



浙江省高校重点教材

大学物理 教程

下 册

徐江荣 葛 凡 主编



科学出版社
www.sciencep.com

浙江省高校重点教材

大学物理教程

下册

徐江荣 葛 凡 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

这本《大学物理教程》是浙江省精品课程建设的教材之一,为浙江省重点建设教材,分上册、下册、习题集三册出版。上册包括力学和电磁学知识,力学部分有经典力学和相对论,编写时相对地压缩了经典力学的篇幅,增加了相对论的篇幅,电磁学部分系统地介绍了电学和磁学,下册包括波动与光学、热学、量子力学、非线性物理与激光技术4篇,波动与光学篇包括振动、机械波、光的干涉、光的衍射和光的偏振,热学篇包括气体动理论和热力学基础,量子力学篇包括早期量子论和量子力学基础,非线性物理与激光技术篇包括非线性物理与激光技术等;习题集与本教程配套,按教学单元划分,用于学生的训练。

本书可作为本科院校理工类各专业的大学物理教材,也可作为普通高等学校各类非物理类专业的物理教材或教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理教程 下册/徐江荣,葛凡主编.—北京:科学出版社,2010

ISBN 978-7-03-026643-9

I ①大… II ①徐… ②葛… III ①物理学—高等学校—教材 IV ①O4

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第021926号

责任编辑:陈迅/责任校对:王万红

责任印制:吕春珉/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码 100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010年2月第 版 开本 787×1092 1/16

2010年2月第一次印刷 印张 11.2

印数 1 4 000 字数 336 400

定价:50.00元(含上、下册)

下册定价:25.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换<新蕾>)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62137154(HA08)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303

前 言

大学物理课的教材很多,也各具特色,所以编写一本好的大学物理教材是一件困难的事。尽管如此,学生在变化,课堂在变化,因此,杭州科技大学经过研究,决定编写本书,把多年的教学经验编在其中。本教材的内容具有以下三个特点。

第一,根据我校实行八年的分层教学的经验和需要,将本书内容分解为课程核心内容 and 非核心内容两个部分。核心内容以传统教材中的常规内容为主,其知识体系和框架基本不变,是大学物理这门课的最重要内容。另一方面,由于物理学的内容庞大,核心内容的选取也是困难的,本书核心内容的选取是依据我们在教学过程中特别是对学生的考核过程中反复实践而确定下来的,既保留一定的体系,又适合现在的学生。非核心内容是比较难的经典内容、比较重要的现代物理新知识,是物理学直接导致的有趣的或重要的应用。但是物理学中,被我们理解为非核心的内容也十分庞大,我们选取的原则是可教性,大部分内容是通过教学实践选取的。

第二,本教材有一些灵活的东西,主要体现在非核心内容上。近代物理学部分在知识的演变发展过程中有大量的背景,背景知识是系统的;物理学导致的重要的或者有趣的应用部分是利用大学物理知识可以分析的;就作者所在学校的学科特点而言,有些知识如非线性物理和激光技术,需要专门介绍。

第三,强调可教性。本书核心内容最大的特点是:编写充分考虑课时,有的知识点做了合并、例题做了精选;安排了知识分析和难题分析。非核心内容也必须是可教的。此外还编写了配套的习题集,习题集经过十余届学生使用。

本教材共三册,上册、下册和习题集。上册可供 64 个学时使用,下册可供 50~64 个学时使用,习题集可供学生课后训练的作业使用。上、下册中的楷体文字是选读和补充内容,在教学过程中可选择阅读。

绪论及第一章至第四章由徐江荣教授编写,第五、六章由袁求理副教授编写,第七章至第九章由彭英姿副教授编写,第十章至第十四章由葛凡教授编写,第十五、十六章由黄清龙副教授、徐江荣教授编写,第十七、十八章由钟建伟副教授编写,第十九章由徐江荣教授、赵金涛教授编写,第二十章由钟建伟副教授编写,习题集由赵金涛教授编写;赵金涛教授负责绘制了书中的图,提供了本课程的电子教案文稿。

杭州电子科技大学“大学物理”课程 2005 年被评为浙江省精品课程,本教材是省精品课程建设的内容之一,2009 年本书被列为浙江省重点教材。在此感谢浙江省精品课程和浙江省重点建设教材两个项目的资助!

本课程的教材改革和编写任务重,难度大,同时由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正!

物理学基本常数

物理量	符 号	主 值	计算使用值
真空中光速	C	299 792 458 m/s	3.00×10^8 m/s
万有引力恒量	G	6.6726×10^{-11} N · m ² /kg ²	6.67×10^{-11} N · m ² /kg ²
阿伏伽德罗常数	N_A	$6.022\ 136\ 7 \times 10^{23}$ mol ⁻¹	6.02×10^{23} mol ⁻¹
玻尔兹曼常数	K	$1.380\ 658 \times 10^{-23}$ J/K	1.38×10^{-23} J/K
理想气体在标准状态下的摩尔体积	V_m	$22.414\ 10 \times 10^{-3}$ m ³ /mol	22.4×10^{-3} m ³ /mol
摩尔气体常数 (普适气体常数)	R	8.314 510 J/(mol · L)	8.31 J/(mol · L)
洛喜密脱常数	n_0	$2.686\ 78 \times 10^{25}$ m ⁻³	2.687×10^{25} m ⁻³
普朗克常数	h	$6.626\ 075\ 5 \times 10^{-34}$ J · s	6.63×10^{-34} J · s
基本电荷	e	$1.602\ 177\ 33 \times 10^{-19}$ C	1.602×10^{-19} C
原子质量单位	u	$1.660\ 565\ 5 \times 10^{-27}$ kg	1.66×10^{-27} kg
电子静止质量	m_e	$9.109\ 389\ 7 \times 10^{-31}$ kg	9.11×10^{-31} kg
电子荷质比	e, m_e	$1.758\ 804\ 7 \times 10^{11}$ C/kg	1.76×10^{11} C/kg
质子静止质量	m_p	$1.672\ 623\ 1 \times 10^{-27}$ kg	1.673×10^{-27} kg
中子静止质量	m_n	$1.674\ 954\ 3 \times 10^{-27}$ kg	1.675×10^{-27} kg
法拉第常数	F	$9.648\ 465 \times 10^4$ C/mol	9.65×10^4 C/mol
真空电容率	ϵ_0	$8.854\ 187\ 817 \times 10^{-12}$ F/m	8.85×10^{-12} F/m
真空磁导率	μ_0	$1.256\ 637\ 061\ 44 \times 10^{-6}$ N/A ²	$4\pi \times 10^{-7}$ N/A ²
里德伯常数	R_∞	$1.097\ 373\ 177 \times 10^7$ m ⁻¹	1.097×10^7 m ⁻¹

目 录

上 册

绪论	1
----	---

第一篇 力 学

第一章 质点运动学	9
1.1 力学的几个基本概念	9
1.1.1 物理模型及其运动形式	9
1.1.2 参考系及其坐标	9
1.1.3 矢量	11
1.2 质点的运动方程	11
1.2.1 质点的位矢(位置矢量)	12
1.2.2 质点的位移	12
1.2.3 质点的速度	13
1.2.4 加速度	14
1.3 质点的圆周运动	16
1.3.1 圆周运动中的角量	16
1.3.2 圆周运动中的加速度	16
1.3.3 曲线运动中加速度的表示	18
1.4 相对运动	19
第二章 质点动力学	22
2.1 牛顿运动定律	22
2.1.1 牛顿的三大定律	22
2.1.2 牛顿第二定律	23
2.1.3 基本的自然力	25
2.2 动量定理	27
2.2.1 冲量与动量定理	28
2.2.2 质点系的动量定理	30
2.2.3 动量守恒定律	31
2.3 火箭飞行原理	32
2.3.1 变质量动量定律	32
2.3.2 三级火箭	33

2.3.3	长征三号甲运载三级火箭	35
2.4	功 动能定律	36
2.4.1	功	36
2.4.2	动能定理	38
2.5	势能 功能原理和机械能守恒	41
2.5.1	保守力的功及其势能	41
2.5.2	万有引力势能	44
2.5.3	功能原理和机械能守恒定律	45
2.6	质点力学难点分析	46
2.6.1	运动学问题的关键是运动方程	46
2.6.2	变化的物理量是一个函数	49
2.6.3	动能定理的应用	50
第三章	刚体力学基础	53
3.1	刚体的运动	53
3.1.1	刚体的平动	53
3.1.2	刚体绕定轴的转动	53
3.1.3	刚体的一般运动	55
3.2	刚体定轴转动的功和能	56
3.2.1	力矩的功	56
3.2.2	刚体的动能	56
3.2.3	刚体定轴转动的动能定理	57
3.2.4	刚体转动惯量的计算	58
3.3	刚体定轴转动的转动定律	61
3.3.1	刚体定轴的转动定律	61
3.3.2	刚体力学习题分析(1)——刚体定轴的转动定律的应用	62
3.4	刚体对定轴的角动量定理和角动量守恒定律	65
3.4.1	角动量	65
3.4.2	刚体的角动量定理和角动量守恒	66
3.4.3	刚体力学习题分析(2)——角动量守恒的应用	68
3.5	滑板运动及其理论分析	71
3.5.1	滑板运动	71
3.5.2	活力板运动的理论分析	72
第四章	相对论	75
4.1	经典时空观的认识	75
4.1.1	经典力学相对性原理	75
4.1.2	以太	77
4.1.3	迈克尔逊-莫雷实验	79

4.1.4 洛伦兹解释和洛伦兹变换	81
4.1.5 彭加勒——相对论的先驱	83
4.2 爱因斯坦相对性原理	85
4.2.1 爱因斯坦和狭义相对论的基本思想	85
4.2.2 狭义相对论的基本原理	88
4.3 狭义相对论运动学	92
4.3.1 同时性的相对性	92
4.3.2 时间延缓效应——动钟变慢	93
4.3.3 长度收缩	95
4.4 狭义相对论动力学	97
4.4.1 相对论质量和动量	97
4.4.2 相对论能量	98
4.4.3 动量和能量的关系	100
4.5 广义相对论简介	101
4.5.1 黎曼和度规张量	101
4.5.2 广义相对论主要内容	102
4.5.3 广义相对论的实验验证	105

第二篇 电 磁 学

第五章 真空中的静电场	111
5.1 电荷 库仑定律	111
5.1.1 电荷	111
5.1.2 库仑定律	112
5.2 电场 电场强度	113
5.2.1 电场强度	113
5.2.2 场强计算	115
5.2.3 带电粒子在外电场中所受的作用	119
5.3 电通量 高斯定理	120
5.3.1 电场线	120
5.3.2 电通量	121
5.3.3 高斯定理	122
5.3.4 高斯定理应用举例	124
5.4 静电场环路定理 电势	128
5.4.1 静电场力的功	128
5.4.2 静电场环路定理	129
5.4.3 电势能 电势	129
5.4.4 电势叠加原理	131

5.4.5 电势的计算	132
5.5 等势面 场强与电势的微分关系	134
5.5.1 等势面	134
5.5.2 场强与电势的微分关系	135
第六章 导体和电介质中的静电场	138
6.1 静电场中的导体	138
6.1.1 导体的静电平衡条件	138
6.1.2 静电平衡时导体上的电荷分布	139
6.1.3 导体表面曲率对电荷分布影响	140
6.1.4 静电平衡时导体表面附近的场强	141
6.1.5 静电屏蔽	142
6.1.6 有导体存在时静电场的分析与计算	142
6.2 静电场中的电介质	145
6.2.1 电介质极化	145
6.2.2 极化强度	146
6.2.3 电介质中的电场强度	147
6.2.4 $\vec{D}$ 矢量及其有电介质时的高斯定理	148
6.3 电容 电容器	150
6.3.1 孤立导体的电容	150
6.3.2 电容器	151
6.3.3 电容器电容的计算	151
6.3.4 电容器的串联与并联	153
6.4 静电场的能量	155
6.4.1 电容器的能量	155
6.4.2 电场能量	156
6.5 压电体 铁电体 驻极体	157
6.5.1 压电体	157
6.5.2 铁电体	158
6.5.3 驻极体	158
6.6 静电场习题分析	159
第七章 真空中的稳恒磁场	168
7.1 磁场 磁感应强度 磁场的高斯定理	168
7.1.1 电流 电流密度	168
7.1.2 磁感应强度	169
7.1.3 磁感应线 磁通量 磁场的高斯定理	170
7.2 毕奥-萨伐尔定律	172
7.2.1 毕奥-萨伐尔定律	172

7.2.2 毕奥-萨伐尔定律应用	173
7.3 安培环路定理	176
7.3.1 安培环路定理	176
7.3.2 安培环路定理的应用	179
7.4 磁场对运动电荷的作用	182
7.4.1 洛伦兹力 带电粒子在均匀磁场中的运动	182
7.4.2 洛伦兹力的应用	184
7.5 磁场对电流的作用	185
7.5.1 安培定律	185
7.5.2 磁场对载流线圈的作用	188
7.5.3 磁场力的功	190
7.6 稳恒磁场习题指导	191
第八章 磁介质中的稳恒磁场	196
8.1 磁介质及其分类	196
8.2 抗磁质和顺磁质的微观解释	196
8.3 有磁介质时的安培环路定理	198
8.4 铁磁质	200
8.4.1 铁磁质的磁化规律	200
8.4.2 铁磁质的特点	201
8.4.3 铁磁质的微观解释	201
8.5 磁学性能在数据存储技术中的应用	203
第九章 变化的磁场与变化的电场	204
9.1 电磁感应的基本定律	204
9.1.1 电源 电动势	204
9.1.2 电磁感应定律	204
9.2 动生电动势	207
9.3 感生电动势	209
9.3.1 感生电场	209
9.3.2 感生电动势与感生电场的关系	209
9.4 自感和互感	211
9.4.1 自感	212
9.4.2 互感	213
9.5 磁能	214
9.6 麦克斯韦电磁场方程	216
9.6.1 位移电流和全电流	216
9.6.2 麦克斯韦方程组的积分形式	218
9.7 电磁感应习题指导	219

下 册

第三篇 波动与光学

第十章 振动	227
10.1 简谐振动的描述	227
10.1.1 简谐振动	227
10.1.2 简谐运动的动力学方程	227
10.1.3 描述简谐运动的物理量	228
10.1.4 振幅和初相的确定	230
10.1.5 旋转矢量表示法	230
10.1.6 简谐运动的能量	231
10.2 简谐振动的合成	234
10.2.1 两个同方向、同频率简谐振动的合成	234
10.2.2 两个不同频率简谐振动的合成	236
10.2.3 两个方向垂直、频率相同的简谐振动的合成	236
10.3 难点解析及解题思路	238
10.3.1 角频率、振幅和初相位的确定	238
10.3.2 旋转矢量法	239
10.3.3 简谐振动问题求解步骤	241
第十一章 机械波	242
11.1 波的基本概念	242
11.1.1 波是振动相位的传播过程	242
11.1.2 横波和纵波	243
11.1.3 波面与波线	243
11.2 平面简谐波	244
11.2.1 波的频率、波长与波速	244
11.2.2 平面简谐波的波函数	245
11.2.3 波的能量和强度、波的吸收	247
11.3 声波	251
11.3.1 声强、声强级	251
11.3.2 声波的多普勒效应	251
11.3.3 冲击波——激波	253
11.4 波的衍射与干涉	255
11.4.1 惠更斯原理	255
11.4.2 波的衍射	255
11.4.3 波的干涉	256
11.5 驻波	257

11.5.1 驻波的现象	257
11.5.2 驻波方程	258
11.5.3 半波损失	259
11.6 难点分析及解题思路	260
11.6.1 关于波动方程(波函数)的建立	260
11.6.2 半波损失	263
11.6.3 驻波能量	264
第十二章 光的干涉	265
12.1 光波的叠加	265
12.1.1 光的相干条件	265
12.1.2 两列相干光叠加后的光强分布	265
12.1.3 获得相干光的方法	266
12.2 光程和光程差	267
12.2.1 光程和光程差	267
12.2.2 等光程性	268
12.3 杨氏双缝干涉	269
12.3.1 杨氏双缝干涉实验	269
12.3.2 劳埃德镜干涉	272
12.4 薄膜干涉	272
12.4.1 薄膜干涉	272
12.4.2 增透膜	273
12.4.3 薄膜等厚干涉——劈尖干涉	274
12.4.4 薄膜等厚干涉——牛顿环	275
12.5 迈克尔逊干涉仪	276
12.6 难点分析及解题思路	278
12.6.1 光程差及明暗纹条件	278
12.6.2 半波损失	278
第十三章 光的衍射	281
13.1 光的衍射和惠更斯-菲涅耳原理	281
13.1.1 光的衍射	281
13.1.2 惠更斯-菲涅耳原理	281
13.1.3 衍射的分类	282
13.2 单缝的夫琅禾费衍射	282
13.2.1 夫琅禾费单缝衍射-菲涅耳半波带法	282
13.2.2 衍射条纹特点	284
13.3 光学仪器的分辨本领	285
13.3.1 夫琅禾费圆孔衍射	285
13.3.2 瑞利判据	286

13.4	衍射光栅	287
13.4.1	光栅	287
13.4.2	光栅光谱	290
13.4.3	衍射和干涉的区别与联系	290
13.4.4	X射线衍射	291
13.5	难点分析及解题思路	292
13.5.1	半波带法	292
13.5.2	斜入射光栅方程	293
13.5.3	干涉与衍射的区别	294
第十四章	光的偏振	295
14.1	自然光和偏振光	295
14.1.1	自然光	295
14.1.2	偏振光	296
14.2	由介质吸收引起的光的偏振	296
14.2.1	偏振片	296
14.2.2	马吕斯定律	297
14.3	由反射引起的光的偏振	298
14.3.1	反射和折射产生的偏振	298
14.3.2	布儒斯特定律	298
14.3.3	玻璃堆起偏	299
14.4	由双折射引起的光的偏振	299
14.4.1	晶体双折射现象	299
14.4.2	惠更斯原理在双折射现象中的应用	300
14.4.3	人为双折射现象	301
14.4.4	旋光效应	302

第四篇 热 学

第十五章	气体动理论	307
15.1	热力学系统	307
15.1.1	平衡态	307
15.1.2	温度	307
15.1.3	理想气体状态方程	310
15.2	基本宏观量的微观统计	313
15.2.1	理想气体的压强的微观统计	313
15.2.2	理想气体温度的微观统计	315
15.2.3	能量的微观统计——能量均分定理	316
15.3	麦克斯韦速率分布率	318
15.3.1	麦克斯韦速率分布率实验	318

15.3.2	速率分布函数	319
15.3.3	麦克斯韦速率分布定律	320
15.3.4	麦克斯韦速率分布定律的三种平均速度	321
15.3.5	玻耳兹曼分布律	321
15.3.6	重力场中粒子按高度分布	322
15.4	气体分子的平均自由程	323
15.4.1	分子的平均碰撞频率	323
15.4.2	分子的平均自由程	323
第十六章	热力学基础	325
16.1	热力学第一定律	325
16.1.1	内能、功和热量	326
16.1.2	热力学第一定律	326
16.1.3	准静态过程	326
16.2	等值过程	328
16.2.1	等容、等压过程及其热容量	328
16.2.2	等温过程	330
16.2.3	绝热过程	331
16.3	循环过程、卡诺循环	334
16.3.1	循环过程	334
16.3.2	卡诺循环	335
16.3.3	热力学温标	335
16.3.4	制冷过程	336
16.4	热力学第二定律	338
16.4.1	自然过程的方向	338
16.4.2	热力学第二定律及其微观意义	340
16.4.3	热力学概率和热力学第二定律的统计解释	340
16.4.4	熵	342
16.5	耗散结构理论	342
16.5.1	自组织现象	343
16.5.2	形成耗散结构条件和一般规律	345

第五篇 量子力学

第十七章	早期量子论	351
17.1	黑体辐射、量子概念的诞生	351
17.1.1	黑体辐射的实验定律	351
17.1.2	黑体辐射的经典理论	354
17.1.3	普朗克能量子假设	354
17.2	光电效应、爱因斯坦光量子假设	356

17.2.1	光电效应的实验规律	357
17.2.2	爱因斯坦光量子假设和光电效应方程	358
17.2.3	光的波粒二象性	360
17.3	康普顿效应	360
17.3.1	康普顿效应的实验规律	360
17.3.2	光子理论的解释	361
17.3.3	康普顿效应和光电效应的联系	364
17.4	玻尔的氢原子理论	367
17.4.1	氢原子光谱的实验规律	367
17.4.2	玻尔的氢原子理论	368
17.4.3	玻尔理论的意义和局限性	372
17.4.4	玻尔量子化条件与驻波	372
第十八章	量子力学基础	373
18.1	波粒二象性不确定关系	373
18.1.1	德布罗意物质波假设	373
18.1.2	德布罗意物质波的实验验证	374
18.1.3	不确定关系	376
18.2	波函数、薛定谔方程	379
18.2.1	波函数及其统计解释	379
18.2.2	定态薛定谔方程	380
18.2.3	一维无限深势阱	382
18.3	氢原子、电子的自旋	386
18.3.1	氢原子的量子力学结果	386
18.3.2	电子的自旋	392
18.4	四个量子数、多电子原子和壳层结构	395
18.4.1	四个量子数	395
18.4.2	泡利不相容原理	396
18.4.3	能量最小原理	397
18.4.4	多电子原子和壳层结构	397
18.5	势垒、隧道效应	399
18.5.1	一维势垒	399
18.5.2	隧道效应的例子和应用	401
18.5.3	扫描隧道显微镜	402

第六篇 非线性物理与激光技术

第十九章	非线性物理基础	407
19.1	非线性振动的随机性	408
19.1.1	相空间	408

19.1.2	单摆	409
19.1.3	受周期力驱动的阻尼摆	412
19.2	吸引子	413
19.2.1	简单吸引子	413
19.2.2	极限环	416
19.2.3	奇异吸引子	416
19.3	分形	418
19.3.1	随机中的自相似性	419
19.3.2	分数维的定义	422
19.3.3	布朗运动轨道的分形维数	424
19.4	从倍周期分岔走向混沌	425
19.4.1	逻辑斯谛映射	425
19.4.2	倍周期分岔走向混沌	425
19.4.3	费根鲍姆数	428
第二十章	激光技术	430
20.1	激光产生的基本原理	430
20.1.1	激光产生的机理	430
20.1.2	实现粒子数反转的方法	432
20.2	激光器的基本组成	434
20.3	激光四大特性	436
20.3.1	方向性	436
20.3.2	单色性	437
20.3.3	亮度	437
20.3.4	相干性	438
20.4	激光的应用	438
20.4.1	激光加工	439
20.4.2	激光精密测量及激光测距	439
20.4.3	全息照相及应用	440
20.4.4	激光冷却	442
20.4.5	激光通信	443
20.4.6	激光光谱	443
20.4.7	激光医学	445
20.4.8	其他应用	445
20.5	激光的历史	447

第三篇 波动与光学