



大学物理

(人文社科、经济管理类专业用)

周克省 赵新闻 甘咏梅 主编
杨兵初 主审



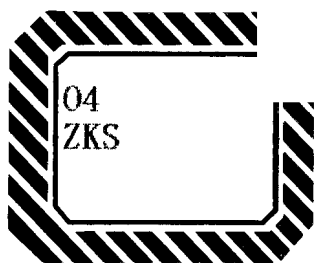
中南大学出版社

大学物理

(人文社科、经济管理类专业用)

周克省 赵新闻 甘咏梅 主编

杨兵初 主审



中南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

大学物理/周克省主编. —长沙:中南大学出版社, 2008. 2
ISBN 978-7-81105-635-8

I. 大... II. 周... III. 物理学—高等学校—教材
IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 019552 号

大学物理

周克省 赵新闻 甘咏梅 主编

☐责任编辑 唐娟 李昌佳

☐责任印制 汤庶平

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-8876770

传真:0731-8710482

☐印 装 湖南大学印刷厂

☐开 本 787×960 1/16 ☐印张 28.25 ☐字数 591 千字

☐版 次 2008 年 2 月第 1 版 ☐2008 年 2 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-81105-635-8

☐定 价 42.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

内 容 提 要

从较宽的物理视角去认识物质世界的基本运动规律以及运用物理学知识去变革世界是科技发展与社会进步对人才的基本要求。从这个基本要求出发,编写了该教材。教材力求突出物理学基本概念与基本规律、正确的自然观与宇宙观,涉及的物理知识面较广,数学处理简明易懂。基本内容包括:物理学的发展历史及其对社会文明的贡献、物理学基本原理、物理学对物质世界的基本认识、物理学在技术科学中的应用等。

本书适应于人文社科类、经济管理类、少学时非物理专业类、高职专科等各专业的物理课程教学需要,可作为大学生素质教育类课程的教材,也可供对物理学感兴趣的读者阅读。

前言

物理学是人类在认识世界和改造世界的过程中形成的一门自然科学。顾名思义,物理乃“物”之“理”,“物”指物质世界,“理”指物质运动的基本道理。也就是说,物理学研究的是宇宙间物质存在的基本形式、物质的基本运动规律、物质的基本相互作用、物质的基本结构和物质的各种性质。物理学与其他自然科学相比,它更侧重于对物质世界最基本最普遍的规律的认识和追求,因而物理学是其他自然科学的基础。人类社会的进步与物理学的发展是息息相关的,没有物理学,就没有科学和技术。毫无疑问,物理学在过去、现在和将来都是科学与技术发展的动力与源泉。

大学物理历来是理工科大学生的一门必修的基础课,而过去文科类学生却很少学物理。但是,在当今科学技术高速发展的时代,物理学愈来愈成为包括人文科学在内的各类人才所必备的基本知识。正因为如此,许多大学都相继在人文社科等专业开设了物理学课程。那么,文科物理究竟怎样讲?讲什么?以前一些学校采用的是工科物理教材,显然是不太合适的。在不改变课程内容体系情况下,压缩学时,会使学生对物理缺乏兴趣甚至反感学物理。由于文科学生的数学基础普遍比较薄弱,对学物理有畏惧感,也由于工科物理教学内容体系的限制,不太适合文科学生的“口味”,这样,编写专门用于文科类专业教学的物理教材就非常有必要了。近年,国内一些物理学教育工作者,正在思考和改革文科物理的教学问题,并陆续出版了为数不多的文科物理教材且风格和内容各异。这些教材的出版,无疑对文科物理的教学改革有推动作用。我们认为,文科物理教材不能太“文”,不能写成物理史话,不能写成类似于自然辩证法和现代科学技术概论一类的教材,也不能写成太科普化的读物,当然也不是理工科普通物理的简单压缩。文科物理是一门适合文科类学生学习的物理课程。既然是一门物理课程,就必须把物理学基本知识、基本原理及主要应用作为其主要内容。文科物理教学一方面要考虑文科学生的数学基础和接受能力,另一方面要着重于物理思想、科学观点、物理学最基本的原理、物理学在科学技术中的应用知识等方面的教育,内容要相对“浅”一些,知识面要相对广一些,贯穿在物理内容中的人文思想要更丰富一些,物理学的发展历史、物理学对物质世界的基本认识也应是其中的重要组成部分。当然也不能完全抛开数学,因为物理学离不开数学。为此,我们编写了这本适合于文科大类各专业的物理教材。

该教材的特点如下:

1. 注重物理学思想的传授。教材力求展示物理学对物质世界及其运动的基本认识的完整图像,再现物理学发展的历史长河,突出物理学在科学和技术中的重要地位,建立正确的

自然观与宇宙观。

2. 注重物理学基本原理与基本知识的传授。以定性的、半定量的和简单的定量方法阐明物理学的基本概念及规律,注重物理知识的系统性、宽广性、应用性,力求以通俗易懂的语言表达物理学基本内容。

3. 注意控制数学的分量和难度。文科学生学习物理时最大的困难是其中的数学。文科学生数学基础薄弱,这是事实。但要完全回避数学,是不现实的。因为物理学的基本概念和基本原理都是通过数学语言来表达的,数学是工具,没有数学,物理学便不成体系,物理问题就无法说清楚。本书对涉及到的一些数学知识,力求深入浅出以适合文科学生的基础。在教学中,可以针对不同的专业层次来组织教学内容,例如对纯文科学生,可以少讲一些数学推导,而重点给出物理结论并讲清其主要内涵;对于经济、管理类学生,数学可以稍多一点。在教材中凡涉及到数学知识尤其是微积分和矢量,尽量简单一点,说明详细一点,以使学生容易接受。不涉及到复杂的数学推导和运算,例题和习题中的数学运算也很简单,但要求学生能用微积分、矢量知识去表达和理解物理规律,这是起码的要求。鉴于目前各大学已开设文科高等数学,其中有微积分、线性代数与向量的概念,应该说文科学生有一定的数学基础。同时本书附录有微积分初步和矢量知识介绍,附录的编写尽量浅显易懂,学习时可以参阅附录。读者在学习本课程时,不可避免地要碰到数学问题如矢量、极限、导数、积分等,但不要有畏难情绪。如果你下决心去搞懂它,是不困难的。

4. 注重教师的教学习惯。目前从事文科物理教学的教师,过去都是教理工科物理的。考虑到大多数物理教师对理工科专业普通物理教材体系很熟悉,教学已经得心应手,如果太“文”,可能在教学中不习惯。所以在阐述物理学基本知识时,力求与大家所习惯的教学大框架一致。例如,基本原理部分仍然按力、热、电、光、近代物理等结构布局。

教材主要包括下列内容:

1. 物理学的发展历史(第1章)。主要内容有:中国和西方古代物理学思想;科学革命与科学观的形成;经典物理学理论体系的建立以及近代物理学的发展;物理学对人类文明的贡献。在教学中,可以只简要介绍梗概或不讲,留待学生学完本课程后自学。

2. 物质世界的基本运动形式及物理学的基本原理(第2~7章)。按照物质的运动形式,具体分为机械运动、热运动、电磁运动、宏观高速运动、振动和波动、微观粒子运动等各章。

3. 物理学对物质世界的基本认识(第8章)。内容包括:物质世界的层次、形态与基本相互作用;物理学与宇宙观;物质世界的对称性和统一性(对称性与守恒定律、不对称现象、对称性破缺、分形与自相似等);物质世界的非线性效应(自组织与耗散结构、混沌现象和孤子现象);物理学与数学的关系及物理学认识的真理性。

4. 物理学在技术科学的应用(第9~11章)。高新技术、环境科学、生命科学是21世纪极为重要的、也是人们最为关注的几个技术科学领域,其发展关系到人类社会的命运,而物

理学则是这些技术科学的基础。本书较全面地讨论了物理学在这些领域中的应用。

当前文科物理教学要着重解决的问题是：文科学生要不要学物理？文科物理讲什么？如何讲授文科物理？文科物理要不要数学？实际上，上面已经回答了这些问题。本书既可以作为高等学校文科大类各专业的物理教材，也可以作为理工科大学生的通识课程、素质教育课程或少学时物理课程教材，还可以作为专科、职业技术学院的物理课教材。建议学时：60~90。可以根据学时多少及专业的不同对内容进行一些删减。例如对纯文科类专业可以讲浅一点、一些内容可以不讲，而对经济管理类专业可以多讲一些、讲深一点。第1章可作阅读材料在本课程讲完后自学，第8~11章可选讲其中一章或多章。

参加本书编写工作的人员有：周克省编写第1、8章和附录；赵新闻编写第2、3、6章；蔡建国编写第4章；黄生祥编写第5章；甘咏梅编写第7章；周良玉编写第9、11章；谢定编写第10章。全书由周克省、赵新闻、甘咏梅任主编，周克省教授负责全面修改和统稿，由教育部非物理专业物理课程教学指导委员会委员杨兵初教授担任主审。

本书在编写过程中，参阅了大量的文献资料。绝大部分参考资料已在书后作了标注，但有个别参考文献可能漏注，在此对所引用参考资料的作者深表感谢，对漏注参考文献的作者表示歉意。

由于编者水平有限，文科物理教学内容的组织尚处于探索之中，难免有一些错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2007年12月于长沙

目 录

第 1 章 从自然哲学到现代物理学	(1)
1.1 古代物理学思想	(1)
1.2 科学革命和科学观的形成	(10)
1.3 经典物理学体系的建立	(15)
1.4 20 世纪物理学的发展	(31)
1.5 物理学对人类社会文明的贡献	(44)
第 2 章 机械运动	(49)
2.1 质点运动的描述	(49)
2.2 牛顿运动定律 力 惯性	(62)
2.3 动量 动量守恒定律	(74)
2.4 角动量 角动量守恒定律	(79)
2.5 功和能 机械能守恒定律	(83)
2.6 刚体的定轴转动	(93)
第 3 章 热运动	(103)
3.1 热现象 平衡态 温度 理想气体	(103)
3.2 分子动理论基本观点与统计方法	(108)
3.3 压强、温度的实质与统计意义	(114)
3.4 气体分子能量与速率分布的统计规律	(115)
3.5 热力学第一定律	(122)
3.6 热力学第二定律	(128)
3.7 固体与液体	(138)
第 4 章 电磁运动	(141)
4.1 静电场	(141)
4.2 静磁场	(157)

4.3	电场和磁场与物质的相互作用	(167)
4.4	电磁感应	(177)
4.5	电磁场与电磁波	(188)
第5章	振动与波动	(197)
5.1	机械振动	(197)
5.2	机械波	(205)
5.3	波动光学	(221)
第6章	宏观高速运动	(237)
6.1	牛顿的绝对时空观	(237)
6.2	狭义相对论基本原理	(240)
6.3	相对论时空观	(243)
6.4	相对论力学	(251)
第7章	微观粒子运动	(257)
7.1	光的量子性	(257)
7.2	波尔的氢原子理论	(263)
7.3	实物粒子的波动性	(266)
7.4	微观粒子运动的描述	(271)
7.5	激光	(275)
7.6	原子核与基本粒子	(278)
7.7	固体的能带结构	(282)
第8章	物理学对物质世界的基本认识	(287)
8.1	物质世界的层次、形态与基本相互作用	(287)
8.2	物理学与宇宙观	(294)
8.3	物质世界的对称性和统一性	(303)
8.4	物质世界的非线性效应	(316)
8.5	物理学与数学的关系及物理学认识的真理性	(325)
第9章	物理学与高新技术	(327)
9.1	物理学与航空航天技术	(327)

9.2	物理学与新材料技术	(333)
9.3	物理学与能源技术	(352)
9.4	物理学与信息技术	(362)
第 10 章	物理学与环境科学	(369)
10.1	人类活动与环境的相互作用	(369)
10.2	环境系统的运行与生态平衡	(371)
10.3	人类面临的环境问题	(378)
第 11 章	物理学与生命科学和医学	(388)
11.1	物理学与生命科学、医学的关系	(388)
11.2	生命与生命现象的复杂性	(390)
11.3	生命体的基本单位——细胞	(394)
11.4	现代物理分析技术在生命科学研究中的应用	(398)
11.5	生物电磁效应	(401)
11.6	物理医学诊断与治疗技术	(406)
附录		(418)
主要参考文献		(441)

第1章 从自然哲学到现代物理学

古希腊人把对自然现象的观察和理解笼统地包含在一门学问中即自然哲学，它是自然科学的总结。直至牛顿时代，物理学与哲学仍然属同一学科。牛顿把当时的物理学叫做自然哲学，他所著的关于物理学的名著就称为《自然哲学的数学原理》。自然科学分化为物理学、化学、天文学、地理学、生物学、力学等(数学仅是一种工具)只是近三百多年的事。从17世纪牛顿力学的建立到19世纪电磁学基本理论的形成，物理学逐步发展成为具有完整体系的独立的学科。

什么是物理学？物理学就是研究物质结构、运动和相互作用的基本规律以及它们的各种实际应用的学科。与其他学科相比，物理学更着重于对物质世界最普遍最基本的规律的追求，因而物理学是其他自然科学的基础，是工程技术的源泉。物理学作为自然科学的带头学科，历来是人类物质文明发展的动力。作为人类追求真理、探索未知世界奥秘的工具，物理学是一种哲学观和方法论，物理学中充满着活的哲学思想。同其他任何知识领域一样，物理学也是人类社会实践的产物，它是随着人类社会实践的发展而产生、形成和发展的。物理学的发展经历了古代物理学时期(16世纪以前)、经典物理学时期(16—19世纪)和近现代物理学时期(20世纪以来)，其研究内容、方法和观念都在不断发生深刻的变化。本章将简要地介绍物理学的发展历程。

1.1 古代物理学思想

人类的出现是自然界演化和发展的产物。人类社会的不断进步也是人类不断认识自然、征服自然、改造自然的过程。虽然严格意义上的科学形成于近代，但究其发展渊源要追溯到古代。

1.1.1 中国古代物理学思想

中国作为四大文明古国之一最早发明了指南针、火药、造纸和印刷术，在农业、手工业、天文、航海、军事、桥梁和数学等方面曾居于世界前列，对古代物理学的贡献也最为显赫，为世界文明史写下了光辉的篇章。以下简要介绍中国古代物理学的一些思想。

1. 关于物质本原的认识

从远古时代开始，人们就在探索自然现象各种变化的原因及宇宙生成问题。在中国古代，

关于对物质本原的研究主要有“阴阳学说”、“五行思想”、“原子观点”、“元气说”诸理论。

(1) 阴阳学说 在《易经》的注解书《易传》中,作者指出:“易有太极,是生两仪,两仪生四象,四象生八卦”,这就是对天地万物的解释。“太极”指宇宙本原(物质的原始状态)，“两仪”就是阴阳,“四象”是春夏秋冬四时,“八卦”即天、地、山、泽、水、火、风、雷8种自然现象。老子(约公元前600—前500)在《老子》中说:“万物负阴而抱阳。”按上述阴阳学说,世间万物的千变万化、生生不息都归结于阴阳之间的彼此消长、对立统一、相互作用和相互转化。



老子

(约公元前600—前500)

(2) 五行思想 “五行”指金、木、水、火、土5种基本物质或元素。史伯(西周末)提出“和实生物,同则不继”,认为世间万物皆由这5种元素构成。后来,人们系统地研究了5种元素之间具有相生和相克的基本关系,即:土生金、金生水、水生木、木生火、火生金和土克水、水克火、火克金、金克木、木克土。这种关系能说明一些自然现象,却被赋予了某些神秘色彩,从而对古代物理学的发展产生了消极影响。

(3) 原子观点 关于物质结构,《墨经》中讲到“端”的“非半”性质与希腊的“原子说”是世界上关于“原子论”的最早起源。《墨经》记述:“端,体之无厚而最前者也。”其意思是说,端的尺寸非常小(无厚),内部无间隙,不能再分割,是构成物质的最小颗粒。《庄子·天下》指出:“一尺之棰,日取其半,万世不竭”,认为物质可无限分割。这些都是中国古代朴素的物质结构论点。

(4) 元气理论 “元气说”是中国古代物质结构理论研究的一个重要成果。它源于“阴阳学说”,经汉、唐、宋发展到明末清初,许多古代学术大家都进行了研究,王船山(1619—1692)进行了全面总结并将其推向了最高峰,形成了系统的理论。东汉时的王充(27—约97)在《论衡》中说:“元气未分,浑沌为一;万物之生,皆禀元气。”北宋时的张载(1020—1077)则指出:“一物两体,气也”,“一物两体,其太极之谓与?”“元气说”的主要观点可以概括为:天地是包含元气的实体,万物由物质性的元气构成,是气的不同凝聚状态。万物从混沌中产生和发展,是元气运动所致。有形的物体不可灭,无形的元气也不可灭,元气的运动也不可灭。“元气说”充分论证了客观世界的物质性、物质的不灭性和运动的永恒性。

2. 关于时间、空间和运动的认识

魏国的尸佼(公元前390—前330)最先给宇宙以定义:“上下四方曰宇,往古今来曰宙”,此处宇即空间,宙即时间。《庄子》关于宇宙的定义是:“有实而无乎处者,宇也;有长而无本剡者,宙也。”意思是,宇是实在的且无所不在,宙有长短但无始终,说明了时空的无限属性。《管子》认为,天地包裹万物,天地又包裹在宙合之内,说明了时间与空间的联系。关于运动

与静止,墨家给出了定义:“动,域徙也”“止,以久也”,意思是运动意味物体空间位置(域)的改变(徙),静止意味物体处于空间某一位置有一段时间(久)。至于时空与运动的关系,墨家写道:“宇域徙,说在长宇久”,即“宇徙而又处宇,宇南北,在旦又在暮”。也就是说,物体在空间移动,是空间随着时间的由近及远的变化,物体离开原空间而占据另一空间,好比物体从南到北,经历的时间从早到晚。这样,时间与空间的联系便统一于物体的运动中了。

《吕氏春秋》中描述的“刻舟求剑”的故事,说的是一个人坐在行船上,手中的剑掉到水中。他在船上掉剑的位置刻上记号,以便到水中捞剑。作者实际上是笑话掉剑人以行船为参照系去找剑是徒劳的,应该以河岸为参照系确定剑在水中的位置才能找到剑。晋代束皙(262—301)说:“乘船以涉水,水去船不徙矣”,“仰游云以观,日日常动而云不移”。汉代《春秋伟·元命苞》中写道:“天左旋,地右动。”这些都是古人对运动相对性的描述。《春秋伟·考灵曜》中记述:“地恒动不止,而人不知,比如人在大舟中,闭而坐,舟行而人不觉也”,可以认为是相对性原理的思想。

3. 关于力的认识

《墨经》中写道:“力,刑之所以奋也”,“重之谓下,举重,奋也”。如果把“刑”即“形”理解为物体,“奋”理解为“运动状态的改变”,这与牛顿定律似乎不谋而合。古人已明白重力是向下的,人用身体克服向下的重力,举起重物就是“奋”。

南宋吴曾在《能改斋漫录》中记述了这样一个故事:燕昭王养的一头肥猪太大,最大的秤也不能称出猪的重量,便命“水官”用船去称重,才称出猪的重量。东汉末年“曹冲称象”的故事也与此类似。墨家曾写道:“沉形之衡也,则沉浅非形浅也,若易五之一。”可以这样理解,浮体放入水中平衡时,浮体下沉一定深度,浮体的重量与水对物体下沉部分的浮力相等,好比5件物品与一件物品的等价交换。可见古人对浮力已有较深刻的认识。至于弹力,我国古人早就有所认识并加以利用了,如弓箭、弹弓、管乐器中的簧片等,而且在许多书籍中也记载了外力与形变的正比关系。

在古代,利用杠杆原理制成的各种机械、工具、衡器在农业和商业活动中普遍使用。张衡(78—139)在天文、数学、物理和机械制造等方面均有许多杰出贡献。他发明的候风地动仪,就用到了惯性和杠杆原理等力学知识。地动仪中的“都柱”重心高,对地震敏感,地震波传来则因惯性倒向震源方向并触其相应的曲杠杆。由于杠杆作用,该方向的龙嘴张开滑出铜球落入蟾蜍嘴里,便可判断出地震方向。

4. 关于光的认识

中国古代在光的直线传播、光的反射和折射、光的色散、小孔成像实验有许多研究。

我国春秋战国时期,墨子(公元前479年—前381年)及其弟子在《墨经》中就已记载着光的直线传播(影的形成和小孔成像等)和光在镜面(凹面和凸面)上的反射现象,并提出了一系列经验规律,把物和像的位置及大小与所用镜面的曲率相联系。《墨经》记录的有关光学知

识是世界上最早的。《墨经》记述的小孔成像实验如图 1-1-1 所示, 人体通过小孔成的像是倒立的。光照在物体(人)上, 从物体(人)上发出的投射到屏上的一切光线均相交于针孔处, 物体下部发出的光线像箭一样射到高处, 上部发出的光线射到低处。《墨经》记载着凹面镜的成像有两种: 缩小的倒立像和放大的正立像(但没有记载第三种像即物体处于球心与焦点之间能形成放大的倒立像)。还发现凸面镜所成的像只有一种即位于镜面另侧的缩小的正立像。对平面镜成像, 墨家认识到物与像离镜面等距、点对点。



张衡

(78—139)

我国宋代的沈括(1031—1095)在《梦溪笔谈》中记载了极为丰富的几何光学知识, 他不仅总结了前人的研究成果, 而且对凹面镜和凸面镜的成像规律、测定凹面镜焦点的原理以及虹的成因等方面均有创造性的阐述。南宋末的赵友钦对小孔成像进行了全面而系统的实验(改变光源、改变物距、改变像距、改变孔的形状大小), 得出了一些有意义的结论, 如大孔成像(明亮部分)和大孔形状相同, 小孔成像和光源形状相同。

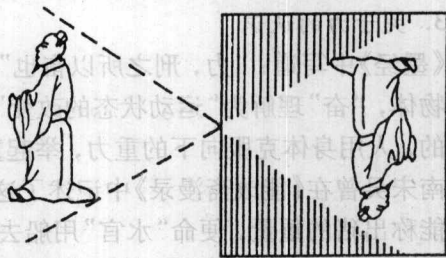


图 1-1-1 小孔成像原理图

我国古人很早就注意到彩虹这种大气光象。唐代的孔颖达(574—648)指出:“云薄漏日, 日照雨滴则虹生。”著名道士张志和(约 730—810)首次进行了日光色散实验即“背日喷乎水成霓虹之状”。沈括说“虹乃雨中日影也, 日照雨则有之”。朱熹认为虹是“日色散射雨气”。中唐道士张果还用白石英制作了三棱镜, 记录了世界上第一幅色散光谱图并且画出了光图。

5. 关于电和磁的认识

我国古代关于电现象的研究内容较丰富。“电”字最早见于西周时期的青铜器上的铭文中, 实际上是对雷电现象的记录。雷电和摩擦起电是古人对电现象研究的主要内容。东汉王充在《论衡》中记述:“顿牟缀芥, 磁石引针……”(顿牟即琥珀), 意思是说摩擦过的琥珀可以吸引轻小物体如芥籽, 就像磁铁可以吸引铁针一样。他还用“元气”理论来解释静电和静磁现象, 认为芥籽和琥珀、铁针和磁石具有相同的“气性”, 因而互相感动而吸引(“气有潜通”)。雷电



沈括

(1031—1095)

是一种常见的自然现象,响为雷,闪为电。雷电的破坏作用及发生时的情景在古书中有许多记载。雷电是如何产生的?历代学者用“元气说”作了许多解释。先秦的慎到(前395—前315)首先提出:“阳与阴夹持,则磨轧有光而为电”(磨轧即摩擦)。《淮南子·坠形训》中指出:“阴阳相薄为雷,激扬为电”,即是说阴阳二气彼此撞击产生雷,相互渗透产生电。王充认为,雷电是因为阴阳二气之争、产生爆炸而形成的。朱熹认为雷电是“阴阳之气,闭结之极,忽然迸散出”,是一种阴阳作用的突变过程。明代刘伯温概括了历代学者的观点:“雷者,天气之郁而激发也,阴气团于阳,必迫,迫极而迸,迸而声为雷,光为电”。对于建筑物的防雷措施,古代工匠也有一些办法,例如把瓦做成鱼尾状,放在屋顶可防雷击。在《汉书》中还有“矛端生火”的记载,当云层(带电)经过时,矛端产生微弱亮光(放电)。

对磁现象的认识可以追溯到冶铁业创建之初,因为天然磁体实际上是一种铁矿石。《吕氏春秋》中记载:“慈石召铁,或引之也”,“石,铁之母也。以有慈石,故能引其子”,明确地描述了磁石的吸铁性如同慈母吸引着自己的孩子。《淮南子》还记述了磁石吸引物质只限于铁,写道:“若以慈石之能连铁也,而求其引瓦,则难矣”,“及其于铜则不通”。战国《韩非子》记载有司南勺(天然磁石做成的指向工具,像勺子,长柄指向南方)。为了改进司南的指向精度,后人创制了一些新的指南仪器如指南鱼、指南龟、指南针。沈括对指南针形制的改进有重大贡献。在研究磁针时,他还发现了地磁偏现象。12世纪,中国的指南针传入阿拉伯和欧洲,为世界文明的发展发挥了重要作用。

6. 关于声的认识

中国古人对声学的研究有许多发现和创造,尤其在乐律研究方面有许多重要成果。而且对声音的产生与传播、共振与共鸣等现象也做了许多理论和实验研究。

对声音的产生,宋应星(约1587—?)认为,声“不能自为生”,须“两气相轧而成声”,例如“冲之有声焉,飞矢是也;振之有声焉,弹弦是也;辟之有声焉,裂缯是也;合之有声焉,鼓掌是也”,也就是说,声音的产生源于物体的振动或急速运动冲击空气。关于声音的传播,王充将其比做鱼在振动时引起水波的传播,认为人发声可使气产生振动,气对于声源振动而产生的波动像水波一样。他在《论衡》中说:“鱼长一尺,动于水中,振旁侧之水……”。宋应星也说:“物之冲气也,如其激水然。气与水,同一易动之物”,显然是把声音的传播类比水面波动现象。古人还以乐器做实验,对共振与共鸣进行了大量的研究(此处不再叙述)。建筑声学效应是中国古代对声音的反射、传播研究的重要成果,北京天坛的回音壁和山西永济的莺莺塔是声学在建筑上应用的杰作。

1.1.2 西方古代物理学思想

1. 关于物质本原

古希腊哲学家们对宇宙本原、万物组成、大地构造等问题,提出了各种观点。其中主要

有“元素论”和“原子论”等理论。

(1) 元素论 泰勒斯(Thales, 公元前 620—前 550) 最早对地中海沿岸陆地的起源进行了思考, 认为大地漂浮在水面上, 千差万别的万物应有同一本原, 这个本原就是水。万物源于水又复归于水, 任何东西都会产生和消灭, 唯独水长存。阿那克西曼德(Anaximander, 公元前 611—前 547) 认为, 世界本原不是水, 而是无任何规定性的“无限者”。阿那克西米尼(Anaximander, 公元前 585—前 528) 认为大地像是“漂浮在空气中的一片宽大的树叶”, 万物本原应是“气”。赫拉克利特(Heraclitus, 公元前 540—前 475) 把物质本原归于“火”, 他指出: “这个世界对于一切存在物都一样, 它不是神也不是人所创造的; 它过去、现在、将来永远是一团永恒的活火, 在一定的分寸上燃烧, 在一定的分寸上熄灭”, “一切转为火, 火又转为一切”。世界没有开端, 没有终结, 处于永恒的运动变化之中。恩培多克勒(Empedocles, 约公元前 493—前 433) 认为, 万物的本原不是单一的, 应由 4 种“元素”组成即土、水、气、火, 其中土、水、气代表物质的固态、液态和气态, 火则代表颜色和温度。元素自身是不变的, 它们的不同组合构成了丰富多彩的物质世界。亚里士多德(Aristotel, 约公元前 384—前 322) 对前人的研究做了总结, 认为 4 种元素是世界万物的本原。但他认为, 冷、热、湿和干是更基本的性质, 4 种元素是这 4 种性质两两组合而成的物质本原, 湿与冷组合成水, 湿与热组合成气, 干与冷组合成土, 干与热组合成火。这样, 4 种元素不再是不变的, 而是可以相互转变的, 如加热水时, 水中的冷为热所代替, 水就变成气了。他还认为, 在构成地时, 土居于宇宙的中心, 水与气分布其上, 火在最上, 月层以上的天体由第五种元素——以太构成。

亚里士多德是古希腊最有影响的学者, 他系统地研究了逻辑学、政治学、伦理学、文学、天文学、物理学、生物学, 著作上千卷。其中《物理学》(physics 一词起源于此) 一书, 叙述了当时人们对有关物体运动、空间和时间的认识。注意: 这里的物理学不是现代意义上的物理学, 其原意是“自然论”或“自然哲学”的意思。

(2) 原子论 古希腊毕达哥拉斯(Pythagoras, 约公元前 560—前 480) 创建了一个学术团体——毕达哥拉斯学派。该学派对数学的研究有很大成就, 同时也对物质本原作了探索。他们认为, 数是世界万物的本原, 数支配着世界, 事物是数的和谐表现。有了一个个数目, 才有几何上的点, 有了点才有线、面、体, 有了体才有火、水、气、土这些元素, 进而构成万物。

古希腊城邦爱利亚有一个学派——爱利亚学派在探讨物质本原的研究中, 继承了毕达哥拉斯学派的思想, 但把“数”以纯“存在”取而代之。德谟克利特(Democritus, 约公元前 460—前 361) 将毕达哥拉斯学派的爱利亚学派的思想结合起来, 建立了“原子论”观点。他



亚里士多德

(Aristotel, 约公元前 384—前 322)

把数学几何“点”与“存在”相结合,认为这种“存在”是“不可分的、不变的、球形的”,而且“存在”物太小非人的视力可及。他把这个“存在”取名为“原子”,意思是“不可分割”。这些小小原子可以形成某种几何结构,其排列组合便形成世界万物。原子论的大致要点是:(1)宇宙万物都由原子构成,原子是不可分割、不可破灭的极小而结实的物质单元;(2)宇宙中除了原子和虚空,不存在其他任何东西;(3)原子从亘古以来就存在,既不能创造,也不能消灭;(4)原子在数量上是无限的,在形式上是多样的,它们在一个无限的虚空中永远处于涡旋运动之中,因此形成各种复合物。由于组成物体的原子在数量、形状、次序、位置上不同,故物体彼此各异;(5)原子在虚空中只有通过直接接触——压迫、撞击等,它们才能相互作用,超距作用不可能。伊毕鸠鲁(Epicurus,公元前341—前270)又发展了这一学说,认为原子不仅有形状上的差别,还有大小和重量的不同(按现在的说法,是相对原子质量和原子体积的不同)。“原子论”观点对19世纪末20世纪初正式确定的近代原子论有直接和深刻的影响。



德谟克利特

(Democritus, 约公元前460—前361)

2. 关于运动和力

亚里士多德将物体的运动分为自然运动和强迫运动。自然运动指重物垂直下落和轻物体竖直上升的运动。自然运动的物体要寻找其天然位置,这与物质所含元素有关。例如,含土元素的重物的天然位置在地心,火元素的天然位置在天空,气和水的轻重是相对的。因而,重物下坠,烟雾升空,石头在水中下降,气泡在水中上升,这些都是自然运动。物体越重,下落越快,物体越轻,下落越慢,物体下落的快慢即速度与重量成正比。强迫运动指借助推力才能进行的运动。不推,物体就会处于静止状态。物体运动的速度与施加的外力成正比,与在介质中受到的阻力成反比。那为什么在推动者的作用结束后物体还会继续运动呢(如射出的弓箭、抛出的石头)?他这样解释,物体离开推动者向前冲将排开部分介质而在它的后面造成虚空,周围介质便填补这个虚空,这些介质又对物体形成推力,使得物体继续运动。那么物体的运动是如何终止的呢?这是由于介质的推力逐渐减至为零,或者是重力超过了这个力,或者是由于反作用。对物体下落越来越快的解释是,落体越接近天然位置,向天然位置运动的倾向就越强,或者物体下落时,它上面的空气柱重量增大,加强了强迫降落,下面的空气柱缩短,减少了对落体的阻力。显然,亚里士多德对物体运动的解释是错误的。

阿基米德(Archimedes, 约公元前287—前212)是古希腊一位杰出的科学家,他在几何学、物理学和工程领域的贡献都很大。他测定皇冠的含金量,发现浮力定律,一直被传为美谈。阿基米德在他的《论平面的平衡》和《论浮体》中详细论证了杠杆原理和浮力定律。他还发明了许多简单机械如滑轮组、螺旋提水器等。他曾经声称:“给我一个稳定的支点,我就能