

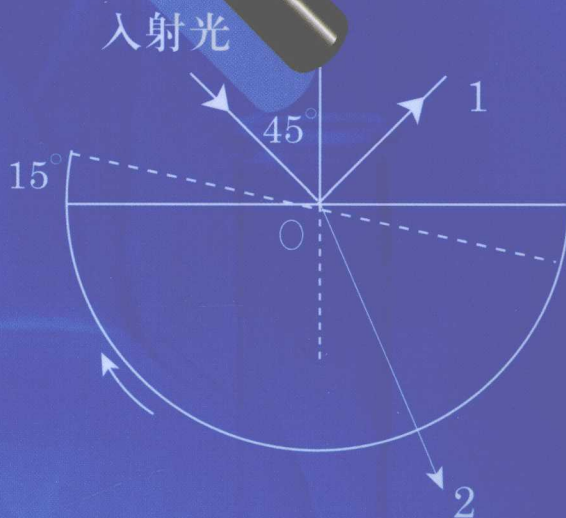
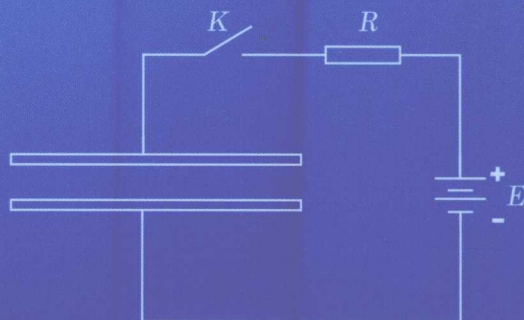


全国高职高专**公共基础课**规划教材

大学物理

宋明玉 主 编

杨长铭 王阳恩 赵 明 副主编



赠送
电子课件

清华大学出版社

全国高职高专公共基础课规划教材

大学物理

宋明玉 主 编

杨长铭 王阳恩 赵 明 副主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书是在总结多年省级优秀精品课程教学经验的基础上,结合工科物理教学内容和课程体系改革的实践,吸取了近年来国内外出版的物理教材的优点及兄弟院校的宝贵经验,为适宜不同地区、不同专业的高职类大学物理课程教学和自学而编写的。全书以物理学的基本概念、定律和方法为核心,在保证物理学知识体系完整的同时,重点突出基础理论,重视以物理学的思想和方法来分析问题、解决问题的综合能力的培养和训练。知识体系力争由浅入深,适当控制难度,避开那些复杂、繁琐的数学推导,注重物理基础知识和原理在工程技术中的实践应用,理论联系实践,既激发了学习的兴趣,又丰富了知识面,提高了读者的综合素质。

全书共分六篇,预篇物理学导论,介绍物理学中的单位制和量纲,必备的数学基础知识;第一篇力学;第二篇机械振动和机械波;第三篇热学;第四篇电磁学;第五篇波动光学;第六篇近代物理基础知识。各章后备有加强基础知识巩固的习题及相应物理学原理在工程技术中的实践应用的实例介绍。本书可作为高职类不同专业、大专及成人教育相应专业的大学物理课程教学的教材和自学用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

大学物理/宋明玉主编. 杨长铭, 王阳恩, 赵明副主编. —北京: 清华大学出版社, 2009.10
(全国高职高专公共基础课规划教材)
ISBN 978-7-302-20791-7

I. 大… II. ①宋… ②杨… ③王… ④赵… III. 物理学—高等学校: 技术学校—教材 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 137112 号

责任编辑: 刘天飞 闫光龙

封面设计: 山鹰工作室

版式设计: 北京东方人华科技有限公司

责任校对: 李玉萍 李凤茹

责任印制: 何 芊

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者: 北京密云胶印厂

装 订 者: 三河市金元印装有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 20.5 字 数: 490 千字

版 次: 2009 年 10 月第 1 版 印 次: 2009 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 29.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770177 转 3103 产品编号: 031064-01

前 言

在 20 世纪,物理学的基本概念和技术已被应用到所有的自然科学领域。物理学与其他自然科学学科之间的边缘领域,一定意义上是当代自然科学中最有可能获得丰硕成果

领域。20 世纪以来,随着近代物理学的迅猛发展,陆续发展了近代原子分子物理学、原子核物理学与核技术、原子核能的利用、激光物理和激光技术、半导体物理和器件、固体组件、超导电物理与技术、光电子学技术、X 射线技术、粒子物理等,以此又推动了计算机科学技术和信息与通信科学技术的发展,并且形成了各种有关的新科学技术产业。激光物理学的发展是在信息、能源、交通、环境等技术部门广泛应用的现代激光技术发展的基础,低温物理学的发展是在材料、信息、能源等技术部门获得广泛应用的现代超导技术发展的基础。它们大大推动了现代社会的发展。

20 世纪的历程表明:物理学是技术进步的主要源泉,物理学是自然科学和工程技术科学的基础,是现代高新技术的基础。它所阐述的物理学基本原理和基本知识、基本思想、基本规律和基本方法,不仅是学生学习后续专业课的基础,也是全面提高学生科学素质、科学思维方法和科学研究能力的重要内容。进入 21 世纪,我国的高等教育已从“精英教育”逐步走向大众教育,走向普及,为适应新形势下科学技术的发展对人才培养的新要求,高等教育强化基础教育课程。另外,随着科学技术的发展,学科之间的交叉与结合尤为突出,物理学正进一步与生物学、化学、材料科学、医学等学科领域发展与结合,因此良好的物理基础是学好其他自然科学与工程技术科学的基本保障。物理学教育对于提高大学生科学素质的作用是任何其他学科都无法取代和比拟的。大学物理课程是理工类、高职机电类各专业的必修公共基础课,在培养学生辩证唯物主义世界观、科学的时空观等方面起着重要的作用。

本书在保证大学物理课程体系的完整性、科学性、系统性的条件下,以“加强基础、提高能力、理论联系实际”为原则,注重陈述物理学的基本知识、基本概念、基本定律和原理,突出物理学知识结构体系的完美。在介绍经典物理和近代物理基础知识的同时,加强物理原理与现代科学技术相联系的知识及在工程技术中的应用实践,以适应高职类院校对大学物理课程的教学需要,培养基础扎实、具有创新能力的工程技术人才的需要。本书的主要特点概述如下:

(1) 参照教育部非物理类专业基础课程教学指导委员会制定的要求,结合高职类专业特点,精选了内容,总结我们大学物理省级精品课程的分层次(理、工、农、医、专)教学的经验,密切注意与中学物理知识的衔接,适度把握知识的难度,尽量避开复杂、繁琐的数学推导,注重利用物理基本原理解决工程技术中的实际问题的能力培养。

(2) 教材中物理概念的阐述,定理、定律的表述简洁、准确,逻辑思维严谨,文字流

畅，易读、易学、易懂，在物理学导论中增加了必备的数学基础知识。

(3) 教材贯穿了理论联系实际的原则，增加了一些物理基础知识和原理在工程技术中的实践应用实例的介绍，以阅读材料的形式编辑，丰富读者的知识面，提高应用理论知识解决实际问题的能力，培养创新能力。

(4) 本书精选了例题和习题，习题难度适宜。例题的分析解答注重引导培养学生的科学思维方法和分析问题、解决问题的能力，有助于提高学生独立获取知识的能力，培养他们的科学素质。

编者感谢长江大学物理科学与技术学院的大学物理精品课程组杨长铭等全体老师的倾力支持和帮助，感谢清华大学出版社的大力帮助和相关人员的辛勤劳动。

由于编者学识和教学经验有限，编写时间紧促，书中难免存在不当和疏漏之处，恳请各位读者批评指正。

编 者

目 录

第 0 章 物理学导论.....	1
0.1 物理学及发展概况.....	1
0.1.1 物理学的研究对象.....	1
0.1.2 物理学的地位和作用.....	1
0.1.3 21 世纪物理学发展趋势.....	2
0.1.4 学习物理学的意义.....	4
0.2 单位制和量纲.....	5
0.3 矢量和标量简介.....	6
0.3.1 矢量和标量.....	6
0.3.2 矢量的运算.....	7

第一篇 力 学

第 1 章 质点运动学.....	10
1.1 物理模型 参考系.....	10
1.1.1 质点.....	11
1.1.2 刚体.....	11
1.2 运动的描述.....	11
1.2.1 位置矢量.....	11
1.2.2 运动方程.....	12
1.2.3 位移 速度 加速度.....	12
1.3 平面曲线运动.....	17
1.3.1 切向加速度和法向加速度.....	17
1.3.2 圆周运动 角量.....	20
1.3.3 线量与角量的关系.....	21
1.4 相对运动.....	22
习题 1.....	24
第 2 章 质点动力学.....	27
2.1 牛顿运动定律.....	27
2.1.1 牛顿第一定律.....	27
2.1.2 牛顿第二定律.....	27
2.1.3 牛顿第三定律.....	28
2.2 力学中几种常见的力.....	28

2.2.1 万有引力.....	28
2.2.2 弹性力.....	29
2.2.3 摩擦力.....	30
2.3 牛顿定律的应用举例.....	30
习题 2.....	33

第 3 章 动量守恒与能量守恒定律.....	37
3.1 动量与冲量.....	37
3.2 功.....	43
3.3 动能定理.....	45
3.4 保守力 势能.....	46
3.4.1 保守力做功.....	46
3.4.2 势能.....	48
3.5 机械能守恒定律 能量守恒与 转换定律.....	49
习题 3.....	52

第 4 章 刚体的定轴转动.....	57
4.1 刚体的运动.....	57
4.1.1 刚体的运动.....	57
4.1.2 描述刚体转动的角物理量.....	58
4.2 刚体绕定轴的转动定律.....	60
4.3 刚体的动能和势能.....	68
4.4 刚体的角动量 角动量守恒定律.....	69
习题 4.....	74

第二篇 振动和波

第 5 章 机械振动.....	78
5.1 简谐振动及描述.....	78
5.1.1 简谐振动的基本特征.....	78
5.1.2 描述简谐振动的特征量 周期、 振幅、相位.....	79
5.1.3 单摆.....	82
5.1.4 旋转矢量法.....	83

5.2 简谐运动的能量.....	85	7.4 能量均分定理 理想气体的内能.....	119
* 5.3 简谐运动的合成.....	87	7.4.1 分子的自由度.....	119
* 5.4 阻尼振动 受迫振动 共振.....	90	7.4.2 能量均分定理.....	120
5.4.1 阻尼振动.....	90	7.4.3 理想气体的内能.....	120
5.4.2 受迫振动.....	92	* 7.5 麦克斯韦气体分子速率	
5.4.3 共振.....	92	分布定律.....	121
习题 5.....	93	7.5.1 分子运动的图景.....	121
第 6 章 机械波.....	96	7.5.2 麦克斯韦速率分布律.....	122
6.1 机械波的形成和传播.....	96	习题 7.....	126
6.1.1 机械波的产生和传播.....	96	第 8 章 热力学基础.....	128
6.1.2 波动的描述.....	97	8.1 内能 功和热量 准静态过程.....	128
6.1.3 物体的弹性和波速.....	98	8.1.1 准静态过程.....	128
6.2 平面简谐波的波动方程.....	98	8.1.2 准静态过程的功.....	128
6.2.1 平面简谐波的波函数.....	98	8.1.3 准静态过程中热量的计算.....	129
6.2.2 波函数的物理意义.....	100	8.1.4 内能.....	130
6.3 惠更斯原理 波的叠加.....	102	8.2 热力学第一定律.....	130
6.3.1 惠更斯原理.....	102	8.3 热力学第一定律在理想气体等值	
6.3.2 波的叠加原理 波的干涉.....	103	过程中的应用.....	130
6.4 驻波.....	105	8.3.1 等体过程.....	131
6.4.1 驻波的产生.....	105	8.3.2 等压过程.....	132
6.4.2 驻波的波函数.....	106	8.3.3 等温过程.....	133
6.4.3 相位跃变 半波损失.....	107	8.4 绝热过程.....	134
6.4.4 驻波的能量.....	107	8.5 循环过程 卡诺循环.....	136
6.4.5 振动的简正模式.....	107	8.5.1 循环过程.....	136
6.5 多普勒效应.....	108	8.5.2 热机及正循环.....	137
习题 6.....	111	8.5.3 制冷机及逆循环.....	137
		8.5.4 卡诺循环.....	138
		8.6 热力学第二定律 卡诺定理.....	140
		8.6.1 可逆过程与不可逆过程.....	140
		8.6.2 热力学第二定律.....	141
		8.6.3 卡诺定理.....	142
		习题 8.....	142
		第四篇 电 磁 学	
		第 9 章 真空中的静电场.....	146
		9.1 电荷的基本性质.....	146
		9.1.1 电荷的种类.....	146

第三篇 热 学

第 7 章 气体动理论基础.....113

7.1 平衡态 理想气体状态方程.....	113
7.1.1 分子热运动 热力学系统.....	113
7.1.2 平衡态 状态参量.....	113
7.1.3 理想气体的物态方程.....	114
7.2 理想气体的压强公式.....	116
7.2.1 理想气体的分子模型.....	116
7.2.2 理想气体的压强公式.....	116
7.3 温度的微观本质.....	117

第四篇 电 磁 学

第 9 章 真空中的静电场..... 146

9.1 电荷的基本性质.....	146
9.1.1 电荷的种类.....	146

9.1.2 电荷的量子性.....147	10.1.5 静电屏蔽 182
9.1.3 电荷守恒定律.....147	10.1.6 有导体存在时静电场的 分布及计算 183
9.1.4 电荷的相对论不变性.....147	*10.2 静电场中的电介质 185
9.2 库仑定律147	10.2.1 电介质及其极化 185
9.2.1 库仑定律的表述.....148	10.2.2 电极化强度矢量 187
9.2.2 电场力的叠加原理.....149	10.2.3 电介质中的电场强度 极化电荷与自由电荷的 关系 187
9.3 电场 电场强度.....149	10.2.4 电介质的击穿 188
9.3.1 静电场149	10.3 电容 电容器..... 189
9.3.2 电场强度及叠加原理.....150	10.3.1 孤立导体的电容 189
9.3.3 电偶极子的电场强度.....152	10.3.2 电容器 189
9.4 电通量 高斯定理.....158	10.3.3 电容器的连接 192
9.4.1 电场线158	10.4 静电场的能量..... 194
9.4.2 电通量159	10.4.1 电容器储存的电能量 194
9.4.3 高斯定理(Gauss theorem)160	10.4.2 静电场的能量 能量 密度 195
9.4.4 高斯定理的应用.....162	习题 10 196
9.5 静电场的环路定理.....165	第 11 章 恒定电流的磁场 199
9.5.1 静电力做功165	11.1 恒定电流..... 199
9.5.2 静电场的环流定理.....166	11.1.1 电流 电流密度 199
9.6 电势能 电势166	11.1.2 电阻定律 欧姆定律的 微分形式 202
9.6.1 电势能166	11.1.3 稳恒电场的建立 204
9.6.2 电势167	11.2 恒定电流的磁场 毕奥-萨伐尔 定律 206
9.6.3 电势差168	11.2.1 磁的基本现象 206
9.6.4 电势的计算168	11.2.2 磁场 磁感应强度 206
*9.7 电场强度与电势的关系 等势面171	11.2.3 毕奥-萨伐尔定律 207
9.7.1 等势面(电势图示法).....171	11.2.4 载流线圈的磁矩 210
9.7.2 电势梯度171	11.2.5 运动电荷的磁场 210
习题 9174	11.3 磁场的高斯定理..... 212
第 10 章 静电场中的导体与电介质179	11.3.1 磁通量 212
10.1 静电场中的导体.....179	11.3.2 磁场的高斯定理 212
10.1.1 导体的静电感应 静电 平衡179	11.4 磁场的安培环路定理 213
10.1.2 静电平衡时导体上电荷的 分布180	11.4.1 安培环路定理 213
10.1.3 导体表面电场强度与 电荷面密度的关系181	
10.1.4 孤立导体表面的电荷 分布181	

11.4.2 安培环路定理的应用 举例	215	12.6.3 电磁波	247
11.5 带电粒子在磁场中的运动	216	习题 12	250
11.5.1 带电粒子在电场和磁场中 所受的力	216		
11.5.2 带电粒子在磁场中的 运动	217		
11.6 磁场对载流线圈的作用	218		
11.6.1 磁场对电流的作用	218		
11.6.2 两无限长平行载流直导线 间的相互作用 电流单位 “安培”的定义	219		
11.6.3 磁场对载流线圈的作用	220		
11.7 物质的磁性	221		
11.7.1 磁介质的磁化 磁化 强度	221		
11.7.2 磁介质中的安培环路 定理	223		
11.7.3 铁磁质	224		
习题 11	226		
第 12 章 电磁感应 电磁波	231		
12.1 电磁感应现象 法拉第 电磁感应定律	231		
12.1.1 电磁感应现象	231		
12.1.2 法拉第电磁感应定律	231		
12.1.3 楞次定律	232		
12.2 动生电动势	234		
12.3 感生电动势 感生电场	236		
12.4 自感应和互感应	238		
12.4.1 自感电动势 自感 系数	238		
12.4.2 互感电动势 互感	240		
*12.5 磁场的能量	241		
*12.6 Maxwell 电磁场理论简介	244		
12.6.1 位移电流和全电流	244		
12.6.2 电磁场 Maxwell 电磁场 方程组	247		
		第五篇 波动光学及近代物理基础	
		第 13 章 波动光学基础	254
		13.1 光源 光的相干性	254
		13.1.1 光源	254
		13.1.2 相干光	255
		13.1.3 光程和光程差	255
		13.2 杨氏双缝干涉	257
		13.3 薄膜的等倾干涉	260
		13.3.1 薄膜等倾干涉的光路	260
		13.3.2 薄膜干涉特征	260
		13.3.3 相邻条纹对应薄膜 厚度差	261
		13.3.4 薄膜等倾干涉的应用	262
		13.4 薄膜的等厚干涉	263
		13.4.1 劈尖干涉	263
		13.4.2 牛顿环	266
		13.5 迈克尔逊干涉仪	267
		13.6 光的衍射 惠更斯-菲涅耳 原理	268
		13.6.1 光的衍射	268
		13.6.2 惠更斯-菲涅耳原理	269
		13.6.3 衍射分类	269
		13.7 单缝的夫琅禾费衍射	269
		13.8 圆孔衍射 光学仪器的分辨 本领	272
		13.8.1 圆孔衍射	272
		13.8.2 光学仪器的分辨本领	273
		习题 13	274
		第 14 章 狭义相对论基础	277
		14.1 经典时空观 伽利略变换	277
		14.1.1 牛顿力学的时空观	277
		14.1.2 伽利略变换	277
		14.1.3 经典力学的相对性 原理	278

14.2 狭义相对论的基本原理.....279	*15.4 不确定关系..... 297
14.2.1 狭义相对论的 基本原理.....279	习题 15..... 299
14.2.2 洛伦兹变换式.....280	
14.2.3 狭义相对论的时空观.....281	
14.3 狭义相对论的动力学基础.....284	
14.3.1 相对论力学的基本方程.....284	
14.3.2 质量-能量关系式.....285	
14.3.3 动量和能量关系式.....286	
习题 14.....287	
第 15 章 量子物理基础.....288	
15.1 黑体辐射 普朗克的量子假说.....288	
15.1.1 黑体辐射.....288	
15.1.2 黑体辐射的基本规律.....289	
15.1.3 普朗克假设和普朗克 黑体辐射公式.....291	
15.2 光电效应 康普顿效应.....292	
15.2.1 光电效应实验的规律.....292	
15.2.2 爱因斯坦的光量子论.....293	
15.2.3 康普顿效应.....294	
15.2.4 光的波粒二象性.....295	
15.3 德布罗意波 实物粒子的二象性.....296	
	第六篇 物理学的应用示例
	第 16 章 物理学原理在工程技术中的 应用..... 302
	16.1 摩擦与自锁——螺旋千斤顶..... 302
	16.2 跳台跳水游泳池的深度设计..... 303
	16.3 汽车的驱动与制动..... 304
	16.3.1 汽车的驱动力..... 304
	16.3.2 汽车的打滑..... 304
	16.3.3 翻车..... 305
	16.4 气体放电光源与五彩缤纷的灯..... 305
	16.4.1 气体放电及其形式..... 305
	16.4.2 气体放电光源的 基本原理..... 307
	16.4.3 常见的气体放电光源..... 308
	16.5 超导与磁悬浮列车..... 308
	16.6 核磁共振及其医学成像原理..... 310
	16.7 雷达 微波通信和光纤通信..... 311

第 0 章 物理学导论

0.1 物理学及发展概况

0.1.1 物理学的研究对象

自然界存在着各种形态的物质，它们都是相互联系、相互作用下处于永恒的运动和发展中。因此，物质、运动和相互作用是我们认识自然界事物的三个最基本的观点。

物理学是研究自然界中物质基本结构及其基本现象和运动规律的科学，是自然科学的基础。物理学的发展过程就是人类对整个客观物质世界的认识过程。它研究的物质对象十分广泛，大到日、月、星辰，小到分子、原子、电子，这些都是实物物质；还有电场、磁场、引力场等抽象的场物质。在空间标度上，它从基本粒子的亚核世界(10^{-15}cm)到整个宇宙(10^{28}cm)；在时间标度上，从小于 10^{-21}s 的短寿命到宇宙纪元(10^{17}s)。

物理学研究的是物质运动最基本、最普遍的形式，包括机械运动、分子热运动、电磁运动、原子和原子核内的运动等各种运动形式。

在未来，物理学研究领域将继续朝着时空尺度的极端方向和复杂系统的方向发展。粒子物理学、核物理学、凝聚态物理学、原子分子物理学、光物理学以及引力物理学和宇宙物理学等都将成为得到充分发展的分支学科。

0.1.2 物理学的地位和作用

物理学被公认为是科学技术发展中一门重要的带头学科，近 100 年来与物理学有关的重大科技发现或发明，如表 0.1 所示，是物理学改变了世界。

表 0.1 近 100 年来与物理学有关的科技发现或发明

年 份	科技发现或发明及其代表人物
1895	发现 X 射线(伦琴)
1896	发现放射性(贝克勒尔)
1897	发现电子(J.J 汤姆逊)
1898	提炼钋和镭(居里夫人)
1900	量子论诞生(普朗克)
1901	发明无线电报(马可尼)
1905	建立狭义相对论，光的量子论(爱因斯坦)
1911	发现原子核(卢瑟福)，发现超导(昂内斯)
1913	建立原子模型(波尔)
1915	建立广义相对论(爱因斯坦)

续表

年 份	科技发现或发明及其代表人物
1925—1926	建立量子力学(海森伯、薛定谔)
1932	发现中子(查特威克)
1939	发现裂变(哈恩、斯特拉斯曼)
1942	第一个核反应堆建成(费米)
1945	原子弹爆炸(奥本海默等)
1947	发明晶体管(肖克莱、巴丁、布拉顿)
1947—1955	从电子管计算机到晶体管计算机
1957	人造卫星上天(前苏联)
1958—1960	发明激光(汤斯、肖洛、梅曼等)
1961	载人飞船上天(加加林)
1969	登上月球(阿姆斯特朗等)
1970 以后	光纤通信逐步实用化
1972—1978	研制成大规模集成电路计算机
1978 以后	计算机(电脑)大量普及
1986	发现高温超导(贝特洛兹、缪勒等)

电学和磁学现象的研究以及麦克斯韦的电磁理论为建立现代的电力工业和通信系统奠定了基础,无线电、电视、雷达的发明极大地改变了人们的生活。20 世纪物理学的另一重大进展是量子力学的建立,量子力学为描述自然现象提供了一个全新的框架,现在人们认识到量子力学不仅是现代物理学的基础,而且也是化学、生物学等其他学科的基础。此外,量子力学还导致了半导体、光通信等新兴工业的崛起,并为激光技术的发展、新材料的发现和研制以及新型能源开发等开辟了新的技术途径。半导体材料、半导体物理和半导体器件研究的进展为计算机革命铺平了道路,而计算机革命给人类社会和技术进步所带来的影响是无法估计的。

今天物理学的作用仍然是多方面的。一方面,物理学将继续通过它和其他一切学科的交叉、渗透和相互作用产生出许多新的边缘学科;另一方面,物理学仍会不断地提供新的理论、实验技术和新材料来影响其他学科、技术和社会的进步,在能源科学、环境科学、信息科学和材料科学诸方面不断发挥重要的基础作用。

0.1.3 21 世纪物理学发展趋势

1. 当代物理学的时代特点

当代物理学经过了学科本身的发展、壮大以及现代技术的相互作用,它已具有鲜明的时代特点。

(1) 当代物理学本身已经发展成为一个相当庞大的学科,包含有若干相对独立的分支学科。例如高能物理(又称粒子物理)、原子核物理、等离子体物理、凝聚态物理、原子分

子物理、光物理、声学、计算物理和理论物理等。应该说,它们是当代科学技术发展和推动社会进步的重要的基础之一。它们仍将不断地涌现出新思想、新原理、新方法和新技术,成为新的技术和产业部门的源泉和生长点。

(2) 物理学内部的各分支学科相互渗透和交叉,物理学与化学、生物学、材料科学等其他学科的渗透和交叉以及相互作用,产生了许多新的、富有极强生命力的边缘学科。它们不但大大地丰富了自然科学的领域,而且往往成为最有希望和发展前途的科学前沿。它们对现代技术发展和推动社会进步的影响更是难以估计的。

(3) 当代物理学正在微观、宏观和复杂系统这三个基本方向上把人类对自然界的认识推进到前所未有的深度和广度,并通过提供理论方法、实验手段和新型材料,推动科学技术进步和社会的发展,甚至会改变人类思维的方法和模式。

一般说来,现代物理学的研究方向是研究超大体系(如天体起源),超小体系(如基本粒子)和复杂体系(如凝聚态和生命物质)中的物理问题,以及物质在各种极端条件下的运动规律。

(4) 物理学的基础研究和应用开发的相互结合将变得更加紧密。这表现在:①基础研究和应用开发的界限越来越难以划分。②开发工作中基础研究的成分加大,随着基础研究工作的不断精化,越来越需要新型技术和仪器设备,也就是说基础研究更需要技术开发工作的支持。首先是计算机的广泛应用和计算技术的不断创新给物理学的研究开拓了新的领域,还有实验工具正在走向可探测或操纵单个原子、分子的水平(如扫描隧道显微镜、纳米技术、激光冷却技术等);另外,飞秒激光技术提供的高时间分辨率都为新的基础研究领域的开拓提供了必要的条件和能力。③更应加以强调的是,物理学基础研究的成果走向开发研究和开发研究的成果走向市场并转化为生产力的时间越来越短,特别是在凝聚态物理、光物理分支学科上,这个特点更加突出。可以预计,高温氧化超导体的实用化,以及激光技术在国民经济和日常生活方面的广泛应用都指日可待。

综上所述,当代物理学研究的综合性、深入性、复杂性、创新性和可应用性变得更加具有时代的特点。

2. 物理学发展的前沿领域

物理学发展的前沿领域有以下几个。

(1) 高能物理和核物理。高能物理研究的主要内容是粒子的种类、性质,它们之间的相互作用力,它们是由什么构成和如何构成的,粒子层次和组成它们的更基本的组元层次的新现象和新规律;原子核物理学研究在近年来继续获得极为迅速的发展。随着加速器技术和核探测技术的巨大进步,原子核物理学在新的自由度和新的层次上不断取得令人瞩目的成果,这充分显示出原子核物理学科研究的活力和重要意义。

(2) 凝聚态物理。凝聚态物理研究由大量原子、分子以相当强的相互作用凝聚结合而形成的固体、液体、液晶形态的物质的物理性质与运动规律,所研究的对象可以是金属、半导体、超导体、超液体、准晶体、电介质、磁性物质等,是物理学中内容最丰富、应用最广泛的一门分支学科,也是当今物理学最活跃的领域。

(3) 等离子体物理。等离子体是由大量带电粒子组成的宏观体系,是物质存在的第四种状态(固、液、气、等离子体)。在宇宙中 99%以上的物质以等离子体形式存在。由于带电粒子的运动与电磁场直接耦合,并通过电磁场与其他粒子相互作用,等离子体的运动特征及规律较其他物质存在形态更为复杂。在很多情况下,等离子体的产生与维持也十分困难。因此等离子体物理是物理学科中的一个新的分支学科,它和新技术的发展是密切相关的。

(4) 原子分子物理的前沿领域。原子分子物理是微观世界的第一层次,是认识我们周围世界的基础。它的基础性强,它在推动科学技术发展、社会进步和提高国防能力方面作用巨大。正是原子分子物理的深入研究的结果,直接或间接促进了电子学和电子产业,光电子学和激光产业等现代产业的诞生和发展。它的应用范围和渗透面广,随着原子分子物理学的发展,出现了一批交叉学科,如量子化学、分子反应动力学、分子生物学和分子天文学。当前原子分子物理最为活跃的领域是原子分子激发态结构和动力学研究。

(5) 光物理的前沿领域。光物理是近代物理学发展最活跃的领域之一。光物理的研究内容也从传统的光学与光谱学迅速扩展到光学与物理其他分支学科的交汇点。诸如激光物理、非线性光学、高分辨率光谱学、强光光学和量子光学正不断趋于完善和成熟。有的则正在积累形成新的分支学科,如光子学、超快光谱和原子光学等。光物理与化学、生物学、医学及生命科学的交叉也越来越广泛和深入。光物理学中的新理论、新概念和新方法已成为激光、光纤通信等高技术产业发展的重要依托。可以预见,在 21 世纪中,光物理的研究将会有若干突破性的进展,并对生命科学、生物学等领域的突破,以及光学、光电子等高技术产业革命起到关键性的先导和推动作用。

0.1.4 学习物理学的意义

物理学是辩证唯物主义的坚实的自然科学基础,高等学校肩负着培养我国各类高级工程技术专门人才的重任,要使培养出的人才在飞速发展的科学技术面前有所独创,就必须加强基础理论特别是物理学知识的学习。通过学习,能对物质最本质、最普遍的运动形式及规律有比较全面而系统的认识。同时在科学实验能力、计算能力和抽象思维能力等方面都受到严格的训练,培养分析问题和解决问题的能力,提高科学素质,善于在工程技术中引入物理学的新成果。

如今,物理学正向三个方面深入发展,一是微观世界的深层,二是向广袤无垠的宇宙,三是向其他学科的渗透,从而形成了众多的分支学科,例如,物理学与生命科学、生物工程技术,物理学与信息科学技术,物理学与材料科学技术,物理学与能源技术,环境科学等。物理学是进入科学技术的任何一个领域首先要推开的一扇大门,因此学好物理学的科学观念和思想方法是非常必要的。

0.2 单位制和量纲

物理学是严谨的、定量的自然科学。为了确切地定量表述物质的属性和物质运动的状态及其变化过程，需要建立或定义许多物理量，如密度、速度、力、电流强度、动量等。而物质运动的基本规律，在物理学中通常是由某些原理、定律或定理来表述的，它们反映了有关物理量之间的相互关系。物理定理或理论的建立，一般都是首先通过对物理现象的观察和实验，这时，需要利用各种仪器去测定有关的物理量，进行各式各样的度量，必然涉及单位及量纲问题。1984年，我国国务院颁布实行以国际单位制(SI)为基础的法定单位制。

物理量的种类众多，但不全是相互独立的，因此在度量物理量时，不必给所有物理量规定单位。人们从众多物理量中挑选出几个作为基本量的物理量，并规定相应的标准——单位和测量方法。其他物理量就可以从基本量推导而出，称为导出量。建立在这样一套基本量之上的单位体系称为单位制。

对基本量的选择不是唯一的，应选择尽量少的物理量并用最简单的表述对其进行定义，同时还应兼顾测量的精确性和易得性。力学中只有三个基本量：长度 L 、质量 M 、时间 T 。在国际单位制中，选择了七个基本量，规定了它们的基本单位和基本量纲，如表 0.2 所示。

表 0.2 国际单位制(SI)中的基本单位

物理量名称	单位名称		单位符号	基本量的量纲
	中 文	英 文		
长度	米	meter	m	L
质量	千克	kilogram	kg	M
时间	秒	second	s	T
电流	安培	ampere	A	I
热力学温度	开尔文	kelvin	K	Θ
物质的量	摩尔	mole	mol	N
发光强度	坎德拉	candela	cd	J

由物理量的基本关系式和基本量的单位、量纲可以确定其他物理量的单位和量纲，这些量的单位称为导出单位。

利用这些基本量纲，根据有关的定义或定律导出的其他物理量的量纲，称为导出量纲，它可以用基本量纲幂的乘积形式所组成的量纲式表示。任意一个物理量 Q 的量纲式记为 $\dim Q$ ，力学量的量纲为

$$\dim Q = L^\alpha M^\beta T^\gamma$$

其中 α 、 β 、 γ 称为量纲指数，如果 α 、 β 、 γ 中有一个不等于零，就说 Q 是一个有量纲的量。量纲可用于不同单位制之间的换算，各个量纲符号可以像代数量一样处理，进行合并或相

消。例如:

体积的量纲 $\dim V = L^3 M^0 T^0 = L^3$;

速度的量纲是 $\dim v = \dim \left(\frac{s}{t} \right) = L M^0 T^0 / L^0 M^0 T = L T^{-1}$;

力的量纲是 $\dim F = \dim(m \cdot a) = M \cdot L T^{-2} = M L T^{-2}$ 。

而且能够相加减的每一项或列入同一方程(等式)中的每一项, 必须是具有相同量纲的物理量(同类量), 这就要求: 凡是根据物理学基本定律推导出来的方程, 其中每一项的量纲必须一致。这一结论称为物理方程的量纲一致性原理。

另外, 在工程建设和科学研究中, 量纲还可用于量纲分析, 通过比较物理方程两边各项的量纲来检验方程的正确性, 从而探求一些复杂物理现象的规律。

0.3 矢量和标量简介

0.3.1 矢量和标量

物理学中我们经常会涉及两类物理量, 如时间、质量、能量、温度等只有大小和正负而没有方向的代数量, 这类物理量称为标量。

另一类物理量如位移、速度、力、动量等既有大小又有方向, 而且合成时遵从平行四边形法则的量, 这类物理量称为矢量。

矢量常用黑体字母 $\mathbf{A}$ 或带有箭头的字母 $\vec{A}$ 表示。作图时, 常用一条有向线段表示, 如图 0.1 所示。

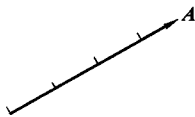


图 0.1 矢量的图示

线段的方向表示矢量的方向, 线段的长短表示矢量的大小。

矢量 $\mathbf{A}$ 的大小叫矢量的模, 用 $|\mathbf{A}|$ 或 A 表示。

如规定有一单位方向矢量 $\mathbf{e}_A$, 即该矢量的方向与矢量 $\mathbf{A}$ 的方向相同, 大小为一个单位长度, 称为单位矢量。

则矢量 $\mathbf{A}$ 可表示为

$$\mathbf{A} = |\mathbf{A}| \mathbf{e}_A$$

如把矢量在空间沿任何方向平移, 矢量的大小和方向都不会改变, 矢量的这一性质称为矢量的平移不变性。这是我们以后的学习中要常用到的一个重要性质。

0.3.2 矢量的运算

1. 矢量相加

利用平行四边形法则求合矢量的方法叫做矢量相加的平行四边形法则。如图 0.2 所示, 设有两个矢量 A 和 B , 求它们的合成矢量的方法是: 将两个矢量的起点平移到交于一点, 以这两个矢量为两邻边作平行四边形, 所得平行四边形的共点 diagonal 即代表矢量 A 与 B 的和。用矢量表达式表示为

$$C = A + B$$

其中 C 为合矢量(有时也称矢量和), A 和 B 则称为 C 的两个分矢量。

矢量的合成法则用几何图表示为图 0.2(a)所示的平行四边形法则; 也可用图 0.2(b)所示的三角形法则表示, 即将矢量 A 与 B 平移后首尾相接, 由 A 的起点到 B 的终点的矢量就是合矢量 C 。

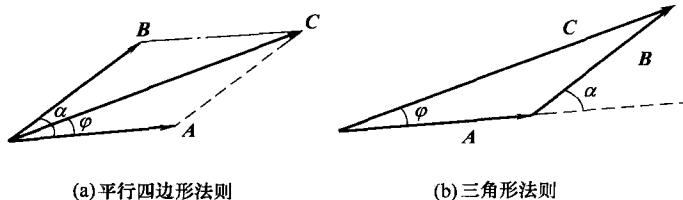


图 0.2 矢量的相加

由几何知识得合矢量 C 的大小为

$$C = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\alpha}$$

合矢量 C 的方向用夹角 φ 表示为: $\varphi = \arctan \frac{B\sin\alpha}{A + B\cos\alpha}$

如果是多个矢量相加, 比如多个力 $F_1, F_2, F_3, F_4, \dots, F_n$ 的合成, 可以简化成如下的多边形法则。以图 0.3 为例, 这 n 个力作用于同一点 O , 求这四个力的合力(合矢量 F)时, 可以从 F_1 出发, 利用矢量的平移不变性将各矢量依次首尾相连地画出各矢量 $F_1, F_2, F_3, F_4, \dots, F_n$, 最后从第一个矢量 F_1 的始端至最末一个矢量 F_n 的终端画一个矢量 F , 则矢量 F 就是各分力矢量 $F_1, F_2, F_3, F_4, \dots, F_n$ 的合力(合矢量), 其矢量的表达式可写作

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + \dots + F_n$$

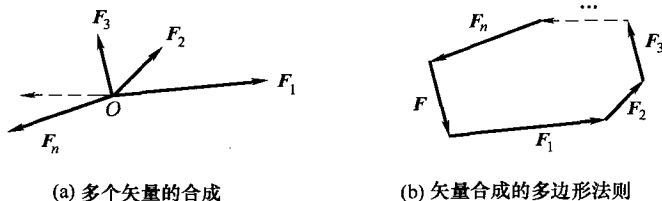


图 0.3 矢量的多边形法则