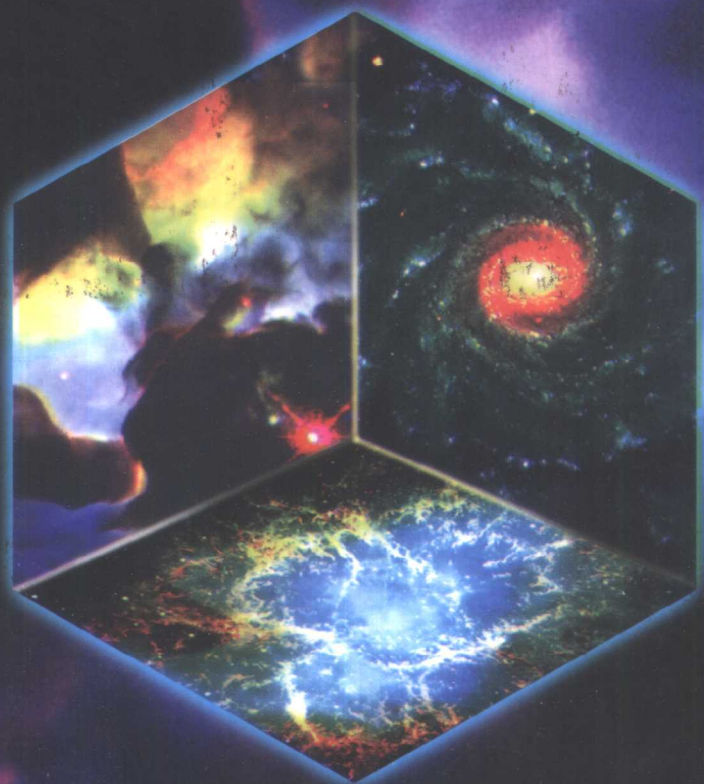


大学物理

(人文、社科、经济、管理类专业适用)

主编 张淳民 主审 陈秉乾



西安交通大学出版社

大学物理

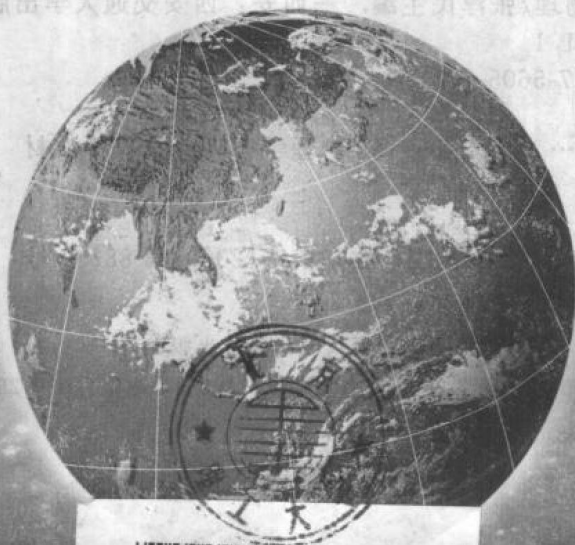
(人文、社科、经济、管理类专业适用)

主编 张淳民

编著 张学恭 王小力 张孝林 徐忠锋

主审 陈秉乾

GA13/08



998500

西安交通大学出版社

· 西安 ·

内 容 提 要

本书从现代科技、经济、社会发展对高素质创新人才培养的总体要求出发,对物理学课程的框架体系作了较大变动。在课程内容的优化及现代化方面作了较大幅度的改革,注重了物理学思想、科学思维方法、科学观点的传授,加强了物理学的概念及物理学与其他学科的联系。

本书内容分为对称性与守恒定律、时空观、物质与波、物质与相互作用、物理学与技术科学等五部分。

本书可作为高等院校的人文、社科、经济、管理类专业的大学物理教材,也可作为少学时工科和非物理专业理科的教学参考书,还可作为一般读者了解物理学发展的参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理/张淳民主编. —西安:西安交通大学出版社, 2001.1

ISBN 7-5605-1381-6

I. 大… II. 张… III. 物理学—高等学校—教材
IV. 04

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第88030号

西安交通大学出版社出版发行

(西安市咸宁西路28号 邮政编码:710049 电话:(029)2668316)

西安向阳印刷厂印装

各地新华书店经销

*

开本:890mm×1240mm 1/32 印张:13.5 字数:387千字

2001年1月第1版 2001年1月第1次印刷

印数:0001—1500 定价:16.00元

若发现本社图书有倒页、白页、少页及影响阅读的质量问题,请去当地销售部门调换或与我社发行科联系调换。发行科电话:(029)2668357,2667874

为《大学物理》作序

北京大学教授 赵凯华

在西方，一些物理学家提出这样的问题：如果一个人未读过莎士比亚的著作，会被认为没有教养；但是一个人不知道牛顿、爱因斯坦的理论，却不被看做没有文化。这不奇怪吗？于是他们仿照“艺术欣赏”、“歌剧欣赏”那样，在大学文科开设起“科学欣赏”、“物理欣赏”课来。在我国，情况可能更是这样。特别是对那些在中学就惧怕数学且厌恶物理而选择文科的学生来说，在他们的心目中物理是那样枯燥、难懂，有什么可欣赏的？

上面说的是 20 多年前的事，现在情况又有了许多新的发展。据一位到美国去攻读经济学的研究生说，她在入学一开始遇到的课程里，老师就介绍大爆炸宇宙学，接着又讲黑洞。这对于一位从中国的大学经济系本科读出来的学生来说，困难是可想而知的。不要像过去那样错误地认为，经济学一般地排斥数学，从而也拒绝物理学。20 世纪下半叶以来，理论经济学家们耗费了大量的时间和精力，极力将数学融入经济学。1987 年 9 月在美国圣塔费（Santa Fee）研究所（这是座落在一所昔日的女修道院里，以鼓励学科交叉和年轻人新思维著称的小型研究所）举办了一次经济研讨会，有经济学和物理学两方面的诺贝尔奖得主多人参加。会上物理学家们简直被经济学家们的数学才能给镇住了，他们感到既敬佩又惊骇。他们敬佩的是这些数学化的经济理论太完美了，惊骇的是导致这些完美理论所作的假设太理想化了，令人不敢相信。理论物理学家们对待数学的态度与经济学家是不同的。物理学家们看重的是物理思想和物理模型，对数学严谨性并不看得那么重要，理论上的错误总会被实验所纠正。但在经济学领域里人们不可能获得那样纯净而精确的数据资料，足以说明某个理论正确与否。所以数理经济学家们总要力求做到，他们的数学推演在逻辑上是无懈可

击的。新古典经济学继承了亚当·斯密的思想，市场总会由一只“看不见的手”来调节，走向均衡。在物理学中，一个系统必须有个负反馈机制，才能在涨落中复归平衡。在经济理论中这种负反馈机制就是“报酬递减率”。一位年轻的经济学家阿瑟（B. Arthur）从近年高科技市场的新情况出发，提出“报酬递增率”的理论，长期得不到经济学界的认同。在圣塔费的这次研讨会上阿瑟被邀请在第一次会议上作第一个报告，报告的题目是“经济学中的自我强化机制”。这里的“自我强化机制”可理解为一种正反馈机制。阿瑟在报告中所用的许多术语，如正反馈、非线性、锁定，都是物理学家熟悉的，对他的许多观点物理学家频频点头。主持会的诺贝尔物理学奖得主 P. W. 安德森举手提问道：“经济学是不是很像自旋玻璃？”是的，在自旋玻璃中使自旋平行和反平行的相互作用交错出现，让一个原子的自旋往往处于“窘态（frustration）”之中，这个原子必须权衡各方面的利害，作出对策与抉择。这多么像人类的经济社会呀！物理学与经济学是相通的。经济学家不仅需要数学，更需要物理学，需要其中的物理思想和物理模型。

理工科需要开物理课，本是天经地义的。文科（包括人文、社科、经济、管理等学科）开物理课，在我国还是新鲜事。近年来不少院校尝试着为文科开设了物理课，并且受到学生的欢迎。西安交通大学为人文、管理学科开的物理课是其中比较成功的例子之一，值得祝贺。文科的物理课，显然不应是理工科物理课的压缩或稀释，对数学和逻辑的严谨性也可以要求得不那么高。文科物理课应该包括哪些内容？有什么特色？按什么体系讲？也许它会多包含一些物理学史料、方法论、哲学思想的内容，以及人文精神和与物理学有关的社会问题、高科技的成果等，不同的学校和不同的教师可以有不同的侧重，但一切都不能脱离物理本身来讲，否则这样的物理课就“变味”了。开设文科物理课，现在我们还缺乏经验，各种想法都可以尝试。将来有了一些经验以后，也不必要有统一的模式。西安交通大学张淳民主编的这本《大学物理》贡献了一个范本，可供大家参考和选用。祝愿这本文科类的物理课教材（或者说参考书，在我看来区分二者是没有意义的）在实践中更加充实和完善，受到更加普遍的欢迎。

2000 年冬于燕园

序 二

北京大学教授 陈秉乾

人文精神和科技进步是推动社会发展的两翼，当今的大学生，除了专业知识外，理工科应该学习传统文化，文科应该具备科技背景，这是一代新人应有的基本素质，也是迎接挑战的需要。然而，适用于人文、社科、经济、管理类的《大学物理》教材至今尚付阙如，令人遗憾（注：笔者曾见过几本此类书，似尚未尽如人意）。西安交通大学张淳民等抓住这一重要课题，迎难而上，数载艰辛，终有所成，占得先机。

在浩瀚的物理学海洋中，何以撷取，怎样编织呢？张编《大学物理》高屋建瓴，力图从物理学对人类文明、社会发展、技术进步所作贡献的高度，经过认真全面的审视、梳理，正确处理了传授知识与培养素质、经典内容与近代前沿、学科发展与技术进步等重要关系，着眼于能力培养，着眼于揭示经典与前沿的内在联系；厚今薄古，着眼于物理学怎样改变人类世界以及怎样改变人类对世界的看法，确立了五篇 12 章的崭新体系和内容。立意高远，耳目一新，颇具特色。

笔者充分肯定本书的有益尝试，全书结构紧凑、取材适度，大致涵盖了物理学的各个主要方面，粗墨重彩地勾画出物理学发展的历史轨迹，能够使文科大学生对物理学获得一个尽管是初步的，却是比较恰当的准确的印象。

由于文科类大学生数理基础薄弱，加之许多物理概念、理论远离生活，既深奥又离不开数学表述，如何阐释就成为本书面临的重大挑战。

统观全书，在大量的定性叙述中，立论严谨，物理图像清晰，能够正确地揭示本质，主次分明，深入浅出，而不流于浮泛。同时，对许多重要结论，还尽可能地给出适当的定量表述。令人称赞的还在于，不仅传授知识与成果，而且有选择地介绍相关过程和技术应用，努力展现物理大师非凡的创新精神、智慧、研究方法和物理思想，使学生

得以领略和体会物理学固有的“崇尚理性，崇尚实践”的精髓。所有这些，都充分显示了编者的功力和见地，这是厚积薄发、博采众长、辛勤耕耘、积累经验的结晶。

张编《大学物理》文字流畅，简明扼要，便于阅读，是一本适用于文科类大学生的优秀物理教材，在国内处于领先地位。

这是我对本书的审稿意见，应作者的要求以“序二”为题予以发表。

2000 年 12 月于未名湖畔

前 言

20 世纪初期，随着相对论和量子论的建立，物理学家们揭开了原子内部结构的奥秘。20 世纪 90 年代中期，科学研究揭示出，六种“味道”的夸克及其反粒子和胶子是构成质子和中子等强子的粒子。这一发现宣告了人类探索更深层次的微观世界取得了突破性的进展。近年来，粒子物理学的研究揭开了广阔宇宙诞生及其演化的奥秘，使人类向探求浩瀚的宏观及微观未知世界迈出了决定性的一步。2000 年 2 月，欧洲核子研究中心宣布：首获宇宙诞生之初物质形态“夸克-胶子等离子体”，从而证明在宇宙诞生之后瞬间的超高温、超高能量密度状态下，确实存在过这种物质形态并且充斥了整个宇宙，然后再凝聚结合形成原子核等物质。这项重大突破不仅使物理学研究疆域拓展至接近宇宙诞生初始，而且对考察宇宙的起源、物质的本性以及验证现有的粒子物理标准模型和宇宙标准模型都具有十分重要的意义。

目前，科学与技术创造性地结合在一起，新型交叉学科不断涌现，学科发展方向日趋综合，其他学科的发展与物理学的发展紧密相关，互相促进。现代物理学的概念、研究方法及实验技术在其他学科得到了广泛的应用，更突出了物理学在整个自然科学中的基础地位和重要作用，也更加显示了物理课程在培养学生科学素质及科学思维方法，提高学生科学研究能力方面作为基础课程的重要地位。现代物理学已经成为各类人才所必须具备的基础知识。

为了适应当今科技、经济、社会发展对高素质人才的需要，近年来，许多综合性大学和工科院校都相继在人文、社科、经济、管理等学科开设了物理课程。大家遇到的一个共同问题是缺乏适合文、管、经类人才培养目标的大学物理课程体系和教学内容的教材。基于这一现状，我们于 1996 年底提出了文、管、经类大学物理课程体系、教学内容改革和教材建设的思路及研究方案，得到了学校的大力支持，1997 年初被列为西安交通大学面向 21 世纪教学内容和课程体系改革项目。

我们经过反复的酝酿、调研、讨论、编写，在教学试点和探索过程中，逐步形成了文、管、经类学生使用的大学物理讲义。

现在呈现在读者面前的这本《大学物理》教材，是在西安交通大学管理、经贸、经济、工商、会计等专业 97，98，99 级讲义试教的基础上，广泛征集各方面的意见，经多次修改而成的。该教材的出版得到了西安交通大学 1999~2000 年重点教材编写出版资金的资助。

本教材在课程体系构建、教学内容选取上，既考虑到物理学这门基础课程在文、管、经类人才培养中所处的地位和作用，同时又考虑到当今科技、社会、经济发展对高质量、高素质人才的需要及当前物理教学改革的必要性，兼顾了基础学科的特点和课程体系、教学内容的改革两个方面。课程体系从以运动形态分类转变为以运动规律分类，形成了新的课程体系：对称性与守恒定律；时空观；物质与波；物质与相互作用；物理学与技术科学。教学内容的改革则是优化了经典内容，增添了反映物理学的新发展及其在高新技术中的应用等新内容。

本教材的特点是：

1. 注意阐明物理学的概念与联系；说明物质世界是怎样运动的，物质世界为什么那样运动，力求展现给读者一幅物质世界及其运动机理的图像。正如诺贝尔物理学奖获得者理查德·费曼所说：科学是一种方法，它教导人们：一些事物是怎样被了解的，什么事情是已知的，现在了解到什么程度，如何对待疑问和不确定性，证据服从什么法则，如何去思考事物，做出判断，如何区别真伪和表面现象。

2. 注重物理学思想、科学思维方法、科学观点的传授，启迪学生的创造性思维和创新意识。注意介绍科学研究的方法论和认识论，重视提出问题、分析问题、解决问题的研究方法。

如第 7 章“量子理论”中，首先介绍了能量子、光量子以及原子结构的量子化等创造性思维方法；然后详细论述了德布罗意基于物质与辐射之间应该存在着某种对称性这一思想出发，提出了物质波假说；薛定谔根据类比这一物理学的创造性研究方法，通过经典力学与光学类比，建立了波动力学，提出了微观力学过程是波动过程的论断，建立了描述微观粒子运动状态的基本方程——薛定谔方程。

3. 力求涉及的物理学知识面广一些，内容新一些，给出较宽阔的

物理图像，以扩大学生知识视野。

在全书的12章内容中，其中有7章为扩充的新内容，这些内容在传统的大学物理教材中是没有或涉及不多的，其知识面涉及到物理学的前沿领域或最新研究动态。如对称性原理、宇称，宇宙论、黑洞，原子结构与核辐射， C_{60} 、纳米材料、液晶等新材料及其应用，量子场，物理学与能源科学，地球臭氧层空洞、温室效应、电离辐射等。

4. 降低定量要求，以定性、半定量及适度的定量方法阐述物理学的概念、理论及规律，力求使学生明白：学习物理学，不能仅仅掌握一些知识、定律和公式，更不要把注意力集中在解题上，而应在学习过程中努力使自己逐渐对物理学的内容和方法、工作语言、概念和物理图像以及其历史、现状和前沿等方面从整体上有一个全面的了解。

5. 阐述物理学在科技革命、人类社会进步中所起的重大的革命性的变革作用，还注意增加了物理学的社会内容。

6. 力求物理概念、图像清晰，内容精练，篇幅短小，文字流畅。集科学性、系统性、趣味性、通俗性为一体。

根据文、管、经类课程学时（一学期）安排，教学内容可分为精讲、选讲和自学部分，一些内容也可以留给学生去阅读。

本书作者具体分工如下：第1，2，8和12章（张学恭）；第3，4，5和7章（张淳民）；第6章（张孝林）；第9，10章（王小力）；第11章（徐忠锋）。

张淳民任本书主编，主持了教材编写大纲的制订及本书的编写工作，并进行了全书的统稿以及根据审稿意见进行了定稿。

西安交通大学陈光德教授、王曼英副教授参加了本书初稿编写大纲的制订以及教材体系、内容修改的讨论，并提出了建设性的意见。

北京大学陈秉乾教授任本书主审，对全书内容进行了认真、细致的审阅，提出了非常好的修改意见并给予本书以高度的评价。

北京大学赵凯华教授对教材的编写工作给予了热情的关怀与大力支持，对教材的编写大纲进行了认真的审查，对教材体系框架的形成、内容的选取及修改工作提出了重要的指导意见。

西安交通大学田东平教授、吴寿隍教授、吴百诗教授都对教材的编写、修改提出了许多指导意见，在此一并表示衷心的感谢。

西安交通大学出版社任振国同志为本书的出版做了大量的工作；张青松、张俊武二同志为本书进行了计算机描图；中国科学院上海技术物理研究所、《小哥白尼》杂志社为该书提供了部分图片；西安交通大学管理、经济、经贸、会计等专业 97，98，99 级学生使用了本书的初稿（讲义）并提出了一些建议，在此均致以谢意。

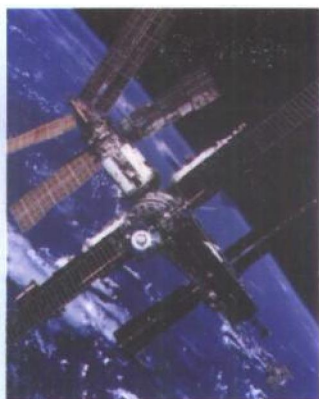
由于编者水平所限，教材框架、体系、内容等方面还存在着许多需要调整之处，许多地方一定还存在着这样或那样的错误和不妥，希望读者提出宝贵意见。

编 者

2000 年 8 月于西安交通大学



1969年7月16日，美国宇航员
奥德林完成人类首次登月壮举



人类在太空建造的“航空母舰”
——空间站



美国 Atlantis 号航天飞机发射
升空



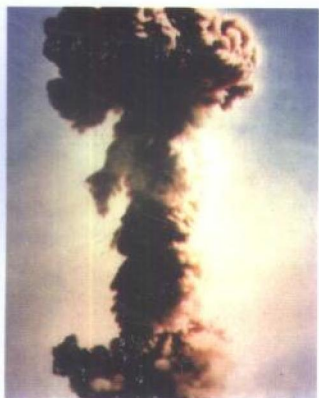
人类利用纳米 (10^{-9} 米) 技术，
将分子重新排列，研制出纳米电机



生命科学研究的最新成果——
生物细胞中的遗传分子 DNA



1996年，英国科学家成功克隆
出世界上第一只克隆羊“多利”



1964年10月16日，我国第一颗原子弹爆炸成功



我国长征系列运载火箭将60多颗卫星成功送入太空



1999年11月20日，我国第一艘载人试验飞船“神舟号”试验飞行成功



我国自行研制的海军舰空导弹



我国第一座核电站——秦山核电站二期工程



《风云一号》C星第一轨展宽云图

目 录

第一篇 对称性与守恒定律

第 1 章 天体运动与牛顿力学	2
1.1 人类宇宙观的发展	2
1.2 牛顿运动定律.....	10
1.3 引力思想与万有引力定律.....	18
1.4 海王星的发现和潮汐现象.....	25
1.5 能量概念的发展与能量守恒定律.....	28
1.6 动能守恒定律 火箭飞行原理.....	36
1.7 角动量守恒定律 行星的运动.....	45
问题.....	51
第 2 章 对称性原理——物质世界最高层次的规律	54
2.1 对称性.....	54
2.2 物理定律的对称性.....	63
2.3 宇称守恒与不守恒.....	67
2.4 对称性原理的意义.....	73
问题.....	78

第二篇 时空观

第 3 章 经典时空观	80
3.1 牛顿时空观的相对性与绝对性.....	80
3.2 运动的相对性 速度合成.....	81
3.3 伽利略相对性原理——牛顿物理学的相对性.....	83
问题.....	88

第4章 狭义相对论	90
4.1 相对论的两条重要思想	90
4.2 同时性的相对性	95
4.3 时间的相对性(时间膨胀或钟慢效应)	97
4.4 长度的相对性(长度收缩)	102
* 4.5 洛仑兹变换——狭义相对论运动学的核心	106
4.6 相对论速度变换定律——光速是极限	109
4.7 质量的相对性	110
4.8 质能关系——新时代的标志	113
4.9 相对论与牛顿世界观	117
问题	118
第5章 广义相对论——爱因斯坦的引力理论	121
5.1 广义相对论的两条基本原理	121
5.2 引力场的时空弯曲	127
5.3 宇宙的 shape 和命运	133
5.4 宇宙的起源——大爆炸与宇宙膨胀	135
5.5 引力坍缩——星系的诞生与演化	142
5.6 恒星的末日 黑洞	145
5.7 广义相对论的可观测效应	150
问题	156

第三篇 物质与波

第6章 振动和波	158
6.1 机械振动与机械波	159
6.2 电磁场	177
6.3 电磁波	182
6.4 光是电磁波	187
6.5 无线电波	194
问题	202

第 7 章 量子理论	203
7.1 物质世界的量子化	204
7.2 波粒二象性	211
7.3 概率波	215
7.4 不确定关系	220
7.5 描述微观粒子状态的基本方程——薛定谔方程	223
问题	227

第四篇 物质与相互作用

第 8 章 原子结构与核辐射	230
8.1 原子结构的各种模型	231
8.2 核结构和核力	240
8.3 原子核的放射性	245
8.4 放射性的衰变规律	251
8.5 探索微观世界的近代技术	255
8.6 同步辐射的发现和特性	262
问题	265
第 9 章 固体物理与新材料	267
9.1 晶体的基本结构	268
9.2 半导体材料	272
9.3 超导材料	284
9.4 C_{60} 、纳米材料及其应用	292
9.5 扫描隧道显微镜 (STM)	298
9.6 液晶	301
问题	306
第 10 章 量子场理论与物质相互作用	307
10.1 量子场理论	307
10.2 基本相互作用	311
10.3 弱电统一理论 大统一理论和超大统一理论	318
问题	323

第五篇 物理学与技术科学

第 11 章 物理学与能源科学	326
11.1 能源——一种基本资源	326
11.2 热能的利用——热机	330
11.3 熵	335
11.4 化学能 太阳能	341
11.5 裂变与聚变——原子能及其和平利用	346
11.6 人类利用能源的历史、现状和未来	355
11.7 人类使用能源的观点 再生和保存	358
问题	364
第 12 章 物理学与环境科学	365
12.1 人类的环境问题	365
12.2 地球臭氧层及臭氧洞	379
12.3 温室效应	385
12.4 电离辐射	391
12.5 自然、生态环境保护和相应政策	394
问题	399
附录 1 诺贝尔评奖与颁奖机构	400
诺贝尔基金会	
附录 2 诺贝尔自然科学奖历届获奖者名录	403
物理学奖(1901~2000)	
附录 3 诺贝尔物理学奖获奖工作性质分类、国别及获奖者	
年龄分布	409
附录 4 诺贝尔自然科学奖(物理学奖、化学奖、生理或医学奖)	
获奖工作性质分类、国别及获奖机构分布	412
参考资料	416