

邮电高等函授教材

普通物理学

刘向明 韩延鸿 谢康新 编

YOU DIAN GAO DENG

YOU DIAN GAO DENG

HAN SHOU

YOU DIAN GAO DENG HAN SHOU

JIAO CAI

HAN SHOU SHI YONG

GAO HAN

邮电高等函授教材

普通物理学

刘向明 韩延鸿 谢康新 编

普通物理学
邮电高等函授教材

刘向明 韩延鸿 谢康新 编

人民邮电出版社出版 北京市丰台区右安门外大街22号

编辑：100061 电子所 312@bjp123.com.cn

网址：http://www.bjp123.com.cn

人民邮电出版社印刷

新华书店总发行

开本：320×110 1/32

印张：12.2

字数：446千字

印数：28131—32130册

1994年12月第1版

2002年8月第2版 10次印刷

人民邮电出版社

定价：30.00元

客服热线：(010)67170982 印刷质量投诉：(010)67159353

内 容 提 要

本书为邮电高等函授教材。全书共分十一章,第一章质点运动学,第二章质点动力学,第三章守恒定律,第四章刚体力学,第五章静电场,第六章恒稳磁场,第七章电磁感应及电磁场理论的基本概念,第八章机械振动,第九章机械波,第十章波动光学,第十一章波粒二象性及激光。附录 I ~ V 分别给出了数学预备知识,物理量的量纲式和国际单位制,在国际单位制中各电磁量的定义式、量纲式和单位,各色可见光的频率和波长范围,希腊字母表以及常用物理基本常数表。附录 VI、VII 分别介绍邮电高函《普通物理学》教学大纲和教学进程表。为配合教学需要,本书选编了物理实验 20 个。

本书读者对象为邮电高等函授生及自学者。

邮电高等函授教材 普通物理学

◆ 编 刘向明 韩延鸿 谢康新

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

人民邮电出版社河北印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 850×1168 1/32

印张: 17.5

字数: 448 千字

印数: 28 171 - 29 170 册

1994 年 12 月第 1 版

2007 年 8 月河北第 10 次印刷

ISBN 978-7-115-05449-4/G

定价: 30.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

编者的话

本书是以国家教委下发的《工科大学物理课程教学基本要求》和邮电部教育司下达的《邮电高等函授教学计划》为依据,同时结合电信类专业对物理学的要求和函授教育“以自学为主、面授为辅”的特点编写的。

在本教材的编写中,我们注意突出物理学理论框架结构和逻辑体系,把握内容的重点,明确研究的方法。对重点内容,既要把基本概念讲清讲透,又不失扼要和简明;对于难点,则注意到讲述的层次,使难点尽量分散;在一些定理的推导中,不过分追求数学的严密性,而把侧重点放到物理学思想和物理学方法的完善和论述上。

为便于自学,每节后都附有思考题,每章后都有小结和习题。思考题大多只要求口头回答,用以启发读者思考;本章小结既是对本章概念和方法的归纳总结,又是对本章所学内容的一次深化和提炼,它为把握本章的学习重点,理清本章内容的研究思路提供了便利;习题的选编,注意到尽量紧扣教材的基本概念,基本规律和基本方法,回避了难题、偏题、怪题。

作为函授教材,不仅要传播知识,还应十分重视能力的培养,并且应该贯穿于教材的各个环节。在本教材的编写过程中我们对此做了一些尝试,力图体现这一精神。

考虑到电信类专业的特点和学时数的限制,分子物理学和热力学的有关内容没有编入。对近代物理部分(第十一章)只要求了解,但对激光一节给予了较多的讲解。

本书力学部分的四章和电磁学中的电磁感应一章是由北京邮电大学函授学院韩延鸿编写的;机械振动和波动、波动光学、近代物理四章是由南京邮电学院谢康新编写的;其余部分由北京邮电大学函授学院刘向明编写。刘向明同志负责全书的统编工作。

由于编者水平所限,加之时间较紧迫,教材中的缺点和不足之处在所难免,恳请使用该教材的师生们提出宝贵意见。

编 者

1993 年 12 月

目 录

第一章 质点运动学	(1)
第一节 质点运动学的基本概念.....	(1)
一、参考系、坐标系	(1)
二、质点	(2)
三、时间和时刻	(2)
第二节 质点运动的描述.....	(3)
一、质点的位置矢量和运动方程.....	(3)
二、位移	(4)
三、速度	(5)
四、加速度	(7)
五、速度、加速度在自然坐标系中的分解	(8)
第三节 运动方程的应用	(12)
一、质点的直线运动	(12)
二、质点的平面曲线运动	(16)
本章小结	(19)
习题	(20)
第二章 质点动力学	(23)
第一节 牛顿运动定律	(23)
一、牛顿第一定律	(24)
二、牛顿第二定律	(24)
三、牛顿第三定律	(25)
四、惯性系	(25)
第二节 力学中常见的力	(26)
一、万有引力、重力	(26)

二、弹性力	(27)
三、摩擦力	(28)
第三节 牛顿运动定律的应用	(29)
一、物体的平衡	(30)
二、牛顿定律在直线运动中的应用	(31)
(1) 三、牛顿定律在曲线运动中的应用	(33)
(1) 四、牛顿定律在变力情况的应用	(35)
(1) 五、牛顿定律在非惯性系中的应用	(36)
(5) 本章小结	(39)
(5) 习题	(39)
第三章 守恒定律	(44)
(1) 第一节 动量定理及动量守恒定律	(44)
(4) 一、动量和冲量	(44)
(2) 二、质点的动量定理	(46)
(7) 三、动量守恒定律	(49)
(8) 第二节 动能定理 功能原理和机械能守恒定律	(55)
(15) 一、功和功率	(55)
(15) 二、动能、动能定理	(61)
(16) 三、保守力	(63)
(16) 四、物体系统的势能	(64)
(50) 五、物体系统的动能定理、功能原理	(66)
(18) 六、机械能转化和守恒定律	(68)
(18) 七、碰撞	(70)
(1) 第三节 质点的动量矩定理和动量矩守恒定律	(78)
(45) 一、力矩	(78)
(25) 二、质点的动量矩定理、动量矩守恒定律	(79)
(25) 三、动量矩定理	(80)
(6) 本章小结	(82)
(6) 习题	(84)

第四章 刚体力学	(88)
第一节 刚体运动学	(88)
一、刚体的平动和定轴转动	(88)
二、刚体定轴转动的运动学	(89)
第二节 刚体定轴转动的转动定律	(94)
一、刚体定轴转动的动量矩(角动量)	(94)
二、转动定律	(94)
第三节 刚体定轴转动的动能定理	(101)
一、力矩的功	(101)
二、力矩的功率	(102)
三、刚体的转动动能	(103)
四、刚体定轴转动的动能定理	(103)
第四节 动量矩守恒定律	(106)
一、冲量矩	(106)
二、动量矩守恒定律	(107)
本章小结	(110)
习题	(112)
第五章 静电场	(116)
第一节 电荷 物质的电结构	(117)
一、电荷	(117)
二、物质的电结构	(117)
三、电荷守恒定律	(118)
第二节 点电荷 库仑定律	(119)
一、点电荷	(119)
二、真空中的库仑定律	(119)
第三节 电场 电场强度	(122)
一、电场	(122)
二、电场强度	(123)
第四节 场强叠加原理	(125)

(88)	一、场强叠加原理	(125)
(88)	二、电场强度的计算	(127)
(88)	第五节 电通量 高斯定理	(130)
(88)	一、电力线	(130)
(88)	二、电通量	(131)
(88)	三、高斯定理	(134)
(88)	四、应用高斯定理求场强	(137)
(88)	第六节 静电场的环流定理 电势	(140)
(101)	一、静电场力的功	(141)
(101)	二、静电场的环流定理	(142)
(101)	三、静电势能 电势和电势差	(143)
(101)	四、电势的计算	(145)
(101)	第七节 电场强度与电势的微分关系	(149)
(101)	一、等势面	(149)
(101)	二、场强和电势的微分关系	(149)
(101)	第八节 静电场中的导体	(153)
(101)	一、导体的静电平衡及其条件	(153)
(101)	二、静电平衡导体的性质	(154)
(101)	三、静电屏蔽	(155)
(101)	第九节 导体的电容 电容器	(156)
(101)	一、电容	(156)
(101)	二、电容器电容的计算	(157)
(101)	第十节 电介质的极化	(159)
(101)	第十一节 电介质中的静电场	(161)
(101)	一、电位移	(161)
(101)	二、电位移线(D线)电位移通量	(162)
(101)	三、介质中静电场的高斯定理	(163)
(101)	四、应用高斯定理求场强	(165)
(101)	第十二节 静电场的能量	(166)

一、荷电电容器的静电能	(166)
二、电场能量 能量密度	(167)
第十三节 电源电动势	(169)
一、非静电力 电源	(170)
二、非静电力场 电源电动势	(171)
本章小结	(171)
习题	(174)
第六章 恒稳磁场	(182)
第一节 基本磁现象 磁性的电本质	(182)
一、基本磁现象	(182)
二、磁性的电本质	(183)
第二节 磁场 磁感应强度	(184)
一、磁场	(184)
二、磁感应强度	(185)
第三节 磁感应线 磁通量 磁场的高斯定理	(187)
一、磁感应线	(187)
二、磁通量	(189)
三、磁场的高斯定理	(191)
第四节 毕奥—萨伐尔定律	(192)
一、毕奥—萨伐尔定律	(192)
二、毕—萨定律的应用	(194)
第五节 磁场强度 安培环路定理	(199)
一、磁场强度	(199)
二、安培环路定理	(200)
三、安培环路定理的应用	(202)
第六节 磁场对电流的作用 安培定律	(205)
一、磁场对电流元的作用 安培定律	(205)
二、匀强磁场对平面载流线圈的作用	(208)
第七节 磁场对运动电荷的作用	(210)

一、洛伦兹力	(210)
二、运动电荷在匀强磁场中的运动	(211)
第八节 磁场中的磁介质	(213)
一、磁介质的磁化和分类	(213)
二、磁介质磁化状态的描述	(215)
三、铁磁质的磁化	(216)
本章小结	(218)
习题	(221)
第七章 电磁感应及电磁场理论的基本概念	(227)
第一节 电磁感应的基本定律	(227)
一、电磁感应现象	(227)
二、楞次定律	(229)
三、法拉第电磁感应定律	(231)
第二节 动生电动势和感生电动势	(236)
一、动生电动势	(236)
二、感生电动势	(239)
第三节 自感和互感	(245)
一、自感	(245)
二、互感	(248)
三、磁场的能量	(251)
第四节 电磁场理论的基本概念	(253)
一、位移电流	(253)
二、麦克斯韦方程组的积分形式	(257)
本章小结	(259)
习题	(263)
第八章 机械振动	(268)
第一节 谐振动	(268)
一、谐振动的基本特征	(268)
二、谐振动的运动方程	(272)

三、描述谐振动的物理量	(273)
四、谐振动的矢量图示法 相位差	(277)
五、谐振动的能量	(281)
第二节 两个同方向同频率谐振动的合成	(283)
本章小结	(287)
习题	(288)
第九章 机械波	(292)
第一节 机械波的产生和传播	(292)
一、机械波的产生 横波和纵波	(292)
二、波的传播 波速	(293)
第二节 平面谐波的表达式	(296)
一、波长 波的周期和频率	(296)
二、平面谐波的表达式	(297)
三、波动表达式的物理意义	(298)
四、沿 X 轴负方向传播的平面谐波表达式	(299)
第三节 波的能量 能流密度	(301)
一、波的能量	(301)
二、能流密度	(303)
第四节 波的干涉	(305)
一、波的叠加原理	(305)
二、波的干涉	(305)
本章小结	(312)
习题	(314)
第十章 波动光学	(319)
第一节 相干光	(320)
一、相干光的条件	(320)
二、相干光的产生方法	(320)
第二节 杨氏双缝实验 洛埃镜	(321)
一、杨氏双缝干涉实验	(321)

二、洛埃镜	(325)
第三节 光程和光程差 薄膜干涉	(326)
一、光程和光程差	(326)
二、薄膜干涉	(328)
第四节 劈尖的干涉	(331)
一、平面劈尖的干涉	(331)
二、牛顿环	(335)
第五节 迈克耳逊干涉仪	(337)
第六节 光的衍射现象 惠更斯—菲涅耳原理	(339)
一、光的衍射现象	(339)
二、惠更斯—菲涅耳原理	(340)
第七节 夫琅和费单缝衍射	(342)
第八节 衍射光栅	(348)
一、衍射光栅	(348)
二、光栅公式	(350)
三、条纹特征分析	(350)
四、衍射光谱	(352)
第九节 自然光和偏振光	(354)
第十节 偏振片的起偏和检偏 马吕斯定律	(357)
一、偏振片的起偏和检偏	(357)
二、马吕斯定律	(358)
第十一节 反射和折射时光的偏振	(360)
第十二节 光的双折射现象	(363)
本章小结	(365)
习题	(369)
第十一章 波粒二象性 激光	(375)
第一节 光的量子性	(376)
一、黑体辐射	(376)
二、光电效应	(379)

三、康普顿效应	(380)
第二节 玻尔氢原子理论	(382)
一、经典理论在原子结构问题上所遇到的困难	(382)
二、玻尔理论的基本假设	(383)
三、氢原子光谱	(385)
四、玻尔理论的缺陷	(386)
第三节 微粒的波粒二象性	(387)
一、德布罗意假设	(387)
二、德布罗意假设的实验验证	(388)
三、测不准关系	(390)
四、薛定谔方程	(392)
第四节 激光	(393)
一、激光器的分类和激光的特性	(394)
二、自发辐射和受激辐射	(395)
三、产生激光的条件	(397)
四、光通信中常用的激光器举例	(400)
五、激光的应用	(402)
附录 I 数学预备知识	(405)
附录 II 物理量的量纲式与国际单位制	(411)
附录 III 各色可见光的频率与波长范围	(416)
附录 IV 希腊字母表	(416)
附录 V 常用物理基本常数表	(417)
附录 VI 《普通物理学》教学大纲	(418)
附录 VII 《普通物理学》教学进程表	(424)
附录 VIII 《普通物理学》实验	(426)
绪论	(426)
实验一 基本度量——长度测量和密度测定	(449)
实验二 气轨上运动物体的研究	(455)
实验三 自由落体的研究	(458)

第一章 质点运动学

自然界中，物体与物体之间或物体内部各部分之间相对位置随时间变化的过程，称为机械运动。在物质的各种复杂运动中，它是一种最基本最普遍的运动形式。运动学只研究物体做机械运动的过程中位置、速度、加速度等物理量随时间的变化及其描述，一般不涉及引起运动变化的原因。

第一节 质点运动学的基本概念

一、参考系、坐标系

宇宙间的任何物体，大至星体、小至分子、原子或其他基本粒子都在永不停息地运动着，因此运动是永恒的、绝对的，是物质的固有属性。但描述物体的运动则是相对的。例如，在行驶的列车的车厢中，地板上有一物体，站在车厢中的人看它是静止的，而站在路边的人看到的是它在运动。这说明从不同的物体上对同一物体运动的观察或描述的结果可能是不同的。这叫做运动描述的相对性。因此，要确切地说明一个物体的位置或运动，必须选择另一个物体作为参照，研究这个物体相对于所选定的参照物体是怎样运动的。这种描述物体运动时被选作参照的物体称为参考系。至于如何选取参考系，原则上是任意的，主要看对分析问题方便与否而定。

参考系选定后，为了对质点的运动作定量的描述，需在参考系上选择一个固定的坐标系。普通物理中常用的坐标系有直角坐标系、极坐标系、自然坐标系等。

二、质点

任何物体都有一定的大小、形状、质量和内部结构，即使是很小的分子、原子等也不例外。但是，如果在我们所研究的问题中，物体的大小和形状不起作用，或所起的作用不显著而可以忽略不计，就可把物体视为只有质量而无大小形状的一个点——质点。它与几何点的区别在于它有质量。例如，研究地球的公转时，由于地球的直径比太阳与地球间的距离小得很多，可以忽略不计，这时就可以把地球当作质点看待。可是，研究地球的自转时，就不能忽略地球的大小和形状，不能把地球看做质点了。如果一个物体的各个部分的运动情况完全相同，那么，也可以把整个物体当作质点看待。质点是力学中的一个理想化的模型。把具有一定大小形状的物体用简单的模型来代替，可以简化其复杂性，突出主要因素，便于找出其中规律。因此，它不仅具有实际意义，而且也是一种重要的科学研究方法。

三、时间和时刻

与运动质点的空间位置所对应的瞬间称为时刻，常用 t 表示。与运动质点的两个空间位置所对应的时刻之差称为时间，常用 $\Delta t = t_2 - t_1$ 表示。时间与一段路程相对应，例如火车从北京开出的瞬间，表示某一时刻；火车从北京开到上海所经历的是一段时

思考题：

有三个人同时观察一个物体，一个人看到这个物体是静止的，一个人看到它是匀速前进的，而另一个人却看到它是加速倒退的，这种情况可能吗？为什么？

第二节 质点运动的描述

一、质点的位置矢量和运动方程

描写质点P在空间的位置，可以用从原点O向P点引一有向线段 r （即 OP ）来表示， r 叫位置矢量，也叫矢径，矢径的端点就是质点的位置。矢径在三个坐标轴上的分量分别为 x 、 y 、 z ，如图1-1所示。

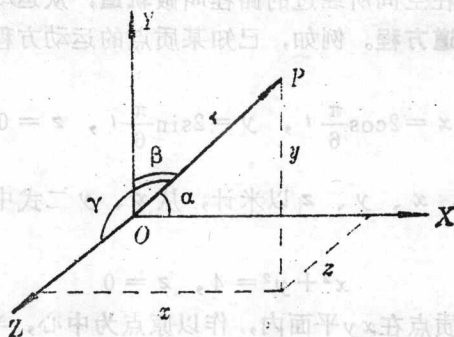


图 1-1

位置矢量可表示为：

$$\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k} \quad (1-1)$$

式中 $\mathbf{i}$ 、 $\mathbf{j}$ 、 $\mathbf{k}$ 分别为沿 x 、 y 、 z 轴的单位矢量。

矢径 r 的大小为：

$$r = |\mathbf{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad (1-2)$$

矢径的方向余弦是：

$$\cos\alpha = \frac{x}{r}, \quad \cos\beta = \frac{y}{r}, \quad \cos\gamma = \frac{z}{r}$$

研究质点的运动，实际上是研究质点的空间位置随时间的变