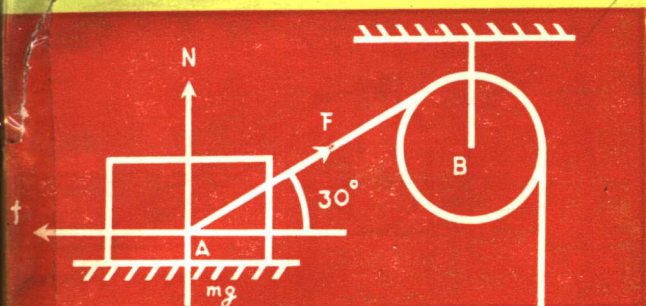


毕洁光 编著

13.32-16/14



高中力学 解题指南

知识出版社

库存书

高中力学解题指南

毕洁光 编著

知 识 出 版 社

高中力学解题指南

毕洁光编著

知识出版社出版

(北京安定门内外馆东街甲一号)

新华书店北京发行所发行 三二〇九印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张6.25 字数130,000

1981年10月第1版 1981年10月第1次印刷

印数: 000,001—187,000册

书号: 13214·12 定价: 0.45元

前 言

全国统编高中物理教材的一个突出特点，是基础理论方面要求较高。要达到教材要求的水平，必须培养学生对问题的分析、综合能力，提高他们解题的本领。因此，有必要选择一些典型例题，对学生进行启发教学，或选编一些典型例题分析，供他们学习参考。

本书针对学生在解题过程中常见的错误，选择了一些与理论知识紧密联系的力学学习题进行剖析、归纳与总结。通过这些解题分析可以提高学生思维活动的灵活性和逻辑性，从而加深对物理概念的理解。

本书所选例题有国外近年来高考、竞赛的试题，也有国内近年高考复习题，以及从1980年北京高考复习题中选取的一些内容新颖、题材多样的典型例题，按解题方法或知识联系进行分类，并总结了解题方法特点。期望本书能对高中学生有所帮助，也能供物理教师教学参考。

本书在编写过程中，得到北京师范大学物理系阎金铎教授的热情指导，对全书进行了认真校阅，谨在此表示谢忱。

由于本人水平有限，加之编写仓促，书中错误在所难免，敬请读者批评指正。

毕 洁 光

目 录

前 言

第一章 静力学..... (1)

一、有关摩擦力的问题..... (1)

二、物体受力分析..... (4)

三、关于物体的平衡..... (10)

四、典型例题分析..... (12)

第二章 运动学..... (32)

一、匀变速直线运动的基本规律..... (32)

二、抛体运动的特点及各种运动之间的联系..... (34)

三、各种运动中速度与加速度的特点..... (35)

四、典型例题分析..... (36)

第三章 动力学..... (75)

一、对牛顿第二定律的理解..... (75)

二、动量与碰撞问题..... (77)

三、动力学中的重要解题方法——隔离法..... (79)

四、典型例题分析..... (80)

第四章 圆周运动..... (103)

一、匀速圆周运动的特点..... (103)

二、对向心力的理解..... (103)

三、分析竖直平面内的圆周运动..... (108)

四、典型例题分析..... (109)

第五章 功和能	(117)
一、功的正负.....	(117)
二、功与动能变化的关系——动能定理.....	(118)
三、功与势能变化的关系.....	(119)
四、机械能守恒定律.....	(120)
五、有关变力做功问题.....	(120)
六、典型例题分析.....	(121)
第六章 机械振动和机械波	(142)
一、简谐振动的意义和特征.....	(142)
二、简谐振动的周期公式.....	(144)
三、典型例题分析.....	(144)
第七章 流体力学	(155)
第八章 综合题和讨论题	(161)
一、力学综合题.....	(161)
二、有关讨论题.....	(179)
〔附一〕 解答力学学习题应当注意的几个方面.....	(186)
〔附二〕 国际单位制中常用的单位表.....	(191)

第一章 静 力 学

一、有关摩擦力的问题

1. 对摩擦力的理解 一个物体若在另一个物体的表面上滑动（或滚动）时，则两个物体间便会出现一个阻碍运动的力，这个力叫滑动（或滚动）摩擦力。两个相接触的物体，沿着接触面的方向由于存在相对运动趋势，从而产生的力叫静摩擦力。当物体受到推力时，只要物体间没有相对运动，此物体受到的静摩擦力总是与外力的大小相等、方向相反。当外力增大到使被推的物体要动未动，这时阻止物体运动的最大阻力，称为最大静摩擦力。

有人认为，摩擦力总是阻碍物体运动的，由它所引起的加速度一定与物体运动的方向相反。这种认识是不对的。应当把摩擦力理解为总是阻碍物体之间相对运动的一种力。有时摩擦力不是阻力而是动力。如传送带加速传送物体，物体加速度的产生，就是摩擦力作用的结果。这时传送带上的物体受到的摩擦力与它的加速度方向一致。

2. 摩擦力的计算 摩擦力平行于接触的表面，一般只与相互接触的物质的性质及其表面的光滑程度有关，而与物体的运动速度及物体接触面积的大小无关。

滑动摩擦力和最大静摩擦力正比于把两表面紧压在一起

的力，即摩擦力等于物体间的正压力乘以摩擦系数（可称为滑动摩擦系数或静摩擦系数）。实际计算中 $f = N \cdot \mu$ ， N 为物体间的正压力， μ 为摩擦系数。式中所说的正压力就是与接触面垂直的压力，而认为正压力就等于物体的重力是错误的。下面把在各种情况下求物体间正压力的方法归纳如下：

(1) 质量为 m 的物体放在水平的桌面上，如图 1-1 所示，这时桌面受到的正压力 N 的大小，等于物体的质量 m 与重力加速度 g 的乘积，即 $N = mg$ 。

(2) 质量为 m 的物体放在倾角为 θ 的斜面上，如图 1-2 所示，此时斜面所受的正压力 $N = mg \cos \theta$ （物体运动与否都是如此）。

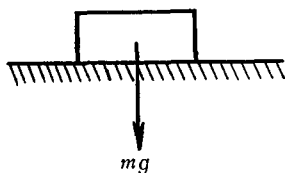


图 1-1

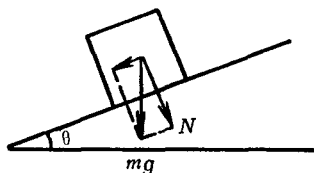


图 1-2

(3) 质量为 m 的物体放在水平桌面上，又受到一个与水平方向夹角为 θ 的拉力 F （如图 1-3 所示），此时不管物体运动与否，桌面受的正压力均为 $N = mg - F \sin \theta$ 。

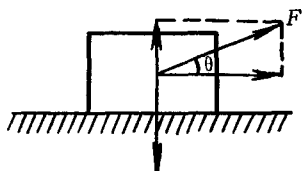


图 1-3

(4) 质量为 m 的物体放在水平桌面上，受到一个与水平方向成 θ 角的推力 F ，如图 1-4 所示。此时不管物体运动

与否，桌面受到的正压力均为 $N = mg + F \sin \theta$ 。

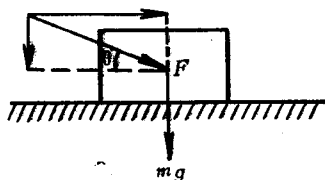


图 1-4

(5) 质量为 m 的物体放在倾角为 θ 的斜面上，同时又受到一个与斜面成 α 角的拉力 F 如图 1-5 所示。此时不管物体运动与否，斜面受到的正压力均为 $N = mg\cos\theta - F\sin\alpha$ 。

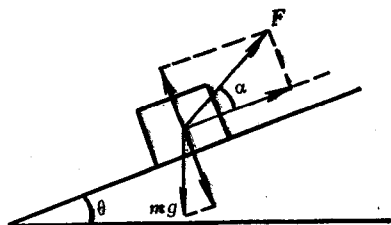


图 1-5

(6) 若将质量为 m 的物体放在倾角为 θ 的斜面上，又受到一个与斜面方向成 α 角的推力 F 的作用，如图 1-6 所示。此时不论物体运动与否，斜面受到的正压力均为 $N = mg\cos\theta + F\sin\alpha$ 。

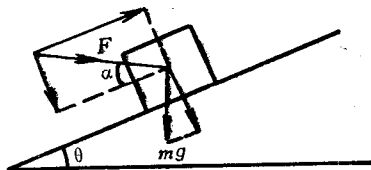


图 1-6

二、物体受力分析

对物体受力后进行分析的问题，是高中力学中较难掌握而又重要的问题。进行受力的分析，必须要把握住每种力的特点。高中力学研究的力有三种，即重力、弹力和摩擦力。

1. 重力 重力是通过重力场发生作用的，所以又称为场力，以重力 $G = mg$ 来表示。 g 的大小与纬度及离地球表面的高度有关；平时，总认为地球表面附近 g 的大小不变。重力的方向竖直向下，作用在物体的重心上。

2. 弹力 互相接触的两个物体由于形变而产生的力，叫做弹力。弹力作用于物体的接触处，方向与引起物体形变的外力方向相反，弹力的大小由物体形变的大小来决定。即遵从胡克定律 $F = -kx$ 。其中 k 为弹性物体的倔强系数（弹性系数）， x 为弹性物体的伸长或缩短的长度。相互接触的物体，它们之间的拉力、推力、压力及液体对浸在其中的物体的浮力，实质上都是弹力。

当两物体只接触而不发生形变时，它们之间则没有弹力出现，如图1-7所示，一个静止的球与两相交面接触，用 N_1 、 N_2 表示物体所受到的弹力。事实上， N_2 这个力是不存在的，即球不受斜面给的弹力。因为它们之间若有弹力 N_2 存在时，小球将在 N_2 的水平分力作用下向右运动，这与已知条件不符。而小球与水平面之间存在弹力，即 N_1 存在，它与球受的竖直向下的重力平衡，故球静止。又如如图1-8所示，有 A 、 B 两个球静止地靠在一起，但并不互相挤压，则它们之间没有弹力发生，其道理同上。

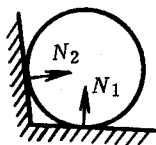


图 1-7



图 1-8

3. 摩擦力 详细情况前面已经讨论过了，从略。

4. 物体受力分析的几个问题

(1) 先指出物体受重力，再找出作用在它上面的弹力和摩擦力。

(2) 力总是成对出现的，有作用力就有反作用力，作用力与反作用力是属于同一性质的力。

(3) 力总是与两个物体相联系，有受力物体，必然有施力物体。

(4) 分析物体受力时，不能丢力，也不能多力，更不能标错力。

5. 对物体受力分析的典型例题

(1) 不接触的物体间没有弹力

例 1 如图 1-9 所示， A 、 B 、 C 三个物体迭放在桌面上，试分析各物体所受到的力。

〔解〕 在 A 和 B 间、 B 和 C 间、 C 和桌面间都有压力或称为支持力（属弹力）存在。但是 A 和 C 间、 A 和桌面间、 B 和桌面间，彼此并不接触，故它们之间都没有压力存在。具体分析如下：

A 物体受重力 $m_A g$ ，方向竖直向下；同时 A 还受 B 物体对它的支持力 N_1 ，方向竖直向上。 $m_A g = N_1$ ，如图 1-10 所示。

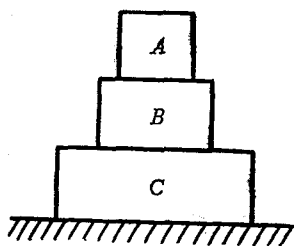


图 1-9

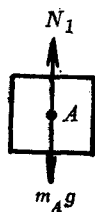


图 1-10

B 物体受重力 $m_B g$ ，方向竖直向下；同时还受到 A 物体对它的压力 N_1 ，方向竖直向下；而且还受到 C 对它的支持力 N_2 ，方向竖直向上。 $N_2 = N_1 + m_B g$ （如图1-11所示）。

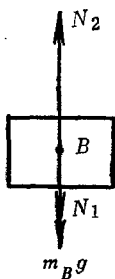


图 1-11

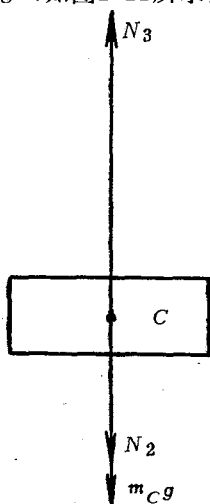


图 1-12

C物体受重力 $m_c g$ ，方向竖直向下；同时还受A和B对它的压力 N_2 ，方向竖直向下；而且还受到桌面对它的支持力 N_3 ，方向竖直向上。 $N_3 = N_2 + m_c g$ ，如图1-12所示。

(2) 处于平衡态的迭放着的物体，它们之间是否有静摩擦力存在，关键是找平衡力。

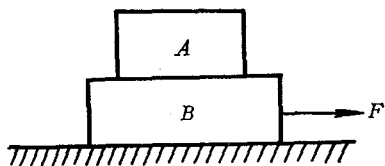


图 1-13

例 2 将物体A和B迭放在桌面上，如图1-13，用力 F 拉B而未能

拉动，A、B均静止。这时A是否受到静摩擦力呢？在图1-14中，B受到向右的拉力 F ，也未被拉动，A是否也受到静摩擦力呢？

〔解〕 在图1-13中，B物体受到向右的拉力 F ，而未被拉动。如果A、B两物体间有静摩擦力，则B将受到向左的静摩擦力，A将受到方向向右的静摩擦力，而A在水平

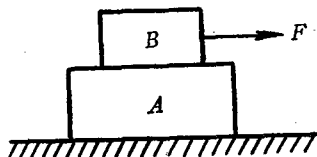


图 1-14

方向上，不再受其他的力，故没有向左的力与向右的静摩擦力平衡。这样A就不能处于平衡状态。于是与已知条件不符，所以A没有受到B给它的静摩擦力。 F 未能拉动B物体，是因为桌面给B一个向左的静摩擦力与 F 平衡之故。

在图1-14中，B受到向右的拉力 F 而未被拉动，A、B物体均处于静止状态，说明A对B有向左的静摩擦力与 F 平

衡。 A 对 B 的静摩擦力的反作用力就是 B 对 A 的静摩擦力，方向向右。由于 A 静止不动，它必然还受到桌面对它的向左的静摩擦力。

如果将图1-13中的 A 、 B 物体迭放在斜面上，并仍然保持静止， A 、 B 之间就有静摩擦力，因为这个静摩擦力要与重力的下滑分力相平衡。

(3) 分析物体受力时，要注意力是矢量，要根据有关的概念和规律作出科学的判断。

例3 对斜放在光滑墙角的梯子进行受力分析，如图1-15所示。

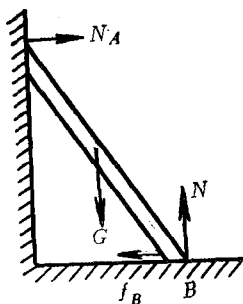


图 1-15

〔解〕 梯子除了受重力 G 外，为了分析它是否受弹力和摩擦力的作用，就需要研究梯子跟几个物体接触的问题。梯子的两端 A 、 B ，分别受到墙和地面的作用。而墙是光滑的， A 端受墙给它的压力 N_A ，垂直于墙； B 端既受地面对它向上的支持力 N ，又受地面给它的静摩擦力 f_B 。 B 端有向右滑动的趋势，所以 f_B 向左，如图1-15。

以 f_B 向左，如图1-15。

例4 对单摆和锥摆进行受力分析，如图1-16和图1-17所示。

〔解〕 根据牛顿第二定律可知，加速度是发生在合外力的方向上。上述两种情况，摆锤都只受重力 G 和绳的拉力 T 的作用。但单摆摆锤在一端时（即摆到最大位移处）摆锤受合

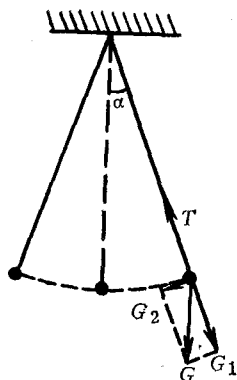


图 1-16

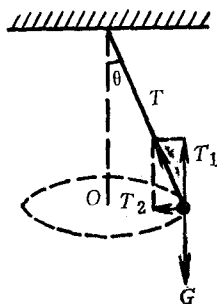


图 1-17

力 $mg \sin \alpha$ 的作用，加速度沿圆弧的切线方向，即 $a = g \sin \alpha$ 。而锥摆摆锤受的合力为水平方向，指向圆心；因而摆锤运动的加速度也是水平方向，其合力为 $mg \tan \alpha$ 或 $T \sin \alpha$ 。这一部分内容在圆周运动中还要讲到。

例 5 物体 A 重 5 千克，物体 B 重 2 千克。 A 放在地面上， A 、 B 通过定滑轮用绳子相连，图中角 $\theta = 30^\circ$ ，如图 1-18。忽略绳重， A 、 B 均处于静止状态。试对 A 进行受力分析。

〔解〕 如果 A 只受向下的重力 $m_A g$ 、拉力 F 以及地面对它向上的支持力 N 三个力的作用，则 A 是不能平衡的。因为拉力 F 在水平方向的分力为 $F \cos 30^\circ$ ，在竖直方向的分力为 $F \sin 30^\circ$ 。若要使 A 平衡，则 A 在水平方向上还要受一个与 $F \cos 30^\circ$ 大小相等、方向相反的力。这个力就是作用到 A 上向左的静摩擦力 f ， $f = F \cos 30^\circ$ 。因此， A 必须受到四个力

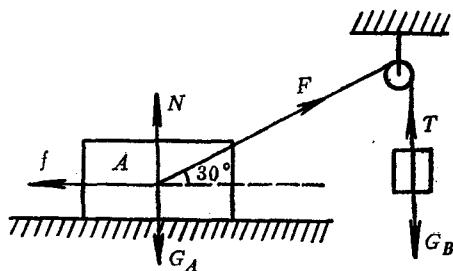


图 1-18

的作用才能平衡，即重力 $m_A g$ 、拉力 F 、静摩擦力 f 和地面的支持力 N 。

三、关于物体的平衡

1. 物体处于平衡状态，并不等于静止，其中还包括了物体做匀速直线运动。如果几个力同时作用在物体上，物体仍然保持静止或匀速直线运动状态，则称物体此时处于平衡状态。

2. 从动力学的角度来看，物体处于平衡时，物体的加速度 $a=0$ ，或者说外力的合力 $F=0$ ，所以也可以说静力学是动力学的特殊情况。

3. 物体的平衡问题包括以下内容

(1) 受共点力作用的物体，其平衡条件为作用于物体上的合力等于零，即 $\Sigma F=0$ 。此时物体或是静止，或是保持匀速直线运动状态。如各力在一直线上，则其代数和 $\Sigma F=0$ 。

(2) 有固定转动轴的物体，其平衡条件为作用于物体上的力的力矩和等于零，即 $\sum M = 0$ 。此时，物体或是静止，或是绕轴做匀速转动。

(3) 物体的一般平衡条件，是前两种平衡问题的综合，即

$$\begin{cases} \sum F = 0 \\ \sum M = 0 \end{cases}$$

4. 平衡态问题的分析方法

分析一个物体是否平衡，实际上是从分析它的不平衡因素着手，如果不平衡因素可以互相抵消，则物体处于平衡状态，反之，则物体便失去平衡。例如，直杆 AB 固定在墙上，用绳索 BC 吊起， B 端挂一重物 G ，杆处于平衡状态，如图1-19。绳拉力 T 的力矩有使杆作逆时针转动的趋势，而 G 的力矩有使杆作顺时针转动的趋势，这两种趋势相互抵消，故杆处于平衡状态。

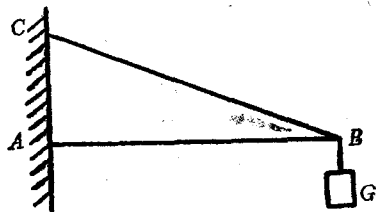


图 1-19