

● 精英学习丛书

● 苏步青题

物理分册

中学

上海中学
南洋模范中学
复旦附中
华东师大二附中
编

上海科学技术出版社

·精英学习丛书·

中学物理分册

上海中学 南洋模范中学 编
复旦附中 华东师大二附中

上海科学技术出版社

精英学习丛书

中学物理分册

上海中学 南洋模范中学
复旦附中 华东师大二附中 编
上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

发行所 上海发行所发行 常熟第七印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 13.25 字数 290,000

1991年2月第1版 1991年2月第1次印刷

ISBN 7-5323-2288-2/G·372

印数 1—12,000 定价: 3.75元

内 容 提 要

本书共分三篇。揽胜篇：从学科的广度上，向读者介绍了本学科的历史、结构及发展方向等方面的知识；开拓篇：从学科的深度上，针对中学物理教材的实际，予以一定的深化和补充，使读者对中学教材所涉及的内容有更深入的理解，并附有训练自测题及答案；竞赛篇：简要介绍了国际物理竞赛、国际中学生奥林匹克物理竞赛概况、历届国际中学生奥林匹克物理竞赛成绩及部分竞赛题选解，介绍了第五届全国中学生物理竞赛预赛第一试试题与1988年全国及上海市中学生物理竞赛试题与普通高等学校统一招生考试全国及上海试题，还介绍了我国台湾省高中物理高考指导题选。竞赛题与试题均附有答案。

本书集深化与辅助课堂教学，指导学科活动和辅导物理竞赛于一体，是一本较好的中学生课外读物。

编委会成员

常务编委

过传忠	许镇国	张茂昌
顾朝晶		

编委

叶正青	李雄豪	刘钝文
陈国强	何慧湘	周建英
唐文钧	沈子为	

序

由全国政协副主席、著名数学家、教育家苏步青题写书名，上海中学、华东师大二附中、复旦附中和南洋模范中学四所重点中学联合编写的《精英学习丛书》正式出版了。这是特地为广大中学生、特别是高中生提供的一套学习辅导读物，它以九十年代的最新面貌呈现在读者面前。

社会主义祖国的“四化”大业，呼唤着大批有理想、有道德、有文化、有纪律的“精英”人才的涌现，而精英人才则需要精英文化的哺育。立志将来成为精英人才的中学生，现在就需要如饥似渴地学习。列宁说过：“只有用人类创造的全部知识财富来丰富自己的头脑，才能成为共产主义者。”这套《精英学习丛书》将为你提供精粹的丰富的养料，成为你不断进取的良师益友。

《精英学习丛书》与中学学科教育有着密切的联系，是课堂教学的进一步巩固、充实、开拓与深化。它紧扣学科特点，力求从新的角度来讲解知识，为你提供训练途径，教给你一些学习经验和方法，帮助你领会学习规律、触类旁通、举一反三，从而达到提高应用能力和自学能力。

《精英学习丛书》努力反映有关领域的研究新成果，以简短的篇幅来传播与学科有关的信息，并使你从中感受到读书之乐趣。读了这套丛书，对正课学习、参加考试和竞赛，自会得到辅导和帮助；而对开阔眼界、活跃思维、提高素质，则更是

不无裨益。

《精英学习丛书》按计划先出语文、数学、外语、物理、化学、生物六门学科分册。约请上海中学、华东师大二附中、复旦附中和南洋模范中学的特级教师、高级教师和有经验的教师编写。本书的编写体例完全是一种新的尝试，考虑不周之处，尚祈读者批评指正。

《精英学习丛书》编委会

1990年5月

前 言

为适应高中学生进一步提高学习质量和能力的要求，向渴求知识的学生提供课外阅读与指导，我们编写了这套丛书。全书分语文、数学、外语、物理、化学、生物，其六个分册。物理分册由以下三篇组成。

一、揽胜篇：本篇从学科的广度上，向读者介绍物理学科的历史、结构、发展等方向的知识，使同学们对本学科有一个较系统的全貌概念，同时也向读者提供一些学科学习的经验与方法。

二、开拓篇：本篇从学科的深度上，针对本学科教材的实际，予以一定程度的深化和补充，同时介绍一些本学科有关实验，并附有练习，供熟练掌握知识与训练能力之用。

三、竞赛篇：本篇提供一系列着眼于智能开发的测试题和各种层次的竞赛题，并附以答案及提示，供学生水平测试与参加竞赛作准备。

本书集深化与辅助课堂教学，指导学科活动和辅导物理竞赛于一体，是一本较好的中学生课外读物。

本册由许镇国、张茂昌、陈心田、周洪林、倪恩、周茂林老师编写。许镇国、张茂昌老师负责统稿。

由于时间仓促，疏漏之处在所难免，请读者批评指正。

目 录

序

前言

揽胜篇.....	1
一、力学	2
二、热学	6
三、电学	8
四、磁学	11
五、光学	14
六、原子结构、原子核	18
开拓篇	21
力和物体的平衡	22
物体的机械运动	38
牛顿定律	54
动量和动量守恒定律	73
机械能	91
振动与波	108
气体性质	126
静电场	147
稳恒电流	167
磁场	192

电磁感应.....	217
交流电.....	239
电磁振荡和电磁波.....	252
几何光学.....	266
物理光学.....	281
原子结构、原子核.....	298

竞赛篇.....323

一、寄语物理竞赛参赛者	324
二、国际中学生奥林匹克物理竞赛简介	330
三、国际物理竞赛大纲	332
四、历届国际中学生奥林匹克物理竞赛成绩表	334
五、历届国际中学生奥林匹克物理竞赛赛题选解	335
六、第五届全国中学生物理竞赛预赛第一试 试题与答案	349
七、1988 年上海市中学生物理竞赛(初赛)试 题与答案	367
八、1988 年全国普通高等学校招生统一考试 物理试题与答案	381
九、1988 年全国普通高等学校招生统一考试 上海物理试题与答案	394
十、1988 年台湾省高中物理高考指导试题选 编与答案	408

揽胜篇

一、力 学

由于力学的研究对象(机械运动)是物体之间或物体内部各部分之间相对位置的变化,这种运动具有较大的直观性和普遍性,因此,力学的形成和发展源远流长,力学是物理学的一门成熟得最早的分科。

早在四千多年前,我国勤劳智慧的人民就开始造车、船和耕作机械等,并积累了相当丰富的力学知识。

战国时代(公元前四世纪)的墨子及以他为代表的学派(墨家),首先提出了关于力的概念,在《墨经》中初步阐明了运动的相对性、力和运动的关系、杠杆平衡条件以及滑轮等基本原理。《墨经》是世界上最早的一部论述力学原理的著作。其后的《考工记》、《论衡》、《天工开物》、《梦溪笔谈》等对于力学知识都有相当多的记载。

我们的祖先还创造了很多应用力学原理制成的工具,在建筑、水利、机械等工程方面作出了名垂史册的卓越贡献。如伟大的万里长城、号称世界第八奇迹的秦始皇陵兵马俑坑、至今仍誉满世界和叹为观止。二千多年前秦代李冰父子修建的都江堰至今在农业生产上仍发挥着重大作用。在机械工程方面,两汉时期文献所记载的指南车和利用惯性原理的离心抛石机、记里鼓车等早就广泛流传应用,还有汉代张衡的地震仪、宋代的火箭等等,充分说明我国人民具有高度的聪明才智和丰富的发明创造能力。但是,由于受到长期的封建社会制度的束缚,虽然在力学的应用方面取得了辉煌的成就,可是未能总结出完善的系统理论。

在墨子之后的二百多年时,希腊的阿基米德(公元前 287

~212) 也研究了杠杆问题, 并证明了杠杆定律, 发现了浮力定律, 研究了物体的重心问题, 总结了古代人们在静力学方面的知识, 奠定了静力学的基础。阿基米德是力学这门科学的创始人。

16、17 世纪, 资本主义生产方式兴起, 海外贸易和扩张刺激了航海工业, 提出了对天文学作系统观测的迫切需要, 天文学的发展还为力学找到了一个最理想的最大的“实验室”, 这就是整个天体。第谷·布拉赫以毕生精力采集了火星星辰的观测数据。在此基础上, 开普勒于 1609 年和 1619 年先后提出了行星运动的三条规律, 即开普勒三定律。

17 世纪, 力学进入了一个崭新阶段, 建立了完整的系统理论。在那期间, 意大利的芬奇研究了力的平衡, 引入了力矩的概念; 芬兰的史蒂芬从研究斜面问题, 得出了力的分解和合成定律; 特别是以意大利的伽利略为代表的物理学家对运动学开展了广泛研究, 得到了落体定律。不管传说中的“比萨斜塔的落体实验”是否确有其事, 伽利略无愧为一位敢于向传统观念挑战的勇士。伽利略的两部著作《关于托勒玫和哥白尼两大世界体系的对话》(1632 年) 和《关于力和运动两种新科学的谈话》(1638 年), 为力学的发展奠定了思想基础。伽利略的高明之处还在于凭借数学的推理, 将落体实验转化成斜面实验, 从而有可能精确地测量路程和时间的关系, 作出判决性的实验结论。依据大量实验, 结合数学的分析、归纳和演绎, 确定科学的定律, 这是伽利略研究方法的精髓。正如爱因斯坦在《物理学的进化》中评论的: “伽利略的发现以及他所应用的科学推理方法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”。自从伽利略倡导了物理学中的实验精神, 力学才开始作为一门系统的、独立的科学而发展起

来。

在伽利略逝世的1642年,英国的物理学家兼数学家牛顿诞生于林肯郡的伍尔索普。在1660年,他进入剑桥大学三一学院念书,在那里,他已经想到他的一些最伟大的发现的初步观念。牛顿在1666年说:“我开始想到把重力推广到月球的轨道上,……因而把维持月球在它的轨道上所需要的力和地球表面的重力作了比较”。随后,牛顿集以前众多科学家的力学成就,再根据他自己的观察和实验,运用概括、抽象、判断和推理的方法,总结出了著名的三条运动定律和万有引力定律。牛顿的《自然哲学的数学原理》(1687年)提出了系统的力学理论,从此,牛顿力学即经典力学成了自然科学中最先成熟的一门主导学科。

17世纪中叶,还在牛顿运动定律建立之前,许多人就开始探求在物体相互作用时,哪些物理量是守恒的,并企图用这样的物理量来作为机械运动的一般量度。因此,碰撞问题成了科学界共同关心的课题。

1668年伦敦新成立的皇家学会就这个问题悬奖征文,要科学家们研究碰撞定律。当时有三个人应征,他们都系统地总结了各自独立进行的工作。瓦利斯讨论的是非弹性物体的碰撞。他认为碰撞中起决定作用的是动量 mv ,在碰撞前后,动量应保持不变。伦恩和惠更斯讨论的是弹性碰撞。惠更斯从惯性定律和相对性原理出发,不但得到了动量守恒定律,还提出了动量的矢量性。以后在弹性体碰撞的研究中,人们又发现 mv^2 这个量守恒,因而又引出了动能概念。

18世纪,人们进一步建立了功的概念,并且发现了机械能守恒定律。当然,由于当时生产水平的限制,人们还只局限在机械运动的范围内来认识有关功和动能的概念,所以对它

们的意义不可能有十分清楚的理解。例如，当时对于 mv 和 mv^2 两个物理量中究竟哪一个是机械运动的真正量度的问题就争论了几十年。

19 世纪，机器代替了手工业生产，随着机器生产的发展，新的动力的发现和利用，才使人们逐渐深入地认识到各种运动形式之间的相互转换的关系。在定量研究各种运动形式的转化过程时，人们认识到一个作为运动一般量度的物理量——能量，并引出了能量守恒定律。被公认是第一个发表能量守恒定律的科学家是德国医生、物理学家迈尔。

1843 年英国的焦耳明确地指出：“自然界的能量是不能消灭的，那里消耗了机械能，总能得到相当的热量”。

1847 年德国物理学家亥姆霍兹在《论力的守恒》一文中令人信服地论述了能量守恒定律。能量守恒定律被誉为 19 世纪下半叶最有影响的自然科学三大发现中的第一项。

19 世纪末叶，人们的眼界扩大到了力学以外的更广阔的领域，认识到力学以外的多种运动，各有其固有的规律，并非牛顿力学所能全部概括，即使在力学范围内，也发现了一些新现象，为牛顿力学所不能解释。

1905 年，德国物理学家爱因斯坦在牛顿力学的基础上提出了相对论，形成了一门新的相对论力学。

1925 年又出现了由薛定谔、海森堡、狄拉克等科学家逐步创立起来的量子力学。应用相对论力学解决高速运动得到的结果与实验相符合，应用量子力学理论去解决原子、分子范围内微观物体运动规律，得到与实验符合的结果。相对论力学与量子力学一起构成了近代物理学的理论基础。相对论力学对于低速物体的运动，量子力学对于质量较大的物体的运动，都给出了与牛顿力学完全相同的结果。在通常所谓的低

速和宏观的情况下,牛顿力学是严格正确的,它在今后的科学和工程技术上仍具有重要的实用价值,本书的内容也以阐明牛顿力学中的主要物理基础为限。

二、热 学

热学研究的对象是物质中大量分子的热运动。它主要表现在物质的形态的变化(即压强、体积和温度的变化,三态的转换等)以及相伴而发生的热现象。

人类关于热现象的探求,虽可上溯到燧人氏钻木取火的远古时代,但直到十八世纪初,人类对热现象的研究才有较大的进展。其原因是

1. 蒸汽机在工业上的广泛应用,促使人们要对物质的热性质进行深入研究;

2. 建立了科学的计温学和量热学,使热现象的研究走上了科学实验的道路。

1714年德国的华伦海特(1686~1736)创立测定温度的华氏温标,使温度的测定有了一个共同的标准,不同地点所测量的温度才有了方便的比较方法。

1742年,摄尔修斯(1701~1744)以水银为测温物质,使用百度温标,当时他选定冰点为 100° ,沸点为 0° ,八年后由施勒默尔把两个定标点倒转过来,成为现今的摄氏百分温标。

1757年前后,英国布莱克(1728~1799)首先指出应把热(量)和温度两个概念区分开来。他引入了“潜热”概念,还对水的汽化热和溶解热作了测定。

法国拉瓦锡(1749~1827)和拉普拉斯(1749~1827)设

计了量热器,并测定了一些物质的比热。

研究热现象的宏观理论——热力学到19世纪后半期逐渐成熟起来。热力学第一定律就是能量守恒定律。

1842年德国医生迈尔(1814~1878)首先发表论文,认为热量是一种能量,可以与机械功相互转化。在此基础上,英国物理学家焦耳(1818~1889)用了20多年时间,进行了多种多样的实验,测定了热功当量。焦耳的实验最后确立了能量转换与守恒定律。

克劳修斯和开尔文分别于1850和1851年独立地提出了热力学第二定律。按照克劳修斯的说法,热量不能自发地从低温物体传到高温物体。热力学第一定律和第二定律的建立使热力学成为一门完整的科学,但对于热的本质、热是一种什么运动形式等根本问题仍然没有明确的回答。

英国植物学家布朗首先发现了悬浮在液体中的花粉粒子所作的无规则运动。

在热力学发展的同时,即19世纪中期,关于热现象的微观理论——分子运动论也开始了飞跃地发展。为了改进热机的设计,对热机的工作物质——气体的性质进行了广泛的研究。分子运动论便围绕着气体的性质的研究发展起来。

克劳修斯首先从分子运动论的观点推导出了玻意耳定律,麦克斯韦最初应用统计概念研究分子的运动,得到了分子运动速度分布定律,玻耳兹曼认识到统计概念的深刻含义,从而给出了热力学第二定律的本质解释。此后,吉布斯发展了麦克斯韦和玻耳兹曼理论,建立了热现象的完整的微观理论——统计物理学。

热力学与统计物理学的发展史告诉我们:它们在人类认识自然界的热运动规律方面是相辅相成的,两者只是从宏观