

工农业余中等学校高中课本

# 物理

上册

人民教育出版社

# 说 明

教育部工农教育局组织十六个省市的一些教师和有关人员，根据全日制中小学教材的基本要求，结合工农学员的特点，编写了工农业余中等学校语文、数学、物理、化学课本和业余初等学校语文、算术课本，供各地试用。

工农业余中等学校高中物理课本分上下两册，教学总时数约需 200 课时，上册约 90 课时，下册约 110 课时。

这套课本除基本的教学内容外，还编入了一部分标有“※”号的机动教材，教学时可以根据学员的实际情况选学。

这套课本根据国务院 1977 年 5 月颁布的《中华人民共和国计量管理条例》(试行)，一律采用国际单位制(SI)。为了便于学员阅读有关参考资料和实际应用的需要，课本中附有实用制与(SI)制的单位换算说明和例题。

由于编写人员的水平和经验有限，编写时间比较匆促，这套课本在内容的取舍、体系的安排等方面是否合适，例习题的内容和分量是否恰当，希望各地在试用过程中多多提出批评和建议，以便再版时修改。

编 者

1980 年元月

# 目 录

绪论	1
第一章 力 物体的平衡	4
1-1 力	5
习题 1-1	13
1-2 牛顿第三定律 物体受力分析	15
习题 1-2	21
1-3 共点力的合成	23
习题 1-3	30
1-4 力的分解	30
习题 1-4	36
1-5 共点力作用下物体的平衡	37
习题 1-5	43
1-6 有固定转动轴的物体的平衡	44
※1-7 平行力作用下物体的平衡	50
※1-8 物体平衡的种类 稳度	55
习题 1-6	57
本章提要	59
第二章 直线运动	62
2-1 机械运动	62
2-2 匀速直线运动	65
习题 2-1	73
2-3 变速直线运动	74
习题 2-2	81
2-4 匀变速直线运动	81
习题 2-3	91

※2-5 运动的合成与分解 相对运动 .....	92
习题 2-4 .....	98
2-6 自由落体 竖直抛体运动 .....	99
习题 2-5 .....	108
本章提要 .....	108
<b>第三章 牛顿运动定律</b> .....	<b>111</b>
3-1 牛顿第一运动定律 .....	112
3-2 牛顿第二运动定律 .....	115
习题 3-1 .....	121
3-3 力学单位制 .....	122
3-4 质量与重量 .....	125
习题 3-2 .....	127
3-5 牛顿运动定律的应用 .....	128
习题 3-3 .....	135
※3-6 牛顿运动定律的适用范围 .....	137
本章提要 .....	140
<b>第四章 曲线运动</b> .....	<b>142</b>
4-1 平抛运动 斜抛运动 .....	142
习题 4-1 .....	155
4-2 匀速圆周运动 .....	156
习题 4-2 .....	159
4-3 向心加速度 向心力 .....	160
习题 4-3 .....	170
4-4 离心现象 .....	171
4-5 万有引力定律 .....	174
习题 4-4 .....	181
※4-6 地球上物体重量的变化 .....	181
习题 4-5 .....	184
4-7 人造地球卫星 宇宙速度 .....	184

习题 4-6	189
本章提要	190
<b>第五章 功和能</b>	<b>192</b>
5-1 功和功率	192
习题 5-1	202
5-2 重力的功 弹力的功	203
习题 5-2	207
5-3 动能 动能定理	208
习题 5-3	213
5-4 势能	214
习题 5-4	220
5-5 机械能守恒定律	221
习题 5-5	227
5-6 功能原理	228
习题 5-6	233
本章提要	234
<b>第六章 动量</b>	<b>237</b>
6-1 冲量 动量 动量定理	237
习题 6-1	246
6-2 动量守恒定律	247
习题 6-2	253
※6-3 碰撞	255
习题 6-3	260
本章提要	261
<b>第七章 机械振动和机械波</b>	<b>263</b>
7-1 简谐振动	263
7-2 用圆周运动研究简谐振动	266
习题 7-1	269
7-3 单摆	269

习题 7-2	272
7-4 振动的合成	273
习题 7-3	278
7-5 振动的能量	278
习题 7-4	282
7-6 振动在物体内的传播——波	283
习题 7-5	290
※7-7 波的反射	291
7-8 波的干涉	294
习题 7-6	298
7-9 波的衍射	299
7-10 声音的产生与传播	301
※7-11 乐音和噪音	303
※7-12 声音的反射、共鸣	309
本章提要	315
<b>第八章 气态方程 气体分子运动论</b>	<b>318</b>
8-1 气体的等温变化 玻义耳-马略特定律	318
习题 8-1	323
8-2 气体的等压变化 盖·吕萨克定律	324
习题 8-2	330
8-3 气体的等容变化 查理定律	330
习题 8-3	332
8-4 理想气体的状态方程	333
习题 8-4	339
8-5 气体分子运动论	340
习题 8-5	346
8-6 热力学第一定律	346
习题 8-6	350
本章提要	350

<b>学生实验</b> .....	353
实验误差 .....	353
实验一 验证力的平行四边形法则 .....	354
实验二 测定重力加速度 .....	357
实验三 验证牛顿第二定律 .....	358
实验四 用冲击摆测弹丸的速度 .....	360
实验五 验证气态方程 .....	362

# 绪 论

## 一、物理学研究什么

人类生活在大自然界中，自然界是物质组成的。

自然界的万事万物，不是一成不变的。白天过了，黑夜就来到，时间在变化；夏天过了，秋天就来到，气候在变化；草木有荣枯，动物有生死，生物在变化；石块可以变沙粒，沧海可成桑田，大地也在变化。自然界中这种变化都是天然的。自然界中的这种变化现象叫自然现象。

自然现象实际上是物质的运动。一切自然界中的变化或运动都不是孤立的、随意发生的，而是相互联系，有一定规律的。研究这些自然现象的规律性的知识叫自然科学。

物理学是研究自然现象中物理变化的科学。也就是研究自然界中最基本的最普遍的物质运动形式和物质的基本结构。它研究的范畴包括力的现象、声的现象、热的现象、电的现象、光的现象、原子和原子核的变化现象等。

## 二、物理学的重要性

物理学是自然科学的一门基础科学。学习化学、生物、天文、地理等自然科学都需要一定的物理知识作基础。激光、火箭、原子能、电子技术、人造卫星、宇宙航行等尖端技术也都是在研究物理学的基础上发展起来的。



在本世纪内，为把我国建设成为农业、工业、国防和科学技术现代化的社会主义强国，其关键是科学技术现代化。所以我们要学好物理学，发展科学技术，赶超世界先进水平，为早日实现祖国的四个现代化贡献力量。

### 三、怎样学好物理学

要学好物理，首先要明确目的，认真刻苦地学习，同时也要善于学习，懂得学习物理的方法，下面几点对于初学物理的人，是很重要的。

1. 物理学是以观察和实验为基础的一门科学。物理学中的规律性知识，都是从物理现象中抽象概括出来的。要达到这个目的，就要细心地观察物理现象，还要在实验室里研究某些现象，这就是做实验。在做实验的时候，我们可以对同一现象作多次的观察，还可以改变条件，观察在不同条件下物理现象是怎样变化的，仔细地分析研究，从而可以得到规律性的物理知识。

2. 要认真掌握好物理概念，学会抽象概括运动规律的本领。物理现象需要用科学语言来进行描述，这就是物理概念和定律等。在研究任何一个物理现象时，必需搞清有关物理概念的含义，掌握它的特征。同时通过观察和实验，找出这一物理现象最本质的规律来。这就需要运用分析推理、抽象概括的能力。这些能力要在定理定律的学习过程中逐步掌握和提高。切忌在学习中死背硬记概念和定律。

3. 物理学中许多概念和规律反映了物理现象的数量关

系。因此常常需要用数学公式来表示，在解决实际问题时，往往要进行分析 and 数学计算，所以学好物理必须掌握好数学知识，并把它应用到物理问题上来。

4. 学习物理要理论联系实际。物理课文中的叙述、例题和习题一般都是适当地联系了实际问题的。因此，要认真学习课文，进行思考和分析，并在此基础上做好作业。在生产劳动和日常生活中要注意观察周围所发生的物理现象，运用所学的物理知识来解释这些现象，从简单现象着手，逐步提高分析问题和解决问题的能力。这是学好物理的有效途径。

## 第一章 力 物体的平衡

人类对力的认识始于劳动，肩挑手提，推拉物体都要用力，这是原始的比较含糊的概念。随着生产的发展，在实践中观察、实验，才加深了对力的认识。

远在公元五世纪前，我国春秋战国时代的学者墨翟(公元前468—376)在他的著作《墨经》中就有关于力的记载，如杠杆原理以及力、重量和运动的关系等，是世界上最早的有关力学理论的著作；二千多年前战国时代修建的“都江堰”水利工程，一千三百多年前隋代建筑的赵州桥，以及举世闻名的万里长城等，表明我们的祖先在力学方面很早就积累了丰富的知识和实践经验。



墨翟像

欧洲在十五——十六世纪，生产有了进展。意大利科学家伽利略(1564—1642)，从观察落体运动，揭示了力和运动的关系，并在研究中引用实验和数学运算的方法，对力学的发展起了重大的作用。后来英国科学家牛顿(1642—1727)，全面总结了前人的成果，建立了力学三个基本定律，奠定了经典力学的基础。近三百年来，力学已渗透到科学技术的各个领域，使近代的科学技术突飞猛进，获得辉煌的成就。

力的基本性质，力学的基本定律是物理学中的重要部分，

也是一切工程技术的基础。

本章首先介绍力的概念，物体受力的分析，力的合成与分解和受力物体的平衡问题。

## 1-1 力

**力的概念** 自然界的物体并非各自孤立，而是有互相联系和影响的。物体与物体间的相互作用表现出力的现象。

**1. 力是一个物体对另一个物体的作用** 力不能脱离物体而独立存在，没有物体也就没有什么力。一个物体受到力的作用，必然有另一个施力的物体。机车牵引列车前进，机车对列车施加了力。绳子悬挂重物，绳子对重物施加了力。汽锤锻打工件，汽锤对工件施加了力。

**2. 力是使物体的形状发生变化的原因** 用力拉或压弹簧，弹簧就伸长或压缩。任何物体受力都要发生形变，物体受力，各部分之间的相对位置发生变动而有形变。即使极为微小的力作用于极为坚硬的物体，也会发生极微小的形变；受到力而不产生形变的物体是没有的。假定，在任何力的作用下，完全不发生形变的理想物体称为刚体。在力学中为了使问题简化，将物体按刚体处理，一般结果与实际出入不大。

**3. 力是使物体运动状态发生变化的原因** 物体由静止到运动，由运动到静止；或者物体运动的速度发生变化，由快变慢，由慢变快；或者物体运动的方向发生变化；或者物体运动速度的大小和方向同时发生变化，如水平抛出的石子，石子的运动方向和速度大小同时不断变化，最后落地；所有这些现

象,都是力作用于物体的结果。

物体受力发生形变和运动状态的改变,往往是同时出现的,踢足球时足球在受力处凹下去发生形变,同时足球滚出去,它的运动状态也发生了变化。

**4. 力是矢量** 在物理学中,如长度、面积、体积、时间、功、能、温度等只有数量大小没有方向的物理量,称为标量。另有一种量,如力、速度等既有大小又有方向的物理量,称为矢量。物体受地球引力的作用,竖直向下落;物体在水里受到向上的浮力;一辆停着的小车,用力朝一个方向拉,小车就朝这个方向运动,如果用同样大小的力朝别的方向拉,小车就朝那个方向运动;可见力是有方向性的,所以力是矢量。表示力是矢量可在符号上面加上一个箭头,如 $\vec{F}$ ,或在印刷上用粗体字 $F$ 。而 $F$ 则只表示 $\vec{F}$ 的大小。

**力的测量和图示** 物体受力产生形变和运动状态的改变,这两种效果的大小取决于力的大小,因而可以运用这两种效果的大小来量度力的大小。测力计、弹簧称就是应用物体受力形变的原理来量度力的大小的装置。量度力的大小要有计量单位。在国际单位制中,力的单位是牛顿。中文代号是牛,国际代号是 $N$ 。

力的实用单位为公斤,公斤和牛顿的换算关系为

$$1 \text{ 公斤} = 9.8 \text{ 牛顿}.$$

在分析力学问题时,为了说明力的作用,直观地表示出来,用一条按一定比例画出来的带有箭头的有向线段来表示力。线段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;力的方向所沿的直线表示力的作

用线。用这种方法来表示力,叫做力的图示。

[例题 1] 用 60 牛顿的力拉一地面上的木箱, (1) 力与地面平行, (2) 力与地面成  $30^\circ$  角, 试画出示力图。

[解] 先画出受力物体, 按比例适当选择单位线段作为力的标度, 这里选 0.5 厘米表示 20 牛的力, 然后按力的图示法画出力图。见图 1-1。

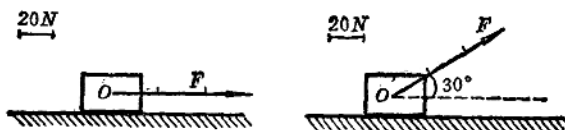


图 1-1

**力的三要素** 通常把力的大小、方向、作用点称为力的三要素。力作用于物体的效果, 决定于力的三个要素, 如果其中有一个改变了, 力的效果一般就随之改变。显然, 力的大小和方向改变, 它的效果就跟着改变; 如果力的作用点改变了, 它的效果是否也会改变呢? 如图 1-2 所示, 这是一扇门的俯视图, 在力的作用下, 门  $OA$  会绕  $O$  轴转动。今有大小相等, 方向相同, 垂直作用于  $OA$  的三个力  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ , 显然, 这三个力由于作用点不同, 它们的效果也不同,  $F_1$  比  $F_2$  使门转动的效果大, 而  $F_3$  则不能使门产生转动。

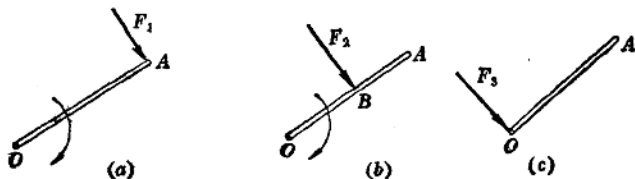


图 1-2

但是,在有些情况下,作用于刚体的力,可以沿力的作用线把力的作用点移到作用线上的其它位置,而不改变它的效果,如图 1-3. 一个铁块放在桌面上,用同样大小和方向的水平力,沿同一直线推或拉,对铁块作为刚体来说是等效的.

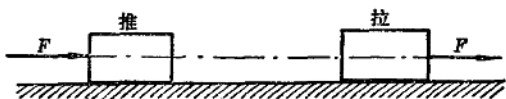


图 1-3

**力的种类** 自然界物体间的相互作用是多种多样的,按作用的性质、形式的不同,可以把力分为:弹力、摩擦力、场力(如电磁力、核力、万有引力等).在力学中经常遇到的场力为重力.

**1. 重力** 重力是万有引力的一种,是地球吸引物体而产生的.它的大小可用弹簧称的读数来表示.物体所受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,重力的作用点在物体的重心.地球上的任何物体都受到重力的作用,所以在分析地球上任何物体所受的力时,都要将它所受的重力考虑在内.重力在力学研究中具有重要意义.

**2. 弹力** 用力按揪橡皮,会感到橡皮对手的弹力,再看下面几个例子:

如图 1-4(a),将弹簧放在光滑的桌面上,一端固定,另一端连一个木块.如图 1-4(b),手拉木块使弹簧伸长,同时被伸长了的弹簧要收缩把木块拉回,对木块作用一个方向向左的弹力  $F'$ .如图 1-4(c),压缩了的弹簧要将木块推开,对木块作用一个方向向右的弹力  $F'$ .

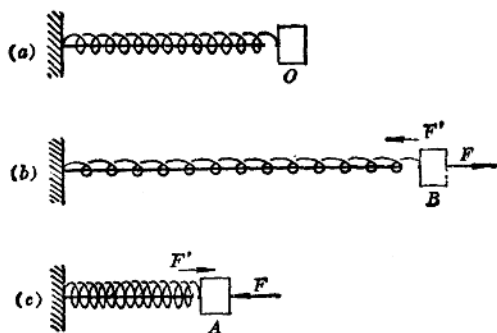


图 1-4

如图 1-5(a) 用绳子悬挂着的物体，物体受重力的作用，紧拉绳子，使绳子发生微小的伸长形变。绳子要恢复原状，因而对物体产生向上的弹力。这个弹力就是绳子对物体的拉力  $T$ 。如图 1-5(b)，物体在重力作用下与支承面紧压在一起，支承面受到压力而产生微小的形变，因而支承面要恢复原状而对物体产生垂直于接触面方向向上的弹力。这个弹力就是支承面对物体的支承力  $N$ 。

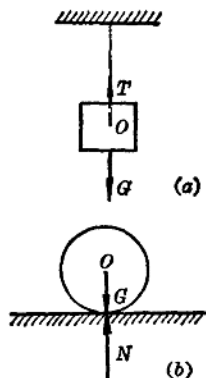


图 1-5

如图 1-6(a)，一根绳子受到拉力而发生形变时，它的一部分对另一部分之间相互产生弹力  $T$ 、 $T'$ 。绳子内部的这种弹力叫做张力。

如图 1-6(b)，一根杆的两端受到压力而发生压缩形变时，它的一部分对另一部分之间产生弹力  $P$ 、 $P'$ ，称为压缩力。



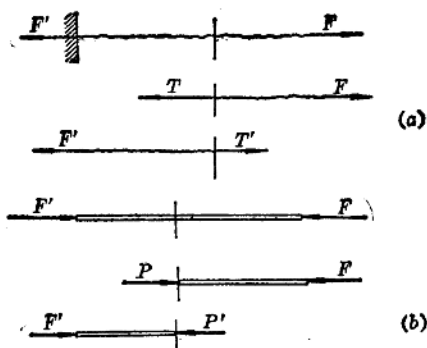


图 1-6

总之,当两个物体相互接触发生形变时,产生一种恢复原来形状的作用,这种作用就叫做弹力.它的方向总是与使物体发生形变的外力方向相反,在弹性限度内,形变愈大,弹力也愈大;形变减小,弹力也减小;形变消失,弹力也消失.实验证明,在弹性限度内,弹性体的弹力  $F$  和弹性体的伸长(或缩短)的长度  $x$  成正比,即  $F = -kx$ , 式中  $k$  称为倔强系数,在数值上等于弹簧伸长(或压缩)单位长度的弹力,负号表示弹力的方向和伸长(或压缩)的方向相反,这个规律称为胡克定律.

**3. 摩擦力** 物体与物体相接触,在接触面之间,由于凹凸不平等原因,产生一种阻止它们作相对运动或运动趋势的作用,这种作用叫做摩擦力.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,或跟物体间的相对运动趋势相反,阻碍物体间的相对运动.

图 1-7 表示,两个接触的物体,在外力  $F$  作用下,有相对运动的趋势,但又保持相对静止,这时接触面之间产生的摩擦