



面向21世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

大学基础物理学

(第二版)

金仲辉 梁德余 主编

4



科学出版社

www.sciencep.com

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

大学基础物理学

(第二版)

金仲辉 梁德余 主编

科学出版社
北京

内 容 简 介

本书从现代科学技术发展和培养农业现代化人才的需要出发,对原有的大学物理教材中五大部分(力学、热学、电磁学、光学和近代物理学)的框架做了一定程度的变动,删除了一些次要及与中学课程重复的内容,适当增加了近代物理学的内容及在生物学、农学中的应用实例.每章后有一定数量的思考题和习题,书后有物理基本常数表和有关的文献.

本书可供农科、水产、林业、畜牧、兽医等专业的大学生用做基础教材或参考书.

图书在版编目(CIP)数据

大学基础物理学/金仲辉,梁德余主编. —2版. —北京:科学出版社, 2006

(面向21世纪课程教材)

ISBN 7-03-015690-0

I. 大… II. ①金…②梁… III. 物理学-高等学校-教材 IV. O4

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第062503号

责任编辑: 昌盛 张邦固 于宏丽 / 责任校对: 宋玲玲

责任印制: 安春生 / 封面设计: 陈敬

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>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2000年3月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2006年1月第 二 版 印张: 30 3/4

2006年1月第八次印刷 字数: 577 000

印数: 32 601—36 600

定价: 38.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换<双青>)

第二版前言

金仲辉、梁德余主编的《大学基础物理学》自2000年3月第一版出版后，已经过多次重印。这次修订主要考虑了使用者所提出的意见和建议，对个别章节做了适当地调整，改写了部分内容，并增加了原子核和粒子以及狭义相对论等内容，其中还包含了编者某些教学内容研究的成果。我们还对促进教材内容的现代化做了适当地努力，这次第二版还单独列出激光、核磁共振、半导体物理基础、超导电性和物理学技术在农业中的应用等专题，供读者选读。

参与《大学基础物理学》（第二版）编写的有金仲辉教授、梁德余教授、申兵辉副教授、王家慧副教授、王卫副教授和韩萍讲师。

编者

2005年2月

第一版前言

本书编者参加了国家教委面向 21 世纪农林牧院校物理教学和课程体系改革课题，取得了一定的成果，在此基础上，结合长期讲授大学基础物理课程的经验撰写了本书。对大学基础物理教材中传统的五大部分内容（力学、热学、电磁学、光学和近代物理学），编者从框架上作了一些变动。如将原热学中有关热力学第一定律的内容作为能量守恒定律的应用移到力学部分，以便在讲授力学时，突出动量、角动量和能量三个守恒定律在物理学中的地位。如将原光学中的“振动与波”也移到力学部分，原因之一是“振动与波”这一章主要是讲机械振动和机械波，原因之二是在学习“电磁学”中的电磁波时，已经有了振动与波的基础。本书删除了原教材中积分形式的欧姆定律、直流电路、基尔霍夫定律、温差电、光度学和色度学以及核物理等内容，以适应农业院校物理课教学学时数远低于工院校的情况。考虑到物理教学现代化以及提高学生科学素质和能力的重要性，本书适当地增加了近代物理学的内容，除在不同章节中有选择地简要介绍若干当代物理前沿的内容以开阔视野、启迪思维、加深对基础内容的理解外，还适当介绍了一些物理学原理和技术在生物学及农学中的应用，借以说明物理学是一切自然科学（包括生物学和农学）的基础；同时体现农业院校基础物理教材的特色。

农业院校的物理教学长期被学时数少（一般院校为 70 学时左右，其中包括实验课教学）的问题所困扰，原因之一是我们的一些同志不够了解生物学、农学和物理学的密切关系，从而未认识到物理学课程在提高学生素质和能力方面所能起到的特殊作用。我们的上述努力是期望为扭转当前农业院校物理教学的滑坡略尽绵薄。当然，物理学原理和技术在生物学和农学中的应用是一个广泛的课题，本书只是稍稍涉及。

此外，本书每章后都附有一定数量的思考题和习题，以供读者复习使用，书后还附有物理基本常数表和有关的文献目录。

本书请从事物理教学 40 年，并对基础物理教学研究有很深造诣的北京大学物理系陈秉乾教授审稿。他指出了原书稿中的一些疏失，并提出了一些中肯的意见和建议，使本书生色不少。本书的第三章、第四章、第六章和第七章由中国农业大学申兵辉副教授执笔，第十二章和第十三章由中国农业大学王家慧副教授执笔，第十五章至第十七章的部分章节由湛江海洋大学梁德余副教授执笔，绪论和其余章节均由中国农业大学金仲辉教授执笔。全书由金仲辉教授和梁德余副教授

一定稿。限于水平，书中不免有疏漏和错误之处，请读者不吝指正。

本书可供高等农林牧院校中农科各专业及水产、林业、畜牧、兽医等专业使用。

编者

1999年10月

目 录

第二版前言

第一版前言

第一篇 力 学

第 1 章 运动和力	(2)
1.1 质点运动学	(2)
1.1.1 质点、参考系和坐标系	(2)
1.1.2 时间和空间的计量	(2)
1.1.3 位置矢量 位移	(3)
1.1.4 速度 加速度	(4)
1.1.5 几种典型的质点运动	(5)
1.1.6 相对运动	(10)
1.2 牛顿运动定律	(11)
1.2.1 牛顿第一定律	(11)
1.2.2 牛顿第二定律	(11)
1.2.3 牛顿第三定律	(12)
1.2.4 几种常见的力	(12)
1.2.5 力学相对性原理 惯性力	(15)
习题	(18)
第 2 章 动量守恒 角动量守恒	(20)
2.1 动量定理 动量守恒定律	(20)
2.1.1 动量 冲量和质点动量定理	(20)
2.1.2 质点系的动量定理	(21)
2.1.3 动量守恒定律	(23)
2.1.4 火箭水平推进速度	(24)
2.2 角动量定理 角动量守恒	(25)
2.2.1 质点角动量	(25)
2.2.2 力矩	(26)
2.2.3 质点角动量定理	(26)
2.2.4 质点系角动量定理	(26)

2.2.5 刚体绕固定轴的转动	(27)
2.2.6 角动量守恒定律	(30)
习题	(31)
第3章 能量守恒	(34)
3.1 功	(34)
3.2 动能和动能定理	(35)
3.2.1 质点的动能及其动能定理	(35)
3.2.2 刚体的动能及其动能定理	(36)
3.3 势能	(37)
3.3.1 保守力和耗散力	(37)
3.3.2 势能	(38)
3.3.3 势能曲线	(38)
3.4 机械能守恒定律	(40)
3.5 三种宇宙速度	(40)
3.5.1 第一宇宙速度——人造地球卫星	(40)
3.5.2 第二宇宙速度——人造太阳行星	(41)
3.5.3 第三宇宙速度	(42)
3.5.4 黑洞 施瓦氏半径	(42)
习题	(43)
第4章 流体力学	(45)
4.1 流体静力学	(45)
4.1.1 静止流体内一点的压强	(45)
4.1.2 静止流体内两点的压强差	(47)
4.2 理想流体的定常流动	(49)
4.2.1 理想流体	(49)
4.2.2 定常流动	(49)
4.2.3 连续性方程	(50)
4.2.4 伯努利方程	(51)
4.2.5 伯努利方程应用	(52)
4.3 黏滞流体的运动	(54)
4.3.1 层流的黏滞定律	(55)
4.3.2 泊肃叶公式	(56)
4.3.3 层流和湍流	(59)
4.4 黏滞流体中运动物体受到的阻力	(61)
习题	(62)

第二篇 热 学

第 5 章 气体动理论	(66)
5.1 平衡态 状态方程	(66)
5.1.1 系统及其分类	(66)
5.1.2 平衡态	(67)
5.1.3 状态方程	(68)
5.2 气体的微观模型	(69)
5.2.1 分子热运动的描述	(69)
5.2.2 理想气体的微观模型	(71)
5.3 理想气体的压强公式	(72)
5.4 理想气体的温度公式	(74)
5.5 麦克斯韦速率分布律	(75)
5.5.1 统计规律 分布函数	(76)
5.5.2 麦克斯韦速率分布律	(78)
5.5.3 理想气体的特征速率	(79)
5.5.4 麦克斯韦速率分布律的实验验证	(81)
5.6 玻尔兹曼分布律	(82)
5.6.1 玻尔兹曼分布律	(82)
5.6.2 重力场中粒子按高度的分布	(84)
5.7 能量均分定理	(86)
5.7.1 自由度	(86)
5.7.2 能量均分定理	(87)
5.7.3 理想气体的内能	(88)
5.8 气体分子的平均碰撞频率与平均自由程	(90)
5.8.1 分子的平均碰撞频率	(90)
5.8.2 分子的平均自由程	(91)
5.9 气体内的输运过程	(92)
5.9.1 黏性	(93)
5.9.2 热传导	(94)
5.9.3 扩散	(95)
5.10 范德瓦耳斯方程	(96)
习题	(98)
第 6 章 热力学基础	(101)
6.1 热力学第一定律	(101)

6.1.1 热力学过程	(101)
6.1.2 热量 功	(101)
6.1.3 热力学第一定律	(103)
6.2 热力学第一定律对理想气体的应用	(104)
6.2.1 等体过程	(104)
6.2.2 等压过程	(105)
6.2.3 等温过程	(106)
6.2.4 绝热过程	(107)
6.3 循环过程 卡诺循环	(109)
6.3.1 循环过程	(109)
6.3.2 卡诺循环	(110)
6.4 热力学第二定律	(112)
6.4.1 可逆过程与不可逆过程	(112)
6.4.2 热力学第二定律	(113)
6.4.3 克劳修斯不等式	(114)
6.4.4 卡诺定理	(116)
6.5 熵	(117)
6.5.1 熵 熵增加原理	(117)
6.5.2 孤立系的平衡判据	(119)
6.6 熵的微观实质与统计意义	(121)
6.6.1 宏观状态与微观状态	(121)
6.6.2 玻尔兹曼关系式	(122)
习题	(124)
第7章 液体的表面性质	(127)
7.1 液体的表面张力	(127)
7.2 球形液面的附加压强	(129)
7.3 毛细现象	(132)
习题	(134)
第三篇 电 磁 学	
第8章 静电场	(138)
8.1 电场强度 场强叠加原理	(138)
8.1.1 电荷 电荷守恒定律	(138)
8.1.2 库仑定律	(139)
8.1.3 电场 场强叠加原理	(140)

8.2 静电场的高斯定理	(146)
8.2.1 电场线	(146)
8.2.2 电通量	(146)
8.2.3 高斯定理	(147)
8.3 静电场环路定理 电势	(151)
8.3.1 静电场环路定理	(151)
8.3.2 电势差 电势	(152)
8.3.3 电势叠加原理	(154)
8.3.4 等势面 电势梯度	(156)
8.4 静电场中的导体	(158)
8.4.1 静电场中的导体 静电屏蔽	(158)
8.4.2 电容和电容器	(159)
8.5 静电场中的电介质	(161)
8.5.1 电介质的极化	(161)
8.5.2 电介质中的场强 介电常量	(162)
8.5.3 电位移矢量 有电介质时的高斯定理	(164)
8.6 静电场的能量	(165)
8.6.1 电容器储能	(165)
8.6.2 电场能量 电场能量密度	(166)
习题	(167)
第9章 恒定磁场	(170)
9.1 电流密度矢量 欧姆定律 电动势	(170)
9.1.1 电流密度矢量	(170)
9.1.2 电流的恒定条件	(171)
9.1.3 欧姆定律的微分形式	(172)
9.1.4 电动势	(175)
9.1.5 电子逸出功 温差电现象	(178)
9.2 磁感应强度 毕奥-萨伐尔定律	(180)
9.2.1 基本磁现象	(180)
9.2.2 磁场 磁感应强度矢量	(182)
9.2.3 毕奥-萨伐尔定律	(183)
9.2.4 运动电荷的磁场	(187)
9.3 恒定磁场的基本性质	(188)
9.3.1 磁场的高斯定理	(188)
9.3.2 安培环路定理	(188)

9.4	磁场对载流导线的作用	(192)
9.4.1	安培定律	(192)
9.4.2	两无限长平行载流直导线间的相互作用力	(193)
9.4.3	矩形载流线圈在均匀磁场中所受的力矩	(194)
9.5	带电粒子在磁场中的运动	(195)
9.5.1	洛伦兹力	(195)
9.5.2	带电粒子在均匀磁场中的运动	(196)
9.5.3	霍尔效应	(197)
9.5.4	质谱仪的基本原理	(199)
9.6	磁介质	(200)
9.6.1	磁介质的磁化	(200)
9.6.2	有磁介质存在时磁场的高斯定理和安培环路定理 磁场强度矢量	(203)
9.6.3	铁磁质	(205)
	习题	(207)
第 10 章	电磁感应	(213)
10.1	法拉第电磁感应定律	(213)
10.1.1	电磁感应现象	(213)
10.1.2	法拉第电磁感应定律	(214)
10.1.3	楞次定律	(216)
10.2	动生电动势和感生电动势	(216)
10.2.1	动生电动势	(216)
10.2.2	感生电动势 感生电场	(217)
10.3	自感和互感	(219)
10.3.1	自感	(219)
10.3.2	互感	(220)
10.4	磁场的能量	(222)
10.4.1	自感磁能	(222)
10.4.2	互感磁能	(223)
10.4.3	磁场的能量	(223)
	习题	(224)
第 11 章	麦克斯韦方程组 电磁波	(228)
11.1	麦克斯韦方程组	(228)
11.1.1	静电场、恒定磁场和变化磁场的基本规律	(228)
11.1.2	位移电流	(229)

11.1.3 安培环路定理的普遍形式	(230)
11.1.4 麦克斯韦方程组	(230)
11.2 电磁波	(231)
11.2.1 电磁波的产生及其性质	(231)
11.2.2 电磁波的能流密度	(233)
11.2.3 电磁波波谱	(234)
习题	(236)

第四篇 光 学

第 12 章 振动与波	(238)
12.1 简谐振动	(238)
12.1.1 概述	(238)
12.1.2 弹簧振子	(238)
12.1.3 单摆	(239)
12.1.4 描述简谐振动的物理量	(240)
12.1.5 简谐振动的旋转矢量表示法	(243)
12.1.6 简谐振动的能量	(243)
12.2 阻尼振动	(244)
12.2.1 弱阻尼时的衰减振动	(244)
12.2.2 过阻尼时的衰减振动	(245)
12.2.3 临界阻尼	(245)
12.3 受迫振动 共振	(245)
12.4 振动的合成	(247)
12.4.1 同方向同频率简谐振动的合成	(247)
12.4.2 同方向不同频率简谐振动的合成	(249)
12.4.3 振动方向相互垂直、频率相同的两简谐振动的合成	(250)
12.4.4 振动方向相互垂直、频率不同的两简谐振动合成	(253)
12.5 振动的分解 频谱	(253)
12.6 平面简谐波	(255)
12.6.1 机械波的产生和传播	(255)
12.6.2 纵波和横波	(255)
12.6.3 描述波动的三个基本物理量	(256)
12.6.4 波的几何描述	(257)
12.6.5 简谐波的表达式	(258)
12.6.6 波的能量 声强	(260)

12.6.7 惠更斯原理 波的衍射	(265)
12.6.8 波的叠加原理 干涉	(266)
12.6.9 多普勒效应	(268)
习题	(271)
第 13 章 光波	(273)
13.1 光的干涉	(273)
13.1.1 杨氏实验	(273)
13.1.2 劳埃德镜和半波损	(279)
13.1.3 相干光源与非相干光源	(280)
13.1.4 薄膜干涉	(281)
13.1.5 迈克耳孙干涉仪	(290)
13.2 光的衍射	(292)
13.2.1 惠更斯-菲涅耳衍射原理	(292)
13.2.2 单缝夫琅禾费衍射	(295)
13.2.3 衍射光栅	(299)
13.2.4 圆孔夫琅禾费衍射	(309)
13.2.5 X射线的衍射	(311)
13.3 光的偏振	(312)
13.3.1 自然光和偏振光	(312)
13.3.2 马吕斯定律和布儒斯特定律	(315)
13.3.3 晶体双折射	(317)
13.3.4 旋光性	(325)
习题	(327)
第 14 章 光的吸收、散射和色散	(331)
14.1 光的吸收	(331)
14.1.1 朗伯定律	(331)
14.1.2 一般吸收和选择吸收	(332)
14.1.3 吸收光谱	(333)
14.2 光的散射	(335)
14.2.1 光的散射现象	(335)
14.2.2 瑞利散射	(336)
14.2.3 散射光的偏振状态和散射光强的角分布	(336)
14.2.4 拉曼散射	(338)
14.3 光的色散	(339)
14.3.1 正常色散	(339)

14.3.2 反常色散	(340)
习题	(341)

第五篇 近代物理基础

第 15 章 量子物理基础	(344)
15.1 光的粒子性和实物粒子的波动性	(344)
15.1.1 热辐射	(344)
15.1.2 光电效应	(350)
15.1.3 康普顿效应	(353)
15.1.4 实物粒子的波动性	(356)
15.2 原子的量子理论	(359)
15.2.1 不确定关系	(360)
15.2.2 波函数 薛定谔方程	(362)
15.2.3 一维无限势阱	(366)
15.2.4 一维谐振子	(370)
15.2.5 势垒贯穿(隧道效应)	(371)
15.3 氢原子	(372)
15.3.1 氢原子的定态薛定谔方程	(372)
15.3.2 能量量子化	(373)
15.3.3 角动量量子化	(374)
15.3.4 角动量空间取向量子化	(375)
15.3.5 电子自旋	(375)
15.3.6 电子概率密度	(377)
15.4 原子的发射光谱和吸收光谱	(379)
15.5 分子光谱	(380)
15.5.1 分子光谱概况	(380)
15.5.2 分子的转动能级	(381)
15.5.3 分子的振动能级	(382)
15.5.4 分子的荧光和磷光	(385)
习题	(386)
第 16 章 原子核和粒子	(389)
16.1 原子核基本知识	(389)
16.1.1 原子核的电荷和质量	(389)
16.1.2 原子核组成、大小和形状	(390)
16.1.3 原子核的角动量 磁矩	(391)

16.1.4 原子核的结合能	(391)
16.1.5 核力	(392)
16.2 原子核的放射衰变	(393)
16.2.1 放射性指数衰变规律	(393)
16.2.2 α 衰变	(394)
16.2.3 β 衰变	(395)
16.2.4 γ 衰变	(395)
16.2.5 放射性强度	(395)
16.3 粒子物理简介	(396)
16.3.1 概述	(396)
16.3.2 粒子的基本性质	(396)
16.3.3 粒子的相互作用和分类	(397)
16.3.4 守恒定律	(398)
16.3.5 强子的夸克模型	(399)
习题	(401)
第 17 章 狭义相对论基础	(403)
17.1 狭义相对论的基本假设	(403)
17.1.1 牛顿力学的时空观	(403)
17.1.2 牛顿时空观遇到的困难	(404)
17.1.3 狭义相对论基本原理	(405)
17.2 相对论运动学	(405)
17.2.1 洛伦兹变换	(405)
17.2.2 狭义相对论的时空观	(408)
17.2.3 相对论速度变换	(410)
17.3 狭义相对论动力学基础	(412)
17.3.1 相对论动量和质量	(412)
17.3.2 相对论能量	(413)
17.3.3 能量和动量的关系	(414)
17.4 广义相对论简介	(415)
17.4.1 广义相对论基本原理	(416)
17.4.2 广义相对论的实验验证	(418)
习题	(420)
第六篇 专题选读	
第 18 章 激光	(424)

18.1 光的吸收和辐射	(424)
18.1.1 粒子数按能级分布	(424)
18.1.2 吸收和辐射	(425)
18.2 激光产生的条件	(426)
18.2.1 粒子数反转	(426)
18.2.2 光学谐振腔	(428)
18.2.3 增益和阈值	(429)
18.3 激光的特性及其应用	(431)
18.3.1 激光的特性	(431)
18.3.2 激光的应用	(432)
第 19 章 核磁共振	(435)
19.1 核磁共振基本原理	(435)
19.1.1 原子核的自旋和磁矩	(435)
19.1.2 外磁场中原子核的进动	(436)
19.1.3 核磁矩与恒定外磁场的相互作用能	(437)
19.1.4 核磁共振	(438)
19.1.5 饱和与弛豫	(439)
19.2 核磁共振的实现方法	(440)
19.3 核磁共振的应用	(441)
第 20 章 半导体物理基础	(442)
20.1 半导体基本概念	(442)
20.1.1 固体的能带结构	(442)
20.1.2 半导体的杂质态	(444)
20.1.3 半导体的输运性质	(446)
20.2 半导体器件和技术	(446)
第 21 章 超导电性	(450)
21.1 超导电现象	(450)
21.2 超导体的电磁特性	(451)
21.2.1 零电阻	(451)
21.2.2 迈斯纳效应	(452)
21.3 超导的应用	(454)
第 22 章 物理学技术在农业中的应用	(457)
22.1 核技术	(457)
22.1.1 植物辐射诱变育种	(457)
22.1.2 核素示踪技术	(458)