

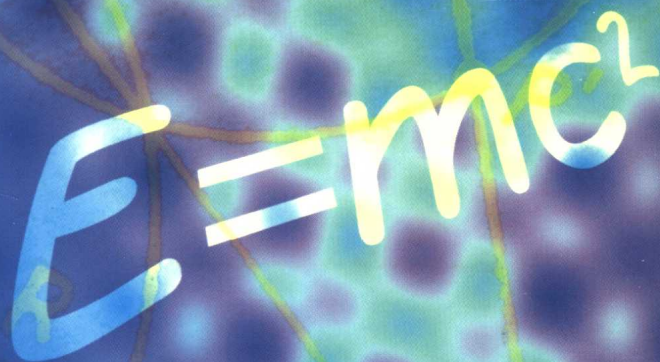
PHYSICS

高等学校教材

物理学 基本教程

第三册 第二版

张达宋 主编


$$E=mc^2$$



高等教育出版社

PHYSICS

普通物理学教材

物理学 基本教程

第三版 第二版

程守德 江天衡



高等学校教材

物理学基本教程

第三册 第二版

张达宋 主编

张达宋 李行一 等修订

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

物理学基本教程. 第三册/张达宋主编. —2版. —北京:高等教育出版社, 2002. 7

ISBN 7-04-010679-5

I. 物... II. 张... III. 物理学-高等学校-教材
IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 098074 号

责任编辑 董洪光 封面设计 王凌波 责任绘图 尹 莉
版式设计 马静如 责任校对 存 怡 责任印制 韩 刚

物理学基本教程 第三册 第二版
张达宋 主编

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市东城区沙滩后街 55 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100009	网 址	http://www.hep.edu.cn
传 真	010-64014048		http://www.hep.com.cn

经 销 新华书店北京发行所
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本	850×1168 1/32	版 次	1989 年 6 月第 1 版
印 张	10.75		2002 年 7 月第 2 版
字 数	260 000	印 次	2002 年 7 月第 2 次印刷
		定 价	15.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

内 容 提 要

本书是在第一版基础上修订而成的,凝结了作者长期教学的经验 and 心血. 本书保留了原第一版选材适当、概念阐述清晰、语言精炼等特点,按照“打好基础,精选内容,适当更新,利于教学”的原则,补充了一些反映现代物理前沿的内容和工程技术应用的专题,并对思考题和习题做了较大幅度的修订. 相比于原书,本书在加强物理的应用性和内容的现代化方面作了努力和尝试.

全书共分三册,第一册内容为力学、气体动理论和热力学基础,第二册内容为电磁学,第三册内容为振动与波动和近代物理学基础. 本册为第三册,共八章:机械振动、机械波、电磁振荡和电磁波、波动光学、狭义相对论基础、光的量子性、原子的量子理论、固体能带理论基础.

本书可作为高等学校工科各专业的教科书,也可供文理科有关专业选用和社会读者阅读.

第二版前言

本书这次修订是按照原国家教育委员会高等学校工科基础课程教材建设的“八五”和“九五”规划进行的,依据《高等学校工科本科大学物理课程教学基本要求》(1995年版)和1992年12月全国工科物理教材修订会议为本书确定的“打好基础、精选内容、适当更新、利于教学”的修订工作指导思想,对全书进行了认真的修改和补充.在保持第一版原有体系、风格和特色不变,总体水平相当和篇幅不扩大的前提下,主要作了如下的一些修改和增删:

1. 根据全国自然科学名词审定委员会公布的《物理学名词(1996)》,统一规范了全书的物理学名词.

2. 为了跟上社会发展和科技进步的时代步伐,按照新的《基本要求》,补充了现代工程技术的物理基础专题,以及一些物理学前沿和现代技术应用的“窗口”、“接口”.

3. 订正了第一版中的文字和印刷错误,修改了一些过时的数据,删除了一些陈旧或不适当的内容.

4. 为了便于教学,对少数内容作了调整和更新.

5. 根据目前大多数学校的教学情况,对例题、思考题和习题作了较多的修改与替换,增加了一些切合实际和现代科技发展的题目.

作为本书修订版的审稿人,广东工业大学钟韶教授(主审)、西安交通大学吴百诗教授和西安建筑科技大学张明德教授对原书提出了十分详尽具体的修改意见,在整个修改过程中对每一段修改稿都逐字逐句仔细审阅,给予了中肯贴切的意见和建议,为修订工作的顺利完成起到了指导和促进作用.

山东大学、武汉理工大学、北京工业大学和武汉食品工业学院等院校的教师对修订工作提出了许多宝贵的意见,使编者受益匪浅,谨在此表示深深的谢意.

吴光敏、贾惠凯、王安安、于永香、伏云昌和董勋德同志参加了本书的修订工作.

限于编者的水平和知识面,这个修订版仍会存在诸多欠缺和不足,恳请读者提出宝贵的意见.

张达宋 李行一

2001年3月于

昆明理工大学

第一版前言

本书初稿是根据 1980 年原教育部颁布的《高等工业学校普通物理教学大纲》的基本要求(不打 * 号的内容)结合编者的教学经验并借鉴国内外部分教材而编写的,1984 年经全国高等学校工科物理课程教学指导委员会组织评审通过,随即按照评审意见对原稿作了修改、试用,以后又根据 1986 年西安审稿会所提意见及 1987 年国家教委颁布的《高等工业学校大学物理课程教学基本要求》作了进一步的修改和补充,经复审后于 1987 年 9 月定稿。

本书编写的指导思想是:1° 要便于教师教和学生学,要符合人的认识过程,既与高中物理衔接,又避免不必要的重复,起点不要太高,但又必须达到国家教委颁布的《高等工业学校大学物理课程教学基本要求》(以下简称基本要求).2° 由于本课程内容多学时少,教材既要编写得紧凑,又要把问题阐述清楚,使之便于教学.3° 概念的讲述要清楚,推理论证要严谨,要有逻辑性和系统性。

本书除打 * 号部分外,绝大部分内容都是属于《基本要求》的范围,可根据专业的需要选用.本书参考总学时为 130~140 学时,各部分内容基本上按照《基本要求》的先后次序安排的,只是牛顿力学的相对性原理放在“狭义相对论基础”一章的开头.本书采用国际单位制,各物理量名称及有关单位的名称均采用国家标准规定的名称。

参加本书编写工作的有李行一、袁长寿、王安安、陈大德、刘坤、王文楷、于永香、董勋德、贾惠凯及张平等同志。

本书审稿人有哈尔滨工业大学洪晶同志(主审)、天津大学杨仲著同志、华南工学院周勇志同志、华东工程学院方光耀同志及上

海交通大学胡盘新同志等,他们对本书原稿进行了详细审阅并提出宝贵意见和具体建议,对本书的修改工作帮助很大,在此表示衷心感谢.

南京空军气象学院、成都地质学院、广东工学院及华东工程学院等院校的同志对本书原稿提出许多宝贵意见和建议,云南大学李德修教授对本书“固体能带理论基础”一章提出了宝贵和具体的修改意见.使编者深受教益,在此一并表示感谢.

由于本书的编写及修改工作量很大而时间又十分仓促,更主要的是由于编者的水平有限,本书缺点错误一定不少,衷心希望使用本书的同志多多提出宝贵意见.

编者

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》。行为人将承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

现公布举报电话及通讯地址:

电 话:(010) 84043279 13801081108

传 真:(010) 64033424

E-mail:dd@hep.com.cn

地 址:北京市东城区沙滩后街55号

邮 编:100009

目 录

第四篇 振动与波动

第十五章 机械振动	(1)
§ 15-1 简谐振动	(2)
§ 15-2 简谐振动的能量	(12)
*§ 15-3 阻尼振动 受迫振动 共振	(13)
§ 15-4 两个同方向、同频率的简谐振动的合成	(18)
*§ 15-5 两个互相垂直的、同频率的简谐振动的合成	(22)
思考题	(26)
习题	(27)
第十六章 机械波	(32)
§ 16-1 机械波的产生和传播	(32)
§ 16-2 机械波的传播速度	(37)
§ 16-3 平面简谐波的波函数	(42)
§ 16-4 波的能量 能流密度	(48)
§ 16-5 惠更斯原理及其应用	(52)
§ 16-6 波的叠加原理 波的干涉	(58)
§ 16-7 驻波	(62)
§ 16-8 多普勒效应	(66)
思考题	(71)
习题	(72)
第十七章 电磁振荡和电磁波	(76)
§ 17-1 振荡电路 电磁振荡	(76)
§ 17-2 电磁波的产生和辐射	(82)
§ 17-3 电磁波的基本性质	(85)

§ 17-4	电磁波的能量	(87)
§ 17-5	电磁波谱	(89)
	思考题	(91)
	习题	(91)
第十八章	波动光学	(94)
§ 18-0	关于光的本性的认识发展简史	(94)
	第一部分 光的干涉	(96)
§ 18-1	光源 光的相干性	(96)
§ 18-2	由分波阵面法产生的光的干涉	(100)
§ 18-3	光程和光程差 薄透镜的一个性质	(107)
§ 18-4	由分振幅法产生的光的干涉	(111)
§ 18-5	迈克耳孙干涉仪	(119)
	第二部分 光的衍射	(121)
§ 18-6	光的衍射现象 惠更斯-菲涅耳原理	(121)
§ 18-7	单缝衍射	(124)
§ 18-8	衍射光栅	(133)
§ 18-9	光学仪器的分辨本领	(140)
*§ 18-10	晶体对 X 射线的衍射	(143)
	第三部分 光的偏振	(146)
§ 18-11	自然光和偏振光 光的横波性质 马吕斯定律	(146)
§ 18-12	反射和折射时光的偏振	(150)
§ 18-13	光的双折射现象	(154)
*§ 18-14	偏振光的干涉及其应用	(159)
	思考题	(165)
	习题	(169)

第五篇 近代物理学基础

第十九章	狭义相对论基础	(178)
§ 19-1	伽利略变换 经典力学时空观 力学相对性原理	(178)
§ 19-2	迈克耳孙-莫雷实验	(184)
§ 19-3	爱因斯坦假设 洛伦兹变换	(187)

§ 19-4 狭义相对论的时空观	(192)
§ 19-5 洛伦兹速度变换法则	(198)
§ 19-6 相对论动力学基础	(201)
思考题	(210)
习题	(211)
第二十章 光的量子性	(214)
§ 20-1 热辐射 绝对黑体的辐射 普朗克量子假设	(214)
§ 20-2 光电效应 爱因斯坦的光子假设	(217)
§ 20-3 康普顿效应	(226)
思考题	(231)
习题	(231)
第二十一章 原子的量子理论	(233)
§ 21-1 原子光谱的规律性	(235)
§ 21-2 玻尔的氢原子理论	(237)
§ 21-3 实物粒子的波动性	(243)
§ 21-4 不确定关系	(248)
§ 21-5 粒子的波函数 薛定谔方程	(251)
§ 21-6 一维无限深的势阱	(255)
§ 21-7 氢原子 电子自旋	(259)
§ 21-8 多电子原子 原子的电子壳层结构	(263)
§ 21-9 激光	(269)
思考题	(279)
习题	(280)
第二十二章 固体能带理论基础	(282)
§ 22-1 晶体	(282)
§ 22-2 自由原子中电子的能级 晶体的能带	(284)
§ 22-3 电子填充能带的情况 金属导体、绝缘体和本征半 导体	(287)
§ 22-4 半导体的导电机制 p-n 结	(290)
思考题	(295)
专题 2 非线性振动简介	(296)

专题 3 全息照相	(312)
习题答案	(321)
附录 I 常用物理基本常量表	(328)
附录 II 本书中的物理量及其单位	(330)

第四篇 振动与波动

本篇包括机械振动、机械波、电磁振荡和电磁波以及波动光学四章。物体在一定位置附近来回往复的运动称为机械振动。机械波是机械振动在介质中的传播过程，电磁波是变化的电场和变化的磁场在空间的传播过程。光波是一种电磁波，光具有波粒二象性，即除了波动性外还具有粒子性。光在传播过程中所发生的现象（如反射、折射、干涉、衍射和偏振等）就要用波动说来解释；光与实物发生作用时（即光被吸收或发射时）所产生的现象就要用粒子说来解释。波动光学一章只讨论光的干涉、衍射和偏振等现象，光的粒子性将在近代物理中讲授。

第十五章 机械振动

物体在一定位置附近来回往复的运动称为机械振动。例如钟摆的运动、汽缸中活塞的运动、机器开动时各部分的微小颤动都是机械振动。振动现象是非常普遍的，并不限于机械振动。振荡电路中电流的变化，电磁场的变化，虽然和机械振动有本质的不同，但它们的变化规律和数学描述与机械振动相类似（见第十七章），所以也称为振动。一般地说，凡是描述物质运动状态的某一物理量，在某一数值附近作周期性的变化都可称为振动。在自然界和科学技术中振动是普遍存在的，因此不论研究自然科学或工程科学都

必须研究振动的规律.

在所有振动中最简单而又最基本的振动是简谐振动(亦称简谐运动),可以证明,任何复杂的振动,都可认为是由几个或多个简谐振动合成.本章主要讨论简谐振动,并简要介绍阻尼振动和受迫振动.关于非线性振动问题,我们将在非线性振动专题中作简要介绍.

§ 15-1 简谐振动

一、简谐振动

弹簧振子的运动是简谐振动的典型例子,下面以弹簧振子为例来说明简谐振动的规律.如图 15-1,将弹簧一端固定,另一端连接一物体,物体能在光滑水平面上沿左右方向运动.弹簧的质量要远小于物体的质量,可以忽略不计,这一系统即为第一册 § 3-3 中讲过的弹簧振子.因为假定水平面是光滑的,没有摩擦力作用,所以在水平方向上物体只受到弹簧的弹性力作用.

设物体处在位置 O 时,所受的合外力为零,这个位置称为物体的平衡位置.现将物体略向右移到位置 B 然后释放,这时由于弹簧被拉长,便有一指向左边即指向平衡位置的弹性力作用在物体上,迫使物体向左运动.当物体回到平衡位置时,虽然作用在物体上的弹性力变为零,但物体是运动着的,由于惯性将继续向左运动.当物体运动到平衡位置的左边时,弹簧被压缩,便有指向右边即指向平衡位置的弹性力作用在物体上,阻止物体向左运动,使物体的运动速度减小,直到物体到达速度变为零的位置 C ,之后物体又将在弹性力的作用下向右运动.这样物体在弹性力的作用下,就在平衡位置附近来回往复运动.以上我们定性地分析了弹簧振子的振动过程,下面研究它的运动规律.

取平衡位置 O 为坐标的原点, Ox 轴的正方向向右,如图 15

-2, 设 x 为物体的坐标, 则 x 亦为物体相对于平衡位置的位移 (振动质点的位移都是相对于平衡位置的位移). 根据胡克定律, 在弹性限度内, 物体受到的弹性力 F 与物体的位移 x 成正比, 即

$$F = -kx$$

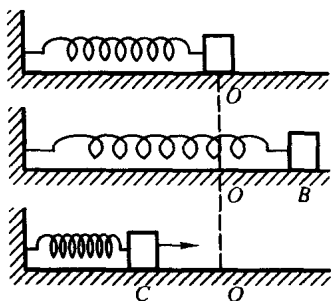


图 15-1

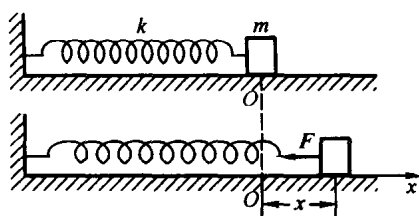


图 15-2

式中 k 是弹簧的劲度系数, 与弹簧的材料、形状、大小有关。“-”号表示力的方向与位移的方向相反。

设物体的质量为 m , 在弹性力 F 的作用下产生的加速度为 a , 则由牛顿第二定律得

$$a = \frac{F}{m} = -\frac{k}{m}x \quad (15-1)$$

对于给定的弹簧振子, k 和 m 都是正的常量, 可令

$$\frac{k}{m} = \omega^2 \quad (15-2)$$

代入(15-1)式得

$$a = -\omega^2 x \quad (15-3)$$

这一结果表明, 弹簧振子的加速度与位移成正比, 而方向相反。我们把加速度与位移成正比而方向相反的振动称为简谐振动。作简谐振动的物体称为谐振子。因

$$a = \frac{d^2 x}{dt^2}$$