

面向21世纪普通高等教育文科物理规划教材

物理学概论

主编 王晓鸥 主审 严导淦



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

面向 21 世纪普通高等教育文科物理规划教材

物 理 学 概 论

主 编 王晓鸥
副主编 周雨青 吴 评
何丽娟 于明章
参 编 (以姓氏笔画为序)
于明章 王晓鸥 朱 明 刘 崧
吴 评 何丽娟 何 弦 周雨青
殷 实 廖清华
主 审 严导淦



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书深入浅出地讲解大学物理学知识,内容涉及从经典物理学到近代物理学的主要成就和进展,覆盖 20 世纪以来近代物理学在探索自然奥秘的微观、宏观、宇观这三个领域中的物理学基本问题及其发展前景,同时,充分衔接现代各种高新技术发展的近代物理学基础,力求系统、完整、准确地阐述物理学的基本知识、基本概念、基本规律和基本方法,并注入科技发展的新观点和方法。本书突出科学思想和文化内涵,将科学教育与人文教育的交融和结合贯穿始终。在具体内容和形式上,不追求公式的推导和定理的证明,尽量避免烦琐的数学语言,使学生既能掌握物理学的基础知识,又能了解物理学的前沿课题和研究动向,扩大学生的知识面、开阔眼界,提高学生的科学素养。

本书适合普通高等院校文科各专业选作 30~48 学时物理学课程的教材或参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

物理学概论/王晓鸥主编. —上海:同济大学出版社,2007.2

面向 21 世纪普通高等教育文科物理规划教材
ISBN 978-7-5698-3433-7

I. 物… II. 王… III. 物理学—高等学校—教材
IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 165307 号

面向 21 世纪普通高等教育文科物理规划教材

物理学概论

主 编 王晓鸥

副主编 周雨青 吴 评 何丽娟 于明章

主 审 严导淦

责任编辑 曹 建 责任校对 谢惠云 封面设计 李志云

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 同济大学印刷厂

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 20

印 数 1—5100

字 数 400000

版 次 2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-3433-7/O·292

定 价 29.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

面向 21 世纪普通高等教育文科物理规划教材

《物理学概论》编委会

顾 问 (以姓氏笔画为序)

马文蔚(东南大学)

邓新元(清华大学)

汤毓骏(东华大学)

严导淦(同济大学)

胡盘新(上海交通大学)

唐光裕(哈尔滨工业大学)

徐绪笃(西北工业大学)

主 任 宋士贤(西北工业大学)

副主任 刘云龙(同济大学)

弥晓英(北京理工大学)

罗圆圆(南昌大学)

吴庭万(华南理工大学)

殷 实(东南大学)

戴永竹(青海建筑职业技术学院)

编 委 贾瑞皋(石油大学)

卢以刚(华南理工大学)

吴 评(南昌大学)

杨学栋(哈尔滨工业大学)

范仰才(广东工业大学)

宋 青(兰州交通大学)

李宏昌(武警工程学院)

饶瑞昌(东华理工学院)

王晓鸥(哈尔滨工业大学)

郭晓枫(西北工业大学)

于明章(同济大学)

史 彦(北京理工大学)

王建邦(中北大学)

唐海燕(重庆科技学院)

李克轩(廊坊武警学院)

秦万广(东北电力学院)

谢晓嘉(重庆大学)

查保媛(青海大学)

程显中(东北大学)

樊英杰(西北工业大学明德学院)

品味创新 拥抱自然

——审阅《物理学概论》的一些随想

(代序)

受本书编委会和同济大学出版社的委托,承乏本书的审稿工作,今将审阅的一些拙见缕述如下,仅供参考。

本书作为高等院校文科各专业使用的一部物理课程教材(适用于30~48学时),鉴于各有关兄弟院校和编者们的教学教育需求,经历了较长时间的酝酿和策划,并确定了编写宗旨,尔后,进行分工编写。而今,编者本着勤于笔耕、和谐合作的精神,终于底成于事。

本书在借鉴坊间同类教材,并调研其使用效果和经验的基础上,针对当前新形势下文科学生的教学要求,确定了本书的编写宗旨:以物理学史为线索,突出科学思想与文化内涵,增进科学教育与人文教育的融合;并扫描物理学300多年来所创建的成果对当前高新技术和社会科学的发展所起的导向作用,系统而准确地对经典物理学和近代物理学的基本知识、基本概念、基本规律和基本方法择要进行阐述,冀求提高学生的科学素养,扩大学生的科学视野,培育学生的创新精神,期在为我国建设和谐社会和催动高校的健康发展,提供一个实施通识教育的平台。

本书内容的覆盖面较广,囊括了物理学在探索自然奥秘的微观、宏观和宇观这三个领域中的物理学基本问题和发展前景,可谓“上穷碧落下黄泉”。但纵观全书,既不流于“高级科普化”;又不偏高偏深,以至似观天书,令人不堪卒读。本书许多章节颇多引人入胜之处。有别于坊间众多理工科专业用的物理教材之体系和做派,避免了多年来教材趋同化之积弊。例如,在阐述玻尔“氢原子理论”后,花一页多篇幅介绍了玻尔在创建丹麦的理论物理研究所过程中所塑造的“哥本哈根精神”,成为全世界科学家走向成功之路的主桌。

在编写各章节内容时,往往会推介一些与之相关的科学家(如伽利略、牛顿、焦耳、玻耳兹曼、惠更斯、麦克斯韦、爱因斯坦、普朗克、开尔文等),他们曾在物理学发展史上作出过具有里程碑意义的伟大贡献,编者专注于他们在攀登科学高峰的崎岖小道上筚路蓝缕地迎难而上、坚忍不拔的科学精神和科学道德的追求,极具渲染力,有助于读者潜移默化地获得终生难忘的教益,对摒弃当前热衷于功利、耐不住坐冷板凳的歪风邪气,是一剂良药。

本书论述简明流畅,文字亦较规范,且基本上做到了图文一致,全书具有可

读性和可教性.基本上达到了正式出版的要求.在内容的取材上亦适合文科的教学需求,且布局有序,详略适中.对主要的基础性内容,不惜篇幅,重墨缕述,对有些次要内容,则惜墨如金,或干脆舍去,或一笔带过.以利于教师在教学中处理和操作.

有道是“文章千古事,得失在寸心”.窃以为原稿的行文,难免有欠推敲之处,且口语化较浓,经审改后,恐仍有痕迹显露;其次,由于多位编者执笔,各章节在语气、风格上殊难求同调,虽经主编通稿时力求臻于一致,仍可能有不尽如人意之处.再如对论述上,有些当前正处在探索阶段的内容(如“宇宙学”等),在叙述时宜稍留余地为好;有的则宜注明出处,比如,宇宙学中的哈勃常数 H ,其值并非恒定不变,而是每年根据天文学家的观测在不断修正.还有在谈到“光的波粒二象性”时,本书按照一般教材的传统说法,即讲光“在传播过程中发生干涉、衍射等现象时波动性表现得较显著,在微观粒子间碰撞时,粒子性表现得较显著.”尽管编者用了“较显著”字样,已比传统说法高出一筹;但若能从统计角度上指出光的波动性是大量光子的统计平均行为,且单个光子也有波动性,则将波与粒子二者统一起来,以避免读者误以为二者似互不相关,则可能更完美些.以上皆为一家之言,不足为凭,仅供编者参考,有待于本书再版时从长计议.

严守沧

2006年12月19日夜于同济学会,
时雾锁重楼,寒意袭人.

前 言

在现代文化的大学科分类中,有着科学(science)和人文(humanities)的区分,或者通常在高校有理科和文科的分类.相应地形成了两种文化——科学文化和人文文化,前者主要体现人对自然的认识与改造以及所积累的知识与方法,后者主要体现人们认识与发展人类自身价值和所创造的精神成果.与两种文化相对应,便有了科技知识分子与人文知识分子的区分;他们在思维、情感、性格、气质上有很大差异.在高等教育中,如果不对这两方面加以调整、互补,将导致知识分子素养上的偏颇与缺失,妨碍人的全面发展和人类文明的和谐、健康发展.

在科学技术迅速发展的形势下,不同学科、不同专业领域相互交叉、渗透和融合的趋势越来越明显.科学文化与人文文化相融合的通识教育不仅是高等院校文化素质教育的一个重要课题,而且是一个深刻的教育理念问题.爱因斯坦说过:“科学对于人类事物的影响有两种方式,第一种方式是大家都熟知的:科学直接地、并在更大程度上间接地产生完全改变了人类生活的工具;第二种方式是教育的性质——它作用于心灵.”

目前,一些有识之士都在大声呼吁:在 21 世纪,一个年轻人只掌握某一种(科技或人文)专业知识是远远不够的,我们必须警惕“有知识没文化”或“做科技工作却不讲科学精神、科学态度和科学方法”的现象.正如已故物理学家吴健雄所说“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——科学文化与人文文化——之间的隔阂,而为了加强这两方面的交流和联系,没有比大学更适合的场所了.只有当这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.”

弥补科学文化与人文文化相脱离的缺憾,让文科学生了解自然科学规律,了解人类赖以生存的物质世界中的物质结构及运动的最基本的规律,以适应当今科技、经济、社会发展对高素质人才的需求,物理学是当之无愧的.这是由于物理学具有双重功能:物理学既是科学,也是文化.物理学不仅有传播自然科学知识的功能,而且有社会教育和思想文化的功能.

物理学的“真,善,美”是人文科学和自然科学所共同追求的.物理学是“求真”的:一切严肃而认真的物理学家都坚持“实践是检验真理的唯一标准”这个原则;物理学是“至善”的:物理学致力于为人类服务,把人从自然界中解放出来,认识和掌握自然规律,造福于人类;物理学是“美”的:简单美、对称美、结构美、和谐统一美、人格美……

本书的特点是:突出科学思想和文化内涵,将科学教育与人文教育的交融和结合贯穿始终;以物理学发展史为线索,阐述物理学与工程技术及高新技术的联系以及对社会发展的影响;介绍著名物理学家的创造性思维,承前启后、勇于创新以及对科学事业的奉献精神;注重科学素质和创新能力的培养;扩大学生的知识面、开阔视野,提高学生的综合素质;在具体内容和形式上,不追求公式的推导和定理的证明,尽量避免烦琐的数学语言。

本教材的内容涉及从经典物理学到近代物理学的主要成就和进展,覆盖20世纪以来近代物理学在探索自然奥秘的微观、宏观、宇观这三个领域的物理学基本问题及其发展前景,并力求能和现代各种高新技术发展的近代物理学基础充分衔接,尽可能系统、完整、准确地阐述物理学的基本知识、基本概念、基本规律及基本方法。与此同时,注入科技发展的新观点和方法,使学生既能掌握物理学的基础知识,又能了解物理学科的前沿课题和研究动向,旨在扩大学生的知识面、开阔眼界,提高学生的科学素养。

本书由同济大学严导淦教授主审。在本书的编写期间,得到了唐光裕教授的悉心指导和帮助,唐教授对初稿作了精详的审阅,令我们获益匪浅;并为严导淦教授在审稿过程中一丝不苟、认真负责的工作作风所折服。同时得到成人高等教育物理学科委员会领导宋士贤、刘云龙、殷实等教授的支持,并蒙徐绪笃、汤毓骏、杨学栋等教授的鼓励和垂注,在此一并致以衷心的感谢。同时也向本书编写过程中参阅的书籍、文献的作者致谢。

这里,还应感谢哈尔滨工业大学孟庆鑫博士和官丽晶硕士生对本书的编写所做的工作。

由于本书涉及面广、作者水平有限,书中的缺点和不足之处在所难免,恳请广大读者不吝指正。

编者

2006年12月

目 次

品味创新 拥抱自然——审阅《物理学概论》的一些随想(代序)

前 言

| | |
|---------------------------------|------|
| 第一章 人类社会为什么变化这么快?——物理学改变世界····· | (1) |
| 第一节 物理学在改变着世界····· | (1) |
| 一、物理学加速社会经济的发展····· | (2) |
| 二、物理学改善人们的生活方式····· | (2) |
| 三、物理学改变人们对世界的认识····· | (3) |
| 第二节 什么是物理学?····· | (4) |
| 一、物理学研究的对象和范围····· | (4) |
| 二、时间和空间····· | (5) |
| 三、物质结构及其运动规律····· | (6) |
| 四、物质间的相互作用····· | (8) |
| 第三节 物理学是自然科学的基础····· | (9) |
| 一、物理学在科学技术中的地位····· | (9) |
| 二、物理学是知识经济的基础····· | (14) |
| 三、物理学是科学的世界观和方法论的基础····· | (15) |
| 第四节 物理学的分支学科····· | (16) |
| 思考题与问答题(一)····· | (19) |
| 第二章 对物体运动规律的思考——经典力学的建立····· | (20) |
| 第一节 人类宇宙观的发展····· | (20) |
| 一、古代人类对天体运动的认识····· | (20) |
| 二、从哥白尼到开普勒····· | (21) |
| 三、伽利略与经典力学的诞生····· | (24) |
| 第二节 经典力学对运动的描述····· | (29) |
| 一、描述质点运动的基本概念和基本物理量····· | (30) |
| 二、运动叠加原理····· | (34) |
| 三、抛体运动····· | (34) |
| 四、曲线运动中的切向加速度和法向加速度····· | (35) |
| 五、圆周运动····· | (35) |
| 第三节 牛顿运动定律····· | (36) |

| | |
|--------------------------------------|------|
| 一、牛顿及其成就····· | (36) |
| 二、牛顿运动三定律····· | (37) |
| 三、几种常见的力····· | (40) |
| 四、牛顿的科学思想方法····· | (43) |
| 思考题与问答题(二)····· | (45) |
| 第三章 守恒定律与对称性 ····· | (47) |
| 第一节 三大守恒定律 ····· | (47) |
| 一、能量守恒定律——一切自然现象所遵循的规律····· | (47) |
| 二、动量守恒定律 人造卫星的发射····· | (55) |
| 三、角动量守恒定律 行星运行轨道····· | (59) |
| 第二节 守恒定律与对称性 ····· | (64) |
| 一、对称性与对称操作····· | (65) |
| 二、物理定律的对称性····· | (68) |
| 三、对称性与守恒定律····· | (69) |
| 四、守恒定律与对称性在物理学中的地位与作用····· | (71) |
| 第三节 对称性破缺 ····· | (72) |
| 一、对称性的自发破缺····· | (72) |
| 二、弱相互作用宇称不守恒····· | (73) |
| 思考题与问答题(三)····· | (75) |
| 第四章 周期运动的基本形式——机械振动与机械波 ····· | (76) |
| 第一节 简谐运动及其描述 ····· | (76) |
| 一、简谐运动的基本特征及其表达式····· | (77) |
| 二、简谐运动的能量····· | (79) |
| 三、描述简谐运动的基本物理量····· | (80) |
| 第二节 阻尼振动 受迫振动 共振 ····· | (81) |
| 一、阻尼振动····· | (81) |
| 二、受迫振动 共振····· | (82) |
| 第三节 机械波 ····· | (83) |
| 一、机械波产生的条件····· | (83) |
| 二、横波与纵波····· | (85) |
| 三、波传播过程中的基本概念和基本物理量····· | (85) |
| 第四节 平面简谐波 波的能量 ····· | (86) |
| 一、平面简谐波的表达式····· | (86) |
| 二、波动表达式的物理意义····· | (88) |
| 三、波在传播过程中质元振动的相位差····· | (89) |

| | |
|-------------------------------|-------|
| 四、波的能量 波的强度——能流密度 | (90) |
| 第五节 波的衍射、反射和折射 | (91) |
| 一、惠更斯原理 | (91) |
| 二、波的衍射 | (91) |
| 三、波的反射 | (92) |
| 四、波的折射 | (93) |
| 第六节 波的干涉 | (94) |
| 一、波的叠加原理 | (94) |
| 二、波的干涉 相干条件 相干波 | (95) |
| 三、相干波的干涉加强与减弱 | (95) |
| 第七节 多普勒效应 | (96) |
| 一、声源不动、观察者相对于媒质以速度 v_0 运动 | (97) |
| 二、观察者不动,声源相对于介质以速度 v_s 运动 | (97) |
| 思考题与问答题(四) | (98) |
| 第五章 “永动机”带来的启示——热力学 熵 | (99) |
| 第一节 蒸汽机带来的学问——热运动的基本规律 | (99) |
| 一、热是什么——热运动说和热质说 | (99) |
| 二、放之四海皆准——能量守恒 | (104) |
| 三、来自实践——瓦特与蒸汽机 | (107) |
| 四、第二类永动机之梦的破灭——热力学第二定律 | (109) |
| 第二节 宏观不可逆性与熵的概念 | (113) |
| 一、宏观不可逆性 | (113) |
| 二、熵概念的引入 | (115) |
| 三、对熵本质的认识 | (118) |
| 四、熵恒增=能贬值(能“质”的衰退) | (118) |
| 第三节 妖精的启示——熵与信息 | (120) |
| 一、热力学概率与熵 | (120) |
| 二、麦克斯韦妖 | (123) |
| 三、熵与信息 | (124) |
| 第四节 熵概念的拓展 | (126) |
| 一、不可逆与自组织 | (126) |
| 二、熵与生命 | (127) |
| 三、热寂说 | (129) |
| 四、熵与经济和社会 | (131) |
| 五、地球系统——Gaia 假设与自然观 | (133) |

| | |
|-----------------------------------|-------|
| 思考题与问答题(五)..... | (135) |
| 第六章 电磁学理论简介 信息传播 | (137) |
| 第一节 电磁现象的早期研究 | (137) |
| 一、人类对电和磁的认识 | (137) |
| 二、创造性的科学思维——引入磁感线与场的概念 | (145) |
| 三、静电场与稳恒磁场 | (147) |
| 第二节 电磁感应 | (155) |
| 一、电磁感应现象的发现 | (156) |
| 二、亨利和楞次的贡献 | (158) |
| 三、法拉第电磁感应定律 | (159) |
| 第三节 电磁波 | (164) |
| 一、一场伟大的变革 | (164) |
| 二、麦克斯韦方程组的建立 | (165) |
| 三、电磁场理论建立过程中的思想方法给人们带来的启示 | (167) |
| 四、预言电磁波 光的电磁理论 | (169) |
| 五、赫兹实验 | (170) |
| 第四节 信息的载体——无线电波 | (172) |
| 一、无线电波的产生与传播 | (172) |
| 二、无线电通讯 | (175) |
| 三、雷达、微波通讯和光纤通讯..... | (176) |
| 思考题与问答题(六)..... | (178) |
| 第七章 是波还是粒子? ——光本性的研究 | (179) |
| 第一节 几何光学简介 | (179) |
| 一、光的直进定律 | (180) |
| 二、光的反射折射定律 全反射 | (180) |
| 三、透 镜 | (183) |
| 四、光的色散和吸收现象 | (185) |
| 第二节 光的波动理论的崛起 | (186) |
| 一、光的干涉 | (186) |
| 二、光的衍射 | (188) |
| 三、光的偏振 | (193) |
| 第三节 光的波粒二象性 | (194) |
| 一、光电效应 光的波动说遇到的困难 | (194) |
| 二、黑体辐射“量子”概念的提出 | (195) |
| 三、爱因斯坦的“光子”假设 光电效应方程 | (198) |

| | |
|---|-------|
| 四、康普顿效应 | (199) |
| 五、光的波粒二象性 | (200) |
| 思考题与问答题(七) | (201) |
| 第八章 时间与空间交融——相对论简介 | (203) |
| 第一节 狭义相对论基础 | (203) |
| 一、伽利略变换 绝对时空观 | (203) |
| 二、狭义相对论原理 洛仑兹变换 | (205) |
| 三、狭义相对论力学的一些重要的结论 | (206) |
| 四、改变世界的方程——质能关系 | (209) |
| 五、核 能 | (210) |
| 第二节 广义相对论简介 | (212) |
| 一、广义相对论产生的背景 | (212) |
| 二、光线在空中拐弯了 | (213) |
| 三、弯曲的时空 | (214) |
| 四、引力红移 引力时间延缓 | (215) |
| 五、水星轨道近日点的进动 | (217) |
| 六、引力波 | (218) |
| 七、相对论遇到的挑战 | (220) |
| 思考题与问答题(八) | (220) |
| 第九章 微观世界探秘——物质结构 | (222) |
| 第一节 开启微观世界研究的门户——奇葩怒放的三大发现 | (222) |
| 一、X射线的发现 | (222) |
| 二、放射性的发现 | (224) |
| 三、电子的发现 | (226) |
| 四、卢瑟福的“原子核式结构” | (228) |
| 第二节 原子核的奥秘 | (229) |
| 一、中子的发现 | (229) |
| 二、一种新的相互作用力——核力 | (230) |
| 三、核子结构 | (231) |
| 四、神秘的反物质 | (232) |
| 第三节 探索微观世界奥秘的近代技术 | (234) |
| 一、电子显微镜 | (234) |
| 二、扫描隧道显微镜 | (234) |
| 第四节 神奇的正负电子对湮灭 | (237) |
| 一、同步辐射 | (237) |

| | |
|--------------------------------------|-------|
| 二、我国的同步辐射事业 | (238) |
| 思考题与问答题(九) | (239) |
| 第十章 量子风云录——量子物理基础 | (240) |
| 第一节 玻尔的贡献 | (240) |
| 一、玻尔模型的建立 | (241) |
| 二、玻尔模型的贡献与困难 | (245) |
| 三、哥本哈根精神 | (246) |
| 第二节 德布罗意波 | (247) |
| 一、“狮身人面像”——实物粒粒子的波粒二象性 | (247) |
| 二、物质走向微小时行踪的诡秘——不确定关系 | (249) |
| 三、物质波的提出 | (250) |
| 第三节 描写物质波的波动方程及波函数的统计解释 | (251) |
| 一、波函数及其统计意义 | (252) |
| 二、薛定谔方程 | (253) |
| 思考题与问答题(十) | (254) |
| 第十一章 物理学家的思维方法 | (255) |
| 第一节 问题——物理学发现之源 | (255) |
| 一、从科学实践与科学理论的矛盾中产生问题 | (255) |
| 二、从科学理论内部的矛盾中产生问题 | (256) |
| 第二节 极端思维——物理学家的创新思维 | (256) |
| 第三节 类比思维——物理学家创新的钥匙 | (257) |
| 一、类比是提出假设的重要途径 | (257) |
| 二、类比推理能有效激发科学家的想象 | (258) |
| 三、类比可导致技术上的发明创造 | (259) |
| 思考题与问答题(十一) | (261) |
| 结束语 物理学的认识论和方法论 | (262) |
| 一、物理学的认识论 | (262) |
| 二、物理学的方法论 | (264) |
| 三、科学是柄双刃剑 | (266) |
| 专题选读 I 宇宙的起源和演化 | (267) |
| 专题选读 II 激光 | (289) |
| 专题选读 III 超导技术及其应用 | (297) |

第一章 人类社会为什么变化这么快？ ——物理学改变世界

在 20 世纪 50 年代出现的新机器——电子计算机，是人类学会用火以来最伟大的发明，因为人类科学和生产的发展从来没有过可以与计算机相比拟的速度。亚音速空中客车的飞行速度与步行速度相比，不超过 200 倍，但从 1945 年到 2005 年的 60 年中，电子计算机的浮点运算速度却提高了 1000 亿倍，而且其性能价格比也得到大幅度提高。这种提高主要来自于物理学家从自然规律中发掘出的可能性和工程师们把科学可能性变成技术现实性的努力。物理学不断地改变着人类的生产和生活方式，促进了整个世界的深刻变化。正是基于这样的原因，联合国才将 2005 年确立为世界物理年。

第一节 物理学在改变着世界

人类在地球上已经生存了几百万年，有文字记载的文明时代也约有 5000 年，但是，在以往漫长的历史中，人类的生活方式、生产方式并没有发生根本性变化。直到 18 世纪工业革命，尤其是 19 世纪电力技术革命以后，人类社会才发生如此迅速的一次又一次的革命性发展。

从科技发展史中不难发现，许多重大应用技术都是建立在物理科学研究成果的基础上的。在人类近代社会发生的三次技术革命中，起到关键性作用的都是物理科学的创新成果。第一次技术革命开始于 18 世纪 60 年代，主要标志是蒸汽机的广泛应用，这是牛顿力学和热力学发展的结果；第二次技术革命发生在 19 世纪 70 年代，主要标志是电力的广泛应用和无线电通信的实现，这是电、磁现象的研究和经典电磁场理论的重大突破所带来的辉煌成果；第三次技术革命从 20 世纪 40 年代开始并一直延续到今天，这是建立在相对论和量子力学发展的基础上，其特点是出现了以微电子技术为代表的一系列新学科、新材料、新能源、新技术的兴起和发展，如核反应堆、晶体管、激光器，还有各式各样分析用的“谱仪”，以及医学上用的超声、核磁共振和正电子湮没技术等，这些都深刻地改变了人类的物质生产和精神生活。

随着物理学成果的不断发展和到 20 世纪七八十年代以后，物理学上的成果在技术上引起了一系列革命性的突破，产生了一系列高新技术，诸如核能源技术、激光技术、电子计算机技术、电子与信息技术、生物工程技术、纳米技术、空间

技术等的崛起,形成了现代技术群,并出现一批含有高科技成分的产业群,它们已经扩散到社会生产和生活的各个领域.

一、物理学加速社会经济的发展

第一次技术革命的产物是纺织工业、机械工业、冶金工业和造船工业等的兴起,英国凭借新技术革命和产业革命的迅速崛起,成为称雄于世界的经济强国.从工业这个物质生产的主要部门所占比重来看:1831年英国工业化比重超过了60%,1871年更是达到了73%,而同期法国工业化的比重还停留在55%左右;从人口结构来看,1851年,英国城市人口占总人口的52%,大大高于其他欧洲国家.18世纪前,英国还落后于法国等不少欧洲国家,但到1860年,这个当时仅占世界人口2%的岛国,生产的工业品已占世界总量的45%,还拥有世界出口总额的1/4和进口总额的1/3,英国从世界古典文明的边缘地带,一跃而成为世界近代文明的中心和当时唯一的工业化中心.

从1870年到1940年,世界兴起了以电力技术革命为代表的第二次技术革命.美国和德国抓住了这次技术革命的契机,大力发展新兴技术和产业,在铁路、煤炭、钢材和舰艇制造等方面展现出勃勃生机.英国霸主地位的沦落,美国、德国的崛起,是这次技术革命的一个重要特征.这是由于德国科学技术人员的积极进取和创新精神,以及德国比英、法等国更重视自然科学与工业生产相结合,尤其重视应用科学的研究,这样就使得德国在19世纪中期以后,在科学技术发展方面迅速赶上并超过英、法等国,取得了极其显著的成就.据统计,从1851年到1900年,德国取得的重大科学技术成就共有202项,而同一时期英国只有106项,法国只有75项.这期间美国从南北分裂的经济落后状态,通过工业革命,此后在短短的20年中产值上升了9倍.1890年,美国工业产值跃居世界第一位.1900年,人均收入超过欧洲.1913年,成为世界经济的霸主.

第三次技术革命,以原子能的开发和电子计算机的发明为标志,推动社会生产力迅速发展.1980年世界GDP比1950年增长1倍多,其中美国增长1.7倍,德国增长3.5倍,日本增长9.2倍;按现价计算,1997年比1980年又增长1倍多,其中美国增长1.8倍,日本增长2.9倍.到20世纪末,世界GDP达30万亿美元,其中美国占26.6%,人均3万美元.随着生产力的快速发展,社会财富也迅速膨胀,到20世纪末,世界财富约达50万亿美元.

回顾世界经济发展的历史,每一次科学技术革命不仅提高了劳动生产率,也促进了全球化进程.而每一次技术革命都源于物理学的创新成果.

二、物理学改善人们的生活方式

物理学的技术成果,不断转化成生产力,已经创造出越来越多的物质财富.

如物理学在半导体、集成电路、激光、磁性、超导等方面的成果,奠定了信息科学的科学基础.由物理学延伸的高技术产业应运而生,这些高技术产业,在20世纪下半叶的全球经济中扮演了重要的角色.为家庭开发了从微波炉到液晶电视等多种的家用电器,引导了以微电子、光电子、网络及其相关机电技术为核心的第三次工业革命,为信息社会的到来奠定了技术基础.

由物理学研究带来的新技术和新产品层出不穷,从根本上改变了人们的生产方式和生活方式.例如,我们不再需要像从前那样只能到电影院看电影了,而尽可以坐在电视机前或在电脑前通过激光光盘或网络欣赏我们所喜欢的电影;借助移动电话,我们可以和世界上任何地方的人随时保持联系;我们可借助如X光、B超、CT、核磁共振、 γ 射线、激光刀等现代医学手段诊断和治疗疾病.这些都是直接应用了现代物理学的成果.

2000年,美国工程院选择了20项20世纪最伟大的工程,其中采用的技术大部分都直接或间接跟过去300年以来物理学的发现有关系.这20项工程首先是电气化^{**}、汽车^{*}、飞机^{*}、自来水系统、微电子^{***}、无线电广播和电视^{**},其次是农业机械化^{*}、计算机^{**}、电话^{**}、空调和冰箱^{*}、高速公路、卫星^{*}、因特网^{**}、摄影^{**},最后是家用电器^{**}、医疗技术^{**}、石油和石油化工、激光和光纤^{***}、核技术^{***}、高性能材料^{***}.打星号(*)的项目表示与物理学有关,星号越多表示和物理学的关系越密切.从中不难看出,其中大多数都打了星号,皆跟物理学直接或间接有关.

三、物理学改变人们对世界的认识

相对论、量子力学和它们相结合产生的量子场论从根本上改变了人类对时空和宇宙万物的看法,使人们从绝对的决定论的宇宙观变为辩证的唯实的宇宙观.

绝对的决定论认为时间和空间是脱离物质而存在的,物质在时空里运动,时空跟运动没有关系.相对论则认为时空不再是脱离物质和运动而独立存在;同时相对论还给出了物质和能量之间的关系,为原子能的开发利用奠定了理论基础.

相对论和以后发展的规范场理论对人类的认识论产生了巨大的影响,这个理论认为物质、运动、时空和相互作用是紧密联系在一起的,是不可分割的,是互为因果的.它们统一在某种变换群的局域对称性中间,对称性和它的自发破缺确定了物质的基本构成和它们之间的相互作用,体现了宇宙的真和美,形成了宇宙万物的内在本质的统一性和外在现象绚丽的多样性.

此外,人们通过计算机的帮助,应用古典物理理论讨论流体运动和气象预报时,发现了自组织、混沌和分形等现象.随后又发现这些现象普遍存在于非线性相互作用的开放系统中,包括我们的生命系统和社会系统.