁场及电磁感应	(172)
§ 7.1 磁场 磁感应强度	(172)
§ 7.2 电流的磁场	(177)
§ 7.3 磁场对电流的作用 安培定律	(183)
§ 7.4 电磁感应现象	(185)
§ 7.5 感应电动势	(189)
§ 7.6 互感与自感	(194)
本章小结	(198)
自我检测题七	(200)

第二编 选修内容

第一章 机械振动与机械波	(207)
§ 1.1 简谐振动	(207)
§ 1.2 单摆的运动	(210)
§ 1.3 受迫振动 共振	(213)
§ 1.4 机械波	(215)
§ 1.5 波的特性	(217)
§ 1.6 声波 超声波 噪音	(220)
本章小结	(223)
自我检测题一	(225)
第二章 理想气体状态方程 热力学第一定律	(227)
§ 2.1 分子动理论要点 固、液、气体的基本性质	(227)
§ 2.2 气体的状态参量	(230)
§ 2.3 理想气体状态方程	(232)
§ 2.4 内能及其改变方式	(235)
§ 2.5 热力学第一定律	(236)
§ 2.6 能量守恒定律	(238)



本章小结	(239)
自我检测题二	(241)
第三章 带电粒子在电场、磁场中的运动 楞次定律	(244)
§ 3.1 带电粒子在电场中的运动	(244)
§ 3.2 电容器 电容	(247)
§ 3.3 磁场对运动电荷的作用 洛伦兹力	(251)
§ 3.4 楞次定律	(255)
本章小结	(260)
自我检测题三	(261)
第四章 电磁波和光波	(264)
§ 4.1 电磁振荡	(264)
§ 4.2 电磁场和电磁波	(267)
§ 4.3 电磁波的发射 调制	(271)
§ 4.4 电磁波的接收 电谐振	(274)
§ 4.5 光的波动性	(278)
§ 4.6 光的电磁理论 电磁波谱	(281)
本章小结	(286)
自我检测题四	(287)

第三编 实验与实训

实验部分	(291)
误差和有效数字	(291)
实验1 基本测量	(295)
实验2 测匀加速直线运动即时速度和加速度	(301)
实验3 验证力的平行四边形定则	(306)
实验4 研究加速度与作用力、质量的关系	(308)
实验5 研究机械能的转换和守恒	(310)
实验6 研究单摆振动周期、测定重力加速度	(311)
实验7 验证理想气体的状态方程	(314)
实验8 电压表、电流表的使用方法	(315)
实验9 多用表的基本原理和使用方法	(318)

实验 10	伏安法测电阻	(324)
实验 11	测电源的电动势和内阻	(326)
实验 12	研究输出功率与负载电阻的关系	(328)
实验 13	观察阴极射线管和洛仑兹力	(330)
实验 14	感应电流与磁通量变化关系的研究	(335)
实训部分		(338)
实训 1	试设计安装一家用木制配电板	(338)
实训 2	示波器的使用方法	(340)
附录 I	常用物理量的单位	(347)
附录 II	物理常数	(349)
附录 III	常用数学工具	(349)



第一编 必修内容

单元指要

运动无处不有，飞机翱翔天空，轮船乘风破浪于大海，汽车在公路上奔驰……甚至我们认为静止的大山、峡谷、树木、房屋也都随着地球不停地运动着。你可曾想过，物体为什么会做这样或那样的运动？力随时都会产生，我们躺在床上要受力，走路要受力，飞机、汽车、轮船的行驶也要受力，你也可曾想过，力是什么？它对物体的运动会产生什么影响？电和磁是现代人生活不可缺少的部分，电灯、手机、彩电、冰箱、电脑等，离开了电和磁，它们只能是一堆废铜烂铁。那么，你也可曾考虑过，电是什么？磁是什么？它们的运动遵从什么规律？

运动、力、电、磁的知识是一个从事技术工作的人不可缺少的，初中我们已经学习了一些这方面的知识，本编进一步学习运动、力、电、磁最基本的内容。本编分为七章，主要讨论以下问题：

- ◇ 匀速直线运动和匀变速直线运动
- ◇ 力和力与运动的关系
- ◇ 能和机械能
- ◇ 静电场
- ◇ 恒定电流和简单电路
- ◇ 磁场和电磁感应



第 1 章 直线运动的规律

世界是由物质构成的，物质都在永不停息地运动着。运动是自然界中最普遍的现象，天空中翱翔的鸟儿、地上行走的动物、潺潺流动着的河水、水里自由游动的小鱼、公路上奔驰的汽车、高速飞行的火箭，大到宇宙星体，小到分子原子，无一不在运动。纷纭复杂的运动组成了生机勃勃的大千世界。物质的运动虽然是多种多样、千姿百态，但每一种运动都遵守着各自的运动规律。直线运动是最简单、最基本的运动之一。本章我们将围绕着对物体运动如何进行描述和做直线运动的物体遵守什么规律，尤其是做匀变速直线运动的物体遵守什么规律，这样两个问题展开讨论和研究。

§ 1.1 参考系 质点

物体的位置随时间的变化，称为**机械运动**，简称**运动**。我们在 § 1.1 和 § 1.2 中来讨论运动如何来描述。

一、参考系

在实际中，我们怎样来判断一个物体的运动情况呢？为此，我们必须先选定另一个物体做参考，否则，谈论一个物体的运动情况是毫无意义的。我们就把在研究物体运动时，选做参考用的另一个物体，叫做**参考系**或**参照物**。例如，列车中坐着的乘客既可以认为自己是静止的，这是以列车车厢作为参考系来说的；又可以认为自己是运动的，这是以地面上的静止的物体为参考系来说的。从对列车中乘客运动情况地研究可以看出：选择不同的参考系来观察同一物体的运动，观察的结果往往不同。一般情况下，我们选择地面或地面上静止的物体做为参考系。

二、质点

生活中各种物体的运动是非常复杂的，要详尽地描述这种运动，并非易事。例如



一辆正在行驶的汽车，既有汽车整体相对于地面的运动，又有车轮的转动，还有车体的振动。因此要全面描述汽车运动是相当困难的。

为了方便地研究物体的运动，我们常常会忽略物体的大小和形状，只把它看作一个具有质量的点，这个有质量的点叫做质点。

例如，在研究一列从甲地开往乙地的高速列车的运动时，如果列车的总长度约为100m，而甲地开往乙地的总里程为1000km，列车的长度是总里程的万分之一，则列车的大小、形状等因素对研究问题的影响很小，可以不考虑，只突出列车的质量及其占据空间的某一位置这两个主要因素。在这种情况下，可以把列车简单地看作一个具有质量的点。

质点是物理学中的一个理想模型，它在研究物体运动时尤为重要，但是并不是在所有的問題中都可以把物体看成质点。一般情况下，物体本身的大小（长度或直径）远远小于研究问题的空间时，物体可以被看做质点。例如，在研究地球绕太阳公转时，由于地球的直径（约 $1.3 \times 10^7 \text{m}$ ）比地球和太阳之间的距离（ $1.5 \times 10^{11} \text{m}$ ）小得多，所以地球可看作是质点。但是在研究地球自转问题时，就不能把地球看成是质点了。物体能否被看作质点要视具体研究的问题而定，不能一概而论。

习题 1 - 1

1. 坐在行驶的汽车里，看到道路两旁行人和树木向后运动，这是什么原因？
2. 放在行驶列车上的木箱，以什么为参考系木箱是静止的？以什么为参考系木箱是运动的？
3. 两辆在公路上行驶的汽车，在某段时间里，它们的距离保持不变。试说明在这段时间里，用什么物体作参考系，这两辆汽车都是静止的？用什么物体做参考系，它们都是运动的？
4. 下列哪些情况下，所研究的物体可以看作质点？
 - (1) 从地球上的控制中心观测宇宙飞船的运动；
 - (2) 用雷达跟踪的飞行物（飞机、导弹等）；
 - (3) 通过南京长江大桥或通过隧道时的火车；
 - (4) 手表上运动着的秒针；
 - (5) 研究地球绕太阳公转时的地球；
 - (6) 研究地球自转时的地球。

§ 1.2 位移和路程

一、矢量与标量

在我们学习的范围内，物理学中通常把物理量分成两类：矢量和标量。我们把既有大小又有方向的物理量叫做矢量。例如，我们已经学过的力是矢量，下面将要学习的位移和速度及后边要学习的加速度也是矢量。我们把只有大小而没有方向的物理量叫标量。例如，我们学习过的长度、时间、温度、密度等都是标量。

在学习和研究矢量时，既要说明矢量的大小又要说明矢量的方向，二者缺一不可。一般我们用有向线段来表示矢量，如图 1-1 所示，有向线段的长度 AB 表示矢量的大小，箭头的指向表示矢量的方向，由 A 指向 B 。应该指出：两个矢量要相等，不但大小要相等而且方向也要相同。

$A \longrightarrow B$

图 1-1 矢量的表示

二、位移与路程

物体运动时，由初位置（起点）指向末位置（终点）的有向线段，叫做位移。位移是矢量，它既有大小，又有方向，大小是有向线段的长度，方向是由初位置指向末位置。物体运动时通过路径的长度叫做路程。路程是标量，只有大小而没有方向。显然，位移和路程最显著的区别是位移有方向，而路程没有方向。位移只与初始位置和末了位置有关，与其他因素无关，而路程不但与初始位置和末了位置有关，还与物体的运动轨迹有关。如图 1-2 所示，曲线 a 代表从甲地到乙地走水路所经过的实际路径，曲线 b 代表走陆路所经过的实际路径，而从甲地到乙地的位移是图 1-2 中的有向线段 c 。

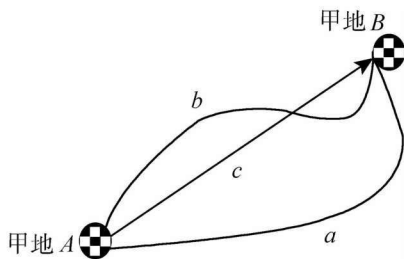


图 1-2 路程与位移

引入位移的概念，是强调运动的结果，而不考虑运动的过程。位移的大小与路程一般是有区别的。物体做曲线运动时，位移的大小与路程不相等，只有物体做单向直线运动时，物体的位移大小才与路程相等。

在 SI 中，位移和路程的单位都是“米”，符号是“m”。