

高等学校教材

物理学

下册

(第二版)

复旦大学《物理学》编写组编

高等教育出版社

高等学校教材

物 理 学

下 册

(第二版)

复旦大学《物理学》编写组编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书系《物理学》下册(第二版),与第一版下册相比,本册在教材内容的选取方面做了重新考虑,有些内容如:驻波、电磁波、光的干涉、衍射、偏振、氢原子等的叙述进行了较大的修改,并删去了耦合振动、近似简谐振动、群速度、几何光学等内容。加强了对物理学基本概念和基本规律的阐述,突出了物理思想。本书下册修订后,在深度和广度上适合多数院校理科化学类专业和理科非物理类专业使用,也可作为理科物理专业试用。

本书共分三册,上册为力学、热学和分子物理学,中册为电磁学,下册为振动与波、光学、量子物理基础。

高等学校教材

物 理 学

下 册

(第二版)

复旦大学《物理学》编写组编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

祝桥新华印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 18.875 字数 451,000

1980年1月第1版

1987年5月第2版 1987年5月第1次印刷

印数 00,001—5,480

书号 13010·01311 定价 3.15元

第二版(下册)编写说明

本书第一版于1980年发行,当时是作为化学类专业的普通物理教材编写的。这次修订,根据本书修改稿审稿会及理科物理教材编审委员会普通物理小组编委(扩大)会议(1983年10月6日至10日在南京召开)关于加强教材的通用性以利于教学的意见,改写了大部分章节,更新了部分内容,力求使教材的深度、广度不仅适合多数院校化学类专业的要求,也适用于学时数相近的其它专业的教学需要,因此,它可以作为分两学期开设(130学时左右)普通物理课的(一般是为理科非物理类专业开设的)试用教材。全书仍分上、中、下三册,上册包括力学、热学二篇,中册包括电磁学一篇,下册包括振动与波、光学、量子物理基础三篇,除了正文的基本内容外,还附加了一些属于提高和扩大性质的内容,用小字排印,作为参考。

在下册中,较大的修改是删去了几章光学的内容,光学部分合并为四章。其余如振动、波、波动力学、氢原子等章也都有较多删节、改写。希望能更适合于非物理类专业普通物理教学的实际和传统。书后附加的阅读材料,也作了一些精简。全册篇幅有所减少。

自本书第一版出版后,广大读者,特别是使用它作为教材的老师们提出了许多修改意见。我们在吸收这些意见的基础上,又根据我们自己教学实践中的一些经验,作了修订。1984、1985年先后在上海、北京举行了本书下册的两次审稿会,会议由理科物理教材编审委员会委员李椿教授主持,参加会议的还有潘维济(南开)、唐子健、舒幼生(北大)、宣桂鑫(华东师大)、林学仁(厦大)、祝家

清(华中师大)等同志。我们又根据审稿意见作了修改。

对本书提出过修改意见的同志,对普通物理教学都有丰富的经验,提出的意见十分可贵,对修订本书起了很大的作用,我们谨向这些同志表示深切的感谢。同时,我们也体会到,因为教学是创造性的工作,把他人的教学经验融合到自己的书中去,并不是很容易的事。因此,在修订过程中,虽然经过反复讨论修改,但仍然还有不少宝贵的意见未能吸收进去。经过修订,本书仍然存在许多还不够令人满意的地方。我们相信,通过使用这本教材的同志们的创造性的教学活动,能够弥补本书的不足。

本书下册的修订由蔡怀新(负责振动和波、量子物理基础部分)潘笃武(负责光学部分)执笔,乐蓉莲参加选题和演算习题,杨莉敏绘制了全部插图,洪文君拍摄了部分照片。

复旦大学《物理学》编写组

1986年4月13日

第一版(下册)编写说明

本书是主要供化学类专业试用的普通物理教材，也可以供其他专业(如生物类、地理类专业)参考。全书分三册，上册内容为力学、热力学和分子物理学，中册内容为电磁学，下册内容为振动与波、光学、量子物理基础。在下册中，除了基本内容以外，还增写了第二十六、二十七、二十八章选读材料，在其余几章也写进了一些属于提高性质的内容，用小字排印，供讲课选用或参考；各章习题中加*号的题是配合这一部分内容的。下册主编蔡怀新，由潘笃武、范膺、蔡怀新、俞鸣人、黄发泮同志执笔，朱自刚、杨莉敏、刘伟民同志绘制了插图，激光研究室、核物理教研室提供了部分资料。在审稿过程中，南开大学等兄弟院校的代表提出了许多宝贵的修改意见，编写组对此深为感谢。

复旦大学《物理学》编写组

目 录

第四篇 振 动 与 波

第十五章 振动	1
§15-1 简谐振动	2
一、最简单的振动	2
二、简谐振动的产生	3
三、简谐振动的运动学 振幅矢量	6
四、复数表示法	14
五、简谐振动的能量	15
§15-2 简谐振动体系的一般特征	20
一、扭摆	20
二、简谐振动的一般特征	22
三、电磁振荡	26
§15-3 阻尼振动	32
一、阻尼振动	32
二、 LRC 回路	35
三、品质因数	37
§15-4 受迫振动	40
一、受迫振动	40
二、共振现象	43
三、力学的电模拟	47
§15-5 振动的叠加	47
一、叠加原理	47
二、同方向同频率振动的合成	48
三、拍	50
四、互相垂直的振动的合成	52
五、用简谐振动合成表示非简谐振动	58

思考题	62
习题	67
附录 I	76
附录 II	78
第十六章 波	79
§16-1 简谐波	79
一、一维简谐波的传播	79
二、简谐波表达式	82
三、在三维空间传播的平面波和球面波	89
四、波的复数表示	90
§16-2 波的产生	91
一、弦线上的波的产生 波动方程	91
二、声波	96
三、波动的一般特征	97
§16-3 波的能量 能流密度	98
一、波的能量	98
二、波的能量传播	101
三、球面波	103
§16-4 驻波	103
一、波的叠加	103
二、驻波	105
三、二维驻波	112
§16-5 波包	115
附录	119
§16-6 多普勒效应	119
§16-7 电磁波	121
一、电磁波传播的机制	122
二、麦克斯韦方程组导出电磁波波方程	127
三、电磁波的波速	129
四、电磁波的一些性质	130
五、电磁场能流密度	132
六、电磁波的辐射	133

思考题	136
习题	138

第五篇 光 学

引言	143
第十七章 光的干涉	147
§17-1 波的干涉	147
一、惠更斯原理	147
二、水波的干涉	148
§17-2 光的干涉	152
一、杨氏实验	152
二、干涉条纹的可见度	156
§17-3 薄膜干涉	158
一、光程差	159
二、等倾干涉	163
三、等厚干涉	163
四、牛顿环	166
五、增透膜	167
§17-4 迈克耳孙干涉仪	170
一、迈克耳孙干涉仪的结构	170
二、迈克耳孙干涉仪的原理	171
§17-5 用干涉方法测量气体折射率	174
一、马赫-曾特干涉仪	174
二、雅敏干涉仪	176
三、瑞利干涉仪	177
§17-6 光的相干性	179
一、单色性	179
二、时间相干性	181
三、杨氏干涉实验中光源大小的影响	183
四、空间相干性	184
思考题	185

习题	187
第十八章 光的衍射	189
§18-1 菲涅耳-惠更斯原理	190
§18-2 夫琅和费单缝衍射	192
一、实验装置和现象	192
二、振幅矢量法	193
三、函数 $\left(\frac{\sin \alpha}{\alpha}\right)^2$ 的性质	197
四、光强分布规律	198
§18-3 双缝衍射	199
§18-4 光栅	203
一、光栅的强度分布规律	203
二、多光束干涉	205
三、光栅的色散	208
§18-5 圆孔衍射	211
一、夫琅和费圆孔衍射	211
二、菲涅耳圆孔衍射	213
§18-6 光学仪器的分辨率	215
一、分辨率	215
二、显微镜的分辨率	219
三、光栅的分辨率	221
§18-7 X光衍射	224
§18-8 全息照相	227
思考题	231
习题	232
第十九章 光的偏振	235
§19-1 偏振光与自然光	235
一、自然光	235
二、线偏振光的获得和检验	237
三、马吕定律	239
四、偏振度	240
§19-2 反射光的偏振	240

一、布儒斯特角	240
二、菲涅尔公式	243
三、位相变化	247
§19-3 双折射	249
一、晶体的双折射现象	249
二、光轴	250
三、主平面和主截面	251
四、晶体内的复合波面	252
五、在各向异性介质中光波的传播	253
六、单轴晶体和双轴晶体	256
§19-4 偏振元件	256
一、尼科耳棱镜	257
二、偏振片	258
三、渥拉斯顿棱镜	260
四、二向色性晶体	261
§19-5 椭圆偏振光	261
§19-6 振动面的旋转——旋光性	266
一、旋光性	266
二、菲涅耳对旋光的唯象解释	268
思考题	270
习题	271
第二十章 光的色散、吸收和散射	273
§20-1 色散	273
一、色散	273
二、棱镜的色散	276
§20-2 光的吸收	282
一、朗伯定律	282
二、光学材料	284
三、比尔定律	284
§20-3 瑞利散射	285
一、光的散射	285
二、瑞利散射的规律	286

三、瑞利散射的理论解释	288
§20-4 喇曼散射	290
思考题	292
习题	293
第二十一章 粒子和波	294
§21-1 原子论	294
§21-2 量子论	296
§21-3 光子	300
一、光的微粒说和波动说	300
二、光电效应	301
三、康普顿效应	309
四、光的粒子性	315
§21-4 德布罗意波	315
§21-5 几率波	324
§21-6 测不准关系	328
思考题	336
习题	337
第二十二章 原子能级	341
§22-1 原子的核型结构	341
一、原子	341
二、从 α 粒子散射实验确认原子的核型结构	342
三、卢瑟福散射公式	346
四、原子的有核结构模型与经典物理学的矛盾	349
§22-2 原子光谱的规律性	350
一、原子光谱	350
二、氢原子光谱的规律性	352
§22-3 原子的定态与能级	355
一、原子光谱与原子能级	355
二、弗兰克-赫兹实验	360
三、原子能级与角动量的量子化	361
四、类氢离子	365
思考题	369

习题	369
附录	372
第二十三章 波动力学	377
§23-1 薛定谔方程	377
一、几率波的波函数	377
二、自由粒子的波函数	380
三、定态问题	381
四、薛定谔方程	383
§23-2 一维方势阱问题	387
§23-3 一维谐振子问题	392
§23-4 势垒的穿透(选读材料)	395
思考题	398
习题	399
第二十四章 氢原子	402
§24-1 波动力学中的氢原子问题	402
一、波动方程	402
二、波振幅在三个方向上的分布	403
三、角动量和能量的量子化	409
§24-2 氢原子中电子的几率分布	415
§24-3 轨道量子数 l 和碱金属原子光谱	424
§24-4 磁量子数 m 和磁场对原子的作用	428
一、原子磁矩	428
二、塞曼效应	430
三、斯特恩-盖拉赫实验	432
§24-5 电子自旋	433
一、谱线精细结构与电子自旋	434
二、自旋角动量的量子性质	435
三、电子的自旋磁矩	436
四、自旋和“轨道”磁矩之间的相互作用	436
五、电子自旋是电子固有的一个运动属性	438
六、磁共振	438
§24-6 原子的辐射 激光	441

一、辐射跃迁	441
二、激光	444
思考题	449
习题	450
附录 I	451
附录 II	457
第二十五章 多电子原子和分子(选读材料)	463
§25-1 原子的壳层结构	463
一、单电子近似	463
二、元素周期律与原子壳层结构	464
三、各个元素的原子壳层结构	471
四、泡利不相容原理	476
§25-2 X射线谱	477
一、X射线	477
二、标识辐射	478
§25-3 多电子原子光谱	482
一、矢量模型	483
二、原子量子状态的标记	486
§25-4 分子结构和分子光谱	488
一、分子结构	488
二、分子光谱	492
习题	500
第二十六章 固体(选读材料)	501
§26-1 固体的能带	501
一、固体中能带的形式	501
二、导体和绝缘体	505
三、导带电子按能量的统计分布 费密分布	507
四、固体电导	511
§26-2 半导体	512
一、本征半导体 空穴	512
二、 n 型和 p 型半导体	515
三、 p - n 结	519

第二十七章 核与基本粒子(选读材料)	523
§27-1 核结构	524
一、质量数和电荷数	524
二、核力	525
三、原子核的结合能	527
四、原子核的角动量、磁矩和电四极矩	530
五、核结构模型 结合能半经验公式	534
§27-2 核衰变	541
一、放射性衰变的规律	541
二、 α 衰变	545
三、 β 衰变	547
四、 γ 衰变	551
五、天然放射性元素系	551
§27-3 核反应	553
一、核反应的分类	553
二、核反应的一般规律	555
三、核反应的机制	557
四、裂变和聚变	559
五、核反应的运用	563
§27-4. 基本粒子	564
一、基本粒子的相互作用	564
二、更深的层次	577
附录	583

第四篇 振 动 与 波

第十五章 振 动

振动是我们周围世界中最常遇到的一种现象。人的脉搏，钟表的摆动，琴弦的振动，电磁振荡，都是振动。

振动是一种周期性的运动。物体在空间的运动，有单向前进的，也有来回往复的。束缚在有限范围里的持续的运动，许多都属于后一种情况。地球、行星的运动，原子、分子内部的运动都是围绕一定中心周期性地往复的运动。从人类祖先最初得到昼夜的概念，一直到现在采用原子钟，计时的根据也总是利用周期运动。周期运动的类型多样，象我们上一章介绍的交流电就是一种典型的周期运动。所谓振动本来是指物体在一个中心位置附近的往复的运动，即位移的周期性变化；后来这个概念被推广了，它也包括象 LC 电路在平衡状态附近充放电之类的电磁振荡。它们的振动规律都是一致的。振动的研究包含丰富的内容，在技术上也有重要意义，现在它已成为力学中的一门单独的学科。但它的最基本的形式还是我们熟悉的最简单的振动。

声和光(包括各种电磁波)等波动现象也涉及到振动，但波动还有传播的问题，所以我们把它分开来讨论。

§15-1 简谐振动

一、最简单的振动

图 15-1 中所示的是在一些典型的振动中,描述振动的物理量随时间变化的图象. 这种变化都是周期性的. 其中最简单的是音叉端点振动的图象,它表示了端点的振动位移 x 与时间 t 的关系. 很容易看出这是一条余弦(或正弦)曲线. 余弦函数(或正弦函数)是最简单的周期函数. 这种由余弦(或正弦)曲线描述的振动也是最简单的振动,称为简谐振动.

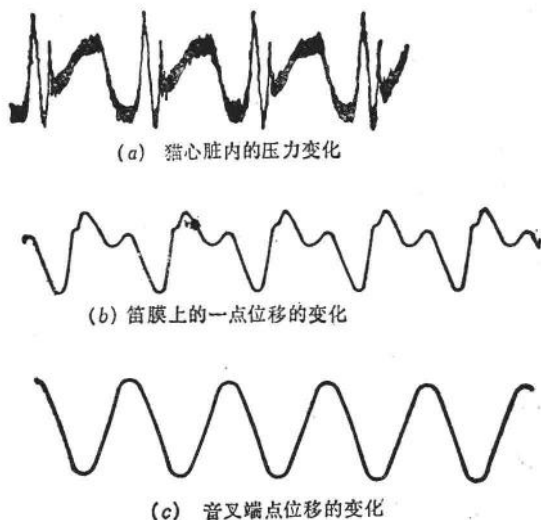


图 15-1 几个典型的振动中描述振动的物理量随时间变化的图象

实验室里常用的弹簧振子的振动,也可以看作简谐振动. 弹簧一端固定,另一端系着一质量为 m 的物体,平放在一光滑水平面上,并使物体只能在一个方向运动,就构成这样一个振子. 在实验