

# 谈谈怎样学习中学物理



北京出版社

# 谈谈怎样学习中学物理

——北京市 1978 年物理竞赛讲座汇编

北京市科学技术协会

北 京 出 版 社

**谈谈怎样学习中学物理**

——北京市 1978 年物理竞赛讲座汇编

北京市科学技术协会

\*

北 京 出 版 社 出 版

北京市新华书店发行

北 京 印 刷 三 厂 印 刷

\*

787×1092 毫米 32 开本 3.75 印张 75,400 字

1979 年 9 月第 1 版 1979 年 9 月第 1 次印刷

印数 1—50,000

书号: 7071·611 定价: 0.24 元

## 前 言

为了启发广大中学生学习物理的兴趣，提高学习质量，为社会主义现代化建设培养人才，北京市教育局、北京市科学技术协会和北京物理学会，于一九七八年十二月举办了中学生物理竞赛。

物理竞赛前，在中央电视台的大力支持下，我们举办了七次电视辅导讲座。辅导的内容并不是对中生物理课程的全面复习，而是通过辅导，帮助中学生掌握学习物理的正确方法，提高学习能力，适当扩大知识领域。

这次电视辅导讲座，受到了广大观众的欢迎。我们根据观众的意见和要求，对辅导内容作了一些补充和修改，汇编成册，供中学教师和学生参阅。

北京市科学技术协会

1979年2月

# 目 录

|     |                      |              |
|-----|----------------------|--------------|
| 第一讲 | 如何分析物体受力和运用牛顿定律..... | 阎金铎 (1)      |
| 第二讲 | 动量守恒和能量守恒 .....      | 张三慧 (18)     |
| 第三讲 | 物理解题 (一).....        | 丁俊华 (36)     |
| 第四讲 | 物理解题 (二).....        | 蔡伯濂 (51)     |
| 第五讲 | 谈谈物理实验 .....         | 虞宝珠、谭国英 (62) |
| 第六讲 | 现代物理学中的几个基本概念 .....  | 方励之 (82)     |
| 第七讲 | 和中学生谈谈怎样学习物理 .....   | 钱 玄 (98)     |

# 第一讲 如何分析物体受力和运用牛顿定律

北京师范大学物理系 阎金铎

学习物理，不是单靠记忆，更重要的是要理解。主要是掌握好基本概念、基本规律和基本研究方法。只有这样，才能深刻地理解物理现象和分析、解决实际问题。下面，我们就来讨论如何分析物体受力和如何运用牛顿定律。

大家已经知道，力是物体间的相互作用。如果甲、乙两个物体相互作用，则甲物体对乙物体施以力的作用，同时，乙物体对甲物体也施以力的作用。这一对力是同时出现的，大小相等，方向相反，而且分别作用在两个不同物体上。例如，你和桌子是两个物体，当你用手拍打桌子的时候，桌子也在打你的手，你打它的力大，它打你的力也大。不信，可以试一试！你打桌子时，你的手也痛，你越用力，手就越痛，就是一个很好的证明。所以，作用是相互的，施力的物体，也是受力的物体；受力的物体，也是施力的物体。

以上内容，大家记得很熟，但是，为什么一遇到实际问题，分析一个物体受什么力，往往感到很困难，甚至无从下手呢？这主要是对力的概念还只停留在背诵条文，没有把它

具体化，因而往往从想当然出发，不会对力进行具体分析。

因此，要求我们善于把先、后学到的关于力的知识总结、归纳，把力起源于物体间相互作用更具体化。在目前中学课程的范围内，常见的力的种类有万有引力、弹力和摩擦力。

**一、万有引力。**任何物体与物体之间存在的相互吸引力，叫做万有引力。

万有引力的大小跟两个物体的质量的乘积 ( $m_1 \cdot m_2$ ) 成正比，跟它们之间的距离的平方 ( $r^2$ ) 成反比，即

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

式中： $G$ ——万有引力恒量， $G = 6.67 \times 10^{-11}$  牛顿·米<sup>2</sup>/公斤<sup>2</sup>。万有引力的方向在两个物体的连接线上。

万有引力是通过引力场进行的。任何物体周围都存在着引力场，它对置于其中的物体施以吸引力的作用。

地球与物体之间的万有引力是通过引力场进行的。地球周围存在着引力场，它对物体施以吸引力作用；同时，物体周围也存在着引力场，它对地球也施以吸引力作用。这一对力大小相等，方向相反，分别作用在物体和地球上。

一般物体与物体之间也应存在着互相吸引力，但是，由于它们周围存在的引力场都很微弱，所以，相互作用力极小，可以忽略不计。

在地球表面上或表面附近的任何物体，都要受到地球引力场的吸引力，一般叫做重力。

**二、弹力。**两个物体相互接触，彼此发生相对形变时出现的力叫做弹力。

木块放在桌子上，木块与桌子相互接触，彼此发生了微小的形变。木块力图恢复原来形状，从而给桌子一个向下的力，施力的物体是木块，受力的物体是桌子，一般叫做木块给桌子的压力；同时，桌子也力图恢复原来形状，从而给木块一个向上的力，施力的物体是桌子，受力的物体是木块，一般叫做桌子给木块的支持力。这两个力是一对弹力，大小相等，方向相反，分别作用在两个不同物体上。

用绳子吊起一个物体，物体与绳子之间的作用力，也是弹力。

一般说来，只要两个物体相互接触，它们之间就有微小的形变，从而有相互作用的弹力。

**注意：**压力与重力是两回事，不能混为一谈。例如木块对桌子施以压力，施力的物体是木块，受力的物体是桌子，这是弹力；而木块的重力，施力的物体是地球，受力的物体是木块，这是万有引力。因此，压力与重力本质不同。然而，为什么易于混淆呢？那是因为在这个例子中，木块和桌子都处于静止状态，木块所受的重力和木块给桌子的压力大小相等。实际上，在其他情况下，压力和重力的大小也不一定相等，甚至毫无关系。例如用手在墙上按一个图钉，手按图钉的压力和图钉的重力不仅是不同性质的两个力，而且在大小和方向上都毫无关系。

**三、摩擦力。**两个物体相互接触，有相对运动或相对运动趋势时，由于物体间接触面的凸凹不平，而出现与运动方

向或运动趋势方向相反的力，叫做滑动摩擦力或静摩擦力。

滑动摩擦力的大小等于：

$$f = \mu N$$

式中： $\mu$ ——滑动摩擦系数， $N$ ——正压力。

静摩擦力的大小由外力决定，最大静摩擦力

$$f_{0M} = \mu_0 N$$

式中： $\mu_0$ ——静摩擦系数， $N$ ——正压力。

例如，汽车、自行车的主动轮，在无滑滚动情况下，车轮与地面的接触点是经常改变的。当车的主动轮转动时，车轮与地面接触的瞬时接触点相对于地面有向后运动的趋势，所以地面给车轮以向前的静摩擦力。同时，地面相对于车轮有向前的运动趋势，所以车轮给地面以向后的静摩擦力，如图1所示。这是一对相互作用的静摩擦力。

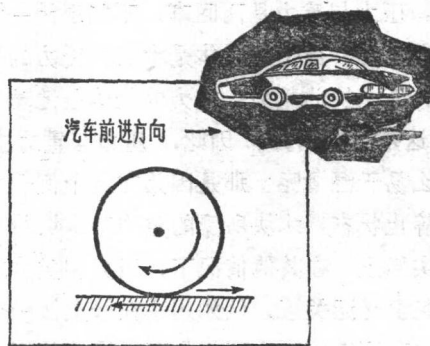


图 1

这里应当指出：除了在力学中常见的万有引力、弹力和摩擦力以外，如果带电的物体在电场中，还要受到电场力；

载流导体或运动电荷在磁场中，还要受到磁场力。

**1. 电场** 电荷周围存在着电场，电场对置于其中的电荷施以力的作用。

电荷与电荷之间的作用力是通过电场进行的。第1个电荷周围存在的电场对第2个电荷施以力的作用；同时，第2个电荷周围存在的电场对第1个电荷施以力的作用。这一对力大小相等，方向相反，分别作用在两个不同的电荷上。

我们用电场强度  $\vec{E}$  来描写电场的力的性质，则置于电场中的电荷  $q$  所受到的电场力等于：

$$\vec{F} = q \vec{E}$$

**2. 磁场** 任何电流周围存在着磁场，磁场对运动电荷或载流导线施以力的作用。

两条载流导线之间的相互作用力是通过磁场进行的。第1条载流导线  $I_1$  周围存在着磁场（用右手螺旋法则确定其方向），它对载流导线  $I_2$  施以力的作用（用左手法则确定力的方向）；同时，第2条载流导线  $I_2$  周围存在着磁场，它对载流导线  $I_1$  也施以力的作用，这两个力大小相等，方向相反，分别作用在两条不同的导线上。

以上把力是物体间相互作用具体化，一方面帮助我们理解力的概念；另一方面对分析物体受力时有所帮助。

分析物体受力，是研究力学问题的关键。分析力时，不能无中生有的多一个力，也不能随意漏掉一个力。如何分析物体受哪些力呢？要从基本概念着手，要有依据，这个依据就是按照万有引力、弹力、摩擦力来逐步分析。如果带电物体在电场中，还要分析电场力；如果载流导体或运动电荷在

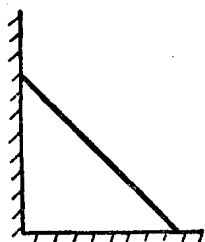


图 2

磁场中，还要分析磁场力。

**例 1：**一块木板斜放在墙与地之间，如图 2 所示。试求木板受几个力？

**解：**取木板为研究对象。

首先分析重力，木板受一个竖直向下的重力  $W$ 。

再分析弹力，木板与两个物体接触，所以有两个弹力：墙给木板水平向右的弹力  $N_1$  和地面给木板竖直向上的弹力  $N_2$ 。

最后分析摩擦力，木板与墙接触，木板有向下运动的趋势，从而墙给木板竖直向上的静摩擦力  $f_1$ ；木板与地面接触，木板有向右运动的趋势，从而地面给木板水平向左的静摩擦力  $f_2$ 。

**答：**木板共受五个力：一个重力  $W$ ；二个弹力  $N_1$  和  $N_2$ ；二个静摩擦力  $f_1$  和  $f_2$ ，如图 3 所示。

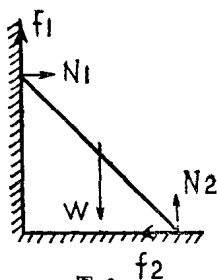


图 3

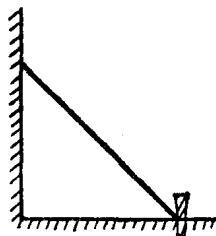


图 4

**例 2：**上题中，如果墙和地面跟木板接触的地方是光滑的，则必须在木板与地面接触点前方钉一木楔，才能使木板静止不动，如图 4 所示，再求木板受几个力？

解：取木板为研究对象。

首先分析重力，木板受一个竖直向下的重力  $G$ ；

再分析弹力，木板与三个物体接触，所以有三个弹力：墙给木板水平向右的弹力  $N_1$ 、地面给木板竖直向上的弹力  $N_2$ 、木楔给木板水平向左的弹力  $N_3$ ；

最后分析摩擦力，木板与二个物体接触的地方为光滑的，所以不受摩擦力。

答：木板共受四个力：一个重力  $G$ ；三个弹力  $N_1$ 、 $N_2$  和  $N_3$ ，如图 5 所示。

例 3：如果在例 2 的基础上，木板上又放一木块，静止不动，如图 6 所示。这时，木板受几个力？

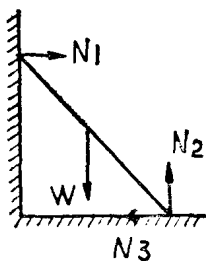


图 5

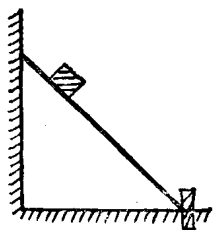


图 6

解：取木板为研究对象。

首先分析重力，木板受重力  $G$ 。

再分析弹力，木板与四个物体接触，所以有四个弹力： $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$  和  $N_4$ 。

最后分析摩擦力，木板与墙、地没有摩擦。而木板与木块有相对运动趋势。由于木块有沿木板向下滑动的趋势，木板给木块沿木板向上的静摩擦力，所以木块给木板沿木板向

下的静摩擦力  $f$ 。

答：木板共受六个力：一个重力  $W$ ；四个弹力  $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$  和  $N_4$ ；一个静摩擦力  $f$ ，如图 7 所示。

例 4：一无限长的  $\Pi$  形金属导轨，其所在平面与水平面夹角为  $\theta$ 。今有一根重为  $W$  的均匀金属棒  $AB$  放在导轨上，整个装置放在磁场中，磁场方向垂直于导轨平面向上，如图 8 所示。设金属棒与导轨无摩擦，试求金属棒沿导轨运动过程中受几个力？

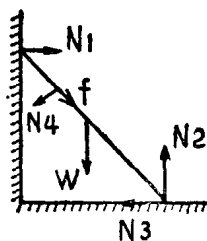


图 7

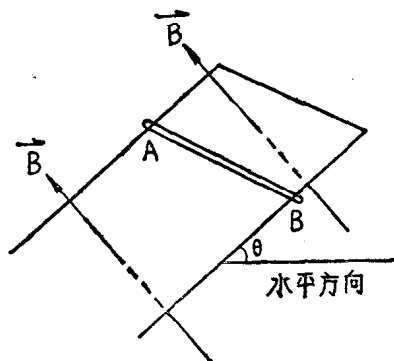


图 8

解：取金属棒  $AB$  为研究对象。

首先分析重力，金属棒在地球引力场中受一个竖直向下的重力  $W$ ；

再分析弹力，金属棒分别与两条导轨接触，应受两个互相平行的、垂直于导轨平面向上的弹力，我们用一个合力  $N$  表示。

最后，分析磁场力。金属棒在磁场中运动时产生感应电动势，在闭合回路里产生感应电流，其方向由右手法则确定为

从  $B$  流向  $A$ 。这时，磁场对载流导线（金属棒  $AB$ ）施以磁场力  $F$ ，其方向由左手法则确定为沿导轨平面向上。

答：金属棒  $AB$  共受三个力：一个重力  $G$ ，一个弹力的合力  $N$ ，一个磁场力  $F$ ，如图 9 所示。

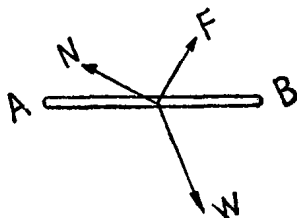


图 9

例 5：人造地球卫星在极稀薄高空绕地球做近似匀速圆周运动，试求人造地球卫星受几个力？

解：取人造地球卫星为研究对象。

卫星只受到一个万有引力，无弹力和摩擦力。

有的同学可能说，还要受到一个向心力！那么，向心力是卫星与哪个物体相互作用呢？注意！分析力时不能想当然，要有依据。要知道，向心力是顾名思义而起的名字，因为作匀速圆运动的物体所受的合力指向圆心，所以把这个合力叫做向心力。实际上，卫星只受一个万有引力，由于它指向圆心，所以它就是向心力。

这里还应当指出：平常说的压力、支持力、拉力、张力、下滑力、上举力、向心力、汽车牵引力、挂钩牵引力……，都是顾名思义而起的名字，例如，一根细长的金属棒，两端受力使其拉伸，一般叫做拉力，实际上是弹力；又如，一条绳子受拉力使其伸张，一般叫拉力或张力，实际上也是弹力；汽车牵引力实际上是地面给汽车的静摩擦力；挂钩牵引力一般指汽车对拖车的拉力，这是弹力。因此，分析物体受力时，

应当从力是物体间相互作用这一基本概念着手，绝不能脱离概念而想当然地去分析。只有掌握好基本概念，才能很好地分析问题和解决问题。

对于一个基本规律，也绝不能简单地背诵。如何运用基本规律，更不能想当然地找几个数字代进去，还要从基本概念和规律本身的内容着手，只有这样，运用它的研究方法、步骤就会自然地得出。例如，对于质点和刚体平动所遵循的规律，

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

这是大家熟知的牛顿第二定律，这一数学公式表示什么物理内容呢？

公式的左端表示研究对象所受的合外力。研究一个问题，必须明确研究对象；至于合外力，外力是相对于内力说的，研究对象内部物体间的相互作用力是内力，研究对象与外界物体的相互作用力是外力。譬如一辆汽车，如果选取汽车和乘客为研究对象，那么，乘客在汽车内推汽车的力是内力，内力不改变研究对象整体的运动；汽车以外的人推汽车，则为外力，外力才能改变研究对象的运动状态。公式的右端表示的不是力，而是研究对象运动状态的变化。公式的中间表示量值相等。可见，这一规律说明了研究对象受到外力作用时将改变其运动状态，具体表示合外力、质量和加速度之间的定量关系。明确了规律的物理内容，研究问题的步骤就很清楚：

第一，确定研究对象，主要根据问题的要求和计算方便来确定；

例如，体重 60 公斤的人站在升降机内，当升降机以加速度  $a$  上升时，求人升降机的压力等于多大？

取谁为研究对象呢？问题所要求的是人和升降机之间的作用力，所以，根据问题的要求取升降机或人都可以。但是，如果取升降机，则因为它所受的三个力（一个重力  $W$ ；二个弹力，即人对升降机的压力和钢绳对升降机的拉力）都是未知的，所以计算很不方便，甚至计算不出来。选取人为研究对象，则易于计算。

第二，分析研究对象受力情况，分析的方法如前所述；

第三，考虑研究对象运动状态变化情况，即有无加速度；

第四，列方程，求解。

**例 6：**体重为 60 公斤的人匀速向上爬绳，如图 10（甲）、（乙）两种情况，各需用力多大？

**解：**取人为研究对象。

第一种情况，在竖直方向上，人受两个力：一个重力  $W$ ；一个静摩擦

力  $F$ ，如图 11（甲）所示；第二种情况，在竖直方向上，人受三个力：一个重力  $W$ ；一个静摩擦力  $F_1$ ，一个弹力  $F_2$ ，如图 11—（乙）所示。

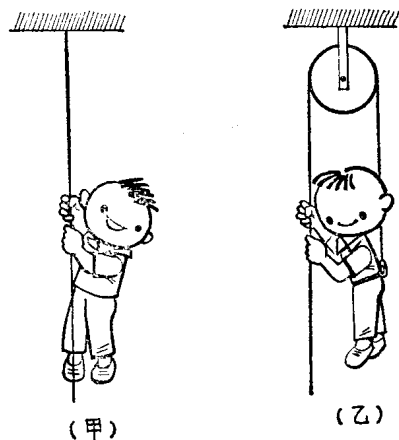


图 10

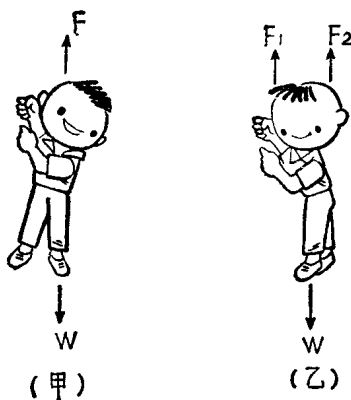


图 11

由于匀速运动，加速度等于零。

分别列出方程：

第一种情况：

$$F = W$$

$$\therefore F = 60 \text{ 公斤}$$

第二种情况：

$$2F = W$$

$$\therefore F = 30 \text{ 公斤}$$

根据牛顿第三定律，作用力和反作用力大小相等，方向相反，则人匀速

向上爬绳用力分别为 60 公斤和 30 公斤。

**例 7：**质量为  $m$  的汽车以大小不变的速度  $V$  前进，如图 12 所示。试求在  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三种位置时，汽车对路面的压力各等于多大（汽车在  $C$  位置时，已关闭了油门）？

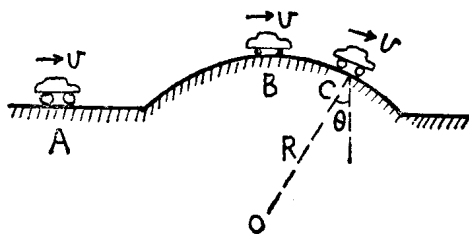


图 12

**解：**取汽车为研究对象。

在  $A$  位置时：汽车共受四个力，如图 13 所示，汽车在