



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学基础物理学

■ 主编 习岗



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学基础物理学

主编 习 岗



高等教育出版社

HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

本书是为高等院校农林、生命类各专业开设的“大学物理学”公共基础课所编写的教材,是“十一五”国家级规划教材,编写计划学时为70~100学时。包括连续体力学、分子动理论、热力学、静电场、恒定电流、稳恒磁场、电磁感应与电磁场、振动与波动、波动光学和量子力学基础共十章内容。本书在较系统地阐述物理学基础理论的同时,介绍了物理学的新思想、新方法和新技术,讨论了与之密切相关的农林科技和生命科学中的一系列热点问题,并在教材中力求充分体现物理学的人文特征。

本书可作为高等院校农林、生命类各专业的公共基础课“大学物理学”课程教材或教学参考书,对农林和生命科学工作者也有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

大学基础物理学/习岗主编. —北京:高等教育出版社,
2008.1

ISBN 978-7-04-022619-5

I. 大… II. 习… III. 物理学-高等学校-教材 IV. O4

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第182417号

策划编辑 郭亚嫫 责任编辑 郭亚嫫 封面设计 王凌波 责任绘图 朱 静
版式设计 陆瑞红 责任校对 王效珍 责任印制 韩 刚

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
		网上订购	http://www.landaco.com
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司		http://www.landaco.com.cn
印 刷	北京汇林印务有限公司	畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×960 1/16	版 次	2008年1月第1版
印 张	32.25	印 次	2008年1月第1次印刷
字 数	610 000	定 价	33.40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

物料号 22619-00

前 言

物理学是整个自然科学的基础，是人类认识自然、改造自然和推动社会进步的动力和源泉，物理学理论及其所创立的世界观和方法论在培养学生的科学素质等方面起着极为重要的作用。因此，“大学物理学”是高等院校一门必修的公共基础课。

本书是为高等院校农林、生命类专业开设的大学物理公共基础课所编写的教材，编写计划学时为70~100学时。同时，教材具有一定的伸缩性，若在教学实际中根据具体教学计划在内容上进行适当调整，可以满足各专业不同学时的教学需要。

本书是普通高等学校“十一五”国家级规划教材，也是广东省高等教育教学改革工程项目“高等农林院校物理课程教学内容整体优化的研究与实践”的研究成果之一。

21世纪科技发展的基本特征是交叉与融合，在这方面，物理学与农林科技和生命科学的结合堪称典范。过去，农林科技和生命科学曾得益于物理学概念、方法和技术的引入而获得长足的发展。在21世纪，物理学与现代农林科技和生命科学的关系将更加密切。物理学不仅将以超声、遥感、激光、X射线衍射、电子显微镜、核磁共振等高新技术来支撑和促进现代农林科技和生命科学的高速发展，还将以主力军的身份参与解决生物节律、细胞通讯和生命起源等重大生命科学的难题。可以说，物理学原理、技术与方法的渗透与融合是现代农林科技和生命科学发展的动力和源泉。这种状况表明，现代农林和生命科学工作者必须具备宽厚的物理学知识，物理素质将成为其科学素质的极为重要的组成部分。

然而，长期以来，在我国高等院校农林科技和生命科学人才培养中，对物理课程教学不够重视，导致了我国大多数农林科技和生命科学工作者的物理素质不高，研究水平较低，许多关键技术在国外率先取得突破就是明证。造成这种局面的原因是多方面的，其中一个原因就是缺乏既能保持物理学精华，又能充分结合现代农林科技和生命科学，同时能反映现代科技发展的具有鲜明特色的物理教学内容体系。

我们认为，现代社会和科学技术的发展要求高等院校必须培养具备宽厚

知识基础、扎实专业技能、较强适应能力和有强烈创新意识的复合型人才，这就要求高等院校农林、生命类各专业的大学物理公共基础课程的教学目标是：

- 使学生较系统地学习物理学的基本内容和研究方法，建立宽广的知识背景，为进一步学习做好准备；
- 使学生掌握科学分析方法和科学研究方法，提高获取新知识的能力，为终身教育打好基础；
- 掌握基本的自然规律，树立正确的自然观、世界观、发展观和人生观，培养学生的科学素质和对社会发展的高度责任感；
- 以创新教育为核心，激发学生的创新欲望，培养创新精神和创新能力。

为了实现上述目标，本书对庞大的传统物理学教学内容体系进行删减与重组，精选传统物理学教材中的核心内容，补充和强化与现代农林科技和生命科学密切相关的物理学知识，以适应农林科学和生命科学人才培养对物理素质的要求。由于农林和生命科技工作者主要从事的是对自然现象的研究，本书编排了连续体力学、分子动理论、热力学、静电场、恒定电流、稳恒磁场、电磁感应与电磁场、振动与波动、波动光学和量子力学基础共十章内容。在这些内容中较系统地阐述了人类所处的自然界中的基本自然规律，体系完整。考虑到农林和生命科学类各专业的教学时数、学生基础等方面的因素，在每章的编写上，本书力求做到表达通俗易懂，内容深入浅出，可读性强。

在保持基本教学内容的前提下，努力扩大信息量，积极引进物理学研究的新思想、新技术和新成果，使教材具有强烈的时代特征是本书编写的一个基本思想。为此，本书通过两种做法来实现。一是在每章阐述物理学基本内容之后，做适当的延伸，延伸部分以小字表述，与基本内容相区别；二是列出可供进一步查阅的参考文献，供有兴趣的读者进行追踪和深入研究，内容涉及超流、熵、超导、夸克、磁单极、量子霍尔效应、混沌、激光、扫描隧道显微镜和核磁共振等等。这种做法使教材具有较大的伸缩性，既突出了必须掌握的基本内容，又了解了现代科技发展的前沿课题，给教师和学生提供了知识扩展空间。

长期以来，在农林、生命类各专业的物理教学中如何安装好物理学知识与现代农林科技和生命科学相结合的“接口”一直是教材编写和课程教学中的难点，涉及内容太多会冲淡基本教学内容，“蜻蜓点水”又会使学生不知所云，达不到扩展知识的目的。本书力图改变长期存在的物理教学与农林科技和生命科学相脱节的现象，本书的做法是在每章正文部分讲清物理学知识以后不失时机地讨论与之相关的农林科技和生命科学中的问题，内容涉及植物叶片的气孔扩散、植物的水分运输、大气电场、生物电阻、细胞电容、细

胞电融合、生物和土壤的磁性、生物旋光性和农业遥感等等许多理论和技术应用。当然，为了不冲淡基本教学内容的主导地位，这些部分以小字列出，以供选读。

近年来，大力实施 STS（科学、技术与社会）教育已成为教育科学的发展趋势。STS 教育的基本精神是：把科学教育和当前社会发展、社会生产和社会生活紧密结合起来，既培养了解社会、致力于社会发展的科技人才，又培养通晓科学技术及其后果、能够参与涉及科学技术决策的公民。STS 教育强调教育不再是单纯地传授知识，而是科学教育和人文教育的双重教育。因此，在物理教学中体现 STS 精神，突出物理学的人文特征是物理教育发展的必然趋势，本书也希望能够做到这一点。采取的办法是在教学内容中以夹叙夹议的方式对涉及到的科学思想、人文佚事以及重大社会问题进行阐述和评论，介绍安培、玻耳兹曼、法拉第、爱因斯坦、伦琴等一代巨匠的科学成就和人生观，讨论对生命、能源、环境、温室效应、人与自然和谐相处等重大问题的科学认识，使教材生动有趣，具有很强的可读性和亲和力。我们认为，在教材编写和课程教学中要充分体现以人为本的理念，在传授物理知识的同时，不仅要见物，还要见人，要在教学中充分发挥物理学的课程优势，大力进行自然观、世界观和人生观的教育。在教材中我们努力向读者传达这样的信息：物理学就在你的身边，物理学与农林科技和生命科学关系密切，物理学知识是现代入特别是农林科技和生命科学工作者所必备的基础知识，物理教育是人文教育和素质培养中极为重要的方面。我们希望，摆在学生面前的物理教科书不再是冷冰冰的“大部头”，不再是严肃枯燥的概念、公式和定律的集合，而是娓娓动听、妙趣横生、博大精深的科学长卷，是了解人类历史和科学发展、掌握物理知识和科学技术、树立正确自然观、世界观和人生观以及社会责任感的桥梁。

21 世纪的社会和科技发展日新月异，高等院校人才培养观念和培养模式在不断变化，课程教材也在不断改革。我们希望本书是一部教师好教、学生好学、特色明显、可读性强和适用面广的教材。当然，本书的编写思路和具体做法是否恰当，有待于教学实践的检验。

本书的编写分工如下：

前言、绪论、第二章、第十章由华南农业大学习岗教授编写，第一章、第三章由山西农业大学韩学孟副教授编写，第四章和第五章部分章节由湖南农业大学杨学工副教授编写，第六章和第七章由河南农业大学潘建斌教授编写，第八章和第五章部分内容由山东农业大学曹学成副教授编写，第九章和第十章部分内容由华南农业大学杨初平副教授编写。最后，习岗教授对各章内容进行了修改与补充，总撰定稿。在教材的编写过程中，华南农业大学应用物理系的刘岩博士和徐海涛老师也参与了本书的编写，做了大量的工作。

由于本书是一本公共基础课教材，在编写过程中我们借鉴和吸纳了许多相关教材和参考文献的内容，在此不能一一列出，我们对这些教材和文献的作者表示衷心地敬意和感谢。

对于本书中的缺点和不足之处，恳请读者指正。

编者

2007年6月

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》，其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。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。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。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010) 58581118

目 录

章二第

绪论	1
第一章	9
连续体力学	9
§ 1.1 固体的弹性	9
1.1.1 固体的结构	9
1.1.2 应变与应力	13
1.1.3 固体的拉伸与压缩	17
1.1.4 生物材料的应变-应力关系	19
1.1.5 杆的弯曲	22
1.1.6 材料的临界长度	24
§ 1.2 静止液体的力学性质	26
1.2.1 液体的压强	26
1.2.2 液体的表面张力	29
1.2.3 拉普拉斯公式	32
1.2.4 毛细现象	33
1.2.5 植物的水分运输	35
§ 1.3 理想流体的流动	36
1.3.1 理想流体的定常流动	36
1.3.2 连续性原理	38
1.3.3 伯努利方程	38
1.3.4 伯努利方程的应用	40
§ 1.4 黏滞流体的流动	44
1.4.1 牛顿黏滞定律 超流性	44
1.4.2 泊肃叶公式及其应用	46
1.4.3 斯托克斯公式及其应用	50
1.4.4 雷诺数和流体相似率	52

参考文献	56
思考题	57
练习题	58

第二章

气体动理论	60
§ 2.1 气体的微观图像	60
2.1.1 原子与分子	60
2.1.2 分子数密度和分子线度	63
2.1.3 分子力	63
2.1.4 分子的热运动	64
2.1.5 对布朗运动的进一步讨论	66
§ 2.2 理想气体的压强和温度	67
2.2.1 理想气体的分子模型与统计假设	67
2.2.2 理想气体的压强	69
2.2.3 理想气体的温度	72
2.2.4 气体分子的方均根速率	74
§ 2.3 实际气体的物态方程	76
2.3.1 实际气体的等温线	76
2.3.2 范德瓦耳斯方程	77
2.3.3 昂内斯方程	81
§ 2.4 气体分子速率分布规律	81
2.4.1 麦克斯韦速率分布规律	81
2.4.2 气体分子速率的三种统计值	84
2.4.3 麦克斯韦速率分布规律的实验验证	87
§ 2.5 玻耳兹曼分布律	88
2.5.1 玻耳兹曼分布律	88
2.5.2 重力场中分子数按高度的分布	91
2.5.3 对大气分子的讨论	92
§ 2.6 能量按自由度均分定理	93
2.6.1 自由度的概念	93
2.6.2 分子自由度的确定	94
2.6.3 能量按自由度均分定理	95
2.6.4 理想气体的内能	96
§ 2.7 气体分子的扩散与热传导	97

2.7.1	菲克扩散定律	97
2.7.2	植物叶片的气孔扩散	99
2.7.3	傅里叶热传导定律	101
2.7.4	农业和生物学中的热传导	102
	参考文献	104
	思考题	104
	练习题	105

第三章

	热力学	107
§ 3.1	热力学的基本概念	107
3.1.1	系统	107
3.1.2	平衡态与状态参量	108
3.1.3	准静态过程与可逆过程	110
3.1.4	内能、功与热量	111
3.1.5	热容	113
§ 3.2	热力学第一定律	114
3.2.1	热力学第一定律	114
3.2.2	理想气体的热功转换	116
3.2.3	干热风的形成及其对农业的危害	124
§ 3.3	热力学第二定律	127
3.3.1	循环过程	127
3.3.2	卡诺循环	130
3.3.3	热力学第二定律	135
3.3.4	热力学第二定律的统计意义	137
3.3.5	热力学第二定律的生物学意义	139
3.3.6	热力学第二定律的诘难	140
§ 3.4	熵	142
3.4.1	卡诺定理	142
3.4.2	熵与熵增加原理	142
3.4.3	熵的微观本质	145
3.4.4	熵的计算	146
3.4.5	熵与生命	149
	参考文献	151
	思考题	151

练习题	152
第四章	
静电场	155
§ 4.1 电荷与库仑定律	155
4.1.1 电荷	155
4.1.2 库仑定律	158
§ 4.2 电场强度	160
4.2.1 静电场	160
4.2.2 电场强度	161
4.2.3 电场强度的计算	162
§ 4.3 静电场的高斯定理	166
4.3.1 电通量	166
4.3.2 高斯定理	167
4.3.3 高斯定理的应用	169
§ 4.4 电势	172
4.4.1 电势能与静电场的环路定理	172
4.4.2 电势	174
4.4.3 电场强度与电势的微分关系	179
§ 4.5 静电场对导体和电介质的作用	181
4.5.1 静电场对电荷的作用 电泳	181
4.5.2 静电场对导体的作用 尖端放电	183
4.5.3 静电场对电介质的作用	187
4.5.4 电介质中的高斯定理	190
4.5.5 电介质电泳	194
§ 4.6 电容器与电场的能量	195
4.6.1 电容器的电容	195
4.6.2 电容器的能量	198
4.6.3 电场的能量	199
4.6.4 细胞电容	200
参考文献	201
思考题	201
练习题	202

第五章

恒定电流	205
§ 5.1 电流与电阻	205
5.1.1 电流与电流密度	205
5.1.2 欧姆定律的微分形式	210
5.1.3 电阻	211
5.1.4 生物组织的电阻	213
§ 5.2 电动势	215
5.2.1 电动势的物理概念	215
5.2.2 化学电池	218
5.2.3 接触电动势	219
5.2.4 温差电动势	220
5.2.5 能斯特电动势	222
5.2.6 生物膜电势差	223
§ 5.3 电路的基本定律	223
5.3.1 含源电路的欧姆定律	223
5.3.2 基尔霍夫定律	225
5.3.3 基尔霍夫定律的应用	226
§ 5.4 大气电流及其对生物和农业的影响	228
5.4.1 大气电流	228
5.4.2 大气的电流循环	230
5.4.3 大气电场对生物和农业的影响	231
参考文献	232
思考题	232
练习题	232

第六章

稳恒磁场	235
§ 6.1 磁场	235
6.1.1 历史的回顾	235
6.1.2 磁感应强度	237
6.1.3 毕奥-萨伐尔定律	239
6.1.4 运动电荷的磁场	243
6.1.5 地球和生物磁场	244

§ 6.2	磁场的高斯定理与安培环路定理	246
6.2.1	磁场的高斯定理	246
6.2.2	磁单极	247
6.2.3	安培环路定理	248
6.2.4	安培环路定理的应用	251
§ 6.3	磁场对电流和运动电荷的作用	253
6.3.1	安培定律	253
6.3.2	载流线圈在磁场中受到的力 磁矩	255
6.3.3	洛伦兹力	257
6.3.4	洛伦兹力的应用	261
§ 6.4	磁介质	266
6.4.1	磁介质的分类	266
6.4.2	弱磁质的磁化机理	268
6.4.3	磁场强度	269
6.4.4	磁介质中的安培环路定理	270
6.4.5	铁磁质	272
6.4.6	生物和土壤的磁性	274
	参考文献	275
	思考题	276
	练习题	276
第七章		
电磁感应与电磁场		280
§ 7.1	法拉第电磁感应定律	280
7.1.1	电磁感应现象	280
7.1.2	法拉第电磁感应定律	282
7.1.3	楞次定律	283
§ 7.2	感应电动势	284
7.2.1	动生电动势	284
7.2.2	感生电动势与感生电场	285
§ 7.3	电感 磁场的能量	288
7.3.1	自感	288
7.3.2	互感	289
7.3.3	磁场的能量	291
§ 7.4	电磁场和电磁波	292

7.4.1	位移电流假说	292
7.4.2	麦克斯韦电磁方程组	295
7.4.3	电磁波的预言和产生	298
7.4.4	电磁波的性质	301
* 7.4.5	电磁波谱及其应用	302
	参考文献	303
	思考题	304
	练习题	304

第八章

	振动与波动	307
§ 8.1	简谐振动	307
8.1.1	简谐振动的描述	307
8.1.2	表示简谐振动的旋转矢量法	314
8.1.3	简谐振动的能量	316
8.1.4	其他形式的简谐振动	318
§ 8.2	阻尼振动与共振	321
8.2.1	阻尼振动	321
8.2.2	受迫振动	323
8.2.3	共振	325
* 8.2.4	混沌	328
§ 8.3	简谐振动的合成	330
8.3.1	同方向同频率的简谐振动的合成	331
* 8.3.2	同方向不同频率的简谐振动的合成 拍	333
8.3.3	相互垂直的同频率的简谐振动的合成	334
8.3.4	相互垂直的不同频率的简谐振动的合成	336
§ 8.4	简谐波	337
8.4.1	波动的基本概念	337
8.4.2	简谐波	342
8.4.3	波的衍射与惠更斯原理	347
8.4.4	波的叠加与波的干涉	349
8.4.5	简谐波的能量	353
8.4.6	声波与声强	354
* 8.4.7	超声波的特点及应用	357
	参考文献	357

355	思考题	358
355	练习题	358
第九章		
	波动光学	362
	§ 9.1 光学的基本概念	362
	9.1.1 历史的回顾	362
	9.1.2 光的电磁特征 光强	364
	9.1.3 光的相干叠加 光程	367
	9.1.4 普通光源	369
	9.1.5 激光	372
	§ 9.2 分波前法干涉	374
	9.2.1 杨氏干涉	374
	9.2.2 洛埃镜实验	378
	§ 9.3 分振幅法干涉	379
	9.3.1 等厚干涉	380
	9.3.2 等倾干涉	386
	9.3.3 迈克耳孙干涉仪	389
	§ 9.4 光的衍射	392
	9.4.1 光的衍射现象概述	392
	9.4.2 夫琅禾费单缝衍射	396
	9.4.3 夫琅禾费圆孔衍射	400
	9.4.4 生物显微镜的分辨本领	403
	9.4.5 光栅	404
	9.4.6 X射线衍射	409
	§ 9.5 光的偏振	411
	9.5.1 偏振片与马吕斯定律	411
	9.5.2 晶体的双折射现象	415
	9.5.3 介质界面上反射光和折射光的偏振	418
	9.5.4 旋光现象	419
	9.5.5 生物的旋光性与对称性破缺	422
	§ 9.6 光的吸收与散射	424
	9.6.1 光吸收的一般规律	424
	9.6.2 选择吸收与原子吸收光谱分析	426
	9.6.3 光的散射	428

9.6.4	大气臭氧对光的吸收及其生态学意义	431
9.6.5	大气二氧化碳和水对光的吸收与温室效应	432
9.6.6	盖娅假说与新自然观	434
	参考文献	434
	思考题	435
	练习题	435

第十章

量子力学基础

439

§ 10.1	热辐射	439
10.1.1	热辐射	439
10.1.2	热辐射的基本定律	441
10.1.3	热辐射的农业应用	443
§ 10.2	光的量子性	444
10.2.1	经典理论对黑体辐射解释的失败	444
10.2.2	普朗克能量量子假说	445
10.2.3	光电效应 爱因斯坦光子理论	447
10.2.4	爱因斯坦光化学当量定律	452
* 10.2.5	植物的光能利用	453
§ 10.3	粒子的波动性	455
10.3.1	物质波	455
10.3.2	概率波	459
10.3.3	不确定关系	460
§ 10.4	薛定谔方程及其应用	463
10.4.1	波函数	463
10.4.2	薛定谔方程	464
10.4.3	势阱 能量量子化	466
10.4.4	势垒 隧道效应	469
* 10.4.5	扫描隧穿显微镜	470
§ 10.5	氢原子	471
10.5.1	量子力学对氢原子的研究	471
10.5.2	氢光谱	476
10.5.3	电子的自旋 四个量子数	479
* § 10.6	核磁共振	481
10.6.1	概述	481