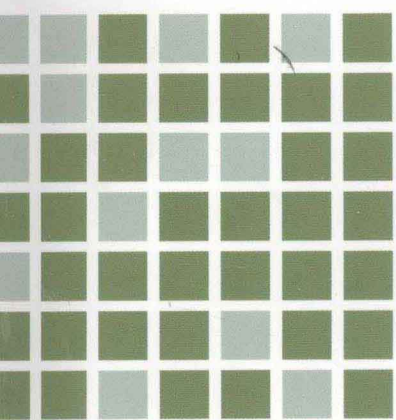
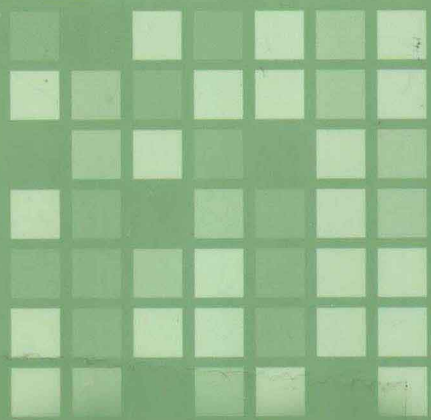




叶伟国 主 编
余国祥 副主编

大学物理

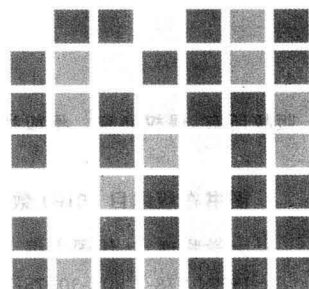


清华大学出版社

大学物理

叶伟国 主 编

余国祥 副主编



清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书系统地阐述了物理学的基本规律和基本概念。主要内容包括：力和运动、动量、功和能、刚体的转动、机械振动和波动、气体分子动理论、热力学基础、真空中的静电场、静电场中的导体和电介质、恒定电流的磁场、电磁感应、波动光学、狭义相对论和量子物理基础，共 13 章。

本书的内容紧紧围绕大学物理课程的基本要求，难度适中，物理概念清晰，论述深入浅出，例题丰富。书中概念的引入明确而完整，并有一定的技术应用和理论扩展，力求简明而不简单，深入而不深奥。本书可作为一般理工类专业的大学物理教材，也可作为各类工程技术院校有关专业的自主学习教材，还可供中学物理教师参考。

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/叶伟国主编. --北京：清华大学出版社，2012.12

ISBN 978-7-302-30378-7

I. ①大… II. ①叶… III. ①物理学—高等学校—教材 IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 242167 号

责任编辑：邹开颜 赵从棉

封面设计：常雪影

责任校对：王淑云

责任印制：何 芊

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座

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 装 者：北京国马印刷厂

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm 印 张：27.25

字 数：656 千字

版 次：2012 年 12 月第 1 版

印 次：2012 年 12 月第 1 次印刷

印 数：1~3000

定 价：49.00 元

产品编号：043364-01

大学物理是工程技术类专业一门十分重要的基础课。为适应教学改革的新形势,根据教育部高等学校物理基础课程教学指导分委员会 2011 年大学物理和大学物理实验课程教学基本要求的主要精神,结合编审人员多年的教学经验以及当前国内外物理教材改革的动态,绍兴文理学院物理系经集体讨论编写了本书。

本教材共有 13 章。编者的初衷是为一般工程技术类专业大学本科生提供一套难度合适、深入浅出、篇幅不大、易教易学的大学物理教材。在编写过程中,编者充分体会到实现这一目标的困难和艰辛。

本书的内容紧紧围绕大学物理课程的基本要求,并以工程技术,特别是新技术中广泛应用的基本物理原理为依据,尽量做到科学性和思想性相统一,理论联系实际,侧重知识的应用性、启发性和趣味性相结合的原则。为此,在编写过程中,适量引用了相关的物理学史资料,其中包括重要的物理实验和有关科学家的思想和贡献。这样可增强物理学理论的真实感和生动感,有助于学生形成科学的学习方法和研究方法,有利于激发学生的学习兴趣 and 培养学生的创新能力。本书努力体现如下特点:①充分利用高等数学这一重要工具求解物理学问题,通过本课程的学习,帮助和引导学生学会使用高等数学,把“物”与“理”密切结合;②精选内容,尽量做到“少课时”,切实减轻学生负担,既还学生以时间和空间,又保证为后续课程提供必要的基础;③注重从实验规律引出概念,适当介绍物理学发展史上的重大事件,使学生了解科学发展的规律、科学研究的方法以及科学家的精神;④充分利用物理学与许多近代和前沿课题、高新技术、现代生活的联系,适当介绍相关科学研究的新成果,开阔学生的眼界,启迪他们的思维,提高学生的科学素质。

本教材内容相对比较完整,所以老师们在讲解时可以根据大纲要求选择相应的内容,或者选择与本专业关联度大一点的部分作为教学内容,容易做到学时与内容相对应,具有一定的灵活性。

绍兴文理学院物理系的老师仔细阅读了书中的相关内容,提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,加之时间仓促,缺点和疏漏一定不少,恳请广大读者批评指正。

编 者

2012 年 9 月

一些基本物理常数

国际科技数据委员会基本常数组(CODATA)2002 年国际推荐值

物 理 量	符号	数 值	一般计算取值	单 位
真空中光速	c	$2.997\,924\,58 \times 10^8$	3.00×10^8	m/s
真空磁导率	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}$	$4\pi \times 10^{-7}$	N/A ²
真空电容率	ϵ_0	$8.854\,187\,817 \times 10^{-12}$	8.85×10^{-12}	C ² /(N·m ²)
电子电荷	e	$1.602\,176\,53(14) \times 10^{-19}$	1.60×10^{-19}	C
引力常数	G	$6.672\,42(10) \times 10^{-11}$	6.67×10^{-11}	N·m ² /kg ²
阿伏伽德罗常数	N_A	$6.022\,141\,5(10) \times 10^{23}$	6.02×10^{23}	mol ⁻¹
摩尔气体常数	R	8.314 472(15)	8.31	J/(mol·K)
玻耳兹曼常数	k	$1.380\,650\,5(24) \times 10^{-23}$	1.38×10^{-23}	J/K
电子质量	m_e	$9.109\,382\,6(16) \times 10^{-31}$	9.11×10^{-31}	kg
质子质量	m_p	$1.672\,621\,71(29) \times 10^{-27}$	1.67×10^{-27}	kg
中子质量	m_n	$1.674\,927\,28(29) \times 10^{-27}$	1.67×10^{-27}	kg
原子质量常数	m_u	$1.660\,538\,86(28) \times 10^{-27}$	1.66×10^{-27}	kg
普朗克常数	h	$6.626\,069\,3(11) \times 10^{-34}$	6.63×10^{-34}	J·s
康普顿波长	λ_c	$2.426\,310\,238(16) \times 10^{-12}$	2.43×10^{-12}	m
斯特藩—玻耳兹曼常数	σ	$5.670\,400(40) \times 10^{-8}$	5.67×10^{-8}	W/(m ² ·K ⁴)
维恩位移定律常数	b	$2.897\,768\,5(51) \times 10^{-3}$	2.898×10^{-3}	m·K
里德伯常数	R_H	$1.097\,373\,153\,4 \times 10^7$	1.097×10^7	m ⁻¹
玻尔半径	a_0	$0.529\,177\,210\,8(18) \times 10^{-10}$	0.529×10^{-10}	m

希腊字母表

白正体	白斜体	黑正体	黑斜体	英文读音	中文读音
A α	A α	A α	A α	alpha	阿尔法
B β	B β	B β	B β	beta	贝塔
Γ γ	Γ γ	Γ γ	Γ γ	gamma	伽马
Δ δ	Δ δ	Δ δ	Δ δ	delta	德耳塔
E ε	E ε	E ε	E ε, ε	epsilon	艾普西隆
Z ζ	Z ζ	Z ζ	Z ζ	zeta	截塔
H η	H η	H η	H η	eta	艾塔
Θ θ	Θ θ	Θ θ	Θ θ, θ	theta	西塔
I ι	I ι	I ι	I ι	iota	约塔
K κ	K κ	K κ	K κ	kappa	卡帕
Λ λ	Λ λ	Λ λ	Λ λ	lambda	兰布达
M μ	M μ	M μ	M μ	mu	米尤
N ν	N ν	N ν	N ν	nu	纽
Ξ ξ	Ξ ξ	Ξ ξ	Ξ ξ	xi	克西
O ο	O ο	O ο	O ο	omicron	奥密克戎
Π π	Π π	Π π	Π π	pi	派
P ρ	P ρ	P ρ	P ρ	rho	洛
Σ σ	Σ σ	Σ σ	Σ σ	sigma	西格马
T τ	T τ	T τ	T τ	tau	陶
Υ υ	Υ υ	Υ υ	Υ υ	upsilon	宇普西隆
Φ φ	Φ φ	Φ φ	Φ φ	phi	斐
X χ	X χ	X χ	X χ	chi	喜
Ψ ψ	Ψ ψ	Ψ ψ	Ψ ψ	psi	普西
Ω ω	Ω ω	Ω ω	Ω ω	omega	奥米伽

绪论	1
0.1 物理学的意义和研究对象	1
0.2 物理实验和理论结构	1
0.3 物理学和科学技术	2
0.4 物理学与人才培养	3
第 1 章 力和运动	4
1.1 质点运动的描述	4
1.1.1 质点	4
1.1.2 参考系和坐标系	4
1.1.3 位置矢量和位移	5
1.1.4 速度和加速度	7
1.1.5 自然坐标系下的速度和加速度	10
1.2 求解运动学问题举例	12
1.3 圆周运动	17
* 1.4 绝对时空条件下的相对运动	20
1.4.1 时间与空间	20
1.4.2 相对运动	21
1.5 牛顿运动定律及其应用	23
1.5.1 牛顿运动定律的基本内容	23
1.5.2 力学中常见的几种力	25
1.5.3 单位制和量纲	27
1.5.4 牛顿运动定律的应用	28
思考题	30
习题	30
第 2 章 动量 功和能	34
2.1 动量 冲量 动量定理	34
2.1.1 动量	34
2.1.2 冲量	34
2.1.3 动量定理	35
2.2 质点系的动量定理及动量守恒定律	37

2.2.1	质点系的动量定理	37
* 2.2.2	质心和质心运动定理	38
2.2.3	动量守恒定律	38
2.3	动能定理	40
2.3.1	功	40
2.3.2	功率	42
2.3.3	质点的动能定理	43
2.4	保守力与非保守力 势能	46
2.4.1	万有引力、重力、弹性力的做功特点	46
2.4.2	保守力与非保守力	47
2.4.3	势能	48
2.5	功能原理 机械能守恒定律	49
2.5.1	质点系的动能定理	49
2.5.2	功能原理	50
2.5.3	机械能守恒定律	50
2.6	碰撞	53
2.6.1	完全弹性碰撞	53
2.6.2	完全非弹性碰撞	55
* 2.6.3	非弹性碰撞	55
思考题		57
习题		58
第3章	刚体的转动	61
3.1	刚体的定轴转动	61
3.1.1	平动和转动	61
3.1.2	刚体定轴转动的运动学描述	61
3.2	刚体定轴转动的动力学描述	63
3.2.1	力对转轴的力矩	63
3.2.2	转动定律	65
3.2.3	转动惯量	66
3.3	角动量 角动量守恒定律	70
3.3.1	角动量	70
3.3.2	刚体定轴转动的角动量定理	71
3.3.3	角动量守恒定律	72
3.4	刚体定轴转动的动能定理	76
3.4.1	转动动能	76
3.4.2	力矩的功和功率	76
3.4.3	刚体绕定轴转动的动能定理	77
思考题		79

习题	79
第 4 章 机械振动和波动	84
4.1 简谐运动	84
4.1.1 简谐运动的基本特征	84
4.1.2 描述简谐运动的物理量	86
4.2 简谐运动的旋转矢量表示法	90
4.3 简谐运动的能量	94
4.4 一维简谐运动的合成 拍现象	95
4.4.1 两个同方向同频率简谐运动的合成	95
4.4.2 两个同方向不同频率简谐运动的合成	98
* 4.4.3 相互垂直的同频率简谐运动的合成	99
4.5 机械波的产生和传播	101
4.5.1 机械波的产生和传播	101
4.5.2 波动过程的描述	103
4.6 平面简谐波	104
4.6.1 平面简谐波的波函数	105
4.6.2 平面简谐波的能量	108
4.7 惠更斯原理 波的衍射	110
4.7.1 惠更斯原理	110
4.7.2 波的衍射	110
4.8 波的叠加	111
4.8.1 波的叠加原理	111
4.8.2 波的干涉	111
* 4.8.3 驻波	115
* 4.9 多普勒效应	118
4.9.1 波源不动,观测者相对介质以速度 v_0 运动	118
4.9.2 观测者不动,波源相对介质以速度 v_s 运动	119
4.9.3 波源和观测者同时相对介质运动	120
4.9.4 冲击波	121
思考题	121
习题	122
第 5 章 气体分子动理论	127
5.1 分子动理论的基本概念	127
5.1.1 统计规律	127
5.1.2 物质的微观模型 分子力	128
5.2 理想气体及其状态描述	129
5.2.1 理想气体的微观模型	129

5.2.2 理想气体状态的描述	129
5.3 理想气体的压强和温度	131
5.3.1 理想气体的压强公式	131
5.3.2 温度与气体分子平均平动动能的关系	132
5.3.3 方均根速率	133
5.4 能量按自由度均分定理 理想气体的内能	134
5.4.1 分子运动的自由度数	134
5.4.2 能量按自由度均分定理	135
5.4.3 理想气体的内能	136
5.5 麦克斯韦速率分布律	137
5.5.1 麦克斯韦速率分布函数	137
5.5.2 三种统计速率	139
5.6 气体分子的平均碰撞频率和平均自由程	141
5.6.1 分子的平均碰撞频率	141
5.6.2 分子的平均自由程	142
5.7 气体的输运现象	143
5.7.1 粘滞现象	144
5.7.2 热传导现象	145
5.7.3 扩散现象	146
思考题	147
习题	148
 第6章 热力学基础	 151
6.1 热力学第一定律	151
6.1.1 热力学过程	151
6.1.2 内能 功 热量	152
6.1.3 热力学第一定律	154
6.2 热力学第一定律的应用	155
6.2.1 等体过程 定容摩尔热容	155
6.2.2 等压过程 定压摩尔热容	156
6.2.3 等温过程	158
6.2.4 绝热过程	159
6.2.5 绝热线与等温线	161
6.3 循环过程 卡诺循环	163
6.3.1 循环过程	163
6.3.2 热机和制冷机	164
6.3.3 卡诺循环	166
6.4 热力学第二定律	168
6.4.1 热力学第二定律的两种表述	168

* 6.4.2 两种表述的等效性	169
6.5 可逆过程与不可逆过程 卡诺定理	170
6.5.1 可逆过程与不可逆过程	170
6.5.2 热力学第二定律的实质	170
* 6.5.3 热力学第二定律的统计意义	171
6.5.4 卡诺定理	173
6.6 熵和熵增加原理	174
6.6.1 玻尔兹曼熵	174
6.6.2 克劳修斯熵	174
6.6.3 熵增加原理	178
思考题	179
习题	180
 第 7 章 真空中的静电场	184
7.1 电荷 库仑定律	184
7.1.1 电荷	184
7.1.2 库仑定律	185
7.1.3 静电力的叠加原理	186
7.2 电场 电场强度	186
7.2.1 电场	186
7.2.2 电场强度	187
7.2.3 电场强度的计算	188
7.3 高斯定理	194
7.3.1 电场线	194
7.3.2 电通量	195
7.3.3 高斯定理	196
7.3.4 高斯定理的应用	199
7.4 电势	202
7.4.1 静电场的环路定理	202
7.4.2 电势	203
7.4.3 电势的计算	204
7.5 等势面 电场强度与电势梯度	208
7.5.1 等势面	208
7.5.2 电场强度与电势梯度的关系	209
思考题	211
习题	212
 第 8 章 静电场中的导体和电介质	216
8.1 静电场中的导体	216

8.1.1	导体的静电平衡条件	216
8.1.2	静电平衡时导体上的电荷分布	217
8.1.3	静电屏蔽	220
8.2	电容和电容器	221
8.2.1	孤立导体的电容	221
8.2.2	电容器及其电容	222
8.2.3	电容器的连接	224
8.3	静电场中的电介质	226
8.3.1	电介质的极化	226
8.3.2	极化强度和极化电荷	228
8.4	电位移矢量 有电介质时的高斯定理	230
8.5	静电场的能量	235
	思考题	238
	习题	240
第9章	恒定电流的磁场	243
9.1	恒定电流	243
9.1.1	恒定电流 电流密度矢量	243
* 9.1.2	欧姆定律 电阻	245
9.2	电源电动势 全电路欧姆定律	249
9.2.1	非静电力	249
9.2.2	电源电动势	250
* 9.2.3	电源的路端电压	250
9.2.4	全电路欧姆定律	252
9.3	磁场 磁感应强度	253
9.3.1	磁的基本现象	253
9.3.2	磁感应强度	255
9.4	毕奥-萨伐尔定律及其应用	256
9.4.1	毕奥-萨伐尔定律	256
9.4.2	毕奥-萨伐尔定律的应用	257
9.5	磁场的高斯定理	261
9.5.1	磁感应线	261
9.5.2	磁通量	262
9.5.3	磁场的高斯定理	263
9.6	安培环路定理及其应用	263
9.6.1	安培环路定理	263
9.6.2	安培环路定理应用举例	265
9.7	带电粒子在磁场中的运动	267
9.7.1	洛伦兹力	267

9.7.2	带电粒子在均匀磁场中的运动	269
9.7.3	霍耳效应	270
9.8	磁场对载流导线的作用	272
9.8.1	安培力	272
9.8.2	磁场对载流线圈的作用	274
9.9	磁场中的磁介质	275
9.9.1	磁介质的磁化	276
9.9.2	有磁介质时的安培环路定理	278
* 9.9.3	铁磁质	281
	思考题	285
	习题	286
第 10 章	电磁感应	291
10.1	电磁感应定律	291
10.1.1	电磁感应现象	291
10.1.2	楞次定律	292
10.1.3	法拉第电磁感应定律	293
10.2	动生电动势	294
10.3	感生电动势 涡电流	297
10.3.1	感生电动势	297
* 10.3.2	涡电流	300
10.4	自感和互感	301
10.4.1	自感现象与自感系数	301
10.4.2	互感现象与互感系数	303
10.5	磁场的能量	305
10.6	位移电流 麦克斯韦方程组	307
* 10.6.1	位移电流	307
10.6.2	麦克斯韦方程组	310
10.7	平面电磁波及其性质	311
10.7.1	平面电磁波的性质	311
* 10.7.2	光的电磁理论	312
10.7.3	电磁波的能流密度	313
	思考题	314
	习题	315
第 11 章	波动光学	321
11.1	光的相干性	321
11.1.1	相干光和相干光源	321
11.1.2	光源的发光机理	321



11.1.3	相干光的获取	322
11.2	杨氏双缝干涉实验 劳埃德镜	323
11.2.1	杨氏双缝干涉实验	323
11.2.2	劳埃德镜 半波损失	325
11.3	相位差和光程	326
11.3.1	两束光在相遇点的相位差	326
11.3.2	光程和费马原理	327
11.3.3	透镜物像之间的等光程性	328
11.4	薄膜干涉	329
11.4.1	厚度均匀薄膜的干涉	329
11.4.2	厚度不均匀薄膜的干涉	332
* 11.4.3	迈克耳孙干涉仪	336
11.5	光的衍射	338
11.5.1	光的衍射现象	338
11.5.2	惠更斯-菲涅耳原理	339
11.5.3	菲涅耳衍射和夫琅禾费衍射	339
11.6	夫琅禾费单缝衍射	340
11.7	圆孔衍射 光学仪器的分辨本领	343
11.7.1	夫琅禾费圆孔衍射	343
11.7.2	光学仪器的分辨率	344
11.8	光栅和光栅衍射	346
11.8.1	光栅	346
11.8.2	光栅衍射	347
* 11.8.3	缺级现象	348
* 11.8.4	衍射光谱	349
11.9	光的偏振	350
11.9.1	自然光与偏振光	350
11.9.2	起偏与检偏	351
11.9.3	马吕斯定律	352
11.9.4	反射光和折射光的偏振	353
思考题		356
习题		357
第 12 章	狭义相对论	361
12.1	基于绝对时空的力学理论	361
12.1.1	伽利略变换式 经典力学的相对性原理	361
12.1.2	经典力学的绝对时空观	363
12.1.3	绝对参考系的困惑	363
12.2	狭义相对论的基本原理 洛伦兹变换	364

12.2.1	狭义相对论的基本原理	364
12.2.2	洛伦兹变换	365
12.2.3	洛伦兹速度变换式	366
12.3	狭义相对论的时空观	367
12.3.1	同时的相对性	368
12.3.2	长度的收缩	368
12.3.3	时间的延缓	369
* 12.4	光的多普勒效应	370
12.5	相对论动力学	372
12.5.1	相对论动量与质量	372
12.5.2	狭义相对论动力学的基本方程	373
12.5.3	质量与能量的关系	373
12.5.4	质能公式在原子核裂变和聚变中的应用	374
12.5.5	动量与能量的关系	375
	思考题	377
	习题	377
第 13 章	量子物理基础	380
13.1	黑体辐射和能量子假设	380
13.1.1	热辐射的实验定律	380
13.1.2	黑体辐射的经典公式	381
13.1.3	普朗克的黑体辐射公式	383
13.2	光的粒子性	384
13.2.1	普朗克量子假说	384
13.2.2	光电效应	385
13.2.3	爱因斯坦光量子理论	387
13.2.4	光的波粒二象性	389
13.2.5	光电效应的应用	389
13.3	康普顿效应	391
13.3.1	光的散射	391
13.3.2	康普顿效应	392
13.3.3	康普顿效应与光电效应的关系	393
13.4	玻尔的氢原子理论	394
13.4.1	氢原子光谱的实验规律	395
13.4.2	卢瑟福的原子有核模型	396
13.4.3	玻尔的氢原子理论	396
13.5	实物粒子的波粒二象性	399
13.5.1	德布罗意假设	399
13.5.2	电子衍射实验	401

13.6	不确定关系	402
13.7	波函数 薛定谔方程	406
13.7.1	波函数	406
13.7.2	波函数的统计诠释	407
13.7.3	薛定谔方程	409
13.8	一维定态问题	410
13.8.1	一维无限深势阱	410
13.8.2	一维势垒 隧道效应	413
13.8.3	一维谐振子	414
	思考题	415
	习题	415
	参考文献	419

绪 论



0.1 物理学的意义和研究对象

我们周围的世界都是物质的,它们都处在运动和发展之中。什么是物质?大至日、月、星辰,小到分子、原子、电子,都是物质。固体、液体、气体和等离子体,这些实物是物质,电场、磁场、重力场和引力场也是物质。总之,自然界的无数事物,形态不一,都是运动着的物质的不同形态。

人类最初对物质运动及其表现的认识,是直接通过感知了解的,然后向更广和更深的层次探索,大到天体和宇宙演变,小到原子,乃至基本粒子。在这两个大小悬殊的极端之间,排列着物质世界中各种不同层次的实体,它们在结构上互相结合、彼此重叠,尽管被认识的程度还不完善,但它们既服从共同的普遍规律,又各自有其独特的规律,对各种不同物质运动形式的研究,形成了自然科学的各个学科。

物理研究自然界物质存在的各种基本形式、主要性质与内部结构,从而认识这些结构的组元及其相互作用、运动和转化的基本规律。随着实践的扩展和深入,物理学的内容时有更新,但归根结底都是物质运动最一般的规律和物质的基本结构。由于物理学所研究的运动普遍地存在于其他较高级和较复杂的物质运动形式(例如化学的、生物学的等)之中,所以,物理学研究的物质运动规律,具有极大的普适性。例如,万有引力定律、能量的转化和守恒定律,对于宇宙间任何物体,不论其化学性质如何,或有无生命,都一概遵从。这就决定了物理学的任务是力图寻找一切物理现象的基本规律,从而统一地理解所有物理事实。物理学家的这种努力和新物理规律的不断发现,都表明人们对物理世界的探究是无穷无尽的。

综上所述,物理学是研究物质、能量和它们相互作用的学科,而物质、能量的研究必须涉及物质运动的普遍形式。这些普遍的运动形式包括机械运动、分子热运动、电磁运动、原子和原子核内的运动等,它们普遍地存在于其他高级的、复杂的物质运动形式之中,因此,物理学所研究的规律具有极大的普遍性。

0.2 物理实验和理论结构

物理学的发展是从实验现象的观测开始的,先形成假说,再经实验的检验,从而建立起理论,并继续受到实验的检验,使理论日臻完善,不断更新。可见,物理实验既是物理学研究的基础或出发点,又是最后检验理论正确与否的唯一标准。

当然,单纯描述个别实验现象而不进行系统地分析是没有意义的。必须通过对许多不