

IET 教育基金高等教育系列教材

力学世界

力学和热学导论

THE MECHANICAL UNIVERSE

INTRODUCTION TO MECHANICS AND HEAT

[美] RICHARD P. OLENICK, TOM M. APOSTOL

& DAVID L. GOODSTEIN

李椿 陶如玉 译



PEKING UNIVERSITY PRESS

北京大学出版社

力学世界

力学和热学导论

[美] Richard P. Olenick, Tom M. Apostol
David L. Goodstein

李 椿 陶如玉 译

北京大学出版社
北 京

著作权合同登记 图字：01-2001-5413

图书在版编目(CIP)数据

力学世界：力学和热学导论/[美]奥莱尼克(Olenick, R. P.)等著；李椿，陶如玉译。—北京：北京大学出版社，2002.1

IET 教育基金高等教育系列教材

ISBN 7-301-05436-X

I. 力… II. ①奥… ②李… ③陶… III. ①力学-高等教育-教材 ②热学-高等教育-教材
IV. 03

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 093402 号

书 名：力学世界——力学和热学导论

著作责任者：〔美〕Richard P. Olenick, Tom M. Apostol, David L. Goodstein 著

李 椿 陶如玉 译

责任编辑：瞿 定 顾卫宇

标准书号：ISBN 7-301-05436-X/O · 0529

出版者：北京大学出版社

地 址：北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址：<http://cbs.pku.edu.cn>

电 话：出版部 62752015 发行部 62559712 邮购部 62752019

电子信箱：zpup@pup.pku.edu.cn

排 版 者：高新特激光照排中心 62637627

印 刷 者：北京大学印刷厂

发 行 者：北京大学出版社

经 销 者：新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 25.625 印张 624 千字

2002 年 2 月第 1 版 2002 年 2 月第 1 次印刷

定 价：38.00 元

原书序言

I. 一般介绍

力学世界包含半小时的电视节目五十二个、两卷教科书(包括本书)、教师指南以及专门为中学编制的录像带等。看来可以有把握地说它与以前在物理学(或任何其他学科)中进行过的改革试验都不太一样。这里看来有必要对这些成果的来龙去脉说上几句话。

五十年前,加州理工学院在物理教学中就使用由 R. 密立根、E. 沃森及 D. 罗勒编写的通用的导论性教材。密立根是加州理工学院的创始人、校长、第一位诺贝尔奖获得者,他在各方面堪称最高典范,对他的功绩的赞颂记述在本书的第 12 章中。E. 沃森是教务长,他和 D. 罗勒二位都是卓越的教师。

二十年前,加州理工学院的导论物理课程由 R. 费恩曼讲授,他不仅是一位在历史上占有重要地位的科学家,而且还是一位幽默的、非常受欢迎的讲课教师。费恩曼的授课被忠实地记录了下来,经过改编后出版了三卷教材,这套教材被公认为是绝无仅有的自然科学经典著作。

加州理工学院的物理教学与各校的自然科学教学一样,经历过不断的变革。在 D. 古德斯坦教授的倡导下,加州理工学院对大学一年级的物理教学改革又作出了新的努力,为改革注入了新的活力,最终导致力学世界项目的确立。在这个专心从事研究的帕萨迪纳校园里,曾经作为科学研究基本工具的阴极射线管,如今已被改进为适合新用途的电视显像管,事实上,电视机在如今大多数的家庭中早已是司空见惯的了。当闪烁的霓虹灯向人们推销诸如喷雾除臭剂和淡啤酒等商品时,是否也可以借此机会将其中的物理奥秘介绍给广大公众呢?

利用电视传播手段教授物理的想法从萌发到如今已经成为一个严肃的课题,曾任美国驻英大使的出版家 W. 安娜伯格宣布要提供一项资助,支持在大学层次的教学中使用广播手段。最后,安娜伯格先后提供了 600 万美元的基金,由公众广播公司管理,以支持力学世界这个项目。这就是力学世界项目的由来。

II. 写给学生的序言

这本书的每一章对应于力学世界电视系列的一个节目。本书也可以作为一本物理教材按照较为传统的方式进行教学,无须电视系列节目的配合。我们期望学生仔细阅读每一章,观看每个节目一遍甚至多遍,并且利用设置本课程的学校所提供的指导、讲授、实践以及其他的帮助从而获得本课程的学分。

需要告诫你的是力学世界并不遵循美国大学物理课程的传统指导原则。除了使用电视以外,我们对于物理学与它产生的历史、哲学以及社会背景之间的关系,物理学与作为它的基础的数学之间的关系有着某种非传统的观点。需要特别提到的是在数学的运用和数学的程度方

面对你是有要求的。

我们假定力学世界的每个学生在开始学习时都有中学代数和三角的坚实底子。随着历史的发展,作为物理学发展的内在的一部分,还出现了数学的某些方面,这些方面对于理解和欣赏物理学来说都是很基本的。这些方面包括微商(第2、第3章)、矢量(第5章)、微分的逆运算(第6章)、积分(第7章)以及全书都需要使用的解析几何和微分方程。这份清单看起来有点吓人,但我们坚信我们会让你掌握这些材料,并且值得通过努力来消化它们。

传统的美国大学课程中包括的物理课是在代数和三角的基础上进行的,试图不借助于微积分来教物理。除了极少的例外,这种课程的普及比得上义务兵役制的普及程度。我们的观点是,责任既不在教师也不在学生,而在于试图删除物理学根本的数学支柱的误导。我们衷心希望能鼓励力学世界的学生去学另外的微积分课程,作为他们数学教育的一部分(正像我们希望他们会去探索这里提出的历史和哲学问题那样),不过本课程中给出的数学对于学习物理的目的来说已经足够了。

虽然本课程中大部分的重要思想在电视系列片中均有介绍,但是其中许多内容仅仅通过看电视并不能比只在课堂上听课能学到更多。掌握物理需要积极地提出问题和回答问题,尤其是要做作业解决问题,是需要付出脑力和体力上的努力的。插在每一章里的例题和问题就是为了在学习过程中起重要作用的。

力学世界的骨架是一系列的事件,起始于1543年哥白尼发表的书,而在一个半世纪后达到了顶峰,那时对宇宙的看法自觉或不自觉地形成了自那以后所有人类智力活动的事实上的基础。透彻地理解人类思想上的那场革命对任何严肃的教育都是很重要的,这是我们坚定的观点。以一种创新的方法来提供这些知识正是力学世界的目的。

III. 写给教师和管理人员的序言

我们期望那些把力学世界作为一门大学课程提供的学校将根据他们的实际情况和爱好以各种不同的方式来使用电视系列片和教科书。电视节目可以通过接收天线或有线电视在家里观看,或者在教室里集中放映,也可利用校园设备方便学生随时随地观看,甚至也可全都不用。然而,我们希望不要有学校以为不需要有活生生的有血有肉的大学物理教师就可以提供这门课程了。对于大多数学生来讲,物理不能单单从书本中学到,也不能仅仅从电视屏幕上学到。

力学世界没有设置实验环节。原因并非我们认为物理实验课程不重要或不会引起兴趣,而是我们认为由我们来提供实验课程不太实际。我们希望每个提供该课程的学校自行决定如何安排物理学习中的实验环节。

本书是想让那些本来要选以代数和三角为基础的大学物理课程的学生用的。就像在这类水平的课程中通常处理矢量那样来处理微积分:像力学的任何其他部分一样来讲授这些内容。例如,在第2章里,在解释瞬时速度和瞬时加速度这些物理概念时就自然地引入了数学的微商概念。第3章描述了微商的进一步的性质,但并不是取代微积分课程。由于这是一本物理书而不是数学书,因此我们对微积分的处理是紧密地与直观的和物理的概念联系在一起的。例如,在第7章里,用面积来定义积分,利用面积的直观特点直接推导出积分的相应性质。在数学书里更严格的处理中,积分是用数来定义的(作为一个和数的极限),然后再用积分去定义面积。在给出数学的时候我们是加了小心的,要使数学家和物理学家的观点一致。

对讲解的整体策略给些注释可能会有点帮助. 必要的数学大部分都在第3章(微商)、第5章(矢量)、第7章(积分)和第9章(圆周运动)里. 它们与提供物理概念的章节相交织, 这些物理概念虽然深奥和重要(例如第4章惯性), 但比起数学概念来需要较少的作业练习. 另外, 在第2章和第6章里都特意预先提出了一些将在后面几章里要用到的概念(分别是微商和积分).

第6章看起来负担特别重. 不仅引入了牛顿定律, 还引入了一些简单的微分方程和它们的解. 不过, 第4章已经为第6章里得到的抛体轨道打好了基础, 而牛顿定律在其他方面的应用是以后各章, 直到第12章(密立根实验)的持续的主题.

下面的各章是关于能量(13和14章), 热、物质和熵(15—18章), 动量守恒(19章), 谐运动(20—22章)和角动量(23和24章). 不用怕重复和回到前面的概念: 第9章(圆周运动)的设计, 部分是为第23和24章(角动量)做准备的, 而第22章(波)则提出了波的一些方面, 将在本书的第二卷力学以外的世界中的一些章节中详细介绍.

正如我们前面提到的, 每个电视节目对应书的一章, 这被表明在目录中. 不过, 虽然学校会有录像带, 但第15—18章(热学)的节目在力学世界的第一学期中通常不会被电视播放. 而代之以在播放“能量与稳定性”(第14章/节目14)之后立即播放“动量守恒”(第19章/节目15). 被排除在节目系列之外的这些题目的文本材料包含在书里, 原因是有些教师可能愿意提供既有力学又有热学的课程.

这第一卷的知识高峰出现在第25、26和27章里, 在这几章里用牛顿定律来解决开普勒问题. 事实上, 开普勒第一定律是在第23章里导出的, 而他的第三定律则必须等到第29章. 椭圆轨道的推演和分析是实在的补偿. 就是在这里学生变成了力学世界的主人, 有了这些知识积累, 第28章就可以专门用来讨论如何在太空遨游.

我们把贯穿着力学世界的历史作为使物理学人性化的手段. 不用说, 我们不指望学生记住各个具体的人名和日期, 更不指望他们记住细节性的公式和常数. 力学世界对任何特定学生的职业训练可能有也可能没有贡献, 但我们希望它将有助于对学生的教育.

IV. 致谢

教科书力学世界像电视系列片本身一样, 若没有为实现此项目而热情工作、乐于贡献的同仁们的辛勤努力是不可能完成的.

其中当推首位的是加州理工学院的S. 弗罗兹奇教授, 他是为主修理工专业学生用的姐妹篇教材的首席作者. 他对本书也作出了无法估量的贡献.

要特别提及力学世界地方顾问委员会, 它的每位成员仔细地阅读了原稿的每一章并提出了意见, 使我们得益于他们非常值得重视的教学经验: K. 米勒, 帕萨迪纳城市学院物理学教授; R. F. 布朗, 加利福尼亚州立科技大学圣路易斯奥比斯波分校物理学教授; E. F. 塔布斯, 加州理工学院喷气推进实验室技术部成员; E. 霍兹, 圣巴巴拉城市大学数学教授以及 E. J. 伍德伯里, 休斯飞机公司首席科学家(已退休).

此外, 部分原稿还曾由 M. 奥斯勒(卡尔加里大学)、J. 古德斯坦(加州理工学院)和 R. 韦斯特曼(洛杉矶加州大学)三位著名的历史学家; D. 坎贝尔(萨德尔巴克社区学院)和 J. 布林(喷气推进实验室)两位力学世界组成员; T. 萨拉奇曼(惠蒂尔学院)以及加州理工学院1983年和1984年的全体一年级学生阅读并指正过.

除此之外, M. 马尔登和 B. 沃尔提供了课外作业题, 马尔登和沃尔还有 G. 西奥普西斯和 M. 米伊奇检查了问题的正确性, 他们都是加州理工学院的。

在项目秘书 R. 比加尔克的杰出指导下, 由 L. 科尔纳基奥、M. 古德斯坦和 S. N. 卡尔萨把对文字、公式和作者的错误的更正都耐心准确地输入了计算机。安嫩伯格/公众广播公司项目(力学世界的赞助者)的 H. 菲尔德关注着项目的全部进程, 整个工作由剑桥大学出版社的 D. 特拉那和 P. -J. 莱昂内从容地向前推进。我们特别高兴, 出版牛顿 *Principia* 一书的剑桥大学出版社作出的决定, 使力学世界能成为 *Principia* 的继承。电视系列片的执行制片人 S. 贝蒂在本书成书过程中的每个关键时刻都参与商讨和提供帮助。G. 格兰特和 R. 哈什负责对力学世界项目各部分作出广泛和认真的鉴定, 包括本卷各章的草稿; 这种努力的结果在最后的工作上收到了他们预期的效果。C. 哈里森为我们寻找出许多照片以及它们的出处。

最后, 应该特别感谢力学世界的项目经理 D. 德尔森, 他非凡的组织才能, 灵巧熟练, 加上全身心的投入, 出色的管理, 保证了整个项目的顺利进行。

译后的思考

力学世界项目(The Project of The Mechanical Universe)是美国加州理工学院(California Institute of Technology 简称加州理工)主持的一个教学改革项目. 项目成果包括分别名为《力学世界》(The Mechanical Universe) 和《力学以外的世界》(Beyond The Mechanical Universe) 两卷教材及相对应的音像材料. 加州理工是美国知名的院校, 科研和教学水平有很高的声誉. 后来成为加州理工的校长的物理学家密立根 1923 年获诺贝尔物理学奖, 他是继迈克耳孙后成为历史上第二位获此项殊荣的美国人. 作为一所享有盛名的研究型的高等院校在物理研究上作出了重要贡献, 加州理工喷气推进实验室就是闻名于世、成果卓著的近代科技实验室. 加州理工学院还是一所重视基础教学研究的高等学府. 20 世纪 60 年代美国物理教学改革的标志性成果之一就是该校著名的理论物理学家费恩曼教授自告奋勇为一、二年级的本科生讲授基础物理教学, 尽管按费恩曼自己的说法, 这是一次不很成功的教学改革试验, 但是后来却导致出版了三卷费恩曼物理学讲义(The Feynman Lectures on Physics). 它被公认为物理教学的经典著作. 加州理工对物理教学改革始终充满着热情和不懈的探索精神. 80 年代起, 该校耗资 600 万美元开展并完成了力学世界项目, 加州理工认为这是继费恩曼教材之后在大学物理教学中注入新生命的又一次教学改革的努力, 而由曾经出版过牛顿的《自然哲学的数学原理》的剑桥大学出版社(Cambridge University Press)出版这套教材作为一种享有殊荣的继承. 在原书的出版的序言中作者对这个项目的来龙去脉及项目的进程、特点作了简要的说明. 作为译者, 根据我们对这个项目的理解, 对这两本教材的主要特点说上几句看来也是有必要的.

物理学的人文特性

作者在原书的序言中表达的一个重要思路是认为“贯穿力学世界教材, 历史学是人性化的手段.” 在书中每一章开头一节中通常对本章涉及到的物理内容的历史背景及其理论和技术的发展轨迹作一简略的回顾; 与常规教科书不同, 在每章最后的一节, 不是简单地对一章的物理概念、内容或主要公式作一小结, 而是写上一段“A Final Word”短文(我们就实话实译为“最后的话”), 在那里往往对本章涉及到的一个或两个主要物理学家的生平、贡献与卓越思想作精辟的介绍和评价. 在教材叙述中名人轶事、生动的故事等可看作“物理学史”的内容, 俯拾皆是, 随处可见. 很好地体现了作者“使物理实现人性化手段”的既定目的. 也许就是我们说的将人文知识“渗透”在整部教材中吧.

物理学属自然科学, “人性化”问题属人文科学范畴, 何为“二者渗透”的含义? 在容易理解和认可的层次上看, 人性化的含义是否可理解为以人为本, 在传授物理知识, 讲述物理规律, 特别涉及到物理学的发展时, 教材要写得更具可读性, 有亲和力. 不仅见物, 还要见人, 使读者感到亲切可信. 从事教学工作的大学物理课程的教师都有这样的教学经验: 学生很愿意听生动的充满哲理的科学故事、启迪睿智的物理学家的生平轶事; 进行课堂演示实验时, 课堂的气氛立时就会活跃起来. 我们的意思不是说大学生学习物理课程就是听听故事, 侃侃名人的趣闻逸事, 看看热闹那样的“寓学于乐”. 正如在原书序言所写的“掌握物理需要积极的思考并提出和

解答问题的具体努力,特别是要做作业、回答问题。”但是考虑到我们课程的对象是刚从中学进入大学的非物理专业低年级学生,他们大概不会花费很多时间与精力去深究物理规律.如果物理课程讲得毫无生气和新意,摆在学生面前的物理教科书是冷冰冰板起面孔说教的“大部头”,满是严肃得怕人的枯燥公式、定律,导论性的大学物理课程会变成学生为了应付考试必须硬着头皮才能坚持咽下的涩果,让人敬而远之,望而生畏,不喜欢甚至厌弃物理.这肯定是不成功的教学,也决非我们教师的初衷.在两卷书中穿插的那些物理故事,写得很生动,妙笔生花,娓娓动听.成为一座沟通读者了解物理内容,掌握物理思想的桥梁.事实上,不少卓越的物理学家在向公众介绍物理学新发展,阐述物理概念时,总是向人们传达一个信息:物理学就在你的身边.法拉第本人就是通过科学的普及讲座走上科学之路的.他本人不仅是一位卓越的科学家,而且也是一位出色的演说家.作者这样表述他的观点:爱因斯坦在论文中用你能理解的最简单、最直接的方式作表述阐述狭义相对论关于时空的观点.有一本名为“费恩曼先生,您可真会开玩笑!”(Surely You're Joking, Mr. Feynman!)的畅销书,光从书名上就可知晓这位大理论物理学家费恩曼在公众中的亲和力.著名华裔物理学家诺贝尔物理奖获得者杨振宁教授和李政道教授近年所作的“美与物理学”(Beauty and Physics)、“物理学中的对称性”(Symmetry)脍炙人口的著名演讲在社会引起的巨大反响,足以表达物理学内禀的人文特性.如果我们的学生能微笑着,自信地学习物理学该有多好!

从更深层次看,物理教学的人性化的努力,某种意义上看,也是还物理学的本来面目,从物理学的发展过程看,它的任何一个发展阶段无不与当时社会的经济、政治、思想和文化的发展息息相关.我们从教材中选出两段就可看出物理学从来都不是在象牙塔中以隔绝尘世的经院的方式来寻求自身的发展.

“富兰克林认为避雷针的顶端应当做成尖形,可是他的英国对手却宣称它应当有一个圆头儿.富兰克林的意见当然是对的:在尖端处电场强度大,并且尖形更利于引发电火花.富兰克林和他的对手之间的这场争论是在独立战争期间发生的,并受到政治的影响.英王乔治三世发布了一项王室御令,要求英国的所有避雷针的顶端都要做成圆球形而不是尖端.英王企图通过王室法令来改变自然法则,但据我们所知,他没有成功.”

“在伊莉莎白女王时代,英格兰最杰出的科学家,吉尔伯特历时17载在1600年出版了一篇名为《论磁体(De Magnete)》著名的著作.首次全面完整地研究了磁的特性,将罗盘用于航海的日益增长的兴趣可能一定程度上影响了吉尔伯特,因为在他撰写著作《论磁体》时,英格兰正准备和西班牙的‘无敌舰队’开战.”

雄心勃勃的伊莉莎白女王,知人善任.全力支持吉尔伯特的研究工作,吉尔伯特因医术精湛被任命为她的御前医生,成为身边的重臣,当女王在1603年逝世时,她仅有的一个遗愿就是特允吉尔伯特继续他所着迷的物理学研究工作.因为她需要吉尔伯特及其物理学研究成果,以期增强国力.英国与西班牙无敌舰队开战就是为了争夺海上霸权.然而她的子孙后代乔治三世远没有他的老祖宗聪明,用王权强行干预自然规律来维护大英帝国的权威的行动真是愚不可及,到头来在大自然规律面前输了理,丢了面子,同时也没有挽回大片阿美利加殖民地从大不列颠日不落帝国中独立出去的命运.19世纪末叶的工业革命奇迹般地改变了世界的面貌.谁都不会低估法拉第及其关于电磁感应现象的发现对物理学发展的重大影响,在法拉第多产生涯中这一最重大伟大的发现不仅改变了人类对自然世界的观点,而且还通过新技术推进了人类的文明.我们看到的事实是社会经济、文化的变革激励着物理学自身的发展乃至革命.反

过来,物理学每一次重大理论和实践的突破都带来科学技术的重大飞跃。

人类已经进入 21 世纪,谁也不会怀疑物理学在 20 世纪引起的第二次革命性变革对社会经济、政治带来的巨大变化,对人类文明带来的深远影响。中国情况也如此,经济发展,国力增强,人民生活质量提高,实实在在地体现了包括物理学在内的自然科学技术发展是“科教兴国”的国策的出发点和根基。

本书作者一个重要的观点是:“科学家对科学的某一部分都做出了革命性的开创工作,改变了人们对世界的认识。”书中的这些实例体现了西方人对物理学发展的理解与诠释,他们在物理教学中所表达的人文意识,所引用的各个物理学发展阶段物理学家的原文原稿,体现了作者对重大物理发展事件的准确描述与非常规的独到评述,这正是国外教材的长处,也是国内教材的欠缺。这得益于国外作者掌握的大量第一手翔实的历史资料,与他们所处的政治、经济、文化的环境,学术的氛围密切相关,毕竟物理学的建立、形成和发展是在西方。当然,由于文化背景的差异,价值取向的不同,我们不可能全然同意作者关于历史事件的描述、对历史人物的某些评价,译文对此不强加评述,留有充分的空间,因为这是读者独立思考的权利,你可以不同意作者的观点,但你应认真地了解作者是怎样想的。当今的社会中,本属于社会科学范畴的上层建筑,大至国家的立法、重大政策的决断、各种观念和思潮的认识或批判都离不开自然科学的发展和成果。21 世纪需要大批有真才实学、有文化底蕴的综合型人才。学生在大学中接受高等教育的根本目的是提高自身的人文素质,如果真正将人文科学与物理学交叉融合、结合、充实在物理教学中,改变枯燥、乏味的教学模式,使学生喜欢上物理学,使学生在掌握专业知识的同时,受到熏陶,有所领悟,兴致勃勃,乐在其中地学习。这不就是真正有实效的素质教育吗?

教材的适应性

翻开两卷书,细细阅览,按照我们传统的教学标准,似乎感到该书的专业水平浅了点。某些物理内容也许在中国的高中物理课中已经学过。为各章所配的习题中几乎没有运算量大、技巧性过强的习题。的确,该教材是根据美国的国情编写的。美国是一个开放型,多元性的社会,我们不主张泛泛地谈“与国际接轨”。美国不同的大学水平参差不齐,其办学功能与思路也不尽相同,仅从大学物理教学的情况而言,也是千差万别。我们的大学物理教学接那条轨?怎么接轨?因为该教材隶属于一个总的教学改革项目,它还有其他教学配套措施。教材写得比较详细,由浅入深,便于自学。其不同于常规的教学模式的理念可以作为我国物理教学改革的一个参考。如果我们感到教材浅,倒也不妨从另一个角度思考:我们的传统物理教学(特别是非物理专业的大学物理教材)是否深了点呢?反思近年教学改革趋势,编写教材的倾向,我们的教材是否编得过厚、过深,某些问题挖得过深、抠得过偏,因而缺乏个性呢?处在改革进程中的国家高等教育,各类院校不同专业同样也是水平不齐,需求迥异。当然,作为基础学科,大学教材应有较大的适应性,具备一定的选择空间,现在引进的这套教材,具备这些基本要求,有较鲜明的特点和风格。就专业水平而言,该教材并未排斥高等数学的使用,在第一卷中单辟若干章来讲授微积分运算、矢量运算等数学工具,第二卷中又单辟矢量场一章,用积分形式介绍场方程的积分方程和矢量微分运算,目的性比较明确,难易程度把握得较恰当。例如教材用了四章的内容比较详细地介绍狭义相对论时空观的思辨发展过程,还引入了闵可夫斯基的时空图。这些内容比国内相应的传统教材内容要多一些,专业水准也要高一些,但自学起来并不困难。在原子到量子,《力学世界》各章所涉及近代物理的内容中,包括薛定谔方程的应用很少有大量的数学推导。在教材处理上亦有其独到之处。我们在使用时对某些过易过细的内容和章节可以跳过。过

难过偏的内容和章节可以略去. 我们认为, 无论国内外教材, 其水平、难易程度、写作风格可以也应该有很大的不同. 这套教材只是作为国外的一种类型的教材引进, 它确有其特点也比较适合我国大多数院校非物理专业物理教学的水平和需要, 美国大学中几乎没有一套全然整齐划一的教材, 我们在使用时亦应从实际出发, 不要一刀切. 应取其所长, 弃其所短. 再说, 在难易程度的理解和把握上各人都有自己的标准, 仁者见仁, 智者见智. 诚然就此教材的物理内容的叙述, 专业内容取舍上看, 也并非无懈可击, 某些专业内容的表述亦存有差偏, 译者对此采取慎重的态度, 译文在忠于原著保留原貌的基础上, 必要时用译者注的方式作了勘正.

还有一点要严肃指出, 原书中正文及某些例题和章节后所附的问题中常用英制单位来表述, 现在西方出版的书籍、特别是教科书和科学论文大多已改用国际单位制, 这是全球一体化, 政治、经济、文化交流所必须的, 换句话说, 此教材在这点上与国际接轨做得并不好. 因此教材是经过正常渠道引进, 在我国作为正式教科书出版, 应遵照我国的出版条例与规范. 在译本中, 我们除某些必须规范的文字与符号、图例外, 基本上保留原貌. 书后附录有英制与国际单位制的换算. 请学生阅读时要注意, 特别是教师要引导学生养成习惯, 严格遵照国际通用惯例表达, 书中的英制单位权当单位换算的练习吧.

关于英语物理教学

本教材是以英语物理教学为目的而引进的, 原版教材的英语书写流畅, 用词广泛、贴切, 既提供了常规近代科技英语的样本, 又含有本土人文知识的大量信息. 文字及行文均有现代气息, 一些章节犹如一篇英语的时文小文章. 提高英文阅读、表达和听力水平, 主要是为了提高运用英文的能力, 这需要在实际中运用中提高. 学生直接阅读原版英语物理教材, 配合视听以英语为母语的教师“原汁原味”地讲物理, 形成一个特定的英语情景氛围, 熟悉习惯的表述方式, 如果其他教学环节配合得当、要求合理, 无疑对学生物理专业知识和外语水平的提高有帮助.

英语物理教学是当前教学改革的一个重要步骤, 我们使用这套教材, 采用该国外教学改革项目的教学模式只是教学改革的一个尝试, 一个可以探讨的教学方案. 我们认为应积极慎重地对待, 要从实际情况出发, 不要赶时髦, 切忌一哄而起, 切莫一刀切. 我们希望这套教材的引进及由此带动的教学观念的转变, 一系列教学方案、教学环节的改革能真正有利于学生学好物理, 教师教好物理. 有利于物理教学水平的提高, 学生能真正有所收益, 同时能在英语水平上有实质性的提高. 教学改革需要严肃而认真地探索和总结. 教学管理部门及教师要将工作做细, 安排和调整各个教学环节, 认真总结经验教训, 切实帮助学生解决实际困难, 适应新的教学方案. 我们希望通过改革, 学生的物理与英语的水平能相得益彰. 而不是“两败俱伤”. 这既是我们的一点希望, 也是我们的一点隐忧.

教材的译本以《力学世界》和《力学以外的世界》两卷出版, 分别由北京大学物理系和北京师范大学物理系教师翻译, 参与翻译的人员有李椿、梁竹健、陶如玉、喀蔚波、秦克诚、池无量、霍立林、陈平尚、王琦、狄增如. 第一卷由北京大学负责翻译; 第二卷由北京师范大学负责翻译. 译本可以作为学生学习, 教师备课的参考资料. 译者的任务是力图正确无误地翻译原文的内容, 还要力图能准确表达作者的原意、情感甚至原文的韵味. 教材中引用了不少原始资料和文献, 有的还是三四百年前的原始资料, 面对这些“洋古文”对于不是从事专业翻译工作的我们, 的确难度不小, 我们是努力了, 译文的谬误确实存在, 敬请同行和读者不吝指正.

译者

2001年12月

目 录

1 力学世界引言(节目 1)	(1)
1.1 哥白尼的革命	(1)
1.2 单位和量纲	(3)
1.3 最后的话	(7)
2 落体定律(节目 2)	(9)
2.1 亚里士多德对运动的描述	(9)
2.2 重物比轻物下落得快吗?	(10)
2.3 中世纪的落体定律	(11)
2.4 最适合的落体定律	(14)
2.5 落体的平均速率	(17)
2.6 瞬时速率	(18)
2.7 加速度	(22)
2.8 最后的话	(25)
3 微商(节目 3)	(27)
3.1 微分学的发展	(27)
3.2 切线与微商的联系	(28)
3.3 微分的法则	(32)
3.4 基本初等函数的微商	(39)
3.5 最后的话	(45)
4 惯性(节目 4)	(47)
4.1 如果地球运动:亚里士多德的异议	(47)
4.2 地球运动:伽利略的惯性定律	(48)
4.3 相对运动	(52)
4.4 抛体运动:惯性的后果	(53)
4.5 最后的话	(55)
5 矢量(节目 5)	(56)
5.1 矢量分析的出现	(56)
5.2 矢量——几何的观点	(57)
5.3 矢量:解析的观点	(66)
5.4 叉积	(73)
5.5 最后的话	(75)
6 牛顿定律(节目 6)	(76)
6.1 混乱的结束	(76)

6.2	牛顿运动定律	(77)
6.3	质量、动量及力的单位	(80)
6.4	抛体运动: 牛顿第二定律的应用	(82)
6.5	最后的话	(87)
7	积分(节目 7)	(88)
7.1	逆微分, 微分的逆运算	(88)
7.2	逆微分和求面积	(91)
7.3	莱布尼茨积分符号	(94)
7.4	第二基本定理对物理学的应用	(99)
7.5	最后的话	(103)
	附录1 微积分的基本定理	(104)
	附录2 双曲线段下的求面积 对数函数	(105)
8	苹果和月球(节目 8)	(109)
8.1	想法的起源	(109)
8.2	万有引力定律	(110)
8.3	地球上的引力加速度	(113)
8.4	为什么月球不下落到地球上	(115)
8.5	最后的话	(117)
9	圆周运动(节目 9)	(119)
9.1	圆周运动的完美性	(119)
9.2	矢量函数的微商	(121)
9.3	匀速圆周运动	(124)
9.4	圆形轨道	(127)
9.5	沿空间曲线的运动	(129)
9.6	最后的话	(130)
10	力(节目 10)	(131)
10.1	基本的力	(131)
10.2	万有引力和电力	(133)
10.3	接触力	(135)
10.4	牛顿定律的应用	(137)
10.5	摩擦	(142)
10.6	最后的话	(145)
11	引力, 电与磁(节目 11)	(146)
11.1	寻求电与磁之间的联系	(146)
11.2	法拉第的场	(148)
11.3	电磁学的预言	(150)
11.4	最后的话	(152)
12	密立根油滴实验(节目 12)	(154)
12.1	电子的发现	(154)

12.2	在有阻力介质中的运动	(156)
12.3	油滴实验	(161)
12.4	最后的话	(164)
13	能量守恒定律(节目 13)	(165)
13.1	关于能量的概念	(165)
13.2	功和势能	(166)
13.3	能量守恒定律	(170)
13.4	热量和能量	(175)
13.5	最后的话	(178)
14	能量与稳定性(节目 14)	(180)
14.1	能量的形式	(180)
14.2	引力势能	(185)
14.3	势能与稳定性	(188)
14.4	最后的话	(192)
15	温度和气体定律(节目 45)	(194)
15.1	温度和压强	(194)
15.2	玻意耳、查理和盖-吕萨克的气体定律	(198)
15.3	理想气体定律	(200)
15.4	温度和能量	(201)
15.5	最后的话	(202)
16	自然热机(节目 46)	(204)
16.1	蒸汽时代	(204)
16.2	功和压强-体积图	(205)
16.3	热力学第一定律	(209)
16.4	绝热和等温过程	(211)
16.5	热力学第二定律	(214)
16.6	卡诺热机	(216)
16.7	最后的话	(220)
17	熵(节目 47)	(221)
17.1	对熵的理解	(221)
17.2	能量和熵	(223)
17.3	熵和热力学第二定律	(227)
17.4	熵原理的一个含义	(230)
17.5	最后的话	(231)
18	探索低温(节目 48)	(233)
18.1	冷却	(233)
18.2	物质的状态	(234)
18.3	水的行为	(237)
18.4	气体的液化	(238)

18.5	焦耳-汤姆孙效应	(240)
18.6	最后的话	(243)
19	动量守恒(节目 15)	(244)
19.1	如同机器的宇宙	(244)
19.2	牛顿定律回顾	(245)
19.3	动量守恒定律	(247)
19.4	动量守恒的应用	(250)
19.5	碰撞力和时间	(255)
19.6	最后的话	(256)
20	谐运动(节目 16)	(257)
20.1	寻找不会晕船的时钟	(257)
20.2	简谐运动	(258)
20.3	能量守恒和简谐运动	(262)
20.4	初始条件	(264)
20.5	单摆	(267)
20.6	最后的话	(269)
21	共振(节目 17)	(271)
21.1	受迫振动	(271)
21.2	描述共振	(273)
21.3	在风中摇摆和唱歌的电线	(277)
21.4	最后的话	(278)
22	耦合振子和波(节目 18)	(280)
22.1	牛顿和声速	(280)
22.2	耦合振子	(281)
22.3	水波和波特性和	(283)
22.4	波速	(285)
22.5	声音	(289)
22.6	声音强度	(290)
22.7	声音和热	(291)
22.8	最后的话	(292)
23	角动量(节目 19)	(294)
23.1	寻找秩序	(294)
23.2	相等面积定律	(297)
23.3	角动量	(299)
23.4	力矩和角动量	(301)
23.5	涡旋和大火风暴	(303)
23.6	角动量和天体结构	(305)
23.7	最后的话	(308)
24	回转仪(节目 20)	(309)

24.1	一个古老的问题	(309)
24.2	回转仪	(310)
24.3	回转罗盘	(314)
24.4	进动的角速度	(316)
24.5	如同回转仪的地球	(318)
24.6	最后的话	(319)
25	开普勒定律和圆锥曲线(节目 21)	(320)
25.1	追求精确	(320)
25.2	开普勒定律	(321)
25.3	圆锥曲线	(324)
25.4	椭圆	(325)
25.5	锥线和偏心率	(328)
25.6	圆锥曲线的笛卡儿方程	(330)
25.7	最后的话	(332)
26	解决开普勒问题(节目 22)	(333)
26.1	准备阶段	(333)
26.2	极坐标, 单位矢量 e_r 和 e_θ	(334)
26.3	开普勒问题的解	(337)
26.4	最后的话	(339)
27	能量和偏心率(节目 23)	(340)
27.1	天上的预兆: 彗星	(340)
27.2	太空中的能量	(341)
27.3	能量和偏心率	(343)
27.4	轨道和偏心率	(344)
27.5	行星运动和有效势能	(347)
27.6	由初始条件计算轨道	(348)
27.7	最后的话	(351)
28	航天(节目 24)	(352)
28.1	天空中的高速路	(352)
28.2	航天	(353)
28.3	转移轨道	(355)
28.4	引力援助	(358)
28.5	最后的话	(360)
29	松散的结尾和黑洞(节目 25)	(362)
29.1	开普勒第三定律	(362)
29.2	地球-太阳以及地球-月球系统	(364)
29.3	潮汐	(365)
29.4	相等性原理	(367)
29.5	爱因斯坦的引力理论	(368)

29.6	黑洞	(369)
29.7	最后的话	(370)
30	天体的和谐：力学世界综述(节目 26)	(372)
30.1	给力学世界上紧发条	(372)
30.2	天和地的物理学	(373)
30.3	物理学的语言	(374)
30.4	力学世界的守恒定律	(377)
30.5	最后的话	(378)
附录 A	国际单位制	(379)
附录 B	换算因数	(380)
附录 C	代数学、几何学和三角学公式	(381)
附录 D	天文数据	(382)
附录 E	物理常量	(383)
	英中文对照索引	(384)