

中等专业学校（工科）试用教材

物理学

曾晔光 主编

科学技术文献出版社重庆分社

中等专业学校（工科）试用教材

物 理 学

主 编

曾晔光

编 写

黄崇高

杜孝刚

陈时方

覃孝永

彭宇村

叶宗诚

李国仁

胡毓中

陈秀庄

肖效农

李文涛

科学技术文献出版社重庆分社

中等专业学校（工科）试用教材
物 理 学

科学技术文献出版社重庆分社 出 版
重庆市市中区胜利路132号

新华书店重庆发行所 发 行
重 庆 印 制 一 厂 印 刷

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 16.625 字数: 36万
1988年7月第1版 1988年7月第1次印刷
科技新书目: 172—292 印数: 1—10000

ISBN 7-5023-0193-3/N·14 定价: 4.10元

目 录

绪 论	(1)
第一章 力	(7)
§ 1-1 力 重力 弹力 摩擦力	(7)
§ 1-2 共点力的合成	(10)
§ 1-3 力的分解	(16)
§ 1-4 共点力作用下物体的平衡	(20)
§ 1-5 有固定转动轴的物体的平衡	(23)
第二章 匀变速直线运动	(30)
§ 2-1 物体位置的描述——坐标	(30)
§ 2-2 位置变动的描述——位移	(34)
§ 2-3 运动快慢和方向的描述——速度	(36)
§ 2-4 速度改变快慢和方向的描述——加速度	(42)
§ 2-5 匀变速直线运动的速度和位移	(48)
§ 2-6 匀变速直线运动规律的应用	(54)
§ 2-7 自由落体运动	(59)
第三章 牛顿运动定律	(68)
§ 3-1 牛顿第一定律	(68)
§ 3-2 牛顿第三定律	(69)
§ 3-3 物体受力分析	(71)
§ 3-4 牛顿第二定律	(74)
* § 3-5 质量和重量	(78)
§ 3-6 力学单位制	(80)

§ 3-7	应用牛顿定律解题	(84)
§ 3-8	牛顿运动定律的适用范围	(88)
第四章	功和能	(95)
§ 4-1	功和功率	(95)
§ 4-2	动能和动能定理	(102)
§ 4-3	势能	(107)
§ 4-4	机械能守恒定律 功能原理	(112)
第五章	动量和冲量	(122)
§ 5-1	动量 冲量 动量定理	(122)
§ 5-2	动量守恒定律	(127)
§ 5-3	碰撞	(132)
第六章	曲线运动 万有引力	(145)
§ 6-1	平抛运动 运动迭加原理	(145)
§ 6-2	匀速圆周运动	(149)
§ 6-3	向心力 向心加速度	(153)
§ 6-4	万有引力定律	(159)
§ 6-5	地球上物体重量的变化	(164)
§ 6-6	人造地球卫星	(166)
第七章	机械振动和机械波	(172)
§ 7-1	简谐振动	(172)
§ 7-2	机械振动中的能量转换	(175)
§ 7-3	单摆	(176)
§ 7-4	受迫振动和共振	(178)
§ 7-5	波 横波 纵波	(181)
§ 7-6	波长 波速	(184)

§ 7-7	波的干涉 衍射	(185)
第八章	分子运动论 理想气体	(189)
§ 8-1	物质分子运动论	(189)
§ 8-2	气体的状态参量	(193)
§ 8-3	理想气体状态方程	(196)
* § 8-4	克拉珀龙方程	(203)
第九章	热和功	(207)
§ 9-1	内能 物体内能的变化 热量	(207)
§ 9-2	热力学第一定律	(210)
§ 9-3	物态变化时的潜热	(216)
第十章	静电场	(226)
§ 10-1	库仑定律	(226)
§ 10-2	电场 电场强度	(230)
§ 10-3	电场力做功 电势能 电势	(238)
§ 10-4	匀强电场中电势差和场强的关系	(245)
§ 10-5	静电场中的导体	(250)
§ 10-6	电容器 静电的应用	(255)
第十一章	直流电	(263)
§ 11-1	电流	(263)
§ 11-2	电阻 电阻率	(264)
§ 11-3	部分电路的欧姆定律	(267)
§ 11-4	电功 电功率 焦耳定律	(268)
§ 11-5	串、并联电路	(271)
§ 11-6	电源的电动势 全电路欧姆定律	(278)
§ 11-7	电源的串联和并联	(284)

第十二章	电流的磁场	(291)
§ 12-1	磁场	(291)
§ 12-2	磁场对通电直导线的作用 左手定则	(296)
§ 12-3	磁感应强度 磁通量	(297)
§ 12-4	安培定律	(301)
§ 12-5	磁场对通电矩形线圈的作用	(303)
第十三章	电磁感应	(310)
§ 13-1	电磁感应定律 楞次定律	(310)
§ 13-2	互感和自感及其应用	(319)
第十四章	带电粒子在电场和磁场中的运动	(330)
§ 14-1	阴极射线	(330)
§ 14-2	带电粒子在电场中的运动	(331)
§ 14-3	磁场对运动电荷的作用	(337)
第十五章	电磁振荡和电磁波	(346)
§ 15-1	高频振荡电流 闭式振荡电路	(346)
§ 15-2	开式振荡电路	(350)
§ 15-3	电磁波	(354)
§ 15-4	接收振荡电路 电共振	(357)
§ 15-5	无线电的发送与接收大意	(360)
第十六章	几何光学	(363)
§ 16-1	光的传播速度	(363)
§ 16-2	光的折射	(365)
§ 16-3	全反射	(368)
§ 16-4	棱镜	(375)

§ 16-5	透镜成像	(377)
§ 16-6	光学仪器	(384)
第十七章	光的本性	(395)
§ 17-1	光的波动性	(395)
§ 17-2	光的色散和电磁波谱	(401)
§ 17-3	光电效应 光量子 光的波粒二象性	(408)
第十八章	原子和原子核物理基础知识	(417)
§ 18-1	光谱的种类和光谱分析	(417)
§ 18-2	原子模型 原子能级	(420)
§ 18-3	激光及其应用	(426)
§ 18-4	天然放射性 云雾室	(429)
§ 18-5	人工核反应 原子核的组成	(431)
§ 18-6	人工放射性 放射性同位素及其应用	(434)
§ 18-7	质能关系 质量亏损 原子核的结合能	(437)
§ 18-8	重核裂变 链式反应 反应堆	(439)
§ 18-9	轻核聚变 可控热核反应	(442)
结束语		(444)
一、自然界统一的物理图象		(444)
二、物理学发展趋向		(448)
物理实验		(450)
附 录 (一) (二) (三)		(518)

绪 论

一、物理学的研究对象和方法

自然界（或宇宙）是物质的。我们能感觉到的所有事物，从宏观的天体到微观的粒子，从无限空间弥漫着的场到有限空间存在着的实物，从无机物到有机物以至生命机体都是物质。

物质总是运动的。日月的运行，江水的奔流，生物的代谢，电磁波的传播，以及人们的思维运动，这些都是物质运动变化的例子。自然界的一切现象都是物质运动的不同表现。运动是物质的固有属性，没有不运动的物质，也没有脱离物质的运动。

物质运动的形式多种多样，它们既服从普遍的规律，又有自己特殊的规律。自然科学中的不同学科以不同的运动形式作为自己的研究对象，而物理学则是研究物质的最基本、最普遍的运动形式及物质基本结构的科学。具体地说，物理学研究的内容，包括机械运动（即位置变化）、热运动（即有关热现象）、电磁运动（包括光现象）以及原子和原子核内部的运动和结构，等等。

物理学研究的物质运动，普遍地存在于一切复杂的运动形式之中。复杂的运动形式（如化学的、生物的）有自己的规律性，不能把它们当作简单的基本运动形式。但是，它们不能脱离基本运动形式遵从的规律。比如，不管是天上还是地下的物体，不管其化学性质是否相同，不管有生命还是无

生命，都遵从物理学中的万有引力定律；不管是化学过程还是生物过程，都遵守物理学中的能量守恒与转换定律。由此可见，物理学所研究的规律具有很大的普遍性，物理学是自然科学中最基本的学科之一。

在研究方法上，物理学和其它自然科学一样，首先从实践中得到感性认识，然后上升成为理性认识，建立物理定律，形成物理理论。但是这种理论是否正确，又必须回到实践中去检验，使之发展和完善。所以，物理学的发展离不开实践—认识—再实践—再认识这条辩证唯物主义的认识路线。具体的研究方法可以归纳为：

1. 观察：物理学的发展史证明这是很重要的研究方法。如对遥远天体和大气现象，人不能亲临其境，如何研究？主要是在不改变客观条件的情况下，对现象进行观测，经过分析，总结出物理规律。

2. 实验：是在人为控制的条件下，使现象反复出现所进行的观测。物理学是一门实验科学，任何物理概念的确定和物理规律的发现，都必须以科学实验为基础；理论是否正确，又必须通过科学实验和生产实践来检验。如物理学中的力、功、能等基本概念及牛顿第二定律、库仑定律等基本规律，都是从实验中总结出来的，而其正确性都经过了大量的实验验证。又如麦克斯韦的电磁理论预言了电磁波的存在，并认为光就是一种电磁波。后来这些预言被赫兹的实验所证实，从而说明麦克斯韦的电磁理论是正确的。

3. 假说：假说是在观察和实验基础上提出来，并用以说明现象本质的一些基本论点。如果某种假说经过实验证明是正确的，就上升为科学理论，否则就会被实验所否定。比如，在二十世纪初对原子结构的研究，汤姆逊提出了原子中

的正电物质均匀分布在原子球体内的汤姆逊模型，而卢瑟福提出了原子中的正电物质集中在原子中心的核式模型。最终由 α 粒子散射实验否定了汤姆逊的模型，证实了卢瑟福的原子模型是正确的。

4. 理想模型方法：就是根据研究的对象和问题的性质，抓住其主要因素，排除次要因素，建立一个与实际情况近似的所谓“模型”来进行研究。如物理学中的质点、刚体、点电荷等都是理想模型，它们都是在一定的条件下才适用。

二、物理学在现代科学中的地位和作用

现代科学技术，包括基础科学、应用科学和技术科学。物理学是六大基础学科之一。可以认为，物理学是除数学以外的一切自然科学的基础，也是各种工程技术的基础，对生产的发展起着巨大的促进作用，而生产和科学技术的发展又不断向物理学提出课题，推动物理学继续向前发展。对物理学的这种评价绝非言过其词。回顾物理学发展的全过程，可以加深我们对物理学重要性的认识。

从十六世纪下半叶以来，物理学曾经出现过三次重大突破，每次突破都给社会生产和人类生活带来巨大影响。第一次突破发生在十七、十八世纪。由于牛顿力学的建立和热力学的发展，不仅有力地推动了其它学科的进展，而且导致了蒸汽机、纺织机、火车、轮船的发明，引起了第一次工业革命。第二次大突破发生在十九世纪。在法拉第—麦克斯韦电磁理论的推动下，人们成功地制造了电机、电器和电讯设备，引起了工业电气化，使人类进入了应用电能的时代，这就是第二次工业革命。第三次大突破发生在十九世纪末、廿

世纪初。由于相对论和量子力学的建立，使人们对物理的研究开始从低速走向高速从宏观走向微观，又导致了现代科学技术的一场伟大革命。人类进入了原子能、电子计算机、半导体、激光、空间科学等新技术的时代。

可见，生产和技术是物理学发展的源泉，而物理学的成就和发现又推动着生产和技术的革新。每当物理学有重大突破时，就会给生产和技术带来巨大的进步。目前，高能物理的进展，新兴技术的竞相发明，边缘学科的纷纷出现，预示着一场更伟大的技术革命的来临。

三、我国对物理学的贡献

我国是一个文明古国，早已有发达的农业和手工业，有灿烂的古代科学成就。我国是世界上天文观测记录保存最早、最系统的国家，有世界上最早的日食记录，最早的彗星记录，最早的太阳黑子观测记录，还有世界上最早的星表。在公元前四世纪的《墨经》中已经记载有力学、声学、光学等方面的物理知识。我国古代还有造纸、活字印刷、指南针和火药四大发明。这些发明经阿拉伯人传到欧洲，对欧洲科学技术的发展起了很大作用。但是，由于我国长期处于封建制度统治之下，统治阶级闭关自守、鄙视技术，因而严重地阻碍了科学技术的发展。即便如此，我国物理学工作者在极其艰苦的条件下也取得了很大的成就。1921年，叶企孙和他的合作者精确测定了普朗克常数。1925年，吴有训用精湛的实验技术和精辟的理论分析，无可争议地证实了康普顿效应。1937年，钱学森完成了火箭发动机喷管扩散角对推力影响的计算。其后他又成功地发展了稀薄气体动力学理论。1946年，张文裕发现了 μ 子原子。

解放后，在党的领导下，我国的物理学和其它自然科学一样有了很大发展。在固体物理、核物理、高能物理、光学、声学等领域的理论和应用研究以及大量的实验工作都取得了可喜的成果。许多物理学工作者直接或间接地参与了我国原子弹、氢弹、导弹和人造地球卫星的研制。更多的物理学工作者在发展我国机械、电子、冶金和仪器制造业，从无到有建立起我国的原子能、半导体等新兴工业，以及在国民经济和国防建设的其它方面都作出了巨大贡献。在这些工作中，我国物理学工作者还取得了一系列具有世界先进水平的成果。1959年王淦昌等人发现了反西格马负超子。1965年我国物理学家提出了强子结构的层子模型。1972年我国发现了一个可能比质子重十倍以上的重粒子。1979年有我国高能物理学家参加的国际实验小组获得了可能有胶子存在的实验证据。1987年赵忠贤等人研制出了转变温度为 100°K 以上的新超导材料。我国北京正、负电子对撞机工程在1988年底实现正、负电子束流对撞。我国研制的“长征三号”运载火箭1988年将为美国发射通信卫星。……

由于广大物理学工作者的努力，我们与先进国家的差距正在缩小。可以肯定，在物理学及其它科学领域，我国将对世界作出更大的贡献。

四、怎样学好物理学

物理学是生产技术，特别是工程技术的基础。因此中专工科的学生为适应将来工作的需要，学好物理学是十分必要的。就目前而言，学好物理学也将为学习专业和一些后续课程打下良好基础。怎样才能已经在具备初中物理知识的基础上进一步学好物理学呢？以下几点可供参考。

1. 要注意观察，做好实验。实验时要多护眼，多动手，多动脑，注意理论联系实际，切不可粗糙马虎；

2. 要认真听讲，深入思考。对于概念要弄清物理意义，对于公式要注意适用条件，在理解的基础上学会应用，切不可死背概念，死记公式；

3. 要认真复习做好练习。一定要在认真读书，认真复习之后才去做题，切忌不加分析乱套公式；

4. 要刻苦钻研，培养能力。一定要在整个学习过程中，有意识地培养和提高自已的各种能力，诸如自学能力、实验动手能力、思维能力和运用数学工具解决物理问题的能力等等。

只要同学们认真学习，并善于在学习不断总结，一定能找到一套适合自己的学习方法，学好物理学。

第一章 力

§ 1-1 力 重力 弹力 摩擦力

力 我们在初中学过：力是物体对物体的相互作用。一个物体受到力的作用，一定有另一个物体对它施加这种作用。力是不能离开物体而独立存在的。如人推车，人对车施加了力；绳子悬挂重物，绳子对重物施加了力。

我们还学过，力是有大小的。力的大小可以用弹簧称测量。在国际单位制中，力的单位是牛顿。在日常生活和生产中测量力的大小常用千克力做单位。 $1\text{千克力}=9.8\text{牛顿}$

力不仅有大小，而且有方向。人推车的推力是向前的，悬挂重物的绳子对重物的拉力是向上的。

研究力学问题时，通常是用有方向的线段来表示力。线段是按一定比例画出的。它的长短表示力的大小，箭头的指向表示力的方向，箭头或箭尾表示力的作用点。这种表示力的方法，叫做力的图示。

图1-1表示作用在物体上4牛顿的力。

由于物体对物体的作用方式不同，因而存在有各种不同的力。在力学中经常遇到的有重力、弹力和摩擦力。下面我们介绍这三种力。

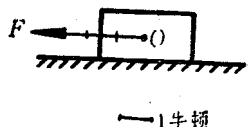


图1-1 力的图示

重力 重力有时也叫重量。它是由于地球对物体的吸引而产生的。重力的方向总是竖直向下

的。

重力的大小可以用弹簧称称出来，物体对弹簧称向下的拉力的大小等于物体受到的重力的大小。

一个物体的各部分都要受到地球对它的作用力。为使问题简化，我们可以认为这些作用力即物体受到的重力集中于一点。这一点叫做物体的重心。

质量分布均匀的物体，重心的位置只跟物体的形状有关。形状规则的均匀物体，它的重心就在几何中心上。例如，均匀直棒的重心在它的中点；均匀球体的重心在球心；均匀圆柱体的重心在轴线的中点，如图 1-2 所示。

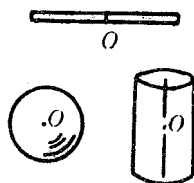


图 1-2

弹力 一些物体在其他物体的作用下会发生形状的改变。比如人压竹竿，竹竿可以变弯，弹簧上挂一重物，弹簧可以伸长。象这样物体在其他物体的作用下发生的形状改变叫做形变。有的形变很显著，有的形变需要借助仪器才能观察出来。物体发生形变时，它对使它发生形变的物体产生力的作用，这种力叫做弹力。

弹力产生在直接接触而又彼此发生形变的物体之间，弹力的方向垂直于物体接触的切面，并且总是与作用在物体上，使物体发生形变的外力方向相反，即物体恢复形变的方向。

放在水平桌面上的书，在重力作用下与桌面互相接触，使书和桌面同时发生微小的形变。书要力图恢复自己原来的形状而对桌面产生向下的压力；桌面也要力图恢复自己原来的形状而对书产生向上的支持力。发生形变的物体，它的一

部分对另一部分也产生弹性力。例如一根拉紧的绳子，它的一部分对相邻的另一部分就产生弹力，绳子内部的这种弹性力叫做张力。当绳子的质量可以忽略不计时，绳子各点的张力都相等，并且等于拉绳子的力。压力、支持力和张力都是弹力。

发生形变的物体，在外力停止作用后能够恢复原状的形变，叫做弹性形变。物体发生弹性形变是有条件的。对于同一物体，受到的作用力越大，形变也越大。但是如果作用力超过一定限度，即使撤去外力，物体也不能恢复原状，这个限度叫弹性限度。在弹性限度内，形变越大，弹力也越大；形变消失，弹力也随着消失。实验证明，在弹性限度内，弹簧的弹性力 F 和弹簧伸长（或缩短）的长度 x 成正比；

$$\text{即} \quad F = kx \quad (1-1)$$

式中 k 称为弹簧的倔强系数，它和弹簧的材料有关。弹性力的方向和弹簧伸长或压缩的方向相反。这个定律是英国科学家胡克发现的，所以叫做胡克定律。

摩擦力 摩擦力是在相互接触的物体做相对运动或者有相对运动趋势时产生的。摩擦力的方向永远沿着接触面的切线方向，跟物体相对运动的方向相反，或者跟物体间的相对运动趋势相反，阻碍物体间的相对运动。

两个相互接触的物体，在外力作用下，有相对运动的趋势而又保持相对静止时，接触面之间产生的摩擦力叫做静摩擦力。当外力逐渐增大时，静摩擦力也随着增大，当外力增大到某一数值时，物体便开始滑动。这时的静摩擦力叫做最大静摩擦力。静摩擦力在达到最大值以前，总是跟外力大小相等，方向相反。可以是零到最大静摩擦力之间的任意数值。