文科物理十五讲

吴宗汉　编著

北京大学出版社
北　京

需要全本请访问 www.ertongbook.com

图书在版编目(CIP)数据

文科物理十五讲/吴宗汉编著.—北京:北京大学出版社,2004.1
(大学素质教育通识课系列教材)
ISBN 7-301-06495-0

Ⅰ.文… Ⅱ.吴… 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 075208 号

书　　名:文科物理十五讲
著作责任者:吴宗汉　编著
责 任 编 辑:顾卫宇
标 准 书 号:ISBN 7-301-06495-0/O·0574
出 版 发 行: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 子 信 箱:zpup@pup.pku.edu.cn
电　　话:邮购部 62752015　发行部 62750672　编辑部 62752021
排　版　者:北京高新特打字服务社　51736661
印　刷　者:
经　销　者:新华书店
　　890 毫米×1240 毫米　A5　18.625 印张　480 千字
　　2004 年 1 月第 1 版　2004 年 1 月第 1 次印刷
定　　价:29.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,翻版必究

一定学分的外专业课程和属于通识修养范围的公共课程,其中又规定,人文艺术类课程和社会科学类课程必须占有相当的比例;同样,文科的学生也必须选修一定学分比例的理科课程。在北京大学,每学年开设的面向全校的“通识课”就有七八十门,几乎涉及文理科所有主要的领域。但是,从调查的情况看,许多学校虽然在努力建设通识课,也还存在一些困难和问题:主要是缺少统一的规划,到底应该有哪些基本的通识课,缺少通盘的考虑;课程不正规,没有相对的稳定性,往往因人设课,或者以一般性的讲座代替上课;课量不足,学生缺少选择的空间;更普遍的问题是,很少有真正适合通识教育的教材,有的只好用专业教材替代,影响了教学的效果。一般说来,综合性大学这方面的情况稍好,其他普通的大学,特别是理、工、医、农类学校因为相对缺少这方面的教学资源,加上没有可供选择的教材,开设通识课的困难就更大。

这些年来,各地也陆续出版过一些面向素质教育的教材,但无论质量还是数量,都还远远不能满足需要。到底应当如何建设好通识课,使之真正能纳入正常的教学系统,并达到较好的教学效果?是许多学校的师生普遍关心的问题。从2000年开始,由北大中文系主任温儒敏教授发起,联合了本校和一些兄弟院校的老师,经过广泛的调查,并征求许多院校“通识课”主讲教师的意见,提出要策划一套“大学素质教育通识课系列教材”。这项建议得到北京大学校长许智宏院士的支持,并由他牵头,组成了一个在学术界和教育界都非常有影响力的教材编审委员会,实际上也就是有效地联合了全国许多重点大学,协力同心来做成这套大型的系列教材。北京大学出版社历来以出版高质量的大学教科书闻名,由北大出版社承担这样一套多学科的大型系列教材的出版任务,也顺理成章。编写出版这套教材的目标是明确的,那就是:

充分整合和利用全国各相关学科的教学资源,通过系列教材的编写、出版和推广,将素质教育的理念贯彻到通识课知识体

系和教学方式中,使这一类课程的学科搭配结构更合理,更正规,更具有系统性和开放性,从而也更方便全国各大学设计和安排这一类课程。

2001 年底,这套通识课系列教材的第一批课题确定,共 42 种。选题的确定,主要是考虑大学生素质教育和知识结构的需要,也参考了一些重点大学的相关课程安排。课题的酝酿和作者的聘请反复征求过各学科专家以及教育部各学科教学指导委员会的意见,并直接得到许多大学和科研机构的支持。第一批选题的作者当中,有一部分就是由各大学推荐的,他们已经在所属学校成功地开设过相关的通识课程。令人感动的是,虽然受聘的作者大都是各学科领域的顶尖学者,不少还是学科带头人,科研与教学工作本来就很忙,但多数作者还是非常乐于接受聘请,宁可先放下其他工作,也要挤时间保证这套书的完成。学者们如此关心和积极参与素质教育之大业,应当对他们表示崇高的敬意。

这套系列教材的内容和形式都充分考虑到通识课教学的特点。我们注意到通识课既然是一种课程,就不能等同于一般的讲座,要有一定的知识系统,有相对独立的学科范围和专业性,但又不能讲成专业课,也不能只是将专业课压缩或简化。重要的是能适合本专业之外的一般大学生,深入浅出地传授相关学科的知识,扩展学术的胸襟和眼光,进而增益学生的人格素养。编写这类教材要能入乎其内,出乎其外,把学问真正做活了,其难度不下于写专著。因此对这套教材作者的要求很高。所幸我们所邀请的大都是那些真正有学术建树,有良好的教学经验,又能将学问深入浅出地传达的重量级学者,是"大家"讲"通识",质量是有保证的。本系列教材策划的意图就是要精选名校名牌课程,实现各大学教学资源共享,让更多的学子能够通过这套教材,亲炙名家名师课堂。希望能从各大学继续物色那些受学生欢迎、已经比较成型的通识课教材(或讲稿),加盟本教材系列。下面,再就本教材的特色与使用,做几点说明:

这套系列教材的每一本都是根据通识课的课时和授课对象的特点,设计为15讲,正好讲一个学期,大约也就是15次,每周一次2课时。

本系列教材主要是供全校性选修课使用的,拟想读者就是一般大学本科的学生,充分考虑到“通识”的特点,不是简单的专业课的缩写版,但又区别于坊间一般的流行科普读物。

本系列教材符合教学的基本要求,讲求知识的相对稳定性,有一定的系统,重点突出,内容和章节明晰,深入浅出,又能适当接触学科前沿,引发不同专业学生的跨学科思考和学习的兴趣。

本系列教材大都有意采用“学术讲座”的风格,适当保留讲课的口气和生动的文风,有“讲”的现场感,比较亲切、有趣,有可读性,更适合通识教学,同时也更能吸引社会上的一般读者。

为便于教学,教材的每一讲要求设计有思考题、知识点和适合非本专业扩展阅读的基本参考书目。

建议各大学开设通识课时,指定学生选用和阅读本系列教材中相关的教材,教员上课可以参照采用本教材的框架和基本内容,再加补充发挥;或者预先指定学生阅读本教材与相关的材料,上课时组织学生专题讨论;也可以把本教材作为参考教材。

本系列教材的出版也许只是提供探讨通识课教学的一个平台。若条件容许,本教材编审委员会和北大出版社可以围绕教材使用和教学方法的研讨,组织相应的教学培训研讨班。

本系列教材每一本的书名一律冠以“十五讲”,有意形成一种系列出版物鲜明的特色,一种图书品牌。

当然,我们更希望这套教材的出版能有效地促进全国各大学的素质教育和通识课的建设,从而联合更多的学界同仁,一起来努力营造一项宏大的文化教育工程。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

前　言

随着科技的发展、社会的进步、经济的腾飞,世界上许多重大问题和复杂事件都显示出对文、理结合人才的越来越迫切的需求。这样也就促使了文、理互渗和学科交叉的急激发展。文科向理科渗透是较为顺利的,而理科向文科的渗透、交叉和发展却困难重重,其进展不能尽如人意。对此,人们往往只囿于以人材培养上存在基础的差异这一点上去思考,而忽视从现代文化发展中的隔阂和冲突的高度上来认识。这正如已故著名物理学家吴健雄博士曾指出的:为了避免出现社会可持续发展中的危机,当前一个刻不容缓的问题是消除现代文化中两种文化——科学文化和人文文化——之间的隔阂,而为加强这两方面的交流和联系,没有比大学更适合的场所了。只有当两种文化的隔阂在大学校园里加以弥合之后,我们才能对世界给出连贯而令人信服的描述。

因此,在大学中对文科大学生开设大学物理也正是消除两种文化隔阂的有效举措之一。北京大学出版社规划出版包括本书在内的《大学素质教育通识课系列教材》应该是一个有识之举。

在编写中,作者力图避免将本书写成是压缩饼干式的或科普式的知识介绍。我认为文科物理不应包罗理工科大学物理的全部内容,而应在保持物理体系的相对完整的前提下,删减大量仅仅是技术意义上的内容,在这方面我很赞同下列的说法,即:“物理学科的发展经历了两个时期:从质点运动和波动这两个极

限来反复研究热、光、声、电、磁等效应的经典物理和解释了原子内部结构及波粒二象性的近代物理。”(唐有祺语)为此,本教材很强调要打牢力学部分的基础。因为这样才能学好其他部分的内容。但这也容易造成对反映当代物理及前沿发展的介绍不足,以及对物理学研究方法论不加深入讨论。本教材注意并兼顾了这些问题,除列专讲讨论方法外,还以 21 世纪科技界的几大重要支柱为中心做了介绍。

作为教材也相应增加了不少思考性强、趣味性强、可读性更强的问题和思考题。

综上所述,文科大学物理教材的编写,其内涵深远,绝非仅是出版一两本具体教材的问题。

本书的编写,自始至终得到了北京大学温儒敏教授、顾卫宇编辑等人的大力支持和鼓励,在此特致谢;金韵韵同学为本书补画了部分插图,亦一并致谢。

限于编者水平,错误不当之处,请诸位不吝赐教。

吴宗汉

于石头城下

《大学素质教育通识课系列教材》
第一批选目(42 种)

*《中国历史十五讲》清华大学　张岂之
《中国文化史十五讲》北京大学古籍研究中心　安平秋　杨忠　刘玉才
*《唐诗宋词十五讲》北京大学中文系　葛晓音
《红楼梦十五讲》文化部艺术研究院　刘梦溪　冯其庸　周汝昌等
*《中国文学十五讲》北京大学中文系　周先慎
《儒家文化十五讲》中国社会科学院哲学所　郑家栋
*《道教文化十五讲》厦门大学宗教所　詹石窗
《佛教文化十五讲》中国佛教文化研究所　何　云
*《周易哲学与易文化十五讲》清华大学思想文化所　廖名春
*《现当代文学名篇十五讲》复旦大学中文系　陈思和
*《西方哲学十五讲》中国人民大学哲学系　张志伟
*《现代西方哲学十五讲》复旦大学哲学系　张汝伦
*《哲学修养十五讲》清华大学哲学系　孙正聿
*《美学十五讲》东南大学　凌继尧
*《宗教学基础十五讲》清华大学哲学系　王晓朝
*《西方文学十五讲》清华大学中文系　徐葆耕
《当代外国文学名著十五讲》吉林大学文学院　傅景川
《艺术哲学十五讲》北京大学比较文学所　刘　东
《中国美术史十五讲》中央美术学院　邵　彦
*《西方美术史十五讲》北京大学艺术学系　丁　宁
《影视艺术十五讲》清华大学新闻传播学系　尹　鸿
*《戏剧艺术十五讲》南京大学文学院　董　健
*《汉语和汉语研究十五讲》北京大学中文系　陆俭明　沈　阳
《语言学常识十五讲》北京大学中文系　沈　阳

《文化研究基础十五讲》北京大学比较文学所　戴锦华
《科学史十五讲》上海交通大学科学史系　江晓原
*《通俗文学十五讲》苏州大学　范伯群　北京大学中文系　孔庆东
*《鲁迅作品十五讲》北京大学中文系　钱理群
*《音乐欣赏十五讲》中国作家协会　肖复兴
《社会学理论方法十五讲》北京大学社会学系　王思斌
《思维科学十五讲》武汉大学哲学系　张掌然
《企业文化学十五讲》武汉大学政治与行政学院　钟青林
《现代天文学十五讲》北京大学物理学院　吴鑫基
*《文科物理十五讲》东南大学物理系　吴宗汉
*《生物伦理十五讲》北京大学生命科学学院　高崇明
*《美国文化与社会十五讲》北京大学国际关系学院　袁　明
*《政治学十五讲》北京大学政府管理学院　燕计荣
《公共管理十五讲》北京大学政府管理学院　赵成根
《科技哲学十五讲》南京大学哲学系　林德宏
《青年心理健康十五讲》清华大学教育研究所　樊富珉
《环境科学十五讲》北京大学环境科学中心　张远航　邵　敏
*《口才训练十五讲》清华大学政治学系　孙海燕
*《欧洲文明十五讲》中国社会科学院欧洲研究所　陈乐民
《医学人文十五讲》华夏出版社　王一方
《日本文化十五讲》北京大学中文系　严绍■

(全套系列教材 100 种,其他 58 种选目正在策划运行中。其中,画 * 者为已出)

目　　录

《大学素质教育通识课系列教材》总序
…… 本系列教材编审委员会（1）
前言 ……（1）

第一讲　人类在宇宙中的位置 ……（　　）

1.1　人类在宇宙空间中的位置……（　　）
1.1.1　速率法测量距离 ……（　　）
1.1.2　反射法测量距离 ……（　　）
1.1.3　三角视差法测量距离……（　　）
1.1.4　光学法测量距离 ……（　　）
1.2　人类在时间中的位置……（　　）
1.2.1　时间的间接估算 ……（　　）
1.2.2　利用放射性计测时间……（　　）
1.2.3　利用陨石计测太阳系年龄 ……（　　）
1.2.4　利用光推算星体年龄……（　　）
1.2.5　宇宙的历史 ……（　　）
1.3　现实社会中的人类……（　　）
1.4　有限资源、有限地球环境制约下，人类历史
进步的新思考……（　　）

第二讲　物理学发展史上的首次大综合及物理学
发展初期的几种思辨方法介绍 ……（　　）

2.1　中世纪宗教势力的专横与亚里士多德经院主义哲
学体系的禁锢……（　　）
2.2　物理学初始发展时期的几种思辨方法……（　　）

2.2.1 悖论的思辨方法 …… ( )
2.2.2 理想实验——理性思维与实验检验相结合的方法 ……
…… ( )
2.2.3 牛顿力学建立与机械观的形成 …… ( )
2.3 天体运动的日心说和开普勒行星运动定律…… ( )
2.3.1 地心说与日心说 …… ( )
2.3.2 开普勒行星运动定律 …… ( )
2.3.3 牛顿运动定律和万有引力定律的建立…… ( )
2.4 牛顿力学的发展及其哲学思考…… ( )

第三讲 作为科学基础的牛顿力学 …… ( )

3.1 质点运动学…… ( )
3.2 质点动力学…… ( )
3.3 力的时间和空间累积效应…… ( )
3.4 动能定理 功能原理 机械能守恒定律…… ( )
3.5 刚体的运动…… ( )
3.6 力学中的守恒定律与对称性…… ( )
3.7 振动与波动…… ( )
3.8 牛顿力学的方法论及其哲学思考…… ( )

第四讲 热学与能源工程 …… ( )

4.1 热学发展简史…… ( )
4.2 热力学物理基础…… ( )
4.2.1 几个基本物理概念 …… ( )
4.2.2 热力学第一定律 …… ( )
4.2.3 气体状态方程与等值过程 …… ( )
4.2.4 循环过程与卡诺循环 …… ( )
4.2.5 热力学第二定律 …… ( )
4.3 “热寂论”问题…… ( )
4.4 能源工程…… ( )

需要全本请访问 www.ertongbook.com

4.4.1 机械能间的转换工程 …… ( )
4.4.2 热能和机械能间的转换 …… ( )
4.4.3 化学能源的利用 …… ( )
4.4.4 电能变为其他能 …… ( )
4.4.5 光能变为其他能 …… ( )
4.4.6 核能 …… ( )

第五讲 自然界的秩序和方向性 …… ( )

5.1 可逆与不可逆 …… ( )
5.2 熵的微观讨论及推广 …… ( )
5.3 耗散结构理论 …… ( )
5.3.1 耗散结构理论 …… ( )
5.3.2 耗散结构中熵的变化问题 …… ( )
5.3.3 耗散结构形成的条件 …… ( )
5.3.4 耗散结构理论的一般意义 …… ( )
5.3.5 时间箭头的讨论 …… ( )
5.3.6 熵概念的深化与发展 …… ( )
5.3.7 熵理论的深化和演化 …… ( )

第六讲 近代科学的重要基础——电磁学 …… ( )

6.1 电磁学发展的轨迹 …… ( )
6.1.1 “天上”与“人间”和“定性”与“定量” …… ( )
6.1.2 “静”与“动”的电磁互生 …… ( )
6.1.3 伟大的综合——电磁场理论的建立 …… ( )
6.1.4 从局域于电路到辐射向空间 …… ( )
6.2 电场与磁场的基础知识 …… ( )
6.2.1 静电场 …… ( )
6.2.2 磁场 …… ( )
6.3 电磁感应与电磁波 …… ( )
6.3.1 电磁感应基本定律 …… ( )

6.3.2 动生电动势与感生电动势 …… ( )
6.3.3 电磁场方程与电磁波 …… ( )
6.3.4 作为物质一种形态的电磁场 …… ( )
第七讲 信息科学的进步 …… ( )
7.1 电子工程发展的新潮流 …… ( )
7.2 个人计算机与网络 …… ( )
7.2.1 个人计算机(微机)的应用和发展 …… ( )
7.2.2 网络技术的发展 …… ( )
7.2.3 互联网网络和社会 …… ( )
7.2.4 下一代的互联网 …… ( )
第八讲 物理学发展中的革命风暴 …… ( )
8.1 引言 …… ( )
8.2 相对论简介 …… ( )
8.2.1 伽利略相对性原理和坐标转换 …… ( )
8.2.2 迈克耳孙实验与洛伦兹解释 …… ( )
8.2.3 爱因斯坦相对论的建立 …… ( )
8.2.4 广义相对论提出的问题 …… ( )
8.3 量子论的产生和量子力学的发展 …… ( )
8.3.1 量子论的产生 …… ( )
8.3.2 原子光谱的规律 …… ( )
8.3.3 玻尔的氢原子模型 …… ( )
8.3.4 量子力学的发展 …… ( )
第九讲 新世纪对材料科学提出的挑战和期望 …… ( )
9.1 材料科学是科学创新的基础 …… ( )
9.2 材料工程中几种常用材料的介绍 …… ( )
9.2.1 金属材料(metallic materials) …… ( )
9.2.2 无机材料(inorganic materials) …… ( )

9.2.3 有机材料(organic materials) …… ( )
9.2.4 几种特殊功能材料 …… ( )
9.3 材料的复合化 …… ( )
9.3.1 复合材料(composite materials) …… ( )
9.4 结构材料 …… ( )
9.5 特殊用途材料 …… ( )
9.5.1 能源相关的材料 …… ( )
9.5.2 环境保护相关的材料 …… ( )
9.5.3 与信息通信相关联材料 …… ( )

第十讲 原子核与基本粒子 …… ( )

10.1 核结构与核裂变 …… ( )
10.2 “基本”粒子的性质及其规律 …… ( )

第十一讲 我国科学家在基础物理研究方面的介绍 … ( )

第十二讲 社会科学中的分形 …… ( )

12.1 应运而生的分形论 …… ( )
12.2 分形论基础知识 …… ( )
12.3 自然分形与社会分形 …… ( )

第十三讲 21 世纪科技发展新趋势:生物—物理大融合 …… ( )

引言 …… ( )
13.1 从物质到生命 …… ( )
13.2 生物技术 …… ( )
13.3 “Bio - x”的介绍 …… ( )

第十四讲 物理现象的非物理思考与非物理事件的物理思考 …… ( )

14.1 物理现象的非物理思考 …… ( )
14.2 非物理事件的物理思考 …… ( )

第十五讲　物理学研究中的常用思想方法介绍 …… (　　)

15.1　分析与综合 …… (　　)
15.1.1　分析与综合的关系 …… (　　)
15.1.2　物理学中常用的几种分析方法 …… (　　)
15.2　归纳与演绎 …… (　　)
15.2.1　归纳和穆勒五法 …… (　　)
15.2.2　演绎法 …… (　　)
15.3　类比 …… (　　)
15.3.1　类比推理的两个基本环节 …… (　　)
15.3.2　类比在科学认识中的作用 …… (　　)
15.4　从原型到模型的方法 …… (　　)

复习思考题与习题 …… (　　)

参考书目 …… (　　)

第一讲　人类在宇宙中的位置

1.1　人类在宇宙空间中的位置

1.1.1　速率法测量距离

物体有多大？离我们有多远？这是我们经常碰到的问题。日常生活中所接触到的东西，人们能够立刻感觉到它们的大小，肉眼能大体估计出它们的远近。精确一点用尺去量，这样一些简单的方法就可以有结果。但对更大、更远的东西，如高山、大漠，就必须用更有效的方法来确定其大小和距离。一种方法就是用速率来测量。例如，汽车每小时行驶 100 公里(km)，从甲地行驶到某一地点需 5 小时(h)，我们就知道某地距甲地为 500 km。如按时速 100 km/ h 绕大漠一周，费时 32 h，则大漠的周长为 3200 km。同样，用速率可以测量地球的大小。飞机飞行 100 km 约需 10 分钟(min)，若在两海岸之间飞行一次约需 500 min，则两海岸间的宽度约为 5000 km。同样一架飞机绕地球一周，几乎需要它的 10 倍的时间，于是地球的圆周大约为 50 000 km(实际是 40 000 km)。我们设想，地球是个圆球，这样就容易从它的圆周算出直径 13 000 km。这就是人类自己的住所——地球这个行星的大小。

1.1.2　反射法测量距离

为了显示出人类在宇宙中的位置，让我们把视野扩大到宇宙空间中的许多星体，它们距地球是很遥远的。先考虑月亮、太阳和太阳系中的星星，如何测量它们与地球之间的距离呢？最简单的方法是根据雷达技术发展出来的一个方法。即把雷达束

对准目标月亮,并发出一个短脉冲信号,等候雷达所发出的信号从目标月亮上反射回来,测量出信号往返所需的时间间隔是 2.6 秒(s),即雷达信号从地球到达月亮,再从月亮回到地球,历时 2.6 s。雷达波与光波一样,都有同样的速率——300 000 km/ s。于是我们得出结论:地球—月亮—地球的距离是 2.6×300 000 km,这就告诉我们,月亮离地球大约 400 000 km。当然,反射法也是利用速率来测量距离的。

知道了地球到月亮的距离,那要问,月亮有多大呢?我们看到的月亮像个圆盘。把同月亮一样大的圆盘从地平线西端挨个儿摆到天顶,再从天顶摆到地平线东端,摆成这么一个巨大的半圆形,需要 360 个同月亮一样大的圆盘,这样就可以通过简单计算得出月亮的大小。我们已知地球到月亮的距离,也知道以该距离为半径的这个半圆形的周长,即 π× 半径,或 π× 400 000 km。月亮的直径必然是这个半圆形周长的 1/ 360,这是 3600 km,相当于地球直径的三分之一。月亮与地球间的距离只有地球直径的 10 倍多一点。月亮几乎是一个属于地球范围内的物体。

现在再来看一看其他的天体,首先看太阳系的成员,即太阳和其他行星。人们对行星运转已观测了许多世纪,但并不知道这到底是怎么一回事。在哥白尼之前,盛行的是地球中心说,如毕达哥拉斯的地球中心说模型(图 1 .1)。从哥白尼那个时代起才弄清楚,原来我们从地球上看到的行星的奇怪运动,是来自它们环绕太阳按圆形(实际是椭圆形,近于圆形)轨道运转,地球本身也环绕太阳运转。地球是行星之一,从太阳往外按行星轨道来数,地球是第三个行星。从地球上仔细观测行星运转,就能看出不同行星的轨道的相对大小。例如,我们从



哥白尼(1475—1543)
波兰天文学家

需要全本请访问 www.ertongbook.com