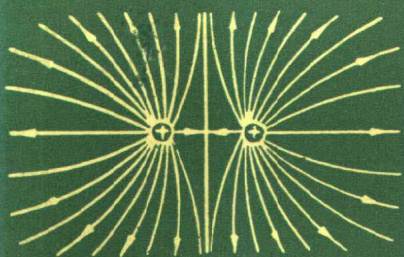


中央广播电视大学

一九八四年理工科招考复习指导

物 理

中央电大物理组 编



中央广播电视大学出版社

中央广播电视大学
一九八四年理工科招考复习指导

物 理

中央电大物理组编

中央广播电视大学出版社

中央广播电视大学出版社出版
新华书店北京发行所发行
北京印刷二厂印装

开本 787×1092¹/₃₂ 印张 12 257 千字
1983 年 6 月第 1 版 1983 年 6 月第 1 次印刷
印数 1—300,000

书号: 7300·2 定价: 1.05 元

前 言

为了帮助广大的电大考生系统地复习中学阶段的数学、物理、化学、英语诸课程的基础知识，我们以全国统编中学教材为依据，并按《中央广播电视大学一九八四年理工科招生考试复习大纲》(以下简称《大纲》)的要求和范围，编写了数学、物理、化学和英语四门课程的复习指导书，供电视大学的考生复习参考使用。

本书按章次简列基本内容(包括十个学生实验的基本要求)、选配了典型例题，并加以分析，此外还配备了一定数量的习题。大部分的习题给出答案或提示，以供参考。本书旨在通过综合训练，使读者对中学物理的基本概念、基本理论有一个较全面的了解，提高分析问题和解决问题的能力。

凡书中内容或提法若与《大纲》不一致处，均以《大纲》为准。

在编写过程中，北京实验中学的特级教师张继恒同志、北京三十五中学郑人凯同志为本书作了审阅工作，提出了许多宝贵意见，在此一并致谢。

由于编写的时间十分仓促，水平有限，错误在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

1983年1月 北京

目 录

第一篇 力学	1
第一章 力和力的平衡	1
第二章 质点运动学	24
第三章 运动定律	51
第四章 圆周运动和万有引力	75
第五章 功和能	83
第六章 动量	100
第七章 振动和波	109
第八章 流体静力学	122
第二篇 热学	129
第一章 理想气体状态方程	129
第二章 气体分子运动论	139
第三章 热力学第一定律	146
第四章 物态变化	154
第三篇 电学	162
第一章 电场	162
第二章 稳恒电流	188
第三章 磁场	210
第四章 电磁感应	223
第五章 交流电	241
第六章 电磁振荡和电磁波	259

• 1 •

第七章 电子技术基础.....	265
第四篇 光学.....	275
第一章 几何光学.....	275
第二章 光的本性.....	312
第五篇 原子结构 原子核.....	326
学生实验.....	345
物理学单位制简介.....	356
中央广播电视大学一九八四年理工科招生考试 复习大纲.....	366

第一篇 力 学

第一章 力和力的平衡

本章的基本概念主要有：力、力矩、物体的平衡状态等。

基本规律有：牛顿第三定律、胡克定律、矢量合成和分解所遵从的平行四边形法则及正交分解法、共点力的平衡条件及具有固定转轴物体的平衡条件等。

基本内容及典型例题

一、力的概念

力是物体对物体的作用，因而当我们谈到某个力时，必须明确，这个力是谁对谁的作用，谁是施力者，谁是受力者。例如，铁锤打在石块上，石块受到力的作用被打碎，石块是受力者，铁锤是施力者。

力可以改变物体的运动状态，也可以使物体产生形变。例如，飞入大气层的陨石，由于空气的阻力作用，会降低飞行速度；单杠受到运动者的作用会弯曲。

力是矢量，它的大小、方向、作用点称作力的三要素。

二、几种常见的力

1. 重力

地球对物体的吸引力称作重力。重力的方向垂直向下，它是一种万有引力。地球表面附近的一切物体毫无例外地都受到重力的作用。

2. 弹力

力可以改变物体的体积和形状，也就是使物体发生形变。在外力停止作用后能恢复原状的形变称作弹性形变。物体在发生弹性形变时要对使它发生形变的物体产生一个作用力，这个力就称作弹力。如图 1-1，砝码 A 放在木块 BC 上，木板受到 A 的压力产生形变。同时木板对 A 产生一个向上的弹力。

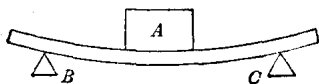


图 1-1

弹力产生于相互接触而发生形变的物体之间。任何物体在任意大小的力的作用下都会产生形变，因而都会产生弹力。一般地讲，对同一物体，所受外力越大，形变就越厉害，产生的弹力也越大。

胡克定律：在弹性限度以内，弹簧弹力 f 的大小和弹簧的长度变化 x 成正比，方向总是和形变的方向相反。用公式表示为

$$f = -kx$$

有些力，它们本质上是弹力，但由于出现在不同的场合，我们往往给它们一些其他的名称。例如，拉紧的绳上的张力，绳子对物体的拉力，物体对支承面的压力及支承面对物体的

支承力,这些都属于弹力。

3. 摩擦力

两个相互接触的物体,当它们发生相对运动或有相对运动趋势时,接触面之间就会产生一种阻碍相对运动的力,即摩擦力。摩擦力的方向沿接触面的切线方向,和物体间的相对运动或相对运动趋势相反。摩擦力从本质上讲是一种分子间的相互作用力。

静摩擦力和滑动摩擦力

当两个相互接触的物体有相对运动趋势而无相对运动时,这两个物体间存在的摩擦力属于静摩擦力。在一定的限度内,静摩擦力随外界条件的变化而变化。超过一定的限度,物体就要发生相对滑动,这时的摩擦力称作滑动摩擦力。静摩擦的限度称作最大静摩擦,用 f_m 表示,它和物体间的正压力成正比,即

$$f_m = \mu_0 N$$

μ_0 称作静摩擦系数。

滑动摩擦力的大小也和物体间的正压力成正比,即

$$f = \mu N$$

μ 称作滑动摩擦系数。

例 1. 见图 1-2,物体重 60 公斤,放在地面上,用 10 公斤的力拉它,未能拉动,它和地面间的摩擦

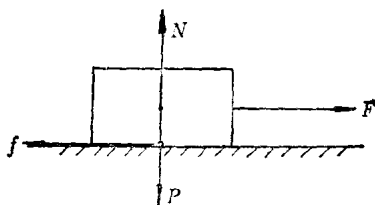


图 1-2

力是什么性质的?大小是多少?物体所受摩擦力的方向如何?如果物体和地面间的静摩擦系数为 0.20,滑动摩擦系数为

0.18,要使物体刚开始滑动,应用多大的力拉它?开始运动后,只须多大力即可维持它的运动?

答:按题意,用 10 公斤的力未能使物体移动,因此物体和地面的摩擦力是静摩擦力,大小就等于外力 10 公斤。因为物体有向前运动的趋势,因而作用于物体的静摩擦力的方向向后。要使物体刚开始滑动,外力必须等于最大静摩擦力。由于本题中,压力就等于物体的重量,因而 $f_m = \mu_0 N = \mu_0 p = 0.20 \times 60 = 12$ (公斤)。物体开始运动后,它和地面间的摩擦力属于滑动摩擦, $f = \mu N = 0.18 \times 60 = 10.8$ (公斤),此时只要外力等于摩擦力,即可维持物体的运动。

注意: (1)要区别静摩擦和滑动摩擦产生的条件。(2)只有在物体刚开始相对滑动的瞬间,才能用 $f_m = \mu_0 N$ 计算最大静摩擦。(3) N 是指垂直于接触面的物体间的相互作用力,本质上是一种弹力,虽然有时大小等于重力,但它和重力是性质不同的两种力。(4)摩擦力阻碍相对运动或相对运动趋势,不是阻碍运动。有些情况下,它是物体运动的阻力,有些情况下,它是物体运动的动力。

4. 万有引力、电力、磁力等,在以后各章分别介绍。

三、牛顿第三定律

物体间的作用总是相互的;作用力和反作用力大小相等,方向相反,分别作用在两个物体上。

需要指出的是,作用力和反作用力是相对的,如果把甲对乙的力称作作用力,则乙对甲的力称作反作用力,反之亦然。它们同时出现,同时消失,性质相同,作用线在同一条直线上,无论物体处于何种运动状态,第三定律永远成立。

例 2. 如图 1-3, 物体 A 放在地面上, 分析 A 所受各力, 并指出相应的反作用力。

答: A 受两个力, 一个是重力 P , 一个是地面对它的支承力 N 。因为重力是地球对物体 A 的吸引力, 它的反作用力就是物体

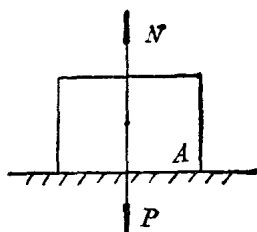


图 1-3

A 对地球的吸引力。支承力 N 的反作用力是物体 A 对地面的压力。

四、力的合成和分解

如果一个力作用于一个物体所产生的效果和几个力共同作用所产生的效果相同, 则这一个力称作这几个力的合力, 这几个力称作这一个力的分力。求几个力的合力称作力的合成, 求一个力的几个分力称作力的分解。

1. 共点力的合成

一个物体同时受到几个力的作用, 如果这几个力有一个共同的作用点, 或它们的作用线相交于一点, 这几个力就称作共点力。

力是矢量, 共点力的合成实质上是矢量相加。设 F_1 和 F_2 是两个分力, F 是它们的合力, 写成矢量式为 $F = F_1 + F_2$

如图 1-4, 以 F_1 和 F_2 为邻边作一个平行四边形, 通过分力作用点所作的对角线矢量就是合力矢量。

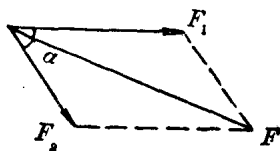


图 1-4

我们知道，平行四边形问题，最终要化为三角形问题来解，因而力的合成还可以用更简单的三角形法则来求解。

如图 1-5, OA 和 AC 代表两个分力 F_1 和 F_2 , 连接 OC , 完成三角形 OAC , 则 OC 的大小和方向就代表了合力 F 的大小和方向。可以用尺子和量角器量出 F 的大小和方向, 也可以通过解三角形边与角的关系算出它们。根据余弦定理, $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$, 再由正弦定理求得 F 和 F_1 的夹角 β :

$$\frac{\sin \beta}{F_2} = \frac{\sin \alpha}{F}$$

两个以上的力的合成, 可以先把其中任意两个合成, 所得合力再和第三个力合成。

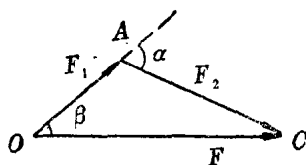


图 1-5

2. 力的分解

用两个力代替一个力, 如果对两个分力不加任何限制, 这样的分解方法有无数种。但如果对分力作某些限制, 这样的分解就不再是任意的了。例如, 已知合力的大小和两个分力的方向, 求两个分力的大小, 这在数学上相当于已知三角形一边和两角, 求解另两条边, 这样的解就是唯一的了。

3. 正交分解法

所谓正交分解法, 是指把一个力分解成互相垂直的两个分力。如图 1-6, 要把 F 分解成沿 x 和 y 两个方向的分力, 则

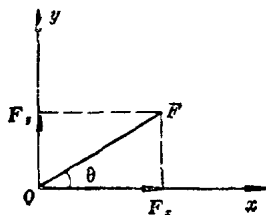


图 1-6

$$\begin{cases} F_x = F \cos \theta \\ F_y = F \sin \theta \end{cases}$$

如果有 n 个平面共点力 $F_1, F_2, \dots, F_n$, 每个都按正交分解法分解成沿 x 和 y 两个方向的分力,

$$\begin{cases} F_{ix} = F_i \cos \theta_i \\ F_{iy} = F_i \sin \theta_i \end{cases} \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

则有

$$\begin{cases} F_x = F_{1x} + F_{2x} + \dots + F_{nx} \\ F_y = F_{1y} + F_{2y} + \dots + F_{ny} \end{cases}$$

F_x 表示合力 F 在 x 方向的投影, F_y 表示 F 在 y 方向的投影, 合力 F 的大小为 $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$, 合力的方向由 $\tan \theta = \frac{F_y}{F_x}$ 来定。

注意: (1) 合力和分力是从等效的角度来谈的, 当我们在解题时, 如果用两个分力来代替一个合力, 这个合力就不可再考虑了。(2) 一个合力和两个分力在数学上相当于三角形的三条边, 它们遵从三角形三条边之间的关系, 即两边和大于第三边, 两边差小于第三边。合力不一定大于分力。(3) 在特殊情况下, 合力和分力的夹角为 0° 或 180° , 三角形退化为线段, 这时矢量加减法转化为代数加减法。

例 3. 两个人在河两岸拉一条船, 这两个力和船行方向夹角都是 30° , $F_1 = 28.00$ 千克, $F_2 = 35.00$ 千克, 求船所受合力的大小和方向。

解法一: 利用平行四边形法则,

如图 1-7, 令 F_1 和 F_2 代表两个分力, OO' 为船行方向。以 F_1 、 F_2 为一对邻边作平行四边形 $OACB$, 作对角线 OC , 则 OC 的大小和方向就

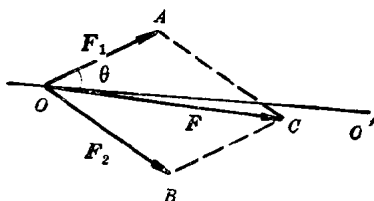


图 1-7

代表合力的大小和方向。我们可以量出 OC 的大小为 54.6 公斤, OC 和 F_1 的夹角为 $33^\circ 30'$ 。也可以算出

$$\begin{aligned} OC &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta} \\ &= \sqrt{28.00^2 + 35.00^2 + 2 \times 28.00 \times 35.00 \times 0.5000} \\ &= 54.67 (\text{千克}) \end{aligned}$$

$$\text{由 } \frac{\sin 120^\circ}{F} = \frac{\sin \theta}{F_2}$$

$$\text{解得: } \sin \theta = \frac{F_2}{F} \sin 120^\circ = \frac{35.00}{54.67} \times 0.8660 = 0.5544$$

$$\theta = 33^\circ 40'$$

答: 合力大小为 54.67 千克, F 与 F_1 夹角为 $33^\circ 40'$ 。

解法二: 利用三角形法则

如图 1-8, 作 OA 代表 F_1 , AC 代表 F_2 , 连接 OC , 完成三角形 OAC , OC 的大小和方向就代表合力的大小和方向。同

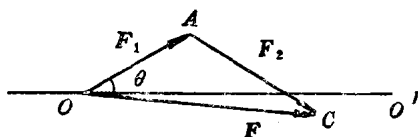


图 1-8

样可以算出 $OC = 54.67$ 千克, $\theta = 33^\circ 40'$ 。

例 4. 三个力 F_1 、 F_2 、 F_3 , 它们的大小分别为 5.0 千克, 7.0 千克, 6.0 千克, 方向如图 1-9 所示, 求这三个力的合力的大小和方向。

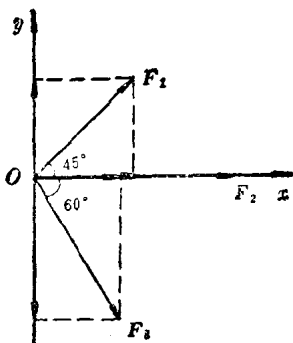


图 1-9

解: 该题可以用平行四边形法则或三角形法则求解, 也可以用正交分解法求解。前两种方法留给读者自己去做, 我们此处用第三种方法求解。

取 F_2 的方向为正 x 方向, 建立 xOy 坐标系。

$$F_{1x} = F_1 \cos \theta_1 = 5.0 \times 0.707 = 3.54$$

$$F_{2x} = F_2 \cos \theta_2 = 7.0 \times 1.0 = 7.0$$

$$F_{3x} = F_3 \cos \theta_3 = 6.0 \times 0.5 = 3.0$$

$$F_{1y} = F_1 \sin \theta_1 = 5.0 \times 0.707 = 3.54$$

$$F_{2y} = F_2 \sin \theta_2 = 7.0 \times 0.0 = 0$$

$$F_{3y} = F_3 \sin \theta_3 = 6.0 \times (-0.866) = -5.20$$

$$\text{所以 } F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = 13.54$$

$$F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = -1.66$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 13.64 \text{ (千克)}$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{F_y}{F_x} = \frac{-1.66}{13.54} = -0.1226$$

$$\theta = -6^\circ 59'$$

答: 三个力的合力大小为 13.54 千克, 合力与 x 轴夹角

$\approx 6^{\circ}59'$ 。

例5. 如图1-10, 直角三角形支架 ABC 上挂一个50千克重的物体, 已知 $\angle ABC=60^{\circ}$, 求 AB 和 BC 杆上所受力的大小。

解: 由于重物的重力作用, AB 杆被拉伸, BC 杆被压缩。如果用适当大小的沿 AB 和 BC 方向的两个力代替重力 p , 会产生同样的效果, 因而归结为已知合力和两个分力的方向, 求两个分力大小的问题。

作 BP 代表重力 p , 作 BF_1 沿 AB 方向, BF_2 沿 BC 方向。过 P 点作 BF_1 的平行线交 BF_2 于 F_2 点, 过 P 点作 BF_2 的平行线交 BF_1 于 F_1 点, 则 BF_1 和 BF_2 代表两个分力。从图中可以看出

$$BF_2 = \frac{BP}{\sin 60^{\circ}} = \frac{50}{0.866} = 57.74 (\text{千克})$$

$$BF_1 = BF_2 \cos 60^{\circ} = 57.74 \times 0.50 = 28.87 (\text{千克})$$

答: AB 杆受力 28.87 千克, BC 杆受力 57.74 千克。

例6. 如图 1-11, 电线杆 AB 受到电线 AC 沿水平方向的 20 千克的拉力, 为了保证电线杆受力方向垂直向下, 沿 AD 方向拉一根铁丝, 已知 $\alpha = 30^{\circ}$, 求 AD 对 A 点的拉力。

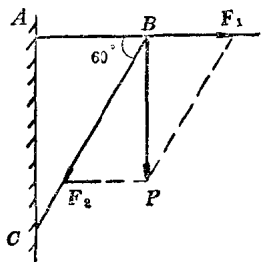


图 1-10

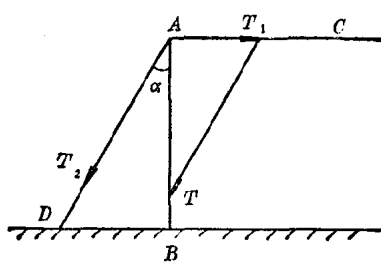


图 1-11

解： A 点受两个力的作用，沿 AC 的拉力 T_1 和沿 AD 的拉力 T_2 ，如果拉力用的大小适当，这两个力就会产生一个垂直向下的合力。在数学上，这等价于已知三角形一边和两角，求解三角形。

作 AT_1 ，代表 T_1 ，作 $AT \perp AT_1$ ，过 T_1 作直线 T_1T ，使 $\angle AT_1T = 60^\circ$ ，交 AT 于 T 点， T_1T 就代表所求的力 T_2 。由图可知

$$T_1T = \frac{AT_1}{\sin \alpha} = \frac{20}{0.50} = 40 \text{ (千克)}$$

答： AD 对 A 点的拉力为 40 千克。

如果把上题改为：“为使 AB 杆受 35 千克垂直向下的力，求 AD 线的方向及其对 A 点的拉力。”应如何求解，请读者自己考虑。

例 7. 一根绳子 最多能承担 4 公斤的力，如图 1-12，将一个 5 千克的物体挂在绳的中点，逐渐增大 α 角，当 α 为多大时绳就断了？

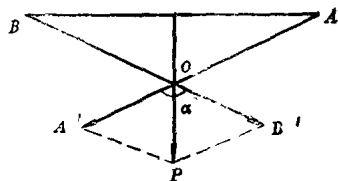


图 1-12

解：在重物作用下，绳的 AO 段和 BO 段分别受到沿 AO 和 BO 方向的拉力，由于对称性，它们相等。很显然，这两个力就是重力的两个分力，这两个分力不能超过 4 千克。

如图 1-12 所示，以 OP 为对角线作平行四边形 $OA'PB'$ ，令 $OA' = OB' = 4$ 千克，