

上海市大学教材

基础物理

(工科用)

上册

Hsiang Hsien-fai

上海人民出版社

上海市大学教材

基础物理

(工科用)

上册

《基础物理》编写组

上海人民出版社

上海市大学教材

基础物理

(工 科 用)

上 册

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷六厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 11 字数 270,000

1973年12月第1版 1975年2月第3次印刷

印数 81,001-121,000

统一书号: 13171·65 定价: 0.83 元

毛主席语录

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

教材要彻底改革，有的首先删繁就简。

出版说明

本书为上海市工科院校各专业物理学基础教材，共分三册出版，上册包括力学、热现象和物性，中册包括电和磁，下册包括光学和原子物理。书中附有若干阅读材料，可供学员选阅。

编写本书时，我们考虑到要尽可能反映出工科专业的特点，同时也注意到使内容面宽一些，适应性强一些，以照顾不同专业的需要。但由于各专业都有自己的要求，因此使用本教材时，仍应按照具体需要对各章节内容加以取舍，前后次序也可灵活掌握。个别专业对某些内容有特殊要求时，可结合实际情况另编补充材料，更好地做到联系专业实际。

由于我们对毛主席的教育革命思想学习得不够，对旧物理教材的剖析和批判不深入，加以实践经验不足，编写时间也较匆促，因此书中还存在不少问题。例如，在贯彻理论联系实际原则时，如何选择适当的典型应用实例，在阐述具体物理内容时，又如何更好地贯彻辩证唯物主义和历史唯物主义观点。这些问题有待于以后在教学实践中，进一步讨论研究。希望工农兵学员、革命教师 and 广大读者对本书中存在的问题、缺点和错误提出批评和修改意见。

参加本书编写的单位有同济大学、上海交通大学、上海科技大学、上海化工学院、上海纺织工学院、上海机械学院和上海铁道学院等，在编写过程中，其他很多单位也为本书提供了不少资料和意见。

目 录

引言	1
第一节 物质与运动	1
第二节 物理学是从生产实践中产生和发展起来的	3
第三节 物理学中两种宇宙观的尖锐斗争	5

第一篇 力 学

第一章 力和力矩	10
第一节 实际工程中的几个力学问题	10
第二节 力	13
第三节 重力	15
第四节 弹性力	19
第五节 摩擦力	21
第六节 作用力和反作用力	23
第七节 力的合成和分解	31
第八节 力矩	42
第二章 机械运动的基本规律	60
第一节 速度	60
第二节 加速度	69
第三节 惯性 惯性定律	77
第四节 力、质量与加速度的关系	80
第五节 动量和冲量	94
第六节 动量守恒定律	98
第七节 运动迭加原理 抛射体运动	101
第八节 经典力学的适用范围	105
第三章 功和能	110
第一节 功	110

第二节	功率 机械效率	119
第三节	动能 动能原理	122
第四节	位能 功能原理	127
第五节	机械能转化和守恒定律	136
第四章	转动	143
第一节	转速和线速	143
第二节	机械传动	148
第三节	匀速圆周运动	152
第四节	离心机械	157
第五节	转动惯量 转动定律	160
第五章	机械振动和机械波	167
第一节	谐振动的基本规律 弹簧振子	168
第二节	谐振动方程	172
第三节	谐振动的能量	179
第四节	阻尼振动 强迫振动 共振	180
第五节	振动的传播——波	183
第六节	波的反射和折射	188
第七节	波的迭加原理 波的干涉	190
第八节	波的绕射	194
第九节	声波	197
第六章	液体的力学性质	204
第一节	压力和压强	204
第二节	液体的压强	206
第三节	液体压强的传递	210
第四节	浮力	215
第五节	虹吸现象	218
第六节	流速与压强的关系	221

第二篇 热现象和物性

第七章	热现象	229
第一节	温度	229
第二节	热量 比热	231

第三节	热传递的三种方式	237
第四节	分子运动论	241
第八章	机械运动与热运动的转化	249
第一节	物体的内能	249
第二节	热功当量	250
第三节	能量转化和守恒定律	252
第四节	统计规律性	255
第九章	固体、液体和气体的性质	262
第一节	固体和液体的热膨胀	262
第二节	气体的压强	268
第三节	气体的实验定律	270
第四节	气体状态方程式	275
第五节	真空的获得和测量	279
第六节	液体的表面现象	283
第十章	物态的变化	291
第一节	溶解和凝固 晶体和非晶体	291
第二节	汽化和液化 升华	298
第三节	饱和汽	306
第四节	湿度 露点	309
阅读材料之一	人造地球卫星	316
阅读材料之二	射流技术的基本原理及其应用	322
阅读材料之三	超声波的应用	328
阅读材料之四	温度的测量	332
附录一	力学量的单位及其换算关系	338
附录二	习题答案	340

引 言

伟大领袖毛主席指出：“人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。”物理学是一门自然科学，它对工程技术的发展，起着重要的作用。学习物理课程，有助于建立唯物主义观点，培养分析问题和解决问题的能力；掌握物理学的基本知识，可为学习后继课程准备条件；了解物理学在生产实践中的应用和发展情况，以适应将来工作和继续提高的需要。

第一节 物质与运动

物理学和其他自然科学一样，是研究自然界中物质运动的客观规律的。

辩证唯物主义认为，自然界是由运动着的物质组成的。“物质是作用于我们的感官而引起感觉的东西；物质是我们感觉到的客观实在”。（《唯物主义和经验批判主义》）我们所感觉到的周围客观存在的东西，例如机器、房屋、土地、水、空气等，都是物质；又如电、光、无线电辐射、X射线等，也都是物质。各种物质的具体形态尽管非常不同，但它们都是不依赖人的意识而独立存在的、并且能为人所认识的客观实在。一切物质都处在永不停息的运动中。例如，地球不停地在自转，同时围绕太阳公转，而太阳连同围绕它旋转的整个行星系一起在宇宙空间运行；地面上的物体除了随地球一起运动外，还经常地改变它在地面上的位置以及状态；组成物

体的分子和原子不停地在作热运动；在原子内部，电子不停地围绕原子核旋转，电子和原子核本身也有复杂的构造而具有相应的内部运动。因此，物质和运动是不可分离的。运动是物质的存在形式，是物质的固有属性。物质不能离开运动而存在，同样，运动也不能离开物质而存在。设想没有运动的物质或没有物质的运动都是荒谬的。

物质的运动形式是多种多样的。人的认识物质，就是认识物质的运动形式。各门科学就是以各种不同的物质运动形式作为自己的研究对象的。物理学研究物质的最基本的一些运动形式，包括物体的机械运动、分子热运动、电磁运动以及原子内部的运动等。这些运动形式存在于如化学运动、生物运动等更高级、更复杂的运动形式中。

物质的各种运动形式间有着密切的相互联系，而又在本质上相互区别，在一定条件下会相互转化。例如，摩擦发热，就是从机械运动转化为热运动；水力发电就是从机械运动转化为电运动。在相反的过程中，利用蒸汽机和电动机作功就是从热运动和电运动转化为机械运动。又如电灯照明，就是从电运动转化为热和光；原子能发电就是从原子核内部的运动转化为热和电。物质的运动和物质本身一样是不能被创造或消灭的，它只能从一种形式转化为另一种形式。物质运动由一种形式转化为另一种形式时，不但在数量上有确定的关系，而且相互转化的能力也永远不会丧失，这是辩证唯物主义和自然科学的基本原理之一。

“运动本身就是矛盾”，（《反杜林论》）各种物质运动形式具有的不同的本质，都由它自己的特殊矛盾所规定。学习物理学，应坚持从分析矛盾的观点来分析物质的各种运动形式及其相互间的转化。在物理学中，阐明物质运动转化的客观规律就是能量转化和守恒定律，它是贯穿全部物理学内容的重要定律，应予足够重视。

第二节 物理学是从生产实践中产生和发展起来的

“人的认识，主要地依赖于物质的生产活动，逐渐地了解自然的现象、自然的性质、自然的规律性、人和自然的关系”。（《实践论》）物理学和其他自然科学一样，是在人类生产实践活动中产生，在生产实践基础上得到发展，并为生产斗争和阶级斗争服务的。

在古代社会，由于土木建筑、农田水利、交通运输等方面的发展，创造了轮轴、杠杆、舟车、罗盘等大量生产工具；而农牧业生产活动与气候变化密切有关，这就促进了观察天象和编纂历书等方面的发展；又由于军事活动的影响，弓箭、火炮等各种武器的制造技术得到不断改进。在这些实践基础上，劳动人民积累了丰富的生产技术经验，对一些有关物理学的客观规律也有了初步的认识。例如，我国在春秋战国时的《墨经》中，对于力的概念，杠杆原理，光的直进、反射和成像原理等，已有所阐述；在北宋时的《梦溪笔谈》中，对于乐器的振动、凹凸镜性质、磁针和磁极的特性等方面也有很多论述。在其他国家也有很多关于力学、光学等方面的记载。不过，由于古代社会是在奴隶主和封建地主阶级统治下，生产力的发展缓慢，因此科学技术的进展也很缓慢。

从十六世纪末叶起，资本主义工商业开始在欧洲兴起，现代化的纺织、机械、造船和军火等工业大量建立。在生产实践和战争活动中提出了许多新的实际问题，要求人们更深入地掌握自然规律，这就促进了物理学和其他自然科学的发展。例如，远洋航行需要解决船只的结构、容量、稳定度以及在海洋上测量定位等问题；应用大炮需要掌握炮弹在空气中的运动规律，并且要有精密的瞄准装置，这样才能保证炮弹命中目标。这些问题就促进了力学、天体力学以及光学仪器等学科的发展。又如大规模生产需要消耗大量动力，这就需要研究各种动力机械和动力资源，蒸汽机、柴油机等

热机就是在这种客观需要的促进下创造发明的，研究怎样提高热机效率的问题也就促进了热力学的发展。近百年来，在生产实践和日常生活中广泛使用了电能，这就使电学得到迅速发展，目前各种技术部门都要和电学发生或多或少的联系。在当代，原子物理学获得了飞跃的发展，这和新型能源——原子核能获得日益广泛的应用是密切联系着的。革命导师恩格斯说：“社会一旦有技术上的需要，则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进。”（《马克思恩格斯选集》第四卷第505页）现代物理学，就是在当代这样的历史条件下，应阶级斗争、生产斗争和科学实验的需要而产生和发展起来的。我国解放前受帝国主义、封建主义和官僚资本主义的三重压迫，生产力和科学技术的发展受到严重阻碍。解放后在优越的社会主义制度下，各项建设事业获得迅速发展，物理学和其他科学技术也相应地取得了飞速进步。

生产实践促进物理学等自然科学的发展，还表现在为生产实践提供了各种仪器装备，为深入细致地进行研究工作创造了有利的条件。例如，我国自行设计和制造的电子显微镜能放大40万倍，计数频率计能数出100兆赫的频率。又如，许多遥控、遥测的自动测量装置，使我们能够研究诸如地层深处、外层空间以及原子弹爆炸现场等类地方的物理现象，从而使研究的深度和广度大为开扩。

“认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去。”（《实践论》）物理学从生产实践中产生和发展起来，反过来又为生产斗争和阶级斗争服务。例如，十九世纪电学理论的发展为在生产实践中广泛使用电能起了巨大的推动作用；在当代，原子物理学的进展也大大促进了原子核能在生产斗争和阶级斗争中的实际应用。由于物理学的内容较基本、较广泛，物理学研究所得的客观规律就具有较大的普遍性。现代的许多工程技术科学，例如应用力学、热工学、电工学、无线电电子学等，都需要以物理学为基

础。目前，与物理学密切相关的一些新技术，例如射流、超声波、激光以及放射性同位素等，在生产实践和国防工业中正在获得日益广泛的应用。

“人民，只有人民，才是创造世界历史的动力。”（《论联合政府》）物理学和其他自然科学一样，它的产生和发展的根本动力就在于千百万劳动人民的生产实践。离开了生产实践，物理学就失去了它的基础，也就失去了它的生命力。旧物理教材忽视理论与实际的有机联系，与生产实践严重脱节。旧教材在阐述一些物理定律和理论时，往往片面地夸大了科学家的作用，把物理学产生和发展的历史归结为少数科学家的“功绩史”，散布“成名成家”、“天才史观”等资产阶级思想毒素。这些历史唯心主义的观点应该深入批判，肃清其流毒。

第三节 物理学中两种宇宙观的尖锐斗争

物理学和其他自然科学所研究的客观规律本身是没有阶级性的。但是，“在阶级社会中，每一个人都在一定的阶级地位中生活，各种思想无不打上阶级的烙印。”（《实践论》）对同一自然现象，不同阶级的人对它会有不同的观点和不同的哲学解释。在物理学的发展过程中，辩证法与形而上学的对立，唯物主义与唯心主义的对立，是非常尖锐的。

物理学是在总结生产实践经验的基础上产生的，因此它在发展初期具有自发的朴素的唯物主义倾向。但是，由于历史条件的限制，形而上学的宇宙观在十八、十九世纪的自然科学界里占着统治地位，它用孤立的、静止的和片面的观点去看世界，把自然界看成是绝对不变的。下面，我们以牛顿作为这段时期的代表人物来进行剖析。

牛顿对前人发现的分散的客观规律进行了概括，得出力学中

的一些基本定律，对于促进物理学的发展起了一定的作用。他从观察和实验出发，承认物质的客观存在，承认它具有量的规定性，并且承认物质遵照一定的客观规律在时间和空间中运动，在这些方面是正确的，是符合唯物主义的。但是，他把物质看成是孤立的、一成不变的，认为运动不言而喻就是机械运动，并把许多复杂的运动都归结为简单的机械运动，在这些方面是不正确的，是形而上学的。由于牛顿用机械的图景来解释自然界，把运动看成是由于外力产生的偶然状态，而不是物质的固有属性，因此就必然导致外因论，引进“第一次推动力”的神学假定作为物质运动的终极原因，从而陷入唯心主义泥坑。

以牛顿为代表的这种形而上学观点，一直到现在还有其影响。在一些旧物理教材中，不分析矛盾，不强调变化和发展，往往撇开广泛的总的联系，而对物理内容作孤立的、僵化的论述。例如在阐述作用力和反作用力时，不是当作为一对矛盾来进行分析，而只是把这看作为牛顿第二运动定律的某种“重要补充”；在阐述物体的惯性时，往往片面强调物体运动状态的不变性，而忽视了运动状态变化的一面；又如在阐述动量或能量等物理量的守恒定律时，往往不是从较普遍的角度着重阐明物质运动的转移或相互转化，而只是片面强调在“孤立系统”内量方面总和的不变性。因此，我们必须以唯物辩证法为武器，破形而上学的观点，努力从分析矛盾和运动转化的辩证观点来阐明物理教材内容。

近百年来，物理学中发现了大量新的实验事实，为辩证唯物主义提供了有力的科学论据。但是，一些资产阶级学者多次企图利用这些新发现来论证唯心主义，向唯物主义发起进攻。例如十九世纪末发现放射性现象，发现原子中有电子等更小的微粒。这些事实推翻了原子具有不变性、不可分性等“绝对”属性的形而上学说法。但一些马赫主义者借此宣扬：原子归结为“电”而非物质化了，物质消失了等等唯心主义谬论。又如发现了物体的质量与能

量有密切联系,发现了电子和光子等微粒可以相互转化等事实后,一些唯能论者就借此宣扬:物质湮灭变成能量了,物质的概念是多余的等等唯心主义谬论。然而物理学的新发现只是说明以前人们认识物质所达到的界限正在消失,说明对物质的认识正在不断深化。物质及其运动的具体形式是多种多样的,人们在一定的历史阶段对它的认识是具有近似性和局限性的相对真理。把相对真理绝对化,把它看成是一成不变的,这是形而上学观点;而如果不承认相对真理中包含有绝对真理的成分,即否定相对真理的客观性,这就走向哲学唯心主义。

从物理学中两种宇宙观的对立斗争说明,自发的朴素的唯物主义不能摆脱形而上学观点的束缚,也抵抗不住唯心主义的进攻。伟大列宁指出:“不懂得唯物主义辩证法,就必然会从相对主义走到哲学唯心主义。”(《唯物主义和经验批判主义》)当代在一些资本主义国家里,物理学中各式各样的唯心主义观点仍很流行,其共同特点是在反对旧唯物主义的形而上学观点时,竭力宣扬相对主义,并企图否定物质及其运动规律的客观性。在一些旧物理教材中,强调理论至上,片面追求逻辑推理的严密性,因此往往忽视了物理概念、定律和理论是从实践中总结出来的,是客观世界的近似模写的基本思想,这就为走向“先验论”等哲学唯心主义铺平了道路。在阐述具体教材内容时,一些唯心的马赫主义观点也有所反映。例如,在阐述惯性定律时,把它看成是力的定义,强调它是无法用实验直接验证的,而不是强调它是在一定条件下适用的,并可用实验证明的相对真理;又如,在阐述大量分子运动的规律时,把它单纯地看成是在一些“假说”的基础上,采用统计方法推导出来的结果,抹杀了分子运动规律本身的客观性。因此,我们必须坚持辩证唯物主义的认识论,分析批判物理学中形形色色的唯心主义观点。

我们学习物理学,必须以辩证唯物主义为指导思想,努力学习并运用马克思主义哲学的基本观点,去分析物理学的具体内容;必

须贯彻理论联系实际的原则,从感性认识入门,加以抽象概括,从理论上分析提高,并且再回到实践中去。认识世界是为了改造世界。我们学习物理学,要努力掌握物理学中一些基本知识及其在生产实践中的应用,为进一步掌握专业知识准备条件,以便更好地为社会主义建设事业服务。

第一篇 力 学

“自然界存在着许多的运动形式，机械运动、发声、发光、发热、电流、化分、化合等等都是。所有这些物质的运动形式，都是互相依存的，又是本质上互相区别的。”（《矛盾论》）我们在生产实践和日常生活中，经常遇到的最简单的运动形式，就是物体相互间位置的变化。例如货物的装卸，弹簧的伸缩，车辆的行驶，机器的运转，气体液体的流动以及固体的振动等，这种位置变化的运动叫做机械运动。

研究物质的运动形式，应当从最简单的运动形式——机械运动开始，然后才能对比较复杂的运动形式，如热、电、光等进行讨论。

物理学中的力学部分，就是研究机械运动的基本规律及其应用。学好本篇基本内容对学习本课程后几篇的内容及其他工程技术课程是很重要的。