



成人高考 物理辅导



董连生 何亚卉 编著



海洋出版社

成人高考物理辅导

董连生 何亚丹 编著

海洋出版社

1986年·北京

内 容 简 介

本书是根据教育部制定的《全国各类成人高等学校招生考试复习大纲》，为帮助参加各类成人高考招生考试人员进行系统复习，牢固中学物理基本知识，取得优异考试成绩而编写的。本书的特点在于结合成人学习特点，每章都介绍了基本的复习要求、重点复习内容、典型例（包括以往成人高考试题）和练习，而且每道题都进行了必要的解答。使用本书的成人考生，能在时间紧迫的情况下，巩固基本知识，提高解决问题的能力。

责任编辑：齐海峰

责任校对：刘兴昌

成人高考物理辅导

董连生 何亚卉 编著

海洋出版社出版（北京市复兴门外大街1号）

新华书店北京发行所发行 北京印刷一厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张：12.5 字数：265千字

1986年11月第一版 1986年11月第一次印刷

印数：25400

统一书号：7193·0809 定价：2.30元

前 言

为了帮助报考各类成人高等学校的广大考生复习中学物理课程，我们根据教育委员会制定的各类成人高等学校招生考试复习大纲规定的复习范围和要求，并参考全日制普通中学现行教材，编写了这本《成人高考物理辅导》。

本书按照《复习大纲》中规定的复习要求，包括高中物理课程中的力学、热学、电学、光学、原子物理初步、物理实验及综合练习等十九章。为了便于成人考生能在有限的时间内，搞好复习，结合成年人的学习特点，对各部分内容中的重要物理概念和规律做了简明介绍。同时选编了较多例题，分析也较细。每章后面都有单元练习，配有基本练习题和一定数量的难度较大、比较灵活、典型的综合题，并附有解答，可供参考。旨在提高分析问题和解决问题的能力。

由于我们的水平有限和时间匆促，本书若有错误，欢迎批评指正。

编者

1985.7.

目 录

第一章	力 物体的平衡	(1)
第二章	直线运动	(25)
第三章	牛顿运动定律	(46)
第四章	曲线运动	(65)
第五章	功和能	(85)
第六章	动量	(111)
第七章	机械振动和机械波	(135)
第八章	气态方程 热和功	(149)
第九章	电场	(175)
第十章	直流电	(201)
第十一章	磁场	(232)
第十二章	电磁感应	(256)
第十三章	交流电	(282)
第十四章	电磁振荡和电磁波	(293)
第十五章	几何光学	(303)
第十六章	光的本性	(333)
第十七章	原子物理初步	(345)
第十八章	物理实验	(356)
第十九章	综合练习	(377)

第一章 力 物体的平衡

一、本章复习要求

1. 理解力的概念和力的矢量性(三要素和图示法)。
2. 理解重力、弹力、摩擦力的概念；会计算滑动摩擦力。
3. 熟练掌握牛顿第三定律，并能正确指出物体间的作用力和反作用力。
4. 能正确分析物体受力情况，并会画受力图。
5. 能运用平行四边形法则求合力和分力，对于互成任意角度的力的合成和分解主要用作图法求解。对于互相垂直的力的合成和分解则要求用直角三角形的知识计算。
6. 理解物体平衡的概念，掌握在共点力作用下物体的平衡条件。
7. 理解力矩的概念，掌握有固定转轴的物体的平衡条件。

二、重点复习内容

1. 力的概念

力是一个物体对另一个物体的作用。力是不能离开物体

而单独存在的。一说到力，就一定有施力物体和受力物体，所以力总是成对出现的。

力的作用效果是使受力物体的形状和体积发生变化，使受力物体的运动状态发生变化(即产生加速度)。

力是矢量(从实际效果上考虑，不但有大小，而且有方向的物理量叫矢量)。为了表示力的这种特点，我们把力的大小、方向和作用点叫做力的“三要素”，并可用一根带箭头的线段表示力。例如物体受到一个沿水平方向 5 千克力 的拉力 F 的作用，可用图 1-1 中的有向线段来表示这个力 F 。

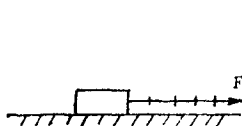


图 1-1

测量力大小的仪器叫测力计(也叫弹簧秤)。在国际单位制中力的单位是牛顿。日常实用单位叫千克力(又

叫公斤)，它们的换算关系是

$$1 \text{ 千克力} = 9.8 \text{ 牛顿}$$

2. 几种常见的力

要注意理解每种力的产生条件，以及如何判断力的存在和力的方向。

(1) 重力

重力的产生：由于地球的吸引而使物体受到的力叫重力。物体所受的重力与物体受到的地球引力之间有微小差别。

重力的方向：竖直向下。当物体在地球表面不太大的范围内时，可以认为重力的方向不变。

重力的大小：重力就是重量， $G = mg$ 。(式中 m 为物体

的质量； g 为重力加速度，其数值为 9.8 米/秒²。）

重心：物体所受的重力是物体的各部分所受重力的合力，这个合力的作用点叫物体的重心。一个物体（形状及质量不变时）的重心相对于物体来说是一个确定的点，与物体所在的位置和如何放置无关。物质分布均匀的有规则形状的物体的重心，在它的几何中心（注意：有时重心不一定在物体上）。

(2) 弹力

弹力的产生：当相互接触的物体发生形变时，就对迫使它发生形变的另一个物体产生弹力。决定弹力存在的条件是既接触又发生形变。

弹力的方向：总是与使物体发生形变的外力的方向相反（或说与物体形变方向相反）。

弹力的大小：在弹性限度内，弹簧的弹力 f 和弹簧的伸长（或缩短）长度成正比，这就是胡克定律。可表示为：

$$f = -KX$$

其中， X 表示弹簧形变大小，它是弹簧伸长（或缩短）后的长度跟它自然长度之差的绝对值。 K 是弹簧的倔强系数，它的物理意义是使弹簧产生单位长度形变时的弹力。单位是牛顿/米。

关于弹力还要注意：弹力和形变是同时产生，同时消失的。日常生活中经常用到的压力、推力、拉力、弹力、浮力等，是从实际效果出发为方便起见而命名的，实质都是弹力。此外，在中学物理学中，胡克定律只能计算弹簧在伸长或压缩时的弹力。

(3) 摩擦力

摩擦力的产生：当两个接触的物体做相对滑动或有相对滑动的趋势时，在接触面上可能出现的与滑动方向或滑动趋势相反的力。前者叫滑动摩擦力，后者叫静摩擦力。

摩擦力的方向：总是沿着接触面的切线方向，阻碍物体间的相对滑动，注意它不一定是阻力。

摩擦力的大小

$$\text{滑动摩擦力 } f = \mu N$$

μ 称为摩擦系数，它的大小决定于接触面的材料、光洁程度、干湿程度等。 N 为正压力。

静摩擦力 \leq 最大静摩擦力。

而最大静摩擦力略大于滑动摩擦力，在一般计算时认为二者相等。当静摩擦力小于最大静摩擦力时，则静摩擦力的大小和方向总是随着切向外力大小和方向的变化而变化，或由物体的运动状态的变化决定。

3. 牛顿第三定律

两个物体间的作用力和反作用力总是大小相等，方向相反。可表示为： $F = -F'$ 。

要注意理解以下几点：

(1) 作用力和反作用力总是同时产生、同时变化、同时消失的。

(2) 对作用力和反作用力分别作用在两个物体上（即两个物体分别受到的作用力），不能抵消，并且各产生各的效果。

(3) 牛顿第三定律中的作用力和反作用力，与相互作用的物体的运动状态无关。即不论物体是处于静止，还是作匀速运动或加速运动，第三定律总是成立的。

(4) 对作用力和反作用力与一对平衡力是根本不同的。一对平衡力指的是一个物体受到的大小相等，方向相反的两个力，可以互相抵消。

4. 力的合成和分解

一个力作用在物体上，它产生的效果跟几个力共同作用产生的效果相同，那么，这一个力叫那几个力的合力，而那几个力叫这一个力的分力。力的合成和分解实际上是一种等效替换，都遵守平行四边形法则(互为逆运算)。这个法则适用于一切矢量的合成和分解。

如图 1-2 所示，互成角度的两个共点力 F_1 和 F_2 的合力，可以用表示这两个力的有向线段 OA 和 OB 为邻边，作一平行四边形，则这两个邻边之间的对角线 OC 就表示这两个力 F_1 和 F_2 的合力 F 的大小和方向。 F 作用于质点 O 跟 F_1 和 F_2 同时作用于 O 点能产生完全相同的效果，这就是合成或分解的依据。

5. 力矩

力矩是使物体转动状态发生变化的原因。

力矩的定义是力和力臂的乘积叫做力对转轴的力矩。

用字母 M 表示，

$$M = FL$$

式中 L 表示力臂，要特别注意力臂是指转动轴到力的作用线的垂直距离，并且力臂不一定在物体上，找准力臂有时成为解题的关键所在。

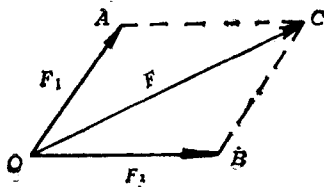


图 1-2

为了表示力矩使物体向不同方向转动的特点，通常规定使物体向逆时针方向转动的力矩为正，向顺时针方向转动的力矩为负。

力矩的单位用牛顿·米。

6. 物体的平衡条件

(1) 物体处于平衡状态，指的是物体在力的作用下保持静止或者作匀速直线运动，或者匀速转动。

(2) 共点力作用下物体的平衡条件(也叫平动平衡的条件)：物体(在这里一般都看作质点)所受各个力的合力为零。可用数学公式表示为

$$F_1 + F_2 + \cdots = 0 \text{ 或 } \sum F = 0$$

(3) 有固定转动轴物体的平衡条件是：各个力矩的代数和等于零。可表示为

$$M_1 + M_2 + \cdots = 0 \text{ 或 } \sum M = 0$$

7. 物体受力情况的分析

准确地对研究对象进行受力分析(也称分析受力)，往往是力学解题成败的关键。也是学好力学的关键所在，是解好力学习题的基本功，要给予高度的重视。

受力分析的内容主要是：

(1) 分析什么：分析研究对象受力的个数和各力的方向，并注意画好受力图。

(2) 怎么分析：采用“隔离”分析法，也就是只分析研究对象受到的力(力图上只画出研究对象受的力)，研究对象施于别的物体的作用力一般不能画在同一个受力图上，以免造成混乱。

(3) 要特别注意，在进行受力分析时要防止“添力”和

“漏力”。为此，可以在分析研究对象受到某一个力的作用时，确定一下这个力的施力者是哪个物体，如果找不到施力者，则这个力是不存在的。例如在空中飞行的子弹，有人说子弹受竖直向下的重力和向前的“冲力”。重力的施力者是地球，这个向前的冲力是谁施给的？找不到施力者。所以这个向前的冲力是不存在的。实际上是由于物体有惯性而向前运动的。在分析受力时，不可把物体的运动速度或物体具有的惯性误作为研究对象受的一个“力”。

(4) 此外注意受力分析的顺序是防止“漏力”或“添力”的有效措施。一般按重力、弹力和摩擦力这个顺序作受力分析。

本章的重点应该是：在掌握力的概念和牛顿第三定律的基础上，能准确进行受力分析。解决的基本问题是，已知一部分力，根据平衡条件求解另一部分力。

三、例题分析

本章解题的一般步骤是：

- (1) 正确选择研究对象，作好受力分析并画受力图。
- (2) 应用平衡条件，建立解题方程。
- (3) 解方程，并分析结果的意义。

[例 1] 质量均匀的光滑球 A ，如图 1-3 放置。分析球受几个力？各是什么方向？

解：图 1-3 (a) 中，球受两个力：重力，竖直向下；绳施加的拉力，竖直向上。球与斜面在 D 点接触，是否受一个垂直于斜面向上的弹力(也叫支持力)？考虑到球是处于静止

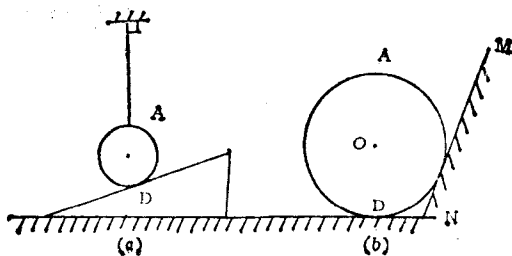


图 1-3

状态，实际上这个弹力是不存在的。

图 1-3 (b) 中，球也受两个力：竖直向下的重力和水平面对球施加的弹力(支持力)，方向竖直向上。如果误认为斜面 MN 在接触点 C 处对球施加一个垂直于斜面的弹力，则球在水平方向上受力就不平衡了，这与题意不符。

【例 2】 如图 1-4 所示均匀直棒 AB ，一端用细绳悬挂起来，另一端置于地平面上。问 AB 棒受几个力？各是什么方向？

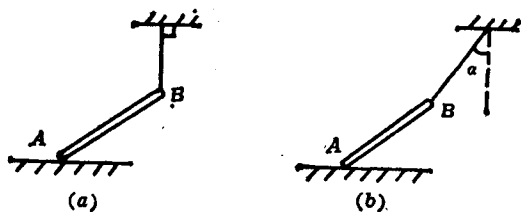


图 1-4

解：在图 1-4 (a) 中，棒 AB 受三个力作用：重力，竖

直向下；绳对 B 端的拉力，竖直向上；因为棒处于静止状态，所以地面给 A 端一个竖直向上的弹力（支持力）。如果认为 A 端还受一个沿水平方向向左（或向右）的摩擦力的话，那么棒就不能保持平衡状态了，所以 A 端只受竖直向上的弹力。

在图 1-4 (b) 中，棒 AB 受四个力的作用：竖直向下的重力；绳沿与竖直方向成 α 角的拉力；地面对 A 端竖直向上的弹力（支持力）；绳的拉力有向右的水平分力，使棒相对地面有向右运动的趋势，所以地面还给 A 端施加一个向左的静摩擦力。

作受力分析时要注意：

(1) 物体相接触只是产生弹力和摩擦力的前提，而不是产生的充分条件，产生弹力的充分条件是形变，产生摩擦力的充分条件是在存在正压力的情况下有相对运动或相对运动的趋势。

(2) 要结合作体的运动状态进行受力分析。可以用受力情况和运动状态是否相符来检验受力分析的正确与否。

【例 3】 物体在倾角为 α 的斜面上恰好匀速下滑。求物体和斜面间的摩擦系数。

解： 物体受三个力：重力 G ，竖直向下，斜面的支持力 N （垂直于斜面），沿斜面向上的滑动摩擦力 f ，如图 1-5 所示。匀速下滑表示物体受力处于平衡状态，由平衡条件可知物体所受三个力的合力为零，即 $\Sigma F = 0$ 。由图可知：

$$f = G \sin \alpha \quad \text{①}$$

$$N = G \cos \alpha \quad \text{②}$$

而滑动摩擦力为 $f = \mu N$ ，将①、②式代入可得：

$$\mu = \frac{f}{N} = \frac{G \sin \alpha}{G \cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$$

结果表明什么？① 提供了一种测量摩擦系数的简便方法。② 摩擦系数 μ 与物体重量 G 无关，也就是说不论物体的重量多大，在倾角为 α 的斜面上都将匀速下滑（当然在不改变接触面光滑情况的条件下）。

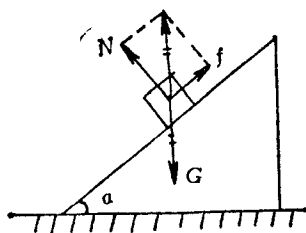


图 1-5

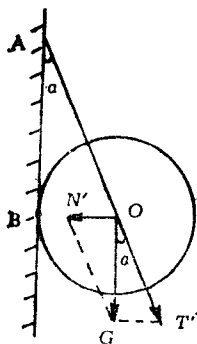


图 1-6

【例 4】 如图 1-6 所示，一个重量 G 为 $10\sqrt{3}$ 牛顿的球，用细绳系住并靠在光滑的墙上。求绳对球的拉力和球对墙的压力。

解法(一) 分解合成法：实质上是进行力的等效运算，适合求比较简单的问题。首先是从实际出发分析某个作用力所产生的效果（常考虑物体受的重力），然后用平行四边形法则进行分解或合成，求出未知力。例如本题中球受的重力产生两个效果：沿 AO 绳方向拉紧绳，沿 OB 方向压墙，因此可将球受的重力 G 在 AO 和 OB 方向上分解为两个分力 T' 和 N' （作平行四边形， G 为对角线， AO 和 BO 上取两个邻边，

再解直角三角形即可)。而 T' 和 N' 就是所求拉力和压力的值。如图 1-6 所示。由力图可得：

$$T' = \frac{G}{\cos\alpha}$$

$$= \frac{10\sqrt{3}}{\cos 30^\circ} = 20(\text{牛顿})$$

$$N' = G \cdot \operatorname{tg}\alpha$$

$$= 10\sqrt{3} \times \operatorname{tg} 30^\circ = 10(\text{牛顿})$$

由上述 T' 和 N' 的表达式中可以看出：绳与竖直墙间的夹角越大，拉力和压力也越大。

解法(二) 共点平衡法：根据物体受几个共点力的作用处于平衡状态时合力为零的条件，可求得未知力。球受三个力；重力 G ，绳的拉力 T ，墙对球的压力 N （垂直于墙沿 BO 向右），这三个力的合力为零，可以用这三个力中的任意两个力先进行合成（用平行四边形法则），所得到的合力必和第三个力大小相等，方向相反。如图 1-7 中的 (a)(b)(c) 所示。

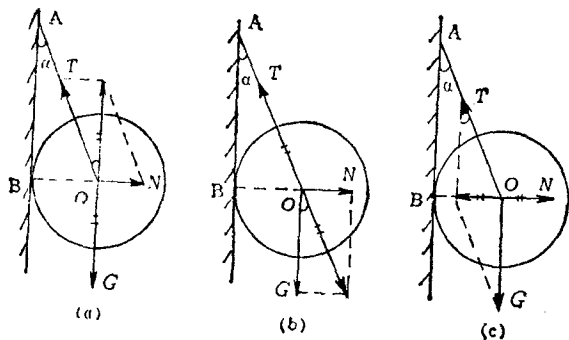


图 1-7

由力图，解直角三角形可得，

$$T = \frac{G}{\cos\alpha}$$

$$= \frac{10\sqrt{3}}{\cos 30^\circ} = 20(\text{牛顿})$$

$$N = G \cdot \operatorname{tg}\alpha$$

$$= 10\sqrt{3} \times \operatorname{tg} 30^\circ = 10(\text{牛顿})$$

图 1-7 中，拉力 T 是球受的力沿 OA 方向。 N 是墙对球的作用力沿 BO 且垂直于墙，所求的球对墙的压力应是 N 的反作用力，方向沿 OB 垂直于墙，大小为 10 牛顿。

在求解物体平衡问题时，除上述两种常用解法外，还可以用力矩平衡法和正交分解法等，用以解决复杂问题较为方便(有兴趣可参考有关书籍)。

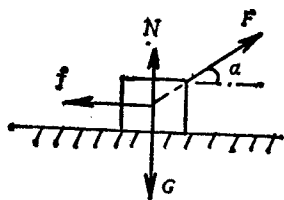


图 1-8

【例 5】 把一个重量为 G 的物体放在水平面上。物体和平面间的摩擦系数为 μ 。如图 1-8 所示，用一个和水平成 α 角的斜向上方的力 F 拉这个物体，使物体在水平面上作匀速直线运动，求

这个力 F 。

解：先分析物体受力，受 4 个共点力：重力 G ，竖直向下；斜向上方的拉力 F ；地面对物体的支持力 N ，竖直向上；物体相对地面向右运动，物体受到一个沿地面向左的滑动摩擦力 f 。因为物体可视为质点，这四个力就是共点力。在力图上这四个力的作用点，都可以画在重心上。以后在分