

刘监周 主编

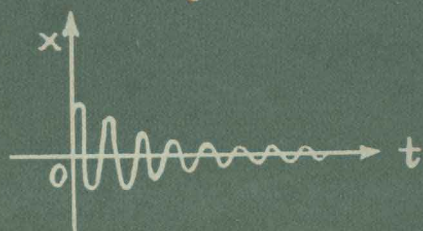
刘作喜 熊先树 副主编

高等学校文科教材

物 理 学

W U L I X U E

上 册



黑龙江科学技术出版社

高等学校文科教材

物 理 学

上 册

(修订版)

刘 监 周 主 编

刘 作 喜 副 主 编

熊 先 树

黑 龙 江 科 学 技 术 出 版 社

1987 年 · 哈 尔 滨

责任编辑：翟明秋

封面设计：洪 冰

物 理 学

（上册）

刘监周 主 编

黑龙江科学技术出版社出版

（哈尔滨市南岗区建设街35号）

依安印刷厂印刷 · 黑龙江省新华书店发行

787×1092毫米32开本8.5印张177千字

1987年6月第2版 · 1987年6月第1次印刷

印数：1—2009册

书号：13217 · 182 定价：1.75元

ISBN 7—5388—0025—5/N·4

修 订 说 明

本教材于1985年5月出版，经全国14所院校使用，普遍反映较好，但也根据各自专业的特点提出一些修改意见。根据这些意见，经国家教委文科教材办公室批准，于1986年12月修订再版。修订工作的重点是：对第一版中较繁琐的内容进行压缩和删减；增加了物理学发展的最新成果；对涉及的数学式子进行简洁的计算并附上简单的微积分表，便于文科学生使用。

参加修订工作的有四川大学刘监周（主编）、黑龙江大学刘作喜（副主编）、兰州大学熊先树（副主编）、武汉大学汤艳芬、湘潭大学吴孝云、西北大学窦育男、辽宁大学郑桂和。修订稿经过成都电讯工程学院谢元惠教授审阅。

前 言

教育部于1982年4月在成都召开全国高等学校哲学系物理学教学大纲及教材讨论会，会上确定了教学大纲。根据大纲要求，四川大学等十院校合编了教材试用本。各院校试用一年后，根据综合性大学哲学、经济、法律等不同科系的要求，进行了综合修改，并由四川大学刘监周统编。1984年5月召开定稿会，决定全书分上下两册，报教育部文科教材办公室审定后交出版社正式出版。

本教材的主要特点是：①注意介绍必要的系统物理知识，针对文科特点，加强基本概念和基本理论的定性阐述，避免复杂的数学推导；②对于物理学发展史、科学家的重要发现及物理学与哲学的关系进行了相应的叙述；③书中简要介绍了物理学的新成就，便于学生开拓视野，了解物理学的进展。

参加本书编写的有四川大学刘监周、吴瑞贤，黑龙江大学刘作喜，兰州大学熊先树、聂华林，武汉大学汤艳芬、湘潭大学吴孝云，西北大学窦育男，西北政法学院冯光星、张周志，辽宁大学郑桂和，厦门大学林学仁，吉林大学王向群，由刘监周主编。

本教材缺点和不足之处在所难免，敬希读者批评指正。

编 者

目 录

绪 论

§0—1	物理学研究对象和方法	1
§0—2	物理学发展简史	3
§0—3	物理学与哲学的关系	7
§0—4	物理学与生产技术的关系	8

第一篇 力学

引 言

第一章 质点运动学

§1.1—1	参考系和坐标系 质点	13
§1.1—2	位移 速度 加速度	15
§1.1—3	直线运动	23
§1.1—4	抛射体运动	27
§1.1—5	圆周运动	29
习 题		32

第二章 质点动力学

§1.2—1	牛顿运动三定律	36
§1.2—2	万有引力定律	42
§1.2—3	动量定理 动量守恒定律	52
§1.2—4	惯性系和非惯性系	58
§1.2—5	经典力学的适用范围	63

习 题	65
-----------	----

第三章 功和能

§1.3—1 功 功率	68
-------------------	----

§1.3—2 动能 动能定理	72
----------------------	----

§1.3—3 势能 机械能守恒定律	77
-------------------------	----

§1.3—4 能量守恒和转化定律	84
------------------------	----

习 题	86
-----------	----

第四章 刚体的转动

§1.4—1 刚体运动学	88
--------------------	----

§1.4—2 刚体的定轴转动 转动定理	90
---------------------------	----

§1.4—3 角动量 角动量守恒定律	96
--------------------------	----

习 题	101
-----------	-----

第五章 振动和波

§1.5—1 简谐振动	103
-------------------	-----

§1.5—2 阻尼振动 受迫振动	108
------------------------	-----

§1.5—3 谐振动的合成	110
---------------------	-----

§1.5—4 机械波的产生和传播	112
------------------------	-----

§1.5—5 简谐波的表示式	117
----------------------	-----

§1.5—6 波的干涉和衍射	120
----------------------	-----

§1.5—7 多普勒效应	124
--------------------	-----

习 题	125
-----------	-----

第二篇 分子物理学和热力学

引 言

第一章 气体分子运动论

§2.1—1 平衡态 状态参量	133
-----------------------	-----

§2.1—2	理想气体状态方程	134
§2.1—3	分子运动论的实验基础 理想气 体的微观模型	137
§2.1—4	气体的压强公式	139
§2.1—5	气体分子的平均平动动能与温度 的关系	141
§2.1—6	理想气体的内能	143
§2.1—7	气体分子速率分布律	147
习 题		154
第二章 热力学基本定律		
§2.2—1	热力学第一定律	157
§2.2—2	热力学第一定律对理想气体的应用 ..	162
§2.2—3	循环过程 卡诺循环	167
§2.2—4	热力学第二定律	171
§2.2—5	熵	178
§2.2—6	“三论”	185
§2.2—7	热力学第三定律	191
习 题		194
第三章 物态及相变		
§2.3—1	物质的聚集态	197
§2.3—2	相变	202
习 题		209

第三篇 电磁学和光学

引 言

第一章 静电场

§3.1—1	电荷及其相互作用	218
§3.1—2	电场 电场强度	223
§3.1—3	电位移 电通量 高斯定理	229
§3.1—4	静电场的环路定律 电势	234
§3.1—5	静电场中的导体和电介质	242
习 题		250
附录 I	导数和积分表	253
附录 II	习题答案	258

绪 论

§0—1 物理学研究对象和方法

自然科学，包括物理学在内，都是以研究物质世界的客观属性和运动规律为对象的。物质世界广阔无垠，大至日月星辰，小到原子、电子，也包括光和其它电磁辐射等。凡存在于人们意识之外的所有客观存在都是物质。一切物质都处在永恒的运动中，自然界一切现象都是物质的各种不同运动形式的表现。运动是物质的存在形式，是物质的固有属性。

物质的各种不同运动形式，都有自己的特殊规律。不同的学科是以不同的运动形式为研究对象。物理学是研究物质的最基本、最普遍的运动形式，它包括机械运动（即位置变动）；热运动（即有关热现象）；电磁运动（光现象也属于电磁运动）；原子和原子核内部运动和其它微观现象等，这些运动都是存在于一切复杂的运动形式之中。

复杂的运动形式，有化学的、生物的和社会的等等。这些运动形式是其它科学，如化学、生物学、政治经济学等的研究对象。复杂的运动形式有其特殊的规律性，不能把它们完全还原为简单的基本运动形式。但是它们却不能脱离基本运动形式规律的基础。例如，地球上或天空中一切物体不论它们的化学性质如何，有无生命，都遵从物理学中的万有引力定律；一切化学的或生物的过程都遵从物理学中所确立的

能量守恒和转换定律。由此可知，在各种自然科学中，物理学是最基本的学科，物理学所研究的规律具有极大的普遍性，物理学知识是研究一切科学和技术所不可缺少的基础。

自然界的一切现象和规律是完全可以认识的，而正确的科学的认识法则是实践——理论——实践的法则。物理学的研究也是遵循这种法则进行的。具体地说：物理学的研究方法是观察、实验、假说和理论的运用过程。由此表明，物理学以实验为基础，通过实验检验以建立和改进理论。

观察和实验是一类过程。观察是在自然条件下的观测；实验是在人为条件下的现象重演。前者如天文观测、气象观测等；后者是实验室中进行的各种实验。假说和理论则是在观察和实验的基础上进一步概括思维过程。

进行思维的第一步，常是建立一个与实际情况相差不大的理想模型来进行研究。这样就能抓住主要矛盾，使问题易于解决。如研究物体移动时把物体当成点状物，称为质点；而研究物体转动时，又把物体看成绝对不变形的物块——刚体。

在从观察和实验资料上探寻规律的过程中，常提出一种假设性的见解来说明现象的共同本质，这就是假说。已提出的假说在进一步的实验材料中或者被否定而取消，或者被修改，或者被肯定。如果在一定范围内经过不断考验，肯定为正确的，这种假说最后就上升为定律或理论的一部分。如热学中的分子运动论，最初是以假说形式提出的，后来在许多实验现象中得到证实，就成为正确的理论。

物理定律一般是实验事实的总结。它们是用语言形式或数学形式来说明现象在质与量两方面所存在的规律。物理理

论则是根据已有的定律概括成为更为广泛的系统化的知识。科学的理论不仅能够解释众多的已知事实，并且还能预示新的事实和新的规律。

从观察、实验、假说到理论，物理学 的研究并没有结束。理论将继续在实验中被检验而得到修改和发展，有时甚至需要建立更能反映客观实际的新理论。由此可见，物理定律和理论是在一定历史阶段上对客观现实的近似的模写，这种模写随时都在改善，日益迫近于真实。列宁说：“承认理论是模写，是客观现实的近似的模写，这就是唯物主义。”（1）

§0—2 物理学发展简史

物理学 的历史发展可分为三个主要时期。一、孕育时期，二、经典物理时期，三、近代物理时期。

孕育时期 这一时期从远古到十五世纪。在此长时期里，人类在生产实践和自然观察中累积了关于自然界的具体知识。与生产水平相适应，这一时期，科学研究方法以观察和思辨为主，所得的自然科学知识常与哲学观点相联系，科学家们的自然观以唯物论和朴素的辩证法占着主导地位。

我国的墨翟（公元前468—382年）在《墨经》中有关于杠杆原理和面镜成象的科学记述，还有不少哲学辩论的记载。希腊的亚里斯多德（公元前384—322年）的著作中有关于有形物体的论述，阿基米得（公元前287—212年）对浮力作了说明。关于静电现象和静磁现象的发现也很早，如摩擦

①《列宁选集》，第二卷，第271页，人民出版社，1972年10月第2版。

起电和磁石吸铁的事实，在中外的古籍中都有记载。我国是最早制成指南针。在古代，由于农业、畜牧业和航海事业的发展，需要定历法和辨别方向，天文学也兴盛起来。

经典物理时期 欧洲经过漫长的中世纪黑暗时代，资本主义生产方式逐渐形成。新生的资产阶级，在文艺复兴的旗帜下，发动了广阔的思想解放运动。相应地，自然科学也在这场变革中发展起来。波兰天文学家哥白尼（1473—1543）以科学分析为依据提出以太阳为中心的宇宙系统（日心说），掀起了天文学上的革命。

这时，又由于工业生产的进步，能给科学研究提供新的实验工具和手段，真正的实验科学得以发展。在这样的历史条件下，物理学才从自然哲学中分化出来成为独立的科学。

从十六世纪到十九世纪末，逐渐形成经典物理的完整体系。总的说来，有助于机械运动、热运动和电磁运动研究的三大成就。研究机械运动的学问是以牛顿（1642—1727）为首建立的经典力学，这一学问能对地上物体运动和天体运动作统一解释。研究热运动的学问是统计物理和热力学。统计物理从分子运动的微观观点说明热现象，揭示了不同于力学规律的新的统计规律性。热力学以能量的宏观观点来研究热现象，其中热力学第一定律，即能量守恒和转化定律的发现，把自然界各种运动统一起来，影响极为深远。研究电磁运动的学问是电磁学和理论化的电动力学。法拉第（1791—1867）和麦克斯韦（1831—1879）在这方面作出卓越的贡献，他们分别从实验上和理论上找到电与磁以及和光之间的统一联系。

当经典物理学取得伟大胜利时，在一些物理学家中形成一种形而上学的思维方法，认为自然界是绝对不变的，自然

界的历史只是在时空中的堆砌，没有什么变化和发展。而在另一些自然科学家中，虽然能坚持唯物论；但有把一切运动都归结为机械运动的倾向，这叫机械唯物论。这种机械的、形而上学的自然观形成之时，在物理学的各部分暴露出各种矛盾。如统计规律的发现，表明物理学中存在和机械决定论不同的规律。电磁场概念的确立说明力学中的超距作用说的不适当。能量守恒和转化定律的发现更给这种自然观以很大的冲击。

近代物理时期 物理学家们的形而上学自然观还表现在对物理学发展的认识上。当经典物理取得成就，对一般的物理现象都能作出解释时，就有不少物理学家认为物理学的大厦已经落成，人们对物质世界的认识已经到了尽头，剩下的问题不过是把结果算得更精确些而已。然而，上世纪末，就有几个科学实验，经典物理不能解释。当时还认为不过是“晴空中的两朵乌云”。实际上，事态的发展，恰恰相反，在探索这几个实验事实中，竟导致了物理学的一场深刻的变革。这给形而上学的自然观以致命的打击。于是从上世纪末到本世纪，进入了近代物理发展时期。

十九世纪，欧洲资本主义生产有进一步发展，能提供的实验仪器有很大的改进，科学实验作得更为详细和精确。经典物理只认识到原子为止，误认为原子不能再分。上世纪末，实验发现电子和元素的天然放射性，揭示出原子内具有复杂结构。热辐射的实验结果在经典物理中无法解释。1900年，普朗克（1858—1947）为了解释这一结果，提出热辐射能量量子化（能量不连续）的假设，成为量子论的开端。迈克尔孙（1852—1931）和莫雷（1838—1923）的光干涉实验在经典物理中引起很大的矛盾。为了解释这一矛盾，

1905年爱因斯坦(1879—1955)创立狭义相对论,讨论了高速运动的规律。1925年左右物理上又建立了处理原子等微观问题的量子力学。量子论、量子力学和狭义相对论的发展,标志着物理学已跨入了新时代。

近代物理的重要方面是微观物理的发展。随着量子力学的建立 本世纪三十年代,人们已把原子结构问题基本上搞清楚。原子物理成为微观物理的基本理论。由它的研究,可以得到微观世界一般规律的基本特征,而原子的地位是进入微观领域的门户,所以是比较重要的。原子物理发展的同时,更向着微观的深处进军;发展了原子核物理和基本粒子物理。核物理方面,以天然放射性的研究为开端。1942年制成原子反应堆,从此人类进入了原子能时代。粒子物理一直是探索物质结构的前沿阵地。1932年发现正电子和中子,以后陆续发现大量的基本粒子。目前,世界上一些发达国家投入了大量的物力,建造高能加速器,竞相开展粒子高能物理的研究。

微观物理同时也向着广度方面发展。近几十年来,理论和实验相配合,对分子结构、固体、半导体、超导等进行研究,成就卓著。

自然科学的发展不是相互孤立的。随着研究的发展,各科之间互相交错。渗透和促进,并产生边缘学科。化学和物理关系本来就很密切,物理学在向化学渗透中产生了物理化学、量子化学等学科。生物也受到相应影响,产生了生物物理、量子生物学等学科。天文学本来和物理学关系密切,由于它的研究对象的特殊,才分出天体力学、天体物理学等学科。近年来又发展了高能天体物理学等学科。

随着人类实践的发展,物理学的内部和物理学与其它学

科之间日益分化、综合，不断深刻地揭示不同运动的联系和统一的本质，把认识逐步推进到更高的阶段。这就是物理学发展历史所揭示的辩证过程。

§0—3 物理学与哲学的关系

哲学是自然科学、社会科学和思维科学的概括和总结。物理学则是自然科学中的一个部门，研究物质运动最一般的规律，而科学研究的思维总离不开哲学。这就使物理学和哲学之间存在着密切的联系。

物理学是哲学的自然科学基础之一。随着物理学的发展，在不同时期有着不同的自然观。在古希腊时期，自然科学刚萌芽，并开始走上科学地解释自然现象的道路。此时，在哲学上出现原始的唯物论和朴素的辩证法。当自然科学各科相继成立，物理学中经典力学先成熟，这时由于各科之间的分立和机械论占着统治地位，使十七、十八世纪的唯物主义带有浓厚的机械论和形而上学的色彩。十九世纪里，物理学中热学、光学、电磁学各部分相继成熟，而其它学科如化学、生物学等也得到全面发展，自然界的发展过程和各现象间的普遍联系日益被揭露出来，于是使唯物论突破机械的和形而上学的局限性，确立了辩证唯物主义。辩证唯物主义哲学以自然科学（包括物理学）成果为其重要基础之一。

另一方面，物理学发展的历史表明，它的发展始终离不开哲学的支配。人们在探索客观世界规律，建立物理理论时要运用思维，而思维同一定的哲学思想相联系。物理学家们，不管他们的本人的主观愿望如何，随着研究的深入，他

们的思考总会从自身的科学经验制造出自己的哲学武器，或者选取当时的某种哲学作为自己的精神源泉。因此，物理学工作者应当有一定的哲学素质，使在科学探索中有正确的和有灼见理论的思维的支柱。

§0—4 物理学与生产技术的关系

自然科学的发展受生产发展的推动；反过来，自然科学又推动着生产力的发展。物理学作为自然科学的重要基础学科，它研究的物质运动规律具有极大的普遍性，所以它与生产技术的发展有着更为密切的关系。每当物理学理论取得重大的突破时，都给生产技术带来根本性的变革，推动社会生产力突飞猛进的发展；而生产和科学技术在发展中又不断向物理学提供新设备，提出新课题，推动物理学向前进展。

上面已说过，物理学的发展已经经历了三次大突破，即经典力学和热力学建立的突破，经典电磁理论建立的突破和相对论和量子力学建立的突破。这三个突破都是在生产力和科学技术发展到一定水平才实现的。这三个突破又推动着工业的三次革命。

十七、十八世纪在牛顿力学的建立和热学实验的开展中，工业有了发展，蒸汽机研制成功并得到应用。十九世纪里，由精确和广泛的实验总结出热力学第一定律（即能量守恒定律）和热力学第二定律。热力学重新证明卡诺定理，指出了提高热机效率的途径，促进了生产力的发展。由此，经典力学和热力学的建立引起和完善了第一次工业革命。

十九世纪二十年代，各种电磁学理论的精确实验，使经