



TEACHING MATERIALS
FOR COLLEGE STUDENTS
高等学校教材

College Physics

大学物理学

主 编 李元成

副主编 刘 冰 王玉斗 朱化凤

上册



刮涂层 输密码

中国石油大学出版社

大学物理学

Daxue Wulixue

主 编 李元成

副主编 刘 冰 王玉斗 朱化凤

上册

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学.上册/李元成主编. —东营:中国
石油大学出版社, 2011.12

ISBN 978-7-5636-3664-8

I. ①大… II. ①李… 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(2011)第 281563 号

中国石油大学(华东)规划教材

书 名: 大学物理学(上册)

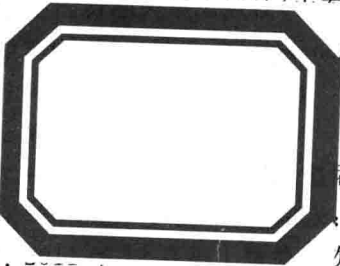
主 编: 李元成

副 主 编: 刘 冰 王玉斗 朱化凤

责任编辑: 袁超红

封面设计: 青岛友一商务咨询有限公司

出 版 者 中国石化出版社(东营 邮编 257061)

网 址  m. cn

电子信箱

印 刷 者

发 行 者

开 本

版 次

定 价

话 0532—86981532, 0546—8392563)

25 字数: 498 千字

欠印刷

价: 39.00 元

内 容 简 介

本书是以教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会物理基础课程教学指导分委员会新颁布的《理工科类大学物理课程教学基本要求》的基本精神为依据而编写的,其中不仅吸收了国内外同类教材的优点,还融入了作者多年教学经历所积累的成功经验。全书分上、下两册。上册包括力学、热物理学、振动和波动以及光学四篇;下册包括电磁学、量子物理及其应用两篇。

本书适合于普通高等学校理工科各专业学生学习使用,也可供相关教师、工程技术人员或对物理学感兴趣的读者参考使用。

前言

Preface

本书是根据教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会物理基础课程教学指导分委员会新颁布的《理工科类大学物理课程教学基本要求》的基本精神,在总结多年来教学、教改和精品课程建设经验的基础上,吸收国内外同类教材的优点编写而成的。本书确保了新教学基本要求中的全部核心内容,选择了一定数量的扩展内容和物理学与高新技术及前沿发展的内容。全书分为上、下两册。上册包括力学、热物理学、振动和波动以及光学四篇;下册包括电磁学、量子物理及其应用两篇。

大学物理是高等学校理工科类的一门重要基础理论课程。通过本课程的学习,可使学生对物理学的基本概念、基本理论和基本方法有比较系统的认识和正确的理解,并为后续学习打下必要且坚实的基础。大学物理课程在培养学生树立科学世界观、探索精神和创新意识方面具有其他课程不可替代的作用,同时可增强学生分析问题和解决问题的能力,实现知识、能力和素质的协调发展。

为了尽可能编写一套可读性强、易学、易教、好用的大学物理教材,我们在吸收同类教材优点和总结多年教学改革实践经验的基础上,重新调整了课程体系,加强了重点、难点和理论联系实际的内容,处理好与中学物理的衔接,强化近代物理的教学内容,并将最新的教学研究引入教材等。

本书由李元成教授承担主要的编写和修改定稿工作。参加编写人员的分工是:李元成教授编写第1至第8章、第11至第17章;刘冰副教授编写第9和第10章;王玉斗副教授编写第18章;朱化凤副教授编写第19和

第 20 章,并选编了各章的习题。

在本书编写过程中,参考了大量兄弟院校的教材和网络资料,在此向相关作者致以深深谢意。同时,对中国石油大学理学院大学物理课程组的全体教师给予的帮助、支持深表感谢,正是他们的辛勤工作,才使本教材得到了不断完善。

在本书出版过程中,得到了中国石油大学教务处、中国石油大学理学院、中国石油大学出版社的大力支持,编者在此一并表示诚挚的谢意。

限于时间紧迫,编者水平有限,虽经多次审校,教材中缺点、错误及不当之处在所难免,恳请专家、同行和读者批评指正。

编 者

2011 年 11 月

目录

Contents

第1篇 力学

第1章 质点运动学	3
1.1 运动学的一些基本概念	3
1.1.1 参考系和坐标系	3
1.1.2 时间和空间的计量	3
1.1.3 质点	4
1.2 描述质点运动的基本物理量	4
1.2.1 位置矢量	4
1.2.2 运动方程	5
1.2.3 位移矢量 路程	5
1.2.4 速度矢量	6
1.2.5 加速度矢量	7
1.3 平面曲线运动	11
1.3.1 自然坐标系	11
1.3.2 质点作圆周运动时的切向加速度和法向加速度	11
1.3.3 一般平面曲线运动中的切向加速度和法向加速度	12
1.3.4 圆周运动的角量描述	13
1.3.5 角量和线量的关系	14
1.4 相对运动	18
本章提要	21
习题1	22
第2章 牛顿运动定律	25

2.1 牛顿运动定律	25
2.1.1 牛顿第一定律	25
2.1.2 牛顿第二定律	25
2.1.3 牛顿第三定律	26
2.1.4 牛顿运动定律的适用范围	27
2.2 相互作用力	27
2.2.1 基本的自然力	27
2.2.2 力学中常见的几种力	28
2.3 牛顿运动定律的应用	30
2.4 惯性系和非惯性系	34
2.4.1 惯性系和非惯性系	34
2.4.2 非惯性系中的力学规律	35
2.5 伽利略变换 力学的相对性原理	38
2.5.1 伽利略变换	38
2.5.2 力学的相对性原理	39
2.5.3 经典力学的时空观	40
本章提要	40
习题 2	41
第 3 章 功和能	45
3.1 功 保守力	45
3.1.1 功	45
3.1.2 几种常见力的功	46
3.1.3 保守力和非保守力	48
3.1.4 功率	48
3.2 势能	49
3.2.1 势能	49
3.2.2 保守力和势能梯度	50
3.2.3 势能曲线	51
3.3 动能定理	52
3.3.1 质点的动能定理	52
3.3.2 质点系的动能定理	53
3.4 机械能守恒定律 能量守恒定律	55
3.4.1 质点系的功能原理	55

3.4.2 机械能守恒定律·····	55
3.4.3 能量守恒定律·····	56
本章提要·····	58
习题3·····	59
第4章 动量和角动量 ·····	62
4.1 动量定理·····	62
4.1.1 动量·····	62
4.1.2 质点的动量定理·····	62
4.1.3 质点系的动力学方程·····	63
4.1.4 质点系的动量定理·····	64
4.2 动量守恒定律·····	66
4.3 质心 质心运动定理·····	69
4.3.1 质心·····	69
4.3.2 质心运动定理·····	70
4.4 角动量定理·····	72
4.4.1 角动量·····	72
4.4.2 质点的角动量定理·····	74
4.4.3 质点系的角动量定理·····	76
4.5 角动量守恒定律·····	77
4.5.1 质点的角动量守恒定律·····	77
4.5.2 质点系的角动量守恒定律·····	79
4.6 碰撞·····	81
4.6.1 正碰·····	82
4.6.2 斜碰·····	83
4.7 对称性与守恒定律·····	86
4.7.1 对称性与守恒定律·····	86
4.7.2 时空对称性与三大守恒定律·····	88
本章提要·····	90
习题4·····	91
第5章 刚体力学基础 ·····	97
5.1 刚体运动学·····	97
5.1.1 刚体 平动和转动·····	97
5.1.2 刚体定轴转动的角量描述·····	98

5.2 定轴转动刚体的功和能	101
5.2.1 刚体的动能	101
5.2.2 转动惯量的计算	102
5.2.3 对转轴的力矩	105
5.2.4 定轴转动定律	106
5.2.5 力矩的功和功率	109
5.2.6 刚体定轴转动的动能定理	110
5.2.7 刚体的重力势能	110
5.2.8 刚体定轴转动的功能原理和机械能守恒定律	111
5.3 刚体定轴转动的角动量定理和角动量守恒定律	113
5.3.1 刚体对定轴的角动量	113
5.3.2 刚体的角动量定理	113
5.3.3 刚体的角动量守恒定律	114
* 5.4 旋进	117
本章提要	119
习题 5	120
第 6 章 狭义相对论	125
6.1 狭义相对论的基本原理 洛伦兹变换	125
6.1.1 狭义相对论的基本原理	125
6.1.2 洛伦兹变换	126
6.1.3 相对论速度变换	130
6.2 狭义相对论的时空观	133
6.2.1 同时的相对性	134
6.2.2 时间膨胀效应	136
6.2.3 长度收缩效应	138
6.3 狭义相对论动力学	140
6.3.1 相对论质量	140
6.3.2 相对论动力学的基本方程	142
6.4 相对论能量	143
6.4.1 相对论动能	143
6.4.2 相对论能量	144
6.4.3 动量和能量的关系	145
本章提要	147

习题 6	148
------------	-----

第 2 篇 热物理学

第 7 章 气体动理论	153
7.1 气体动理论的基本概念	153
7.1.1 物质的微观结构模型	153
7.1.2 理想气体的微观结构模型	154
7.1.3 宏观量和微观量	154
7.1.4 统计规律和统计平均值	154
7.1.5 状态参量	155
7.1.6 平衡态 准静态过程	155
7.1.7 统计假设	156
7.1.8 理想气体状态方程	156
7.2 理想气体的压强和温度的微观解释	157
7.2.1 理想气体的压强公式及其统计意义	157
7.2.2 理想气体的温度公式及其微观意义	159
7.2.3 理想气体分子的方均根速率	160
7.3 能量按自由度均分定理 理想气体的内能	161
7.3.1 自由度	161
7.3.2 能量按自由度均分定理	162
7.3.3 理想气体的内能	163
7.4 麦克斯韦分布律	165
7.4.1 速率分布函数	165
7.4.2 麦克斯韦速率分布律	166
7.4.3 三种统计速率	167
7.4.4 麦克斯韦速度分布律	170
7.5 玻耳兹曼分布律	170
7.5.1 玻耳兹曼分布律	170
7.5.2 重力场中大气密度与压强按高度的分布	171
7.6 气体分子的平均碰撞频率和平均自由程	172
本章提要	175
习题 7	176

第 8 章 热力学基础	180
8.1 热力学第一定律	180
8.1.1 内能	180
8.1.2 功	180
8.1.3 热量	181
8.1.4 热力学第一定律	182
8.2 理想气体的等体过程和等压过程 摩尔热容	183
8.2.1 等体过程	183
8.2.2 等压过程	184
8.2.3 理想气体的摩尔定容热容和摩尔定压热容	185
8.3 理想气体的等温过程和绝热过程	188
8.3.1 等温过程	188
8.3.2 绝热过程	189
8.3.3 绝热线和等温线	190
* 8.3.4 多方过程	191
8.4 循环过程 卡诺循环	195
8.4.1 循环过程	195
8.4.2 卡诺循环	197
8.5 热力学第二定律	203
8.5.1 自发过程的方向性	203
8.5.2 热力学第二定律	204
8.5.3 可逆过程和不可逆过程	205
* 8.5.4 卡诺定理	206
8.5.5 热力学第二定律的统计意义	207
8.6 熵 熵增加原理	209
8.6.1 熵	209
8.6.2 熵增加原理	210
本章提要	211
习题 8	213

第 3 篇 振动和波动

第 9 章 机械振动和机械波	219
----------------	-----

9.1 简谐振动	219
9.1.1 简谐振动的特征和运动方程	219
9.1.2 描述简谐振动的特征量	220
9.1.3 简谐振动的旋转矢量表示法	225
9.1.4 简谐振动的能量	228
9.2 简谐振动的合成	230
9.2.1 同方向同频率的两个简谐振动的合成	230
9.2.2 同方向不同频率的两个简谐振动的合成	233
9.2.3 同频率相互垂直的两个简谐振动的合成	234
9.2.4 不同频率相互垂直的两个简谐振动的合成	236
9.3 阻尼振动 受迫振动和共振	237
9.3.1 阻尼振动	237
9.3.2 受迫振动	239
9.3.3 共振	240
9.4 机械波的产生和传播	241
9.4.1 机械波的产生	241
9.4.2 描述波动的物理量	242
9.5 平面简谐波	244
9.5.1 平面简谐波的波函数	244
9.5.2 波函数的物理意义	245
9.5.3 波动方程	250
9.5.4 波的能量	251
9.6 波的叠加原理 波的干涉	253
9.6.1 波的叠加原理	253
9.6.2 波的干涉	254
9.6.3 驻波	257
9.6.4 半波损失	259
9.7 惠更斯原理 波的衍射	261
9.7.1 惠更斯原理	261
9.7.2 波的衍射	263
9.8 多普勒效应	263
9.9 声波 超声波 次声波	266
本章提要	268

习题 9	269
------------	-----

第4篇 光 学

第10章 波动光学	281
10.1 光的相干性 光程	281
10.1.1 光源	281
10.1.2 光的单色性	282
10.1.3 光的相干性及相干光的获得	282
10.1.4 光程 光程差	283
10.1.5 薄透镜的等光程性	285
10.1.6 明暗干涉条纹产生的条件	285
10.2 杨氏双缝干涉	286
10.2.1 杨氏双缝干涉	286
10.2.2 菲涅耳双面镜	288
10.2.3 洛埃镜	289
10.3 薄膜干涉	291
10.3.1 薄膜干涉的基本原理	291
10.3.2 等倾干涉	292
10.3.3 增反膜与增透膜	293
10.3.4 等厚干涉	295
10.3.5 迈克尔逊干涉仪	300
10.4 单缝衍射和圆孔衍射	303
10.4.1 惠更斯-菲涅耳原理	303
10.4.2 单缝的夫琅禾费衍射	305
10.4.3 圆孔的夫琅禾费衍射	310
10.4.4 光学仪器的分辨率	311
10.5 光栅衍射	313
10.5.1 光栅	313
10.5.2 光栅衍射	314
10.6 X射线衍射	321
10.7 光的偏振现象	323
10.7.1 光的偏振态	323

10.7.2 偏振片 马吕斯定律	325
10.7.3 布儒斯特定律	328
10.8 光的双折射现象	330
10.8.1 光的双折射现象	330
10.8.2 偏振棱镜	331
10.9 偏振光的干涉 人工双折射现象 旋光现象	332
10.9.1 椭圆偏振光和圆偏振光的获得	332
10.9.2 偏振光的干涉	334
10.9.3 人工双折射现象	335
10.9.4 旋光现象	337
本章提要	338
习题 10	341
第 11 章 几何光学	349
11.1 几何光学的基本定律	349
11.1.1 几何光学的基本定律	349
11.1.2 全反射	350
11.1.3 费马原理	351
11.2 光在平面和球面上的反射和折射	352
11.2.1 基本概念	352
11.2.2 光在平面上的反射和折射成像	353
11.2.3 光在球面上的反射和折射成像	354
11.3 透镜成像	359
11.3.1 薄透镜的成像公式 横向放大率	359
11.3.2 薄透镜成像的作图法	362
11.4 光学仪器	363
11.4.1 照相机	364
11.4.2 眼睛	364
11.4.3 显微镜	365
11.4.4 望远镜	366
本章提要	367
习题 11	368
习题参考答案	370

附录	381
附录 1 希腊字母	381
附录 2 常用天文量	381
附录 3 常用物理常量	382
附录 4 书中物理量的符号及单位	383
参考文献	385

第1篇 力 学

力学是研究物体机械运动规律及其应用的学科。自然界中的一切物质都处于永恒的运动之中,物质的运动形式多种多样,其中最简单、最基本的运动是机械运动。一个物体相对于另一个物体的位置随时间发生变化,或者一个物体内部各部分之间的相对位置随时间发生变化,都属于机械运动。例如地球绕太阳的运动、宇宙飞船的飞行、机器的运转等。机械运动是物质最简单、最基本的运动形式。

力学对现代工程技术具有重大的实用价值。设计房屋、桥梁,制造飞机、轮船,发射人造卫星、宇宙飞船,都要以力学原理为基础。几乎物质运动的所有形式中都包含机械运动,因而力学成为物理学和许多工程技术学科的基础。学习力学的基本规律,对研究物理学的其他内容以及自然科学、工程技术都具有重要意义。