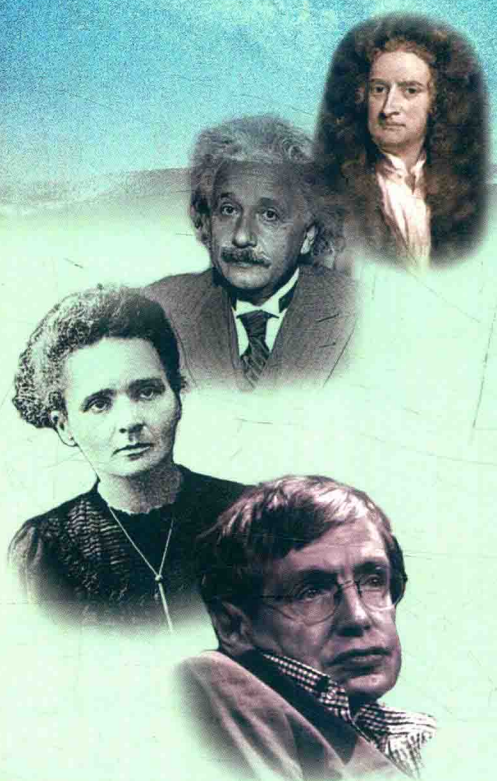


# 物理学简史

WULIXUE JIANSHI

杨澍清 主编

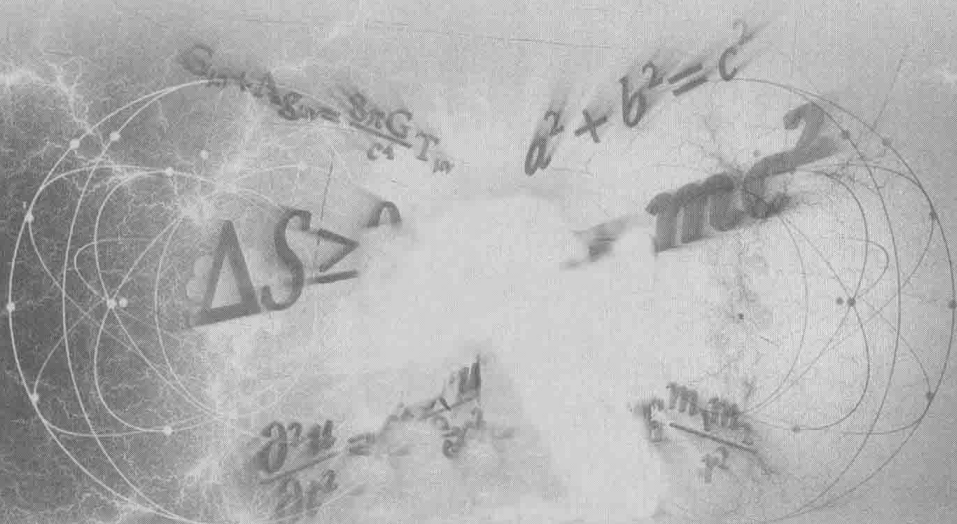


甘肃人民出版社

# 物理学简史

WULIXUE JIANSI

主编：杨澍清



甘肃人民出版社

图书在版编目 ( C I P ) 数据

物理学简史 / 杨澍清主编. — 兰州 : 甘肃人民出版社. 2017.9

ISBN 978-7-226-05204-4

I. ①物… II. ①杨… III. ①物理学史 IV.  
①04-09

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第239852号

出 版 人:王永生  
责任编辑:牟克杰  
封面设计:陈 珂

物 理 学 简 史

杨澍清主编

甘肃人民出版社出版发行

(730030 兰州市读者大道568号)

甘肃新新包装彩印有限公司

开本880毫米×1230毫米 1/32 印张6.25 插页:2 字数164千

2017年11月 第1版 2017年11月第1次印刷

印数:1~500

ISBN 978-7-226-05204-4 定价: 48.00 元

编委：焦世骧 杨澍彦 张金虎

张国钧 康永红 李小玲

## 前言

物理学史是人类对自然界各种物理现象的认识史,研究物理学发生和发展的基本规律、物理学概念和思想的发展和变革。物理学史既有专业物理知识,又有科学规律与方法的逐渐完善与深化,同时也结合了科学、技术和社会来进行融合,在千百年来的历史积淀中,提升了人们的情感、态度和价值观,对人类社会的发展起到了不可估量的作用。

《高中物理课程标准》明确提出,高中物理课程旨在进一步提高学生的科学素养,从知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观三个维度培养学生,通过学习发展必备的物理基础知识和技能,掌握科学探究方法,养成良好的思维习惯,发展自主学习能力,发展好奇心与求知欲,发展科学探索兴趣,能运用物理知识和科学探究方法解决一些问题。教育学生具有坚持真理、勇于创新、实事求是的科学态度与科学精神,具有振兴中华、将科学服务于人类的社会责任感。

中学物理教学要让学生经历科学探究过程、了解物理学研究方法、理解物理学的发展历史,从物理学发展的历

程中领悟到科学事业的本质特性，体会物理学对经济和社会发展的贡献，深刻地理解物理学与人的存在之关系以及科学的发展对人的精神世界的影响，逐步形成科学态度和科学精神。而物理学史集中地体现了人类探索和逐步认识物理世界的现象、特性、规律和本质的历程，在高中物理中加强物理学史教育，展现历史上物理学家探索物理世界奥秘的艰辛历程，以其中的欢乐、困惑、惊奇和哲理去感染学生，把物理知识的逻辑展开与物理学认识的历史发展有机结合起来，将物理教学过程设计成为“凝固的文化激活”的过程，把文化传播和学习演化成为历史上的创造者与今天的学习者之间的对话，让学生以物理学家认识世界的本来面目去认识世界，确立物理学的历史意识，在获得物理知识的同时，全面提高学生的综合素质。所以，新课程背景下，物理学史有重要的教育意义，是一份值得挖掘的教育财富。

2017年5月

# 目 录

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第一章 力学 .....              | 1  |
| 第一节 力学发展史概述 .....         | 2  |
| 一、古代、中世纪人类在力学方面的研究 .....  | 2  |
| 二、十六—十八世纪经典力学的发展与完善 ..... | 4  |
| 三、近现代力学的进一步发展与应用 .....    | 6  |
| 第二节 力学著名物理学家 .....        | 11 |
| 阿基米德 .....                | 11 |
| 伽利略 .....                 | 14 |
| 开普勒 .....                 | 17 |
| 胡克 .....                  | 17 |
| 牛顿 .....                  | 18 |
| 卡文迪许 .....                | 21 |
| 第三节 力学经典实验与方法 .....       | 23 |
| 一、伽利略的科学研究方法 .....        | 23 |
| 二、卡文迪许的扭秤实验 .....         | 24 |
| 第二章 热学 .....              | 26 |
| 第一节 热学发展史概述 .....         | 27 |
| 一、十七世纪末到十九世纪中叶 .....      | 29 |
| 二、十九世纪中到十九世纪七〇年代末 .....   | 31 |
| 三、十九世纪七〇年代末到二十世纪初 .....   | 35 |
| 四、二十世纪三〇年代至今 .....        | 37 |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 第二节 热学著名物理学家 .....              | 37 |
| 焦耳 .....                        | 37 |
| 开尔文 .....                       | 40 |
| 鲁道夫·克劳修斯 .....                  | 44 |
| 玻尔兹曼 .....                      | 48 |
| 詹姆斯·瓦特 .....                    | 52 |
| 萨迪·卡诺 .....                     | 57 |
| 范·德·瓦耳斯 .....                   | 59 |
| 玻意耳 .....                       | 61 |
| 查理 .....                        | 64 |
| 第三节 热学经典实验与方法 .....             | 65 |
| 一、伦福德钻孔实验 .....                 | 65 |
| 二、焦耳定律 .....                    | 66 |
| 三、热功当量的测定 .....                 | 66 |
| 第三章 电磁学 .....                   | 68 |
| 第一节 电磁学发展史概述 .....              | 68 |
| 一、古代人类对电现象与磁现象的初步发现和研究 .....    | 68 |
| 二、文艺复兴时期电学与磁学的独立发展和丰富研究成果 ..... | 69 |
| 三、十八世纪电与磁相互联系、相互作用的深入研究 .....   | 70 |
| 四、十九世纪经典电磁理论体系的创建与统一场论的发展 ..... | 74 |
| 第二节 电磁学著名物理学家 .....             | 77 |
| 库仑 .....                        | 77 |
| 高斯 .....                        | 79 |
| 奥斯特 .....                       | 81 |
| 安培 .....                        | 83 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 欧姆 .....                      | 87  |
| 毕奥 .....                      | 88  |
| 菲利克斯·萨伐尔 .....                | 91  |
| 迈克尔·法拉第 .....                 | 92  |
| 楞次 .....                      | 97  |
| 麦克斯韦 .....                    | 99  |
| 赫兹 .....                      | 102 |
| 洛伦兹 .....                     | 105 |
| 第三节 电磁学经典实验与方法 .....          | 110 |
| 一、库仑扭秤实验——库仑定律 .....          | 110 |
| 二、奥斯特、安培实验——安培定律 .....        | 111 |
| 三、法拉第实验——电磁感应定律 .....         | 113 |
| 四、麦克斯韦电磁场理论——电磁学实验的理论升华 ..... | 113 |
| 五、赫兹电磁波实验——理论回归实践的升华 .....    | 114 |
| 第四章 近代物理学 .....               | 117 |
| 第一节 近代物理发展史概述 .....           | 118 |
| 一、光学简史 .....                  | 118 |
| 二、相对论简介 .....                 | 126 |
| 三、量子力学 .....                  | 135 |
| 第二节 近代物理著名物理学家 .....          | 146 |
| 伦琴 .....                      | 147 |
| 贝克勒耳 .....                    | 149 |
| 玛丽·居里 .....                   | 149 |
| 汤姆孙 .....                     | 150 |
| 卢瑟福 .....                     | 151 |
| 玻尔 .....                      | 153 |
| 普朗克 .....                     | 153 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 爱因斯坦 .....                  | 154 |
| 德布罗意 .....                  | 156 |
| 薛定谔 .....                   | 157 |
| 第三节 近代物理实验与方法 .....         | 159 |
| 一、紫外灾难 .....                | 159 |
| 二、卢瑟福和 $\alpha$ 射线的研究 ..... | 160 |
| 三、光电效应 .....                | 163 |
| 四、康普顿效应 .....               | 165 |
| 五、薛定谔的猫 .....               | 167 |
| 附录一 引力波 .....               | 170 |
| 附录二 第六感 .....               | 184 |

# 第一章 力学

力学知识最早起源于对自然现象的观察和在生产劳动中的经验。人们在建筑、灌溉等劳动中使用杠杆、斜面、汲水器具,逐渐积累起对平衡物体受力情况的认识。古希腊的阿基米德对杠杆平衡、物体重心位置、物体在水中受到的浮力等做了系统研究,确定它们的基本规律,初步奠定了静力学即平衡理论的基础。古代人还从对日、月运行的观察和弓箭、车轮等的使用中了解一些简单的运动规律,如匀速的移动和转动。但是对力和运动之间的关系,只是在欧洲文艺复兴时期以后才逐渐有了正确的认识。中国古代许多有关力学理论的研究成果,以及西方古代关于力学问题的研究,对经典力学的建立和发展都直接或间接地产生了影响。特别是对阿基米德等人建立的静力学理论的继承和发展,对亚里士多德运动理论的检验和修正,成为经典力学研究的重要起点。牛顿在总结前人,特别是开普勒、斯台文、伽利略等人的工作的基础上,建立了经典力学体系,实现了物理界中第一次理论大综合。

力学发展在历史年代顺序上和学科逻辑顺序上大体相同,这种发展反映出人类认识由简单到复杂逐步深化的过程。牛顿运动定律的建立是力学发展过程中的重要里程碑。经典力学从此奠定基础并根据学科自身的逻辑规律发展着。

## 第一节 力学发展史概述

力学史,是力学的一个分支,也是科学史的一个分支,它是记述和研究人类从自然现象和生产活动中认识和应用物体机械运动规律的历史。力学发展在历史年代顺序上和学科逻辑顺序上大体相同,这种发展反映出人类认识由简单到复杂逐步深化的过程。牛顿运动定律的建立是力学发展过程中的重要里程碑。经典力学从此奠定基础并根据学科自身的逻辑规律发展着。在近代和现代,力学随着研究内容的深入和研究领域的扩大逐渐形成各个分支,近年来又出现了跨分支、跨学科综合研究的趋势。力学的发展是分析和综合相结合的过程。从总的发展趋势来看,牛顿运动定律建立以前力学研究的历史大致可分为两个时期:①古代,从远古到公元5世纪,对平衡和运动有初步的了解;②中世纪,从6世纪到16世纪,这个时期对力、运动以及它们之间的关系的认识已有进展,为牛顿运动定律的建立作了准备。牛顿运动定律的建立和从此以后力学研究的历史大致可分为四个时期:①从17世纪初到18世纪末,经典力学的建立和完善化;②19世纪,力学各主要分支的建立;③从1900年到1960年,近代力学,它和工程技术特别是航空、航天技术密切联系;④1960年以后,现代力学同计算技术和自然科学其他学科广泛结合。当然,各个时期的分界年代并不是绝对的。

### 一、古代、中世纪人类在力学方面的研究

人类最早的力学知识是从对自然现象的观察和生产劳动中获得的。比如,杠杆、滑轮的使用可以追溯到原始人时期。

中国古代张衡地动仪原理,据学者们考证,张衡在当时已经利用了力学上的惯性原理,“都柱”实际上起到的正是惯性摆的作用。

古代对机械运动的描述只限于匀速直线和匀速圆周运动,亚里士多德认为行星轨道应是最完美的曲线——圆。托勒密在《天文学大成》(公元140年左右)的地心说中,认为太阳绕地球作匀速圆周运动,行星又绕太阳作匀速圆周运动;至于运动和力的关系,古代尚无正确的认识。

古代的建筑工程和器物制造反映出当时的力学水平。阿基米德制造过能牵动船只的机械、水车用的螺旋、表示日月运行的机构,但他认为这不能和纯科学相提并论。

古代最早的物理学体系是亚里士多德系,物理学这门学科的名称就是由亚里士多德创立的。在亚里士多德的《物理学》中,主要讨论运动(产生和消灭)、空间和时间以及事物变化的原因等物理世界的根本原理,应该说,亚里士多德是比较系统和深入研究运动及有关的时间、空间的第一人。

阿基米德是古希腊继亚里士多德之后又一科学巨匠,他从生产实践出发,运用数学的方法建立起静力学,被誉为“力学之父”。阿基米德在力学上的贡献主要是严格地证明了杠杆定理和浮力定律。这是从经验知识走向定律建立的重大飞跃。

中世纪,欧洲的科学受到神学的束缚,进展很慢。限于当时历史条件不完整的认识,其中包括亚里士多德有推动才有运动的观点和托勒密的地心学说,这些都成为阻碍科学进步的教条。

欧洲科学的回升在文艺复兴时代。这时资本主义的生产方式已逐渐形成并开始发展。远洋航行和探险事业应运而生。物质生产的需求推动科学技术的进步。在力学方面,达·芬奇研究过斜抛体和自由落体的运动,以及摩擦对物体运动的影响,还做过铁丝的拉伸强度试验。乌巴尔迪在其《力学卷》(1577)利用虚速度列出平衡条件。

## 二、十六—十八世纪经典力学的发展与完善

近二百年中,欧洲的资本主义生产方式陆续取代了封建的生产关系。商业和航海的迅速发展,需要科学技术。F.培根所倡导的实验科学开始兴起,技术上工匠传统和学者传统结合起来了。17世纪中叶,欧洲各国纷纷成立科学院,创办科学期刊。航海需要天文观测,好几个国家悬赏征求解决经度的测定问题,天文观测和对天体运行规律的研究受到重视。哥白尼的《天体运行论》出版(1543)后,日心说冲击着托勒密的地心说。从力学学科本身说,天体的受力和运动比地上物体的受力和运动单纯,天文观测比当时地面上实验室更便于揭示力和运动之间的关系。由于这些原因,力学中的规律往往首先在天体运行研究中被发现。

伽利略对动力学的主要贡献是他的惯性原理和加速度实验。他研究了地面上自由落体、斜面运动、抛射体等运动,建立了加速度的概念并发现了匀加速运动的规律。他采用科学实验和理论分析相结合的方法,指出了传统的亚里士多德的运动观点的错误,并竭力宣扬日心说。他在1638年出版的《关于两门新科学的谈话和数学证明》是动力学的第一本著作。C.惠更斯在动力学研究中提出向心力、离心力、转动惯量、复摆的摆动中心等重要概念。开普勒根据第谷的30年天文观测资料总结出行星运动的三定律(1609,1619)。I.牛顿继承和发展了这些成果,提出了物体运动定律和万有引力定律。他的成就在1687年出版的《自然哲学的数学原理》中。他在本书中给出的运动三定律是:①第一定律:任何一个物体将保持它的静止状态或作匀速直线运动,除非有施加于它的力迫使它改变此状态。②第二定律:物体运动量的改变与施加的力成正比,并发生于该力的作用线方向上。③第三定律:对于任何一个作用必有一个大小相等而方向相反的反作用。第一定律在伽利略著作中已有叙述,1644年R.笛卡儿在形式上又作过改进。第三定律是牛顿总结C.雷恩、J.沃利斯和惠更斯等人的

结果得出的。牛顿的万有引力定律是他在 1665—1666 年开始考虑,后来在 R.胡克 1679 年的建议启发下得出的。

牛顿运动定律是就单个自由质点而言的,J.le R.达朗伯把它推广到受约束质点的运动。J.-L.拉格朗日进一步研究受约束质点的运动,并把结果总结在他的著作《分析力学》(1788 年初版)中,分析力学从此创立。在此以前,L.欧拉建立了刚体的动力学方程(1758)。至此以质点系和刚体的运动规律为主要研究对象的经典力学臻于完善。在这发展过程中,有限自由度运动和振动的理论稍后于弹性弦和杆的振动理论,这是历史顺序和逻辑顺序少有的不一致,其原因是弹性振动研究是由声学促进的。1787 年克拉尼做了杆和板振动模态的实验。1788 年拉格朗日的《分析力学》中对有限自由度微振动已有完整的论述,后来,K.维尔斯特拉斯于 1858 年和 O.И. 索莫夫于 1859 年分别指出了其中的缺陷。

欧拉是继牛顿以后对力学贡献最多的学者。除了对刚体运动列出运动方程和动力学方程并求得一些解外,他对弹性稳定性做了开创性的研究,并开辟了流体力学的理论分析,奠定了理想流体力学的基础,在这一时期经典力学的创建和下一时期弹性力学、流体力学成长为独立分支之间,他起着承上启下的作用。达朗伯也研究流体的运动,得到运动物体受到的流体阻力为零的结论,即达朗伯佯谬。牛顿关于阻力的公式(1723)、达朗伯佯谬(1752)以及它们和流体阻力实验结果之间的差别,很长时期内推动流体力学的研究,促进了下一时期流体力学分支的产生。

静力学和运动学可以看作是动力学的组成部分,但又具有独立的性质。它们是在动力学之前产生的,又可看作是动力学产生的前提。斯蒂文从“永久运动不可能”公设出发论证力的平行四边形法则,他还在前人用运动学观点解释平衡条件的基础上,得到虚位移原理的初步形式,为拉格朗日的分析力学提供依据。G.P.de 罗贝瓦尔证明

了一般情况下的平行四边形法则。P.伐里农发展了古希腊静力学的几何学观点,提出力矩的概念和计算方法(1687)并用以研究刚体平衡问题。力系的简化和平衡的系统理论,即静力学的体系的建立则是L.潘索在《静力学原理》(1803)一书中完成的。书中提出力偶的概念并阐明它的性质,对长期得不到解决的罗贝瓦尔的天秤平衡问题作出解答。在运动学方面,在伽利略提出加速度以后,惠更斯考虑点在曲线运动中的加速度。刚体运动学的研究成果则属于欧拉、潘索。虽然平面图形的位移可分解为平移和转动这一命题早已为帕普斯所知,可是刚体一般运动可分解为平移和转动这一定理,则是M.夏莱在1830年给出的。G.G.科里奥利指出旋转参考系中存在附加加速度(1835)。物理学家A.-M.安培提出“运动学”一词,并建议把运动学作为力学的独立部分(1834)。这些已是19世纪的事了。到此,力学明确分为静力学、运动学、动力学三部分。

### 三 近现代力学的进一步发展与应用

20世纪上半叶,物理学发生巨大变化。狭义相对论、广义相对论以及量子力学的相继建立,冲击了经典物理学。前两个世纪中以力学模型来解释一切物理现象的观点(即唯力学论、旧译机械论)不得不退出历史舞台。经典力学的适用范围被明确为宏观物体的远低于光速的机械运动,力学进一步从物理学分离出来成为独立的学科。

这半个多世纪中力学的主要推动力来自以航空事业为代表的近代工程技术。1903年莱特兄弟飞行成功,飞机很快成为交通工具。1957年人造地球卫星发射成功,标志着航天事业的开端。力学解决了飞机、航天器等各种飞行器的空气动力学性能问题、推进器的叶栅动力学问题、飞行稳定性和操纵性问题以及结构和材料强度等问题。在航空和航天事业的发展过程中,人们清楚地看到力学研究对于工业的先导作用。超声速飞行和航天飞行器返回地面关键问题,都是仰仗力学研究才得到解决。1945年第一次核爆炸成功,标志着核技术

时代的开始。力学解决了对猛烈炸药爆轰的精密控制、材料在高压下的冲击绝热性能、强爆炸波的传播、反应堆的热应力等问题。此外,新型材料出现如混凝土在建筑中的应用,合成橡胶和塑料的制成,都向力学提出了新的课题。

力学实验规模日益扩大,有些实验研究已不是少数人所能完成的,如做流体力学实验用的风洞、激波管、水洞、水池,做动态强度试验用的振动台、离心机、轻气炮等就需要复杂的机器设备和精密的控制测量仪表,有的还需要巨大的能源,因而需要多种技术人员协同工作。

在力学发展中,一个重要的特点是 19 世纪中叶开始的理论研究和应用研究脱节的倾向开始发生变化。19 世纪中叶侧重理论研究的水动力学和弹性力学,往往应用较深的数学而不很关心工程师们的实际运用,侧重应用研究的水力学和材料力学常用经验的或半经验的公式而不大关心力学现象的内在机理。而到了 1904 年在德国格丁根大学数学教授 F. 克莱因的倡导下成立了应用力学研究所,力求把当时称为“数学理论”的水动力学和弹性力学应用于工程实际。一个典型的例子就是 L. 普朗特为解决飞行阻力这一实际问题而创立了边界层理论。此后格丁根应用力学学派的影响遍及世界各国。

近代力学的代表人物有德国学者普朗特,美籍匈牙利学者 L. von 卡门,英国学者 G. I. 泰勒,苏联学者 Л. И. 谢多夫和中国学者钱学森,他们善于从错综复杂的自然现象、科学实验结果和工程技术实践中抓住事物的本质,提炼成力学模型,采用合理的数学工具,从而掌握自然现象的规律或者进而提出解决工程技术问题的方案,最后再和观察结果反复校核直到接近实际为止。他们这一套工作方法逐渐形成应用力学的特殊风格。

## 固体力学

由古老的材料力学、19 世纪发展起来的弹性力学和结构力学、20 世纪前期建立理论体系的塑性力学和粘弹性力学融合而成。这个