

DAXUE WULI

大学物理

● 主 编 刘成林



Physics



南京大学出版社

DAXUE WULI

大学物理

○ 主 编 刘成林

图书在版编目(CIP)数据

大学物理 / 刘成林主编. —南京: 南京大学出版社, 2011. 12

ISBN 978 - 7 - 305 - 09268 - 8

I. ① 大… II. ① 刘… III. ① 物理学—高等学校—教材 IV. ① 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 248966 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮编 210093
网 址 <http://www.NjupCo.com>
出 版 人 左 健

书 名 大学物理
主 编 刘成林
责任编辑 惠 雪 编辑热线 025 - 83596531

照 排 江苏南京大学印刷厂
印 刷 盐城市华光印刷厂
开 本 787×1092 1/16 印张 29.5 字数 715 千
版 次 2011 年 12 月第 1 版 2011 年 12 月第 1 次印刷
ISBN 978 - 7 - 305 - 09268 - 8
定 价 54.00 元

发行热线 025 - 83594756
电子邮箱 Press@NjupCo.com
Sales@NjupCo.com (市场部)

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

前 言

本书是为适应现阶段大学物理教学改革的要求,根据教育部物理基础课程教学指导分委员会最新制定的《理工科类大学物理课程教学基本要求》编写而成。

物理学是研究物质基本结构、物质之间相互作用、物质最基本和最普遍的运动形式及其相互转化规律的学科。物理学的基本原理渗透在物质世界的方方面面,渗透在自然科学的所有学科,应用于工程技术的各个领域。可以说,物理学是其他自然科学的基础。学习物理的过程是培养学生实用技能的过程,能够为大学生更好地学习其他科学知识打下坚实的基础,有助于培养大学生的逻辑思维能力,逐渐形成严谨的科学态度和科学创新精神。因此,大学物理的教学目标是对学生进行素质教育,提高学生的分析问题和解决问题的能力,提升学生的科技创新能力,使其成为创新型人才。

近年来,为了提高学生的科技创新能力,大学物理课程教学不断改革。为了更好适应教学改革的需要,更好地为后续课程服务,编写了这本大学物理教材。编写时重点注意了以下一些问题:① 在教材的安排上,改变了传统的力学、热学、电磁学、光学和近代物理学的编排模式,将热学与电磁学的先后顺序进行调整,同时近代物理学部分采用专题的形式以适应不同专业学生的需要;② 为了提高学生的科学素质,教材中增加了物理学家简介、研究性课题等栏目,便于扩展学生的知识面,以激发学生的兴趣,扩大学生的视野;③ 为了适应目前中学新课程改革,延续新课程改革的思想,教材中增加了研究性课题。这是在大学物理教学中的一种尝试,期待能够取得良好的效果。

本书是编者在多年教学实践,并汲取了国内外优秀物理教学改革成果的基础上编写而成的。全书共分13章,包括力学(第1—3章)、电磁学(第5—7章)、热学(第8—9章)、振动和波动(第10章)、光学(第11章)和近代物理(第4章、第12—13章)。

参加本书编写工作的有:刘成林、潘友华、姜辉、陆法林、朱海霞和陈红霞。具体分工为:刘成林编写绪论、第11、13章及附录材料;潘友华编写第1—3章;姜辉编写第8—9章;陆法林编写第4、12章;朱海霞编写第5—6章;陈红霞编写第7、10章。全书由刘成林统稿。在编写的过程中,参考了部分教材、文献和网上资料,同时得到了盐城师范学院大学物理教研室的各位老师的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢!

由于水平有限,书中疏漏或错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者
2011年10月

目 录

绪论	1
0.1 物理学的研究对象与分类	1
0.2 物理学的特点	2
0.3 物理学的发展	4
0.4 物理学的研究方法	5
0.5 大学物理学习的重要性和学习方法	6

第一篇 力学

第1章 质点运动学	8
1.1 时间与空间	8
1.2 质点和参考系	13
1.3 位置矢量和运动方程	14
1.4 速度与加速度	16
1.5 质点的平面曲线运动	22
1.6 相对运动	29
思考题	32
习题	32
第2章 质点动力学	35
2.1 牛顿运动定律	35
2.2 力学中常见的力	38
2.3 牛顿运动定律的应用	42
* 2.4 非惯性系 惯性力	46
2.5 功和功率	48
2.6 动能和动能定理	52
2.7 势能	53
2.8 机械能守恒定律	57
2.9 动量和动量定理	62
2.10 质点系动量定理	66
2.11 动量守恒定律	70

2.12 碰撞	72
2.13 力矩	77
2.14 质点角动量守恒定律	79
2.15 经典力学的适用范围	82
思考题	83
习题	84
第3章 刚体力学	90
3.1 刚体的定轴转动	90
3.2 刚体定轴转动定理	93
3.3 刚体绕定轴转动的角动量守恒定律	99
3.4 刚体绕定轴转动的动能定理	102
3.5 刚体的平面平行运动与定点转动	108
思考题	111
习题	112
第4章 狭义相对论基础	118
4.1 牛顿力学的绝对时空观和相对性原理	118
4.2 狭义相对论的基本假设 洛伦兹变换	120
4.3 狭义相对论的时空观	124
4.4 狭义相对论动力学基础	126
思考题	129
习题	130

第二篇 电磁学

第5章 静电场	132
5.1 电荷和库仑定律	132
5.2 电场和电场强度	135
5.3 高斯定理	141
5.4 电势及其与电场强度的关系	148
5.5 静电场中的金属导体	154
5.6 电容和电容器	160
5.7 静电场中的电介质	165
5.8 静电场的能量	172
思考题	175
习题	176

第 6 章 恒定磁场	182
6.1 恒定电流条件和导电规律	182
6.2 磁场和磁感应强度	189
6.3 毕奥—萨伐尔定律	193
6.4 磁场的高斯定理和安培环路定理	196
6.5 磁场对电流的作用	199
6.6 带电粒子在磁场中的运动	203
6.7 磁介质的磁化	208
6.8 铁磁性	214
思考题	216
习题	217
第 7 章 电磁感应与电磁场	224
7.1 电磁感应定律	224
7.2 动生电动势和感生电动势	228
7.3 自感和互感	233
7.4 RL 电路	237
7.5 磁场的能量	238
7.6 位移电流、电磁场基本方程的积分形式	240
思考题	242
习题	244

第三篇 热 学

第 8 章 气体动理论	247
8.1 理想气体模型	247
8.2 理想气体的压强和温度	250
8.3 理想气体的内能	254
8.4 麦克斯韦速率分布律	258
* 8.5 范德瓦耳斯方程	261
* 8.6 气体内的输运过程	266
思考题	273
习题	274
第 9 章 热力学基础	276
9.1 热力学第一定律	276

9.2 理想气体的热力学过程	281
9.3 卡诺循环	287
9.4 热力学第二定律	291
9.5 卡诺定理	294
* 9.6 熵增加原理	295
思考题	298
习题	299

第四篇 波 动

第 10 章 机械振动和机械波	301
10.1 简谐振动	301
10.2 简谐振动的合成	310
10.3 阻尼振动 受迫振动 共振	315
10.4 机械波的几个概念	318
10.5 平面简谐波	321
10.6 波的能量	323
10.7 波的叠加	325
10.8 声波 超声波 次声波	330
10.9 多普勒效应	332
10.10 电磁波	334
思考题	336
习题	337
第 11 章 光学	341
* 11.1 几何光学简介	341
11.2 相干光	349
11.3 分波面干涉	352
11.4 分振幅干涉(薄膜干涉)	356
11.5 干涉现象的应用	358
11.6 光的衍射现象	364
11.7 单缝衍射	367
11.8 圆孔衍射 光学仪器的分辨率	368
11.9 衍射光栅	371
11.10 光的偏振 马吕斯定律	375
11.11 反射光和折射光的偏振	377
11.12 双折射 偏振棱镜	378

11.13 偏振光的干涉	384
思考题	386
习题	387

第五篇 近代物理

第 12 章 量子物理基础	391
12.1 黑体辐射 普朗克量子假设	391
12.2 光电效应 光子	394
12.3 康普顿效应	397
12.4 氢原子的玻耳理论	399
12.5 德布罗意波	402
12.6 不确定关系	405
12.7 波函数 薛定谔方程	407
12.8 一维势阱和势垒	409
12.9 氢原子的量子理论简介	414
12.10 原子的电子壳层结构	416
思考题	417
习题	417
第 13 章 近代物理专题	419
13.1 激光	419
13.2 半导体	425
13.3 超导电性	431
13.4 原子核物理简介	434
13.5 基本粒子简介	439

附 录

附录 1 矢量及其运算	445
附录 2 常见物理量及单位	451
参考答案	452
参考书目	462

绪 论

自然界广袤无垠,万象纷呈。当今人们探索自然界的尺度,在空间范围上,可以大到约 2×10^{26} m(约 200 亿光年)的宇宙天体,也可以小到线度仅在 1×10^{-16} m 以下的某些基本粒子;在时间范围上,最长可以到 1.5×10^{18} s(约 200 亿年)的宇宙年龄,最短可以到只有 $1 \times 10^{-24} \sim 1 \times 10^{-23}$ s 的某些微观粒子的寿命。在这样一个浩瀚无垠的时空范围内,存在着各种各样的物质客体,它们在运动中彼此相互作用,相互转化。这些不同物质及其不同的运动形式,各自具有特殊的规律性。对这些客观规律的研究,就形成了各门不同的自然科学。物理学就是其中的一门自然科学。

0.1 物理学的研究对象与分类

1. 什么是物理学

物理学是自然科学中最基本的科学,是研究物质运动的最一般规律、基本结构以及物质之间的相互作用和相互转化的科学。

由于物理规律具有极大的普遍性,它为很多自然科学、工程技术提供了理论基础和实验技术。物理学的基本理论渗透到自然科学的许多领域,应用于生产技术的诸多部门,它们之间相互影响,不断发展。物理学基础知识包括的经典物理、近代及现代物理以及物理学在科学技术上应用的初步知识等,这些基础知识都是在高科技迅速发展的今天大学生所应该了解和掌握的。

2. 物理学的分类

人们研究自然界发生的各种物理现象,寻找其内在规律,阐明其发生原因,逐渐形成了物理学的许多分支学科。物理学科的分类没有固定不变的原则,而是随研究的需要按不同的标准进行划分。通常分为以下两类:一类是按照研究对象的不同,物理学分为力学(研究物体的位置变化规律及其与力的关系)、声学(研究声波的产生、传播、接收和作用等问题)、热学(研究分子、原子、电子、光子等质点作不规则运动所引起的热现象及热运动的规律)、光学(研究光的本性,光的发射、传播和接收的规律,光和其他物质的相互作用及其应用)、电磁学(研究电和磁的现象、以及电流、电磁辐射、电磁场等)、分子物理(依据分子结构、分子间相互作用力和分子运动的性质,研究物质的性质和状态)、原子物理(研究原子结构以及原子中发生的运动)、原子核物理(研究原子核的结构、性质及变化规律)等。另一类是按照研究方法的不同,物理学分为实验物理和理论物理。物理学的研究方法是由观察、实验、假说和理论组成的一个全过程,观察就是对自然界发生的现象,按照其原来的样子进行观察研究。例如,人们研究天体运动现象,就是通过天文望远镜、射电望远镜等仪器进行观察。观察是一种初步研究,在许多情况下仅依靠对自然现象的观察是远远不够的,还需要在人工控制的条

件下对其现象进行观察,这就是实验。实验可以使研究的现象在人为情况下反复产生,以便对同一现象进行多次观察。实验可以改变条件,以便在不同条件下观察物理现象是怎样变化的,实验还可以排除影响现象的各种次要因素,使问题简化,从而找到最本质的东西。在观察和实验获得大量资料的基础上,经过分析、概括、判断和推理,把事物的本质和内在联系抽象为更一般的形式,这便产生了假说。假说经过反复检验,被证明能正确反映某些客观规律时,便推导出定律和理论的建立。物理学定律多数是说明某些现象之间的相互联系,说明在某些条件下一定会有某些现象发生。物理学定律通常采用语言和数学的形式阐明有关现象在质和量等方面所存在的规律。物理学理论是通过许多不同但却相互有联系的现象的研究,从一些已建立的定律中,经过更广泛地概括而得到的系统化知识。一套完整的理论体系,往往是从少数几条比较简单的基本原理出发,经过一定的逻辑推理后来说明一定范围内的各种现象,并且还能预言未知现象的存在。譬如,麦克斯韦的电磁场理论不仅解释了各种电现象和磁现象之间的关系,而且预言了电磁波的存在及其传播速度,并且最终为实验所证实。物理学理论在指导实践并接受实践检验时,如果发现矛盾,就要修正、发展甚至放弃,从而建立起新的更能反映客观实际的理论。从物理学的研究方法出发,实验物理则通过观察和实验为理论物理收集感性材料,发现物理事实解决实验设计和实验过程中的技术问题。理论物理则是把观察、实验得到的成果和已发现的原理、定律进行对比,分析概括,并运用数学进行推理,研究物理量之间的定量关系,建立起统一的物理理论体系。

0.2 物理学的特点

(1) 物理学是观察、实验和科学思维相结合的产物

物理学和所有其他科学一样,必须依靠观察和实验,观察是有目的地了解物理现象以及影响物理现象的各种因素,以便对这种现象进行仔细研究,从而得到物理规律。但是,在某些情况下,有些物理现象只是偶尔发生,就需要人为地控制条件,利用仪器设备,突出物理现象的主要因素,使其反复再现,并且通过改变条件,以便发现条件的改变对物理现象的影响,这就是物理实验的方法。所以,观察和实验是了解物理现象、测量有关数据和获得感性知识的源泉,是形成、发展和检验物理理论的实践基础。若要使感性知识上升为物理理论,还要经过科学思维这一认识过程。这种认识过程通常是经过分析、综合、抽象、概括等思维活动,并通过建立概念、作出判断和推理来完成的。

物理模型的建立、物理概念的形成、物理规律的发现,都是观察、实验与科学思维相结合的产物。

当然,在物理学的发展史上还有一些物理理论首先是由物理学家作出预言,然后再通过实验检验这些理论的正确性的,必要时还需要对这些理论作出修正和改进。物理学发展到今天,在物理学家预言的新理论的指导下进行新实验的这一模式显得更为重要。事实说明,没有理论指导的实验往往是不能成功的。实验和理论之间的这种互相交织的关系使得物理学在坚实的基础上稳步前进。

(2) 物理学的内容主要由物理概念和物理规律所构成,而其核心是物理概念

物理概念反映了客观事物、现象的物理本质属性。在自然界中,只有具有物理属性的事物和现象才能成为物理学研究的对象,也只有把该事物的物理属性从其他属性(如生物属性)中区分出来,并用定义的方式阐述才能形成物理概念。

物理概念能够定性地反映了客观事物的本质属性,还有些物理概念能够定量地反映客观事物的本质属性,对于后一种物理概念,称之为物理量。例如,速度、加速度、力、温度、电容、 E 通量、 B 通量等,既可称它们是物理概念,又可称它们是物理量,而如速度的相对性,矢量性,线性波的叠加性,不同形式能量的可相互转化性等,就只能说它们是物理概念,而不能说它们是物理量。

物理概念是组成物理内容的基本单元,构成物理内容的另一重要部分是物理规律。物理学中的公式、定理、定律和原理等,统称为物理规律。物理规律是指物理现象之间的内在联系,表示物理概念之间实际存在着的关系。因此,在任何一个物理规律中,总是包含有若干个有联系的物理概念,任何不相干的物理概念是不能组合起来构成物理规律的。所以不建立清晰的物理概念,也就谈不上对物理规律的掌握。

一个物理规律,不仅指明了组成规律的各物理概念的联系,它还揭示了各概念之间数量上的相互制约关系,这种相互制约关系,指明了物理现象发生和发展的“因果”图像。

物理规律按物质的运动性质分为:力学、热学、电磁学、光学、原子物理学等;按运动过程中物理量的变化特点分为:瞬时规律、分布规律、瞬时分布规律和守恒规律等。若过程中的物理量仅随时间变化,即称为瞬时规律;仅随空间变化,即称为分布规律;随两者改变时则称为瞬时分布规律;若不随两者改变,即称为守恒规律。

物理规律的建立都是有条件的,而且常常不显含在规律的表述之中。例如,牛顿运动定律只是在惯性系中成立。因此,学习物理规律,一定要注意其条件或适用范围。

(3) 物理学是一门定量的科学,与数学有密切的联系

物理学是一门定量的科学,它与数学有着密切的联系。数学在物理学中的重要作用,主要表现为:

① 数学作为“语言”工具,它是表达物理概念、物理规律最简洁、最准确的“语言”,只有把物理规律用数学形式表达出来,这个物理规律才能更准确地反映客观实际。所以说,物理理论是对物理世界的数学描述。

② 数学也可作为一种“推理”工具,在物理学中,常常利用已知的规律,根据一定的条件,用数学工具推导出一些新的规律。

在研究和解决物理问题时,还常常需要用数学进行定量计算。可见,数学是物理学研究的重要工具,是物理理论的一种表述形式,特别在科学发展突飞猛进的今天,没有数学方法作为工具,物理学将寸步难行。

(4) 物理学所研究的对象,几乎都是利用科学抽象和概括的方法建立的理想模型

客观存在的物理现象常常是错综复杂的,它可能受多种条件的制约且具有多方面的属性,然而,对于一定的物理现象,所有的条件和属性并非都起着同等重要的作用。为了研究

方便,需要舍弃其中一些非主要因素(即条件和属性),突出其主要因素,从而建立理想模型。这种理想模型是指理想化客体 and 理想化过程。例如质点、刚体、弹簧振子、理想气体、点电荷、点光源、均匀电场、全辐射体等都是理想化模型。又如匀速直线运动、简谐振动、简谐波、等温过程、等压过程、绝热过程等都是理想化过程。

可见,物理学中的规律都是一定的理想化客体在一定的理想化过程中所遵循的规律。更本质地反映了同一类理想化客体的共同规律。运用理想模型研究物理问题,当然具有现实意义,因为只要根据实际情况,对理想模型稍作修改补充,所得到的物理规律就能够更好地符合真实客观世界的实际。

运用理想模型研究物理问题,是一种重要的科学研究方法,这种方法也适用于其他自然科学的研究。

(5) 物理学与辩证唯物主义哲学有着密切关系

物理学研究的是自然界最基本、最普遍的运动规律,因此它与辩证唯物主义哲学的关系极为密切。哲学的发展水平与物理学的发展程度是相适应的,经常从物理学的最新成果中汲取营养,不断丰富和发展哲学的各个基本原理,所以物理学是哲学的一个基础。物理学发展历史表明,物理学的发展始终离不开辩证唯物主义哲学的指导,辩证唯物主义哲学是物理学健康发展的重要武器,物理学的内容充满着活的辩证法。例如,物理学中对于物质结构和各种运动规律的认识,相对论中关于时、空的看法,对光现象认识的辩证过程以及物理学的研究方法等等,无不说明辩证唯物主义哲学原理与物理学的密切关系,从一定意义上说,物理学和辩证唯物主义哲学是从不同的方面完成人类认识物质世界的任务,都在促进人类的文明发展。

0.3 物理学的发展

物理学的发展源远流长,并经历了几次大的飞跃。16 世纪以前的物理学只是一些不系统的物理知识。16 世纪至 19 世纪,物理学建立了一套以经典力学、热力学、统计物理学、经典电动力学为基础的理论体系,被称为经典理论物理学或古典理论物理学。19 世纪末至 20 世纪初,物理学经历了一次比以前更为深刻的变革,诞生了以相对论和量子力学为基础理论是现代物理学。

从远古时代一直到中世纪,在漫长的历史进程中,人类从生活和生产的实践活动中逐步积累了一些物理学知识,特别在静力学、几何光学、静电现象、物质的磁性、声学等方面积累了不少知识和发现了一些简单的定律,对物质的结构和相互作用也提出了不少有意义的看法。中国、古希腊等文明古国都有很大的贡献,例如,我国古代的《墨经》、《考工记》、《淮南子》、《梦溪笔谈》等著作中就有不少物理知识的记载。不过,这一时期由于生产力水平的低下以及封建制度和欧洲大陆宗教神学的统治,使得人们对物理知识的积累只是零碎的,未能形成一门独立的学科,因此,这个时期的物理学只是处在萌芽时期。

欧洲文艺复兴时期以后,由于人们思想上的解放,积极探索自然规律的气氛逐步形成,加之工业生产的不断发展,给自然科学提供了新的实验工具和手段。同时也因为数学的进步,使得物理学的迅速发展成为可能,并形成一门独立的学科。从 16 世纪到 19 世纪末,先后由牛顿(I. Newton)建立了经典力学,首先统一了天体和地面物体的运动;由迈那(R.

Mayer)、焦耳(J. C. Joule)、克劳修斯(R. Clausius)、玻耳兹曼(L. Boltzmann)、吉布斯(J. Gibbs)等人建立了热力学和统计物理学,发现了热运动和其他各种运动形式的相互联系和转化,建立了能量守恒定律,找到了宏观现象与微观客体运动之间的联系;以法拉第(N. Faraday)和麦克斯韦(J. Maxwell)为主要创始人的电磁学和电动力学,把过去认为互不关联的电、磁、光等现象统一了起来,这样就逐步形成了完整的经典物理学理论体系。

经典物理学建立后,对于一般常见的物理现象都可以从这一理论中得到满意的解释。因而,不少物理学家认为物理学的大厦已经基本落成,人类对自然界基本规律的认识已经到了尽头,剩下的事情不多了。但是,19 世纪末 20 世纪初的科学实验却进一步揭示了许多经典物理学无法解释的现象,特别是微观世界和高速领域许多新现象的发现,导致了物理学的一场伟大而深刻的革命。这场革命的主要结果是相对论和量子论的诞生。爱因斯坦(A. Einstein)建立的相对论,把物质、运动、时间、空间统一起来,形成了新的时空观。由普朗克(M. Planck)、玻尔(N. Bohr)、海森堡(W. Heisenberg)、德布罗意(L. deBroglie)、薛定谔(E. Schrodinger)等人建立的量子理论——量子力学,进一步把实物和场统一起来,并揭示了物质的波粒二象性,找到了认识微观世界的钥匙。这两门学科的建立,标志着物理学进入了近代物理学阶段。

20 世纪以来,物理学发展的一个趋势是,许多物理学家以相对论和量子力学为理论基础,将物理理论、研究方法和实验手段用于研究自然科学的其他领域,如生物物理学、遗传工程学等。物理学本身也出现了许多分支学科,如天体物理学、凝聚态物理学、等离子态物理学、激光理论等。另外,人们的探索也已从研究平衡态到近平衡态,直到研究远离平衡态的各种现象,而在研究远离平衡态的有序现象的耗散结构理论和协同论等方面,近期内已有了飞速发展。总之,物理学向其他有关自然科学的渗透,推动了这些学科的发展。人们常把 20 世纪 50 年代以后的物理学的发展,称之为现代物理学。

当今,物理学发展的另一趋势是沿着两个前沿领域展开,这两个领域是粒子物理学和天体物理学。粒子物理学以量子场论作为理论基础,以高能加速器、宇宙射线探测为其实验手段,研究基本粒子的内部结构、它们的相互作用和相互转化的规律,目前,这一领域的研究十分活跃,人们已经发现了不同层次的许多粒子,例如对夸克模型、轻子模型的研究都有许多建树。而天体物理学是在广义相对论的理论基础上,将粒子物理学和凝聚态理论结合起来,运用巨大的天文望远镜及射电技术、航天技术,对宇宙天体进行观察研究,并根据观察结果对天体的演化进行理论分析,其中一个重要成果——“宇宙大爆炸”理论,宇宙是从一个无限稠密的状态开始的,在大爆炸中“创生”了时间和空间,以及宇宙中的一切物质。根据天体物理学家的推算,大爆炸发生在距今约 200 亿年前,不少观察资料表明,所有的遥远星系都正在退离我们而去,宇宙仍在膨胀之中,而且膨胀在所有方向上都是相同的,也就是说,宇宙是惊人地对称的,这些与大爆炸理论非常吻合。

总之,物理学既是一门“古老”的学科,又是一门生气勃勃、具有广阔发展前景的学科。物理学的成就深刻地影响了人类对自然界的见解。自然界是有规律的,人类的智慧是能够认识这些规律,并能利用这些规律来改变自己的生活的。物理学将对人类的文明不断地做出贡献。

0.4 物理学的研究方法

物理学是一门非常重要的基础科学。物理学的研究成果不仅是其他自然科学的基础,

而且可以推动其他自然科学的发展。物理学研究方法也对其他自然科学有重要参考价值的。读者在学习物理学知识同时也应该注重物理学研究方法的学习。物理学研究方法主要有:

(1) 抓主要矛盾,建立理想模型的方法

这种研究方法也叫抽象方法。它是根据问题的内容和性质,抓住主要因素,撇开次要的、局部的和偶然的因素,建立一个与实际情况差距不大的理想模型进行研究。例如,“质点”和“刚体”都是物体的理想模型。把物体看作“质点”时,“质量”和“点”是主要因素,物体的“形状”和“大小”是可以忽略不计的次要因素;把物体看作“刚体”时,物体的“形状”、“大小”和“质量分布”是主要因素,物体的“形变”是可以忽略不计的次要因素。在物理学的研究中,这种理想模型是十分重要的。研究物体机械运动规律时,就是从质点运动的规律入手,再研究刚体运动的规律并逐步深入。

(2) 科学实验的方法

科学实验和观察是科学研究的基本方法。科学实验是在人工控制的条件下,使现象反复重演,进行观察研究的方法。大多数科学规律都是通过实验观察总结发现的。实验是科学研究中非常重要的方法。

(3) 根据假说的逻辑推理方法

为了寻找事物的规律,对于现象的本质所提出的一些说明方案或基本论点等统称为假说。假说是在一定的观察、实验的基础上提出来的。进一步的实验论据便会证明这些假说,即取消一些或改进一些。在一定范围内经过不断的考验,经证明为正确的假说最后上升为原理或定律。例如,在一定的实验基础上,提出的物质结构的分子原子假说以及所推论出来的结构,因为能够解释物质的气、液、固各态的许多现象,最后就发展成为物质分子运动理论。又如,量子假说的建立和量子理论的演变,最后发展为量子力学理论。在科学认识的发展过程中,假说是很重要的,甚至是必不可少的一个阶段。

0.5 大学物理学习的重要性和学习方法

大学物理是理工科院校各专业学生都要学习的一门重要的基础课,也是大学四年学习中唯一一门涉及到各个学科,并与最前沿的科学技术相联系的课程。学习大学物理一方面是为学生打好必要的物理基础,另一方面是使学生学会科学的思维和研究问题的方法,这些都为学生起到增强适应能力、开阔思路、激发探索和创新精神,提高科学素质等重要作用。打好物理基础,有助于养成理论联系实践的习惯,实践推动理论,辩证地看待客观世界,有助于培养学生实事求是的作风,有助于培养学生的学习思维能力,对学生毕业后的工作进一步学习新理论、新知识、新技术,不断更新知识都将产生深远的影响。

大学物理与中学物理的不同之处在于:

- ① 引入矢量运算与微积分的概念和方法;
- ② 物理知识更加深奥,范围更加广泛,增加刚体转动力学、流体力学、场论等内容;

③ 概念、理论、定理和定律等都比中学物理中具有更广泛的适用面,更具有普遍意义。

怎样才能学好物理呢?大学物理学习的重点应放在牢固掌握物理定律和定理,并用高等数学工具去解决物理问题。要学好大学物理,应做好以下几个环节:

(1) 适当课前预习

课前的预习可使你预先了解课堂上要介绍的内容,在听课时就可以做到有的放矢。对预习中不理解的地方,作下记号,带着问题去听课。对已理解的内容,可以带着探求的观点去听课,看看老师的分析方法是否与你的理解一致,是否还有遗漏的地方,同样的问题如何从不同的方面进行分析,物理模型是如何建立起来的等等。充分的预习会使你事半功倍。

(2) 简练做好笔记

俗话说:“好记性不如烂笔头”。在听课中不少同学都有记笔记的好习惯,但翻开大多数同学的笔记,却如出一辙。只有一条条定义,一个个公式、好像是同一个人做的读书摘抄。不会做笔记,不知道应该记些什么,这是不少同学在学习碰到的一大难题。物理课上应当记老师在课堂上对各个概念、定义、公式中的符号和公式本身含义以及应用条件的解释,应记下你在预习时未领悟到的东西,而不是书上已有的内容,只有这样你的听课才会有收获。

(3) 坚持课后复习

课后的复习是对所学过的内容进行消化、吸收,把课堂上的知识变成自己的知识。要勤于思考,对新的概念、定义、公式中的符号和公式本身的含义,要用自己的语言陈述出来。对于应掌握的定理的证明、公式的推导,最好在了解了基本思路后,自己背着书本和笔记把它们演算出来。这样才能对这些定理成立的条件、关键的步骤、推演的技巧和应掌握的数学知识有深刻的理解。

(4) 独立完成作业

大学物理的作业是检查学生对知识掌握、运用程度的重要一环。作业中的每道题都是经过精心选择,通过做作业可以检查自己掌握了多少知识,对数学的运用是否熟练;通过做作业可以知道自己在哪些方面还有不足,习题做完了,不要对一下答案或者交给老师批改就行了,应该自己从物理上想一想,答案的数量级是否合理?所反映的物理过程是否合理?是否还能从别的角度来判断一下自己的结果是否正确?应做到对自己的答案有一个理直气壮的解释。

(5) 勤于实验探究

物理学是一门实验科学,实验是物理学理论的基础和源泉,也是物理学发展的动力。在创新性人才培养过程中,实验教学有着不可替代的作用。虽然大学物理实验已单独设课,但实验探究仍是大学物理教学的重要组成部分,也是物理学习中最主要的学习方式。建议学生在物理学习的过程中,能够独立思考、善于提出问题、设计解决问题的方案、培养观察分析和实践探索能力以及利用数学工具解决物理问题的能力。

第一篇 力学

力学是研究机械运动规律的一门学科。机械运动是指物体的位置变化和形状变化(简称位变与形变)。根据此定义可知:在日常生活和工作中碰到的很多物体运动的形式都是机械运动,其运动规律就是力学的内容。大学物理中只研究物体位置变化的规律,而不对物体形变规律进行研究。

与其他科学研究一样,力学对机械运动规律的研究也划分为两个阶段:对机械运动的描述和得到机械运动的本质规律。根据阶段的不同,力学又可划分为运动学和动力学。其中,运动学是研究如何描述物体的运动,告诉人们物体是怎样运动的;而动力学是关于运动本质规律的学问,告诉人们物体为什么是这样运动的。

而根据对物体(研究对象)所作的理想模型(质点和刚体)的不同可将力学划分为:质点运动学、质点动力学以及刚体绕固定轴的转动。

第1章 质点运动学

运动学的任务是描述随时间推移,物体空间位置的变动。正如伽利略所指的那样,数学是物理学的自然语言。牛顿正是因为力学的需要而研究微积分的。矢量这一数学工具的引入使人们能够将力学规律的描述变得精确而简明,且不依赖于坐标系的选择。将矢量和微积分结合起来描述运动,既简明、准确,又具有普遍性,也不涉及物体间相互作用与运动的关系。本章主要讨论如何描述质点这一理想模型的运动,并引入伽利略变换,它与物理学的一条基本原理——相对性原理密切相关。与高中物理内容相比,大学物理中运动学内容具有下列特点:(1)引入矢量与微积分的数学工具,能对 r 、 Δr 、 v 、 a 等基本概念及其相互之间的关系给出更为严格的定义和描述;(2)引入微积分后,由对匀变速运动的研究扩大到对一般变速运动的研究;(3)中学物理的研究是由特殊到一般,而大学物理的研究则是由一般到特殊,因此,大学物理在深度和广度上都比中学物理具有很大程度地提高。

1.1 时间与空间

时空概念起源于运动,宇宙万物无不在运动变化中,我们的先辈们正是在对自然现象和天体运动的观察和感悟中,逐步形成了时间和空间的概念。随时间在空间变化的现象都被称为运动,常言道:流水年华、光阴似箭、斗转星移、一晃五十年、如白驹过隙等。由此可见,与运动图像相比,空间概念较为抽象,而时间概念就更抽象了。人们通常用具体形象的运动