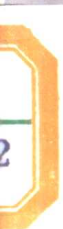


大学物理新编

汤毓骏 主编

(第二版)

中国纺织大学出版社



4

大学物理新编(第二版)

汤毓骏 主编

中国纺织大学出版社

内 容 提 要

本书根据《高等工科院校大学物理教学基本要求》,将大学物理课程体系重新调整。在多种物理运动形式中,突出了振动与波动,在多种物理量中,突出了能量与动量。并注意加强教材的科学性、近代性与应用性。全书共分四篇,第一篇为力学;第二篇为电学;第三篇为热学;第四篇为近代物理。此次再版,又作了一些新的尝试,第一是将狭义相对论及量子力学移入第一篇,使力学更趋完整和现代化。第二是增写力学拓展性练习,对力学计算方法进行概括和总结,并使定轴转动内容可以机动调节。第三是将气体动理论,改为统计物理基础,增加量子统计的内容。第四是增写物理学概要,以适应材料科学的需要。此外,对物理学发展史、我国的物理成就以及物理在近代科技中的应用,都作了适当介绍,有助于科学素质的培养。

本书可供高等工科院校作大学物理教材使用,所需学时数为100~140学时。也可作为成人教育和函授教育的普通物理课程的教学参考书。

责任编辑:张漱泉

封面设计:卜允台

图书在版编目(CIP)数据

大学物理新编/汤毓骏主编. —2版. —上海:中国纺织大学出版社,2001.12

ISBN 7-81038-344-2

I. 大… II. 汤… III. 物理学—高等学校—教材 IV. 04

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第18857号

大学物理新编(第二版)

汤毓骏 主编

中国纺织大学出版社出版

(上海市延安西路1882号 邮政编码:200051)

南京展望照排印刷有限公司排版

新华书店上海发行所发行 中国纺织大学印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:27.75 字数:658千字

2001年12月第2版 2001年12月第1次印刷

印数:0 001—3 000

ISBN 7-81038-344-2/O·16

定价:36.00元

再版前言

本书此次再版,继续保持了初版的编写特色:在众多物理运动形式中,以振动与波动为主线;在众多物理量和物理公式中,以守恒量和守恒定律为主线。在这两条主线的带动下,进一步加强三性,即现代性、应用性和素质性。为此,我们在再版中又作了新的尝试。第一,谱写“物理之歌”,用歌词形式概述了物理学的内涵及其地位与作用,以激发学生的热情。第二,将狭义相对论及量子力学基础移入第一篇,使力学内容从经典到近代,从低速到高速,一气呵成,目睹全豹。捍卫和体现力学在物理学中不可动摇的地位。第三,增写“力学的拓展性练习”,使第四章刚体定轴转动的内容,可根据学时安排自由处理。在学时紧凑的情况下,通过“练习”,以定轴转动为示范例题,对力学的研究和计算方法予以总结。第四,加强统计概念及其方法与应用。将气体动理论改写为统计物理基础,并增加量子统计的内容。第五,增加“物性学概要”一章,在原书介绍的铁电体、铁磁体、超导体、液晶等内容外,又加纳米材料一节,由于材料学科的需要,使物理学的应用性体现得更突出。我们希望此次再版,能为物理课的教改争光添辉。

编者

2000年12月18日

编者的话

物理学在自然科学中是最具有活力的带头学科,它是人类认识自然、改造自然、创造物质财富所不可或缺的左右手,在素质教育中有着极其重要的地位和作用。可是,由于种种原因,作为高等工科院校的一门重要课程,其教学现状是不能令人满意的。本书的编写就是为了改善这种状况。本书内容覆盖了全部高等工科院校大学物理的基本要求,在知识面和深度上都有所拓宽提高。为了把大学生引入物理学之门,这本新编普适性教材取上了《大学物理新编》的名称。

在本书的编写中,我们注意了两线三性。两线之一是以振动、波动为主线。物理运动形式是多种多样的,我们突出振动与波动,把其他运动形式有机地结合起来。全书分四篇:第一篇力学,最后落实在声波上。第二篇电学,最后落实在电磁波和波动光学上。第三篇热学,第四篇近代物理,最后落实在物质波上。所以本书的格局是三波鼎立。两线之二是在为数众多的物理量和物理公式中,以守恒量和守恒定律为主线,贯穿全书,以便于学生重点掌握。三性指的是现代性、应用性和素质性。内容现代化以适应时代的要求,我们在每篇中都有专门章节写物理与现代科技,就出于这种考虑。工科不同于理科,内容要偏重物理的应用性,有关这方面的物理原理自然成为书中的重点所在。至于素质性教育,是人才培养的重要方面。本书每篇不仅对物理学的发展史有所介绍,而且还介绍我国古代这方面的成就,对学生进行爱国主义教育,激励学生以古为鉴,发奋向上。此外对物理学方法特别是物理建模,反复引导、介绍,为学生指点入门。培养学生自学能力,也是不容忽视的一项工作。本书除教材外,还有自学指南配套使用。在自学指南中,既有较为基本的练习,也有难度较大的练习,循序渐进,把学生的能力培养逐步引向较高的层次。我们希望本书的编写使用,能给大学物理的教学带来新的起色。

本书编写人员的分工如下:第一篇第六章,由汤毓骏执笔;第二篇第六章,由王文华执笔;第三篇第二章及第四篇三章,由谢涵坤执笔;习题部分和自学指南,由张佩礼、周馥执笔;书中插图由沈亚平绘制。全书经上海交通大学胡盘新教授和同济大学严导淦教授评审。严导淦教授不仅细致地审阅全书,还提出了不少有益的建议。我们对两位教授的大力支持和热情帮助表示由衷的深切的谢意。

编者

1997年6月

绪 论

(充满活力的带头学科: 物理学)

物理学以前叫做自然哲学,是一门包罗万象的科学,直到 16 世纪~17 世纪,才逐渐演变成为一门范围明确、方法严谨的学科。从它的历史和现状来看,它是自然科学中的带头学科,也是除数学以外的一切自然科学和工程技术的基础。

自然界以及人类社会中的一切客观实在都是物质,从遥远的星系到充满全部空间的微波背景辐射都是物质。实物和场是物质存在的两种基本形式,实物是由大量原子、分子所组成的宏观实体,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。场是物质存在的另一种形式,是传递物体间相互作用的媒质。我们熟知的场,有电场、磁场和引力场。传递引力的媒质叫做引力场,传递电磁相互作用的媒质叫做电磁场,微波背景辐射也是一种电磁场。我们可按物质大小的数量级的顺序,将物质世界分成不同的层次(见下表)。

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^{25} (已知部分)	10^{55}	宇宙学
	银河系团	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
	地上物体	$10^{-7} \sim 10^5$	10^2	地球物理学
	(包含动植物)		10^{-12} (红血球细胞)	生物学
	气 体			生物物理学
	液 体			空气动力学
	固 体			液体动力学 } 凝聚态物理 固体物理学 }
微观世界	巨大分子	10^{-7}		生物化学
	分 子	10^{-9}		高分子化学
	原 子	10^{-10}	10^{-26} (氧分子)	化学物理
	原子核	10^{-14}		化学
	基本粒子	10^{-15} 以下	10^{-30} (电子)	分子物理学
				原子物理学
				核物理学
				粒子物理学

应该指出,上表中动植物的生命现象是宇宙中最为复杂的运动形式,而人体则是复杂的生命现象之一,人大约由 10^{16} 个细胞组成。细胞是一个基本的生理学单位,大约含有 $10^{12} \sim 10^{14}$ 个原子。由人体大小的实物起向非常大和非常小两个方向去考察,物质世界的结构变得逐渐简单起来,还没有发现像生物体中所见的那种复杂的组织存在。微观世界和宇观世界所用的有些理论是相通的。从表中可以看出,物质世界许多层次的研究,属于物理学的范畴,而另一些层次则属于物理学的分支,或是几个学科交叉的边缘学科。物理学对其他学科影响之深远,于此可见一斑。

运动是物质的固有属性。在自然界里,没有不运动的物质,也没有脱离物质的运动。运动的形式是多种多样的:有简单的,有复杂的;有低级的,有高级的;有普遍的,有特殊的。物理学研究的物质运动形式是最基本和最普遍的,无论是机械运动,还是热运动,或者电磁运动,都渗透在自然界的一切领域,应用于生产技术的各个部门。物理学是研究宇观、宏观、亚微观和微观等不同层次物体的各种复杂和高级运动形式的基础。研究物质的运动,必然涉及空间和时间,因此,时间和空间也是物理学研究的对象。三维空间加上时间,构成一个四维时空。相对论认为时间和空间相互联系,不是彼此独立的。同时,时间和空间又与运动着的物质不可分割。时空的量度和物质运动有关,是相对的,不是绝对的。不存在脱离物质运动的绝对时间和绝对空间。

由此可见,物理学是研究物质的基本结构、相互作用和物质运动的基本规律的科学。由于物理学包罗万象,所研究的是最基本最普遍的运动形式,所以它成为高新技术的源泉,人类探索自然奥秘的钥匙,物理学的实验精神和思维方法,是人类创新能力的基础。总之,物理学是人类认识自然、改造自然最有活力的带头学科。

物 理 之 歌

汤毓骏 词

黄慰平 曲

1 = E

(5 1 1 3 5 6 5 3 | 1̇ 2̇ 1̇2̇1̇ 5 - | 5 1̇ 5 3 3 1 2 5 | 5 3 2 12 1 -) |

5 5 6 5 1̇2̇1̇ 6 5 | 3 3 5 1 1 25 3 | 5 1 2 3 3 231 | 5 - - - |

物 理 物 理 科 学 先 驱 高 新 技 术 之 源 泉 探 索 宇 宙 之 武 器

5 5 3 5 6 6 | 1̇ 2̇ 2̇ 1̇ 1̇65 6 | 3 3 5 3 21 6 | 5 1 2 5 3 216 |

运 动 有 多 样 力 热 声 光 波 与 电 实 物 无 巨 细 宇 观 宏 观 亚 到

1 - - - | 1 1 3 5 5 6 . | 6 56 5 1 3 - | 3 3 5 6 1̇ 2̇ . |

微 无 形 之 场 能 放 异 彩 有 形 之 相

1̇2̇1̇ 656 5 - | 5 5 1̇ 2̇ 2̇ 1̇ . | 2̇ 1̇265 6 - | 5 1 6 1̇ 656 5 3 . |

变 化 神 奇 改 造 自 然 显 威 力 创 造 奇 迹

5 3 21 1 - | (5 1 1 3 5 6 5 3 | 1̇ 2̇ 1̇2̇1̇ 5 - | 5 1̇ 5 3 3 1 2 5 |

仗 原 理

5 3 2 12 1 -) | 5 5 6 5 1̇2̇1̇ 6 5 | 3 3 5 1 1 25 3 | 5 1 2 3 3 231 |

提 高 素 质 倡 导 实 验 建 功 立 业 有 基 础 科 教 兴 国 作 贡

5 - - - | 5 5 3 5 6 6 | 1̇ 2̇ 2̇ 1̇ 1̇65 6 | 3 3 5 3 21 6 |

献 学 物 理 用 物 理 物 理 武 装 人 生 路 学 物 理 用 物 理

5 1 2 5 3 216 | 1 - - - || 1 1 3 5 6 65 3 | 5 - - - |

未 来 掌 握 在 手 里 物 理 武 装 人 生 路

^{1.} 3 3 5 6 5 3 . | 5 3 21 1 - || ^{2.} 3 3 5 6 1̇ 2̇ . | 2̇ 2̇ 1̇6 1̇ - |

未 来 掌 握 在 手 里 未 来 掌 握 在 手 里

一些常用物理常量*

物理量	符号	量	值
真空中光速	c	3.00×10^8	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
真空磁导率	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}$	$\text{N} \cdot \text{A}^{-2}$
真空介电系数	ϵ_0	8.85×10^{-12}	$\text{C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^2$
牛顿引力常量	G	6.67×10^{-11}	$\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$
普朗克常量	h	6.63×10^{-34}	$\text{J} \cdot \text{s}$
基本电荷	e	1.60×10^{-19}	C
里德伯常量	R_∞	1.09×10^7	m^{-1}
电子质量	m_e	9.11×10^{-31}	kg
电子康普顿波长	λ_c	2.43×10^{-12}	m
质子质量	m_p	1.67×10^{-27}	kg
中子质量	m_n	1.67×10^{-27}	kg
阿伏加德罗常量	N_A	6.02×10^{23}	mol^{-1}
气体常量	R	8.31	$\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
玻耳兹曼常量	k	1.38×10^{-23}	$\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$
斯忒藩-玻耳兹曼常量	σ	5.67×10^{-8}	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$
维恩位移定律常量	b	2.90×10^{-8}	$\text{m} \cdot \text{K}$
电子伏特	eV	1.60×10^{-19}	J
原子质量单位	u	1.66×10^{-27}	kg
标准大气压	atm	1.01×10^5	Pa
标准重力加速度	g	9.81	$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

* 本表各物理常量是取国际科技数据委员会(CODATA)1986年推荐值的三位有效数字。

目 录

绪 论

(充满活力的带头学科:物理学)

物理之歌.....	3
一些常用物理常量.....	4

第一篇 力 学

力学总论.....	1
§ 1-0-1 人类改造自然的有力武器:力学	1
§ 1-0-2 我国古代的力学成就	2
第一章 质点的运动.....	5
§ 1-1-1 质点 运动方程	5
§ 1-1-2 位移 速度和加速度	6
§ 1-1-3 运动学的两类问题	10
§ 1-1-4 圆周运动	11
§ 1-1-5 抛体运动	14
§ 1-1-6 简谐运动	16
§ 1-1-7 同方向简谐运动的合成 拍	21
§ 1-1-8 相互垂直的简谐运动的合成	24
§ 1-1-9 运动的相对性	25
§ 1-1-10 伽利略坐标变换与洛伦兹坐标变换.....	27
§ 1-1-11 狭义相对论时空观	32
习 题.....	36
第二章 牛顿运动定律.....	39
§ 1-2-1 牛顿第一运动定律和第三运动定律	39
§ 1-2-2 常见力和基本力	40
§ 1-2-3 牛顿第二运动定律及其微分形式	43
§ 1-2-4 牛顿运动定律的应用	45
§ 1-2-5 振动系统的动力学分析	50
§ 1-2-6 牛顿第二定律积分形式之一:动量定理	54
§ 1-2-7 牛顿第二定律积分形式之二:动能定理	57
§ 1-2-8 非惯性系 惯性力	60

习 题.....	62
第三章 基本量和守恒定律	65
§ 1-3-1 个体与系统 内力与外力	65
§ 1-3-2 保守力的功 势能	66
§ 1-3-3 振动系统的能量	68
§ 1-3-4 功能原理 机械能守恒定律 能量转换和守恒定律	70
§ 1-3-5 质心定理 动量守恒定律	74
§ 1-3-6 碰撞	76
§ 1-3-7 角动量守恒定律 有心力场	78
§ 1-3-8 相对论和量子力学的基本方程式	82
§ 1-3-9 经典力学和现代科技进展	86
习 题.....	89
力学拓展性练习	92
*第四章 刚体的运动	95
§ 1-4-1 刚体模型及其运动	95
§ 1-4-2 刚体的角动量 转动动能 转动惯量	96
§ 1-4-3 力矩 定轴转动定律	99
§ 1-4-4 转动中的动能定理	102
§ 1-4-5 角动量定理 角动量守恒定律	103
§ 1-4-6 进动	105
习 题.....	107
第五章 波动学基础	110
§ 1-5-1 生活在波动世界里	110
§ 1-5-2 波动的一般概念	110
§ 1-5-3 波动方程	113
§ 1-5-4 波的能量和强度 波的吸收和散射	116
§ 1-5-5 波的叠加原理 波的干涉	119
§ 1-5-6 波的反射 驻波	121
§ 1-5-7 波的衍射 惠更斯原理	124
习 题.....	125
第六章 声学	127
§ 1-6-1 此时无声胜有声	127
§ 1-6-2 作为机械波代名词的声波	127
§ 1-6-3 声压、声强和声强级	128
* § 1-6-4 * 超声波的原理和应用	131

§ 1-6-5 多普勒效应	132
习 题	134
第七章 物质波和薛定谔方程	136
§ 1-7-1 物理发展史上的新纪元	136
§ 1-7-2 黑体辐射与普朗克假设	136
§ 1-7-3 光电效应 光的波粒二象性	139
§ 1-7-4 康普顿散射	142
§ 1-7-5 微观物质粒子的波粒二象性	145
§ 1-7-6 波函数和薛定谔方程	148
§ 1-7-7 无限深势阱中的粒子和粒子的势垒贯穿	150
§ 1-7-8 氢原子的玻尔理论	153
§ 1-7-9 氢原子的量子力学描述	157
§ 1-7-10 泡利不相容原理和元素周期表	160
习 题	163

第二篇 电 学

电学总论	165
§ 2-0-1 特殊物质 大放异彩	165
§ 2-0-2 我国古代的电学成就	167
第一章 静止电荷的电场	169
§ 2-1-1 库仑定律	169
§ 2-1-2 电场强度叠加原理 电场强度的计算	170
§ 2-1-3 高斯定理	175
§ 2-1-4 高斯定理的应用	179
§ 2-1-5 电场强度环流定理	182
§ 2-1-6 电势 电势叠加原理	184
§ 2-1-7 电场强度和电势梯度的关系	187
§ 2-1-8 静电场中的导体	189
§ 2-1-9 电介质中的静电场	196
习 题	201
第二章 稳定电流的磁场	207
§ 2-2-1 古代文明绽新葩	207
§ 2-2-2 磁感应强度和磁感线	207
§ 2-2-3 毕奥-萨伐尔定律	209
§ 2-2-4 安培环路定律	212

§ 2-2-5	运动电荷在磁场中所受的力	216
§ 2-2-6	载流导线在磁场中的作用力	217
§ 2-2-7	磁介质的磁场	222
§ 2-2-8	铁磁质	225
§ 2-2-9	超导简介	227
习 题		228
第三章 电磁感应和能量转换		233
§ 2-3-1	静电场的能量	233
§ 2-3-2	电源的电动势	235
§ 2-3-3	划时代的发现 电磁感应的基本定律	236
§ 2-3-4	动生电动势	239
§ 2-3-5	感生电动势 涡旋电场	241
§ 2-3-6	自感应	243
§ 2-3-7	互感应	247
§ 2-3-8	磁场的能量	249
§ 2-3-9	电磁振荡电路	251
习 题		256
第四章 电磁场理论 电磁波		259
§ 2-4-1	把实验上升为理论: 麦克斯韦的伟大成就	259
§ 2-4-2	位移电流	259
§ 2-4-3	麦克斯韦方程组	262
§ 2-4-4	电磁场的统一性与电磁场量的相对性	265
§ 2-4-5	电磁波的传播和性质	266
§ 2-4-6	电磁波能量 坡印廷矢量	268
§ 2-4-7	电磁波谱	269
§ 2-4-8	电磁学与现代科技	270
习 题		273
第五章 波动光学		276
§ 2-5-1	光的单色性和相干性	276
§ 2-5-2	光的干涉实验	277
§ 2-5-3	薄膜的颜色	279
§ 2-5-4	劈尖和牛顿环	282
§ 2-5-5	迈克耳孙干涉仪	286
§ 2-5-6	光的衍射 单缝	287
§ 2-5-7	衍射光栅	291
§ 2-5-8	光学仪器的分辨率	297

§ 2-5-9 X 射线的衍射	299
§ 2-5-10 光的偏振	300
§ 2-5-11 偏振光的获得	303
§ 2-5-12 椭圆偏振光和圆偏振光	308
§ 2-5-13 偏振光的干涉	309
§ 2-5-14 人为双折射	310
习 题	312

第三篇 热 学

热学总论	315
§ 3-0-1 包罗万象的冷热世界	315
§ 3-0-2 中国古代的热学成就	316
§ 3-0-3 热学研究 with 近代技术	317
第一章 热力学	320
§ 3-1-1 热学中的若干基本概念	320
§ 3-1-2 热力学第一定律 内能	322
§ 3-1-3 理想气体的等值过程、绝热过程和多方过程	326
§ 3-1-4 卡诺循环及其逆循环	330
§ 3-1-5 热力学第二定律 熵	334
§ 3-1-6 熵增加原理 从有序到无序	339
§ 3-1-7 温熵图	341
§ 3-1-8 能源与热污染	343
习 题	344
第二章 统计物理基础	348
§ 3-2-1 力学规律性和统计规律性	348
§ 3-2-2 统计方法基础及统计物理的基本假设	349
§ 3-2-3 理想气体的压强和温度	352
§ 3-2-4 能量按自由度均分原理 理想气体的内能	355
§ 3-2-5 麦克斯韦-玻耳兹曼统计	358
§ 3-2-6 麦克斯韦速率分布	363
§ 3-2-7 气体中的输运过程 分子碰撞	366
§ 3-2-8 热力学定律的微观诠释	368
§ 3-2-9 量子统计简介	370
习 题	375

第三章 物性学概要.....	378
§ 3-3-1 精彩纷呈的物态和相	378
§ 3-3-2 微粒间的结合力和结合能	379
§ 3-3-3 固体的性质	381
§ 3-3-4 液体的性质	384
§ 3-3-5 相变	386
习 题.....	388

第四篇 近代物理

近代物理总论.....	391
§ 4-0-1 两朵乌云 一场革命	391
§ 4-0-2 中国学者对近代物理的杰出贡献	392
§ 4-0-3 近代物理与现代技术	394
第一章 非线性光学.....	396
§ 4-1-1 激光	396
§ 4-1-2 光学介质的非线性极化	400
§ 4-1-3 倍频效应与混频效应	400
§ 4-1-4 自聚焦与光学双稳态	401
第二章 近代物理应用.....	405
§ 4-2-1 半导体	405
§ 4-2-2 等离子体	407
§ 4-2-3 核技术	412
§ 4-2-4 扫描隧道显微镜	414
§ 4-2-5 医学成像技术	417
§ 4-2-6 纳米材料	419
附 录.....	421
习题答案.....	422

第一篇 力 学

力学总论

§ 1-0-1 人类改造自然的有力武器：力学

在物质的各种运动形式中,机械运动是最简单而又最基本的一种。物体的机械运动是指物体的位置随时间的改变。位置总是相对的,位置的改变也只有相对于其他物体才能显现出来。行星围绕太阳的运动,车辆、船只相对地面的运动,都是如此。力学就是研究物体的机械运动的规律的。人类在社会实践中,特别在生产实践与日常生活中,随时随地都要遇到机械运动,所以力学在各种自然科学中最富直观性,而且发展得最早。

我国是世界上历史最悠久的文明古国之一。春秋战国时代的墨翟就已经知道许多力学现象和定律,并记载在他的著作《墨经》之中。汉代的张衡发明了候风地动仪和许多观察天文的仪器。南北朝的祖冲之利用差动齿轮原理设计制作指南车。秦代李冰父子在四川灌县修建的都江堰,隋代开凿的大运河都是伟大的水利工程。还有著名的万里长城,无数壮丽宏伟的宫殿庙宇,城堡楼阁,桥梁涵闸,至今仍为世界各国所称誉。弓箭弩炮的发明,风车水磨、舟车轮轴的普遍应用,都有力地证明我们的祖先在力学方面早已积累了非常丰富的经验和知识。关于这些,我们还将下一节中再作介绍,在此就不一一列举了。

在别的国家,当资本主义尚未兴起以前,也有与我国类似的情况。其中特别值得指出阿基米德(Archimedes)对静力学的贡献,他证明了杠杆定律,发现了浮力定律,研究了物体的重心问题,并且发明了许多机器,其中有螺旋取水机。

从16世纪末叶起,资本主义开始在欧洲萌芽,由于生产力的发展,要求人们掌握更多更深刻的自然规律,这就为科学,首先是力学提供了进一步发展的必要条件。在16世纪到17世纪期间,对力学发展有重要贡献的是下面几位伟大学者的工作。哥白尼(Copernicus)创立了太阳中心说,引起了当时科学宇宙观上的大革命。第谷·布拉赫(Tycho Brahe)对行星运动作了长时期的观察和记录,后来经开普勒(Kepler)归纳成行星运动定律,为牛顿发现万有引力定律奠定了基础。出身于没落贵族家庭的伽利略(Galileo)是哥白尼学说的宣扬者和论证者。他赞成亚里士多德的著作,精心加以研究,却并不盲从,而是深究其依据。他论证了惯性运动,从而否定了亚里士多德的“运动必须推动”的教条。他首倡实验精神,发现落体运动定律。他区别了匀速运动与匀加速运动,从而使古代力学超出静力学的范畴,而进入动力学领域。他提出了运动合成的概念和相对性原理的思想。爱因斯坦高度评价伽利略的发现和他所应用的科学的推理方法,说“是人类思想史上最伟大的成就之一,而且标志着物理学的真正开端”(见爱因斯坦、英费尔德《物理学的进化》一书)。荷兰学者惠更斯(Huygens)对物理的贡献是多方面的,他对碰撞作过许多实验,并利用摆的运动而创制时计。他研究了有关离心力的定律;他提出向心加速

度的概念,直接影响到万有引力定律的确立。

经典力学的基础,是英国天才学者牛顿(Newton)奠定的。牛顿在伽利略逝世那年出生于农民家里。他从小爱制作机械模型,遇到问题喜欢追根究底。1665年6月以后的20个月,是他一生中创造力最旺盛的时期。他集前人和同时代人在力学方面知识的大成,使力学成为一门理论严密、体系完整的科学。他把伽利略提出、笛卡尔完善的惯性定律写成第一运动定律;他定义了质量、力和动量,并写成第二运动定律;他在惠更斯等人研究过的碰撞现象中,归纳出第三运动定律。他得出了万有引力定律(万有引力一词是胡克提出来的,胡克实际上也提出过该定律),给出了力的独立作用原理、伽利略相对性原理和动量守恒定律。由于强有力的数学工具——微积分学的应用,力学的概念和定律在其他自然科学中和工程技术上获得了极为广泛的辉煌成就。牛顿以后,力学的发展,一日千里。由于力学在很多方面都取得了巨大成就,使人们把力学中一些概念和定律奉为金科玉律,加以绝对化,从而在17~18世纪形成了物质世界的一种机械图景。这种物质世界的旧的机械图景的标志之一是:物质的质量完全不依赖于运动,它不会随物体运动速度的增大而改变,运动的源泉被看作是某种力。这种图景的第二个标志是:宏观过程的领域,即环绕在我们周围、我们直接感觉得到的物体的领域,在质的方面是和肉眼不能见到的物质粒子所实现的微观过程的领域没有区别,认为宏观物体和微观物体是按相同的力学规律运动着的。与前面两个标志密切有关的第三个标志是:把整个世界看作是由物质的各个分立部分、由个别的物体所形成的,这些个别物体的最小粒子是原子,原子可以穷尽宇宙间的一切变化。根据这种观点,原子是绝对简单、不可分割、不可转化的。这就是哲学上机械唯物主义的来源。

19世纪末叶以来,物理学的发展,揭示了复杂的、高级的物质运动都有自己的规律,不能套用机械运动的规律,而且发现经典力学中某些概念和定律,在新现象面前有修正的必要。爱因斯坦(Einstein)的相对论改变了旧的时空观,使力学可适用于高速运动的物体。普朗克(Planck)的量子论改变了旧的能量连续性的看法,导致量子力学的建立,使力学可以处理分子、原子等微粒的运动。本篇将介绍这些力学的主要内容,使读者对力学的内容和进展有较全面的认识。

§ 1-0-2 我国古代的力学成就

我国是世界上最早进入农业生产的国家之一,随着农耕技术的发展,都邑建筑的兴起,天文观察的深入,冶炼工业的出现,我国古代的力学也就随之产生与发展起来。

成书于春秋末期的《考工记》中,有这样一段记载:“马力既竭,辀犹能一取焉。”意思是说,马拉车的时候,马虽然停止前进,即不再用力,但车子还能继续走一段路。我国远在2000年前,就注意到了惯性现象,这是很了不起的。到了汉代,张衡制成候风地动仪,显然是利用了地震引起的惯性现象。地动仪的主件是一个上粗下细的立柱,由于它重心高,当地面一有震动,就极易向震动方向倒下去。在欧洲,类似仪器的出现,比张衡晚了1500多年。

为了改变物体的运动状态,就要克服惯性施以外力。《墨经》就是从这方面的意义上建立了力的概念。《墨经》指出:“力,形之所以奋也。”意思是说,力是使物体(形体)由静而动、动而愈速的原因。这可以说是对于力的一个正确的定义,是人类对于力的最早的理性认识。墨家在研究力及其效果问题的同时,还对力的平衡问题进行探索。他们在讨论杠杆平衡时,不仅从正面指