

大学物理

上册

University
Physics



主 编 肖剑荣 梁业广 陈鼎汉 李 明

 高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

大学物理

上册

Daxue Wuli

主 编 肖剑荣 梁业广 陈鼎汉 李 明



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是根据教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会物理基础课程教学指导分委员会编制的《理工科类大学物理课程教学基本要求》(2010年版)并结合编者多年的教学实践经验而编写的。本书在确保基础扎实、内容简练的前提下,着重于物理基本概念、基本知识及思维方式的介绍,尽量避免一些繁琐的数学运算,体现了创意新、视点高和内容现代化的特色。

本书分为上、下两册。上册内容包括:质点运动学、质点动力学、刚体力学、真空静电场、真空恒定磁场、电磁感应、麦克斯韦方程组、狭义相对论;下册内容包括:振动、波动、光学、气体动理论、热力学基础、量子物理。

本书可作为高等学校理工科类大学物理课程的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理.上册 / 肖剑荣等主编. -- 北京:高等教育出版社,2012.9

ISBN 978-7-04-036104-9

I. ①大… II. ①肖… 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(2012)第 200236 号

策划编辑 高建
版式设计 余杨

责任编辑 张海雁
插图绘制 尹莉

特约编辑 顾炳富
责任校对 杨凤玲

封面设计 于涛
责任印制 尤静

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 化学工业出版社印刷厂
开 本 787mm×960mm 1/16
印 张 17.25
字 数 310 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2012 年 9 月第 1 版
印 次 2012 年 9 月第 1 次印刷
定 价 27.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 36104-00

前 言

为了适应新世纪大学物理教学发展的需要,根据教育部《理工科类大学物理课程教学基本要求》(2010年版),并结合多年的教学实践经验,我们编写了这套大学物理教材。

在编写过程中,我们借鉴了部分国内外的优秀教材,力求理论体系少而精,且理论联系实际,体现学科发展前沿。大学物理课程在加强对学生分析与解决实际问题能力的培养的同时,更注重引导学生在学习这些基础知识的过程中,逐渐形成正确的科学观念,掌握科学方法,培养科学精神。因此,既能满足大学物理教学的需要,又能为素质教育做出一定的贡献是编写本书的目的。

本书主要包括:质点力学、刚体力学、真空电磁场、麦克斯韦方程组、狭义相对论、振动和波动、光学、气体动理论、热力学基础、量子物理。

目录中带有“*”的内容可以作为选讲内容,也适合学生自学。

本书由肖剑荣、梁业广、陈鼎汉、李明主编。梁业广编写第1、第2、第3章,陈鼎汉编写第4、第5、第6、第7、第8章,李明编写第9、第10、第11章,肖剑荣编写第12、第13、第14章。全书由肖剑荣负责统稿和定稿。本书在编写过程中得到吴群英、郭美玲老师的鼓励和支持,王德安、高润梅、曹雪丽、唐涛和卓亚琦等老师对内容的调整和增补提出了宝贵的意见,在此一并致谢。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中疏漏和错误之处在所难免,衷心希望广大读者提出宝贵意见。

编 者

2012年4月

目 录

绪论	1
1. 物理学的起源与发展	1
2. 为什么要学“大学物理”	4
3. 物理学的方法及思想	6
4. 怎样学习物理学	8
第1章 质点运动学	9
§ 1.1 参考系 质点	9
1.1.1 运动的绝对性和相对性	9
1.1.2 参考系和坐标系	9
1.1.3 质点	10
1.1.4 时间和时刻	10
§ 1.2 质点运动的描述	10
1.2.1 位置矢量	10
1.2.2 位移	11
1.2.3 速度和速率	12
1.2.4 加速度	14
1.2.5 位矢、位移、速度、加速度四个物理量的共性	14
§ 1.3 运动学的两类基本问题及解法	16
1.3.1 第一类运动学问题	16
1.3.2 第二类运动学问题	17
§ 1.4 质点运动的线量和角量描述	20
1.4.1 自然坐标系和极坐标系	20
1.4.2 圆周运动的线量描述	21
1.4.3 圆周运动的角量描述	22
1.4.4 线量与角量的关系	23
阅读材料(1)	25
思考题	28

习题	29
第2章 质点动力学	31
§ 2.1 牛顿运动定律	31
2.1.1 牛顿运动定律的内容及含义	31
2.1.2 力学中常见的几种力	33
2.1.3 牛顿定律的应用	37
§ 2.2 功和能及其关系	41
2.2.1 外力做功与动能的关系	42
2.2.2 保守力做功与势能的关系	45
2.2.3 非保守力做功与机械能的关系	48
*2.2.4 航天器的三种宇宙速度	52
§ 2.3 冲量和动量及其关系	54
2.3.1 冲量和动量	54
2.3.2 动量定理	55
2.3.3 动量守恒定律	58
*2.3.4 火箭飞行原理	59
§ 2.4 碰撞问题	61
阅读材料(2)	66
思考题	67
习题	68
第3章 刚体力学	73
§ 3.1 刚体运动的描述	73
3.1.1 刚体的基本运动形式	73
3.1.2 刚体定轴转动的描述	74
§ 3.2 刚体的转动动能和转动惯量	75
3.2.1 刚体转动动能	75
3.2.2 刚体转动惯量	75
3.2.3 刚体转动惯量的计算	76
§ 3.3 力矩与转动定律	78
3.3.1 力矩	78
3.3.2 转动定律	79

§ 3.4 力矩做功与转动动能定理	83
3.4.1 力矩做功	83
3.4.2 转动动能定理	84
§ 3.5 冲量矩与角动量定理	85
3.5.1 冲量矩与角动量	85
3.5.2 角动量定理	86
3.5.3 角动量守恒定律	87
§ 3.6 综合例题	89
阅读材料(3)	92
思考题	94
习题	95
第4章 真空静电场	100
§ 4.1 电荷 电荷守恒定律	100
4.1.1 电荷	100
4.1.2 电荷守恒定律	101
§ 4.2 库仑定律	101
4.2.1 库仑定律	101
4.2.2 静电力所做的功	103
4.2.3 电势能	104
§ 4.3 电场 电场强度 电势	104
4.3.1 电场	104
4.3.2 电场强度	105
4.3.3 电场强度的叠加原理	106
4.3.4 静电场的环路定理	106
4.3.5 电势 电势差	107
4.3.6 电势的叠加原理	108
4.3.7 电场强度与电势的关系	108
4.3.8 场强和电势的计算	109
§ 4.4 电场的图示法 高斯定理	118
4.4.1 电场线	118
4.4.2 等势面	119

4.4.3 电场强度通量	120
4.4.4 高斯定理	121
4.4.5 高斯定理的应用	123
§ 4.5 静电场中的导体	127
4.5.1 静电场中的导体	128
4.5.2 电容 电容器	134
4.5.3 电容器存储能量与电场能量	141
阅读材料(4)	145
思考题	147
习题	148
第5章 真空恒定磁场	154
§ 5.1 磁场与电流	154
5.1.1 基本磁现象 磁场	154
5.1.2 电流	156
5.1.3 电流密度	157
5.1.4 磁感应强度	158
§ 5.2 毕奥-萨伐尔定律	159
5.2.1 毕奥-萨伐尔定律	160
5.2.2 毕奥-萨伐尔定律的应用	161
5.2.3 运动电荷产生的磁场	164
§ 5.3 磁场的高斯定理	165
5.3.1 磁感应线	165
5.3.2 磁通量 磁场的高斯定理	166
§ 5.4 安培环路定理	168
5.4.1 安培环路定理	169
5.4.2 安培环路定理的应用	171
§ 5.5 磁场对电流的作用	175
5.5.1 磁场对载流导线的作用力	175
5.5.2 磁场对载流线圈的作用力矩	177
5.5.3 磁场对运动电荷的作用力	179
* 5.5.4 霍耳效应	180

阅读材料(5)	181
思考题	183
习题	184
第6章 电磁感应	187
§ 6.1 电磁感应	187
6.1.1 电磁感应现象	187
6.1.2 电源的电动势	189
6.1.3 电磁感应定律	191
6.1.4 楞次定律	192
§ 6.2 动生电动势和感生电动势	195
6.2.1 动生电动势	195
6.2.2 感生电动势	197
§ 6.3 自感与互感	200
6.3.1 自感	200
6.3.2 互感	202
§ 6.4 磁场的能量	204
阅读材料(6)	206
思考题	209
习题	210
第7章 麦克斯韦方程组	215
§ 7.1 真空中的麦克斯韦方程组	215
7.1.1 位移电流	216
7.1.2 麦克斯韦方程组	219
§ 7.2 电磁波与人类文明	220
§ 7.3 电介质	223
7.3.1 电介质的极化 介质中的场强	223
7.3.2 有介质时的高斯定理	227
§ 7.4 磁介质	228
§ 7.5 含介质的麦克斯韦方程组	232
阅读材料(7)	234
思考题	236

习题	237
第 8 章 狭义相对论	239
§ 8.1 狭义相对论产生的历史背景	239
8.1.1 力学相对性原理和经典时空观	239
8.1.2 狭义相对论产生的历史背景和条件	240
§ 8.2 狭义相对论的基本原理	241
8.2.1 狭义相对论的两个基本假设	241
8.2.2 洛伦兹变换	242
8.2.3 洛伦兹速度变换关系	244
§ 8.3 狭义相对论的时空观	245
8.3.1 同时的相对性	245
8.3.2 时间延缓效应	246
8.3.3 长度收缩效应	246
§ 8.4 狭义相对论动力学基础	247
8.4.1 相对论质量和动量	248
8.4.2 相对论动力学基本方程	249
8.4.3 质能关系	250
8.4.4 能量 - 动量关系	251
§ 8.5 电磁场的统一性与电磁场量的相对性	251
8.5.1 电磁场的统一性与电磁场量的相对性	251
8.5.2 运动点电荷的电磁场	252
阅读材料(8)	253
思考题	256
习题	257
习题参考答案	259

绪论

1. 物理学的起源与发展

物理学是研究物质的基本结构、相互作用和物质最基本、最普遍的运动方式及其相互转化规律的学科。

物理学的研究对象具有极大的普遍性。它的基本理论渗透到自然科学的一切领域,应用于生产技术的各个部门,它是自然科学的许多领域和工程技术的基础。以物理学基础知识为内容的大学物理课程,它所包含的经典物理、近代物理和物理学在科学技术上应用的初步知识等都是一个高级技术人员应必备的,因此,大学物理课程是理工院校各专业学生的一门重要的必修基础课程。为此,我们沿着物理学发展的历程,介绍经典物理学的建立过程,以及 20 世纪物理学的革命,使大家对物理学的理论体系、研究方法及其作用有一个初步的了解。

1.1 从自然哲学到物理学

物理学的前身称为自然哲学。古希腊人把所有对自然界的观察和思考,笼统地包含在一门学问里,那就是自然哲学。中国作为发明指南针、火药、造纸和印刷术的文明古国,在哲学思考上很有特色。早在春秋战国时代,《墨经》里面记载了许多关于自然科学问题的研究。其中有一句话:“力,刑之所以奋也。”“刑”即“形”,可解释为“物体”,“奋”可解释为“运动的加速”,这与后来的牛顿第二定律极为相似。牛顿划时代的著作名为《自然哲学的数学原理》,指出物理学最直接地关心自然界最基本规律,所以牛顿把当时的物理学叫做自然哲学。

公元前 7 世纪,古希腊文化进入一个繁荣时期,人才辈出。其杰出的代表——亚里士多德(Aristoteles,公元前 384—前 322),这位百科全书式的学者,系统研究了运动、空间和时间等物理及相邻自然科学方面的问题,著有《物理学》、《力学问题》、《论天》及 14 本巨著《玄学》等书籍。他的著作处于古希腊及整个中世纪自然哲学的皇冠地位,其中《物理学》一书,是 physics 一词最早的起源。他提出了许多概念,但有一些观念是错误的。如“在地球上重物比轻物落得

快”的观念,直到伽利略(Galileo Galilei,1564—1642)在1590年登上比萨(Pisa)一座八层楼高的斜塔(建于1174年),用实验证明了一个100磅重和一个半磅重的两个球体几乎同时落地,才纠正过来。又如他的“地心说”,认为地球位于整个宇宙的中心,整个宇宙由环绕地球的七个同心球壳所组成,月亮、太阳、星星在其上做完美的圆运动。当然,用今天的知识我们很容易指出其错误,但昨天终究不是今天。在两千年前,亚里士多德敢于主张“地球是球形”,较之远古人的“大地是平坦的”,客观地说,那是人类认识上的一大飞跃。但后来被神学所利用,在封建和教会的统治下,欧洲中世纪的科学发展十分缓慢。直到15世纪后,工业革命使得科学技术获得了快速的进步,为科学实验的开展提供了前所未有的条件,带动了科学理论的飞速发展。

1.2 经典物理学的建立

波兰天文学家哥白尼(N. Copernicus,1473—1543),在他的不朽著作《天体运行论》中,提出“太阳是宇宙的中心,地球是围绕太阳旋转的一颗行星”的日心说,引起了宇宙观的大革命。日心说使教会感到恐慌,因为若地球是诸行星之一,那么圣经上所说的那些大事件就完全不能够在地面上出现了。“日心说”被称为“邪说”,《天体运行论》被列为禁书。为捍卫真理,当时的科学家进行了不屈不挠、可歌可泣的斗争。意大利天文学家布鲁诺(G. Bruno,1548—1600)为此付出了生命。这种科学的精神和崇高的胸怀永远让人崇敬,值得我们永远学习。

在15世纪以后,科学空前发展,逐步建立了比较完整的系统理论。物理学先驱伽利略研究了落体和斜面运动,做了著名的比萨斜塔实验,发展了科学实验方法,并提出了物质惯性等重要概念。到17世纪,杰出的英国物理学家牛顿(I. Newton,1642—1727)在前人工作的基础上,于1678年发表了他的名著《自然哲学的数学原理》,提出牛顿三大定律,这成为经典力学的理论基石。后来,他在开普勒(J. Kepler,1571—1630)提出的行星运动三定律的基础上,提出了万有引力定律,这是牛顿对物理学的两大杰出的贡献。牛顿还是位数学家,他和莱布尼兹同时创立了微积分,并应用于力学,使力学与数学不断结合。后来,欧拉等人进一步使力学沿分析方向发展,建立了分析力学。至此,宏观物体的机械运动所遵循的规律——经典力学已建立起来了。我们常把经典力学称为牛顿力学,它的建立被认为是第一次科学革命,这是现代意义下的物理学的开端。牛顿也被誉为科学史上的一位巨人,因为他代表了整整一个时代。

1850年左右,在实验的基础上,确立了能量守恒与转化定律,其另一种表达形式是热力学第一定律,这和进化论以及细胞学说并列为当时的三大自然发现。能量的守恒与转化是一回事,但能量的可利用性是另一回事,这种研究导致了

1851年热力学第二定律的建立。另外,对于低温的研究,于1848年了解到“绝对零度”即 $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ 是不可能达到的,这就是热力学第三定律。同时,物理学家意识到热平衡的基本规律是热现象的基础,是一切热现象的出发点,应列入热力学定律。因为这时热力学第一、第二定律都已有了明确的内容和含义,有人提出关于热平衡的定律应称为第零定律。于是,热力学形成了一个以四个定律为基础的系统完整的体系。这样,从18世纪到19世纪,在大量实验的基础上,卡诺、焦耳、开尔文、克劳修斯等建立了宏观的热力学理论,克劳修斯、麦克斯韦、玻耳兹曼等建立了说明热现象的气体分子动理论,逐渐发展并建立了统计物理学。

从美国的富兰克林(B. Franklin, 1706—1790)首次用风筝把“天电”引入实验室,英国的卡文迪许(H. Cavendish, 1731—1810)精密地用实验证明了静电力与距离的平方成反比,再经过法国人库仑(C. A. Coulomb, 1736—1806)的研究,最后确立了静电学的基础——库仑定律。电荷的流动显现为电流,电流会对周围产生磁的效应。电能生磁,那磁能否生电呢?英国物理学家法拉第(M. Faraday, 1791—1867)于1831年发现并确立了电磁感应定律,这一划时代的伟大发现是今天广泛应用电力的开端。完整地总结电和磁关系的工作是由麦克斯韦(J. C. Maxwell, 1831—1879)完成的,它建立的微分形式的“麦克斯韦方程组”,是19世纪物理学最辉煌的成就。至此,由库仑、奥斯特、安培、法拉第、麦克斯韦等建立了电磁学理论。

光的现象是一类重要的物理现象,光的本质是什么?这一直是物理学要回答的问题。17世纪,人们对光的本质提出了两种假说:一是牛顿的微粒说,认为光是发光物体射出的大量的微粒;另一是荷兰科学家惠更斯(Christian Huygens, 1629—1695)的波动说,认为光是发光物体发出的波动。两种学说展开了旷日持久的论战。开始由于牛顿在科学界的威望,以及光在均匀介质中的直线传播、折射与反射现象等实验的支持,微粒说占据有利地位。后来,随着光的干涉、衍射现象的发现,波动说得到了强有力的支持。最后,19世纪的麦克斯韦确认了光实际上是一种电磁波,波动光学由此建立。

到19世纪末,经典物理学理论已经系统、完整地建立起来了,它包括经典力学、热力学、统计物理学、电磁学(光学)。至此,经典物理学理论体系的辉煌的科学大厦巍然耸立。

1.3 20世纪初物理学的革命

经过力学、热力学与统计物理学、电磁学和光学各分支学科的迅猛发展,到19世纪末,物理学看来似乎已经很完善了。英国物理学家开尔文(W. Thomson, 1824—1907)在著名的题为《遮盖在热和光的动力理论上的19世纪乌云》的演

说中说：“在已经基本建成的科学大厦中，后辈物理学家似乎只要做一些零碎的修补工作就行了；但是，在物理学晴朗天空的远处，还有两朵令人不安的乌云。”开尔文所说的一朵乌云指的是热辐射的“紫外灾难”，它冲击了电磁理论和统计物理；另一朵乌云指的是迈克耳孙——莫雷实验的“零结果”，它否定了以太的存在。开尔文没料到，正是这两朵小小的乌云，引发了物理学史上又一场伟大的革命。

1905年，著名物理学家爱因斯坦（A. Einstein, 1879—1955）对高速物体运动进行研究，创立了狭义相对论。爱因斯坦以其独特的思维方式，发动了一场关于时空观的革命。从低速到高速，从小宇宙到大宇宙，爱因斯坦于1915年建立了广义相对论，使人们的视野扩展到广阔无垠的宇宙空间。爱因斯坦因他的相对论，做出了划时代的贡献。

在研究黑体辐射时，普朗克（M. Planck, 1858—1947）发现：若假设光子能量是量子化的，则理论与实验结果相符。尔后，在爱因斯坦、玻尔、德布罗意、海森伯、薛定谔、玻恩等多人的努力下，创立了量子论和量子力学，奠定了近代物理学的理论基础。20世纪初的30年，相对论和量子论的建立完成了近代物理学的一场深远的革命，从而把物理学的伟大革命推向了一个高潮，把人类认识世界的能力提升到了前所未有的高度，为实践应用开辟了广阔的道路，为20世纪层出不穷、不断涌现的高科技、新学科、新技术的发展准备了基础。19世纪两朵令人不安的乌云转化为近代物理学诞生的彩霞。

今天，随着科学的发展，从物理学中不断地分化出诸如粒子物理、原子核物理、原子分子物理、凝聚态物理、激光物理、电子物理、等离子体物理等名目繁多的新分支，以及从物理学和其他学科的杂交中生长出来的，诸如天体物理、地球物理、化学物理、生物物理等众多交叉学科。物理学不仅仍然是自然科学基础研究中最重要的前沿学科之一，而且已发展成为一门应用性极强、渗透性极强的学科。今天的物理学绝不仅是少数物理学家关起门来埋头研究的专门学问，而是生气勃勃地向一切科学技术，甚至经济管理部门渗透的一种力量，它已经而且正在继续改变着我们这个世界！

2. 为什么要学“大学物理”

2.1 物理学是整个自然科学的基础

在世界科学大会上明确指出，只有数学、物理两门学科被认定为是自然科学的基础。物理学以它的普遍性、基础性和与其他学科的相关性（提供理论基础、

研究方法和实验手段)在自然科学中占有独特的地位。在19世纪,力学、热学、电磁学从少得惊人的几条基本原理出发,引出了众多意义深远的推论,加强了物理学同数学、天文学、化学和哲学的密切联系。近代科学的发展,使物理学进一步与其他学科融合。如量子力学是物理化学和结构化学的理论基础,同时又产生了许多交叉学科,像生物物理学、量子生物学和生物磁学等。现代计量学多采用物理现象来定义它的基本单位(如时间、长度等),甚至连考古学、艺术等学科,也采用了现代物理学的成就和方法。可见,物理学不仅促进了对自然界的探索,同时对人类的社会进步做出了较大的贡献。

2.2 社会的发展是伴随着物理学的发展而发展起来的

纵观人类发展史,经历了三次工业革命的变革,无一例外的是因为物理学的一次次重大的突破,以其理论作为指导的结果:

18世纪是力学和热学的应用,导致蒸汽机的发明,标志着第一次工业革命的变革,采煤业、运输业、钢铁工业、工业制造业等迅速发展,使人类进入了机器工业社会。

19世纪,电磁学理论的应用,导致了第二次工业革命的变革,发电机、供电系统、电报、电话、电灯等发明,使人类进入了电力革命的社会。

20世纪,相对论量子物理学的应用,核能、晶体管、计算机、电子技术相继出现,导致了第三次工业革命的变革。核电站、登月、激光、超导、机器人、互联网、空间站、受控核聚变、纳米技术、基因工程等等,也是以物理为基础。

2.3 学好物理是培养创新思维能力的最佳途径

物理学是培养和提高学生的科学素养,发展学生的科学思维方法和科学研究能力的重要基础课。纵观一百多年来最高的科学奖项——诺贝尔奖中,你会发现“物理学”奖百分之百由物理学家来获得;在“化学奖”中有三分之二由物理学家获得,更有意思的是“经济学”奖项中有三分之一由具有物理背景的科学家来获得。而在华人获得诺贝尔奖的七人中,其中六人是物理学奖(杨振宁、李政道、丁肇中、朱棣文、崔琦、高琨),这说明什么?不正说明了学好物理对培养人的创造思维能力有其独到之处吗?

2.4 学好物理,我们将终身受益

学好物理学方法,可以获得科学学习的方法、科学的思维方法、科学的研究方法;学会物理,能很好地提高科学素质和能力(发现和提出问题的能力、分析和解决问题的能力、创新思维能力等),为今后的发展奠定基础。学好物理学知识,

可以为后继的专业课程打好基础；俗话说：“学好数理化，走遍天下都不怕。”

2.5 学好物理，我们将得到美的享受

几百年来，人们对物理学中的“简单、和谐、统一”，赏心悦目，赞叹不已。物理规律在各自适用的范围内有其普遍的适用性、统一性和简单性，这本身就是一种深刻的美。表达物理规律的语言是数学，而且往往是非常简单的数学表达式，这又是一种微妙的美。如完整地总结电和磁关系的“麦克斯韦方程组”，形式极为对称、和谐和优美，被誉为物理学“最美的一首诗”；爱因斯坦的“质能关系式”， $E = mc^2$ ，形式极为简单，却揭示了一种巨大的能量——原子核能可从核内释放出来的深刻理论，导致了原子能的利用，因而质能关系式后被称为“改变世界的方程”。

3. 物理学的方法及思想

回顾物理学的发展，我们感到，物理学的成果实在是太丰硕了！一系列重大的突破性成果的取得，充分体现了物理学家们不畏艰难、勇于探索的精神，更得益于物理学家们的创造性思维及正确科学方法的运用。科学家们以广博的学识、深邃的洞察力、创造性的思维，系统运用了分析、综合、模型、假设、类比等系列科学方法，掀起了一场场科学研究方法的变革。学习物理学，不只是掌握物理知识，更重要的是掌握其物理思想和物理方法，这才是物理学的精华之所在。对那些杰出物理学家的丰富的物理思想，我们不应只是赞叹不止，更重要的是好好领悟，并力求很好地掌握。下面仅就典型的重要的物理思想及方法作一简介。

3.1 模型方法

物理学研究中发展出一种十分成功的研究方法，叫做“模型方法”。它是一种抓住主要矛盾，暂时除去次要矛盾，从而使问题简化的方法。它具有三大特性：简单性、形象性、近似性。因它突出本质，亦更深刻、更正确、更完全地反映着自然，这也是物理学建立模型的目的之所在。实际上，全部物理学的原理、定律都是对于一定的模型行为的刻画。如力学中的质点、刚体、弹性体等模型；在原子结构研究中，发现电子——汤姆孙“西瓜”模型、 α 散射实验——卢瑟福原子核模型、原子光谱实验规律——玻尔原子模型、强子高激发态谱和高能深度非弹性散射实验——液滴模型、费米气体模型、壳层模型、集体模型，直至夸克模型，引发了一个到现在仍然无法解决“夸克囚禁”的核力问题，也就是一个个模型的产生，相继引发了一个个新理论（量子力学、原子物理学、原子核物理、粒子物理

学)的建立,把物理学推向了一个新高峰。

3.2 类比方法

类比方法是物理学研究中常用的一种逻辑推理方法,是根据两个或两类对象之间某些方面的相似性,从而推出它们在其他方面也可能相似的推理方法。

例如,电磁学中电与磁的相似性不仅反映了自然界的对称美,而且也说明电与磁之间有一种内在联系,法拉第正是从电与磁的对称性出发,由电能生磁大胆猜想磁能生电,发现了电磁感应现象;海森伯、玻恩从物质的粒子图像出发,采用矩阵代数方法构筑的矩阵力学建立了量子力学;而薛定谔从物质的波动图像出发,用偏微分方程形式的波动力学建立了量子力学,两者殊途同归,但是都是通过与经典理论进行综合类比的方法建立起来的。这种类比涉及各种物理现象之间的类比,如将微观粒子性质与光敏性质进行类比;各种学科理论之间的类比,如将质点力学与波动力学之间关系和几何光学与波动光学之间关系进行类比;数学形式之间类比,如狄拉克将经典泊松括号与海森伯的量子力学量乘积之差的形式进行类比,等等。这种综合类比,系统地反映了所研究对象的本质特征和定量的相互关系,是科学方法中创造性比较大的一种推理形式,在科学发展中起着重要作用。

3.3 科学假设方法

爱因斯坦为了解释物质、时空与运动的关系问题,提出了狭义相对论两条基本假设:相对性原理与光速不变原理,解决了绝对参考系不存在的问题,建立了狭义相对论;普朗克提出了能量量子化假设,解决了黑体辐射“紫外灾难”;爱因斯坦的光量子假设,成功解释了光电效应;玻尔的原子定态假设解决了氢原子量子理论;直到德布罗意提出实物粒子波的假设,描述微观粒子运动的薛定谔方程建立,是一个从量子论提出到量子力学诞生的过程,充分体现了科学假设法在物理学构建中的作用。

3.4 理论联系实际,分析综合法

物理学的一个重要研究方法——理论联系实际,分析综合法,可概括为“实验—理论—实验”。意即:深入观察自然现象,从复杂因素中选择典型的单个因素进行实验—对观察和实验所得的结果进行分析综合,作出必要的假设,建立恰当的模型,再利用数学工具得出规律,从而形成一套理论—理论结果又回到实践中,得到检验和校正。例如:玻尔的氢原子理论建立,是对当时物理学最新理论和实验成果进行详细分析、系统综合的结果。他虽然选了卢瑟福模型,但并没有