

MAXUE
WULI
JIAOCHENG

第一册 (第四版)

大学 物理 教程

发中花刚国编
耀荫作立兆等
廖梁陶张张

武汉测绘科技大学

号 41 字 登 记 (器)

要 容 内

大学物理教程

第一册

(第四版)

主 编 廖耀发

副主编 梁荫中 陶作花 张立刚

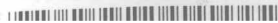
张兆国 李长真 阎旭东

王大智 张良启 田 旭

周检检

主 审 余守宪

武汉测绘科技大学出版社



(鄂)新登字 14 号

内 容 提 要

本教程分三册出版。第一册为力学和热学部分,第二册是电磁学部分,第三册是波动光学、量子力学基础及现代工程技术中的物理基础专题选讲三部分。各部分选材原则是“保证基础、加强近代、联系实际、涉及前沿”,并注重突出物理思想和方法。为适应教与学的需要,书中精选了例题、习题(附有习题答案)和阅读材料;本教程的教学要求和教学指导载于《大学物理学习指导书》中(另册出版)。

本教程可作工科类各专业大学物理课的基本教材,也可供非工科类有关专业师生选用。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理教程:第一册/廖耀发主编. —第四版
武汉:武汉测绘科技大学出版社,1998. 12

ISBN 7-81030-680-4

I. 大… II. 廖… III. 物理学-高等学校-教材 IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 35609 号

武汉测绘科技大学出版社出版发行

(武汉市珞喻路 129 号 430079)

新华书店湖北发行所经销

武汉测绘科技大学出版社丹江印刷厂印刷

*

开本:850×1168 1/32 印张:10.375 字数:259 千字

1998 年 12 月第 4 版 1998 年 12 月第 4 次印刷

印数:33001—46500 定价:10.50 元

序

大学物理是一门重要的基础课。高等工业学校中开设大学物理课,其作用一方面能较系统地打好必要的物理基础;同时使学生初步学习科学的思想方法和研究问题的方法,这些对于开阔思路、激发探索和创新精神、增强适应能力,提高人才素质起着激励、启迪、导向、示范的作用。学好大学物理课,不仅对学生在校学习十分重要,而且对学生毕业后的工作和进一步学习新理论、新知识、新技术和新工艺都将产生深远的影响。

编写一本适应教学改革的需要,适应科学技术迅速发展的形势,特别是既能反映培养工科人才特点,又利于教学的工科物理教材是广大工科师生长期以来的企盼。廖耀发同志主编的《大学物理教程》一书就是在这样背景下编写的,这部教材编写中总结了教师们多年以来从事大学物理教学的经验,并汲取了国内外一些物理教材的优点,其主要特点有:

一、以国家教委颁布的高等工业学校《物理课教学基本要求》为基础精选了教学内容,考虑到我国中学物理课程教学和教改的实际,教材中避免了和中学物理中不必要的重复内容;考虑到我国工科大学物理近些年来教学经验和当前教学实际,适当提高了力学起点,并在保证经典物理基础内容的同时,适当的加强了近代物理及技术科学方面的新理论、新知识、新技术内容,这些内容的引入对激发学生学习物理课的兴趣,开拓学生视野来说显然是有益的。

二、这部教材编写中注重物理概念、物理思想和方法的阐述及引导,为此除正文以外,还特意配以介绍国内外著名物理学家生平及他们严谨治学的科学态度和方法等有关资料,这些对培养学生

严谨的学风、科学的学习方法和独立的研究能力是很有益的。

三、教材编写中注意了理论联系实际,经过精选的例题、习题内容丰富;配合教学还特别专册出版了《大学物理学习指导书》。

全书概念、定律、定理的阐述准确、清楚、简洁、科学性好,篇幅适当。

综上所述,我认为廖耀发同志主编的这部教材是一部有新意、利于教学的工科大学物理课程的好教材。

吴百诗

1994年3月 于西安交通大学

第四版前言

近年来,我们先后承担了《国内外大学物理教材比较研究》(国家教委立项)及《突破编写面向21世纪工科物理教材难点的研究与实践》(教育部工科物理课委会立项)的部分工作,同时还承担了湖北省教委立项的《工科物理教学内容及课程体系改革》的研究。根据我们的研究成果及鄂、桂、津部分高等学校的教学实际情况,我们认为,在保留原书优点的基础上,对三版(96年版)《大学物理教程》进行一次较大的修订是非常必要的。

本次修订,在内容上对经典物理进行了增删:1. 适当地压缩了部分经典物理(如牛顿运动定律学)的内容,将原来(力、热、电、光)的22章压缩合并成20章;2. 用近代物理的观点改造了部分经典物理(如动量、角动量、刚体等)的内容;3. 适当增加了熵的内容。此外还用普通物理的语言及风格适当地增加了部分近代物理的内容,如算符,本征值,态叠加原理,谐振子,零点能;非线性振动与混沌,广义相对论,电磁势,AB效应及约瑟夫森效应等。

在体系上,本着一要改革,二要方便教学的原则,保留了力、热、电、光及量子力学的分支框架,但对各分支框架进行了适度的体系改革:在力学中,我们将以牛顿运动定律为主的体系,改革成以动量、能量、角动量及其守恒定律为主的体系。这一方面是考虑到中学物理对牛顿运动定律已有较详细的介绍,另一方面是希望能与近代物理衔接得更加紧密些;此外还将相对论从三版书中的近代物理部分移入力学中,以方便后续内容的应用,增加教材的现代化气息。

在热学中,增加了熵的内容,将热力学第二定律的描述体系改革成以熵理论为主的体系。

在近代物理中,突出了波函数及薛定谔方程为主导的体系等等。

除专题选讲的部分章节外,其余各章节的内容,我们都进行了认真修订,因而也可将本版书视为一部新书。

本修订版由廖耀发主编,梁荫中、陶作花、张立刚、张兆国、李长真、阎旭东、王大智、张良启、田旭、周检检(排序不分先后)任副主编,参加编写的单位及人员有湖北工学院廖耀发、阎旭东、陈义万、刘林福,武汉测绘科技大学梁荫中、李长真、章可钦,武汉汽车工业大学陶作花、田旭、赵中云,武汉冶金科技大学张立刚、周检检、李云宝、周怡,武汉交通科技大学张兆国、郑树文、余利华,武汉水利电力大学王大智、徐冶平、杨锋,武汉食品工业学校张良启、孙向阳,天津理工学院丁士连,广西工学院程芙蓉。此外,马民权、刘德元等也做了部分工作。

本书由北方交通大学余守宪教授主审,余教授不仅认真地审阅了全部书稿,而且还提供了许多具体的修改意见,以为本书增辉。

在本次修订中,我们得到了清华大学陈泽民教授、北京科技大学朱荣华教授、哈尔滨工业大学耿完桢教授、东南大学叶善专教授、华中理工大学肖奕教授等的大力支持和帮助;得到了工科物理界的老前辈夏学江(清华大学)、吴百诗(西安交通大学)先生的支持与帮助;得到了湖北省教委及湖北工学院教学研究资金的资助,特此一并致谢!

编者
1998.12

第一版前言摘录

本书是由鄂、桂、津三地十余所工科院校的部分教师根据国家教委颁发的“高等工业学校物理课程教学基本要求”精神编写而成的。在编写中,我们重点参考了我们 1988 年编的《大学物理学》(华工版)等著作,吸取了国内外同类教材的优点,综合了鄂、桂、津部分教师的先进教学经验。在内容上,我们注意了“保证基础,加强近代,联系实际,涉及前沿”的选材原则,并适当地提高了力学起点,减少了与中学物理内容的不必要重复。此外,我们还注意了突出物理思想及方法,并以阅读材料的形式适当地介绍了国内外著名物理学家的高尚情操及治学方法,介绍了一些有关的物理学史、物理学方法、物理学前沿以及联系实际的知识。我们相信,这些内容对于激发读者兴趣、扩大知识面来说是有益的。

本书除了对例题、习题进行精选外,还特别注意了题型的多样化,注意了对插图进行革新,使之更能与课文内容密切配合。

本教程分一、二、三册出版。一册计有力学和热学两篇,二册计有电磁学一篇,三册计有波动光学和近代物理基础两篇。书中名词已全部按国家自然科学名词审定委员会(1988)审定的名词进行校改,对于淘汰和不推荐名词,分别以“曾用名”和“又称”字样标记。

为了方便教师灵活掌握,我们将书中某些内容分别排成小字或打上*号,以供不同要求的专业选用。本教程的教学要求和教学指导另册出版。

绪 论

物理学研究对象及方法 物理学是一门研究物质结构与运动形态及物质相互作用基本规律的基础学科。

大家知道,自然界是由物质组成的,一切物质都处在永不停息的运动中。物理学所研究的就是物质的最基本,最普遍的运动形式及规律,包括机械运动、分子热运动、电磁运动及基本粒子的运动等。这些运动形式是其它更高级、更复杂(如生物、化学等)的运动形式的基础。因此,物理学所研究的范围非常广泛:就空间而论,从 10^{-15}m (质子的半径)到 10^{26}m (可探测类星体的最远距离)的尺度均属其研究范围(如图 0-1 所示);就时间而言,从 10^{-25}s (Z^0 粒子和 $W^\pm$ 粒子的寿命)到 10^{39}s (质子的寿命)均在其研究范围之内。

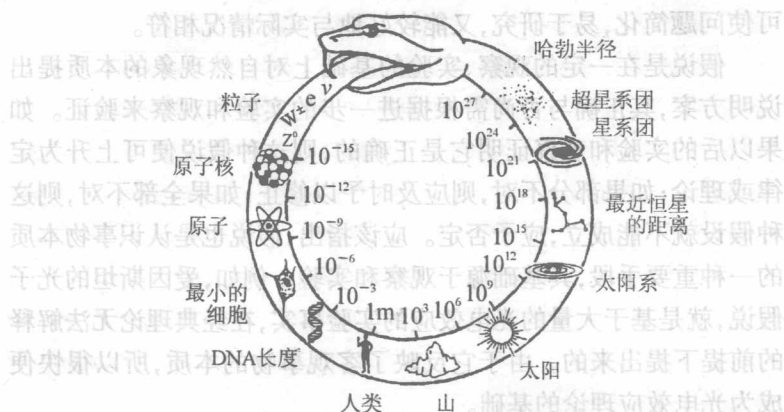


图 0-1 物理空间蛇形图

物理学是一门实验科学,它是通过对研究对象的观察、实验、概括及假说等方法来形成理论,并通过实践来检验其是否正确而建立和发展起来的一门学科。

观察是指在不改变自然现象本来面目的情况下,从多方面去对自然现象进行分析、研究,以求得对问题的正确认识的方法。观察是科学研究的一种手段,特别是研究一些不能用人工控制的方法来获得现象重演的情况,则更显得重要。

实验是指在人工控制的前提下,将自然界中所发生的现象予以重现,以便对自然现象进行反复的观察及研究。实验是科学研究的一种手段,其要点将在实验课中予以介绍。

概括是指根据所研究问题的内容和性质的不同情况,突出主要因素,忽略次要因素,从而建立起一个与实际情况相差不大的理想模型来进行分析研究。例如在动力学中,如果物体的质量和力的作用点是主要因素,而物体的形状和大小为次要因素时,便可将物体抽象概括成为“质点”模型来代替真实物体进行分析。这样既可使问题简化,易于研究,又能较好地与实际情况相符。

假说是在一定的观察、实验的基础上对自然现象的本质提出说明方案,其正确与否尚需根据进一步的实验和观察来验证。如果以后的实验和观察证明它是正确的,则这种假说便可上升为定律或理论;如果部分不对,则应及时予以修正;如果全部不对,则这种假设就不能成立,应予否定。应该指出,假说也是认识事物本质的一种重要手段,其基础源于观察和实验。例如,爱因斯坦的光子假说,就是基于大量的光电效应的实验事实,在经典理论无法解释的前提下提出来的。由于它反映了客观事物的本质,所以很快便成为光电效应理论的基础。

物理学的地位和作用 我们知道,自然科学主要是指物理学、化学、生物学、天文学等学科。化学、生物学、天文学等学科,它们除了一些自身的规律性外,在很大程度上是应用物理学的理论及

方法来解决它们各自的问题,其前沿分支,多半都与物理学的发展相联系。如量子化学,量子生物学等,无不包含着物理学的成就。可见,物理学是自然科学的基础。

此外,海洋学、气象学、现代医学、考古学及历史、艺术等也都要用到物理学的理论及方法。

物理学对工程技术的影响及作用也是十分深远的。大家知道,工程技术是应用自然科学的理论来解决生产实际中所出现的问题的学问。物理学既是自然科学的基础,因此,其理论的建立和发展对工程技术的影响当是不言而喻的。这一点,只要稍稍回顾一下物理学的发展史和随之而来的工业革命就更加清楚了。

物理学的发展经历了三次重大变革。第一次是17-18世纪,由于牛顿力学及热力学理论的建立,极大地推动了机械力学及蒸汽机制造业的发展与革新,导致了第一次工业革命的诞生。第二次是19世纪,由于法拉第一麦克斯韦电磁理论的建立,推动了电机及其它用电设备的制造,使电能广泛地用于工农业生产、日常生活与娱乐中,促成了第二次工业革命的到来。第三次是本世纪初以相对论和量子力学为代表的近代物理的建立和发展,使人们对微观世界的认识日益深化,进而导致了核能的利用,半导体、激光器、高温超导材料等的发现及应用,促成了许多新兴学科的发展。信息论、控制论、系统论及计算机等的诞生和应用都与物理学有密切的关系。

一般而言,工程技术问题的提出和解决可用如下方框图来表示:^①

① 李文兰,工科《大学物理》教学与高素质人才的培养,工科物理,1998,(5):37

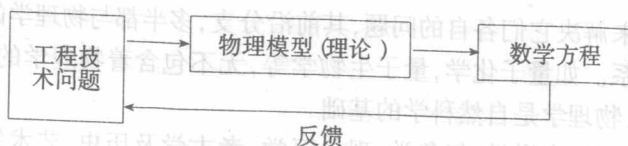


图 0-2 物理学与工程技术的联系

从图中可以看出,物理模型(理论)对解决工科技问题的重要性。

大家知道,企业的生存和发展在很大程度上依赖于新产品的开发。表 0-1 给出的是物理学原理从发现到首次开发应用的时间间隔统计。从中可以看出,其间隔已越来越短。这说明,新产品的开发对物理学原理的依赖程度增大。^①

表 0-1 物理学原理从发现到首次技术开发应用的时间(年)

产 品	电动机	真空管	无线电	X 光	雷达	核裂变	晶体管	激光
物理学原理的发现	1821	1882	1887	1895	1935	1939	1948	1958
首次用于技术开发的时间	1886	1915	1922	1913	1940	1942	1951	1960
时间间隔	65	33	35	18	5	3	3	2

学习《大学物理》的几点建议 《大学物理》是高等工科院校的一门重要的基础理论课。学好《大学物理》不仅对学习后续课程十分必要,而且对以后学习其它新科学、新技术、新材料、新工艺都是很有帮助的。

《大学物理》属于较高层次的科学。表面上看,有些内容似乎与中学物理相重复,但其处理方法和深广度的要求均有较大的差别。因此,我们在学习方法上也应有所区别。为此特提出如下建议:

^① 廖耀发,余守宪,工科物理教材应有特点的探讨,工科物理,1996,(2):44

(1) 要注意物理思想和方法的学习 所谓物理思想及方法,主要是指物理学中用以指导解决问题的原则及手段。例如,前面提及的观察、实验、概括及假说都可看成是解决问题的物理思想及方法,它们不仅对处理物理学本身的问题是必要的,而且对于处理相关学科中的问题也是具有指导意义的。

(2) 要注意能力的培养 我们这里说的能力主要是指自学阅读能力、抽象思维能力、解答习题及横向延伸的能力。

自学阅读能力是指在完成本教材学习的基础上,学会适当地查阅一些参考书籍及文献的能力。抽象思维能力是指学会通过抽象思维,能从所研究的问题中建立起理论模型,使问题得以简化,易于解决的能力。解答习题能力是指学会结合所学理论、观点、方法并通过一定的数学工具去分析、判断结果的合理性,切忌似懂非懂地乱套公式。横向延伸能力是指学会将所学的基本理论,物理学家在解决重大问题及发现新规律、新现象时所采用的物理思想及方法应用到自己所碰到的实际问题中,进而达到有所创新的能力。

(3) 要注意宏观体系与微观体系的联系与区别 大学物理所涉及的内容相当广泛,从宏观到微观都有它的研究对象,二者既有联系,又有区别。因此,我们既要注意从微观系统到宏观系统的过渡及其条件,又要注意不要乱拿宏观的规律去硬套微观的问题。对待微观体系,我们不能强求直观描述,而应着重于抽象思维与想象。例如,电子的自旋,我们只能理解它为电子的内禀特性,不能认为它如同地球围绕通过地心的轴线一样,围绕通过电子的中心轴而旋转。

目 录

绪 论

第一篇 力 学

第一章 质点运动学

- § 1-1 质点 参考系 (2)
- § 1-2 描述质点运动的物理量 (4)
- § 1-3 描述圆周运动的物理量 (12)
- § 1-4 质点运动学中的两类基本问题 (15)
- § 1-5 相对运动 (18)
- (习题与思考 (20)
- (阅读材料 严济慈同志谈读书 (25)

第二章 动量守恒与牛顿运动定律

- § 2-1 惯性定律与动量守恒 (27)
- § 2-2 动量定理与动量守恒定律 (29)
- § 2-3 牛顿运动定律及其应用 (38)
- § 2-4 非惯性参考系 惯性力 科里奥利力 (45)
- § 2-5 力学单位制与量纲 (48)
- (习题与思考 (50)
- (阅读材料 牛顿 (54)

第三章 机械能与机械能守恒定律

- § 3-1 功 动能定理 (56)
- § 3-2 势能 功能原理 机械能守恒定律 (62)
- § 3-3 碰撞 (70)

习题与思考	(74)
阅读材料 能源	(78)
第四章 角动量守恒与刚体的定轴转动	
§ 4-1 角动量与角动量守恒定律	(80)
§ 4-2 定轴转动刚体的角动量与转动惯量	(84)
§ 4-3 刚体的角动量定理与转动定律	(89)
§ 4-4 刚体作定轴转动时的功能关系	(94)
§ 4-5 对称性与守恒律	(97)
习题与思考	(100)
阅读材料 分形与分维	(105)
第五章 机械振动	
§ 5-1 简谐振动的特征	(107)
§ 5-2 描述简谐振动的物理量 旋转矢量图示法	(110)
§ 5-3 简谐振动的能量	(118)
§ 5-4 简谐振动的合成	(120)
§ 5-5 阻尼振动 受迫振动 共振	(127)
§ 5-6 非线性振动与混沌	(131)
习题与思考	(135)
阅读材料 共振的利弊	(141)
第六章 机械波	
§ 6-1 机械波的描述	(143)
§ 6-2 平面简谐波的波动方程	(146)
§ 6-3 波的能量	(151)
§ 6-4 声波	(153)
§ 6-5 波的叠加原理 波的干涉	(155)
§ 6-6 驻波 半波损失	(160)
§ 6-7 多普勒效应	(163)
§ 6-8 孤波与孤子	(166)

习题与思考	(168)
阅读材料 超声波及其应用	(172)
第七章 相对论	
§ 7-1 力学相对性原理 伽利略变换	(174)
§ 7-2 狭义相对论的基本原理与洛伦兹变换	(177)
§ 7-3 狭义相对论的时空观	(183)
§ 7-4 高速运动物体的质量、动量和能量	(190)
§ 7-5 广义相对论简介	(196)
习题与思考	(200)
阅读材料 爱因斯坦	(203)

第二篇 热 学

第八章 气体分子热运动的统计规律

§ 8-1 平衡态 概率 统计平均值	(207)
§ 8-2 理想气体的压强和温度的统计意义	(212)
§ 8-3 玻耳兹曼分布律	(217)
§ 8-4 麦克斯韦速率分布律	(220)
§ 8-5 气体分子的平均动能 理想气体的内能	(228)
§ 8-6 气体分子的平均自由程	(232)
§ 8-7 分子力 真实气体的范德瓦耳斯方程	(236)
习题与思考	(241)
阅读材料 布朗运动及其应用	(245)

第九章 热力学第一定律

§ 9-1 热力学第一定律	(248)
§ 9-2 等体过程 等压过程 等温过程	(253)
§ 9-3 绝热过程 多方过程	(258)
§ 9-4 循环过程 卡诺循环	(263)

§ 9-5 焦耳-汤姆孙实验	(270)
习题与思考	(272)
阅读材料 能量守恒定律的建立	(277)
第十章 热力学第二定律	
§ 10-1 热力学第二定律	(279)
§ 10-2 热力学第二定律的统计意义	(284)
§ 10-3 熵	(287)
§ 10-4 熵与能量及信息	(291)
习题与思考	(294)
阅读材料 耗散结构	(297)

附录

I 国际单位制(SI)基本单位	(299)
II 国际单位制辅助单位	(300)
III 国际单位制的词头	(300)
IV 常用物理常量表	(301)
V 有关太阳、地球和月球的数据表	(302)
VI 希腊字母表	(303)
习题与思考答案	(304)

(855)		2-8
(535)		2-8
(536)		7-8
(541)		
(542)		
		
(845)		1-2
(525)		5-2
(825)		5-2
(526)		4-2