

青年自学丛书

# 物理基础知识

(上册)

上海师范大学物理系 编

上海人民出版社

物理基础知识

上册

上海师范大学物理系 编

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 上海市印刷三厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 11 字数 241,000

1974年9月第1版 1977年11月第2次印刷

统一书号: 13171·108 定价: 0.58 元

# 毛主席语录

马克思主义的哲学认为十分重要的问题，不在于懂得了客观世界的规律性，因而能够解释世界，而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。

农村是一个广阔的天地，在那里是可以大有作为的。

## 《青年自学丛书》编辑说明

伟大领袖和导师毛主席教导我们：“知识青年到农村去，接受贫下中农的再教育，很有必要。”广大知识青年，响应毛主席的号召，奔赴农村，奔赴祖国的边疆，朝气蓬勃地战斗在三大革命运动的第一线，坚定地走工农相结合的道路，对普及大寨县，建设社会主义新农村作出了贡献，一代革命青年正在茁壮成长。

在英明领袖华主席的领导下，我国广大青年，继承毛主席遗志，高举毛主席的伟大旗帜，坚持党在社会主义历史阶段的基本路线，抓纲治国，继续革命，为建设社会主义的现代化强国而奋斗。按照毛主席关于“要关怀青年一代的成长”的教导，为了适应广大上山下乡知识青年自学的需要，特编辑、出版这套《青年自学丛书》。丛书以马列主义、毛泽东思想为指导，内容包括哲学、社会科学、文学、自然科学的一些基本知识。我们希望，这套丛书的出版，能对知识青年的学习起积极作用，有助于他们进一步提高政治觉悟和科学文化水平，在又红又专的道路上阔步前进。

我们对大力支持这套丛书的出版工作的有关单位和作者，表示衷心的感谢，并欢迎广大读者对这套丛书提出批评和建议，以便改进。

上海人民出版社

# 目 录

|         |   |
|---------|---|
| 引言..... | 1 |
|---------|---|

## 第一编 力 学

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第一章 力和力的平衡.....      | 6   |
| 第一节 力 .....          | 6   |
| 第二节 作用力和反作用力定律 ..... | 10  |
| 第三节 力的种类 .....       | 13  |
| 第四节 力的合成和分解 .....    | 20  |
| 第五节 平行力的平衡 .....     | 35  |
| 复习题 .....            | 47  |
| 第二章 运动和运动定律.....     | 49  |
| 第一节 运动的绝对性和相对性 ..... | 49  |
| 第二节 直线运动 .....       | 53  |
| 第三节 匀速圆周运动 .....     | 66  |
| 第四节 物体的平动和转动 .....   | 73  |
| 第五节 运动定律 .....       | 77  |
| 第六节 向心力 .....        | 89  |
| 复习题 .....            | 99  |
| 第三章 动量和能量 .....      | 100 |
| 第一节 动量 动量定理 .....    | 100 |
| 第二节 动量守恒定律 .....     | 106 |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 第三节 功和功率 .....             | 113        |
| 第四节 动能、动能定理 .....          | 125        |
| 第五节 重力势能 .....             | 131        |
| 第六节 机械能守恒定律 功能定理 .....     | 136        |
| 第七节 机械运动的两种量度 .....        | 143        |
| 复习题 .....                  | 146        |
| <b>第四章 简单机械和机械传动 .....</b> | <b>147</b> |
| 第一节 杠杆 .....               | 147        |
| 第二节 滑轮 轮轴 .....            | 154        |
| 第三节 斜面 螺旋 .....            | 165        |
| 第四节 机械传动 .....             | 176        |
| 复习题 .....                  | 187        |
| <b>第五章 流体的力学性质 .....</b>   | <b>189</b> |
| 第一节 流体的压强 .....            | 189        |
| 第二节 流体对压强的传递 .....         | 201        |
| 第三节 浮力 .....               | 208        |
| 第四节 液体流动的基本规律 .....        | 215        |
| 第五节 水力机械 .....             | 226        |
| 复习题 .....                  | 236        |

## 第二编 热 学

|                        |            |
|------------------------|------------|
| <b>第六章 基本热现象 .....</b> | <b>238</b> |
| 第一节 温度和温度的测量 .....     | 238        |
| 第二节 热量 热平衡方程 .....     | 242        |
| 第三节 物体的热膨胀 .....       | 250        |
| 第四节 热传递 .....          | 258        |
| 复习题 .....              | 265        |
| <b>第七章 分子运动论 .....</b> | <b>267</b> |

|     |               |     |
|-----|---------------|-----|
| 第一节 | 分子运动论概述 ..... | 267 |
| 第二节 | 气体的性质 .....   | 273 |
| 第三节 | 液体的表面现象 ..... | 278 |
| 第四节 | 固体的性质 .....   | 282 |
| 第五节 | 物态变化 .....    | 291 |
| 复习题 | .....         | 309 |
| 第八章 | 热和功 热机 .....  | 310 |
| 第一节 | 热功当量 .....    | 310 |
| 第二节 | 内能 .....      | 314 |
| 第三节 | 蒸汽发动机 .....   | 320 |
| 第四节 | 内燃发动机 .....   | 329 |
| 复习题 | .....         | 340 |
| 附录  | 习题答案 .....    | 341 |

# 引 言

物理学是劳动人民在长期的生产实践中总结出来的一门自然科学。它研究的是自然界中物质的一些最普遍、最基本的运动形式的规律及其在工农业生产和科学实验中的应用。本书向读者介绍常见的自然现象及农业生产实践所涉及到的物理学的一些基本原理和基础知识,根据农村情况,侧重点放在力学、热学、电学等几个方面。

我们周围的世界,是一个物质的世界。我们所接触到的,譬如空气、水、阳光、土地、庄稼、机器是物质;又如太阳、月亮、银河也是物质;就是连肉眼看不见的分子、原子、无线电波等也都是物质。物质的形态尽管千差万别,但它们都不依赖于人的主观意识而独立存在着。客观世界正是由这许多不同形态的物质所组成的。

物质和运动是不可分离的。自然界中“没有任何东西是不动的和不变的”。日月星辰在运动。地球一面自转,一面又绕着太阳公转。耸立在地面上的高山峻岭看起来似乎纹丝“不动”,实际上也随着地球每天要“走”几万里路呢!

物质的运动随处可见,刮风下雨、潮汐涨落、机器运转、江河奔流、煤炭燃烧、氨水分解、庄稼生长、牲畜繁殖等等,

都是常见的例子。运动是物质的存在形式，是物质的固有属性。

物质的运动形式是多样的。诸如物体经常在改变相互之间的位置关系而产生机械运动；组成物体的分子和原子不停地在作热运动；在原子内部，电子也不断绕着原子核旋转，而电子和原子核本身也有复杂的构造和相应的内部运动。除了这一些物理运动形式以外，物质还有化学运动以及更高级、更复杂的生命运动等形式。伟大领袖毛主席指出：“人的认识物质，就是认识物质的运动形式”。我们研究自然科学，就是研究物质的运动形式；各门学科就是以不同的物质运动形式作为自己的研究对象的。物理学所研究的是物质的一些最普遍、最基本的运动形式，也就是物理运动形式，其中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。而化学运动、生命运动等运动形式是化学、生物学等其他学科的研究对象。

物质的这许多运动形式究竟是彼此孤立、互不相干，还是相互联系、相互转化的呢？恩格斯指出：“在每一情况的特定条件下，任何一种运动形式都能够而且不得不直接或间接地转变为其他任何运动形式。”比如，摩擦生热，就是机械运动转化为热运动；水力发电，就是机械运动转化为电磁运动；在相反的过程中，利用蒸汽机和电动机作功，就是把热运动和电磁运动转化为机械运动。可见，物质运动既不能创造，也不能消灭，而只能依据一定的条件从一种形式转化为另一种形式。

世界是由物质组成的，物质是在运动着的，运动是不灭的，而不同形式的运动是可以相互转化的。这些辩证唯物主义的根本原理也就是学习物理基础知识时必须掌握的基本思想。

物质的各种形式的运动都具有一定的规律性。比如，水从高处流到低处，能带动轮机转动；水沸腾了，它的蒸汽会推动活塞做功；电流通过金属丝，金属丝就会烧红发亮，通过磁场中的线圈，线圈就会偏转；等等。人类为了能动地改造世界，就必须掌握这些规律性。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。”我们学习自然科学，学习物理学的一些基本知识，目的正在于了解自然、利用自然、改造自然，把握住自然规律来更好地为社会主义革命和社会主义建设服务。

举个例子来说，干旱水涝是一种自然现象。在旧社会，它给劳动人民带来无穷的苦难。而解放以来，在毛主席的亲切关怀下，广大农村大力兴修水利工程，运用所发现的自然规律，建筑拦河坝、蓄水库，发展机电排灌，以使农业生产不为旱涝所误，做到旱涝保收。农村水电站还把过去经常泛滥成灾的河流“管”起来，用水力来发电、带动农用机械，从而变水害为水利。其中如黄河、淮河、海河的治理已取得巨大成绩，这就是用毛泽东思想武装起来的中国人民掌握了自然规律，能动地改造自然，从自然里得到自由的突出例证。而在这治理水害的工作中，就会碰到物理学和工程技术上的许多问题。可见，在正确路线引导下，认真学习一些物理学的基础知识，掌握一定的科学技术上的本领，确是相当重要的。这也是社会主义革命和社会主义建设所必需的。

在农村这个广阔的天地里，到处都会碰到各种物理方面的问题。如农村常见的拖拉机、抽水机、水轮机以及可以省力

的杠杆、滑轮、滚珠轴承等是根据力学原理制造的；常用作农业动力的柴油机、汽油机、蒸汽机等是根据热学原理制造的；农村中日益增多的小型水电站、发电机、电动机等则是电学原理的具体应用。毛主席教导我们：“农业的根本出路在于机械化。”目前，全国广大农村正在逐步实现机械化、电气化、水利化和化学化，而物理基础知识与其他科学知识一样，会在农业实现现代化的进程中发挥一定的作用。既然物理学研究的是物质最普遍、最基本的运动形式，那么，其他自然科学和工程技术课程，就必定都需要以物理学作为它们的基础。在农村，学习农业气象、土壤学、农田水利、农业机械、农业电气等等，都需要掌握一定的物理基础知识。

千百万上山下乡知识青年在毛主席革命路线的指引下，立志红在农村、专在农村，为建设社会主义新农村作出自己的最大贡献。为努力成为有社会主义觉悟的有文化的革命接班人，知识青年不但要刻苦学习马列主义、毛泽东思想，虚心接受贫下中农的再教育，而且要认真学习社会主义科学文化知识。怎样来学习呢？很重要的一点，就是要贯彻理论联系实际的原则，因为“实践的观点是辩证唯物论的认识论之第一的和基本的观点。”物理学与其他自然科学一样，都来自于实践，并随着实践的发展而发展。因此，学习物理基础知识，就必须密切联系生产实践。战斗在农村三大革命运动第一线的知识青年，有着一定的生产实践经验，这就为学习物理基础知识和将这些知识应用于实际斗争提供了十分有利的条件。只要我们以辩证唯物主义作为指导思想，坚持“实践第一”的观点，走与工农兵相结合的道路，我们就一定能学好物理基础知识，并用这些知识来很好地为农村三大革命运动服务。“农村是一个广阔的天地，在那里是可以大有作为的。”

# 第一编 力 学

辩证唯物主义认为，自然界的一切物质都在运动，而物质运动的形式又是多种多样的。毛主席指出：“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。”其中，机械运动是最简单的一种。

什么叫做机械运动呢？物体相对于其他物体的位置变化就叫做机械运动。汽车在公路上奔驰，拖拉机在田间操作，飞机在天空中飞翔；车间里机器在运转，渠道里渠水在流动；等等，都是物体作机械运动的例子。一般说来，机械运动可简称为运动。

力学所研究的就是机械运动的规律。简单地说，就是研究力和运动的关系。力学在工农业生产技术上的应用是十分广泛的。我们在参加农业生产劳动中也经常会遇到力学问题。例如水泵为什么能抽水？在使用各种农具时，怎样才能省力？拖拉机马力的大小说明什么？等等。

本编包括第一章至第五章，主要是介绍有关力学的基础知识以及它们在工农业生产技术上的应用。

# 第一章 力和力的平衡

毛主席教导我们：“一切真知都是从直接经验发源的。”我们在各种各样的生产劳动中逐渐对力有了感性认识，知道翻地、拉车都要用力。但是为什么有些劳动不需要用多大的力，而另一些劳动却要用很大的力呢？究竟力是什么呢？为什么要用力呢？有什么办法能省些力呢？此外在修坝、盖屋时都有一个牢不牢、稳不稳的问题。为什么有经验的贫下中农能把柴草堆得又高又稳固而不容易倒塌呢？怎样才能牢些、稳些呢？

在这一章里，我们先来分析力的含义和力的性质，并初步介绍几种在力学范围里所研究的力；然后通过力的合成和分解进一步来分析物体的受力情况；最后再来研究物体在力或力矩作用下的平衡条件以及物体平衡的稳定性。

## 第一节 力

### 一、力 是 什 么

人们对于力的感性认识最初是从推、拉、扛、提等肌肉的活动中得来的。例如在推动小车时，手臂上的肌肉会感到紧张；用扩胸器锻炼身体时，手臂和胸部的肌肉都会感到紧张。这样我们就说手在用力。同时还可以看到在推力作用下小车

运动加快了,或者小车转弯了,表明小车的运动快慢或运动方向发生了改变;扩胸器弹簧在两边拉力的作用下形状发生了变化,弹簧伸长了。

进一步的实践表明:不仅人能对物体产生力的作用,物体也能对物体产生力的作用。例如在弹簧下挂了重锤,也能使弹簧伸长。从图 1.1 上可以看出重锤对弹簧的拉力和手对弹簧的拉力完全相同,因为它们把弹簧拉伸了相同的长度  $x$ 。

从上面的分析可以看出:  
力是一个物体对另一个物体的作用。  
力的作用是使物体的运动快慢和运动方向发生改变、  
或者使物体的形状发生改变的条件。

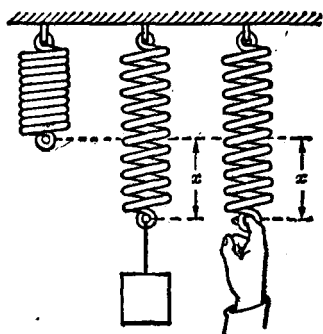


图 1.1 重锤和手对弹簧的拉力完全相同

此外还必须注意到力的作用总是出现在两个物体之间的。例如在图 1.1 中,重锤或手对弹簧的拉力是出现在重锤与弹簧之间,或者手与弹簧之间的。我们把重锤或手叫做加力物体,而把弹簧叫做受力物体。离开了物体,力是不能单独存在的。

## 二、力 的 大 小

大家都知道,拖拉机的拉力要比耕牛的拉力大得多。那么力的大小是怎样来确定的呢?

从图 1.2 可以看出:弹簧在 1 个重锤的作用下伸长 1 格,在 2 个重锤的作用下伸长 2 格。这表明在一定的范围内,弹簧伸得越长,它所受的拉力也越大。因此我们可以通过力对

物体作用效果的大小来确定它的大小。

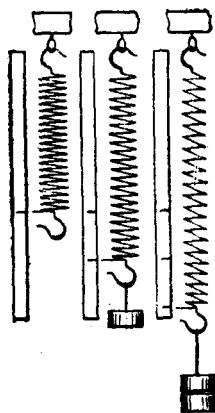


图 1.2 弹簧的伸长和它所受拉力的关系

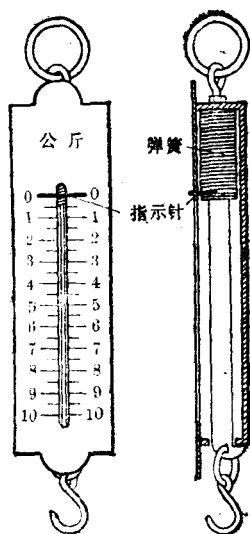
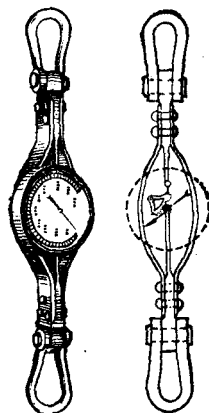


图 1.3 弹簧测力计

弹簧测力计就是根据上述原理制成的。图 1.3 就是它的构造简图。使用时,先把上端固定,再用手拉下端的挂钩,从指针所指的刻度上可以读出这时手的拉力有多大。手放开后,指针就指在零点上。此外,还有一种表盘式的弹簧测力计(图 1.4),把它的两端挂联在拖拉机和拖在后面的农机或拖车之间,在拖拉机开动时就可以测出当时拖拉机所受的牵引阻力。



力的实用单位是吨、公斤(千克) 图 1.4 表盘式弹簧测力计

和克。它们之间的换算关系是：

$$1 \text{ 吨} = 1000 \text{ 公斤} = 1000000 \text{ 克}。$$

### 三、力的方向

提起重物时，我们不仅要用力，而且还要用力向上提，否则重物就提不起来。把小车用力向前推，小车就前进；用力往后拉，小车就后退。这些例子都表明力不仅有大小，而且还有方向。同样是1公斤的力，如果方向不同，它的作用效果也就不同。

在物理学中，把只有大小而与方向无关的量叫做标量，把既有大小又有方向的量叫做矢量。例如大家所熟悉的长度、面积、体积等量都只有大小而与方向无关，因而都是标量。力既有大小又有方向，因而力是矢量。

单位确定之后，标量就可以用一个数表示出来。常用的长度单位是公里(千米)、米、厘米、毫米等，它们之间的换算关系是：

$$1 \text{ 公里} = 1000 \text{ 米}；$$

$$1 \text{ 米} = 10 \text{ 分米} = 100 \text{ 厘米} = 1000 \text{ 毫米}。$$

因此我们可以用几毫米，或几厘米来表示弹簧的伸长。但是在单位确定之后，矢量就不能简单地用一个数表示，还必须标明它的方向。通常是用一根带箭头的线段来表示矢量的。线段的长度表示矢量的大小；箭头所指的方向表示矢量的方向。这种表示法叫做矢量的图示法。例如，为了表示水桶是在多大的力的作用下从井里被提上来的，可以把绳对水桶的拉力图示出来(图1.5)。图中带箭头的线段  $F$  就表示绳对水桶的拉力  $F$ 。从箭头所指的方向可知拉力  $F$  的方向是竖直向上的。由于假设线段的单位长度表示5公斤，因此从线段  $F$  长

3个单位可知拉力  $F$  的大小为 15 公斤。

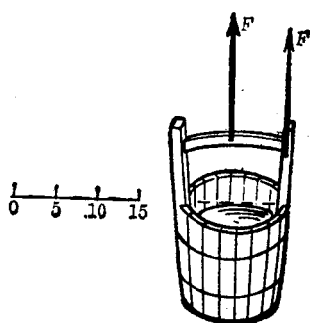


图 1.5 力的图示

除了大小、方向外,力对物体作用的位置也会影响它的作用效果。就拿图 1.5 的例子来说,如果拉力  $F$  并不作用在水桶把手的中点上,而作用在桶边上,那么在提水时水桶肯定会翻倒。我们把力对物体作用的位置叫做力的作用点。可见,力的作用效果是由力的大小、方向和作用点三个因素决定的。我们把力的大小、方向和作用点叫做力的三要素。在力的图示中,往往把带箭头的线段的起点或终点画在力的作用点上。

## 第二节 作用力和反作用力定律

### 一、作用力和反作用力

我们已经知道,力的作用总是出现在两个物体之间的。力是一个物体对另一个物体的作用,或者说力是加力物体对受力物体的作用。但是如果仔细观察力的现象,就会发现情况还不仅如此。

例如我们用拳头敲击木板时,不仅木板受到拳头的敲击,同时拳头也会感到发痛,说明拳头也受到木板的敲击。用手推动小车时,不仅小车受到手的推力而前进,同时手也受到小车对它一个反方向的力的作用,否则手对小车的推力也用不出来。

这些例子都说明力的作用总是成对地出现在两个物体之