



普通高等教育农业部“十二五”规划教材  
高等农林院校“十二五”规划教材

GENERAL PHYSICS

# 普通物理学

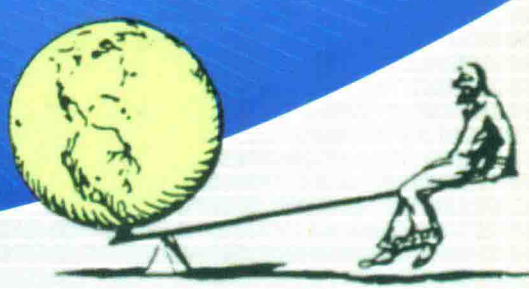
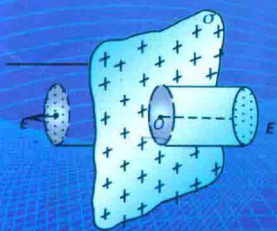
第二版


上册

普通高等教育“十一五”国家级规划教材修订版

理工类

武秀荣 曹学成◎主编



 中国农业出版社

普通高等教育农业部“十二五”规划教材  
全国高等农林院校“十二五”规划教材

# 普通物理学

第二版  
上册

---

普通高等教育“十一五”国家级规划教材修订版

---

理工类

武秀荣 曹学成 主编

中国农业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

普通物理学. 上册 / 武秀荣, 曹学成主编. —2 版  
—北京: 中国农业出版社, 2012. 6

普通高等教育农业部“十二五”规划教材 全国高等  
农林院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-109-16775-9

I. ①普… II. ①武…②曹… III. ①普通物理学-  
高等学校-教材 IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 092387 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

策划编辑 薛波

文字编辑 李兴旺

---

北京中新伟业印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2007 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 2 版

2012 年 8 月第 2 版北京第 1 次印刷

---

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 24.25

字数: 575 千字

定价: 39.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

## 内容简介

本书依据教育部高等农林院校理科基础课程教学指导委员会制定的《工科类本科物理学课程教学基本要求》，在习岗教授主编的普通高等教育“十一五”国家级规划教材基础上，结合作者多年从事大学物理教学的经验编写而成，被列入普通高等教育农业部“十二五”规划教材、全国高等农林院校“十二五”规划教材。

这次修订吸收了使用过本教材师生们的意见和建议，且考虑了当前多数农林院校理工类专业教学实际，对一些章节的内容做了整合优化，在力学中增加了流体力学基础，在光学中增加了几何光学；对一些物理公式的数学推导采用更简捷而又不失严密性的方法；对原书中的例题、习题做了精选调整，删除了一些既难又繁的习题，同时在每章后增加了“本章提要”，以便学生自学总结。

全书力求在切实加强普通物理学基础理论的同时，又注意物理学新思想、新方法、新技术的介绍；突出培养和训练学生科学思维方法和分析问题、解决问题的能力，强化物理学在培养学生正确的世界观、自然观和科学发展观中的作用。在编写过程中，力求做到文字规范、图表清晰、表述精炼、条理清楚。

全书分上、下两册，上册包括力学、热学、电磁学；下册包括振动与波动、光学和近代物理基础。全书共6篇16章。

本书可作为高等农林院校理科、工科各专业大学物理课程教材或教学参考书，对科技工作者亦有参考价值。

## 编写人员

主 编 武秀荣 (山西农业大学)

曹学成 (山东农业大学)

副主编 姜永超 (青岛农业大学)

汤剑锋 (湖南农业大学)

参 编 李耀维 (山西农业大学)

杨 苗 (山西农业大学)

邓 鹏 (山西农业大学)

姜贵君 (山东农业大学)

王永刚 (山东农业大学)

赵文丽 (山东农业大学)

丛晓燕 (山东农业大学)

高 峰 (山东农业大学)

刘东州 (河北农业大学)

王 娟 (青岛农业大学)

李桂霞 (青岛农业大学)

龙卧云 (湖南农业大学)

欧阳锡城 (湖南农业大学)

审 稿 习 岗 (西安理工大学)

## 第二版前言

本书依据教育部高等农林院校理科基础课程教学指导委员会制定的《工科类本科物理学课程教学基本要求》，在习岗教授主编的普通高等教育“十一五”国家级规划教材基础上，结合作者多年从事大学物理教学的经验编写而成，被列入普通高等教育农业部“十二五”规划教材、全国高等农林院校“十二五”规划教材。

习岗教授主编的《普通物理学》出版以来，经较长时间的使用，得到了广大师生的好评，普遍认为该书符合当前多数农林院校的教学实际，有利于为学生在打好物理学基础的同时，掌握了解物理学与农业工程、现代科学技术的结合点。

在讲述物理学基本知识内容的同时，不失时机地联系与之相关的农业工程和现代科技中的问题，使教材具有时代感；且在各章的基本内容中以夹叙夹议的方式引入一些科学史中的人文佚事、科学思想的述评，体现物理学中的人文精神，使教材生动有趣、具有亲和力等是该书的特色。因此，本次修订未对书中主体内容、体系及编写风格做大的改动，只是对一些章节的内容做了进一步整合优化，在力学中增加了流体力学基础，在光学中增加了几何光学；对一些物理公式的数学推导上采用更简捷而又不失严密性的方法，对书中的插图进行修改，使之更准确、形象、美观；对原书中的例题、习题做了精选调整，删除了一些既难又繁的习题。为了帮助读者正确、深入、灵活、及时地掌握教学内容，提高学习效率，在每章后增加了“本章提要”，以便学生自学总结；在习题编写中增加了思考题、选择题、填空题等。

全书力求在切实加强普通物理学基础理论的同时，又注意物理学新思想、新方法、新技术的介绍；突出培养和训练学生科学思维方法和分析问题、解决问题的能力，强化物理学在培养学生正确的世界观、自然观和科学发展观中的作用。在编写过程中，力求做到文字规范、图表清晰、表述精炼、条理清楚。

本书前言、绪论、第一、三章及附录 I、附录 II 由武秀荣编写，第二章由邓鹏编写，第四章由李耀维编写，第五章由姜永超编写，第六章由李桂霞编写，第七章由曹学成和丛晓燕编写，第八章由姜贵君和刘东州编写，第九章由高峰编写，第十章由赵文丽编写，第十一章由龙卧云编写，第十二章由欧阳锡城编写，第十三章由杨苗编写，第十四章由汤剑锋编写，第十五章由王永刚和曹学成编写，第十六章由王娟编写。习岗教授仔细审阅了此书，并提出了许多宝贵意见。最后，武秀荣教授和曹学成教授对各章内容进行了修改与补充，总纂定稿。

该书可作为高等农林院校理科、工科各专业大学物理课程教材或教学参考书，讲授学时为 80~110 学时。对科技工作者亦有参考价值。

本书在编写过程中学习了兄弟院校的经验，借鉴、参阅了许多相关教材和文献的内容。在此，我们谨对这些教材和文献的作者、同仁们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和欠妥之处，敬请读者批评指正。

编者

2012 年 3 月

# 第一版前言

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。

21世纪科技发展的基本特征是交叉与融合，各门学科之间的关系将日益密切，科学与技术将在许多方面获得突破，人类的科技知识总量成几何级数增长，学习将成为人们的终生行为。在这种情况下，高等教育唯有拓宽基础、淡化专业，才能培养出宽口径、厚基础、强适应的高素质人才。

本书是为高等农林院校理工类各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90~120学时。当然教材具有很大的伸缩性，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，可以满足理工类各专业的教学需要。本书是普通高等教育“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。

由于21世纪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、扎实专业技能和较强综合分析能力和适应能力的复合型人才，这就对大学物理课程教学提出了新的要求。我们认为，高等院校非物理专业的大学物理公共基础课程的教学目标应该是：

- 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，为后续课程的学习做好准备；
- 提高学生进一步获取知识的能力，为终身教育打好基础；
- 帮助学生树立正确的世界观、自然观和发展观，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，本书编排了力学、热学、电磁学、波动与波动光学和近代物理基础五篇共十五章内容，这些内容包括了高等院校理工类各专业所要求的基本教学内容。考虑到高等农林院校的教学时数、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、新成果和新技术，使教材具有强烈的时代特征是本书编写的一个基本思想。对此，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；二是列出可供深入查阅的参考文献，供有兴趣的读者进一步追踪。这种做法使教材具有很大的伸缩性，既突出了必须掌握的基本内容，又给教师和学生提供了较大的知识扩展空间。

如何在大学物理教学中安装了解现代科学技术发展“窗口”是教材编写和课程教学中的一个难点，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联系与之相关的现代科技中的问题。同时在每章结束后以阅读材料的形式较全面地讨论与本章教学内容相关的一些热点问题和科技前沿。当然，为了不冲淡基本教学内容的主导地位，这些部分仅供选读。

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学家和技术人才，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，本书在这方面做出了努力。采取的办法是在教学内容中采取夹叙夹议和在每章后以结束语的方式对相关的科学思想、人文佚事以及重大社会问题进行介绍、阐述和评论，希望这些内容能使教材生动有趣，具有很强的可读性和亲和力。我们认为，在课程教学中要充分体现以人为本，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，大力进行世界观和人生观教育。在教材中我们努力向读者传达一个信息：物理学就在你的身边，物理知识是现代人所必备的知识基础，物理教育是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、学习物理知识和科学技术、树立正确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。我们认为，在过去长期的教学实践中形成的大学物理教学基本内容和体系是合理的，并为广大教师习惯和认可，因此，本书尊重这一点，在基本内容体系上没有做太大的变化，但是，在文字表达和内容新颖上下了很大的工夫。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，有待于在教学实践中检验。

本书的编写分工如下：

前言、绪论、第十一、十二章由习岗编写，第一章、第二章由武秀荣编写，第三章、第十四章部分内容由刘军编写，第四章和第十四章部分内容由杨学工编写，第五章、第六章由郭守月编写，第七章、第八章由曹学成编写，第九章、第十章由潘建斌编写，第十三章、第十五章由杨初平编写。最后，由习岗对各章内容进行修改与补充，总纂定稿。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编写了一些章节的部分内容，并对全书做了仔细的校对。中国物理学会教学委员会农林水分委员会主任委员、西北农林科技大学教务处长王国栋教授和中国农业大学应用物理系主任贾贵儒教授担任本书的主审。

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的感谢。

对于本书中的缺点和不足之处，恳望读者指正。

编者

2007 年 4 月

# 目 录

第二版前言

第一版前言

绪论 .....	1
一、物理学的内容简述 .....	1
二、物理学与技术和社会的关系 .....	2
三、物理学研究方法 .....	3
四、为什么学习和怎样学习物理学 .....	4

## 第一篇 力 学

第一章 质点运动学 .....	9
第一节 质点运动的描述 .....	9
一、坐标系与质点 .....	9
二、位置矢量与位移 .....	11
三、速度与加速度 .....	12
第二节 曲线运动 .....	17
一、圆周运动 .....	17
二、抛体运动 .....	25
第三节 相对运动 .....	28
一、伽利略坐标变换 .....	28
二、伽利略速度与加速度变换 .....	29
章末讨论 .....	31
阅读材料 全球定位系统 (GPS) 的原理及其应用 .....	31
本章提要 .....	34
思考题 .....	35
习题 .....	36

参考文献 .....	38
<b>第二章 质点动力学</b> .....	39
<b>第一节 牛顿运动定律</b> .....	39
一、牛顿运动定律 .....	39
二、几种常见的力 .....	42
三、牛顿运动定律的应用 .....	46
<b>第二节 动量定理和动量守恒定律</b> .....	50
一、冲量与动量定理 .....	50
二、质点系的动量定理 .....	55
三、质点系的动量守恒定律 .....	56
<b>第三节 动能定理和能量守恒定律</b> .....	58
一、功与动能定理 .....	58
二、势能与机械能守恒定律 .....	64
三、能量守恒定律 .....	68
<b>第四节 经典力学的局限性</b> .....	69
一、惯性系与非惯性系 .....	70
二、低速运动与高速运动 .....	72
三、确定性与随机性 .....	72
四、能量的连续性与能量量子化 .....	73
章末讨论 .....	73
阅读材料 航天中的力学 .....	74
本章提要 .....	79
思考题 .....	81
习题 .....	82
参考文献 .....	85
<b>第三章 刚体力学</b> .....	86
<b>第一节 刚体定轴转动的转动定律</b> .....	86
一、刚体运动的描述 .....	86
二、刚体定轴转动的转动定律 .....	89
三、转动定律的应用 .....	93
<b>第二节 刚体定轴转动的动能定理</b> .....	96
一、力矩的功与转动动能 .....	96
二、刚体定轴转动的动能定理 .....	97
<b>第三节 刚体定轴转动的角动量守恒定律</b> .....	99

一、刚体定轴转动的角动量定理 .....	99
二、刚体定轴转动的角动量守恒定律 .....	101
章末讨论 .....	104
阅读材料 自然界的对称性与守恒律 .....	106
本章提要 .....	109
思考题 .....	111
习题 .....	111
<b>第四章 流体力学基础</b> .....	<b>115</b>
第一节 静止流体中的压强分布 .....	115
一、应力 .....	115
二、静止流体中的压强 .....	116
三、静止流体中压强的分布 .....	116
第二节 理想流体的流动 .....	118
一、理想流体的稳定流动 .....	118
二、连续性方程 .....	120
三、伯努利方程 .....	120
四、伯努利方程的应用 .....	122
第三节 黏滞流体的运动 .....	126
一、流体的黏滞性 .....	126
二、实际流体的伯努利方程 .....	127
三、泊肃叶定律 .....	128
第四节 物体在黏滞流体中的运动 .....	132
一、斯托克斯公式 .....	132
二、雷诺数和流体相似率 .....	134
章末讨论 .....	136
阅读材料 高速离心机原理及其应用 .....	137
本章提要 .....	138
思考题 .....	139
习题 .....	140
参考文献 .....	142

## 第二篇 热 学

<b>第五章 气体动理论</b> .....	<b>145</b>
第一节 气体动理论的基本概念 .....	145

一、宏观物体的组成 .....	145
二、分子力 .....	147
三、分子的热运动 .....	148
第二节 理想气体的压强和温度 .....	149
一、理想气体的宏观性质 .....	149
二、理想气体的分子模型与统计假设 .....	150
三、理想气体的压强 .....	151
四、理想气体的温度 .....	153
第三节 能量按自由度均分定理 .....	157
一、自由度 .....	157
二、能量按自由度均分定理 .....	158
三、理想气体的内能 .....	159
第四节 气体分子的速率分布规律 .....	160
一、麦克斯韦速率分布规律 .....	160
二、气体分子速率的三种统计值 .....	162
三、麦克斯韦速率分布规律的实验验证 .....	165
第五节 玻耳兹曼分布律 .....	166
一、玻耳兹曼分布律 .....	166
二、重力场中分子数按高度的分布 .....	168
第六节 气体分子的输运规律 .....	169
一、气体的黏滞现象 .....	169
二、气体分子的扩散 .....	170
三、气体的热传导现象 .....	171
章末讨论 .....	172
阅读材料 生物圈中臭氧、二氧化碳和水的生态学意义与新自然观 .....	173
本章提要 .....	178
思考题 .....	179
习题 .....	180
参考文献 .....	181
<b>第六章 热力学</b> .....	<b>182</b>
第一节 热力学的基本概念 .....	182
一、热力学系统 .....	182
二、平衡态与状态参量 .....	183
三、准静态过程 .....	184
四、内能、功与热量 .....	185

五、热容量 .....	186
第二节 热力学第一定律 .....	187
一、热力学第一定律 .....	187
二、热力学第一定律对理想气体准静态过程的应用 .....	188
第三节 热力学第二定律 .....	196
一、卡诺循环 .....	196
二、热力学第二定律 .....	204
第四节 熵 .....	209
一、卡诺定理 .....	209
二、克劳修斯不等式 熵 .....	210
三、熵的微观本质 .....	212
四、熵的计算 .....	213
章末讨论 .....	214
阅读材料 熵、信息与生命 .....	215
本章提要 .....	218
思考题 .....	220
习题 .....	221
参考文献 .....	224

### 第三篇 电磁学

第七章 静电场 .....	227
第一节 电荷与库仑定律 .....	227
一、电荷 .....	227
二、库仑定律 .....	229
第二节 电场强度 .....	231
一、静电场 .....	231
二、电场强度 .....	232
三、电场强度的计算 .....	233
第三节 静电场的高斯定理 .....	236
一、电通量 .....	236
二、高斯定理 .....	237
三、高斯定理的应用 .....	238
第四节 电势 .....	241
一、静电场力的功 .....	241
二、静电场的环路定理 .....	242

三、电势能 电势 .....	243
四、电场强度与电势的微分关系 .....	248
第五节 静电场对导体和电介质的作用 .....	250
一、静电场对导体的作用 .....	250
二、静电场对电介质的作用 .....	255
三、电介质中的高斯定理 .....	256
第六节 电容器与电场的能量 .....	259
一、电容器的电容 .....	259
二、电容器的能量 .....	261
三、电场的能量 .....	262
章末讨论 .....	263
阅读材料 静电的危害与利用 .....	264
本章提要 .....	266
思考题 .....	268
习题 .....	269
参考文献 .....	272
第八章 恒定电流 .....	273
第一节 电流与电阻 .....	273
一、电流 .....	273
二、欧姆定律的微分形式 .....	277
三、电阻 .....	277
第二节 电动势 .....	279
一、电动势的物理概念 .....	279
二、化学电池 .....	281
三、接触电动势 .....	282
四、温差电动势 .....	282
第三节 电路的基本定律 .....	284
一、含源电路的欧姆定律 .....	284
二、基尔霍夫定律 .....	285
三、基尔霍夫定律的应用 .....	286
章末讨论 .....	288
阅读材料 大气电场及其对生物和农业的影响 .....	289
本章提要 .....	292
思考题 .....	293
习题 .....	293



参考文献 .....	296
<b>第九章 稳恒磁场</b> .....	<b>297</b>
第一节 磁场 .....	297
一、历史的回顾 .....	297
二、磁感应强度 .....	298
三、毕奥—萨伐尔定律 .....	300
四、运动电荷的磁场 .....	304
第二节 磁场的高斯定理与安培环路定理 .....	305
一、磁场的高斯定理 .....	305
二、安培环路定理 .....	306
第三节 磁场对电流和运动电荷的作用 .....	310
一、安培力 .....	310
二、洛伦兹力及其应用 .....	313
第四节 磁 介 质 .....	321
一、磁介质的分类 弱磁质 .....	321
二、磁场强度 .....	323
三、磁介质中的安培环路定理 .....	323
四、铁磁质 .....	325
章末讨论 .....	327
阅读材料 超导及其应用 .....	328
本章提要 .....	331
思考题 .....	333
习题 .....	333
参考文献 .....	337
<b>第十章 电磁感应与电磁场</b> .....	<b>338</b>
第一节 法拉第电磁感应定律 .....	338
一、电磁感应现象 .....	338
二、法拉第电磁感应定律 .....	339
三、楞次定律 .....	340
第二节 感应电动势 .....	341
一、动生电动势 .....	341
二、感生电动势与感生电场 .....	342
第三节 电感 磁场的能量 .....	344
一、自感 .....	344