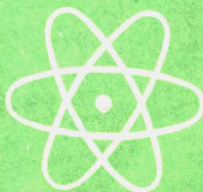


中学物理课程 重点提示与分析

高中一年级用

叶九成等编



学苑出版社

中学物理课程 重点提示与分析

高中一年级用

叶九成 杨惟文 吴明珍 编

学苑出版社

中学物理课程重点提示与分析 (高中一年级用)

学苑出版社 出版

(北京西四颁赏胡同四号)

北京怀柔王史山印刷厂, 印刷

新华书店首都发行所 发行

开本 787×1092 1/32 印张 55 字数 123 千字

1989 年 4 月第 1 版 1989 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—11,100 册

书号:ISBN 7-80060-144-7/G·79 定价:2.20 元

前 言

为了帮助在校中学生学好各科基础知识，使学生对所学的知识加深理解，启发学生积极思考，我们编写了这一套《中学各科课程重点提示与分析》，它是中学在校学生的一套系列课外读物。

这套课外读物是根据国家教委全日制中学各科教学大纲和人民教育出版社新修订的教材，并参考部分省市的教材而编写的。

本书按照基本课程的顺序，对书中的重点进行了深入的分析，并对疑难点做了针对性的提示，以提示、分析的方法，帮助学生加深对课程的理解，每章之后都有一定数量的思考题和答案。

本书由叶九成、杨惟文、吴明珍等编写，王文勋审定。

编 者

1988年12月

目 录

第一章 力 物体的平衡	1
第二章 直线运动	36
第三章 运动和力	67
第四章 动量	88
第五章 曲线运动、万有引力	112
第六章 功和能	139
思考题参考答案	167

第一章 力 物体的平衡

在这一章中要学习关于力的一些基本概念和有关重力、弹力、摩擦力的特性。介绍了进行受力和力的合成与分解的基本方法。研究了受共点力作用的物体和有固定转动轴的物体的平衡状态和平衡条件，并利用这些条件去分析和解决有关问题。

重点内容

一. 力的基本概念

(一) 力是物体之间的相互作用，力的作用效果可以使物体形变，也可以使物体运动状态发生变化。

(二) 力是矢量，它既有大小又有方向。力的作用效果还和它的作用点有关。

1. 矢量：既有大小又有方向的物理量。

标量：只有大小没有方向的物理量。

2. 力可以用一根带箭头的线段来表示。它的长短表示力的大小，指向表示力的方向，箭尾通常表示力的作用点。这种表示方法称为力的图示。

所有矢量都可以用同样的方法来表示，称为矢量图示法。

3. 力的量度单位在国际单位制中为牛顿，在常用的单位

制中有千克力。1千克力=9.8牛顿。

(三) 力对物体作用的效果是可以使受力的物体产生形变及产生运动状态的变化。

除弹簧以外，我们通常在研究物体受力后的运动状况时，忽略物体的形变。

(四) 力的分类可以用两种方法，一是根据力的性质进行分类，如重力、弹力、摩擦力、分子力、电磁力、核力等。二是根据力所起的作用或产生的效果进行分类，如张力、压力、向心力等。

二. 三种常见的力

(一) 重力 (重量)

1. 重力是由于地球的吸引而使物体受到的力。

2. 重力的方向总是竖直向下的。物体的重量的大小与物体的质量成正比。重力作用在物体的重心上。

3. 质量分布均匀，形状是中心对称的物体，重心就是它的对称中心。

(二) 弹力

1. 弹力是直接接触的物体间由于发生了弹性形变而产生的相互作用力。

2. 弹力的大小与物体形变的大小有关。如弹簧的弹力与弹簧伸长 (或压缩) 的长度成正比，这个关系称为胡克定律。胡克定律可表达为公式：

$$F=kx \quad k \text{ 为倔强系数，单位是牛顿/米。}$$

3. 压力与支持力都是弹力性质的力，它们的方向都是与接触面垂直的。

4. 绳子上的拉力也是一种弹力，它的方向总是沿着绳子指向绳子收缩的方向。在不考虑绳子本身的质量时，同一根

绳子上各部分间的拉力的大小是相等的。

(三) 摩擦力

1. 滑动摩擦力

(1) 滑动摩擦力是一个物体在另一个物体表面上做相对滑动时，受到的另一物体阻碍它相对运动的力。

(2) 滑动摩擦力的大小与压力成正比，可写成为公式：

$$f = \mu N \quad \mu \text{ 是物体间滑动摩擦系数}$$

(3) 滑动摩擦力的方向与接触面相切，与相对运动方向相反。

2. 静摩擦力

(1) 静摩擦力是一个物体在另一个物体表面上处于相对静止状态但存在着相对运动趋势时，所受到的阻碍这种趋势的力。

(2) 静摩擦力的大小是随着使物体产生运动趋势的力的大小而变化的。静摩擦力有最大值，称为最大静摩擦力，与使物体开始运动的最小外力相等。

(3) 静摩擦力的方向与接触面相切，与相对运动趋势方向相反。

三. 牛顿第三定律

(一) 定律内容叙述

两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等，方向相反，作用在同一条直线上。

(二) 作用力与反作用力分别作用在不同物体上，因此，尽管它们大小相等，方向相反，彼此是不能相互抵消的。

(三) 作用力与反作用力总是同时产生的，它们是性质相同的力。

四. 物体受力情况及图示

(一) 隔离法

首先明确研究对象，并将它从周围物体中隔离出来，再分析它所受到的周围物体对它的力的作用情况。

(二) 受力图

将隔离出来的研究对象所受的力按其方向、大小、作用点的不同分别用力的图示法标明，形成受力图。

五. 力的合成和分解

(一) 共点力的合成

1. 共点力：几个力都作用在同一点或它们的作用线相交于一点，这几个力称为共点力。

2. 共点力的合成：求几个共点力的合力。

(1) 合力：由一个力代替几个力而作用效果相同，这一个力称为那几个力的合力。

(2) 两个共点力合成的平行四边形法则：两个互成角度的共点力的合力，可以用表示这两力的线段为邻边做平行四边形，这两个邻边之间的对角线就表示合力的大小和方向。

由平行四边形法则还可以演变为三角形法求合力。

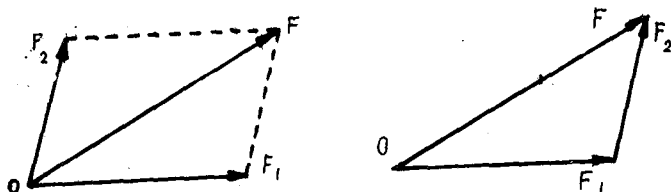


图 1

不仅是力的合成，所有矢量的合成都遵循平行四边形法则。

(3) 对于两个以上的共点力的合成，可以利用平行四边

形法则两两依次合成。另外，还可以用正交分解法求合力，这种方法在后面介绍。

(二) 力的分解：求一个力的分力。

1. 分力：由两个或两个以上的力代替一个力而效果相同，这些力称为那一个力的合力。

2. 力的分解也要遵守平行四边形法则，同时还应当从实际情况出发进行分解。

六. 受共点力作用的物体的平衡

(一) 物体的平衡状态

物体在共点力作用下保持静止或匀速直线运动状态，称为物体处于平衡状态，这几个力称为平衡力。

(二) 共点力作用下物体的平衡条件

如果在共点力作用下的物体处于平衡状态，那末这些共点力的合力必为零。

七. 有固定转动轴的物体的平衡

(一) 力矩：力与力臂的乘积。

$$M = FL$$

力臂 L 是指转动轴到力 F 的作用线的垂直距离。

力矩的单位在国际单位制中是牛顿·米。

力矩决定了力对物体的转动作用的大小和方向。

(二) 物体的平衡状态

有固定转动轴的物体在力的作用下处于静止或匀速转动状态，称为处于平衡状态。

(三) 有固定转动轴物体的平衡条件

如果物体处于平衡状态，那末作用于物体的力的力矩代数和为零，即顺时针力矩和等于逆时针力矩和。

提示和分析

一. 物体受力分析

本章的学习中首先遇到的问题是物体受力情况的分析。由于研究对象的状况及物体受力种类是多种多样的，初学的同学往往出现分析中的失误。受力分析不仅是高一同学在学习中必须掌握的基本技能，而且贯穿于高中三年的物理学习之中，必须从一开始就充分重视。当然，对刚刚开始学习的同学来讲，要从掌握方法入手，循序渐进，反复练习，逐步由简单到复杂情况的分析。

做好受力分析必须注意以下几点。

(一) 对各种力的概念和特点要掌握透彻、清楚。

1. 关于弹力要注意到：

(1) 弹力只有在互相接触的物体发生弹性形变时才产生。两个物体不接触或虽然接触但无弹性形变发生，都不会有弹力出现。如图 2 中的圆球与 AB 面虽然有接触，但不会出现相互作用的弹力。

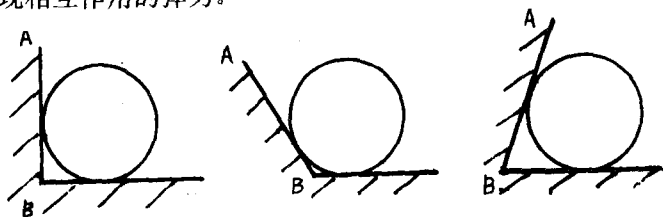


图 2

(2) 弹力的方向总是与引起形变的作用力方向相反，即与形变物体自身形变方向相反，作用点总是在使它形变的物体上。如图 3，形变的木板的弹力是对小球的支持力，作用在小球上，方向向上。与此同时，小球也要发生形变，产生

的弹力作用在木板上，方向向下，也就是压力。

(3) 利用弹簧秤测量力的大小和利用胡克定律计算弹力的大小，要注意到在不考虑弹簧本身质量时，只有弹簧的两端受到大小相等方向相反的一对力 F_1 和 F_2 的作用才能使弹簧伸长（或压缩）。同时，弹簧两端也分别给予了两端的施力物体各一个弹力 F'_1 和 F'_2 。可以这样认为，

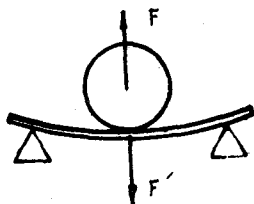


图 3

弹簧秤所示读数表示的是弹簧所受的一对拉力 F_1 和 F_2 中的一个的大小，通过胡克定律计算的弹力是弹簧产生的一对弹力 F'_1 和 F'_2 中一个的数值。如图 4 所示，挂在天花板下面的弹簧秤下端吊着一个重物。弹簧秤读数将是图中 F_1 或 F_2 力的大小，而不是 $F_1 + F_2$ 或 $F_1 - F_2$ 的大小。

2. 关于重力和压力

虽然重力可以是造成物体之间互相挤压而发生形变从而产生弹力（压力、支持力）的原因。但不能认为重力就是压力。

(1) 重力和压力是性质不同的两种力。重力是由地球吸引而产生；压力属于弹力，是由弹性形变而产生的。

(2) 它们的作用点不同。重力是作用于物体的重心；压力作用于受到图挤压的物体上。

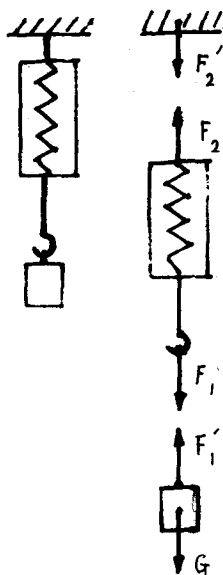


图 4

(3) 重力方向永远竖直向下，压力的方向永远垂直于支撑面。

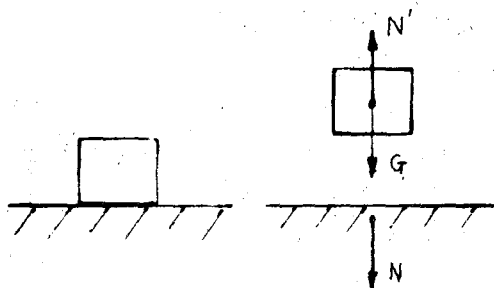


图 5

所以，虽然有时物体对支持面的压力大小与物体本身重力相等（并非任何情况下都相等），但不能说物体的重力就是对支持面的压力。例如图 5 中放置在水平面上的物体的重力 G 与物体对平面的压力 N 或平面对物体的支持力 N' 都

不是同一个力。放置在斜面上的物体（图 6），物体所受的重力为 G 。斜面与物体间的压力 N 与支持力 N' 这一对弹力与 G 的大小、方向、作用点都是不同的。

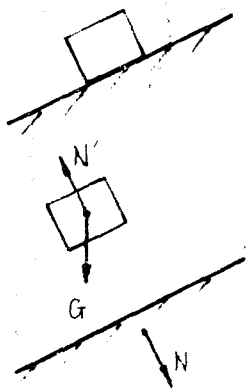


图 6

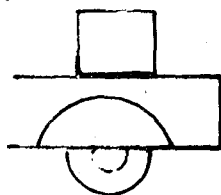


图 7

3.关于摩擦力要注意到

(1) 静摩擦力必须是在相互接触的物体之间有相对运动趋势时才产生。方向一定与相对运动趋势相反，并非一定与运动方向相反。

例如，在汽车车厢水平地板上的木箱（图7）。①当汽车由静止开始启动时，虽然木箱与汽车间没有相对滑动，但木箱由于惯性相对于车厢有向后的运动趋势，会受到向前的静摩擦力 f 。②当货物与汽车一起匀速向前运动时，由于它们运动状况完全相同，没有相对运动趋势，也就没有静摩擦力了。

(2) 滑动摩擦力的方向与相对运动方向相反，与运动方向并没有必然的联系。

滑动摩擦力的大小与正压力成正比，与由于接触面的材料不同而造成的滑动摩擦系数的不同有关。与运动的快慢、方向、接触面的大小都没有关系。因此，一定的物体在一定的表面上运动时，滑动摩擦就是个大小确定的力。但是，同样的物体在同样表面上可能出现的静摩擦力的大小却可以是变化的。

(二) 分析物体受力的过程，可以按以下步骤逐步进行。

- 1.把研究对象隔离出来另外画出，再分析这个物体受到的其他物体对它的作用力。这样可以避免将物体施于其他物体的力也误认为是物体受力。

- 2.首先标明物体所受重力，以免遗漏。

- 3.根据物体与周围接触的物体之间是否有推、拉、压、撑等作用，分析物体所受弹力。

- 4.根据物体与周围接触的物体之间是否有相对运动或相

对运动趋势，分析物体所受的摩擦力。

5.在给定情况中可能还有其他性质外加的力，如发动机的牵引力等也不要遗忘。

6.把分析到的各个力一一标明在图上。

(三) 受力分析中，要注意以下方面容易发生的问题。

1.在分析过程中要随时找出所分析的力的施力物体。如果你所找出的力找不到施力物体，那末这个力是不存在的。

例如，被抛出的小球在空中飞行时，在不计空气阻力的情况下，小球只受到一个力——重力的作用。有人分析时认为还有一个向前的“抛力”，否则球就不会前进，这是错误的。因为球已经离开了手在空中飞行，手与球不再接触，不再有相互作用。那末这个“抛力”找不到施力物体，是不存在的。至于小球能够继续飞行，只是由于小球本身惯性所造成的。

同时，找出施力物体也能帮助我们准确地判断物体受力的方向。

2.进行物体受力分析，是根据实际情况分析那些物体实际所受到的力。为了研究问题和运算的方便，往往将某些力进行合成或分解，这时我们不能把合力或分力也算做受力分析时找到的另外的力，从而增加而减少了物体受力的个数。

例如图8中，在光滑斜面上下滑的木块。通过分析可知木块只受到重力 G 和支持力 N 的作用。当然我们可以把 G 和 N 合成为合力 F 或将 G 分解为 G_1 和 G_2 ，但不能认为物体受到三个或四个力的作用。

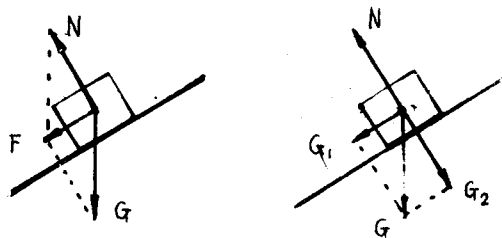


图 8

3. 注意不要重复分析同一个力，尤其是属于弹力性质的力可以从作用效果上称为拉力、压力、支持力等多个名称。

4. 有些情况中，受力分析还必须和物体的运动状况结合起来考虑。这时就不能主观地断定某一个力是否存在，而应当由物体运动状况分析推断。这样的情况在以后各章的学习中会不断遇到。下面仅举两个与平衡状态和平衡条件有关的例子来说明一下。

例 1 如图 9，人用 $F = 50$ 牛顿向上的力去提放在水平地面上重 80 牛顿的物体。此时物体受到几个力的作用？大小、方向各如何？

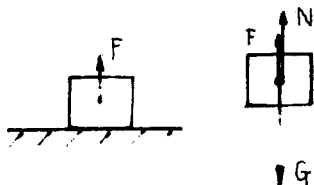


图 9

答：隔离物体，首先分析出它受到向上拉力 F 和 G 的作用。

物体与地面之间是否有压力和支持力呢？这就要从

物体的运动状态来分析。

根据生活经验可以知道，50 牛顿的力是提不起 80 牛顿重的物体的，因此物体仍处于静止状态。由共点力平衡条件可知，物体所受合力必为零。但仅有 F 和 G 两力合成后不为零，必须具有向上 30 牛顿的力的作用，这个力只能是地面的支持力 N 。

所以，物体共受三个力的作用：重力 $G=80$ 牛顿，方向向下；拉力 $F=50$ 牛顿，方向向上；地面的支持力 $N=30$ 牛顿，方向向上。

例 2 用水平拉力 F 拉一个木箱在水平地面上匀速前进。问木箱受到哪几个力的作用？

答：隔离木箱，首先分析它受到重力 G ，地面支持力 N 和拉力 F 的作用（如图 10）。

题目中并未明确地面与箱子间是否有摩擦，要通过运动状态分析。从运动状态看木箱处于平衡状态，平衡条件是合力为零。这就必然受到一个与拉力 F 大小相等、方向相反的力的作用，这个力就是地面给予木箱的滑动摩擦力 f 。

所以，木箱受四个力作用：重力 G ；支持力 N ；拉力 F ；滑动摩擦力 f 。

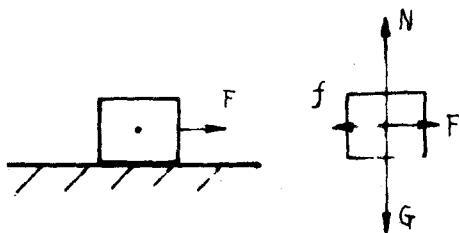


图 10