



“十三五”移动学习型规划教材

教育部物理基础课程教学指导分委员会教改项目资助教材

大学物理基础教程

(全一册)

尹国盛 刘学忠◎主编 **第2版**

UNIVERSITY PHYSICS

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



“十三五”移动学习型规划教材
教育部物理基础课程教学指导分委员会
教改项目资助教材

大学物理基础教程 (全一册)

第2版

尹国盛 刘学忠 主 编

机械工业出版社

全书内容包括力学、热学、电磁学、振动和波、光学、量子物理学和相对论力学等基础知识。书中有帮助学生复习掌握基础知识的内容提要、例题和课外练习（按照考试题目类型设计，分填空题、选择题、简答题、计算题，书末附有参考答案，扫描二维码可获得习题详细解答）。为了扩大学生的视野，丰富学生的知识，每章的章末都有物理学家简介，分别介绍历史上比较有影响的一些物理学家。

本书的基本内容是按 60 学时安排的（不含带“*”的），多于或少于此学时的专业可根据实际情况进行适当增减。

本书可作为高等学校（包括各类独立学院、职业技术学院、函授与自考等成人教育）理工科类非物理学专业的少学时教材，也可供各类物理教师和有关人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

大学物理基础教程：全一册/尹国盛，刘学忠主编.—2版.—北京：机械工业出版社，2016.1

“十三五”移动学习型规划教材

ISBN 978-7-111-52284-3

I. ①大… II. ①尹…②刘… 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（2015）第 283320 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：张金奎 责任编辑：张金奎

版式设计：霍永明 责任校对：刘怡丹

封面设计：张 静 责任印制：乔 宇

保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2016 年 2 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·21 印张·485 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-52284-3

定价：39.80 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线：010-88379833

机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-88379649

机工官博：weibo.com/cmp1952

教育服务网：www.cmpedu.com

封面防伪标均为盗版

金书网：www.golden-book.com

物理量及其单位的名称和符号

力学的量和单位

量		单 位	
名 称	符 号	名 称	符 号
时间	t	秒	s
位矢	r	米	m
位移	Δr	米	m
速度	v	米每秒	m/s
加速度	a	米每二次方秒	m/s ²
质量	m	千克	kg
力	F	牛[顿]	N
功	A	焦[耳]	J
功率	P	瓦[特]	W
能量	E	焦[耳]	J
动能	E_k	焦[耳]	J
势能	E_p	焦[耳]	J
冲量	I	牛[顿]秒	N·s
动量	p	千克米每秒	kg·m/s
力矩	M	牛[顿]米	N·m
角动量	L	千克二次方米每秒	kg·m ² /s
角度	$\alpha, \beta, \gamma, \theta, \varphi$	弧度	rad
角速度	ω	弧度每秒	rad/s
角加速度	α	弧度每二次方秒	rad/s ²
转动惯量	I	千克二次方米	kg·m ²
长度	l, L	米	m
面积	$A, (S)$	平方米	m ²
体积	V	立方米	m ³
密度	ρ	千克每立方米	kg/m ³
线密度	ρ_l, λ	千克每米	kg/m
面密度	ρ_s, σ	千克每二次方米	kg/m ²
摩擦因数	μ		





热学的量和单位

量		单 位	
名 称	符 号	名 称	符 号
热力学温度	T	开[尔文]	K
摄氏温度	t	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$
压强	p	帕[斯卡]	Pa
分子质量	m	千克	kg
摩尔质量	M	千克每摩尔	kg/mol
热量	Q	焦[耳]	J
内能	E	焦[耳]	J
热容	C	焦[耳]每开[尔文]	J/K
比热容	c	焦[耳]每千克开[尔文]	J/(kg·K)
摩尔定容热容	$C_{V,m}$	焦[耳]每摩尔开[尔文]	J/(mol·K)
摩尔定压热容	$C_{p,m}$	焦[耳]每摩尔开[尔文]	J/(mol·K)
比热容比	γ		
热机效率	η		
制冷系数	ε		
熵	S	焦每开	J/K

电磁学的量和单位

量		单 位	
名 称	符 号	名 称	符 号
电荷[量]	Q, q	库[仑]	C
电荷体密度	ρ	库[仑]每立方米	C/m ³
电荷面密度	σ	库[仑]每二次方米	C/m ²
电荷线密度	λ	库[仑]每米	C/m
电场强度	E	伏[特]每米	V/m
电场强度通量	Φ_e	伏[特]米	V·m
电势能	W	焦[耳]	J
电势	V	伏[特]	V
电势差	U	伏[特]	V
电容率	ε	法[拉]每米	F/m
真空电容率	ε_0	法[拉]每米	F/m
相对电容率	ε_r		





(续)

量		单 位	
名 称	符 号	名 称	符 号
电极化率	χ_e		
电极化强度	P	库[仑]每二次方米	C/m^2
电位移	D	库[仑]每二次方米	C/m^2
电位移通量	Ψ	库[仑]	C
电偶极矩	p	库[仑]米	$C \cdot m$
电容	C	法[拉]	F
电流	I	安[培]	A
电流密度	J	安[培]每二次方米	A/m^2
电阻	R	欧[姆]	Ω
电阻率	ρ	欧[姆]米	$\Omega \cdot m$
电导率	γ	西[门子]每米	S/m
电动势	\mathcal{E}	伏[特]	V
磁感应强度	B	特[斯拉]	T
磁导率	μ	亨[利]每米	H/m
真空磁导率	μ_0	亨[利]每米	H/m
相对磁导率	μ_r		
磁通量	Φ_m	韦[伯]	Wb
磁化率	χ_m		
磁化强度	M	安[培]每米	A/m
磁矩	m	安[培]二次方米	$A \cdot m^2$
磁场强度	H	安[培]每米	A/m
自感	L	亨[利]	H
互感	M	亨[利]	H
电场能量	W_e	焦[耳]	J
磁场能量	W_m	焦[耳]	J
电磁能密度	w	焦[耳]每立方米	J/m^3
坡印廷矢量	S	瓦[特]每二次方米	W/m^2





振动和波的量 and 单位

量		单 位	
名 称	符 号	名 称	符 号
振幅	A	米	m
周期	T	秒	s
频率	ν	赫[兹]	Hz
角频率	ω	弧度每秒	rad/s
相位	φ		
波长	λ	米	m
波速	v, u	米每秒	m/s
角波数	k	弧度每米	rad/m
波的强度	I	瓦[特]每二次方米	W/m^2

光学的量和单位

量		单 位	
名 称	符 号	名 称	符 号
折射率	n		
光程	Δ	米	m
光程差	δ	米	m
相位差	$\Delta\varphi$	弧度	rad
光栅常量	d	米	m
物距	p	米	m
像距	p'	米	m
物方焦距	f	米	m
像方焦距	f'	米	m

量子物理学的量和单位

量		单 位	
名 称	符 号	名 称	符 号
辐出度	M	瓦[特]每二次方米	W/m^2
单色辐出度	M_ν	瓦[特]每二次方米赫[兹]	$W/(m^2 \cdot Hz)$
单色吸收比	a_ν		
辐射能	W	焦[耳]	J
辐射能密度	w	焦[耳]每立方米	J/m^3
逸出功	A	焦[耳]	J



序

物理学是研究物质的基本结构、基本运动形式、相互作用以及转化规律的自然科学。它的基本理论渗透在自然科学的各个领域，应用于生产技术的许多部门，是其他自然科学和工程技术的重要基础。在人类追求真理、探索未知世界的过程中，物理学展现了一系列科学的世界观和方法论，深刻影响着人类对物质世界的基本认识、人类的思维方式和社会生活，是人类文明发展的基石，在人才的科学素质培养中具有十分重要的地位。

以物理学基础为主要内容的基础物理课程，是本科生教育的重要通识性基础课程之一。调查统计表明，全国高校中每年学习基础物理课程的本科生达到60%以上，从事物理课程教学的教师达到数万人，新生一踏进大学校门，接触培养学生批判性思维的课程就是基础物理课程，充分体现了基础物理教学在人才培养中的必要性和重要性。

尹国盛教授为河南省光学精品课程负责人，在河南大学从事大学物理教学工作近40年，具有丰富的教学实践经验以及教材编写经验，出版大学物理相关著作10余部。其主编的《大学物理基础教程》第1版出版5年多来，因其章节安排精心铺陈，体系合理，详略适当，知识内容的表述简洁明了、由浅入深、循序渐进，物理概念阐述准确严密，物理问题分析深入透彻，一直得到广大高校师生的认可与好评。

本次修订工作是对之前版本的进一步充实和完善，同时在排版、印刷、装帧等方面做了精心设计和安排。更为难能可贵的是，教材通过二维码的形式融入了更多数字化资源。比如，学生通过扫描二维码可以看到解题提示、难点分析、习题解答、动画演示、拓展阅读等等，达到帮助他们更好地理解知识点，拓展知识面的目的。总之，通过现代化的手段打造的新形态教材，能使学生学得更容易，教师教得更轻松，形式非常新颖。

相信这部教材的出版一定会在提高高校基础物理教学质量及教学水平方面发挥重要作用！

郝本山

2015年12月31日



前 言

本书第1版自2011年1月出版以来,得到了许多同行和专家的认可与好评,使用效果很好,到2015年7月,已经连续印刷5次.2014年5月,该书经河南省高等学校教材建设委员会推荐,参加了“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材的评选.本次修订,又得到了“郑州工业应用技术学院教改项目”(JG-150029)、“河南省教育厅教师教育教改项目”(2014-JSJYYB-008)和“河南省科技厅基础与前沿技术研究项目”(132300410142)的资助.

本版保留了第1版的基本结构和特色,同时进行了充实和完善.根据教育部大学物理课程教学指导委员会主任顾牡教授2013年7月在太原会议上“精讲经典,注重现代,强调思想方法,理论联系实际”的讲话精神,结合现在学生的实际水平及使用过本书的教师的建议,本次修订更换了部分例题,同时将原来的思考题和习题统一改成了课外练习.课外练习按照考试题目类型设计,包括填空题、选择题、简答题和计算题,书末附有参考答案,扫描二维码可获得习题详细解答,同时增强了应用性.本版的基本内容仍是按60学时安排的(不含带“*”的),多于或少于此学时的专业可根据实际情况进行适当增减.

本书由尹国盛、刘学忠担任主编,郭富强、张琨、徐鹏、唐亚楠担任副主编,参加编写的还有于涛、路莹、宋太平、张忠锁、向兵、孙健、张光华、钟家富.黄东教授、魏山城教授担任本书主审.刘学忠副教授负责数学基础等附录部分的编写及应用性内容的审查把关工作.全书由尹国盛教授统稿并定稿.

借本书出版之际,首先感谢郝东山教授在百忙中为本书作序,同时向河南大学的杨毅教授,河南省医药学校的骆慧敏高级讲师,郑州工业应用技术学院的侯宏涛硕士、陈亚杰硕士、邵亚云硕士以及使用过本书的各位老师表示衷心的感谢,并恳请读者、同行在使用本书的过程中对其中的不足之处予以批评指正.

编 者



目 录

物理量及其单位的名称和符号	
序	
前言	
绪论	1
第 1 章 质点力学	5
1.1 质点和参考系	5
1.1.1 质点和刚体	5
1.1.2 参考系和坐标系	6
1.1.3 时间和空间	6
1.2 质点运动的描述	7
1.2.1 位矢	7
1.2.2 位移	8
1.2.3 速度	8
1.2.4 加速度	9
1.3 牛顿运动定律	10
1.3.1 牛顿运动定律的表述	10
1.3.2 牛顿运动定律的应用举例	12
1.4 功和能 机械能守恒定律	13
1.4.1 功和功率	13
1.4.2 动能和势能	15
1.4.3 机械能守恒定律	17
1.5 冲量和动量 动量守恒定律	18
1.5.1 力的冲量	18
1.5.2 动量 动量定理	19
1.5.3 动量守恒定律	20
1.6 力矩和角动量 角动量守恒定律	21
1.6.1 力矩 角动量	21
1.6.2 角动量守恒定律	22
内容提要	25
课外练习 1	27
物理学家简介 牛顿	29
第 2 章 刚体的定轴转动	33
2.1 刚体定轴转动的运动学描述	33
2.1.1 刚体的运动形式	33
2.1.2 刚体定轴转动的运动学描述	34
2.2 转动定律	36
2.2.1 力矩	36
2.2.2 转动定律的推导	37
2.2.3 转动惯量	38
2.2.4 转动定律的应用举例	41
2.3 机械能守恒	43
2.3.1 力矩的功	43
2.3.2 转动动能 动能定理	44
2.3.3 刚体的势能 机械能守恒	45
2.4 角动量守恒	47
2.4.1 角动量	47
2.4.2 角动量定理	48
2.4.3 角动量守恒定律	49
内容提要	50
课外练习 2	52
物理学家简介 伽利略	54
第 3 章 热学	57
3.1 温度和气体物态方程	57
3.1.1 基本概念	57
3.1.2 气体的三条实验定律	59
3.1.3 理想气体的物态方程	60
3.2 气体动理论	62
3.2.1 理想气体压强 温度的微观意义	62
3.2.2 能量均分定理 理想气体的内能	65
3.2.3 麦克斯韦速率分布律	67
3.3 热力学第一定律	70
3.3.1 热力学第一定律的推导	70
3.3.2 几个典型的热力学过程	73
3.3.3 循环过程和卡诺循环*	77
3.4 热力学第二定律*	80
3.4.1 热力学第二定律概述	81
3.4.2 可逆过程与不可逆过程	81
3.4.3 热力学第二定律的实质	82
3.4.4 卡诺定理	82
内容提要	83





课外练习 3	84	5.3.1 恒定磁场的高斯定理	134
物理学家简介 焦耳	86	5.3.2 安培环路定理	135
第 4 章 静电场	89	5.4 磁场对运动电荷和载流导体 的作用	138
4.1 电荷守恒定律 库仑定律	89	5.4.1 磁场对运动电荷的作用	138
4.1.1 电荷 电荷的量子化	89	5.4.2 磁场对载流导体的作用	140
4.1.2 电荷守恒定律	90	5.4.3 磁场对载流线圈的作用	141
4.1.3 库仑定律	90	5.5 磁介质	142
4.2 电场强度 高斯定理	91	5.5.1 磁介质 磁化强度	143
4.2.1 电场强度 电场强度叠加原理 ..	91	5.5.2 有磁介质时的高斯定理和安培 环路定理	145
4.2.2 高斯定理	96	内容提要	147
4.3 静电场的环路定理 电势	101	课外练习 5	149
4.3.1 电场力做功 静电场的环路 定理	101	物理学家简介 安培	152
4.3.2 电势 电势叠加原理	103	第 6 章 电磁感应 电磁场	155
4.3.3 电势差	105	6.1 电磁感应定律	155
4.4 静电场中的导体	107	6.1.1 电磁感应现象	155
4.4.1 导体的静电平衡	107	6.1.2 法拉第电磁感应定律	156
4.4.2 静电平衡时导体上的 电荷分布	109	6.1.3 楞次定律	159
4.5 静电场中的电介质	112	6.2 动生电动势和感生电动势	160
4.5.1 电介质的极化	113	6.2.1 动生电动势	160
4.5.2 有电介质时的高斯定理和环路 定理	114	6.2.2 感生电动势 感生电场	162
4.6 电容器 静电场的能量	116	6.3 自感和互感 磁场的能量	165
4.6.1 电容器的电容	116	6.3.1 自感	165
4.6.2 电容器的联接	117	6.3.2 互感	167
4.6.3 静电场的能量*	118	6.3.3 磁场的能量*	169
内容提要	120	6.4 电磁场*	170
课外练习 4	122	6.4.1 位移电流	170
物理学家简介 高斯	125	6.4.2 麦克斯韦方程组	173
第 5 章 恒定磁场	127	6.4.3 电磁场的物质性	174
5.1 恒定电流	127	内容提要	176
5.1.1 电流 电流密度	127	课外练习 6	177
5.1.2 欧姆定律及微分形式*	128	物理学家简介 麦克斯韦	179
5.2 磁感应强度 毕奥-萨伐尔 定律	129	第 7 章 振动和波	182
5.2.1 磁感应强度	129	7.1 简谐振动	182
5.2.2 毕奥-萨伐尔定律 磁场叠加 原理	130	7.1.1 简谐振动的运动学描述	182
5.3 恒定磁场的高斯定理和安培 环路定理	134	7.1.2 简谐振动的动力学 方程和能量	187
		7.1.3 简谐振动的合成	189
		7.2 简谐波	193
		7.2.1 机械波的产生条件和分类*	193

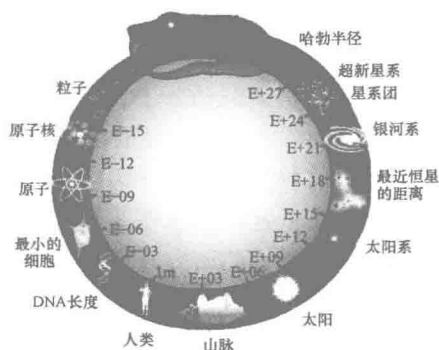




7.2.2 平面简谐波的描述	195	9.5.2 波函数	255
7.2.3 波的能量和波的强度*	198	9.5.3 薛定谔方程的推导	255
7.2.4 波的叠加 驻波*	200	9.6 激光	257
内容提要	203	内容提要	260
课外练习 7	205	课外练习 9	261
物理学家简介 惠更斯	208	物理学家简介 尼尔斯·玻尔	263
第 8 章 光学	210	第 10 章 相对论力学*	265
8.1 几何光学*	210	10.1 经典力学的时空观	265
8.1.1 几何光学的基本定律	210	10.1.1 伽利略相对性原理	265
8.1.2 光的反射和折射成像	211	10.1.2 经典力学的时空观表述	265
8.1.3 薄透镜	213	10.1.3 伽利略变换	266
8.2 光的干涉	216	10.2 狭义相对论的基本原理	267
8.2.1 基本概念	216	10.2.1 迈克耳孙-莫雷实验	268
8.2.2 杨氏双缝干涉	217	10.2.2 狭义相对论的基本原理表述	269
8.2.3 薄膜干涉	219	10.2.3 洛伦兹变换	269
8.3 光的衍射	222	10.3 狭义相对论的时空观	273
8.3.1 基本概念	222	10.3.1 “同时”的相对性	273
8.3.2 夫琅禾费单缝衍射	224	10.3.2 时间延缓	274
8.3.3 光栅衍射*	227	10.3.3 长度收缩	275
8.4 光的偏振	229	10.4 狭义相对论的动力学基础	276
8.4.1 基本概念	229	10.4.1 狭义相对论的质量	277
8.4.2 马吕斯定律	231	10.4.2 狭义相对论的动量	277
8.4.3 布儒斯特定律	232	10.4.3 狭义相对论的能量	278
内容提要	233	10.4.4 狭义相对论的基本动力学方程	280
课外练习 8	236	10.5 广义相对论简介	280
物理学家简介 托马斯·杨	238	10.5.1 广义相对论的基本原理	280
第 9 章 量子物理学*	240	10.5.2 广义相对论的实验检验	281
9.1 热辐射	240	内容提要	283
9.1.1 热辐射的基本概念	240	课外练习 10	284
9.1.2 黑体辐射	241	物理学家简介 爱因斯坦	285
9.1.3 普朗克公式	243	附录	289
9.2 光电效应 康普顿效应	243	附录 A 数学基础	289
9.2.1 光电效应	243	附录 B 一些物理常量的常用值	300
9.2.2 康普顿效应	245	附录 C 历届诺贝尔物理学奖获得者	301
9.3 物质的波粒二象性	246	附录 D 21 世纪 100 个科学难题	307
9.3.1 光的波粒二象性	246	附录 E 国际单位制 (SI) 中的词头	310
9.3.2 德布罗意波	247	课外练习参考答案	310
9.4 玻尔的氢原子理论	249	参考文献	320
9.4.1 玻尔理论的基本假设	249		
9.4.2 氢原子的轨道半径和能量	251		
9.5 薛定谔方程	254		
9.5.1 不确定关系	254		



绪 论



1. 什么是物理学？

在西方，从古希腊时代起，人们开始将对大自然的认识与理解笼统地归纳进一门学科里，那就是自然哲学。“物理学”一词最先出自希腊文“Φυσικα”（英文写作“physics”），其本意是指自然。在我国，“物理”一词起源于“格物致理”，即考察实物的形态和变化，总结研究它们的规律。晋代(265—420)时，也已有“物理”一词，只不过当时它的含义还是泛指事物之理。时至今日，物理学则被定义为研究物质基本结构、基本运动形式、相互作用及其转化规律的自然科学。

从古希腊的自然哲学算起，物理学的发展已有 2600 多年的历史。早期的物理学(即自然哲学)含义很广，它包括人类在直觉经验基础上探寻一切自然现象的哲理。到了 16 世纪，哥白尼创建了日心说，该学说经过伽利略、布鲁诺和开普勒等人的继承与发展，最终引起了一场科学革命，使自然科学从神学中解放出来，并开始大踏步前进。同时，这一时期出现的通过实验来检验理论真伪、将实验与理论相结合的研究方法对后世影响深远。17 世纪时，牛顿发表了《自然哲学的数学原理》一书，他所提出的三大运动定律为经典力学奠定了理论基础，同时也标志着经典物理学的诞生，物理学从此真正成为一门精密的科学。18~19 世纪，物理学取得了突飞猛进的发展，以牛顿三大运动定律为基础的经典力学以及随后发展起来的热力学、统计物理学、光学和电磁学等，使物理学形成一个完整的理论体系。至此，经典物理学的大厦已经建立了起来。

19 世纪末，正当人们欢庆辉煌的经典物理学大厦落成的时候，在物理学晴朗的天空中却漂浮着两朵“乌云”——一朵是热辐射中所谓的“紫外灾难”，另一朵则是指迈克耳孙-莫雷实验否定了“以太”的存在。这些新的问题表明，经典物理学在微观世界领域和面对高速运动现象时遇到了困难，由此开展的研究引发了物理学史上一场伟大的革命——新的时空观和量子理论得以建立，相对论和量子力学诞生了，在此基础上近代物理学也开始建立和发展起来。相对论和量子力学的创立表明人类认识世界的活动已进入一个新的阶段，人类探索物质结构及其运动规律的能力达到了前所未有的高度。以相对论和量子力学作为两大支柱，物理学又逐渐发展出一系列分支学科，如粒子物理、凝聚态物理和激光物理等，物理学迅速向更为广阔的领域扩展开来，它已经、并将继续改变着我们的生产和生活方式。





2. 物理学的研究对象

因为物理学是研究物质结构及其运动规律的自然科学, 所以其研究对象的主体自然是物质. 一般来说, 凡是自然界客观存在的都是物质. 也就是说, 我们周围的实物(如宇宙天体、高山大河和分子、原子等)是物质, 而我们周围的另一种特殊的存在形式——场, 同样也是物质. 物质世界的范围是广泛的, 因此, 物理学研究对象的范围也十分广泛. 通常, 我们将物质世界划分为宇观、宏观和微观三个层次. 在经典物理学体系下, 研究对象主要是处于低速运动状态下的宏观物体, 而伴随着相对论和量子力学的建立与发展, 物理学对物质世界的研究开始逐渐转向了另外两个方向: 其一是小的方向, 即微观世界(如原子内部等); 其二则是大的方向, 即宇观世界(包括各种天体、宇宙等). 不过, 随着近些年来科技的不断发展, 以及电子器件微型化与集成化程度的不断提高, 又出现了一个在一定条件下具有量子效应的准宏观世界, 我们称之为介观世界. 由此可见, 物理学的研究对象实际上已经涵盖了物质世界的多个层次. 除此以外, 我们不妨再看一看以下这些具体的数据: 若以空间尺度来衡量, 目前物理学研究对象的最小尺度(如质子、中子等基本粒子的半径, 在 10^{-15}m 以下)与现在能观测到的最大距离(哈勃半径, 约 10^{26}m)相差约 41 个数量级(值得一提的是, 在这两个极端尺度上各自开展研究的不同学科——宇宙学和粒子物理间, 却表现出一种密不可分、相互衔接的关系, 如图 1 所示); 若以时间尺度来衡量, 物理学研究对象的最短时间(最不稳定粒子的寿命, 约 10^{-24}s)与最长时间(宇宙年龄, 约 150 亿年, 即约 10^{18}s)之间则跨越了 42 个数量级——物理学研究对象的广泛程度由此可见一斑.

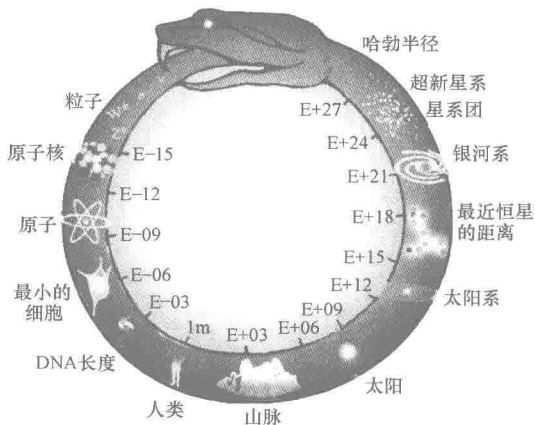


图 1

3. 物理学在科学技术领域中的地位

物理学不仅因其研究对象的范围广泛而具有普遍性, 同时也是自然科学中最基础的学科之一. 正是由于物理学所具有的普遍性和基础性, 使其与许多学科关系密切, 具有极强的渗透性. 物理学与天文学之间的关系密不可分, 二者之间的“血缘关系”从物理学的创建之日起就已存在. 物理学中的许多理论成果都来源于天文学的观测, 而天文学的发展同样得益于物理学基础理论和实验手段的进步. 物理学对化学的发展影响深远. 早期化学对分子、原子的研究, 以及化学元素周期表等均为物理学相关理论(如气体动理论等)的





研究和论证提供了有力支持,而物理学理论的发展,尤其是量子力学的建立,使许多化学现象和理论从本质上得到了解释,并直接导致了物理化学和量子化学等重要分支的产生.另外,物理学与生物学之间同样关系密切.物理学上能量守恒定律的发现曾得益于生物学,物理学则不断为生物学研究提供着有力的实验工具.物理学与生物学之间相互渗透,已取得了包括 DNA 双螺旋结构的确定、耗散结构理论的建立等在内的一系列重大成就,同时还产生了生物物理这一前途无量的交叉学科.除此以外,数学、地质学、哲学、心理学等众多学科的研究和发展也与物理学有着千丝万缕的联系,作为自然科学中最基础的学科之一,物理学在自然科学中有着极其特殊的地位.

物理学与技术发展之间的关系,则显得更为密切.随着社会生产力的不断发展,相应的技术手段也需要不断提高,在此过程中,技术的发展常常会向物理学提出新的问题和要求,从而促使物理学在理论上获得发展,其结果也使技术得到新的提高.例如,17~18 世纪蒸汽机等热机的发明为热力学的建立与发展提供了契机,而热力学的发展进一步推动了热机技术的进步.在牛顿力学和热力学发展的基础之上,人类实现了历史上的第一次工业革命.历史表明,每当物理学在理论方面取得重大突破之后,必然会引起应用技术方面的伟大创新与变革,而这些技术上的发展同样会为物理学带来更为有力的研究手段和条件.19 世纪法拉第电磁感应定律的发现与麦克斯韦电磁理论的建立,直接推动了电气化技术的迅速发展,从而实现了第二次工业革命.现代的技术发展往往来源或者依赖于物理学的发展,技术领域的重大突破常常要经历一段较长时间的物理学探索.在现今的众多高科技、高技术领域,如核能技术、超导技术、信息技术、激光技术、微电子技术和光电子技术中,物理学的基础理论都发挥着关键作用,可以说,物理学是现代应用技术最重要的基础.

4. 物理学的研究方法

物理学是一门理论和实验紧密结合、具有很高精确性的精密学科.物理学中的理论与规律主要都是从长期的科学实验和生产实践中总结出来的.作为一门实验性很强的自然科学,物理学的研究方法也很特别,它通常是通过对物理现象的观察、分析、实验和抽象,逐渐形成物理学的理论,继而又在不断的实践中去检验和完善这些理论.当然,在具体的研究过程中,往往针对不同的物理过程,需要采取的研究方法也会有所差异——有时要依靠精确的推理、演算,有时主要通过合理地定性与半定量分析,有时需要大胆地假设与猜想,有时甚至得益于直觉或顿悟;演绎法、归纳法、类比法等经常作为物理学研究中的有效方法发挥着重要作用,而逻辑分析、由物理现象建立理想化模型往往也是物理学研究过程中不可缺少的……物理学的研究方法包含了许多方面,在此不再一一列举,但有一点需要特别指出,即无论采用什么样的研究方法,研究者都应当秉持追求真理、实事求是的科学态度.

5. 怎样才能学好物理学

学习物理学,不仅可以掌握物理学中的基本概念和原理,了解物质世界最基本、最普遍的运动规律,而且物理学的思想和方法对观察能力、逻辑判断能力、抽象思维能力、分析问题和解决问题的能力以及创新思维能力的培养,都将产生有益的帮助,从而使个人素质得到提高.

既然物理学如此重要,研究方法又多种多样,那么,我们怎样才能学好物理学呢?





首先,在学习过程中要勤于思考和联系实际.学习物理学时,除了要了解主要原理、定理、定律和公式的基本内容、逻辑思路与推导方法外,还应注意理论与实践的结合,将物理学的基本理论与教学实验、日常生活实践等联系起来,以深化对理论知识的理解并提高分析问题的能力.

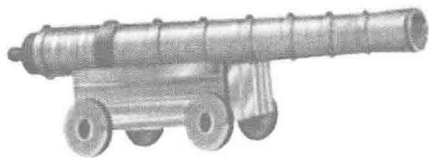
其次,应从整体上对所学的物理学知识进行全面的了解,而不能仅仅掌握一些定律和公式,或者将所学知识内容孤立开来而无视各部分之间的联系.学习物理学,只注意它的结论是不够的,同时更应注意物理学规律的发现和完善的过程,往往正是这些过程才更能体现物理学的研究方法,对于提高学习者的素质也更有价值.因此,应该在学习过程中注意理解和掌握物理学的概念、图像及其发展历史、现状和前沿等.

其三,对于大学物理课程的学习,还应注意其与中学物理的联系和差异,并进行相应调整.中学物理的内容有限,所涉及的数学知识基本以初等数学和几何学为主,学习时往往在课内就能基本掌握教授的内容,课下的习题训练量较大;而大学物理涉及面较广,知识点比较分散,且数学知识多是以高等数学和矢量运算为主,课堂教学内容多、速度快,很多内容并不能在课内完全掌握,而是需要在课下进一步理解、消化.至于做题,大学物理的要求是不在于多、而在于精,关键是真正掌握相关的知识要点.

最后,我们以理查德·费曼在其著作《费曼物理学讲义》中的一段话作为本篇的结束语,“我讲授的主要目的,不是帮助你们应付考试——甚至不是帮助你们服务于工业或国防.我最想做的是给出对于这个奇妙世界的一些欣赏,以及物理学家看待这个世界的方式,我相信这是当今时代真正文化的主要部分.也许你们将不仅欣赏到这种文化,甚至也可能会加入到人类智慧已经开始的这场伟大的探险中去.”



第1章 质点力学



概述

我们抬头观察周围物体时，可以发现组成宇宙的所有物体都在不停地运动。不同物体具有不同的运动形式，其中机械运动是最基本、最简单的运动形式。物体间或者物体各部分间相对位置的变动，称为机械运动。力学就是研究机械运动的规律及其应用的一门学科。质点力学大致分为运动学和动力学两部分，其中质点的位置随时间的变化规律是运动学的范畴；而质点运动状态的改变由质点所受的合力决定，这属于动力学的范畴，牛顿运动定律就是宏观物体低速运动时所满足的基本规律。牛顿运动定律表明了力对物体的瞬时作用效果，但在很多实际问题中，力对物体的作用总要持续一段距离或持续一段时间，并且力的变化复杂，难于细究，而我们又往往只关心在这段时间内力的总效果。这时，我们要考虑的是力对空间的累积作用或力(力矩)对时间的累积作用，须将牛顿运动定律对空间或时间积分来确定物体间的相互作用和运动状态变化之间的关系，即应用动能定理或动量(角动量)定理分析问题。当研究对象是由多个质点组成的质点系时，可以先分析单个质点所遵从的规律，然后对各个质点求和，得出质点系这一整体所遵循的规律。本章首先介绍质点运动的描述和牛顿运动定律，然后介绍动能定理、动量定理和角动量定理，进而介绍机械能守恒定律、动量守恒定律和角动量守恒定律。

1.1 质点和参考系

研究物体的运动，关键是找出其中最本质的内容，并建立理想模型，通过对理想模型的分析，揭示内在的规律。质点和刚体正是两个基本的理想模型。

1. 质点 真实的物体具有不同的形状和外貌，研究物体运动时可以不考虑其表面形貌和内部结构，而只考虑其占据的空间位置及质量。具有质量而没有形状和大小的理想物体，即具有质量的点，称为质点。质点是一种理想模型，能否将一个物体看作质点，应该考虑被研究对象所处的环境是否与物体的大小无关。看起来很小的物体不一定能当成质点，而

