



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

DA XUE WU LI

大学物理

(第4版) 上

主编 © 罗益民 吴焯



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学物理

(第4版)上

主 编 罗益民 吴 焯
副主编 曾卫东



本书资源使用说明

北京邮电大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本套书是依据教育部颁布的《理工科非物理类专业大学物理课程教学基本要求》，并结合编者多年的教学经验编写而成的，其前身为普通高等教育“十一五”国家级规划教材《大学物理》第3版。现综合老师们的要求做了适当的文字修改，并添加了“九斗”APP教材资源，升级为第4版。

本套书分上、下两册。上册内容有质点运动学、质点动力学、刚体力学和流体力学、相对论力学、静电场、静电场中的导体和电介质、稳恒磁场、变化的电磁场；下册内容有振动、波动、光学、气体动理论、热力学基础、量子力学基础、原子核物理和粒子物理简介。此外，为开阔学生的视野，选编了若干篇阅读材料，内容涉及物理学研究前沿、物理学最新研究成果及物理学应用等方面的知识。考虑非物理专业的实际情况，本套书着重于物理学基本概念、基本知识及思维方式的介绍，尽量避免一些烦琐的数学运算，力求使用通俗化的语言。书中插图由专业人员利用最新计算机软件绘制而成，表达准确、图像精美、可读性强。

本套书可作为高等学校各专业大学物理课程教材。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理. 上/罗益民, 吴焯主编. —4版. —北京: 北京邮电大学出版社, 2019. 8
ISBN 978-7-5635-5808-7

I. ①大… II. ①罗… ②吴… 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(2019)第 167342 号

书 名	大学物理(第4版)上
主 编	罗益民 吴 焯
责任编辑	韩 霞
出版发行	北京邮电大学出版社
社 址	北京市海淀区西土城路 10 号(100876)
电话传真	010-82333010 62282185(发行部) 010-82333009 62283578(传真)
网 址	www.buptpress3.com
电子信箱	ctrd@buptpress.com
经 销	各地新华书店
印 刷	北京时捷印刷有限公司
开 本	787 mm×1 092 mm 1/16
印 张	18
字 数	459 千字
版 次	2019 年 8 月第 4 版 2019 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-5808-7

定价: 49.00 元

如有质量问题请与发行部联系

版权所有 侵权必究

此为试读, 需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

前 言

物理学是关于自然界最基本形态的科学,它研究物质的结构、相互作用及运动规律.物理学的基本概念、基础知识是学习其他学科和专业知识的基础,物理学的研究方法构成了科学方法论的主体,对其他学科的研究有指导作用.因此,物理学是其他自然科学的基础.大学物理课程是所有理工科学生甚至部分文科学生必修的基础课.

物理学内容广泛、理论性强,与自然现象联系紧密.学习物理课程,不仅有助于我们认识自然、了解自然,同时能培养我们的科学思维和逻辑推理能力,值得同学们为此多花功夫.但作为一名理工科大学学生,学习物理课程的时间和精力毕竟有限,要想在较短时间内掌握尽可能多的物理知识,选用一本信息量大、语言通俗易懂的优秀教材,可起到事半功倍的效果.编写这样一本优秀教材,是编者多年来一直努力的目标.

本套书是根据教育部颁布的《理工科非物理类专业大学物理课程教学基本要求》编写而成的.书中吸取了国内外众多优秀教材的优点,结合中南大学多年来大学物理课程建设和教学研究的成果,并融入了编者几十年的教学经验.既能满足大学物理知识教育的需要,又能融合素质教育于课堂教学之中是编写本书的出发点;语言通俗易懂、读来生动有趣是编者追求的效果.

总览全书,有如下几个特点较为突出.

1. 内容全面、选择性强

本套书以教育部《非物理类理工学科大学物理教学基本要求》为指导,以知识教育和素质教育为双重目标构建教材的结构体系.在保证传统知识教育的基础上,增加了反映现代科技发展前沿的内容,适当穿插了物理学发展史及研究方法.本套书内容全面,选择性强,适用于所有大学物理课程(不论学时多少)选用.

2. 语言通俗、可读性强

作为大学物理教材,必要的物理公式和数学推导是不可或缺的,这也正是物理学作为一门精密科学的精华和魅力所在,也是物理教材区别于科普读物的主要标志.本教材不刻意追求复杂的数学推导,但努力尝试用通俗的语言来阐述物理公式的内涵,用易懂的事例来类比物理现象和规律.因而整套教材通俗易懂、可读性强.

3. 题量丰富、适用性强

学习大学物理课程,适当地做一些习题是非常必要的,这有助于我们对所学内容的理解和掌握.本套书精选了较多的习题(包括思考题),内容覆盖面广、难易程度适中、题目类型齐全,有很强的实用性.

全套书分上、下两册.上册内容有质点运动学、质点动力学、刚体力学和流体力学、相对论力学、静电场、静电场中的导体和电介质、稳恒磁场、变化的电磁场;下册内容有振动、波动、光学、气体动理论、热力学基础、量子力学基础、原子核物理和粒子物理简介.

为适应信息化时代的要求,我们依托广益教育“九斗”APP,对全书进行了互联网立体化建设升级改造,全方位为老师和学生提供“教”与“学”的服务,书中提供了AR交互动画、微视频、拓展阅读、科学家简介等资源.为了提高学生的学习主动性,我们还将原书中的部分附录、本章摘要和习题参考答案都移至互联网供学生扫码阅读.从而有助于提高学生从互联网获取知识的能力.考虑非物理专业的实际情况,全套书着重于物理学基本概念、基础知识及思维方式的介绍,尽量避免一些烦琐的数学运算,力求使用通俗化的语言.

本套书由罗益民、吴烨任主编,曾卫东任副主编.罗益民教授长期任教于中南大学,是中南大学大学物理国家级精品资源共享课的课程负责人.中南大学在大学物理课程建设领域取得了优异的成绩,先后获得过国家工科物理教学基地、国家精品课程、国家级规划教材、国家级精品资源共享课等国家级荣誉.本教材的出版发行,传承了中南大学几代物理教师的经验积累,凝聚了中南大学大学物理教学中心全体同仁的智慧结晶.借此机会,编者首先对中南大学的各位前辈和同事表示由衷的感谢.此外,范军怀、唐咸荣构思并设计了全书在线课程教学资源的结构与配置,余燕、苏梓安参与了AR及动画方案的设计,刘国辉、杜立编辑了教学资源的内容,苏文华审查了全书配套的教学资源.北京邮电大学出版社为本套书的出版、发行和推广做了大量的工作.在此一并致谢.

由于编者水平有限,加之时间仓促,疏漏和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正.

编者

2019年3月于中南大学

目 录

绪论	1
----------	---

第 1 篇 力学

第 1 章 质点运动学	7
-------------------	---

1.1 质点运动的描述	8
-------------------	---

1.1.1 质点 参考系 坐标系 时间和空间	8
------------------------------	---

1.1.2 位置矢量与运动方程	9
-----------------------	---

1.1.3 位移与路程	9
-------------------	---

1.1.4 速度和速率	10
-------------------	----

1.1.5 加速度	12
-----------------	----

1.1.6 质点运动学的两类问题	13
------------------------	----

1.2 运动叠加原理	16
------------------	----

1.2.1 运动叠加原理	16
--------------------	----

1.2.2 平面曲线运动 切向加速度 法向加速度	18
--------------------------------	----

1.2.3 径向速度 横向速度 圆周运动的角量描述	20
---------------------------------	----

1.3 相对运动	23
----------------	----

拓展阅读	25
------------	----

思考题	26
-----------	----

习题	27
----------	----

第 2 章 质点动力学	29
-------------------	----

2.1 牛顿运动定律	30
------------------	----

2.1.1 牛顿第一定律	30
--------------------	----

2.1.2 牛顿第二定律	31
--------------------	----

2.1.3 牛顿第三定律	32
--------------------	----

2.1.4 牛顿定律的应用	32
---------------------	----

2.2 惯性系与非惯性系力学	35
----------------------	----

2.2.1 惯性系与非惯性系	35
----------------------	----

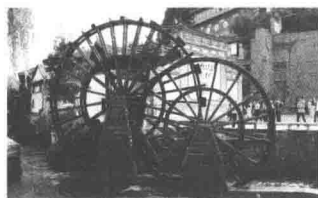


2.2.2 惯性力	36
2.3 冲量 动量守恒定律	39
2.3.1 冲量 质点的动量定理	39
2.3.2 质点系的动量定理	41
2.3.3 动量守恒定律	42
* 2.3.4 火箭发射原理	46
2.4 功和能 机械能守恒定律	47
2.4.1 功 功率	48
2.4.2 质点的动能定理	51
2.4.3 质点系的功能原理	52
2.4.4 机械能守恒定律与能量守恒定律	56
拓展阅读	59
思考题	59
习题	60

第3章 刚体力学和流体力学

65

3.1 刚体运动的描述	66
3.1.1 平动和转动	66
3.1.2 定轴转动的角量描述	67
3.2 刚体定轴转动定律 转动惯量	68
3.2.1 力矩	68
3.2.2 转动定律	70
3.2.3 转动惯量	71
3.2.4 转动定律应用举例	74
3.3 刚体定轴转动的功和能	76
3.3.1 力矩的功	76
3.3.2 转动动能	77
3.3.3 刚体定轴转动的动能定理	77
3.3.4 刚体的重力势能	78
3.4 角动量定理 角动量守恒定律	80
3.4.1 质点的角动量定理和角动量守恒定律	80
3.4.2 刚体对定轴的角动量	83
3.4.3 刚体定轴转动的角动量定理	83
3.4.4 角动量守恒定律及其应用	84
3.5 碰撞	87
* 3.6 刚体的进动	90
3.7 理想流体和伯努利方程	91

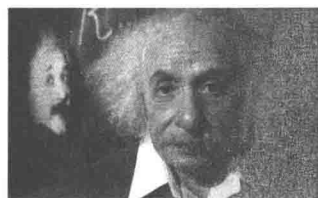


3.7.1 流体的压强	91
3.7.2 关于理想流体的几个概念	92
3.7.3 理想流体的连续性方程	93
3.7.4 伯努利方程	94
3.8 伯努利方程的应用	96
3.8.1 空吸作用	96
3.8.2 流速计	97
3.8.3 流量计	97
3.8.4 飞机升力	98
拓展阅读	98
思考题	99
习题	99

第4章 相对论力学

103

4.1 爱因斯坦基本假设	104
4.1.1 力学相对性原理和伽利略变换	104
4.1.2 狭义相对论产生的实验基础和历史背景	106
4.1.3 爱因斯坦基本假设(狭义相对论基本原理)	110
4.2 洛伦兹变换	110
4.2.1 洛伦兹坐标变换	110
4.2.2 洛伦兹速度变换	114
4.3 狭义相对论时空观	116
4.3.1 “同时性”的相对性	116
4.3.2 时间膨胀	117
4.3.3 长度收缩	118
4.3.4 因果关系的绝对性	120
4.4 相对论动力学基础	122
4.4.1 相对论质速关系	122
4.4.2 相对论动力学的基本方程	124
4.4.3 相对论动能	124
4.4.4 静能、总能和质能关系	125
4.4.5 能量和动量的关系	127
* 4.5 广义相对论简介	128
4.5.1 广义相对论的两条基本原理	128
4.5.2 广义相对论的重要结论	129
拓展阅读	133
思考题	133





习题	133
----------	-----

第 2 篇 电磁学

第 5 章 静电场 137

5.1 电场强度	138
5.1.1 电荷及其性质	138
5.1.2 库仑定律	139
5.1.3 电场强度	140
5.1.4 带电体在外电场中所受的作用	146
5.2 静电场中的高斯定理	146
5.2.1 电场强度通量	146
5.2.2 静电场中的高斯定理	148
5.3 静电场的环路定理 电势	154
5.3.1 静电场的环路定理	154
5.3.2 电势和电势差	156
5.3.3 等势面 电势梯度	161
拓展阅读	164
思考题	164
习题	165

第 6 章 静电场中的导体和电介质 167

6.1 静电场中的导体	168
6.1.1 导体的静电平衡	168
6.1.2 有导体存在时场强与电势的计算	169
6.1.3 静电的应用	171
6.2 静电场中的电介质	173
6.2.1 电介质的极化	173
6.2.2 电介质中的电场	174
6.2.3 电位移矢量 电介质中的高斯定理	177
6.3 静电场的能量	179
6.3.1 电容和电容器	179
6.3.2 电容器的连接	181
6.3.3 电容器的储能	183
6.3.4 静电场的能量	183
* 6.3.5 电荷系统的静电能	186
拓展阅读	189

思考题	189
习题	189
第 7 章 稳恒磁场	192
7.1 磁感应强度	193
7.1.1 磁现象 磁场	193
7.1.2 电流和电流密度	193
7.1.3 磁感应强度	194
7.2 磁场中的高斯定理	195
7.2.1 磁感线	195
7.2.2 磁通量	196
7.2.3 磁场中的高斯定理	196
7.3 毕奥-萨伐尔定律及其应用	197
7.3.1 稳恒电流的磁场	197
7.3.2 运动电荷的磁场	198
7.3.3 载流线圈的磁矩	199
7.3.4 毕奥-萨伐尔定律的应用	199
7.4 磁场的安培环路定理	204
7.4.1 安培环路定理	204
7.4.2 安培环路定理的应用	206
7.5 磁场对运动电荷和载流导线的作用	210
7.5.1 洛伦兹力	210
7.5.2 带电粒子在磁场中的运动	210
7.5.3 霍尔效应	212
7.5.4 洛伦兹力在科学与工程中的应用实例	213
7.5.5 安培力	218
7.6 磁力的功	221
7.6.1 磁力对载流导线做功	221
7.6.2 磁力矩对转动载流线圈做功	221
7.7 磁介质	223
7.7.1 磁介质的分类	223
7.7.2 顺磁质与抗磁质的磁化	224
7.7.3 磁场强度、磁介质中的安培环路定理	225
7.7.4 铁磁质	228
拓展阅读	231
思考题	231
习题	232





第8章 变化的电磁场

237

8.1 电磁感应的基本定律	238
8.1.1 电磁感应现象	238
8.1.2 法拉第电磁感应定律	239
8.1.3 楞次定律	239
8.2 动生电动势	241
8.2.1 电源 电动势	241
8.2.2 动生电动势	243
8.3 感生电动势和感生电场	245
8.3.1 感生电动势 涡旋电场	245
8.3.2 电子感应加速器	248
8.3.3 涡电流	248
8.4 自感应 互感应	249
8.4.1 自感	249
8.4.2 互感	251
8.4.3 RL串联电路的暂态过程	253
8.5 磁场的能量	254
8.5.1 自感磁能	254
8.5.2 互感磁能	255
8.5.3 磁场能量	256
8.6 位移电流和全电流定律	257
8.6.1 位移电流	257
8.6.2 全电流定律	258
8.7 麦克斯韦方程组	260
8.8 电磁波	262
* 8.8.1 电磁波的波动方程	262
8.8.2 电磁波的辐射	263
8.8.3 平面电磁波的传播	266
8.8.4 电磁波的能量和能流	268
8.8.5 电磁波的动量	269
8.8.6 电磁波谱	270
拓展阅读	271
思考题	271
习题	273

附录

277

绪 论

1. 物理学的起源和发展

追溯物理学的起源就像寻找大江长河的源头一样十分困难。细小的溪流渐渐聚成小河，小河又汇成真正的“河流”，其间不断有支流加入，河床越变越宽，最后变成汹涌澎湃的洪流注入汪洋大海。

使物理学这条大河诞生的小溪遍布于人类居住的地球表面，但其中多数似乎集中在巴尔干半岛南端，那里居住的人们，我们今天称之为“古希腊人”。如果从古希腊的自然哲学算起，物理学的发展已有 2 600 多年的历史。物理学一词，正是从希腊文“自然(φύσις)”推演而来的，是古希腊哲学家亚里士多德对物理学的重要贡献。在古代欧洲，物理学是自然科学的总称，随着科学的发展，它的各部分才逐渐形成独立的学科，如天文学、生物学、地质学等。

物理学真正成为一门精密学科，是从 1687 年牛顿出版《自然哲学之数学原理》开始的。牛顿在许多科学家，特别是在伽利略、笛卡儿、惠更斯等人工作的基础上，提出了著名的牛顿运动三定律，奠定了经典力学的基础。

牛顿通过对重力的研究，得出了地心引力与物体到地心距离平方成反比的结论，并由此得出万有引力定律。他把这个定律应用到行星绕日的运动，从数学上导出了 17 世纪初由开普勒发现的但半个世纪以来未能得到解释的开普勒行星运动三定律。18 世纪和 19 世纪的伟大数学家们发展了牛顿的工作，导致天文学中一个重要分支——天体力学的诞生，它使人们能以很高的精确度算出太阳系中行星在万有引力作用下的运动。天体力学的最大成就之一是：科学家根据理论预言分别于 1846 年和 1930 年发现了海王星和冥王星。

牛顿对光学研究也做出了很大贡献，基本上证明了白光实际上是从红到紫的七种不同颜色的光线的混合。他还发现了不同颜色的光具有不同的折射本领，从而解释了“虹”这一自然现象。但是，在光的本性问题上，牛顿遇到了一位对手的挑战，他就是惠更斯。牛顿坚持光的微粒说，而惠更斯主张光的波动说。两种学说都能解释光的直线传播、反射、折射等现象，但光的波动说认为光在光密媒质中的传播速度小于光在光疏媒质中的传播速度，而光的粒子学说却得到相反的结论，因为光线从光疏媒质进入光密媒质发生折射时要向法线方向偏转，这需要假设光线通过界面时受到一个垂直于界面的力而产生加速度。由于当时无法对光速进行测量，基于牛顿的巨大权威，同时也由于惠更斯未能用严密的数学方法来发展他的学说，在长达一个世纪的时间里，牛顿的微粒说占了上风。直到 1800 年，英国物理学家托马斯·杨发现了光的干涉现象，这是微粒学说无法解释的，这样光的波动学说才最终取得了胜利。

热力学发展的历史记载着物理学家为解决能源问题而不懈努力的壮丽史诗。人类始终面临着能源问题的困扰，因而曾一度梦想能一劳永逸地解决能源问题。在很长一段时间内，人们试图制造一种机器(后被称为第一类永动机)，这种机器能不断地对外做功而不需外界补充任何能量。

19世纪中叶,德国人迈尔、德国人赫尔姆霍兹、英国人焦耳各自独立地提出了能量守恒定律,包括热现象在内的能量守恒定律称为热力学第一定律.虽然热力学第一定律否定了制造第一类永动机的可能,但人类寻求解决能源问题的努力并未就此止步.人们又设想能否制造一种机械(后被称为第二类永动机),能将来自单一热源的热量百分之百地转化为机械能.如果可行的话,我们就可利用海水蕴藏的巨大热能做功,但制造第二类永动机的努力始终没有成功.原因何在?德国人克劳修斯发现的热力学第二定律对此作出了回答.由此结束了人们制造第二类永动机的幻想.永动机虽然不可能制造,想办法提高热机效率却是可能的.但提高热机效率的途径何在?其效率的提高是否有个限度?1824年,由法国工程师卡诺提出的卡诺定理,从理论上解决了上述问题,从而为提高热机效率指明了方向.

电学在18世纪还处于混沌初开的阶段,其研究是从摩擦起电、天电、电火这样一些实验和观察开始的.1731年,英国人格雷发现:由摩擦产生的电,在玻璃或丝绸这类物体上可被保留下来而不流动;而金属一类物体不能由摩擦而产生电,但它们却可以把电从一处传到另一处.他第一个分清了导体和绝缘体.1733年,法国人杜菲经过实验首次区分了阳电和阴电,并提出了同电相斥、异电相吸的概念.美国的富兰克林从1746年起开始研究电的性质,他第一个认识到两种不同的电相接触时会产生电火花,并于1753年发明了避雷针,使电学首次获得了应用.法国人库仑发明了一种“扭秤”,可用来测量很弱的力,并于1785年建立了库仑定律.电学从此走上了定量研究的科学道路.

人类对磁现象的认识最早来源于磁铁,磁铁具有吸铁的性质,自由状态时总是指向南北方向,因而磁铁可用来确认方向,指南针就是我国古代的四大发明之一.然而电和磁之间的联系人们一直未能确定,电荷对磁铁丝毫没有影响,磁铁对静止电荷也没有丝毫影响.发现电和磁之间的联系,要归功于丹麦物理学家奥斯特.1820年,他首次发现通电导线能使小磁针发生偏转,并将原来互相独立的电学和磁学统称为“电磁学”.奥斯特的发现传到巴黎,引起了安培的注意.他很快就发现:不仅电流对磁针有作用,且两个电流之间彼此也有作用;一个载流线圈就相当于一块磁铁.安培还首次明确表述了电流是电荷沿导线运动的思想.

在奥斯特发现电能产生磁后,英国以法拉第为代表,致力于寻找奥斯特电磁效应的逆效应——由磁来产生电.法拉第在1824年就萌发了一个信念:电与磁既然如此密切相关,电流可以产生磁,则磁也应当可以逆变为电.但后者显然比前者复杂,因为电流的周围存在磁场,但磁铁的周围并没有电流.因此,法拉第初期的实验并不顺利,直到1831年,法拉第才发现只有变化的磁场才能产生电的“电磁感应定律”.关于电与磁的相互转化,从奥斯特开始到法拉第为止基本告一段落.这些重大发现导致技术上产生了电磁铁,产生了电动机,最终西门子于1867年制成了发电机,打开了人类进入电气化时代的大门.

就在法拉第发现电磁感应定律那一年,麦克斯韦出生于苏格兰的爱丁堡.后来他成了一位优秀的数学家和物理学家.麦克斯韦由法拉第电磁感应定律联想到:既然变化的磁场可以激发电场,那么反过来,变化的电场就一定激发电场.他于1862年提出了“位移电流”假说.1864年,麦克斯韦高度概括了电磁场的规律,总结出被后人称为麦克斯韦方程组的一组方程,于1865年预言了电磁波,并断言光也是一种电磁波.1888年,德国物理学家赫兹用实验证实了电磁波的存在,从而导致了无线电通信技术的发展,将人类带进了电信时代.

从17世纪末到19世纪末,人类经过近200年的努力,对物理学的研究取得了巨大的成功,建立了一套完整的经典物理理论体系,几乎能解释自然界的一切物理现象及所有实验事实.大部分物理学家乐观地认为:经典物理学的宏伟大厦已基本建成.

然而,19世纪末20世纪初涌现出来的许多新的实验事实,是经典物理学无法解释的,这些实验事实从根本上动摇了经典物理学大厦的基础.例如:19世纪末,人们发现固体热容量只在高温时与经典热力学理论相符,温度越低与经典理论的偏离就越远;氢光谱谱线的规律也无法用经典理论来解释;此外,20世纪初发现的光电效应、康普顿效应以及为实验所证实的原子有核模型,都是经典理论无法解释的.

在所有与经典理论相矛盾的实验中,最突出的有两个:一是试图测定“以太”存在的迈克耳孙-莫雷实验;二是关于黑体辐射的所谓“紫外灾变”.

按照光的波动说及麦克斯韦的电磁场理论,光波、电磁波是在一个绝对静止的“以太海”里扰动着、传播着,以太充满了整个宇宙空间,只能绝对静止.迈克耳孙-莫雷试图用光的干涉的方法证实以太的存在,从而确定一个绝对静止的参考系.尽管根据经典理论该方法从实验原理到实验装置无懈可击,然而实验结果却与他们的预想完全相反.于是只有一种可能:该实验的前提是错误的,即根本就不存在“以太”这样一种绝对静止的物质.

19世纪末,实验物理学家已测得黑体在一定温度下发出的辐射强度曲线,即辐射强度与波长(或频率)的关系.为了解释这一辐射曲线,许多物理学家付出了巨大的努力.维恩从热力学普遍理论及实验数据分析,得出的辐射强度公式只在高频范围与实验相符;瑞利和金斯根据经典电动力学得出的公式与维恩公式正好相反,只在低频范围与实验结果相符,在频率较高时与实验产生明显的歧离,并且得出辐射频率越高强度越大、辐射频率向高频方向移动强度将无止境增大的结论.当时,有人将这一矛盾称为“紫外灾变”.一来表示由该公式将得出荒谬的结论,高频(紫外)辐射突然夺走辐射体的全部能量,使之瞬间冷却到绝对零度;二来借喻经典理论在新实验事实面前遇到的困境.

由于当时大多数物理学家对出现这些理论与实验的矛盾缺乏思想准备,因而对经典理论,既抱固守根基的信念,又有恐其破灭的疑惧.许多物理学家惊叹:我们必须等待第二个牛顿出现,建立一种新的以太理论.1900年,汤姆孙在《遮盖在热和光的动力理论上的19世纪乌云》的演说中,留下了这样的名言:“19世纪末的物理学上空,犹有两朵乌云,一是迈克耳孙的否定‘以太’实验,一是黑体辐射,这两朵乌云定会在未来卷起漫天风暴.”

1905年,爱因斯坦彻底挣脱经典物理学的束缚,抛开绝对时间和绝对空间的概念,把革命的时空观引入物理学,成功地解释了迈克耳孙-莫雷实验,爱因斯坦对时空观的革命最终导致了相对论的建立.

1900年,普朗克对黑体辐射的维恩公式和瑞利-金斯公式进行了修改,其中做出了一个大胆而有决定意义的假设:谐振子的能量不能连续取值,只能取一些分立值.所得公式与实验曲线符合得很好.普朗克对经典物理学中能量连续的观念进行了革命,提出了能量“量子化”的概念,圆满地解决了黑体辐射中“紫外灾变”的难题.爱因斯坦、康普顿、玻尔、德布罗意等物理学家将“量子化”的概念加以推广和应用,解释了许多经典物理学无法解释的实验现象.最终薛定谔和海森堡完成了数学表述,这样,一门新的学科——量子力学诞生了.

伴随着相对论和量子力学的创立,19世纪末漂浮在物理学晴朗天空中的两朵乌云,在20世纪初终被驱散,近代物理的两大支柱得以形成.更为神奇的是,相对论和量子力学并没有否定经典物理学,只是在更深层次上描述了物质世界的客观规律.至此,人类历经200多年的努力,通过许多物理学家开创性的工作,凝聚了无数无名英雄默默无闻的奉献,物理学终于发展成为一门十分完美的学科,并以此为起点,向着更高、更深的层次延伸,向着更广泛的应用领域拓展.

2. 物理学概述

物理学是关于自然界最基本形态的科学. 它研究物质的结构和相互作用以及它们的运动规律. 其研究领域十分广泛, 尺度从比质子(10^{-15}m)更小的粒子(夸克), 直到目前可探测到的最远距离(10^{26}m)的类星体; 时间从短到 10^{-25}s 的最不稳定的粒子寿命, 直到长达 10^{39}s 的质子寿命. 其空间尺度跨越 42 个数量级, 时间范围跨越 65 个数量级; 涉及的温度从接近绝对零度的低温到热核反应的几亿度高温; 速度从静止到运动速度的极限——光速. 除研究物质的气、液、固三态外, 还研究等离子体态、中子态, 等等.

从微观粒子到巨大的星体, 从细菌到人, 物质如何聚集起来? 这是物理学要回答的另一问题. 物理学的研究表明: 物质世界千变万化的现象归根结底只受 4 种基本相互作用的支配. 这 4 种基本相互作用是:

① 引力相互作用; ② 电磁相互作用; ③ 强相互作用; ④ 弱相互作用.

引力相互作用支配着宇宙天体的运动规律, 电磁相互作用是原子得以存在的基础, 强相互作用使原子核不会解体, 弱相互作用引起粒子间的某些过程(如衰变等).

进一步研究这 4 种相互作用的机理和统一, 是物理学的另一努力方向.

3. 物理学和其他自然科学及技术科学的关系

物理学是其他自然科学的基础. 运动形式由低级到高级可分为机械运动—物理运动—化学运动—生命运动—社会运动 5 个层次, 高级运动包含着低级运动. 例如, 化学反应既包含分子、原子的机械运动, 又包含发热、发光等物理运动; 生命运动既包含血液流动, 心脏跳动等机械运动, 也包含热能转换等物理运动, 还包含食物消化、营养吸收等化学运动; 社会运动更为复杂, 已不属于自然科学的研究范围, 但它必然包含其余 4 种较为低级的运动. 由此可见, 自然界的一切运动都包含机械运动、物理运动等运动形式, 这正是物理学的研究范围. 而物理学所研究的粒子和原子构成了蛋白质、基因、器官、生物体, 乃至一切人造的和天然的物质, 构成了陆地、海洋和大气等. 因此可以说物理学构成了其他自然科学的基础. 物理学的基本概念和技术已被应用到了所有自然科学领域, 甚至于某些社会科学领域.

1765 年, 经瓦特的重大改进, 出现了现代水平的蒸汽机, 并导致了第一次工业革命. 此后, 科学技术获得了突飞猛进的发展, 我们的生活也因此经历了翻天覆地的变化, 其成果之巨甚至已无法用“丰厚”“辉煌”等词汇来形容. 机器延伸了人类的体力, 计算机延伸了人类的脑力, 很多过去人类力所不能及的事情现在变得轻而易举. 航天技术使人类挣脱了地球的巨大引力进入太空, 人类的足迹已踏上月球, 正在向火星进发; 信息科技的发展使几十亿人居住的地球变成了一个“村”……科学技术的每一次重大突破, 大多植根于物理学这片沃土. 三次工业革命的浪潮, 使我们经历了机械化—电气化—信息化的重大变革, 彻底改变了人类的生活方式, 这三次工业革命均无一例外地起源于物理学的重大突破. 可以毫不夸张地说, 物理学是许多科学与技术的基础和发源地, 没有物理学的发展, 就不可能有今天的科学和技术.

4. 物理学和素质教育

现代科学技术的飞速发展导致知识急剧膨胀, 更新速度空前加快, 高等学校教育时间的有限性和知识增长的无限性的矛盾, 决定了任何人不可能一劳永逸地仅凭学校几年所学受用终生, 而是需要不断充实、更新. 另外, 社会对人才的需求已越来越由“专才”向“通才”转变, 所谓通才, 并非样样都通, 在知识大爆炸的时代, 任何人也没有这个本事, 而是要求人们应具有不断获取新知识的能力. 素质教育就是要培养学生这种能力.

大学物理不仅仅是一门重要的基础理论课程,而且在素质教育中有着特殊的地位和作用。

物理学家在创立和发展物理学的过程中,不仅发现和创立了物理学概念、规律和理论,它们构成其他自然科学的基础,而且总结和发展了许多极其精彩的具体研究方法,如观察和实验、假说、类比、归纳和演绎、分析和综合、证明和反驳等。一方面,这些研究方法不仅为物理学家所使用,而且实际上构成了科学研究方法的主体,对其他学科的研究起着指导作用;另一方面,物理学的研究方法也有其独有的特点,如严密的逻辑推理、理论与实验的紧密结合等。可见,物理学研究方法既具普遍性,又有典型性。通过物理课程的学习,掌握这些研究方法,十分有利于学生科学素质的提高。

在物理学发展的历史长河中,一代又一代的物理学精英们站在巨人的肩膀上,向着物理学的一个个高峰奋勇攀登。具有真知灼见、勇于破旧立新的勇敢战士,百折不挠、孜孜以求的学者大师,不断涌现。他们的辉煌业绩、他们的开拓精神,永远值得我们铭记和学习,是素质教育不可多得的题材。

5. 怎样学好物理学

怎样学好物理学?每个人都应有自己的经验和体会,很难有一个共同的答案,因为每个人都有一套适合自己的学习方法。笔者仅根据个人体会提出几点建议。

(1) 正确认识物理学的作用。

学习大学物理课程的同学,绝大部分都不是物理专业的学生,在学习过程中,特别是碰到困难的时候,难免会提出这样一个很难准确回答的问题:物理学和我的专业究竟有何关系?

如前所述,物理学是其他自然科学的基础,物理学的研究方法对其他学科起着指导作用,但并不等同于物理学就是其他自然科学,物理学的研究方法可以照搬至其他学科的研究之中。物理学的研究成果转变为技术上的实际应用,有一个酝酿期,短则几年,长则上百年,中间仍需经过许多艰苦的努力。物理学也并非无所不包,物理学的丰富内涵更是一门大学物理课程无法涵盖的。那种认为学完物理课马上就能收到立竿见影的效果的急功近利的想法是不切实际的。当然,认为物理课可有可无的另外一个极端也是错误的。不管物理课与自己今后从事的专业有无直接关系,掌握物理学的基础理论、思维方式及研究方法都将受益终生。

(2) 重视课堂学习。

作为一名大学生,经过十余年的读书学习,已经有了一定的自学能力,因此有的学生忽略了课堂学习,这是完全错误的。学习物理学,最重要的无疑是要学习其物理思想、思维方式及研究方法,这些内容必然融汇于教师的课堂讲授中,因此平时认真听课是非常重要的。如果只满足于考前背几个死公式、做几道习题,考后忘得一干二净,即便考试及格,甚至得到了高分,也达不到学习物理学的真正目的。

(3) 认真做作业。

作业很容易和应试教育相联系而成为“减负”的对象。当然,片面追求难题、怪题,陷学生于题海之中的做法确需改进,但课后完成数量适中、难度适当的习题,不仅有助于巩固课堂学习内容,而且有利于素质教育。因为每道习题都是要学生思考或解决一个或几个问题,思考的问题多了,学生的逻辑思维能力、解决问题的能力自然得到了提高。

在科学的道路上没有平坦的大道可走,只有那在崎岖小路的攀登上不畏劳苦的人,才有希望到达光辉的顶点。让我们牢记革命导师的教诲,开始踏上学习大学物理的征程吧!

第 1 篇

力 学

物理学是其他自然科学的基础,而力学则是物理学的基础。

力学是研究机械运动规律的科学。所谓机械运动,指的是物体之间或物体各部分之间的相对位置随时间变化。它是自然界中最普遍、最基本的运动形式,所有其他的物体运动形式几乎都包含机械运动。

力学的创立和发展经历了漫长的时期。早在公元前 300 多年,古希腊哲学家和科学家亚里士多德(Aristotle)发展了最早的运动理论,他认为物体下落的快慢由它们的重量决定,必须有力的作用才能维持物体的运动等。由于他的这些论断符合人们的日常观察,因而统治了学术界长达 2 000 年之久。16 世纪末,伽利略(G. Galileo)通过大量的实验,得出了重物与轻物下落得同样快的结论;牛顿(I. Newton)在总结了伽利略、笛卡儿(R. Descartes)等人研究成果的基础上,于 1687 年提出了著名的牛顿运动三定律及万有引力定律,并从数学上导出了由开普勒(J. Kepler)发现、但半个世纪以来未能得到解释的开普勒行星运动三定律,海王星和冥王星的发现,正是万有引力定律的杰作。以牛顿运动定律为基础发展而来的力学理论称为牛顿力学,又称经典力学,牛顿力学研究宏观低速物体的运动规律。

随着科学技术的发展,新的实验事实不断出现,牛顿力学的局限性也随之突显,它不适用于高速运动物体。于是人们在牛顿力学的基础上创立了相对论。相对论是研究宏观高速运动物体运动规律的学科,但相对论并未否定牛顿力学,相反,它包含了牛顿力学。

本篇主要内容包括质点运动学、质点动力学、刚体力学和流体力学,以及相对论力学等。

