



“十一·五” 高职高专公共基础课规划教材

物理

■ 王英杰 于璐 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



“十一五”高职高专公共基础课规划教材

物 理

主 编	王英杰	于 璐
副主编	邵晓琴	张玉湘
参 编	邹 彬	段荣寿
	田明元	范思立



机 械 工 业 出 版 社

本书是“十一五”高职高专公共基础课规划教材，内容包括机械运动、热运动、电磁学、光学及原子核物理等基础知识。

本书以语言通俗、简单、精炼，内容以够用为度，理论联系实际。本书内容体现出科学性、基础性和实用性的有机统一。作者努力做到深入浅出，讲清讲透，力求做到具有典型性和启发性，使学生通过例题、习题的学习、思考及训练活动，进一步理解和掌握基本知识，达到举一反三、触类旁通。

本书既可作为五年制高职工科各专业的物理教材，也可作为职工大学、成人和电视大学的物理教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

物理/王英杰, 于璐主编. —北京: 机械工业出版社,
2005.7

“十一五”高职高专公共基础课规划教材

ISBN 7-111-16902-6

I. 物… II. ①王…②于… III. 物理学—高等学校:
校: 技术学校—教材 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 076092 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 宋学敏 版式设计: 霍永明 责任校对: 魏俊云

封面设计: 王伟光 责任印制: 洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2005 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm × 1400mm B5 · 8.875 印张 · 345 千字

定价: 22.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

封面防伪标均为盗版

前 言

物理是高职高专学生的一门重要的文化基础课。为了满足五年制高职教育教学需要，我们从五年制高职教育教学的特点、培养目标和素质教育出发，参照教育部 2000 年颁发的《中等职业学校物理教学大纲》精神和高等学校工程专科基础课程委员会修订的“高等学校工程专科物理学课程教学基本要求”，以够用和理论联系实际为编写目标，使《物理》课程的有关内容体现出科学性、基础性和实用性的有机统一。并且我们在编写过程中从教学目标、课程体系、教学内容、教学形式、教学方法等方面出发，对编写内容进行了一些积极的探索和改革。我们编写本教材的主要目的是：

- 1) 满足五年制高职教育教学需要。
- 2) 通过教师对物理课程的深入理解和教学活动，引导学生形成科学的实验方法、思维方法和创新能力。
- 3) 使学生具备比较全面的物理基础理论知识。
- 4) 引导学生能够善于将物理理论知识运用于实践活动，学会利用理论知识分析和解决日常生活和学习中遇到的实际问题。

为了提高教材的编写质量，我们从 2001 年开始，在广泛征求各学校意见的基础上，组织了《物理》教材的编写工作。《物理》教材编写的基本原则和思路是：总结前人的教学经验，广泛汲取各类教材的长处，做到与中学文化课合理地衔接，适应学生的实际状况，联系现代科学技术和实际应用，将深奥的物理理论知识科普化、通俗化、系统化，做到“加强基础、突出应用、反应前沿”。

在教学内容组织上尽力做到深入浅出，讲清讲透，力求做到典型

性和启发性,使学生通过例题与习题的学习、思考及训练活动,能够进一步理解和掌握基本知识,达到举一反三、触类旁通。

在课后适当地安排了“物理科学实例”等阅读材料,反映一些物理知识在高新技术与实际生活与生产中的应用,目的在于拓展知识面,延伸课堂教学范围,使学生能够从感性认识物理与其他科学技术知识的关系,提高学生学习物理课程的兴趣。

本书由山西大学职业技术学院王英杰、山西综合职业技术学院于璐主编,王英杰负责本书的筹划、定位和统稿。太原城市职业技术学院邵晓琴、山西机电职业技术学院张玉湘担任副主编。太原铁路机械学校邹彬编写了绪论、第一章、第二章、第三章;太原铁路机械学校段荣寿编写了第四章、第五章;太原铁路机械学校范思立和田明元编写了第六章;于璐编写了第七章、第八章、第九章、第十章;邵晓琴编写了第十一章、第十二章、第十三章;张玉湘编写了第十四章、第十五章、第十六章、第十七章、附录及复习题参考答案。

目前,对于如何编好五年制高职《物理》教材,我们仍在不断探索和实践。尽管我们做了很大努力,但限于经验和水平,教材的缺点和不完善之处在所难免,恳请同行和读者予以批评和指正。

编 者

目 录

前言

绪论	1
----------	---

第一章 直线运动	4
----------------	---

第一节 机械运动 质点	4
第二节 运动的时空描述	5
第三节 匀速直线运动 速度	7
第四节 变速直线运动 平均速度和瞬时速度	8
第五节 匀变速直线运动 加速度	10
第六节 匀变速直线运动的速度和位移	12
第七节 匀变速直线运动的规律	14
第八节 自由落体运动	17
科学应用实例	20
你会了吗?	21
复习题	22

第二章 牛顿运动定律	25
------------------	----

第一节 牛顿第一定律 力	25
第二节 重力 弹力 摩擦力	26
第三节 牛顿第三定律	30
第四节 物体受力分析	32
第五节 力的合成	35
第六节 力的分解	36
第七节 牛顿第二定律	39
第八节 力学单位制	43
第九节 牛顿运动定律的简单应用	43
第十节 牛顿力学的使用范围	46
科学应用实例	47
你会了吗?	48
复习题	49

第三章 冲量与动量	51
-----------------	----

第一节 动量 冲量 动量定理	51
第二节 动量守恒定律	53
科学应用实例	55
你会了吗?	56
复习题	56
第四章 功与能	59
第一节 功	59
第二节 功率	61
第三节 能量	62
第四节 动能 动能定理	62
第五节 势能	64
第六节 机械能守恒定律	65
科学应用实例	68
你会了吗?	68
复习题	69
第五章 曲线运动 万有引力定律	71
第一节 曲线运动	71
第二节 运动的合成	72
第三节 平抛运动	74
第四节 匀速圆周运动	76
第五节 向心力 向心加速度	78
第六节 力矩与力矩的平衡	81
第七节 万有引力定律	83
第八节 人造地球卫星 宇宙速度	84
科学应用实例	86
你会了吗?	87
复习题	87
第六章 机械振动与机械波	89
第一节 简谐振动	89
第二节 单摆与单摆的周期	91
第三节 机械振动的能量	94
第四节 受迫振动 共振	95
第五节 波 横波 纵波	96
第六节 波长、频率、波速的关系	98
第七节 波传播过程中发生的现象	99

科学应用实例	103
你会了吗?	103
复习题	104
第七章 分子运动论 理想气体	106
第一节 分子运动论的基本论点	106
第二节 晶体 非晶体 液晶	109
第三节 描绘气体状态的参量	112
第四节 理想气体状态方程	113
科学应用实例	117
你会了吗?	118
复习题	118
第八章 流体力学基础知识	120
第一节 液体内的压强 帕斯卡定律	120
第二节 理想流体 稳流	121
第三节 流体连续性方程	122
第四节 伯努里方程	124
第五节 伯努里方程的简单应用	126
科学应用实例	128
你会了吗?	129
复习题	129
第九章 热量与功	131
第一节 内能 热传递 热量	131
第二节 物态变化时的潜热	133
第三节 热力学第一定律	136
第四节 能量守恒定律	138
第五节 低温技术简介	140
科学应用实例	141
你会了吗?	142
复习题	142
第十章 静电场	144
第一节 电荷守恒定律	144
第二节 真空中的库仑定律	145
第三节 电场强度 电场线	147
第四节 电势能	149
第五节 电势 电势差	150

第六节 等势面 电势差与场强的关系	152
第七节 带电粒子在电场中的运动	154
第八节 静电场中的导体	155
第九节 电容器 电容	157
科学应用实例	159
你会了吗?	161
复习题	161
第十一章 恒定电流	165
第一节 电流	165
第二节 电阻	166
第三节 部分电路欧姆定律	167
第四节 电阻的联接	168
第五节 电功 电功率	173
第六节 电源 电动势	175
第七节 全电路欧姆定律	177
第八节 相同电源的串、并联	179
科学应用实例	181
你会了吗?	181
复习题	182
第十二章 电流的磁场	184
第一节 磁场	184
第二节 电流的磁场	185
第三节 磁感应强度 磁通	187
第四节 安培定律	189
第五节 匀强磁场对通电矩形线圈的作用	191
第六节 带电粒子在磁场中的运动	192
科学应用实例	195
你会了吗?	196
复习题	197
第十三章 电磁感应	199
第一节 电磁感应现象	199
第二节 楞次定律	201
第三节 电磁感应定律	203
第四节 互感和自感	205
科学应用实例	207

你会了吗?	210
复习题	210
第十四章 电磁振荡和电磁波	212
第一节 电磁振荡	212
第二节 电磁场和电磁波	214
第三节 无线电波的发射、传播和接收	216
科学应用实例	219
你会了吗?	221
复习题	221
第十五章 几何光学	222
第一节 光线 光的反射 折射	222
第二节 全反射	226
第三节 透镜 透镜成像	227
第四节 透镜成像公式	229
第五节 光学仪器	230
科学应用实例	232
你会了吗?	234
复习题	235
第十六章 光的本性	237
第一节 光的波动性	237
第二节 色散	238
第三节 电磁波谱	239
第四节 光电效应 光的粒子性	239
第五节 光的波粒二象性	241
科学应用实例	241
你会了吗?	242
复习题	242
第十七章 原子和原子核	244
第一节 原子的核式结构的发现	244
第二节 玻尔的原子模型 能级	246
第三节 天然放射现象	248
第四节 原子核的人工转变 原子核的组成	250
第五节 放射性同位素	252
第六节 核能	254
第七节 重核的裂变	256

第八节 轻核的聚变	259
科学应用实例	260
你会了吗?	263
复习题	263
附录 复习题参考答案	265
参考文献	274

绪 论

一、物理学的研究对象

世界是由物质组成的，大到日月星辰，小到原子、电子等，都是物质，而一切物质又处于永恒的运动和发展之中。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，它研究的是物质最基本、最普遍的运动形式及物质的基本结构。

物理学有许多分科，如研究机械运动的力学，研究分子热运动的热学，研究电磁运动的电磁学，研究光的发生、传播及本性的光学，研究原子和原子核内部运动及其结构的原子和原子核物理学等。

物理学的研究范围是非常广阔的。从时间尺度来看，物质世界从 $10^{18}\text{s}^{\ominus} \sim 10^{-25}\text{s}^{\omin�}$ 共跨越了 43 ~ 44 个数量级。从空间尺度来看，物理学的最小研究对象是数量级约为 10^{-15}m 的微观粒子，最大研究对象是数量为 $10^{26} \sim 10^{27}$ 的宇宙，共跨越了 42 ~ 43 个数量级。

二、物理学的地位和作用

物理是自然科学的基础之一，物理学的研究成果和研究方法，在自然科学的各个领域都起着重要的作用，成为自然科学研究中的领头学科。研究生物学、化学、地质学等都需要物理，并形成一些交叉学科，如化学物理和物理化学、生物物理等；当前科学中最活跃、最引人注目的课题，如生命科学、宇宙起源、材料科学等，都与物理学的研究成果和研究方法密切相关。例如，地质学是用力学的观点研究地壳运动的一门科学；天气预报是用物理学研究大气的性质和运动；DNA（脱氧核糖核酸）的双螺旋结构是生物学家沃森和物理学家克里克利用 X 射线衍射的方法在卡文迪许实验室成功确定的……

物理学对生产力的发展起到了重要的推动作用。18 世纪以来，科学技术上每一次重大突破，都是和物理学的发展分不开的。18 世纪至 19 世纪，由于物理学对热机和热学理论的研究成果，导致了第一次工业革命，使蒸汽机、内燃机的发明成为可能，并广泛应用于汽车、轮船、飞机等领域，促进

⊖ 现代的标准宇宙模型告诉人们，宇宙是在一百多亿年前的一次大爆炸中诞生的，若以秒为单位，宇宙的年龄大约为 10^{18}s 的数量级。

⊕ 常见粒子中，质子、电子、光子是稳定的粒子，其余的都是不稳定的，会发生衰变。其中，有一种微观粒子，寿命很短，只有 10^{-25}s 。

了手工生产向机械化大生产的转变，并使陆上和海上较大规模的长途运输成为可能，大大推动了社会发展。19 世纪，电磁感应现象的发现以及电磁理论的建立，导致了发电机、电动机、无线电通信设备的发明制造和第二次工业革命的产生。电力的开发与利用，给生产和生活带来深远的影响，使人类社会进入了电气时代，现在，人类社会已经时时刻刻离不开电了。20 世纪，原子核物理学的研究，向人们展示了新的能源——核能，人类社会已经进入了核能时代。

物理学是现代技术的重要基础。许多高新技术（如空间技术、现代通信技术、激光技术、现代医疗技术等）的发展都与物理学密不可分。原子能的和平应用加速了能源开发的进程，激光技术的发展促进了信息技术的技术革命；微电子学的建立带动了电子计算机的广泛应用……例如，现代医学广泛应用核磁共振成像术来诊断肿瘤和脑血管疾病，就是应用了原子核在外加高频磁场的激发下，跃迁到较高的磁能级的核磁共振现象。

三、怎样学好物理学

用著名的物理教育家、苏州大学教授朱正元的话说，“物理就是见物讲理”。“物”即物体及它们之间的相互作用和运动变化；“理”就是从观察和实验出发，总结出客观规律。物理学就是要以客观事实为基础来讲述物体运动的道理。因此，要学好物理学，首先要具备科学的态度，掌握科学的方法，然后做好实验，理解物理概念，认识物理规律，并运用基本规律解决和分析实际问题。

做好物理实验是学好物理学的重要环节。为了做好实验，在实验前一定要充分预习实验指导书，明确实验目的，弄懂实验原理，了解仪器的性能和使用方法，搞清实验步骤；实验中要独立操作，认真观察现象，记录正确的实验数据；实验后要认真处理数据，分析误差产生原因，去伪存真，得出科学合理的结论。同时，在老师做演示实验时，要在老师的指导下分析所观察到的现象，建立基本概念，得出应有的结论。

学好物理概念和规律是学好物理的又一重要环节。学物理首先要概念清楚，概念不清，就不可能真正掌握物理知识。现在所接触的公式和计算方法，从数学上讲是比较简单的；但是，只有对公式的含义、适用范围、单位、物理量间的关系、计算方法等都有较深刻的理解，才能顺利应用这些公式和知识去分析和解决实际问题。而认真听讲，认真阅读课本，是学好物理概念和规律的关键。只有这样，才能更准确地理解物理概念，深入掌握物理规律的内容和适用范围，同时培养分析、推理、抽象和概括的能力，并学会掌握科学的思想方法。

学习的目的在于应用，而做练习是应用物理知识的一种重要方式之一。做练

习贵在精，不在多，每做一题，务求真正弄懂，务求有所收获。下面是我国物理学家严济慈先生的一段话，希望读者能领会他的教诲。“做习题可以加深理解，融会贯通，锻炼思考问题和解决问题的能力。一道习题做不出来，说明你还没有真懂；即使所有的习题都做出来了，也不一定说明你全懂了，因为你做习题有时只是在凑公式而已。如果知道自己懂在什么地方，不懂在什么地方，还能设法去弄懂它，到了这种地步，习题就可以少做。”

第一章 直线运动

在我们周围到处可以看到物体的运动，如河水在奔流，鸟儿在飞翔，树叶在摇动，车辆在行驶，机器在运转……自然界的一切物体都在不停的运动。辩证唯物主义指出，运动是物质存在的形式，就是说没有不运动的物体。运动是绝对的。要认识物质世界，就要研究物质运动的时空变化，并掌握其变化规律。

本章阐述用位移来描述物体位置的变动；用速度来描述运动的快慢和运动方向；用加速度来描述速度改变的快慢程度；研究物体作匀变速运动时，速度与时间的关系，以及位移与时间的关系，即匀变速物体的运动规律。

第一节 机械运动 质点

机械运动 在自然界，一切物体都在不停地运动，如飞舞的流萤、奔驰的骏马、刺破夜空的流星、角逐在绿茵场上的足球健儿等，尽管这些现象的性质各不相同，但却有一个共同的特征——物体的位置随时间在变动。把一个物体相对于另一个物体位置的变动称为**机械运动** (*mechanical motion*)，简称运动。宇宙中的一切物体，大到天体、小到分子和原子都处在永恒的运动中。那些看起来不动的物体，如远处的高山、近处的大楼，只不过是相对于地面不动而已，其实它们都是随着地球一起运动的。“坐地日行八万里，巡天遥看一千河”，说的就是这个道理。

参考系 既然一切物体都在运动，因此，观察和研究一个物体运动的时候，就必须选定另外的物体作为标准，参考这个标准来进行研究。例如，我们说房屋、树木是静止的，行驶的汽车是运动的，这是以地面作为标准来说的。坐在行驶的汽车里的乘客，认为自己是静止的、在车厢里走动的乘务员在运动、路旁的树木在向后退等，这是以车厢作为标准来说的。在描述物体的运动时，选来作为标准的另外的物体，称为**参考系** (*reference frame*)。

选择不同的参考系来观察同一运动，观察的结果会有所不同。例如，当人坐在行驶的汽车里，如果选站牌作为参考系，则人是运动的；如果选择驾驶员作参考系，则人是静止的。因此，虽然运动是绝对的，而对运动的描述总是相对的。因此，在说明物体运动时必须明确指出，这种运动是相对于哪一个参考系说的。在以后的讨论中，如果不特别指明，则是以地面或静止在地面上的物体作参考系。

质点 任何物体都有一定的大小和形状，一般说来，物体运动时它的各个部分的运动情况是不同的，物体的大小和形状在所研究的现象中起的作用是不能忽略的。但是，在某些情况下，为使问题简化，可以不考虑物体的形状和大小。例如，一列火车从天津开往北京，当讨论火车的运行速度或运行时间这类问题时，由于列车的长度比天津至北京之间的距离小得多，就可以不考虑列车的长度。当讨论地球的公转时，由于地球的直径（约 $1.3 \times 10^4 \text{km}$ ）比地球和太阳之间的距离（约 $1.5 \times 10^{12} \text{km}$ ）小得多，也可以不考虑地球的形状和大小。在这些情况下，可以把物体看作一个有质量的点，或者说，可以用一个有质量的点来代替整个物体。用来代替物体的有质量的点称为**质点**（*mass point*）。

质点是经过科学抽象的理想模型。一个物体能否看成质点，要看问题的具体情况而定。研究一列火车在两地间运行，如前所述，可以把列车视为质点；如果研究列车通过某一标志所用的时间，就必须考虑列车的长度，而不能把列车视为质点。研究地球的公转时，可以把地球视为质点；可是研究地球的自转时，就不能忽略地球的大小和形状，当然也不能把地球当作质点了。

运动的质点通过的路线，称为质点运动的**轨迹**（*contrail*）。质点运动的轨迹是直线的运动称为**直线运动**（*rectilinear motion*），是曲线的运动称为**曲线运动**（*curvilinear motion*）。这一章主要研究直线运动。

思考与练习题

1. 用行驶的汽车作参考系，路旁的电线杆的运动情况怎样？
2. 当你坐在教室里听课时，你是静止的还是运动的？
3. 在什么情况下，运动的物体可看作质点？

第二节 运动的时空描述

研究物体的运动，就要知道物体的位置怎样随时间而变动。时空是不可分割的描述运动的要素。

时间（time）和时刻（moment） 在物理学中，时间和时刻是两个不同的概念，既有区别，又有联系。可以用时空关系来区分这两个概念。例如，火车 6:00 从天津站开出，7:14 到达北京站，这里的 6:00 和 7:14 就是火车开出和到达的时刻，这两个时刻之间相隔 74 分钟，就是火车所经历的时间。即时刻跟位置对应，时间跟路程对应。

1 年、1 秒、0.1 秒都是时间。一段时间的起始时刻称为初时刻，终止时刻称为末时刻。例如，第 2 秒初和第 2 秒末，分别是第 2 秒这 1 秒内的初时刻和末时刻，如图 1-1 所示。第 2 秒初和第 1 秒末是同一时刻的两种不同叫法。第 1 秒

和第2秒是时序有先后的相等时间，都是1秒的时间。



图 1-1 时间与时刻示意图

在国际单位制中，时间的单位是秒，符号是 s 。

位移 (displacement) 由北京去上海，可以选择不同的交通路线，可以乘火车，也可以乘飞机，还可以乘火车或汽车再换乘轮船。这些公路、铁路及空中或海上航线的长度都不相同，但是就位置变动来说，总是由初位置北京到达东南方向直线距离约 1080km 的末位置上海，如图 1-2a 所示。

在物理学中，用一个称为位移的物理量来表示质点的位置变动。设质点由初位置 A ，经过一段时间运动到末位置 B ，从初位置 A 指向末位置 B 的有向线段 AB ，就可以用来表示质点在这段时间内发生的位移，如图 1-2b 所示。有向线段的长度表示位移大小，有向线段的方向表示位移的方向。因此，位移不但有大小，而且有方向。通常用 s 表示位移。

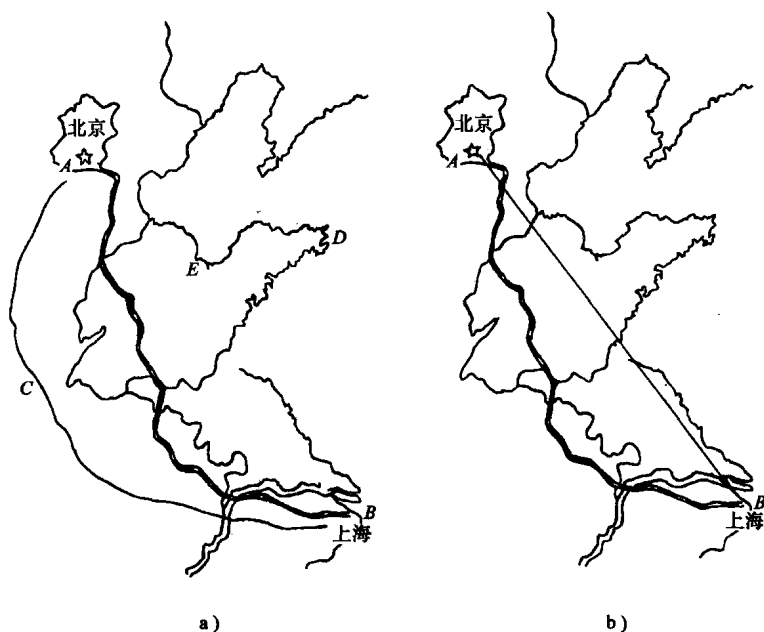


图 1-2 位移和路程示意图