

物 理 学

第一册

贈 閱

請 提 意 見 請 交 流

西安交通大学

1973年



物 理 学

第 一 册

西安交通大学 ✓

1978年

物理学（第一册）

编写：西安交通大学物理教研组
排印：西安交通大学印刷厂
1973年11月出版

3.3-442/73

《物理学》和《物理实验讲义》是根据学校确定的1973年入学学员所用物理大纲编写的。编写时参考了部分兄弟院校新编的物理学教材和一些省市所编的中学物理教材，并考虑了和数学课进度的配合。全课程约需课内学时 177，大体安排如下：简单机械(4)；直线运动(8)；力和牛顿运动定律(12)；匀速圆周运动(6)；动量和冲量(4)；功和能(8)；液体的力学性质(4)；基本热现象(5)；分子热运动的基本概念(3)；气体的性质(5)；物态变化(3)；几何光学基础(10)；电荷与电场(12)；静电场中的导体和电介质(7)；直流电(10)；磁场(8)；电磁感应(10)；振动的物理基础(7)；波动(5)；波动光学(6)；近代物理(10)；物理实验(30)。在执行中可以根据各专业的不同需要和教学的实际情况对内容和学时略有增减。各章末附有习题，可由任课教师掌握选择。加上*号的内容和各种附录、资料，一般不在课内学习。某些系和专业还将根据需要另编补充教材。

第一册 目 录

引言	1
第一章 简单机械	5
第一节 力的初步知识	5
(一)力	5
(二)力的三要素和力的图示	6
(三)重力	8
第二节 力矩 杠杆 轮轴	9
(一)力矩 杠杆	9
(二)轮轴	14
第三节 滑轮	16
小结	20
习题	21
第二章 直线运动	26
第一节 参照系 坐标系 运动的相对性	27
第二节 质点的概念	29
第三节 时刻和时间间隔	30
第四节 位移 路程	31
第五节 匀速直线运动 速度	33
第六节 变速直线运动 平均速度和瞬时速度	36
第七节 匀变速直线运动 加速度	39
第八节 竖直上抛运动和自由落体运动	
重力加速度	48
小结	54

习题	57
第三章 力和牛顿运动定律	61
第一节 力的合成与分解	61
(一) 力的合成	61
(二) 力的分解	67
第二节 牛顿第一运动定律	73
(一) 力的概念	75
(二) 惯性的概念	76
第三节 牛顿第二运动定律	77
(一) 质量	77
(二) 牛顿第二运动定律	80
(三) 力学中的几种单位制	82
(四) 质量和重量	85
第四节 牛顿第三运动定律	87
第五节 牛顿运动定律的适用范围	92
第六节 摩擦力	94
(一) 静摩擦力	94
(二) 滑动摩擦力	95
第七节 应用牛顿运动定律解题的方法	100
小结	115
习题	116
第四章 匀速圆周运动	132
第一节 匀速圆周运动的速度	132
第二节 角速度 转速	133
第三节 向心力 向心加速度	137
(一) 向心力	137

(二) 向心加速度	139
*(三) 变速圆周运动	142
*第四节 应用举例	147
(一) 火车转弯时的向心力	148
(二) 离心节速器	150
*第五节 万有引力定律	151
*第六节 人造地球卫星	153
(一) 什么是人造地球卫星	153
(二) 人造地球卫星的速度计算	154
小结	156
习题	157
第五章 动量和冲量	162
第一节 动量	162
第二节 动量定理 冲量	163
第三节 动量守恒定律	168
第四节 反冲运动 动量守恒定律的一些应用	171
小结	172
习题	173
第六章 功和能	177
第一节 功	177
第二节 功率 机械效率	185
(一) 功率	185
(二) 机械效率	188
第三节 动能	188
第四节 动能定理	191
第五节 势能(位能)	197

(一) 重力场 重力势能	197
(二) 动能和势能的转换	198
(三) 重力势能的大小	200
(四) 保守力	201
第六节 机械能 机械能守恒定律	208
第七节 能量转换与守恒定律	211
*附录 动量和动能	212
小结	214
习题	216
第七章 液体的力学性质	224
第一节 压强 密度和比重	224
(一) 压强	224
(二) 密度 比重	227
第二节 液体的压强	229
第三节 液体压强的传递 液压机械	236
第四节 液体的浮力	241
*第五节 液体的压强和流速的关系	245
(一) 稳定流动	245
(二) 平均流速 流量	246
(三) 液体稳定流动的连续性方程	247
(四) 液体的压强和流速的关系	248
*附录 伯努利方程	250
小结	255
习题	256
资料 <红旗>杂志为坂田昌一<关于新基本粒子观 的对话>一文所加的编者按	258

引 言

物理学是一门自然科学。什么叫做自然科学呢？自然科学是研究自然界物质运动的客观规律的科学。伟大领袖毛主席指出：“自然科学是人们争取自由的一种武装。”“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。”

整个自然界、整个宇宙是由各种形态的物质组成的。什么叫物质？列宁指出：“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。”物质是不依赖于我们意识的客观存在。

物质存在的形态是无限丰富多样的：有生物，也有无生物；有巨大的太阳系、银河系，也有微小的原子、电子、质子、中子等微观粒子；有固态、液态、气态及其他形式的“实物”，也有光、各种电磁波及其他种类的“场”。这些物质形态互不相同，各有其特殊的性质，但又是相互联系的，在一定条件下就会相互转化，从一种形态转变为另一种形态。

物质世界是无限的。它充满着矛盾和斗争。任何事物都是对立的统一，就是说是一分为二的。宇宙不论在大的方面或小的方面都是无穷无尽的。人类能够认识客观真理，但是永远不会达到“物质的始原”，建立起所谓“最后的理论”。

“因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。”

任何物质都处于永恒不断的运动之中，象天体的运行，空气、河水的流动，电磁波的传播，生物的成长与衰老等等。恩格斯早在一个世纪以前就指出：“**整个自然界，从最小的东西到最大的东西，从沙粒到太阳，从原生生物到人，都处于永恒的产生和消灭中，处于不断的流动中，处于无休止的运动和变化中。**”**“运动是物质的存在方式。无论何时何地，都没有也不可能有没有运动的物质。”**世界上决没有“绝对静止”的东西。我们通常看作静止的东西，如树木、房屋等，也只是相对地球来说位置不发生变化。实际上，它们还是随着整个地球不停地运动着，至于组成树木、房屋的各种分子、原子等更是处于复杂的运动中。恩格斯多次强调：“**绝对的静止、无条件的平衡是不存在的。**”**“物质的不动的状态，是最空洞的和最荒唐的观念之一，是纯粹的‘热昏的胡话’。**”世界上千变万化的现象，无非是物质在运动中的各种表现。例如刮风是空气流动的表现，无线电广播和电视等是发射、传播和接收电磁波的结果等。

自然界中物质的主要运动形式有：机械运动（即物体之间的相对位置发生变化），分子热运动，电磁运动，原子、原子核、基本粒子的微观运动，化学运动，生命现象等。毛主席指出：“**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。每一物质的运动形式所具有的特殊本质，为它自己的特殊的矛盾所规定。**”**“科学研究的区分，就是根据科学对象所具有的特殊矛盾性。”**针对物质各种运动形式所具有的特殊矛盾性所作的研究，形成了自

然科学的各个部门，如物理学、化学、生物学等。

物理学是研究物质运动最基本、最普遍规律的科学。其中力学研究机械运动的规律；分子物理学、热力学等研究分子热运动的规律；电磁学、光学等研究电磁运动的规律；原子物理、原子核物理等研究微观运动的规律。

物理学绝不是少数科学家个人头脑的“天才”的产物，而是在劳动人民长期实践的基础上建立起来的，从根本上说，是生产斗争知识的总结。当然，某些科学家能够正确总结劳动人民的实践经验，从大量现象中发现客观规律，他们的贡献也是应该适当肯定的。生产发展的客观需要是物理学发展的强大动力。正如恩格斯所说：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”“技术在很大程度上依赖于科学状况，那末科学状况却在更大的程度上依赖于技术的状况和需要。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。”在生产力发展需要的时候，人们常常通过物理学的研究来进一步认识物质的结构和运动规律，由此来探索新的技术，建立新的生产部门，以适应社会的客观需要。例如分子热运动规律的研究，对蒸汽机的改进起了重要作用；电磁运动规律的研究为电的广泛利用和许多新技术的出现建立了必要的基础；对原子核的研究使人们发现了原子能的存在，推进了原子能的利用。因此物理学是许多工程技术和生产部门的重要基础之一。如果没有必要的物理知识，就不能很好地掌握工程技术科学。

物理学和其他自然科学一样，本身是没有阶级性的。但是必须看到，掌握和利用自然科学的人是有阶级性的。对于帝、修、反来说，自然科学是压迫、剥削和镇压劳动人民的

工具。正如毛主席指出的：“**美国确实有科学，有技术，可惜抓在资本家手里，不抓在人民手里，其用处就是对内剥削和压迫，对外侵略和杀人。**”对于无产阶级专政的国家和革命人民来说，自然科学是进行社会主义革命和社会主义建设的重要武器。解放以后，在以毛主席为首的党中央领导下，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国的自然科学有了飞跃进步。无产阶级文化大革命的胜利，开始从根本上改变了资产阶级知识分子统治学校、垄断科学技术的状况，使我国科学得到了更大的发展。人造地球卫星接连发射成功，标志着我国科学发展到了新的水平。

物理学是一门重要的基础学科。通过物理课的学习，我们要对物质运动的一些基本规律有一个初步的认识，不仅为今后学习专业课和其他后继课准备必要的基础，还要特别注意从中培养分析问题和解决问题的能力，并帮助我们建立辩证唯物主义的世界观。学好物理课对于达到社会主义理工科大学的培养目标起着相当重要的作用。

马克思指出：“**在科学上没有平坦的大道，只有不畏劳苦沿着陡峭山路攀登的人，才有希望达到光辉的顶点。**”我们必须为革命而刻苦学习，克服各种可能遇到的困难，努力学习物理学和其他课程，以便在阶级斗争、生产斗争和科学实验三大革命运动中，为党、为人民作出应有的贡献，为社会主义和共产主义的壮丽事业献出更大的力量。

第一章 简单机械

“马克思主义者认为人类的生产活动是最基本的实践活动，是决定其他一切活动的东西。”劳动人民在生产实践中创造了社会财富，同时也创造了生产工具。随着生产的发展，劳动工具也不断由低级向高级发展。杠杆就是劳动人民在移动重物时为了省力而创造的简单工具。随着生产发展的需要，劳动人民又创造了滑轮、轮轴等简单机械。大工业生产的出现，单用一种简单机械不能满足需要，劳动人民又把简单机械综合起来应用，进一步发明了卷扬机、起重机等及其他更为复杂的机器，用机器代替笨重的体力劳动，提高生产效率。在研究机器的作用时，不能离开力的概念。本章我们介绍力的初步知识和一些常用的简单机械。

第一节 力的初步知识

(一) 力

毛主席教导我们：“人的正确思想是从那里来的？是从天上掉下来的吗？不是。是自己头脑里固有的吗？不是。人的正确思想，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。”人们对“力”的认识也是这样。

工人拿起铁锤做工，要用力；农民拿起锄头锄地，要用力；在日常的生产劳动中，我们提一桶水，拉一辆车，都要用力。

不但人能够对物体发生力的作用，而且物体对物体也能发生力的作用。例如，用锤打铁时，锤对铁块发生了力的作用。锄地时，锄对土壤发生了力的作用。起重机起吊重物时，起重机对重物发生了力的作用等等。

由这些事例看出：力是物体对物体的作用。离开了物体，力是不存在的。

打铁时，烧红的铁块在铁锤的作用下，会改变形状；弹簧在外力作用下，也会改变形状，即受到拉力时弹簧要伸长，受到压力时弹簧要缩短；起重机用力将重物吊起时，重物由静止变为运动，等等。大量事实表明：力可以改变物体的形状，也可以改变物体的运动状态。

因此，我们说：力是物体对物体的作用。它可以使物体产生形变，或改变物体的运动状态。

(二) 力的三要素和力的图示

力有大小的不同。例如，拖拉机拉农具的力就比牛拉农具的力大。

利用弹簧在外力作用下伸长的性质，我们可以制成弹簧秤来测定力的大小。图(1-1)是弹簧秤的外形和内部结构。弹簧秤的内部是一根弹簧，上面附有指针。弹簧没有受到外力时，指针所指的刻度是零。如果加上一个力，例如挂上重物，弹簧就被拉长。如图(1-2)所示。在一定范围内，外力增大几倍，弹簧的伸长量

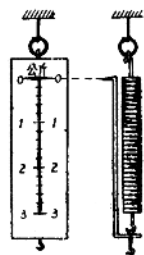


图 1-1

(即弹簧伸长后的长度和弹簧在不受外力时的长度之差)也

增大几倍。因此，从指针的位置我们可以知道弹簧伸长了多少，从而就可以确定被测力的大小。

力的常用单位是牛顿和公斤(力)，它们之间的换算关系是：

$$1 \text{ 公斤(力)} = 9.8 \text{ 牛顿}$$

此外，力的单位还有吨(力)、克(力)等。

$$1 \text{ 吨(力)} = 1000 \text{ 公斤(力)}$$

$$1 \text{ 公斤(力)} = 1000 \text{ 克(力)}$$

力不但有大小，而且还有方向。如人提起重物时，所用的力是向上的，拖拉机或牛拉农具的

力是向前的等等。要是改变力的方向，力所产生的效果就不相同。

实践还证明，力作用在物体上的作用点不同，所产生的效果也不同。如用扳手拧紧螺母时，见图(1-3)，施力于A点

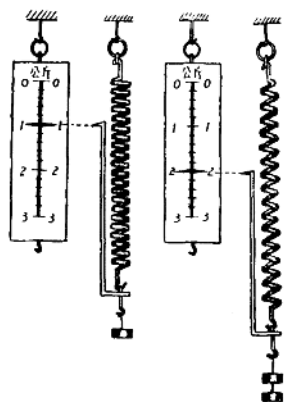


图 1-2

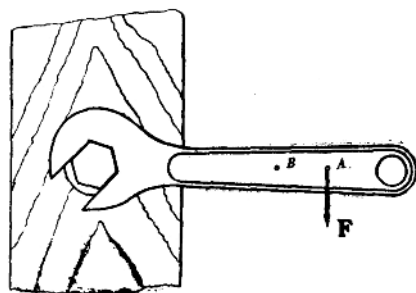


图 1-3

比施力于B点省力，容易拧紧。推门时，见图(1-4)，作用点在A就比作用点在B容易将门推开。这说明力的作用效果是由各方面的因素决定的，即不但跟力的大小、方向有关，而且还跟力在物体上的作用点有关。

通常把力的大小、方向和作用点，叫做力的三要素。

从力的作用点起，依照力的方向画一线段，使线段的长度和力的大小成正比。例如用1厘米长度代表5公斤(力)，那么20公斤(力)就用4厘米长的线段表示。在线段的末端画一箭头，箭头的指向表示力的方向。如图(1-5)所示。这种表示力的方法，叫做力的图示法。



图 1-4

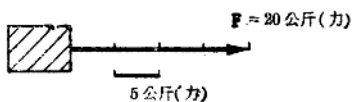


图 1-5

在物理学中我们常遇到的量有两种：一种叫做标量，如长度、时间、温度等，标量是只有大小没有方向的量。另一种叫做矢量，矢量是既有大小又有方向的量。力是矢量，常用符号 \vec{F} 或 \mathbf{F} 表示， F 或 $|\vec{F}|$ 表示力的大小。

(三) 重力

在力学中常见的力有重力、摩擦力等，在这一节中我们

先简要地介绍一下重力，其余的将在以后的章节中讲述。

任何物体都有重量，挑担时肩膀感到有压力，提一桶水，手臂就觉得受到拉力，物体越重，这种压力和拉力就越大。

为什么物体会^有重量呢？我们看到，雨点总是落向地面，高处的东西，如果没有东西支持，就会掉到地上。从大量现象的观察和分析中，得出一个结论：地球对任何物体都有吸引力。物体受到的地球的吸引力叫做重力。一个物体受到的重力的大小，就是这个物体的重量。

重力的方向总是竖直向下的。建筑工人常用重力的这种性质在一根线的下端挂一重锤做成重垂线，来检验墙壁是否竖直，见图(1-6)。



图 1-6

第二节 力矩 杠杆 轮轴

(一) 力矩 杠杆

广大贫下中农响应毛主席“农业学大寨”的伟大号召，用勤劳的双手来重新安排山河。在大搞农田基本建设的过程中，贫下中农常用撬杠来撬大石头，见图(1-7)。把撬杠支在小石块上，撬杠的一头插在大石头的底下，在撬杠的另一头施加一个力，就能把很重的大石头撬起来。