

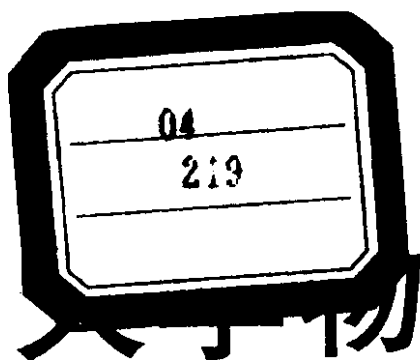
大学物理教程

(上册)

张 涛 袁心平 谢兴盛 编

电子科技大学出版社

1743835

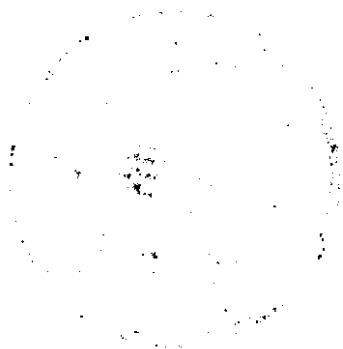


物理学教程

(上册)

张 涛 袁心平 谢兴盛 编

刊 1257/05



电子科技大学出版社



北师大图 B1354821

内 容 提 要

本书以国家教委大学物理课程教学指导委员会制定的基本要求为基础,并作了适当的扩展和提高后编写的。在本书的编写上,采用了较新的体系,加强了与现代科学技术的结合。配合教学内容,精选例题,选配了质量较高的思考题和习题。

全书分两册,上册包括力学、狭义相对论和电磁学,下册包括机械振动和机械波、波动光学、热学和量子物理基础。

本书可作为工科院校、自学考试、电视大学大学物理课程的教材。

大 学 物 理 教 程

(上 册)

张 涛 袁心平 谢兴盛 编

*

电子科技大学出版社出版发行

(成都建设北路二段四号)邮编 610054

四川五洲彩印厂印刷

新华书店经销

*

开本 850×1168 1/32 印张 15.125 字数 405 千字

版次 1997 年 11 月第一版 印次 1997 年 11 月第一次印刷

印数 1—5000 册

ISBN 7-81043-822-0/O·53

定价: 16.60 元

JYI 1237/05

前言

《大学物理教程》是为工科大学生编写的物理教材。教材内容覆盖了国家教委大学物理课程教学指导委员会制定的基本要求,并以此为基本内容。提高性和扩展性内容用“*”号标记,以满足不同层次教学的需要,舍去后不影响内容的连续性和系统性。

从牛顿到爱因斯坦,标志着从经典物理到近代物理的转变,大约用了300年,知识更新的时间尺度以百年计。本世纪以来,科学技术的进步是加速发展的。如果说上半个世纪发展的时间常数还有三四十一年,则下半个世纪已缩短到一二十年。在一个人的一生中,就会不断受到科学知识和科学观念老化的威胁。当前正处于世纪之交,培养的下一代学生将成为21世纪的骨干。如何使他们在走出校门之后能适应比现在更加迅猛发展的科学技术,是我们现在必须考虑的问题。编写本教材的主要目的是为了改变我国工科物理教材长期存在的落后状况,跟上物理学与现代科学技术迅猛发展的步伐,希望通过本教材尽可能地把近代物理的思想、观点、基本原理、基本概念和基本方法介绍给学生,力图在较新的、统一的观点指导下,向学生展示出一幅简单、统一、协调一致而又不断发展的近代物理图像,使全书更具科学性和系统性。

本教材在编写的指导思想,力求做到用现代的观点审视、选择和组织好传统的教学内容。力学部分以动量、能量和角动量三个守恒定律为核心展开;电磁学部分以狭义相对论为基础建立其新体系;热学部分以统计概念和统计规律为基础讲述热学。

许多近代和前沿的课题与大学物理课的内容是有联系的,我们在适当的地方开了一些“窗口”,编写了19个专题作为选读材料,引导学生向窗外的世界望一望,这对开阔他们的眼界,启迪他们的思维,加深他们对本课程的理解有好处。我们认为,基础课的任务,不仅

是为了后继课程的需要,更深层的意义在于科学素质的培养。让学生了解人类文明发展的历史和现状是人才素质培养的一个重要方面。

科学不是死记硬背的知识,科学的任务是探索未知,科学素质终将在获取知识的能力上反映出来。当然,没有知识也谈不上能力,融会贯通的知识是能力的载体。在物理所涉及的知识海洋中,我们有意地选择一些知识点,使之有利于提高学生的科学素质和能力。

本书分上下两册:上册包括力学、狭义相对论和电磁场;下册包括机械振动和波动、波动光学、热学和量子物理基础。

本书由张涛(第一~九章)、袁心平(第十~十六章)、谢兴盛(第十七~二十二章)编写。并由张涛负责全书编写的组织和统稿。四川联合大学物理系郭士堃教授担任本书的主审。

本书在编写和出版的过程中,得到了电子科技大学教务处和基础物理教研室的大力支持,我们在此致以衷心的感谢。本书中不免有疏漏和错误之处,祈广大教师和读者不吝指正。

编 者

1996年8月

目 录

第一篇 引 论

第一章 我们的宇宙观·····	(3)
§ 1-1 基本粒子及其相互作用·····	(3)
1. 基本粒子的分类·····	(3)
2. 粒子间的相互作用·····	(4)
§ 1-2 物质存在的基本形式·····	(5)
§ 1-3 物质与运动 时间与空间·····	(6)
第二章 物理学的理论体系与方法·····	(8)
§ 2-1 什么是物理学·····	(8)
§ 2-2 物理学与技术·····	(10)
§ 2-3 物理学的方法与科学态度·····	(12)
§ 2-4 怎样学习大学物理学·····	(13)

第二篇 力 学

第三章 质点的运动规律·····	(17)
§ 3-1 理想模型——质点、刚体·····	(17)
§ 3-2 质点运动的描述·····	(18)
1. 参考系和坐标系·····	(18)
2. 位置矢量 运动方程·····	(19)
3. 速度·····	(21)
4. 加速度·····	(23)
5. 法向加速度和切向加速度·····	(29)
6. 圆周运动的角量和线量的关系·····	(31)
7. 运动学的两类问题·····	(33)
§ 3-3 相对运动·····	(36)

§ 3-4 牛顿三大定律及其应用	(39)
1. 牛顿三大定律	(39)
2. 几种常见力	(42)
3. 牛顿定律的应用	(44)
§ 3-5 惯性参考系和非惯性参考系	(49)
1. 惯性参考系	(49)
2. 加速平动参考系中的惯性力	(51)
* 3. 匀速转动参考系中的惯性离心力	(52)
选读材料:超重与失重	(57)
思考题	(61)
习题	(67)
第四章 动量守恒	(70)
§ 4-1 质点动量定理	(70)
§ 4-2 质点系动量定理	(75)
§ 4-3 动量守恒定律	(78)
* § 4-4 质心 质心运动定理	(81)
1. 质心	(81)
2. 质心运动定理	(83)
* § 4-5 火箭飞行原理	(87)
1. 火箭推力的计算	(87)
2. 箭体的运动方程	(88)
3. 火箭的速度公式	(89)
思考题	(91)
习题	(93)
第五章 能量守恒	(97)
§ 5-1 功 质点动能定理	(98)
1. 功	(98)
2. 质点动能定理	(100)
§ 5-2 势能	(103)

1. 保守力作功的特点	(103)
2. 势能	(106)
* 3. 势能曲线	(107)
§ 5-3 机械能守恒定律	(109)
选读材料:对称性与守恒定律	(115)
思考题.....	(121)
习题.....	(123)
第六章 角动量守恒	(128)
§ 6-1 质点的角动量和角动量守恒定律	(128)
1. 角动量	(128)
2. 质点角动量定理	(129)
3. 质点角动量守恒定律	(131)
§ 6-2 刚体运动学	(134)
1. 刚体的平动和转动	(134)
2. 定轴转动的描述	(134)
§ 6-3 刚体的定轴转动	(136)
1. 刚体的角动量	(136)
2. 转动惯量的计算	(137)
3. 刚体定轴转动定律	(141)
4. 定轴转动中的功和能	(145)
5. 定轴转动的角动量守恒定律	(149)
* § 6-4 进动	(155)
选读材料:宇航动力学问题	(158)
科学家介绍:牛顿	(166)
思考题.....	(169)
习题.....	(172)
第七章 狭义相对论基础	(178)
§ 7-1 伽利略变换和经典力学时空观	(178)
1. 力学的相对性原理	(178)

2. 伽利略变换	(179)
3. 经典力学的时空观	(181)
4. 伽利略变换的困难	(182)
§ 7-2 爱因斯坦相对性原理和光学不变原理	(183)
1. 相对性原理	(183)
2. 光速不变原理	(183)
§ 7-3 洛仑兹变换	(184)
1. 洛仑兹坐标变换	(184)
2. 相对论的速度变换	(186)
§ 7-4 狭义相对论的时空观	(190)
1. 长度收缩	(191)
2. 时间膨胀(或钟慢)	(192)
3. 同时的相对性	(194)
§ 7-5 狭义相对论动力学基础	(196)
1. 相对论中的动量和质量	(196)
2. 相对论中的动能	(199)
3. 相对论中的能量	(200)
4. 能量和动量的关系	(201)
* 5. 相对论动量-能量变换	(201)
选读材料:广义相对论概要	(204)
科学家介绍:爱因斯坦(Alber Einstein, 1879—1955)	(213)
思考题	(216)
习题	(218)

第三篇 电磁场

第八章 静电场	(223)
§ 8-1 电荷 库仑定律	(223)
1. 电荷	(223)
2. 库仑定律	(224)

§ 8-2 电场和电场强度	(226)
1. 电场	(226)
2. 电场强度	(227)
3. 电场强度的计算	(228)
§ 8-3 高斯定理	(237)
1. 电场线	(237)
2. 电通量	(239)
3. 高斯定理	(240)
4. 高斯定理的应用	(244)
§ 8-4 电 势	(249)
1. 静电场的保守性	(249)
2. 电势能	(252)
3. 电势和电势差	(252)
4. 电势的计算	(253)
§ 8-5 场强与电势的关系	(260)
1. 等势面	(261)
2. 电势梯度	(261)
§ 8-6 静电场中的导体	(265)
1. 导体的静电平衡条件	(265)
2. 静电平衡下导体上的电荷分布	(266)
3. 导体表面附近的场强	(269)
§ 8-7 静电场中的电介质	(273)
1. 电介质的极化	(274)
2. 极化强度矢量	(276)
3. 电介质中的高斯定理	(278)
§ 8-8 电容器和它的电容	(280)
1. 孤立导体的电容	(280)
2. 电容器的电容	(281)
3. 电容器的串联和并联	(283)

§ 8-9 电场的能量	(285)
1. 电容器的储能	(285)
2. 电场的能量	(285)
§ 8-10 稳恒电场	(287)
1. 电流强度和电流密度	(287)
2. 欧姆定律的微分形式	(289)
3. 稳恒电流和稳恒电场	(290)
4. 电动势	(291)
* § 8-11 运动电荷的电场	(292)
选读材料: 热电体、压电体和铁电体	(300)
思考题	(307)
习题	(313)
第九章 稳恒磁场	(321)
§ 9-1 磁现象的电本质 磁场	(321)
1. 磁力和磁场	(321)
2. 运动电荷间的相互作用力 磁感应强度	(323)
§ 9-2 磁通量 磁场的高斯定理	(326)
1. 磁感应线(磁力线)	(326)
2. 磁通量	(327)
3. 磁场的高斯定理	(327)
§ 9-3 匀速运动点电荷的磁场	(328)
§ 9-4 毕奥-萨伐尔定律	(329)
§ 9-5 安培环路定理	(338)
§ 9-6 磁场对运动电荷及电流的作用	(344)
1. 洛仑兹力	(344)
2. 安培定律	(349)
3. 磁场作用于载流线圈的力矩	(351)
§ 9-7 磁介质	(353)
1. 磁介质的种类	(353)

2. 抗磁质和顺磁质的磁化	(353)
3. 磁化强度	(356)
4. 磁介质中的安培环路定理	(357)
5. 铁磁质	(358)
选读材料:磁记录	(362)
等离子体	(363)
思考题.....	(378)
习题.....	(385)
第十章 电磁感应	(391)
§ 10-1 电磁感应的基本定律	(391)
1. 楞次定律	(392)
2. 法拉第电磁感应定律	(393)
§ 10-2 动生电动势	(394)
§ 10-3 感生电动势 涡旋电场	(401)
1. 涡旋电流	(401)
2. 电子感应加速器	(405)
3. 涡电流	(407)
§ 10-4 自感和互感	(408)
1. 自感现象 自感系数	(408)
2. 互感现象 互感系数	(410)
§ 10-5 磁场的能量	(413)
1. 通电线圈的储能	(413)
2. 磁场能量	(414)
选读材料:超导电性和高温超导体	(418)
科学家介绍:法拉第(Michael Faraday, 1791—1867)	(429)
思考题.....	(433)
习题.....	(440)
第十一章 麦克斯韦电磁场理论的基本概念	(447)
§ 11-1 位移电流	(447)

§ 11-2 麦克斯韦方程组	(453)
§ 11-3 电磁波	(455)
1. 电磁波的产生和传播	(456)
2. 平面电磁波的基本性质	(458)
3. 电磁波的能流密度	(460)
4. 电磁波谱	(461)
科学家介绍:麦克斯韦	(463)
思考题	(465)
习题	(468)
附录	(470)
习题答案	(478)
主要参考文献	(484)

第一篇 引论

第一章

我们的宇宙观

§ 1-1 基本粒子及其相互作用

我们认为宇宙中的万物均由物质组成；物质处于永恒的运动之中。

物质是由什么构成的呢？我们认为物质是由基本粒子组成的。所有物体，有生命的和无生命的，都是由基本粒子的不同组合或排列构成的。

“基本粒子”，按其原意是构成世界万物的不能再分割的最小单元。这其实是一个历史概念。随着认识的不断深化，这种概念本身也在演变。最初，人们认为质子、中子、电子、光子是组成物质的最小单元，并称它们为基本粒子。但迄今为止已经发现了数百种这样的“基本粒子”。而且，某些基本粒子并不“基本”，它们有其更深的内部结构。当今所提的“基本粒子”，则指的是人们目前所认识到的组成物质的基本单元，即迄今尚未发现有内部结构的粒子。随着人们对物质结构认识的不断深入，“基本粒子”所指的具体对象也将随之向更加深入的层次转移。

到目前为止，已发现的基本粒子多达近 400 种，其中只有电子，光子，质子，中微子等少数几种是比较稳定的，其余的寿命都很短，在不到 $1\mu\text{s}$ ，甚至更短的时间内衰变为其他粒子。除光子和中微子外，已发现的基本粒子的静止质量均不为零。

1. 基本粒子的分类

基本粒子可按其自旋划分为两类：自旋角动量为 $\hbar$ 的整数

(0, 1/2) 倍的粒子叫做玻色子, 服从玻色-爱因斯坦统计规律; 自旋角动量为 $\hbar$ 的半整数 (1/2, 3/2) 倍的粒子叫做费米子, 它们遵从泡利不相容原理, 服从费米-狄拉克统计规律。目前认为实物物质都由费米子组成, 而玻色子传递粒子之间的相互作用。

按照基本粒子的性质和相互作用的关系, 基本粒子又可分为三类。一是规范粒子, 如光子, 中间玻色子, 胶子等。规范粒子是传递相互作用的媒介, 是构成场的基本粒子。二是轻子, 如电子, μ 子, τ 子及相应的中微子和它们的反粒子。轻子不参与强相互作用。三是夸克。我们把参与强相互作用的粒子统称为强子。按其自旋的不同又可分为两类: 自旋为半整数的称为重子, 如质子、中子和各种超子; 自旋为整数的称为介子, 如 π 介子、 k 介子等。目前已发现的数百种粒子中绝大部分是强子或强子的共振态。共振态的存在说明强子是有其内部结构的。1964 年盖尔曼等人提出强子都是由更基本的夸克组成的标准模型。这种理论在许多方面取得了很大成功, 并获得 1969 年诺贝尔物理奖。

应当明白, 在基本粒子问题上还存在许许多多未解决的问题。如夸克和轻子的“代”是如何产生的, 它们还有没有内部结构; 许多预言的粒子, 如希格斯粒子、磁单极子等尚未被观察到, 摆在人们面前的还是一片未知的海洋, 粒子世界的探索还有很长的路要走。

2. 粒子间的相互作用

基本粒子依靠它们之间的相互作用结合在一起, 组成绚丽多彩的物质世界。粒子之间的相互作用有四种基本形式: 引力相互作用、电磁相互作用、强相互作用和弱相互作用。前两种是长程力, 作用范围从理论上可说是无限的。后两种是短程力, 强作用只在 10^{-15}m 范围内才有显著的作用, 弱作用的力程更短, 最大不超过 10^{-17}m 。四者作用强度之比 (如一对质子在相距约 10^{-18}m 时的各种作用的强度) 约为强: 电磁: 弱: 万有引力 = $1: 10^{-2}: 10^{-14}: 10^{-40}$ 。

现代物理认为, 物质间的四种相互作用都是由场来传递的, 是靠交换玻色子来实现的。传递电磁相互作用的是光子。传递弱相互