



高等学校国家精品课程建设教材  
国家工科物理教学基地教材

21世纪高等学校规划教材

# 大学物理 (上)

DAXUE WULI

主编 罗益民 余 燕  
主审 叶善专



北京邮电大学出版社  
[www.buptpress.com](http://www.buptpress.com)

高等学校国家精品课程建设教材  
国家工科物理教学基地教材

21 世纪高等学校规划教材

# 大学物理

(上)

主编 罗益民 余 燕  
主审 叶善专



北京邮电大学出版社  
[www.buptpress.com](http://www.buptpress.com)

## 内容简介

本书是依据教育部颁布的“高等工业学校大学物理课程教学基本要求”,结合编者多年的教学实践经验编写而成的。

全书分上、下两册。上册内容有力学、热物理学;下册包括电磁学、光学和近代物理学。书中主要是理工科普通物理教学大纲要求的基本内容,另选编有阅读材料,所涉及的是物理学知识在各相关领域的应用及拓展,以利于开阔学生的视野;书中插图由专业人员利用最新计算机软件绘制而成,形象、准确、精美,使读者阅后印象深刻。

本套教材配有学习指导书,书中对大学物理课程学习过程中的重点、难点问题,作出了更为详尽的描述。

在全书编写过程中,编者充分考虑了非物理类专业具有多样性这个因素,着重讲述对各专业来说都是最基本的内容,加强了物理理论中基本概念和重要知识的描述,降低了对数学运算的要求,对“可繁可简,可深可浅”的内容,分层次表述,以便任课教师根据实际情况自行取舍。

本书可作为高等学校非物理专业大学物理课程的教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

大学物理.上/罗益民,余燕主编.—北京:北京邮电大学出版社,2004(2009.1重印)

ISBN 978-7-5635-0833-4

I. 大… II. ①罗…②余… III. 物理学—高等学校—教材 IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 126763 号

---

书 名	大学物理(上)
主 编	罗益民 余 燕
责任编辑	陈露晓
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	010-62282185(发行部) 010-62283578(传真)
电子信箱	ctrd@buptpress.com
经 销	各地新华书店
印 刷	北京忠信诚胶印厂
开 本	787mm×960mm 1/16
印 张	21.75
字 数	376 千字
版 次	2004 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 12 次印刷

---

ISBN 978-7-5635-0833-4

定 价(上、下册):52.00 元

如有质量问题请与发行部联系

版权所有 侵权必究

## 序

物理学是研究物质的组成、性质、运动和相互作用,并以此阐明物质运动规律的科学.它是自然科学中最重要的基础学科之一.物理学的基本概念、方法和知识已被应用到所有的自然科学领域,因此,大学物理是一门不可替代的基础课.

大学生培养从应试教育向素质教育的转变,对大学物理课程提出了新的要求:在传授物理知识的同时,应特别注重向学生传授有关物理学的研究方法和思维方式,以提高学生的科学素质.

物理学内容广泛,难度不一.作为一名工科大学生,学习大学物理的时间和精力有限,要想在较短的时间内掌握尽可能多的物理知识,选择一本好的教材尤为重要.

这套教材将传统编写思路发扬光大,兼顾了科学发现的历史顺序和科学本身的逻辑关系.教材由浅入深地讲述了物理学基本概念,形象地描绘了物理模型,适当地介绍了物理学在其他学科和新技术领域的应用,特别是用普通物理的语言讲述了近代物理的内容,使得整套教材的可接受性突出;教材淡化了复杂的数学运算,突出了物理概念的重要性;阅读材料的选择兼顾了物理知识的应用,也反映了物理学发展的前沿动态.全套教材的编写紧扣教学大纲,密切联系了工科专业大学物理教学的实际,富有创意和特色.教材选材合理,理论严谨,内容深入浅出,语言通俗易懂,很适合于初学者阅读.

中南大学是全国工科物理教学基地之一,参加本书编写的教师多年来一直从事大学物理教学工作,有着丰富的教学经验,为基地建设作出过很大的贡献,对大学物理课程教学有深刻的认识.该套教材也是编者们对基地建设经验的总结,凝聚了编者多年的心血,是一本难得的好书.

本人有感于他们对物理教材建设和工科专业大学物理教育所作的努力和贡献,特为之序.



钱列加 谨识

2004年1月于复旦大学

## 前 言

为适应“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的需要,根据教育部颁布的“高等工业学校大学物理课程教学基本要求”,编者结合自己多年的教学实践经验和国家工科物理教学基地建设的体会编写成了这套教材。

编者认真研究了国内外多种版本的同类教材,汲取了众多优秀教材的优点,以现代教育理念和现代物理思想为指导,以基础教育和素质教育为目的,构建了教材的结构体系。整套教材既继承了传统教学内容的框架,又增加了反映现代科技发展方向的前沿内容,除介绍物理学基本内容外,还适当穿插了物理学发展历史及研究方法的介绍,内容由浅入深,重点、难点突出。既能满足大学物理教学的需要,又能为素质教育作出一定的贡献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目标。

全套教材分为《大学物理》(上、下册)和《大学物理学习指导》,共三册。

本书由中南大学和武汉理工大学的老师们共同编写,中南大学是全国工科物理教学基地之一,其大学物理课程是国家精品课程。参加本书编写工作的教师多年来一直从事大学物理教学工作,对基地建设和国家精品课程建设作出了很大的贡献,对工科物理教学积累了丰富的经验并有许多独到的见解,这些经验和体会已被融入教材之中。

本书由罗益民、余燕主编。蔡建国编写第 1、2、3 章;雷杰编写第 4 章;廖红编写第 5、6 章;周一平编写第 7、8 章;罗益民编写第 9、10、11 章;唐英编写第 12 章;吴焯编写第 13、14 章。全套书最后由罗益民、余燕负责统稿和定稿。东南大学叶善专教授认真审查了全书,提出了宝贵的指导性意见;复旦大学钱列加教授审查了本书并为本书作序;湖南工业大学的老师们对本书的编写提出了许多宝贵的意见。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

2004 年 1 月

# 目 录

绪论	(1)
----	-----

## 第一篇 力 学

第 1 章 质点运动学	(10)
§ 1.1 时间、空间与量纲	(11)
§ 1.2 质点运动的描述	(14)
1.2.1 质点 参考系 坐标系	(14)
1.2.2 位置矢量与运动方程	(15)
1.2.3 位移与路程	(16)
1.2.4 速度	(16)
1.2.5 加速度	(18)
§ 1.3 圆周运动 切向加速度和法向加速度	(22)
§ 1.4 相对运动	(28)
本章提要	(31)
阅读材料(一)	(33)
思考题	(34)
习题	(36)
第 2 章 质点动力学	(38)
§ 2.1 牛顿运动定律	(38)
2.1.1 牛顿第一定律	(38)
2.1.2 牛顿第二定律	(39)
2.1.3 牛顿第三定律	(40)
2.1.4 牛顿定律的应用	(41)
§ 2.2 惯性系与非惯性系力学	(44)
2.2.1 惯性系与非惯性系	(44)
2.2.2 惯性力	(46)
* 2.2.3 科里奥利力	(49)

§ 2.3 冲量 动量守恒定律	(52)
2.3.1 冲量 质点的动量定理	(52)
2.3.2 质点系的动量定理	(54)
2.3.3 动量守恒定律	(56)
§ 2.4 功和能 机械能守恒定律	(60)
2.4.1 功 功率	(60)
2.4.2 质点的动能定理	(64)
2.4.3 质点系的功能原理	(65)
2.4.4 机械能守恒定律与能量守恒定律	(70)
本章提要	(74)
阅读材料(二)	(76)
思考题	(80)
习题	(82)
<b>第3章 刚体的定轴转动</b>	<b>(88)</b>
§ 3.1 刚体运动的描述	(88)
3.1.1 平动和转动	(88)
3.1.2 定轴转动的角量描述	(89)
§ 3.2 刚体定轴转动定律 转动惯量	(91)
3.2.1 力矩	(91)
3.2.2 转动定律	(93)
3.2.3 转动惯量	(94)
3.2.4 转动定律应用举例	(98)
§ 3.3 刚体定轴转动的功和能	(100)
3.3.1 力矩的功	(100)
3.3.2 转动动能	(101)
3.3.3 刚体定轴转动的动能定理	(101)
3.3.4 刚体的重力势能	(102)
§ 3.4 角动量定理 角动量守恒定律	(104)
3.4.1 质点的角动量	(105)
3.4.2 刚体对定轴的角动量	(106)
3.4.3 刚体的角动量定理	(107)
3.4.4 角动量守恒定律及其应用	(107)
§ 3.5 碰撞	(110)
* § 3.6 刚体的进动	(113)

本章提要	(115)
阅读材料(三)	(117)
思考题	(121)
习题	(122)
<b>第 4 章 狭义相对论</b>	<b>(126)</b>
§ 4.1 爱因斯坦基本假设	(126)
4.1.1 力学相对性原理和伽俐略变换	(126)
4.1.2 狭义相对论产生的实验基础和历史条件	(129)
4.1.3 爱因斯坦基本假设(狭义相对论基本原理)	(133)
§ 4.2 洛伦兹变换	(134)
4.2.1 洛伦兹坐标变换	(134)
* 4.2.2 洛伦兹速度变换	(138)
§ 4.3 狭义相对论时空观	(139)
4.3.1 “同时性”的相对性	(140)
4.3.2 时间膨胀	(141)
4.3.3 长度收缩	(142)
4.3.4 因果关系的绝对性	(145)
§ 4.4 相对论动力学基础	(146)
4.4.1 相对论质速关系	(146)
4.4.2 相对论动力学的基本方程	(147)
4.4.3 相对论动能	(148)
4.4.4 静能、总能和质能关系	(148)
4.4.5 能量和动量的关系	(151)
本章提要	(152)
阅读材料(四)	(154)
思考题	(160)
习题	(161)
<b>第 5 章 机械振动</b>	<b>(163)</b>
§ 5.1 简谐振动	(163)
5.1.1 简谐振动的方程(简谐振动的速度和加速度)	(163)
5.1.2 描述简谐振动的特征量	(165)
5.1.3 旋转矢量法	(168)
5.1.4 简谐振动的实例	(170)
5.1.5 简谐振动的能量	(173)



§ 5.2 简谐振动的合成 .....	(174)
5.2.1 两个同方向同频率简谐振动的合成 .....	(174)
5.2.2 两个同方向不同频率的简谐振动的合成 .....	(177)
5.2.3 相互垂直的简谐振动的合成 .....	(179)
§ 5.3 阻尼振动 受迫振动 共振 .....	(181)
5.3.1 阻尼振动 .....	(181)
5.3.2 受迫振动 共振 .....	(182)
* § 5.4 振动的分解 .....	(184)
* § 5.5 非线性振动简介 .....	(185)
本章提要 .....	(187)
阅读材料(五) .....	(189)
思考题 .....	(194)
习题 .....	(195)
<b>第 6 章 机械波</b> .....	(199)
§ 6.1 机械波的产生和传播 .....	(199)
6.1.1 机械波的形成 .....	(199)
6.1.2 描述波动的物理量 .....	(200)
§ 6.2 平面简谐波的波动方程 .....	(202)
§ 6.3 波的能量 .....	(206)
6.3.1 波的能量和能量密度 .....	(206)
6.3.2 波的能流和能流密度 .....	(207)
6.3.3 球面波 波的吸收 .....	(208)
§ 6.4 波的衍射 干涉 .....	(209)
6.4.1 惠更斯原理 波的衍射 .....	(209)
6.4.2 波的叠加原理 波的干涉 .....	(211)
§ 6.5 驻波 .....	(213)
6.5.1 驻波的形成 .....	(213)
6.5.2 驻波的波动方程 .....	(214)
6.5.3 半波损失 .....	(216)
* 6.5.4 弦线振动的简正模式 .....	(217)
§ 6.6 多普勒效应 .....	(218)
* § 6.7 非线性波简介 .....	(220)
本章提要 .....	(221)
阅读材料(六) .....	(224)

思考题	(230)
习题	(231)

## 第二篇 热物理学

<b>第 7 章 气体动理论</b>	(236)
§ 7.1 平衡态 温度 理想气体状态方程	(236)
7.1.1 平衡态	(236)
7.1.2 温度	(237)
7.1.3 理想气体状态方程	(238)
7.1.4 统计规律的基本概念	(238)
§ 7.2 理想气体的压强	(240)
7.2.1 理想气体的微观模型 平衡状态气体的统计假设	(240)
7.2.2 理想气体压强公式及其统计意义	(241)
§ 7.3 温度的微观本质	(243)
7.3.1 温度的微观解释	(243)
7.3.2 方均根速率	(244)
§ 7.4 能量均分定理 理想气体的内能	(245)
7.4.1 分子的自由度	(245)
7.4.2 能量均分定理	(247)
7.4.3 理想气体的内能	(248)
§ 7.5 麦克斯韦速率分布	(248)
7.5.1 麦克斯韦速率分布律	(249)
7.5.2 三个统计速率	(251)
§ 7.6 玻耳兹曼分布	(255)
§ 7.7 气体分子的平均碰撞频率和平均自由程	(258)
* § 7.8 气体内的输运过程	(260)
7.8.1 内摩擦现象(粘滞现象)	(260)
7.8.2 热传导现象	(261)
7.8.3 扩散现象	(262)
本章提要	(264)
阅读材料(七)	(267)
思考题	(269)
习题	(270)
<b>第 8 章 热力学基础</b>	(272)

§ 8.1 准静态过程 .....	(272)
8.1.1 准静态过程 .....	(272)
8.1.2 内能、功和热量 .....	(273)
8.1.3 准静态过程的功和热量 .....	(274)
§ 8.2 热力学第一定律 .....	(275)
8.2.1 热力学第一定律 .....	(275)
8.2.2 热力学第一定律对理想气体平衡过程的应用 .....	(276)
§ 8.3 循环过程和卡诺循环 .....	(283)
8.3.1 循环过程 .....	(283)
8.3.2 卡诺循环 .....	(284)
§ 8.4 热力学第二定律 .....	(289)
8.4.1 热力学第二定律 .....	(289)
8.4.2 热力学第二定律两种表述的等效性 .....	(290)
8.4.3 可逆与不可逆过程 .....	(291)
8.4.4 卡诺定理 .....	(293)
§ 8.5 热力学第二定律的统计意义 熵 .....	(295)
8.5.1 热力学第二定律的统计意义 .....	(295)
8.5.2 熵 熵增原理 .....	(297)
8.5.3 熵的热力学表示 .....	(299)
* 8.5.4 熵与能量退化 开放系统熵变 .....	(304)
本章提要 .....	(307)
阅读材料(八) .....	(309)
思考题 .....	(315)
习题 .....	(316)
附录 I 国际单位制(SI) .....	(318)
附录 II 常用基本物理常量表 .....	(320)
附录 III 物理量的名称、符号和单位(SI)一览表 .....	(321)
附录 IV 空气、水、地球、太阳系一些常用数据 .....	(324)
附录 V 历年诺贝尔物理学奖获得者 .....	(325)
习题答案 .....	(331)

# 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. 细小的溪流渐渐汇成小河, 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大洋之中.

使物理学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 2600 多年的历史, 物理学一词正是从希腊文“自然(φύσις)”一词推演而来, 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, 物理学一词是自然科学的总称, 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 年牛顿发表《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 世纪初开普勒的发现, 即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, 是分别于 1846 年和 1930 年根据理论预言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因而产生加速度.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,在长达一个世纪之久的时间里,牛顿的微粒说一直占了上风.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、英国人焦尔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做出了回答.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年格雷由实验发现: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.美国的富兰克林从1746年起开始研究电的性质,他首次提出电可以分为阳电和阴电两类,这两种电相接触时就产生电火花.他还于1753年发明了避雷针,使电学首次获得了应用.对电学的定量研究是从卡文迪许开始的,他首先发明了验电器用以比较带电量的大小.库仑发明了一种“扭秤”可用于测量很弱的力,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,自由状态时总是指南南北方向,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没能抓住,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,变化的电场就一定能激发磁场,并于 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定光也是一种电磁波.1888 年德国物理学家赫兹从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”存在的迈克耳逊-莫雷实验,二是关于黑体辐射的所谓“紫外灾难”.

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,又绝对静止.迈克耳逊-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, 然后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, 随辐射频率向高频范围移动, 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, 汤姆逊在《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, 一是迈克耳逊的否定‘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逊-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: 即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;包含的时间从短到 $10^{-25}$  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,归根结底只受四种基本相互作用的支配.这四种基本相互作用是:

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).

进一步研究这四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—社会运动五个层次,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,但它必然包含其余四种较为低级的运动.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.另一方面,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,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.此后的200多年,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,其成果之巨已无法用“丰厚”、“辉煌”等词汇来形容.机器延伸了人类的体力,电脑延伸了人类的脑力,很多过去人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, 院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, 而且总结和发展的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, 不畏艰难、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于自己的学习方法. 笔者仅以亲身体会提出几点建议:

##### (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