

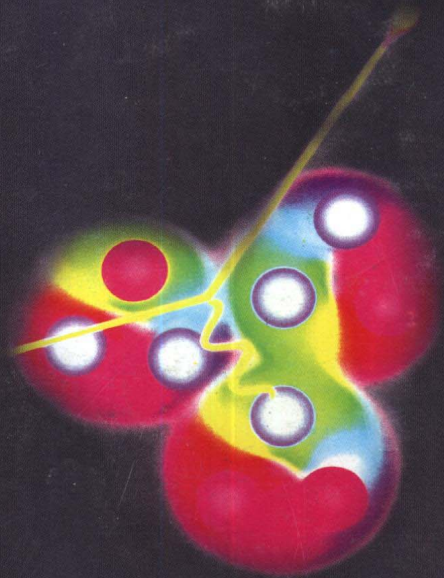
(第三版)

大学物理

第一册

高等学校教材

周勇志 主编



华南理工大学出版社

438

04.43
Z789.2(3)

高等学校教材

大学物理

(第三版)

第一册 力学·振动·波动·光学·热学

周勇志 主编

华南理工大学出版社
·广州·

内 容 简 介

《大学物理》是依照高等工业学校大学物理课程教学基本要求编写的教材。为适应教育形势发展的需要,经一再修订,现为第三版。全书共分三册:第一册为力学、振动与波、光学、热学;第二册为电磁学与近代物理基础;第三册为现代工程技术的物理基础专题。

本书可作高等工业院校各专业大学物理课程教材,也可作理科非物理类专业的物理课程教材或参考书,亦可供青年读者自学和科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理(第一册)/周勇志主编.—3版.—广州:华南理工大学出版社,1998.1(2001.12重印)

ISBN 7-5623-1176-5

I. 大… II. 周… III. 物理—高等学校教材 IV. O4

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮编 510640)

责任编辑 陈怀芬

各地新华书店经销

广州市新明光印刷有限公司印装

2001年12月第3版第7次印刷

开本:850×1168 1/32 印张:16.75 字数:429千

印数 31 101—34 100册

定价:25.00元

目 录

绪论	(1)
----------	-----

第一篇 力 学

第一章 质点运动学	(15)
§ 1-1 参考系和坐标系 质点	(15)
一、参考系	(15)
二、坐标系	(16)
三、时刻和时间间隔	(17)
四、质点	(17)
§ 1-2 描述质点运动的物理量	(18)
一、位置矢量 运动方程和轨迹方程	(18)
二、位移	(20)
三、速度	(21)
四、加速度	(24)
五、切向加速度和法向加速度	(27)
六、圆周运动的角量描述 角量与线量的关系	(32)
§ 1-3 质点运动学的基本问题	(36)
§ 1-4 相对运动	(38)
习 题	(41)
第二章 动力学与守恒定律	(46)

§ 2-1 牛顿运动定律及其应用	(46)
一、牛顿运动定律	(46)
二、牛顿运动定律的应用	(49)
*§ 2-2 非惯性系中的力学定律 惯性力	(56)
§ 2-3 功 动能 动能定理	(60)
一、功	(60)
二、动能和动能定理	(64)
§ 2-4 保守力的功 势能	(67)
一、保守力和非保守力	(67)
二、势能	(70)
三、几种常见的势能函数	(72)
§ 2-5 功能原理 机械能守恒定律	(74)
一、功能原理	(74)
二、机械能守恒定律	(78)
三、能量守恒定律	(81)
§ 2-6 冲量 动量 动量定理	(83)
一、力的冲量	(83)
二、动量和动量定理	(84)
§ 2-7 动量守恒定律	(88)
一、质点系动量定理	(88)
二、动量守恒定律	(90)
三、动量守恒定律的应用	(91)
§ 2-8 质点的角动量与角动量守恒定律	(94)
一、质点的角动量和力矩	(95)
二、质点的角动量定理和角动量守恒定律	(97)
§ 2-9 质点力学定律的综合应用	(98)
习 题	(104)
第三章 刚体力学	(114)
§ 3-1 刚体及其运动状态的描述	(114)

一、刚体	(114)
二、刚体运动的基本形式	(115)
三、刚体定轴转动的描述	(116)
*§ 3-2 质心运动定理	(117)
一、质心	(118)
二、质心运动定理	(119)
§ 3-3 转动定理	(120)
一、刚体作定轴转动时所受的力矩	(120)
二、刚体定轴转动定理	(122)
三、转动惯量	(123)
四、转动定理的应用	(128)
§ 3-4 刚体转动中的功和能	(131)
一、力矩的功	(131)
二、刚体的转动动能和动能定理	(132)
三、刚体的重力势能	(133)
§ 3-5 刚体的角动量定理和角动量守恒定律	(135)
一、刚体定轴转动的角动量定理	(135)
二、刚体角动量守恒定律	(136)
*§ 3-6 旋进	(140)
习 题	(143)

第二篇 机械振动与机械波

第四章 机械振动	(151)
§ 4-1 振动	(151)
§ 4-2 简谐振动	(153)
一、简谐振动的特点	(154)
二、简谐振动中的位移、速度和加速度	(157)
三、简谐振动的周期、频率和角频率	(158)
四、简谐振动的相位	(161)

五、简谐振动的能量	(166)
六、简谐振动的旋转矢量表示法	(168)
*§ 4-3 物理系统的无阻尼自由振动	(172)
一、复摆	(172)
二、扭摆	(173)
三、浮体	(174)
四、“空气弹簧”	(175)
§ 4-4 简谐振动的合成	(177)
一、同方向同频率简谐振动的合成	(177)
二、同方向不同频率简谐振动的合成	(179)
* 三、相互垂直的同频率简谐振动的合成	(182)
* 四、相互垂直的不同频率简谐振动的合成	(184)
§ 4-5 阻尼振动 受迫振动与共振	(185)
一、阻尼振动	(185)
二、受迫振动	(188)
三、共振	(190)
*§ 4-6 振动的谱	(192)
习 题	(193)
第五章 机械波	(199)
§ 5-1 波动	(200)
一、横波和纵波	(200)
二、波射线和波阵面	(201)
三、振动的速度和振动传播的速度(相速)	(202)
四、波长与波的频率	(205)
§ 5-2 波动方程	(207)
一、沿 X 正方向传播的平面简谐波	(207)
二、沿 X 负方向传播的平面简谐波	(211)
* 三、平面波的微分方程	(213)
* 四、球面波的微分方程	(214)

§ 5-3 波动的能量	(214)
一、波的能量密度	(215)
二、波的能量流密度	(217)
三、波的衰减	(219)
§ 5-4 惠更斯原理 波的衍射	(220)
一、惠更斯原理	(220)
二、波的衍射	(222)
§ 5-5 波的叠加原理 波的干涉	(223)
一、波的叠加原理	(223)
二、波的干涉	(224)
三、驻波	(226)
四、反射波的相位变化	(230)
§ 5-6 多普勒效应	(232)
阅读材料 激震波(冲击波)	(236)
习 题	(237)

第三篇 波动光学

第六章 光的干涉	(248)
§ 6-1 光源和光谱	(248)
一、普通光源分类	(248)
二、光谱	(249)
三、普通光源发光的机理	(249)
§ 6-2 光波 相干光	(250)
一、光波	(250)
二、光波传播的独立性、叠加性 相干光	(251)
三、光的非相干叠加和相干叠加	(252)
四、获得相干光的一般方法	(255)
§ 6-3 几个典型的干涉实验(分割波阵面的干涉)	(255)
一、杨氏双缝实验	(255)

二、菲涅耳双平面镜实验	(259)
三、菲涅耳双棱镜实验	(259)
四、洛埃镜实验	(259)
§ 6-4 光程 光程差 薄透镜近轴光线的等光程性	(261)
一、光程概念的提出	(261)
二、相位差和光程差的关系	(262)
三、薄透镜近轴光线的等光程性	(264)
四、反射光的相位突变和额外光程差	(265)
§ 6-5 薄膜干涉(分割振幅的干涉)	(266)
一、薄膜干涉公式的导出	(266)
* 二、等倾干涉	(268)
三、等厚干涉 尖劈薄膜的干涉	(270)
§ 6-6 等厚干涉的应用 光学薄膜	(272)
一、测量薄膜厚度、细丝直径、滚珠直径和微小角度	(272)
二、检验光学元件表面质量	(274)
三、牛顿环及其应用	(275)
四、光学薄膜	(278)
§ 6-7 干涉仪	(279)
一、迈克尔逊干涉仪	(280)
* 二、法布里-珀罗干涉仪	(281)
§ 6-8 时间相干性	(284)
一、时间相干性	(284)
* 二、空间相干性	(286)
阅读材料 光学发展史简述 人类对光的 本性的认识	(286)
习 题	(290)
第七章 光的衍射	(296)
§ 7-1 光的衍射现象 惠更斯-菲涅耳原理	(296)
一、光的衍射现象	(296)

二、惠更斯-菲涅耳原理	(298)
三、菲涅耳衍射与夫琅和费衍射	(299)
§ 7-2 单缝衍射	(301)
一、单缝衍射公式的导出	(301)
二、单缝衍射图样的特征	(304)
* 三、矩形小孔的夫琅和费衍射图样	(308)
* 四、从矩形孔到圆形孔的衍射图样	(308)
§ 7-3 光学仪器的分辨率	(309)
一、小圆孔的衍射	(309)
二、衍射现象对光学仪器分辨能力的影响 分辨率	(310)
§ 7-4 光栅衍射	(313)
一、光栅衍射现象的定性说明 光栅公式	(314)
二、光栅衍射图样的特征	(317)
三、光栅衍射光谱	(319)
四、干涉和衍射的区别和联系	(320)
* 五、光栅的分辨率	(322)
* 六、无线电波定向辐射器	(323)
§ 7-5 晶体的 X 射线衍射	(324)
阅读材料 全息照相	(328)
习 题	(334)
第八章 光的偏振	(338)
§ 8-1 光波的偏振现象	(338)
一、偏振是横波的特征	(338)
二、光的偏振 自然光与偏振光	(339)
三、起偏器和检偏器 偏振片	(341)
四、马吕斯定律	(342)
五、获得偏振光的一般方法	(344)
六、偏振光研究和应用发展的状况及前景	(344)
§ 8-2 反射和折射时的偏振 布儒斯特定律	(345)

一、反射和折射时的偏振 布儒斯特定律	(345)
二、利用反射和多次折射获得偏振光	(346)
§ 8-3 双折射现象	(348)
一、双折射 寻常光和非常光	(348)
* 二、用惠更斯原理说明双折射现象	(351)
三、利用双折射产生偏振光的装置	(353)
*§ 8-4 椭圆偏振光和圆偏振光 偏振光的干涉	(356)
一、椭圆偏振光和圆偏振光	(356)
二、偏振光的干涉	(359)
三、偏振光的识别	(361)
*§ 8-5 人为双折射现象	(362)
一、机械双折射(光弹性效应)	(362)
二、电场作用下的双折射(电致双折射)	(364)
三、磁场作用下的双折射(磁致双折射)	(365)
*§ 8-6 旋光性	(365)
一、旋光现象	(365)
二、旋光色散	(367)
三、偏振光振动面的磁致旋转(法拉第旋转效应)	(367)
阅读材料 液晶及其一些光学性质	(367)
习 题	(371)

第四篇 分子物理学和热力学基础

第九章 气体动理论	(377)
§ 9-1 分子动理论的基本观点	(377)
§ 9-2 统计规律性的基本概念	(380)
一、统计规律性	(381)
二、概率 统计平均值	(383)
§ 9-3 平衡态 理想气体状态方程	(384)
一、状态参量	(384)

二、平衡态	(386)
三、理想气体状态方程及其另一种形式	(386)
§ 9-4 气体分子的平均碰撞频率和平均自由程	(388)
一、分子的平均碰撞频率	(389)
二、平均自由程	(391)
§ 9-5 麦克斯韦速率分布律	(392)
一、气体分子速率的实验测定	(393)
二、麦克斯韦速率分布律	(396)
三、三种统计速率	(399)
* 四、麦克斯韦速度分布律	(401)
§ 9-6 玻耳兹曼分布律 * 重力场中粒子按高度的分布	(404)
一、玻耳兹曼分布律	(404)
* 二、气体分子在重力场中按高度的分布	(406)
§ 9-7 理想气体的温度公式	(408)
§ 9-8 理想气体的压强公式	(410)
一、理想气体的分子模型	(410)
二、统计假设	(411)
三、压强公式	(411)
§ 9-9 能量均分定理 理想气体的内能	(415)
一、自由度	(415)
二、能量按自由度均分定理	(417)
三、理想气体的内能	(419)
阅读材料 气体的输运现象	(421)
习 题	(427)
第十章 热力学基础	(433)
§ 10-1 准静态过程 功 热量	(433)
一、准静态过程	(433)
二、功	(434)

三、热量	(435)
§ 10-2 热力学第一定律	(436)
一、热力学第一定律	(436)
二、内能 热力学第一定律的数学表达式	(436)
三、准静态过程作功的计算	(440)
§ 10-3 热力学第一定律对理想气体等值过程的应用 ..	(442)
一、等温过程	(443)
二、等容过程(等体积过程)	(445)
三、等压过程	(446)
§ 10-4 气体的摩尔热容量	(450)
一、气体的定容摩尔热容〔量〕	(451)
二、气体的定压摩尔热容〔量〕	(451)
三、经典热容量理论的缺陷	(454)
§ 10-5 绝热过程 *多方过程	(456)
一、绝热过程	(456)
* 二、多方过程	(463)
§ 10-6 循环过程 卡诺循环	(465)
一、循环过程	(465)
二、卡诺循环	(466)
三、逆循环 致冷机	(469)
§ 10-7 热力学第二定律	(473)
一、热力学第二定律的两种常用表述	(474)
* 二、热力学第二定律两种表述的等效性	(474)
§ 10-8 可逆过程和不可逆过程	(476)
一、可逆过程和不可逆过程	(476)
二、热现象过程的不可逆性和热力学第二定律的实质	(479)
§ 10-9 卡诺定理	(481)
§ 10-10 热力学第二定律的统计意义 熵的玻耳兹曼 表达式	(482)

一、微观态和宏观态	(483)
二、热力学第二定律的统计意义	(485)
三、熵的玻耳兹曼表达式	(486)
习 题	(487)
附 录	(493)
附录 A 单位制和量纲	(493)
附录 B 常用物理常量表	(502)
附录 C 有关地球、月球、太阳、大气的数据	(503)
习题答案	(504)

绪 论

一、物质世界与物理学

从前,物理学称为自然哲学,原是包罗自然万象的科学,到了十六七世纪,才开始演变成一门范围明确、具有近代科学严谨的研究方法的学科。物理学是研究物质运动的基本规律、物质的基本结构和物质相互作用的学科。从它的历史和现状来看,它是自然科学中的带头学科,因此,它是除数学以外的一切自然科学的基础,也是工程技术的基础。

1. 物质与运动

自然界以及人类社会中的一切客观实在都是物质。苍穹、大气、山川、厂房、庄稼等都是不依赖于人的意识的客观实在,而且又都可以为人所认识的,这些客观实在都称为物质。物质永恒地运动,大千世界,物华天宝,璀璨多彩,都是物质不同形态的运动的表现。日月星辰的出没,是天体(包括地球)机械运动规律性的表现;恒星的发光,是原子和原子核运动的表现;星光的传播,是电磁运动的表现;云、雾、雨、雪,又是大气层中水蒸气分子运动的表现。诸如机械运动,原子、原子核运动,电磁运动和分子运动,都是物质运动的最基本、最普遍的形式(说它是最基本的,因为它存在于复杂的运动中;就是因为是最基本的,因而也是最普遍的),它们都属于物理学的研究范畴。

2. 物质存在的形式:实物和场

实物和场是物质存在的两种基本形式。实物是由大量原子、

分子所组成的客观实体,也包括原子、分子、离子和静止质量不为零的基本粒子,如电子、质子、中子等。场也是物质存在的一种形式,是客观实在。我们熟知的场,有电场、磁场和引力场,例如电荷间、电流间的相互作用是通过电场、磁场来传递的;实物间的万有引力作用,是通过万有引力场来传递的;现代观点认为原子核中的质子、中子间的相互作用,是通过介子场来传递的(或说交换介子)。实物和场也有相互作用,例如光(电磁场)投射在物体上,光的能量被吸收或散射等现象,是电磁场和实物相互作用的结果。各种物质都在运动,物质的不同形式的运动,相应有不同形式的能量。不同形式的运动可以相互转化,因而不同形式的能量可以相互转化。场也具有能量。

3. 物质世界的层次

大如宇宙,小如原子、基本粒子,都是物质。宇宙已探知的部分,其大小尺寸为 10^{26} m,我们含糊地称它为宇宙半径。基本粒子的大小为 10^{-15} m 以下,两者竟相差 10^{41} 倍。在这非常大和非常小之间有许多大小不同的实物,表 1 是按物质大小的数量级的顺序列出的层次。

值得指出的是:在表 1 中的动植物的生命现象是宇宙中最为复杂的运动形式,而人是复杂的生命现象之一,大约由 10^{16} 个细胞组成。细胞是一个基本的生理学单位,大约含有 10^{12} 至 10^{14} 个原子。由人体大小的实物起向非常大和非常小的两个方向去考察,物质世界的结构都逐渐变得简单,还没有发现像生物体中见到的那种复杂的组织存在。非常大和非常小的世界所用的有些理论是相通的,目前,微观世界的一些理论已成功地用于宇观世界的星球和星系的结构。由表 1 还可以看到:物质世界的好些层次的研究,直至今天仍然是属于物理学的范畴,而另一些层次的相关专门学科则是属于物理学的分支,或是由物理学派生的几个学科交叉的边缘学科(甚至有时某些科学的活动还难于确定应该叫做物理学

还是叫做其他科学),可见物理学对其他学科的关系、影响、渗透之深远。

表 1 物质世界的层次

层次名称		空间尺度数量级 (m)	质量数量级 (kg)	相关的专门 学科分支
宇观世界	宇宙半径	10^{26} (已知部分)	10^{55}	宇宙学
	银河星团	10^{23}	10^{40}	
	星 系	10^{20}		天文学
	星 球	$10^7 \sim 10^{12}$	10^{30} (太阳)	天体物理学
宏观世界	地 球	10^7	10^{24}	地质学, 地球物理学
	地上的物体 (包括动植物)	$10^{-7} \sim 10^5$	10^2 (人) 10^{-12} (红血球 细胞)	生物学, 生物物理学
	气 体			空气动力学
	液 体			液体动
	固 体			力学 } 凝 固 体 物 } 聚 理 学 } 态 理 学 } 物 理 学 } 理
微观世界	巨大分子	10^{-7}		生物化学, 高分子化学
	分 子	10^{-9}	10^{-26} (氧分子)	化学物理 化学, 分子物理学
	原 子	10^{-10}		原子物理学
	原子核	10^{-14}		核物理学
	基本粒子	10^{-15} 以下	10^{-30} (电子)	粒子物理学
		

4. 物质的基本相互作用

现代物理学的研究表明,物质间的基本相互作用可归纳为四种: