



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

物理学

(第三版)

祝之光 编

PHYSICS



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

物 理 学

(第三版)

祝之光 编



高等教育出版社

内容简介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是在第二版(教育科学“十五”国家规划课题子课题“应用型人才培养的创新与实践”项目的成果)的基础上修订而成的.第一版曾获国家教委优秀教材二等奖.署名祝之光是本书编写组(包括李迺伯、李佐周、王子大、柯金星、曾庆福、陈灵草、曾毅、庄梅英、易正湘、方强等)的集体笔名.本版由李佐周、易正湘负责修订.

本书选材恰当,内容简练,深广度要求适度,物理概念清晰,教学体系安排有一定特色.书中各节安排有预习要点及课后练习,配套教辅齐全,并配有大量学生课外阅读材料,介绍了与现代高新科技联系紧密的物理前沿知识.第三版在保留原书优点的基础上,将教材内容与中国高校物理课程网的网上优质资源相结合,有利于实现资源互享、支持教师创建自己的个性化教学方案,采用多媒体教学手段提高教学质量.

本书可作为高等学校理工科各专业60~90学时的大学物理课程的教材,也可供高职高专、成人高校等选用及有关科技人员参考.

图书在版编目(CIP)数据

物理学/祝之光编.—3版.—北京:高等教育出版社,
2009.1

ISBN 978-7-04-024869-2

I.物… II.祝… III.物理学—高等学校—教材
IV.O4

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第176381号

策划编辑 陶 铮 责任编辑 忻 蓓 封面设计 张 志 责任绘图 吴文信
版式设计 张 岚 责任校对 姜国萍 责任印制 韩 刚

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
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京外文印刷厂

开 本 787×960 1/16
印 张 29
字 数 540 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 1988年3月第1版
2009年1月第3版
印 次 2009年1月第1次印刷
定 价 32.20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 24869-00

目 录

绪论——物理世界	1
§ 0-1 微观 宏观 宇观	1
§ 0-2 基本作用	5
§ 0-3 物理的定量研究	6
§ 0-4 物理学不断进步	9
§ 0-5 写给学生的几句话	10
第一章 质点运动 时间 空间	11
§ 1-1 质点运动的描述之一	11
§ 1-2 质点运动的描述之二	21
§ 1-3 经典时空观及其局限性	29
* § 1-4 相对论时空观念	37
讨论参考题之一	41
第二章 力 动量 能量	43
§ 2-1 牛顿运动定律	43
§ 2-2 动量定理和动量守恒定律	54
§ 2-3 功 动能定理	63
§ 2-4 功能原理 机械能转换和守恒定律	70
* § 2-5 质量 - 速率关系 质量 - 能量关系	80
阅读材料之一 广义相对论简介	85
第三章 刚体的定轴转动	90
§ 3-1 刚体定轴转动的动能定理和转动定律	90
§ 3-2 定轴转动的动量矩定理和动量矩守恒定律	100
讨论参考题之二	106
第四章 气体动理论	108
§ 4-1 宏观与微观 统计规律	108
§ 4-2 理想气体的压强与温度	111
§ 4-3 能量均分定理 理想气体的内能	116
§ 4-4 麦克斯韦速率分布律 * 玻耳兹曼能量分布律	120

阅读材料之二 我们的宇宙(一)	
——大爆炸宇宙模型	128
第五章 热力学基础	131
§ 5-1 热力学第一定律及应用	131
§ 5-2 循环过程 卡诺循环	143
§ 5-3 热力学第二定律	148
讨论参考题之三	154
阅读材料之三 我们的宇宙(二)	
——恒星的演化	155
阅读材料之四 能量的退化	157
第六章 静电场	160
§ 6-1 电场强度	160
§ 6-2 高斯定理	171
§ 6-3 电势	178
§ 6-4 静电场中的导体和电介质	189
§ 6-5 电容 电场的能量	199
讨论参考题之四	206
第七章 稳恒磁场	208
§ 7-1 磁感应强度 磁场的高斯定理	208
§ 7-2 安培定律	220
§ 7-3 毕奥-萨伐尔定律	226
§ 7-4 安培环路定理	234
§ 7-5 介质中的磁场	239
第八章 电磁感应 电磁场	248
§ 8-1 电磁感应的基本定律	248
§ 8-2 动生电动势 * 涡旋电场	255
§ 8-3 自感 * 互感 磁场的能量	262
* § 8-4 位移电流 麦克斯韦方程组	269
讨论参考题之五	274
第九章 振动学基础	276
§ 9-1 简谐振动的规律	276
§ 9-2 简谐振动的描述	285
§ 9-3 简谐振动的合成	294
阅读材料之五 混沌	301

第十章 波动学基础	306
§ 10-1 波动的基本概念	306
§ 10-2 平面简谐波波函数	312
§ 10-3 波的能量	318
§ 10-4 波的叠加	321
* § 10-5 多普勒效应	328
讨论参考题之六	332
第十一章 波动光学	335
§ 11-1 光的相干性 光程	336
§ 11-2 分波面干涉	342
§ 11-3 分振幅干涉	348
§ 11-4 光的衍射	359
§ 11-5 衍射光栅	367
§ 11-6 光的偏振	374
讨论参考题之七	381
阅读材料之六 激光	382
阅读材料之七 光通信	386
第十二章 波和粒子	389
§ 12-1 量子论的出现	389
§ 12-2 物质波 不确定关系	403
* § 12-3 波函数 薛定谔方程及简单应用	410
讨论参考题之八	417
阅读材料之八 从电子显微镜到扫描隧道显微镜	417
阅读材料之九 纳米科技	423
阅读材料之十 对称性与守恒定律	425
附录1 矢量	429
附录2 国际单位制(SI)	434
附录3 常用物理常数	438
附录4 数学公式	439
习题答案	441
参考文献	450

绪论

——物理世界^①

进入科学技术的任何一个领域,都必须敲开物理学的大门。

§0-1 微观 宏观 宇观

物理学是研究物质的基本结构、相互作用和运动形态的基本规律的科学。物理学的研究目的在于认识物质运动的普遍规律和揭示物质各层次的内部结构。

物理科学涉及范围极广。它既研究人们身旁发生的物理现象,也研究宇宙中天体的运动及构造,还研究微观领域中物质的运动规律。

宏观物体,形式多样,五光十色。它们都是由各种分子和原子组成。各种不同元素的原子又都由质子、中子和电子组成。而质子和中子还有内部结构,它们由更基本的粒子——夸克组成。按照现在的粒子物理标准模型,目前,还没有发现具有内部结构的粒子约有三大类共62种。包括构成物质基本“砖石”的18种夸克和电子、 μ 子、中微子等6种轻子及其反粒子共48种;传递各种相互作用的粒子如光子、胶子等13种,以及一种理论上预言的特殊粒子——希格斯粒子。除了

亲爱的同学们,当你第一次翻开这本书,你是否为即将开始的物理学之旅做好了准备?也许,你很想探究一下宇宙的形成过程;也许,你对我国载人航天的发展很有兴趣;也许,你希望扩展知识面,提高能力,也许……无论你抱着怎样的期待走进了物理学的殿堂,希望在科学世界的遨游能让你有所收获。在这次旅行中,中国高校物理课程网将一直陪伴在你的左右,网站上的电子资源会成为你学习的好帮手。看,资源0-1和资源0-2的精美图片在欢迎大家了,让我们出发吧!

资源0-1:图形图像——质子的夸克组成。

资源0-2:图形图像——银河系。



① 绪论中的§0-1和§0-2是为扩展学生眼界而写的,可让学生阅读。

希格斯粒子和引力子外,其余都已被实验所证实.这些粒子是最“基本”的吗?还有没有新的层次?大千世界就是由这些“基本粒子”构成的吗?……科学家们正进一步努力探索着.

从整个宇宙来看,我们的太阳系只是这宇宙中的沧海一粟.太阳系是银河系的一小点.银河系之外,还有河外星系.银河系只是宇宙的极小部分.宇宙有多大?宇宙的历史有多长?既是科学家感兴趣的问题,也是哲学家热衷的课题.对天体及其运动规律的研究似乎是天文学家的事情.然而,对于天体(主要是行星)的运动规律的研究曾总结出万有引力定律,大大促进了物理学的发展.直到今天,天文学和物理学仍然是既合作又互相促进的兄弟学科.从遥远的天体传来的信息(星光或无线电波)表明,天体也是由在地球上发现的同样的原子和基本粒子构成的;在地球上发现的物理规律又有助于我们理解来自天体的信号.

宇宙创生于一次大爆炸的理论现在可谓家喻户晓.但是,理论终究是纸上谈兵,这个“大爆炸”究竟是怎么回事,谁也不可能身临其境了.不过不要紧,资源0-3的视频带来了由电脑模拟的宇宙成长史,让我们一起“回到过去”.

资源0-3:视频素材——大爆炸.



现在,关于宇宙起源、演化的理论——“大爆炸宇宙模型”^①已被普遍接受.根据这一模型,宇宙大约在140亿年前的一次大爆炸中创生,时空和物质也由此创生.随着宇宙的不断膨胀,宇宙从早期高温高密度的一片混沌中一步步演化发展出复杂、有序、多样化的结构:从微粒子、原子核、原子、分子,乃至构成生物体细胞的生物大分子;从星云、星系、乃至太阳、地球、人类,等等.按照这一模型,宇宙的演化所经历的几个主要阶段列在表0-1中.

表0-1 宇宙的演化所经历的几个主要阶段

时间(单位:s)	阶 段
0	大爆炸开始
10^{-6}	粒子处于热力学平衡
1	平衡中止

① 参阅本书阅读材料之二:《宇宙学》,《普通高中物理课程标准》,《普通高中物理课程标准》.

客观世界的数量级 (0-1)

续表

时间(单位:s)	阶 段
10^3	氦形成,开始形成化学元素
10^{12}	复合
$10^{12} \sim 10^{16}$	星系形成
2×10^{17}	太阳系形成
4×10^{17}	今天

据估算,宇宙半径的数量级为 10^{27} m. 表 0-2 中再列出客观世界各种实物的尺度的数量级.

表 0-2 客观世界的空间尺度

空间尺度(单位:m)	实 物
...
10^{27}	宇宙半径
10^{24}	地球到最近的河外星系的距离
10^{21}	地球到银河系中心的距离
10^{18}	地球到最近的恒星的距离
10^{15}	冥王星的轨道半径
10^{12}	地球到太阳的距离
10^8	地球到月球的距离
10^6	人造卫星的高度
1	一个孩子的高度
10^{-3}	一颗细砂粒
10^{-6}	病毒
10^{-11}	玻尔半径
10^{-15}	原子核半径

从宏观到微观,从宏观到宇观,我们对物理世界的认识已达到如此细微和遥远. 从表 0-3 可以看到在这么广大范围内各种实物的质量的数量级.

表 0-3 客观世界各种实物的质量的数量级

质量(单位:kg)	物 体
10^{44}	银河系
10^{30}	太阳
10^{24}	地球
10^{22}	月球
10^7	一艘巨轮
10^2	一个人
10^{-4}	一枚邮票
10^{-27}	一个质子
10^{-30}	一个电子
...

宏观物体由大量的分子、原子等微观粒子组成.不同物体的微观构成及环境的差异,表现出宏观特性迥然不同.就物质形态而言,可分为固态、液态、气态、等离子态等.固态和液态现在常统称为凝聚态.

固态物体中的分子、原子或离子有相对固定的位置,因而整个物体有固定的形状.其中有一定规律排列者称为晶体;没有一定规律排列者称为非晶体.

液态物质中的分子没有固定的位置,可以相对移动.所以液体没有一定的形状.但是液体分子之间的距离仍较近,分子间的作用力使得液体总是凝聚在一起,形成一定的表面.

气态物质,分子间的距离很大,分子间的作用力极弱,分子可以自由行动.因此气体总是充满整个容器.

在一定条件下,中性原子将全部离解为正、负离子.物质的此种形态称为等离子态^①.例如在太阳和恒星的内部,温度达到几百万甚至上千万开尔文,其中的物质就处于等离子体状态.极高的温度,给不间断的热核反应创造了极好的条件.太阳及其他恒星正是依靠连续的热核反应维持极高的温度,向外辐射能量.

有趣的是,还存在着质子态和中子态的物体.晚期的恒星在耗掉大量能量之后,星体的巨大质量引起的万有引力把全部核子(中子和质子)集中在一起,相当于一个巨大的原子核.星体被压缩成密度极大的天体,原子的构造被破坏,众

① 参看资源 0-4:图形图像——等离子体.

多的电子包围着这种天体,天文学家称为白矮星.质量更大的晚期恒星的巨大压力甚至可将电子压入原子核,与核中质子结合成中子,整个星体主要由中子构成,称为中子星.(可参看资源0-5:图形图像——中子星.)

上面只给出自然界中的无生命物质图景的大概轮廓.应该指出,不要把上述图景看成静止的.无论是深入到原子内部,还是大到宇宙中的天体,所有物体都处在不停息的运动中.

§0-2 基本作用

通常把物体之间的相互作用称为力.现在,人们认识了的自然界中的基本作用力共有四种,它们是:引力相互作用、电磁相互作用、强相互作用、弱相互作用.

万有引力和电磁力在20世纪以前已被认识.强力和弱力则是在研究原子核和基本粒子过程中认识的.这四种相互作用的相对强度(以强相互作用的强度为1)和作用范围的比较如表0-4所示:

表0-4 四种相互作用的相对强度

力的种类	强相互作用	电磁相互作用	弱相互作用	引力相互作用
相对强度	1	10^{-2}	10^{-12}	10^{-40}
作用范围/m	10^{-15}	长	$< 10^{-17}$	长

强相互作用是发生在核子(中子、质子)之间,使原子核结合在一起的力.它不像万有引力和电磁作用那样与距离平方成反比.当两个核子的距离大于 10^{-14} m时,它们之间的强相互作用微弱得可以忽略不计;而当它们的距离小于 10^{-14} m时,相互吸引的强相互作用骤然增大;然而,当两个核子靠得更近些,达到 2×10^{-16} m时,核子之间的作用又变成巨大的斥力.参与强相互作用的基本粒子,称为强子.一切强子都参与弱相互作用,此外,参与弱作用的有电子、中微子等轻子.弱相互作用的范围更小,小于 10^{-17} m.万有引力在四种作用中最弱,只在研究天体的运动时,由于其质量巨大,万有引力才起主要作用.有电荷或磁矩的粒子之间都有电磁作用.电磁作用在宏观领域和微观领域都起重要作用.

基本作用过程可以举例说明如下.两个电子之间的电磁相互作用是:其中一个电子放出一个光子 γ ,此电子变成能量较低电子.光子向第二个电子移动,被吸收,此第二个电子变成能量较高的电子.如此,光子在两个电子之间不断前后传递,把能量和动量从一个电子传到另一个电子.每个电子的动量的变化率,等于另一个电子向它施加的电磁力.两个带电粒子之间的电磁相互作用,用它们之间交换光子来解释.所以又称为交换力.电磁作用的传递者是光子.强作用的

传递者是胶子. 弱相互作用的传递者是 W^{\pm} 和 Z^0 粒子. 引力相互作用的传递者被认为是引力子. 但引力子至今尚未被发现, 一般估计, 在不远的将来, 也许还找不到它, 这是因为引力相互作用太弱.

爱因斯坦(A. Einstein, 1879—1955) 生前追求统一场论, 他企图建立一个包括引力场(引力作用)和电磁场(电磁作用)的统一场理论. 而建立四个基本作用之间的统一的理论是物理学界追求的目标. 爱因斯坦奋斗了 30 年, 未能成功. 他带着热切的希望和必定成功的信念离开人世. 1961 年美国物理学家格拉肖(S. L. Glashow, 1932—)首先提出弱相互作用和电磁作用统一的基本模型, 1967 年美国物理学家温伯格(S. Weinberg, 1933—)和巴基斯坦物理学家萨拉姆(A. Salam, 1926—1996) 独立地对此模型进行了发展和完善, 随后, 该理论得到实验证实. 物理学向统一场论迈出了坚实的一步.

人们在日常生活中的直觉的力很多, 例如两个物体碰撞时的相互作用力、摩擦力、气体分子对器壁的压力等. 它们都起源于分子间的相互作用, 即与分子有关. 而分子力与原子中的电结构有密切联系. 原子之间的作用的基础是电磁作用. 这种力足够大, 通常正、负电荷总是紧密地结合在一起.

§ 0-3 物理的定量研究

本书是物理基础教材, 书中只涉及物理学最基本的知识. 为帮助读者熟悉物理研究中的一些特点, 从中得到点学习方法上的启发, 就如下几个问题作一简单介绍.

一 物理模型

为了突出所要研究的主要问题, 便于寻求规律, 物理学常常把所研究的对象加以简化, 使之抽象成理想的模型. 这种理想模型保留实际物体的主要特征, 次要因素则不予考虑或暂时不予考虑. 此类理想模型被称为“物理模型”. 例如质点、刚体、理想气体等, 都是物理模型.

经典力学研究宏观物体的运动, 定义质点这一理想模型后, 既可很方便地处理简单的力学问题, 又能以此为起点, 进一步研究复杂的力学问题.

质点是指在运动中可以忽略其线度大小而看作一个点的物体, 或者说, 它是一个具有质量的点(与几何点区别, 又称它为物理点). 它保留了物体的两个主要特征: 物体的质量和物体的空间位置. 在如下情况下可以把运动物体当作质点处理.

(1) 物体作平动^①. 这时, 物体各点具有相同的速度和加速度, 我们可以

^① 物体上任两点间的连线, 在各时刻的方向始终保持平行的运动, 称为平动.

把它当作一个质点来研究其运动. 通常把物体的质心当作此质点的位置, 想像地认为物体的全部质量都集中在这一点.

(2) 运动物体的尺度比它运动的空间范围小得很多. 这时也可把此物体看作质点. 例如在研究地球这个庞然大物绕太阳的公转时, 可以忽略地球的大小和转动, 当作一个质点对待.

如果所研究的物体不能当作一个质点处理, 那么, 我们可以把运动物体看作若干个质点的集合——质点组. 研究了其中每一个质点的运动之后, 整个物体运动情况也就清楚了.

在往后学习的过程中, 读者将会看到, 在物理学的每一个领域里, 都会遇到物理模型. 除了上面谈到的质点、质点组和理想气体之外, 振动学中的谐振子, 波动学中的理想弹性介质, 关于热机的卡诺循环, 电学中的点电荷, 几何光学中的光线, 关于物质结构的原子模型、核模型等, 都是物理模型. 人们总是先使客观对象理想化、简单化, 形成一定的物理模型, 认识了其主要特征, 然后再把这种认识向客观实际逼近, 使对物质世界的认识更全面、更真实. 可以毫不夸张地说, 是各种各样的物理模型, 把人们的认识一步一步地引向物理世界的深处.

二 物理量和物理公式

物理量和物理公式是物理学在描述物体的运动特性和规律时使用的专门词汇. 物理量是用于定量描述物理现象的, 一般可简称为量.

力 F 、质量 m 、能量 E 、温度 T 、电场强度 E ……都是物理量. 在物理学家的眼中, 客观世界变成了许许多多物理量; 自然界的物理规律变成了联系物理量的物理公式. 每一个物理量都被赋予严格、准确的涵义. 读者只有透彻地理解每个物理量的涵义, 进入物理领域才能感到不陌生, 才能自由地进行抽象思维.

不妨在这里介绍一下人们对动能这个物理量的认识 and 确立过程. 1669 年, 惠更斯 (C. Huygens, 1629—1695) 在研究碰撞时发现, 参与碰撞的每个物体的质量与速度平方的乘积 mv^2 之和守恒. 于是, 把 mv^2 称为物体的活力. 后来, 研究力对物体做功, 发现做功只改变活力的二分之一 (即 $\frac{1}{2}mv^2$), 才重新定义了动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$. 动能被确定, 是 19 世纪的事情. 从活力 mv^2 到动能 $\frac{1}{2}mv^2$, 仅仅差一个 $\frac{1}{2}$ 因子, 却经历了差不多二百年历史. $\frac{1}{2}$ 这个因子的有无, 反映了这个物理量是否有实在的物理意义. 从爱因斯坦相对论质能公式也可以证明, $\frac{1}{2}mv^2$ 是相对论普遍动能公式 $E_k = mc^2 - m_0c^2$ 的经典近似.

国家标准 (GB 3101—93) 指出, “物理量是通过描述自然规律的方程式或

定义新量的方程式而相互联系的。”这里所说的方程就是我们常说的物理公式。对物理公式,不要停留在数学关系上去认识它,应该理解它所包含的物理内容。为了帮助读者学习,我们把物理公式大致分为如下三类:

(1) 物理定律,例如

$$F = ma; pV = \frac{m}{M}RT; F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} e_r$$

这一类公式描述了从实验中总结而得出的物理定律,它建立了不同的物理量之间的联系。例如 $F = ma$,是把质点的质量、它所受的力和因此而获得的加速度这三个物理量之间在数量和方向上的关系用一个等式联系起来。

(2) 从物理定律出发得到的重要的理论结论,如高斯定理

$$\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{s} = \int_V \rho dV$$

它是从库仑定律(实验结论)出发,经过对静电场性质的深入分析,演绎推理之后得到的结果。这类公式往往比较抽象,而它们所表达的物理内容却更为深刻。

(3) 物理量的定义式,如

$$\text{动量 } p = mv; \quad \text{功 } W = \int_l \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r};$$

$$\text{转动惯量 } I = \int_V r^2 dm; \quad \text{磁通量 } d\Phi = \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} \text{ 等。}$$

这一类公式是以等号右方的物理表达式来定义等号左方的物理量。因而这类公式的左、右两方,不仅在数学意义上是相等的,而且物理意义也相同。例如:

$$p \stackrel{\text{def}}{=} mv$$

等式中的“def”表示定义的意思。上式可读为“按定义, p 等于 mv ”。

三 量度 单位 量纲

没有量值的量度,很难说是一门精确的科学。科学离不开测量和量度。欲进行有意义的量度,必须对每个物理量规定(定义)单位。国家标准(GB 3102—93)指出,“在同一类量中,如选出某一特定的量作为一个称之为单位的参考量,则这一类量中的任何其他量,都可用这个单位与一个数的乘积表示,而这个数就称为该量的数值。”

科学技术研究与实践是世界范围的活动,要求有统一的单位。我国已于1984年2月27日公布以国际单位制(SI)为基础的《中华人民共和国法定计量单位》。

如前述,物理量之间靠物理公式联系起来,可以选出一些物理量的单位当作基本单位(相应的物理量称为基本量)。这些基本单位成为构成其他物理量(称

导出量)的单位(称为导出单位)的基础。^①国际单位制的基本单位有7个,它们是:长度的米(m)、质量的千克(kg)、时间的秒(s)、电流的安培(A)、热力学温度的开尔文(K)、物质的量的摩尔(mol)、发光强度的坎德拉(cd)。它们的定义请见本书附录2。物理学中,为了表示基本量和导出量的关系,对每一个基本量规定一个确定的符号。然后,再用这些符号的不同组合来表达每一个导出量。把这些符号和符号的组合称为物理量的量纲。^②长度的量纲是L;质量的量纲是M;时间的量纲是T;电流强度的量纲是I;热力学温度的量纲是 Θ ;物质的量的量纲是N;发光强度的量纲是J。按上述规定,在SI中,速度的量纲 $\dim v = LT^{-1}$;功和能量的量纲是 L^2MT^{-2} ;热容的量纲 $\dim C = L^2MT^{-2}\Theta^{-1}$;电势的量纲 $\dim V = L^2MT^{-3}I^{-1}$ 等等。

在推导物理公式的过程中,常常可以用检查等式两边的量纲是否一致来判断是否出错。只有量纲相同的物理量才能相加或相等,所以,等式两边的量纲一致是物理公式正确的必要条件。量纲还有一些其他的辅助作用,在此不再赘述。

§ 0-4 物理学不断进步

近三百年,特别是近一百多年来,物理学迅速发展着。它为人类历史上的三次工业革命做了巨大贡献,并正在为当前人类面临的新的科学技术革命而大显身手。尽管我们面前还有许多未知的东西,但毕竟已揭示出不少基本的物理规律。物理学的这些成就,首先应归功于实验。实验是科学知识的源泉,又是科学理论的惟一鉴定者。当新发现的实验事实无情地违背旧有的理论时,就导致新理论的诞生。这种情况,在物理学的发展过程中屡见不鲜。

物理学是实验科学。物理学的基本定律都是从实验事实中总结出来的。例如能量守恒定律、电荷守恒定律、动量守恒定律、动量矩守恒定律,都是如此。它们

^① 国家标准(GB 3101—93):“为制定单位制和引入量纲的概念,通常把某些量作为互相独立的,即把它们当作基本量,而其他量则根据这些基本量来定义,或用方程式来表示。后者称为导出量。”

^② 国家标准(GB 3101—93):“任一量 Q 可以用其他量以方程式的形式表示,这一表达形式可以是若干项的和,每一项又可表示为所选定的一组基本量 A, B, C, \dots 的乘方之积,有时还乘以数字因数 ζ ,即:

$$\zeta A^\alpha B^\beta C^\gamma \dots$$

而各项的基本量组的指数 $(\alpha, \beta, \gamma, \dots)$ 则相同。

于是,量 Q 的量纲则表示为量纲积

$$\dim Q = A^\alpha B^\beta C^\gamma \dots$$

式中 A, B, C, \dots 表示基本量 A, B, C, \dots 的量纲,而 $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ 则称为量纲指数。

所有量纲指数都等于零的量,往往称为无量纲量。其量纲积或量纲为 $A^0 B^0 C^0 \dots = 1$ 。这种量纲一的量表示为数。”

的正确性只取决于从它们推出的结论与实验事实的一致。

物理理论大体分为两部分;20世纪以前物理学的成就称为经典物理学,它包括经典力学(牛顿力学)、经典统计力学、经典电磁理论等。从20世纪初以来物理学发生的革命性的成就归为近代物理学,它的主要支柱是相对论和量子理论。理论是实验事实的升华。它作为一种观念指导人们科学地思考;它又提供了研究科学,推动技术进步和处理实际问题的有效方法。

回顾历史,我们对那些为物理学发展贡献毕生精力乃至生命,做出伟大成就的物理学家怀着深深的敬意。他们中有坚持真理,为科学献身的布鲁诺(G. Bruno, 1600年被烧死于火刑柱上)、伽利略(Galileo, 1564—1642);有经典理论的奠基人牛顿(I. Newton, 1642—1727)和麦克斯韦(J. C. Maxwell, 1831—1879);有相对论的大师爱因斯坦(1879—1955)和量子理论的启蒙者普朗克(M. V. Planck, 1858—1947);有近几十年在近代物理的研究和实验中,因有重大发现、成绩卓著而获颁诺贝尔物理学奖的华裔物理学家杨振宁、李政道、丁肇中、崔琦、朱棣文等及吴健雄;还有中国著名核物理学家钱三强、何泽慧等……一代接一代,许许多多物理学家的辛勤劳动,创造了人类的共同财富——物理学,为现代物质文明建立了重要的理论基础。

§0-5 写给学生的几句话

中学已学过物理,为什么进入高等学校后还要继续学习物理?初看大学物理教材目录的章节标题,许多和中学物理教材类同,学生不禁心存疑惑。

物理学定量描述物质世界,物理思想用数学公式体现。受少年的认知能力和数学水平的限制,中学物理以定性介绍常见物理现象为主;能用数学公式定量表述的,也仅限于初等代数和初等几何及三角的方法。中学物理课程还只是物理教育的启蒙阶段。

大学物理对物理现象、规律和思想方法的介绍,都上升到了一个更高的层次。虽然大学物理仍以实验为基础,但它以定量描述和分析为主。数学工具上大量使用学生在高等数学课程内学习的解析几何、矢量、微分、积分及微分方程等。高等数学的应用,学生就始于大学物理课程的学习和练习。从大学物理课程中学习到的物理知识、思想和方法,是形成学生的科学世界观和提高学生的科学素质的必不可少的基础,是终身受用的。

在教师的帮助下,透过那些“冷面”的物理公式,认识和理解大千物理世界的丰富内涵和奥妙,学习物理大师们在开启未知物理世界大门时思考 and 解决问题的方法与技巧,相信学生们初始的疑惑将不复存在,而会兴趣盎然,乐在其中。

第一章

质点运动 时间 空间

物体之间或同一物体各部分之间相对位置的变化,称为机械运动(简称运动)。机械运动是自然界中最简单、最普遍的一种运动形式。物理学中研究机械运动的规律及其应用的部分称为力学。

描述物体的运动,离不开时间和空间。质点是最简单的力学模型,描述质点运动的物理量有:位置矢量、位移、速度和加速度。我们用这些物理量来确定质点的空间位置和描述质点空间位置怎样随时间变化。本章在讨论这些物理量之后,再介绍关于时间和空间的基本观点。沿着从经典时空观念到相对论时空观念的历史发展,简要地讨论时间、空间和物质运动三者之间的联系,介绍相对论时空观的概念。

§ 1-1 质点运动的描述之一

预习要点

1. 阅读本书附录 1(矢量)中的一、二、四以及附录 4 中的四。
2. 领会位置矢量、位移、速度、加速度的定义及相互关系;认识它们在描述质点运动中所起的作用。
3. 运动方程的含义及表达式是什么?根据运动方程如何求速度和加速度?

一 运动描述的相对性

参考系 一个物体自由落向地面时,地面上的观察者看到物体在作直线运动;但是,在匀速直线前进车厢中的观察者却看到物体在作抛体运动。大量此类观察表明,描述一物体的运动时,必须选择另一物体或一组彼此相对静止的物体作参考。选作参考的物体,称为**参考系**。图 1-1 中,确定质点 M 的位置,研究质点 M 的运动,可选择某房屋作参考系,也可选择正在匀速直线行进中的汽车作参考系。选取不同的参考系,对同一物体运动的描述将是不同的。宇宙中所有的物体都处于不停的运动中,称为**运动的绝对性**。但是,上述讨论指明,对运动的描述有赖于参考系的选择,这称为**运动描述的相对性**。