



普通高等教育“十二五”规划教材

文科物理

——生活中的物理学

主 编 宋 峰

副主编 陈宜生 孙佩雄 禹宣伊



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

文科物理

——生活中的物理学

主 编 宋 峰

副主编 陈宜生 孙佩雄 禹宣伊

科学出版社

北 京

内 容 简 介

物理学对培养学生的逻辑思维能力和创新能力、提高学生的科学素养,具有难以替代的作用。本书一方面按照普通物理学的知识结构体系编排内容,另一方面注意避免繁琐的公式和枯燥的概念,重在介绍原理和应用,使读者既能体会到物理学的结构严谨、知识缜密,又能了解物理学在社会发展、人类生活、科学实践等诸多方面的应用。全书共9章,涵盖了力学、热学、电磁学、光学、近代物理等内容,每章后附有习题。

本书可作为高等院校文理科学学生的物理课选修教材,以及各专业学生学习大学物理和专业物理课的补充阅读材料,也可供各类人士阅读,以拓宽知识面,提高科学素养。

图书在版编目(CIP)数据

文科物理:生活中的物理学/宋峰主编. —北京:科学出版社,2013

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-03-036442-5

I. ①文… II. ①宋… III. ①物理学-高等学校-教材 IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 008796 号

责任编辑:窦京涛 / 责任校对:宋玲玲

责任印制:阎磊 / 封面设计:速底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

化学工业出版社印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013年3月第 一 版 开本:720×1000 B5

2013年3月第一次印刷 印张:16 1/2

字数:315 000

定价:33.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

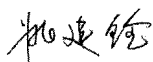
随着科技的发展,人们认识到全民的科学教育对于科学的持续进步至关重要。大学物理显然是一门很好的素质教育课程,因此越来越多的高校增设了文科物理课,而打消部分学生尤其是部分文科学生在心理上对于物理的畏惧,消除由于高等数学知识的欠缺导致的困难和隔阂尤为重要。

由南开大学宋峰教授等主编的《文科物理》教材,覆盖了从基本粒子到宇宙天体、从经典物理到近代物理的知识,刻意避开了繁杂的公式推导。全书物理图像清晰、物理知识准确、应用事例典型,在保持物理思维和严谨的同时,注重趣味性、可读性,语言通俗易懂、深入浅出。在探究问题的过程中,让学生学会拨开繁杂的表面现象,看到问题的本质,体会、秉承物理学“简单即美”的理想和信念,从中发现诗意的光芒、音乐的旋律,体会到“物含妙理总堪寻”的快乐。

该书的立意一方面希望读者能够通过阅读该书掌握一定的物理知识、拓宽知识面,另外一方面则希望通过讲述物理规律发现的历史过程、揭示实际生活中存在现象的本质、介绍物理在现代高新科学技术中的应用等方式,将物理规律的发现和应用物理规律的思维方式呈现在读者面前,培养学生的逻辑思维能力。这对于学生科学素养的提高和科学世界观的形成,具有积极作用,如可以正确判断并揭露伪科学、认识到社会问题与科学技术(包括物理学)的联系、物理学对其他科学的辐射和影响等。现在求学的学生中有一部分人将来会成为各行各业的领导者,只有正确地掌握科学技术应用的方向,才能够以有益的方式使用科学技术赋予人类的强大能力,实现可持续发展的目标。

“细推物理须行乐,何用浮名绊此身”,这是一本有特色的好教材,我很高兴为该书作序,并希望读者能够由此终生保持对科学的兴趣。

天津大学 教授
中国科学院院士



2012年5月23日

前 言

物理学在人类文明和社会进步中起到了巨大的作用。因为有了热力学,才有了蒸汽机,进而才有了第一次产业革命,从而人类从农耕社会进入工业社会;因为有了电磁学,才有了电力系统和设备,才有了各类电器,进而有了第二次工业革命;因为有了光学和电磁学,才有了通信系统,人类进入了信息时代,进而有了第三次工业革命。现在新能源新材料时代到来了,核能、太阳能跟粒子物理、光学、电学密切相关,各种新材料的基础也是物理学。

可以毫不夸张地说,我们今天的生活,离不开物理学。从照明用的电灯、到通信用的电话、再到出行用的汽车,都是因为有了物理学而被发明出来的。没有了伟大科学家们在物理方面的贡献,没有物理学,就没有我们现在的社会进步和幸福生活!

目前我国高校在大力推行文化素质教育,文化素质包括人文文化素质和科学文化素质。我们编写本书,就是希望为科学文化素质教育作一点贡献。在编写中,一方面注意到物理学的严谨性和逻辑性,另一方面注意到可读性。希望通过学习本书,让读者既能够掌握一些物理知识,又能了解物理的逻辑思维方式和研究方法。

本书由南开大学、天津大学、天津师范大学、天津大学仁爱学院共同编写。具体的编写分工如下:第1章(宋峰)、第2章(续宗成、陈宜生)、第3章(陈宜生、续宗成)、第4章(吴亚非、陈宜生)、第5章(王明霞、孙佩雄)、第6章(禹宣伊)、第7章(邢冬梅、孙佩雄)、第8章(喻纯旭、宋峰)、第9章(邢冬梅)。

全书由宋峰、陈宜生、孙佩雄、禹宣伊修订并统稿。

编 者

2012年4月

目 录

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 物理发展概况	1
1.1.1 古代自然哲学与物理科学	1
1.1.2 经典物理的建立和发展	2
1.1.3 近代物理的发展	5
1.1.4 物理与新兴学科	6
1.2 物理对人类文明和人类生活的推动与影响	6
1.2.1 日心说的确立	7
1.2.2 电磁波和通信	7
1.2.3 航空航天	7
1.2.4 交通工具中的物理学	8
1.2.5 物理学渗透到生活的方方面面	8
1.3 物理的主要领域和物理的分支	8
1.3.1 经典力学	8
1.3.2 热学、热力学和经典统计力学	9
1.3.3 经典电磁学与电动力学	9
1.3.4 光学	9
1.3.5 相对论力学	10
1.3.6 原子物理学与分子物理学	10
1.3.7 量子力学 量子电动力学 量子统计力学	11
1.3.8 固体物理学	11
1.3.9 原子核物理学	12
1.3.10 等离子体物理学	12
1.3.11 粒子物理学	12
1.4 基本物理量和国际单位制中七个基本单位	12
1.5 在文科类学生中开设物理课程的必要性	13
第 2 章 力学	15
2.1 物体运动的描述	15

2.1.1 描述前的准备工作	15
2.1.2 描述物体运动的物理量	17
2.1.3 运动全过程的描述——运动函数	21
2.2 牛顿运动定律	24
2.2.1 牛顿第一定律	24
2.2.2 牛顿第二定律	27
2.2.3 牛顿第三定律	30
2.2.4 非惯性系中的惯性力	32
2.3 牛顿第二定律另样表达	34
2.3.1 动量与冲量	34
2.3.2 动量定理	35
2.3.3 动量守恒定律	37
2.4 在功能概念下的牛顿第二定律的变形	38
2.4.1 功和功率	38
2.4.2 动能与势能	40
2.4.3 动能定理	40
2.4.4 保守力的功与势能	41
2.4.5 机械能守恒定律	42
2.4.6 普遍能量守恒及转化定律	43
2.5 牛顿定律支持我们在蓝天飞翔——飞机	44
2.5.1 飞机概述	44
2.5.2 飞机飞行的原理	45
2.6 牛顿定律支持我们深入太空——卫星与火箭	46
2.6.1 卫星	46
2.6.2 火箭	48
2.7 刚体定轴转动简介	50
2.7.1 刚体模型	50
2.7.2 描述刚体转动的物理量	50
2.7.3 刚体定轴转动定律	52
第2章习题	53
第3章 振动与波动	56
3.1 机械振动	56
3.1.1 弹性与惯性的和谐之作——简谐振动	56
3.1.2 简谐振动的叠加与复杂振动的分解	60
3.1.3 共振	63

3.2 机械波	64
3.2.1 机械波形成的条件	64
3.2.2 描述波动的物理量	65
3.2.3 描写波动全过程的一维简谐波函数	67
3.2.4 波在两种介质光滑界面的行为——反射与折射	68
3.2.5 波遇障碍物的行为——波的绕射(或衍射)	69
3.2.6 波与波相遇的行为——波的干涉	69
3.2.7 波干涉实例——驻波	70
3.2.8 波的多普勒效应	71
3.3 机械波的实例——声波	71
3.3.1 能听见的声波	71
3.3.2 听不见的声波——超声波	73
3.3.3 长寿命的声波——次声波	75
3.4 电磁波	76
第3章习题	76
第4章 热学	78
4.1 热运动	78
4.1.1 布朗运动——无意中看见了物质内部一个混乱的世界	78
4.1.2 分子之间的相互制约——分子力和分子势能	79
4.1.3 热运动剧烈程度的表示与测量——温度与温度计	81
4.1.4 理想气体压强与绝对温度的关系——定容压强温度计	82
4.1.5 理想气体状态方程	84
4.1.6 系统内部的混乱程度——熵	85
4.2 热力学第一定律	86
4.2.1 系统内部情况的综合评估——内能	86
4.2.2 改变系统内能的方式	87
4.2.3 绝对的自然规律——热力学第一定律	88
4.3 热机——带来第一次工业革命	89
4.3.1 如何将热能变成机械能	89
4.3.2 卡诺的伟大贡献——卡诺循环与卡诺机	90
4.3.3 当今热机的改进	92
4.4 致冷循环与致冷机	93
4.4.1 冰箱、空调	93
4.4.2 热泵及其工作原理	94
4.5 能造出第二类永动机吗——热力学第二定律	95

4.5.1 什么是第二类永动机	95
4.5.2 热力学第二定律的判词	96
4.5.3 可逆过程与不可逆过程	96
4.5.4 不可逆过程产生熵——熵增原理	97
4.5.5 熵增带来的后果	98
4.5.6 增智、增绿、节育、节约	99
4.6 熵增与宇宙——一个尚未了结的问题	100
第4章习题	101
第5章 电磁学	102
5.1 电荷与电场	102
5.1.1 电荷及其相互作用	102
5.1.2 电荷之间的相互作用——库仑定律	104
5.1.3 电荷如何相互作用——电场与电场强度	105
5.1.4 电场线与电通量	107
5.1.5 电势与电容	110
5.2 电流	111
5.2.1 电线上的鸟——电的流动	111
5.2.2 生活中常用的两种电——直流电和交流电	112
5.3 导电和不导电的材料——导体、半导体和绝缘体	114
5.3.1 导体	114
5.3.2 绝缘体	114
5.3.3 半导体	115
5.4 欧姆定律与焦耳定律	116
5.4.1 电阻	116
5.4.2 “不死鸟”和高压线	117
5.4.3 焦耳定律	118
5.5 磁现象与磁场	119
5.5.1 基本磁现象	119
5.5.2 磁的相互作用——磁场与磁感应强度	120
5.5.3 磁场的高斯定理	122
5.5.4 磁场对运动电荷的作用——洛伦兹力	124
5.5.5 磁场对载流导线的作用力——安培力	125
5.6 电磁感应现象	125
5.7 电磁学带给人类的幸福生活	128
5.7.1 电磁炉	128

5.7.2 现代通信——走进信息时代	129
5.7.3 广播与电视	131
5.7.4 无线电导航与 GPS	132
5.7.5 磁悬浮列车	133
5.7.6 LED 照明	134
第 5 章习题	136
第 6 章 光学	137
6.1 神奇的光	137
6.1.1 从光到光学	137
6.1.2 光——万物生长之源	138
6.2 光的粒子性——几何光学	140
6.2.1 光学世界里的交通规则——反射和折射定律、费马原理	140
6.2.2 全反射——折射定律的特例	143
6.2.3 海市蜃楼——眼见为虚	145
6.2.4 球面镜和透镜	146
6.2.5 光学——呈现万物	148
6.3 光的波动性——波动光学	152
6.3.1 光的相干性	152
6.3.2 光的干涉	153
6.3.3 光的衍射	157
6.3.4 光的偏振	161
6.4 色彩	163
6.4.1 牛顿三棱镜分光实验	164
6.4.2 色彩与光的吸收、反射	164
6.4.3 色彩与光的散射	165
第 6 章习题	167
第 7 章 量子物理学	169
7.1 量子力学的诞生	171
7.1.1 黑体辐射——经典物理灾难的来临	171
7.2 光的波粒二象性	174
7.2.1 光的波粒二象性——量子论的再证实	174
7.3 光谱与能级	178
7.3.1 氢原子可见光谱	178
7.3.2 卢瑟福的原子模型	180
7.3.3 玻尔的量子论——量子论青年时代的到来	181

7.3.4 玻尔的量子论对氢原子光谱的解释	182
7.3.5 玻尔理论的成功和困难	185
7.4 粒子的波粒二象性	186
7.4.1 光的波粒二象性	186
7.4.2 粒子的波粒二象性	186
7.4.3 物质波的实验验证	188
7.5 波函数与薛定谔方程	189
7.5.1 薛定谔方程	189
7.5.2 波函数及其统计解释	190
7.5.3 四个量子数 电子的排布	193
7.6 现代仪器举例	194
7.6.1 电子显微镜	194
7.6.2 扫描隧道显微镜	196
7.6.3 激光器	199
第7章习题	202
第8章 微观世界中的物理	203
8.1 古代的微观物质假说	203
8.2 原子模型的发展历史	204
8.3 原子的组成	205
8.3.1 电子	205
8.3.2 核子	205
8.3.3 夸克	205
8.3.4 几种基本微观粒子的尺度	206
8.4 基本粒子和几种重要微观粒子	207
8.4.1 基本粒子	207
8.4.2 轻子	207
8.5 微观粒子的相互作用标准模型以及传递相互作用的媒介子	209
8.5.1 四种相互作用	209
8.5.2 粒子物理的标准模型	210
8.6 放射性	211
8.6.1 三大发现	211
8.6.2 放射性的发现,居里夫妇的贡献	212
8.6.3 α, β, γ 三种射线	213
8.6.4 放射性的衰变规律	213
8.7 质能关系与核能	214

8.7.1 质能关系式	214
8.7.2 核裂变	215
8.7.3 原子弹	216
8.7.4 核聚变	216
8.7.5 氢弹	217
8.7.6 太阳能——引力约束聚变	218
8.8 核能的和平应用	219
8.9 核辐射防护的一些基本知识	220
8.9.1 天然辐射	220
8.9.2 吸收剂量	221
8.9.3 辐射的防护	223
第8章习题	223
第9章 天体物理和宇宙	225
9.1 相对论的创立	225
9.1.1 牛顿的绝对时空观	226
9.1.2 迈克耳孙-莫雷实验	227
9.1.3 狭义相对论原理	227
9.1.4 相对论的时空观	228
9.1.5 广义相对性原理	232
9.2 宇宙的演化	234
9.2.1 宇宙大爆炸	234
9.2.2 宇宙大爆炸学的科学依据	234
9.2.3 宇宙大爆炸理论的缺陷	236
9.2.4 宇宙的演化进程	236
9.3 太阳系与宇宙	237
9.3.1 地球——人类的家园	237
9.3.2 太阳及太阳系	238
9.3.3 银河系	238
9.3.4 银河系的近邻	239
9.3.5 哈勃定律与宇宙的膨胀	239
9.3.6 恒星的演化	240
9.4 星云、星系	241
9.4.1 星云	241
9.4.2 星系	243
9.5 天体观测中常用的天文望远镜	244

9.5.1 光学天文望远镜	245
9.5.2 射电望远镜	247
第9章习题	248
参考文献	250

第 1 章 绪 论

人天生就有好奇心。我们每个人都有这样的记忆,很小的时候,看待我们周围的事物,总想知道其组成、工作原理,要问一句为什么,有不少人还拆过家里的钟表电器,想一探究竟,当然很少有能够成功的,而且大多数人还免不了被家长责骂,这是因为我们不知道里面的物理原理。长大后有些人的好奇心变淡了,但是还有一些人在这种好奇心的驱使下,继续探索,发现了很多物质的结构、性质等特点,经过千百年来的努力,终于建立了一门比较完整的科学体系——物理学。物理学是研究物质的基本结构、性质、运动、相互作用的自然科学。现在物理学已经渗透到自然科学的各个领域,应用于科学技术和人类生活的各个方面,同时,在建立和使用物理学的过程中所形成的科学方法和思维方式,深刻地影响着人类对物质世界的认识和人们的日常行为与社会生活。

1.1 物理发展概况

1.1.1 古代自然哲学与物理科学

我们很多物理老师都是博士,英文称为 Ph. D,比如本书主编在名片上的英文名就是在我的名字前加上 Ph. D。跑到国外,人家一看这个头衔就非常客气,尤其是一些没有拿到博士学位的人更是尊敬,称呼中一口一个博士。Ph. D 是 philosophy doctor 的缩写,有些同学要问了,明明是物理学博士,为什么挂上哲学呢?那是由于在科学体系建立之初,人们将数学、物理、化学等理学学科看做是哲学的一个分支,此后就约定俗成了。那为什么认为物理隶属于哲学呢?原因无外乎两个。其一,人类从远古的蛮荒时代开始,就在不停地关注着身边的物质运动和物质的结构,有很多智者总在观察着、思考着,最早的比较系统地观察自然现象和提出物理方面的设想的都是一些哲学家;其二,物理学的研究方法和思维方式确实与哲学分不开,需要用哲学的方法,比如建立物理模型(建模)时需要去伪存真、去粗取精,需要抓住主要矛盾,在思考物理问题和进行物理实验时需要运用多种逻辑思维方式。

公元前 5 世纪,西方的自然哲学家泰勒斯首次成功地预报了日全食,此后他的学生毕达哥拉斯(他提出的毕达哥斯拉定理就是我国所说的勾股定理)首先使用了“哲学”这个词,他认为宇宙是球形的,在宇宙的中心是“中心火”,太阳、地球、月亮、星星都围绕这个“中心火”旋转。德谟克利特提出了万物由原子组成,而原子是物质不可分割的最小微粒的观点,他还提出了惯性运动的思想,认为原子在虚空中因为没有阻力会一直不停地做直线运动。

公元前 3 世纪,希腊的苏格拉底、柏拉图等哲学家出现了,他们的哲学思想影响了很多,柏拉图建立了一所学院“阿卡德米”(academy,后来引申为学会、科学院),亚里士多德就是他的学生,亚里士多德给后人留下了大量著作,内容涉及自然科学和社会科学的方方面面,他强调观察和实验,首次提出了“物理学”的概念。他明确提出了宇宙的“地心说”,认为世界万物均由水、火、土、气四种元素组成,天上则充满了轻而透明的以太。

那个时候,还没有真正意义上的物理学,但是这些伟大的哲学家们提出的观点和哲学思想成为了物理学发展的财富。随着物理学的不断完善,我们越来越发现物理学与哲学之间的密切关系,物理学的思维方式和科学方法论,都是离不开哲学的,同时物理学也很好地诠释了哲学。

在中国古代,尤其是春秋战国时,百花齐放、百家争鸣,各种学说中孕育着物理思想,因为战争而出现的一些武器如战车、云梯等也跟物理原理密不可分,不过没有能够形成较为系统的体系,儒家思想一直传承下来了,不过似乎跟物理的关系不是那么密切。

1.1.2 经典物理的建立和发展

公元前 3 世纪,亚里山大大帝的大将托勒密在埃及建立了一个新的王朝,建立了人类历史上第一个科学院“亚历山大科学院”,为科学研究者提供了科研和生活经费,极大地促进了科学的发展,欧几里得、阿基米德等著名数学和物理学家都在此学习和工作过。欧几里得几何学不仅给出了大量数学知识,给出的一套逻辑思维方法,对于数学、物理学、哲学等都产生了极为重要而深远的影响。阿基米德最先把数学引进到物理学中,他在数学和物理领域作出了重大贡献,在物理上他发现了“杠杆原理”和“浮力定律”。

公元前 30 年,托勒密发展了亚里士多德的地心说,建立了一个比较严密的以地球为中心的学说,被教会所推崇,统治了西方大约 1500 年,也就是说,在 500 多年前,人们还认为地球是宇宙的中心,太阳和其他星系都围绕着地球旋转,而现在我们的小学生都知道地球绕着太阳转。可见教会的力量多么强大,另一方面,也可以发现,人类的认知过程是不断发展的,不总是一下子就知道事实真相的,而是需要一个螺旋式的上升过程。随着教会的兴起,欧洲进入了封建社会,对科学不再尊

崇,罗马皇帝和天主教徒们烧掉了30万册希腊书籍、杀害了亚历山大科学院的科学家、关闭学校(和发生在中国的焚书坑儒何其类似呀,只是秦朝的焚书坑儒发生得更早,知识没有更多地积累传承下来,或许这是中国科技未能更好地发展的重要原因之一吧!),从此,欧洲的科学之光黯淡下去,一些学者不得不逃往东方,来到两河流域。此后,阿拉伯和中国的科学得到了发展,穆斯林数学家和物理学家阿尔·海塔姆出版了光学著作,对光的传播和眼睛生理学作了综合;穆斯林哲学家伊本·巴加(Ibn Bajja)对亚里士多德的运动概念进行了考察,使后来的学者特别受益;意大利的伯拉修斯(Blasius)撰写了关于静力学和流体静力学的论文《论重量》。此外,无论是印刷术、炼丹术、指南针等技术,都是物理学等相关科学发展的明证。

公元1500年前后,郑和七下西洋,哥伦布到达美洲,造船与航海术得到了巨大的发展。1522年,麦哲伦完成了环球航行,证明地球是圆的。此后,哥白尼在古希腊毕达哥拉斯提出的“中心火”理论基础上提出了“日心说”,布鲁诺、伽利略等支持该观点,受到了教会的迫害。

欧洲进入漫长的教会统治阶段,人们的科学思想受到了禁锢,但是科学的步伐是阻挡不住的。在“日心说”提出之后,第谷、开普勒经过多年的观测,发现了行星运动定律。伽利略通过著名的比萨斜塔实验(这只是一个传说,实际上没有任何证据表明这个实验的进行,但是伽利略进行了很多实验,证明了落体运动规律),向人们宣示了自由落体运动定律。他还确认了惯性定律,认为静止和匀速直线运动都是属于惯性运动。伽利略的另外一个贡献是他提出了“相对性原理”(其实中国汉朝的《尚书纬·考灵曜》中的“地恒动而人不知,譬如闭舟而行不觉舟之运也”就是相对性原理的表述)。

1643年1月4日(新历,如果按照旧历,则是1642年12月25日),伟大的牛顿(I. Newton, 1642~1727)诞生了,物理的新纪元开始了。1665~1666年的一年半时间内,牛顿相继发现了力学三定律、万有引力定律、微积分、色彩理论,27岁成为了剑桥大学三一学院的教授,30岁成为英国皇家学会会员,45岁时发表了《自然科学之数学原理》,全面阐述了绝对时空观、惯性系、力学三定律、万有引力定律、叠加原理,这本书被看成经典物理的《圣经》。到65岁的时候,牛顿又出版了《光学》,阐述了光的反射折射和色散等现象,提出了光的微粒说。

在牛顿之前与之后的一段时间里,在力学和运动领域,荷兰物理学家与天文学家惠更斯(C. Huygens, 1629~1695)发现了单摆定律和动量守恒定律,英国物理学院卡文迪许(H. Cavendish, 1731~1810)测定了引力常数,胡克(R. Hooker, 1635~1703)发现了弹性定律,法国数学与物理学家帕斯卡(B. Pascal, 1623~1662)发现了密闭容器中压强通过液体传递的帕斯卡原理。在热学领域,德国物理学家盖里克(Otto von Guericke)制作了第一个真空泵,英国科学家玻意耳(R. Boyle, 1627~1691)出版了《空气的弹性》,研究了空气的性质。在电磁学领域,英国科学家格雷(S.

Gray, 1666~1736)研究了静电,将材料分为导体与绝缘体,法国物理学家杜费(C. Dufay)出版了他的静电学研究成果《电学六篇》,区分了正负电荷及其作用力。

牛顿等人的贡献,为经典物理学大厦打下了坚实的基础,而且在力学方面,已经建立了基本体系。在此基础上,人们在热学、电磁学、光学等诸多领域作出了大量贡献,终于建立了完整的经典物理体系。

牛顿力学的普及极大地推动了工业革命(1750~1899年),纺织机和蒸汽机相继出现并被不断改进。瓦特(J. Watt, 1736~1819)在蒸汽机的改进上作出了巨大贡献,使得蒸汽机被用于火车轮船和工业设备,机器替代了人力和畜力,促进了交通业和制造业的发展。1789年,法国大革命的风暴席卷全国乃至整个欧洲,欧洲各个国家陆续从封建社会进入资本主义社会,政府对于科学的投入加大,科学家不断出现,对科学研究的热情持续高涨。

经过一段时间的热学、力学、电磁学的研究,人们认识到了能量守恒与转化的规律,发现了“热力学第一定律”,此后在研究能量的转化方向中,又发现了热力学第二定律,在温度的研究上,得到了热力学第三定律。热力学离不开微观分子的运动,因此,热学的研究也就从研究大量微观粒子的分子运动论发展到统计物理学。

在电磁学方面,经过安培(A. Ampère, 1775~1836)、伏特(A. Volt, 1745~1827)、奥斯特(H. Oersted, 1777~1851)、法拉第(M. Faraday, 1791~1867)等人的不断探索,人们已经把对电与磁的最原始的认识予以扩展,并发现了电与磁之间的联系。最终,麦克斯韦(J. C. Maxwell, 1831~1879)在前人研究的基础上,给出了描述电磁规律的电磁方程组,把电与磁完美地统一起来,并预言了光波也是一种电磁波,他撰写的《论电与磁》建立了完整的电磁场理论,这本书在电磁学上的功绩和牛顿的《自然哲学之数学原理》在力学上的作用可以相互媲美。电磁学的发展,推动了发电机、电报、电话、电灯等电器的发明。

光学的研究也一样得到了发展,从牛顿提出的微粒说到后来惠更斯等人的波动说,再到电磁理论(光是一种电磁波,电磁理论也是光的理论基础),人们对于光的理论知识和实用技术的掌握越来越完善。玻璃的发现与工业化生产,显微镜、望远镜(包括天文望远镜)等仪器的出现,都对人类生活带来巨大影响。

在几千年的历史长河中,尤其是近五百年来,物理学界涌现了无数英雄人物,他们辛勤工作、勤于思考、勇于探索,为物理学大厦的建设添砖加瓦。到了19世纪末,物理科学与相关技术都得到了巨大发展,极大地拓宽了人类的思维方式和方法,推动了社会的进步,改善了人类的生活,整个物理世界呈现出一派欣欣向荣的气象。因此,在1900年4月27日,在英国皇家学会新世纪的第一次年会上,时任皇家学会会长、著名物理学家开尔文(L. Kelvin)勋爵在发言中回顾了物理学在过去取得的辉煌成绩后,豪情满怀地说:“物理学的大厦已经建立起来,未来的物理学家只需要做些修修补补的工作就可以了。”