



iCourse · 教材
高等农林院校基础课程系列



自主创新
方法先行



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学物理学 (第三版)

主编 王国栋

高等教育出版社



iCourse · 教材
高等农林院校基础课程系列



自主创新
方法先行



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学物理学 (第三版)

主 编 王国栋

副主编 解迎革 汪自庆 党亚爱

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是根据《理工科类大学物理课程教学基本要求》(2010年版),结合农林院校物理教学内容和课程体系的研究与实践成果编写而成的,力求突出两个有机结合,即近代物理与经典物理的有机结合,物理理论与生物实际的有机结合。

本书主要内容包括:物质的基本性质、流体力学基础、液体的表面现象、电场和磁场、生物电磁学基础、热力学基础、气体分子动理论、振动和波动、波动光学、光与物质的相互作用、量子物理基础、原子核及基本粒子简介。

本书可作为高等农林院校农科类、生物学类、化学类各专业的教材,也可作为综合性大学生物学类、化学类及医学类各专业的教材或教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学/王国栋主编.--3版.--北京:高等教育出版社,2019.2

iCourse·教材.高等农林院校基础课程系列

ISBN 978-7-04-027825-5

I. ①大… II. ①王… 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(2018)第294718号

Daxue Wulixue

项目策划 王 瑜 李光跃 陈琪琳 李艳馥 吴雪梅

策划编辑 顾炳富

责任编辑 顾炳富

封面设计 张 楠

版式设计 童 丹

插图绘制 于 博

责任校对 窦丽娜

责任印制 耿 轩

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京市白帆印务有限公司
开 本 850mm×1168mm 1/16
印 张 23.25
字 数 530千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2008年6月第1版
2019年2月第3版
印 次 2019年2月第1次印刷
定 价 55.00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 27825-00

大学物理学

(第三版)

主编 王国栋

- 1 计算机访问<http://abook.hep.com.cn/12360410>, 或手机扫描二维码、下载并安装 Abook 应用。
- 2 注册并登录, 进入“我的课程”。
- 3 输入封底数字课程账号 (20 位密码, 刮开涂层可见), 或通过 Abook 应用扫描封底数字课程账号二维码, 完成课程绑定。
- 4 单击“进入课程”按钮, 开始本数字课程的学习。



课程绑定后一年为数字课程使用有效期。受硬件限制, 部分内容无法在手机端显示, 请按提示通过计算机访问学习。

如有使用问题, 请发邮件至 abook@hep.com.cn。

《大学物理学》主教材的配套教辅为: 汪自庆, 杜光源, 解迎春主编的《大学物理学学习指导》, 内容包括课后习题答案和详解, 以及每章的内容提要、知识结构图、典型题解析等。



扫描二维码
访问购买链接

<http://abook.hep.com.cn/12360410>

资源使用：

本书配套的数字资源包括 3 种类型：动画、视频和文档。



…………… **动画：**在部分章节中配套了动画资源，您登录数字课程网站后，可以通过点击按钮或者输入参数，观看相应的物理现象演示。



…………… **视频：**在部分章节中配套了视频资源，您可以通过扫描二维码或者登录数字课程网站观看，直观了解物理现象。



…………… **文档：**在部分章节中配套了补充阅读材料，您可以通过扫描二维码或者登录数字课程网站，对书中未涉及的物理概念、物理学名人轶事进行查看。

出版说明

“十二五”是继续深化高等教育教学改革、走以提高质量为核心的内涵式发展道路和农林教育综合改革深入推进的关键时期。教育教学改革的核心是课程建设,课程建设水平对教学质量和人才培养质量具有重要影响。2011年10月12日教育部发布了《教育部关于国家精品开放课程建设的实施意见》(教高[2011]8号),开启了信息技术和网络技术条件下校、省、国家三级精品开放课程建设的序幕。作为国家精品开放课程展示、运行和管理平台的“爱课程(iCourse)”网站也逐渐为高校师生和社会公众认知和使用。截至目前,已启动2911门精品资源共享课和696门精品视频公开课的立项建设,其中的1000多门精品资源共享课和600多门精品视频公开课已经在“爱课程(iCourse)”网站上线。

高等教育出版社承担着“‘十二五’本科教学工程”中国家精品开放课程建设的组织实施和平台建设运营的重要任务,在与广大高校,特别是高等农林院校的调研和协作中,我们了解到当前高校的教与学发生了深刻变化,也真切感受到课程和教材建设所面临的挑战和机遇。如何建设支撑学生自主学习和校际共建共享的课程和新形态教材成为现实课题,结合我社2009年以来在数字课程建设上的探索和实践,我们提出了“高等农林院校基础课程精品资源共享课及系列教材”建设项目,并获批列入科技部“科学思维、科学方法在高等学校教学创新中的应用与实践”项目(项目编号:2009IM010400)。项目建设理念得到了众多农林高校的积极响应,并于2012年12月—2013年6月,分别在北京、扬州、武汉、哈尔滨、福建等地陆续召开了项目启动会议、研讨会和编写会议。2014年,项目成果“iCourse·教材:高等农林院校基础课程系列”陆续出版。

本系列教材涵盖数学、物理、化学化工、计算机、生物学等系列基础课程,在出版形式、编写理念、内容选取和体系编排上有不少独到之处,具体体现在以下几个方面:

1. 采用“纸质教材+数字课程”的出版形式。纸质教材与丰富的数字教学资源一体化设计,纸质教材内容精炼适当,并以新颖的版式设计和内容编排,方便学生学习和使用;数字课程对纸质教材内容起到巩固、补充和拓展作用,形成以纸质教材为核心,数字教学资源配合的综合知识体系。

2. 创新教学理念,引导自主学习。通过适当的教学设计,鼓励学生拓展知识面和针对某些重要问题进行深入探讨,增强其独立获取知识的意识和能力,为满足学生自主学习和教师教学方法的创新提供支撑。

3. 强调基础课程内容与农林学科的紧密联系,始终抓住学生应用能力培养这一重要环节。教材和数字课程中精选了大量有实际应用背景的案例和习题,在概念引入和知识点讲授上也总是从实际问题出发,这不仅有助于提高学生基础课程的兴趣,也有助于加强他们的创新意识和创新能力。

4. 教材建设与资源共享课建设紧密结合。本系列教材是对各校精品资源共享课和教学改革成果的集成和升华,通过参与院校共建共享课程资源,更可支持各级精品资源共享课的持续建设。

建设切实满足高等农林教育教学需求、反映教改成果和学科发展、纸质出版与资源共享课紧密结合的新形态教材和优质教学资源,实现“校际联合共建,课程协同共享”是我们的宗旨和目标。将课程建设

及教材出版紧密结合,采用“纸质教材+数字课程”的出版形式,是一种行之有效的方法和创新,得到了高校师生的高度认可。尽管我们在出版本系列教材的工作中力求尽善尽美,但难免存在不足和遗憾,恳请广大专家、教师和学生提出宝贵意见与建议。

高等教育出版社

2014年7月

第三版前言

本书第二版自2013年出版发行以来,已经历了5年时间,通过使用高校老师和学生的反映,并利用3次农林水高校大学物理教学和教材建设研讨会的机会,广泛收集意见和建议,我们对教材的体系结构、主要内容和拓展应用内容的选取等,结合农科类专业大学物理课程教学基本要求进行了再次审视。

本书第三版仍保持第二版的体系结构。主要内容和知识点与农科类大学物理课程教学基本要求大体相同,大量物理学原理、方法与生命科学、农林科技密切结合的拓展内容体现出了本书的特色,这可以为有不同教学需求的院校提供可选用的素材。

在此次修订过程中,除了更正了书中不妥之处以外,为了尽可能查到本书所涉及的主要的开创性的科学家、重要事件或拓展内容的信息,我们还增加了一些以二维码形式展现的科学家简介和视频,以方便学生阅读、了解相关内容。期望师生利用这种新形式的资源,结合教学方法与手段的改革,能为教师的教学和学生的学习带来方便。

本书的特色在于物理学内容体系密切结合生物学和农林科技实际,应用案例与物理学理论有机联系。在少学时(例如64学时)的限制下,传统的物理学内容体系无法保证全部讲授,需要按照与农林科技和生物学联系的密切程度进行筛选,以更好地供农林院校和师范院校农林类、生命科学类专业使用。本书以物理学知识为主线条,应用案例作为辅“学”内容点到为止,大量的案例可以通过网络课件、课程网站阅读,以帮助学生了解物理学原理、方法与技术,提高学习物理学的兴趣。

在此次修订过程中,许多老师给予了支持和鼓励,并提出很多宝贵意见和建议,在此对他们表示衷心的感谢。中国农业大学理学院的贾贵儒教授仔细审读了修订方案,并对修订稿提出了许多中肯而翔实的修改意见。本书编写分工如下:西北农林科技大学王国栋为主编,负责制定修订方案和统稿,并编写第1、第10、第12章和附录;解迎革(编写第2、第3、第11章)、汪自庆(编写第7、第8、第9章)、党亚爱(编写第4、第5、第6章)为副主编。由于时间和编者水平的限制,书中仍会有不妥之处,特别是如何恰如其分地反映物理学与生物学、农林科技的结合有待深入探讨;书中有些内容体系的设计思想还不是很明晰,有待进一步的完善、补充和改进。

我们衷心希望继续得到广大师生、同行专家的指正、批评,感谢高等农林院校物理同仁多年来对编者的指导、关爱和帮助。敬请老师和同学们提出宝贵意见。

编者

2018年9月

于西北农林科技大学

第二版前言

本书是为数不多的农林院校入选的物理学类普通高等教育“十一五”国家级规划教材之一,被多所农林院校和师范院校农林类、生命科学类专业使用。本书内容体系的设计体现了物理学与生物科学的密切结合,应用案例处理得当。同时,本书也有一些缺点和不足,如所需讲课学时偏多,而大多数农林院校目前执行的教学安排难以满足。

因此本次修订的主要目的就是教材内容“瘦身”,突出物理学内容,应用部分点到为止,删除了真空技术、非电学量电测技术基础等内容和部分应用内容。突出“教”的内容,以适应少学时的现实。本书还更新了部分内容,如暗物质、反常量子霍尔效应等。对网络课件、课程网站“扩容”,大量地增加了电子教材的内容,突出物理学原理、方法在农林科技和生命科学中应用的案例,由于这些不在纸质教材之中,篇幅可长可短,以讲透为原则,充分体现了辅“学”的意图。同时,这部分内容以案例的形式把应用部分讲透,可以供学生自学,帮助农科专业学生提高学习物理的兴趣。

在本书编写过程中,编者在教材的内容修订上花费了大量的心血,在此对各位编写人员表示感谢。本书编写安排如下:西北农林科技大学王国栋为主编,山西农业大学武秀荣、西北农林科技大学解迎革为副主编,西北农林科技大学朱杰、汪自庆、李霞,山西农业大学郭锐为参编。中国农业大学贾贵儒教授细致地审阅了本教材,并提出许多中肯的意见,在此表示衷心的感谢。由于时间和水平的限制,教材改革如何恰如其分地反映涉农的内容尚有待深入探讨,有些内容和体系还在设想和不断完善阶段,有待今后进一步的构建、补充和修正。

我们衷心期望继续得到广大读者、同行专家的批评、指正,感谢农林院校物理同行多年来对编者的关爱和帮助。

编者

2013年6月

第一版前言

在过去的 20 世纪,物理学理论及其在各个学科中的应用,为人类社会文明的进步作出了巨大贡献。物理学不仅在人类科技创新过程中起着举足轻重的作用,同时,它的基本理论、分析和解决问题的方法在强调素质教育的今天更有极其重要的地位和作用,是培养大学生科学精神、科学态度、科学思维方法的最好素材,也是大学生知识——能力——创新意识协调发展的催化剂。目前高等农林院校也在思考如何适应新形势,在本科生大幅度扩招的情况下加强和提高教学质量的问题。加强基础、拓宽专业口径、加强实践环节和突出创新已成为高等农林院校教学改革的主要课题,农林院校物理教学的现状也应适应这一教学改革的需要。创新教育已成为当前大学教育的重要命题,而物理学一直是自然科学的带头学科,它的理念和方法是创新教育的好素材。在与生命科学的结合中,物理学发挥着越来越重要的作用,这是农科物理教学的极好机遇。充分发挥物理学在人才培养中的基础和特殊作用是农林院校物理工作者的神圣使命。

在对大学物理的教学目的、任务和编写方案的研讨中,我们深切地感受到必须从人才的培养目标、培养规格、培养模式及方法等方面进行思考和定位。根据“厚基础、宽口径、通识教育”的人才培养模式以及注重学生“综合素质”和“创新能力”培养的教学规律,在整套教材的编写过程中力图遵循以下基本原则:

(1) 能够使学生对物理学的内容和方法、物理图像和概念、工作语言、历史、现状和前沿有一个比较全面的了解,力求将比较新的前沿学科和技术问题中的物理学原理反映在教学内容中。增加物理学在生命科学中应用的实例,既拓宽学生视野又可提高学生的学习兴趣,便于学生了解后续学习内容相关的知识。

(2) 注重基础物理学内容的两个“有机结合”。一是注重现代物理与经典物理的有机结合;二是注重物理学理论与生物类专业实际问题的有机结合。考虑到农林院校物理课学时的限制,对原有的经典物理内容作了大幅度的删减,对原有的物理学体系也作了整合与简化,淡化过渡内容,并突出主线。应用实例除有利于拓宽学生的视野外,应使学生体会到物理学对他们后续专业学习的重要性。针对某些与专业相关的问题实例只讲原理,不涉及具体的应用细节,避免无谓的重复。

(3) 在教材内容的处理上,加重了“物”的份额,调节“物”与“理”的平衡。以物质的结构、运动和能量为基础,力图构建物质世界新的理性框架,突出物理学研究方法 with 思想的描述和灌输。

(4) 注重对学生的科学素质培养,将科学方法论有机地融入教学内容中。培养学生的科学思维能力,使学生掌握正确的科学研究方法,具备发现问题、分析问题和解决问题的能力,具备探索自然规律的能力,并初步具备创新能力。

(5) 注重对知识的归纳总结,特别注重对实际问题的分析思路、解决途径的引导与训练。给出的同步测试能够帮助学生及时检查和巩固所学内容。

(6) 书中统一使用了国际单位制,所用名词术语以全国自然科学名词审定委员会 1996 年公布的物理学名词为准。

《大学物理学》的编写大纲和相关修订内容经中国物理学会教学委员会农林分会于 2006 年在北京召

开的年会讨论和修改后确定。本书由西北农林科技大学王国栋教授任主编,张社奇教授和党亚爱讲师任副主编。全书集中了全国农林院校物理工作者的心血和智慧。

全书由中国物理学会教学委员会农林分会主任委员王国栋教授统稿;由中国物理学会教学委员会农林分会原副主任委员张振瀛教授主审,感谢他对本书提出了很多宝贵的意见。西北农林科技大学刘云鹏讲师和汪自庆博士绘制了本书的部分插图并提供了不少资料,在此一并致谢。

由于学识与教学经验有限,书中的缺点和错误在所难免,恳请使用本书的读者批评指正。

编 者

2007年12月

目 录

第 1 章 物质的基本性质	001
§ 1.1 物质的结构及形态	002
§ 1.2 实物的基本性质	008
§ 1.3 场与物质的相互作用	013
§ 1.4 物质的能量	014
本章提要	018
思考题	020
第 2 章 流体力学基础	021
§ 2.1 流体力学简介	022
§ 2.2 理想流体的定常流动	025
§ 2.3 伯努利方程及其应用	027
§ 2.4 黏性流体的定常流动	035
§ 2.5 泊肃叶定律 斯托克斯定律	038
§ 2.6 生物流体力学简介	043
本章提要	046
思考题	047
习题	048
第 3 章 液体的表面现象	051
§ 3.1 液体的表面张力	052
§ 3.2 弯曲液面的附加压强	055
§ 3.3 毛细现象	057
§ 3.4 蒸发与凝结	062
本章提要	064
思考题	065
习题	065
第 4 章 电场和磁场	068
§ 4.1 电场和磁场的描述	069
§ 4.2 高斯定理	076

§ 4.3 恒定电磁场环路定理	080
§ 4.4 电介质和磁介质	085
§ 4.5 带电粒子在电磁场中的运动	090
本章提要	095
思考题	097
习题	098
第5章 生物电磁学基础	102
§ 5.1 生物电阻抗与电介质	103
§ 5.2 生物电势 能斯特方程	108
§ 5.3 细胞电泳	112
§ 5.4 生物磁场和磁场生物效应简介	115
本章提要	123
思考题	124
习题	124
第6章 热力学基础	126
§ 6.1 热力学的基本概念	127
§ 6.2 热力学第一定律	132
§ 6.3 热力学第一定律在理想气体中的应用	133
§ 6.4 循环过程	141
§ 6.5 热力学第二定律	146
§ 6.6 热力学第二定律的统计意义	148
§ 6.7 熵	151
§ 6.8 耗散结构	157
§ 6.9 熵与自然观	161
本章提要	167
思考题	168
习题	170
第7章 气体分子动理论	174
§ 7.1 分子动理论的基本概念	175
§ 7.2 理想气体的压强和温度	181
§ 7.3 能量均分定理	186
§ 7.4 麦克斯韦速率分布统计规律	188
§ 7.5 玻耳兹曼分布律	193
§ 7.6 气体分子的平均自由程	195
§ 7.7 热扩散现象	197

本章提要	200
思考题	201
习题	203
第 8 章 振动和波动	206
§ 8.1 简谐振动 振动的合成	207
§ 8.2 相平面 相空间	217
§ 8.3 非线性振动	219
§ 8.4 波动方程	223
§ 8.5 波的干涉	228
§ 8.6 声波 超声波	230
§ 8.7 生物声学	235
本章提要	237
思考题	238
习题	239
第 9 章 波动光学	243
§ 9.1 光的电磁理论	244
§ 9.2 光的干涉	247
§ 9.3 光的衍射	256
§ 9.4 光的偏振	269
本章提要	281
思考题	283
习题	284
第 10 章 光与物质的相互作用	288
§ 10.1 光的波粒二象性	289
§ 10.2 光的发射 激光原理	292
§ 10.3 光的吸收 吸收光谱	298
§ 10.4 光的散射	303
§ 10.5 光的色散	306
§ 10.6 激光的生物学效应	308
§ 10.7 激光在现代农业与生物科学中的应用	310
§ 10.8 同步辐射及其应用	314
本章提要	319
思考题	321
习题	322

第 11 章 量子物理基础	323
§ 11.1 德布罗意波	324
§ 11.2 不确定关系	326
§ 11.3 波函数 薛定谔方程	327
§ 11.4 无限深方势阱中的粒子	330
§ 11.5 势垒 隧道效应	331
§ 11.6 氢原子	334
本章提要	336
思考题	337
习题	337
第 12 章 原子核及基本粒子简介	339
§ 12.1 原子核的基本性质	340
§ 12.2 原子核的放射性衰变	341
§ 12.3 辐射生物物理学基础	345
本章提要	349
思考题	349
习题	350
参考文献	351
常用物理常量表	353

>>> 第1章

••• 物质的基本性质

物理学的英文词 physics 来源于希腊文,其原意是自然。古希腊人把所有对自然界的观察和思考,全部包含在一门学问里,那就是自然哲学。科学划分为物理学、化学、生物学、地质学等只是最近几百年的事,这也说明,在最近几百年自然科学发展非常迅速。而中文“物理学”的字面含义是:“物”是指客观存在的物质的结构和性质,“理”则指物质的运动和变化规律。因此,物理学就是研究自然界物质存在的基本形式,物质的性质,物质的运动规律,物质之间相互作用、相互转化,以及各种物质形态内部结构等基本规律的学科。与其他学科相比,物理学更着重于研究物质世界普遍而基本的规律。所以物理学是自然科学的基础,它的研究范围十分广泛。

§ 1.1 物质的结构及形态

人们常常思考物质的本原问题,即我们所处的物质世界是由什么构成的?它们有没有共同的本原?日常经验告诉我们,物体是有大小的,而且它们似乎总是可以分解为更小的部分。像一块石头可以被砸碎,从而得到许多与这块石头相似的碎块,这些石头还可以被进一步砸碎——只要用足够大的力和采用合适的方法,就可以把石头粉碎成肉眼几乎不能分辨的粉末。问题是,原则上能够把物体粉碎到多小的程度?或者说,物质的存在有没有统一的基础呢?另一方面,宇宙万物的边界在何处?除了我们已知的存在形式,是否还有更多的还没有认识到的结构和形态?这些问题无论是在哲学中,还是在物理学中,从古到今一直吸引着众多的自然科学工作者去不断地探索。

对于物质结构及形态,我们的祖先就提出“金、木、水、火、土”五行学说,认为世上万物皆由这五种要素组合而成。公元前 500 年,古希腊哲学家断言,我们周围这个错综复杂的世界是由土、水、空气和火这四种基本的物质相互交叉渗透而构成的。早在我国战国时期就有“至大无外,至小无内”之说。随着现代科学的发展,人们对物质的结构层次及形态有了逐渐深入的认识。

1.1.1 物质世界的结构层次

关于物质世界的结构与层次,在我国历史上曾引起了许多古圣先哲的遐想。战国时代的一位名家惠施说:“至大无外,谓之大一;至小无内,谓之小一。”所谓“至大无外”,就是说宇宙是无边界的;“至小无内”,就是说物质的内部结构没有最小单元。物质世界的层次跨度非常之大,现代物理学把物质划分为不同层次,各个层次的物质有其特殊的组分、结构与性能。对每一个层次的探索与研究,形成了一个物质科学研究体系(见表 1.1)。按物质大小的数量级顺序,现代科学涉及的空间尺度范围从 $10^{-18} \sim 10^{-17}$ m 的亚原子粒子到 10^{26} m 的宇宙,跨越了大约 44 个数量级,涉及大到天体物理学,小到粒子物理学的所有领域。现代物理学依照物质的运动规律作了系统性划分,把原子尺度数量级的物体称为微观系统(microsystem),用量子力学处理;把接近人体尺度附近几个数量级的物体称为宏观系统(macrosystem),用经典力学处理。近年来,随着纳米科技的发展,人们把由十几个到数百个原子组成的团簇及同量级的物体称为介观系统(mesosystem)。虽然介观系统从空间范围上更接近宏观系统,但在低温条件下,会表现出电子的量子干涉效应,呈现