

新编

成人高考指导丛书

乔际平 赵汝兴 李若松编



物理

农业出版社

新编成人高考指导丛书

物 理

乔际平 赵汝兴 李若松 编

农 业 出 版 社

新编成人高考指导丛书

物 理

乔际平 赵汝兴 李若松 编

* * *

责任编辑 蔡文淇

农业出版社出版 (北京朝阳区枣营路)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm32开本 14印张 320千字

1989年12月第1版 1989年12月北京第1次印刷

印数 1—2,296册 定价 5.75元

ISBN 7-109-01440-1/G·76

出版说明

《新编成人高考指导丛书》是根据1989年国家教育委员会制定的《全国各类成人高等学校招生考试复习大纲》和《全国各类成人高等学校招生考试大纲》的要求编写成的。

本丛书分为政治、语文、数学、历史、地理、物理和化学等七个分册，各分册都有基本知识、复习指导意见和练习题（含答案）三部分，最后并附有近两年的全国成人高等学校招生考试的试题，参考答案和评分标准。

本丛书的共同特点是：内容简要，覆盖面大而又重点突出，学练结合，考试的针对性强，照顾到成人学习的特点，兼有复习资料和题解的双重优点。

为保证质量，本丛书的各册主编均为业务水平高又富有成人高考教学经验的专家担任。他们是冯子毅、廉树声、梅欣、胡杞、沈建芝、杨文智、于友西、班武奇、谭家骅、张仲德、窦学勤、乔际平等同志。我们对他们表示诚挚的谢意。

对于本丛书中的不足和缺点，敬请读者提出宝贵意见。

前 言

为了满足社会各方面的青年同志参加成人高等学校入学复习和考试的需要，我们根据国家教委新颁布的《全国各类成人高等学校招生考试复习大纲》的要求，编写了这本物理复习考试指导书。全书共有十八章及物理实验。每章又包括“基本知识”、“例题分析”、“练习题”、“自我检测题”四个部分。全书最后附有力学、电学综合练习题。书中还给出了全部练习题、检测题的简要提示与答案，以便于读者自学与复习。

参加本书编写的还有：苏明义、齐红。

编 者

1989年2月

目 录

前言

力学	1
第一章 力、物体的平衡.....	1
第二章 直线运动.....	21
第三章 牛顿运动定律.....	44
第四章 曲线运动.....	61
第五章 功和能.....	76
第六章 动量.....	99
第七章 机械振动和机械波.....	119
热学	138
第八章 分子运动论.....	138
第九章 气态方程.....	141
第十章 热和功.....	159
电学	166
第十一章 静电场.....	166
第十二章 直流电.....	185
第十三章 磁场.....	210
第十四章 电磁感应.....	232
第十五章 交流电.....	251
光学	264
第十六章 几何光学.....	264
第十七章 光的本性.....	275

原子物理	287
第十八章 原子物理初步	287
实验	303
第十九章 物理实验	303
附录	332
力学综合练习题	332
电学综合练习题	338
综合练习题	344
各章练习题、自我检测题及全书综合练习题 答案	355
附件 1 1988年全国各类成人高等学校招生考试 物理试题及评分标准	412
附件 2 1989年全国成人高等学校招生统一考试题 及评分标准	426

力 学

第一章 力、物体的平衡

一、基本知识

(一) 力的概念

1. 力是物体对物体的作用。力不能脱离物体而独立存在。如果物体A对物体B有力的作用，则物体B也对物体A有力的作用，其中一个力称为作用力，另一个力称为反作用力。

2. 力的作用效果是：(1) 使受力物体的运动状态发生变化(产生加速度)。(2) 使受力物体发生形变。力的作用效果不仅与力的大小有关，而且还与力的方向、作用点有关。

3. 力的大小、方向和作用点称为力的三要素。力既有大小，又有方向，所以，力是矢量。为直观说明力的作用，常用图示的方法来表示力的三要素。即用一定比例线段的长短表示力的大小，箭头方向表示力的方向，箭头或箭尾表示力的作用点。

4. 在国际单位制中力的单位是牛顿，力的实用单位有千克力(吨力，克力等)。它们之间的换算关系为： $1 \text{ 千克力} = 9.8 \text{ 牛顿}$ 。

(二) 力的分类 根据力的作用性质命名，在力学中有：重力(场力)、弹力、摩擦力。至于常说的张力、压力、支

持力、拉力、动力、阻力等只是根据力的作用效果而言的。

1. 重力 由于地球的吸引而使物体受到的力叫做重力。其大小取决于物体自身的质量和其在地球上所处的位置，方向竖直向下。作用点在物体的重心上。

物体的各个部分都受到地球对它的作用力。我们可以认为重力的作用集中于一点，这一点称为物体的重心。物体重心的位置由其形状和质量分布情况决定。可以在物体上，也可以不在物体上。

2. 弹力 直接接触的物体因发生形变，而且要恢复原状，对跟它接触的物体产生力的相互作用，这种力叫做弹力。

弹力的大小：对弹簧来讲，在弹性限度内弹簧的弹力(f)与弹簧的伸长(或缩短)的长度(x)成正比，这个关系叫做胡克定律。数学表达式为： $f = k \cdot x$ ，式中 k 是弹簧的倔强系数，其大小由弹簧自身决定。在国际单位制中，其单位是牛顿/米。 x 是弹簧的形变量。

弹力的方向，总跟引起其形变的作用力方向相反。

弹力的作用点，即是物体间的接触点。

3. 摩擦力 摩擦力常分为：静摩擦力、滑动摩擦力和滚动摩擦。

(1) 静摩擦力：两个接触着的物体，有相对运动趋势时，物体间出现的阻碍相对运动的力，称为静摩擦力，用 f_s 表示。

静摩擦力的大小随所施外力的增大而增大。但其增大是有一定限度的，其最大值叫最大静摩擦力，用 f_{sm} 表示。一般地讲，最大静摩擦力大于滑动摩擦力。为分析问题简单有时可认为二者相等。

(2) 滑动摩擦力：两个接触着的物体，发生相对

滑动时，物体间产生的阻碍相对滑动的力，叫滑动摩擦力。

滑动摩擦力用 f_k 表示。其大小跟物体间接触面的正压力 N 成正比，即 $f_k = \mu \cdot N$ 。式中 μ 是滑动摩擦系数，与物体的材料及接触面的粗糙程度有关，无单位。

摩擦力的方向总跟接触面相切，且与物体相对运动方向或相对运动趋势的方向相反。

摩擦力的作用点在物体间的接触面上。

(三) 物体的受力分析 物体的受力分析是研究整个力学的基础，是学好力学的关键。

分析物体受力的要点是：①确定研究对象，只分析其它物体对研究对象的力，而不分析它对其它物体的力；②根据与研究对象的接触物和场逐一找出它所受的作用力；③用研究对象此时所处的运动状态检查所分析的受力情况是否合理。防止凭空“添力”或“漏力”。

现举实例分析如下：

1. 一物体冲上不光滑斜面的过程中，如图1-1所示，试分析物体的受力情况。

分析：取物体为研究对象。物体受到竖直向下的重力 G 。物体压斜面，所以斜面对物体产生垂直斜面向上的弹力（支持力） N 。由于物体沿不光滑斜面上滑，斜面对物体产生与相对运动方向相反的滑动摩擦力 f 。

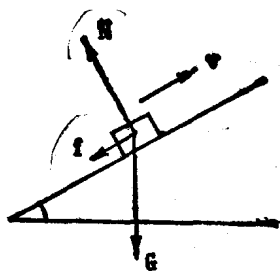


图1-1

说明：物体冲上斜面，但并不存在沿斜面向上的“冲力”。因为它没有施力物体。

2. 在光滑水平地面上与竖直墙面的墙角处放一重量为 G 的静止球体 (如图1-2), 分析球体所受的力。

分析: 取球体为研究对象。球受重力 G , 方向 竖直向下。由于球压在水平地面上, 所以地面对球产生 竖直向上的弹力 (也叫支持力) N 。而球与地面接触光滑, 故无摩擦力。

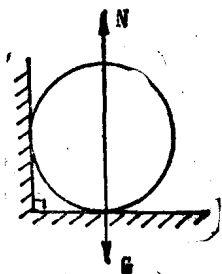


图1-2

说明: 因为球与墙之间接触, 此时相互之间可能有弹力产生, 也可能无弹力 (取决于有无形变), 而是否发生形变题中未给, 但由于球在水平方向没有其他力的作用, 根据球的静止状态, 可判定墙对球没有作用力。

(四) 力的合成、分解

1. 共点力: 作用在物体上的几个力, 它们力的作用线如果交于一点, 这几个力叫做共点力。

2. 力的合成、分解: 如果一个力的单独作用和几个力的共同作用的效果相同, 这个力叫做那几个力的合力; 那几个力叫做这个力的分力。已知几个力求合力的过程, 叫做力的合成; 已知几个力的合力求分力的过程, 叫做力的分解。

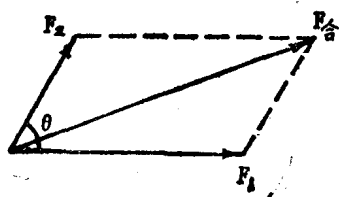


图1-3

3. 力的合成、分解法则:

因为力是矢量, 所以, 进行合成与分解时, 要遵从矢量的合成分解法则, 即平行四边形法则。

(1) 合成法则: 两个互成角度的共点力的合成: 用表

示两个已知分力的有向线段为邻边，作平行四边形，其对角线就表示合力的大小和方向（如图1-3）。

若多个共点力的合成，可以依次两两求合力，直至求出总合力。

当 F_1 、 F_2 间夹角 θ 为下列角度时，则有：

① $\theta=0^\circ$ 时， $F_{\text{合}}=F_1+F_2$ （如图1-4甲）方向与 F_1 、 F_2 同向。

② $\theta=90^\circ$ 时， $F_{\text{合}}=\sqrt{F_1^2+F_2^2}$ （如图1-4乙）方向与 F_2 夹角为 ϕ ， $\tan\phi=\frac{F_1}{F_2}$ 。

③ $\theta=180^\circ$ 时， $F_{\text{合}}=|F_1-F_2|$ （如图1-4丙）方向与数值较大的分力同向。

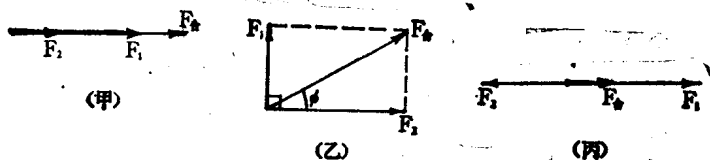


图1-4

（2）分解法则：同一个力可以分解为无数组大小、方向不同的力。那么，究竟怎样分解呢？先根据力的作用效果确定分力的方向，再根据平行四边形法则确定分力的大小，其实质是力的合成的逆运算。

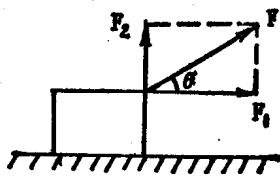


图1-5

如图1-5，将 F 分解。其作用效果有两个：其一，水平向右拉物体；其二，竖直向上提物体。由此确定了分力方向。

再根据平行四边形法则确定分力 F_1 、 F_2 的大小。

(五) 物体的平衡 物体受到几个力的作用，仍保持静止，或匀速直线运动，或绕轴匀速转动，叫做物体处于平衡状态，简称物体的平衡。

1. 共点力的平衡：几个力同时作用于同一物体时，使物体处于静止或匀速直线运动状态，称为共点力的平衡。

共点力平衡的条件：作用在物体上的所有力的合力为零。

2. 有固定转动轴的物体的平衡：

(1) 力臂和力矩：从转轴到力的作用线的垂直距离叫做力臂，用 L 表示。

力与力臂的乘积叫做力矩，用 M 表示。其作用效果是改变物体的转动状态。

在国际单位制中，力的单位是牛顿，力臂的单位是米，力矩的单位是牛顿·米。但不能写作焦耳。力矩具有方向性，一般规定：使物体逆时针转动的力矩为正，反之为负。

(2) 有固定转动轴物体的平衡条件。作用在物体上所有力对转动轴的合力矩为零。即所有沿顺时针方向转动的力矩之和等于所有沿逆时针方向转动的力矩之和。

$$\Sigma M = 0 \quad \text{或} \quad \Sigma M_{\text{顺}} = \Sigma M_{\text{逆}}$$

(六) 万有引力定律 宇宙间一切物体都是相互吸引的，两物体间引力的大小，跟它们质量的乘积成正比，跟它们之间距离的平方成反比，方向在二者的联线上。即 $F =$

$$G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}, \text{式中的 } m_1 \text{ 和 } m_2 \text{ 是物体的质量，单位为千克。 } r \text{ 是}$$

它们间的距离，单位为米。 F 是物体间的引力，单位为牛顿。

$G = 6.67 \times 10^{-11}$ 牛顿·米²/千克²，叫做万有引力恒量。

二、例题分析

例1，如图1-6所示，一本书放在水平地面上保持静止，试回答下列问题：①书受到哪几个力？画出受力的示意图；②书对地面的压力属什么性质的力？这个压力和书重量的大小有什么关系？

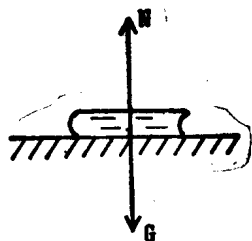


图1-6

分析：题目要求分析书的受力。因此，选书为研究对象，只考虑周围物体对书的作用。然后再根据力是物体间的相互作用分析书对地面的作用情况。

解：（1）书受到重力 G ，方向竖直向下。地面对书的弹力 N ，方向竖直向上。受力图如图1-6所示。

（2）书对地面的压力 N' 属于弹力。其大小和书的重力 G 是相等的。

小结：①通过这个简单问题，应掌握物体受力分析的一般方法；②每一个力都应该清楚它的性质和与其它力之间的关系。如上述的 N 、 N' 为作用力、反作用力（同种性质）； N 与 G 是平衡力（不同性质）；③此题属说理问答题，回答要求条理清楚，文字简练，用语确切，结论正确。

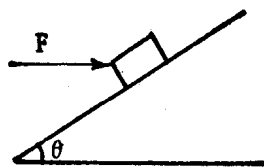


图1-7

例2，如图1-7所示，重量为40牛顿的物体在水平力 F 的作用下静止在倾角为 30° 的光滑斜面上。求①水平力 F 的大小；②物体对斜面的压力。

分析：此题是共点力平衡问题，因此，要搞清其受力情

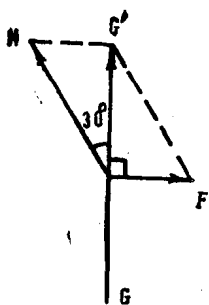


图1-8

况，选该物体为研究对象，受有重力、支持力和水平推力，由于斜面光滑而无摩擦力。

解：以物体为研究对象。其受力图如图1-8所示。

根据共点力的平衡条件，支持力N和水平力F的合力G'与重力大小相等，方向相反。

即： $G' = G = 40$ (牛顿)

$$(1) \text{ 水平力 } F = G' \cdot \tan 30^\circ = 40 \times \frac{\sqrt{3}}{3} = 23.1 \text{ (牛顿)}$$

$$(2) N = \frac{G'}{\cos 30^\circ} = \frac{40}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 46.2 \text{ (牛顿)}$$

物体对斜面的压力 N' 是N的反作用力，所以 $N' = 46.2$ 牛顿，方向垂直斜面向下。

小结：①注意力的矢量性。遇到“求某个力”的问题，要既求出大小，也要说明方向；②弄清所求的是哪个力。如上述要求的是物体对斜面的压力 N' ，而不是斜面对物体的支持力N；③对解题的基本思路和基本方法要掌握，这样才能举一反三。如上述问题与图1-9所示的问题实质一样。与图1-10中的各种情况也类似。读者可对图中的各种情况自行回答。

例3，如图1-11所示，物体A重20牛顿，B重10牛顿，拉力F为5牛顿，系统处于静止状态，试分析物体A受

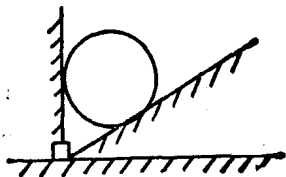


图1-9

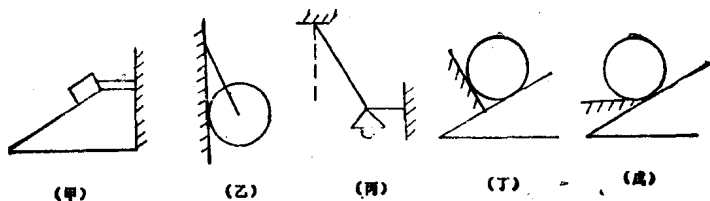


图1-10

凡个力？求出各力。

解：选物体A为研究对象。A受重力G，三个弹力：绳拉A的力T，地面对A的支持力N及拉力F。A与地面是否有

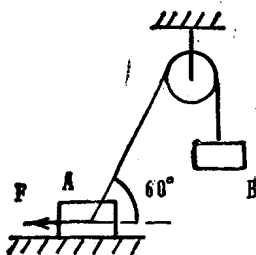


图1-11

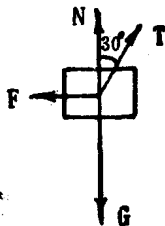


图1-12

摩擦力，不能简单地“想”。要根据A所受的力和其运动状态来分析。因为A处于静止状态，则必有 $F_{\text{合}} = 0$ 。将拉力T沿水平方向和竖直方向分解。在水平方向上T的分力 $T \cdot \cos 60^\circ = 10 \cdot \frac{1}{2} = 5$ （牛顿）。恰好和拉力F平衡，可见，A与地面之间无相对运动趋势，故没有摩擦力的存在。所以，受力如图1-12所示。

在竖直方向上，因为A处于平衡状态，所以必有 $T \cdot \sin 60^\circ + N = G$ 。

$$\text{则 } N = G - T \cdot \sin 60^\circ = 20 - 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 11.34 (\text{牛顿})$$

故物体A受到作用力是：绳子对A的与水平成 60° 角斜向上的拉力 $T=10$ 牛顿；地面对A竖直向上的支持力 $N=11.34$ 牛顿；另一物体对A水平向左的拉力 $F=5$ 牛顿；地球给A竖直向下的重力 $G=20$ 牛顿。

注意：要注意弄清问题的物理过程，不能随便加上一个摩擦力。请读者考虑当拉力 $F=10$ 牛顿和 $F=2$ 牛顿时的上述各问的情况。

例4，如图1-13所示，O为转动杆A的固定轴，木块B放在光滑平面上，并置于杆A下方不动。若有力F作用于B，木块B仍未动。试问由于F的作用，B对A的支持力如何变化？

分析：这是一个定轴转动物体的平衡问题。所以，需弄清F作用前、后，作用在杆A上的各力及各力矩的变化情况。但因为A杆静止，所以，不管F是否作用，对A杆而言，都应满足

$$\Sigma M_{\text{顺}} = \Sigma M_{\text{逆}}$$

解：以A杆为研究对象，O点为固定转动轴。先分析无F作用时力矩的情况。A受重力G，B对A的支持力N。根据

平衡条件可知，G和N对O点的力矩数值相等，方向相反，即 $M_G = M_N$ ，如图1-14（甲）。

当有F作用时，杆A除了受有重力和B对A的支持力以外，由于此时A相对于B有向左的运动趋势，所以，杆A受