

丛书主编 希扬

高考捷径

与 误区

● 本册主编：邓明发

物理

短平快

最佳
复习
法



大象出版社

GAOKAOJIEJINGGYUWUQU

高 考

捷 径 与 误 区

丛书主编 希 扬 本册主编 邓明发

物 理

大象出版社

高考捷径与误区

物 理

丛书主编 希 扬

本册主编 邓明发

责任编辑 史 军

责任校对 崔 靖 霍红琴

大象出版社 出版发行

(郑州市经五路 66 号 邮政编码 450002)

河南第二新华印刷厂印刷

开本 890×1240 1/32 10.25 印张 389 千字

2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—26 260 册

ISBN 7-5347-2773-1/G·2231

定 价 10.80 元



书山有捷径,学海泛轻舟

——《高考捷径与误区》序

中国是一个考试大国,上大学难,上名牌大学更难,上名牌大学的热门专业更是难上加难。尽管近年来国家多次采取扩招举措,但竞争的势头仍不减当年。至于在名校和热门专业方面的竞争,更是有过之而无不及。一个学生从小学到高中毕业,真可谓“身经百战”,而高考就是最后的总决战。从某种意义上说,考进什么学校,学什么专业,往往关乎到个人的一生。关乎人生前途命运之争,能不激烈吗?

“用最短的时间取得最佳的复习效果”,是每个大考在即的考生最急切的心声。《高考捷径与误区》就是我们专门为中等和中等以上程度的考生考取中华名校、考取理想专业而奉献的一套“短、平、快”高效复习丛书。

何谓“捷径”?

捷径就是解题过程中最准确、最直接、最简明扼要的思维方法和技巧,它可以使你比通常的方法少走弯路,从而为你在分秒必争的考场上赢得宝贵的时间和机会。捷径的核心就是“快、准”,本书以此为中心,通过剖析解题的通径和捷径,重点揭示解题捷径的技巧和思维方法,为你快速、规范、简洁、准确地解题提供参考。

何谓“误区”?

误区就是由于考生存在知识盲点和思维障碍



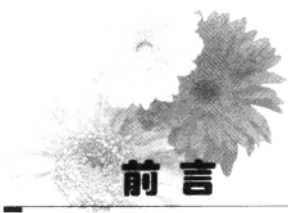
而导致解题时“误入歧途”。本书以历年高考试题中考生频繁出现的典型错误为文本,扫描考生在双基知识、审题要求、解题思路中存在的盲点与误区,归类分析,深入发掘错误形成的思维根源,从而引导考生深刻把握正确的审题方法和解题思路,使其在高考中轻松折桂。

书山捷径,学海轻舟,避开误区,走向成功!

希 扬

2002年5月





前言

在科学的道路上是没有捷径可走的,只有在崎岖的道路上不畏艰险勇于攀登的人才有可能达到光辉的顶峰。那么又何来高考捷径呢?这里的捷径,并不是指不费气力,唾手可得;也不是指投机取巧,剑走偏锋。一道题可以有多种解法,其中就可能有一种是最简捷的。本书收集了近几年的高考题(包括全国高考题、其他省市高考题、考试中心的测试题),对各题的常规解法(【**通径**】)和简捷解法(【**捷径**】)进行对比、分析,并对解题的关键处给予提醒(【**点醒**】)。目的是训练学生的发散性思维,培养他们的创新能力。

任何一个学生,不管他多么优秀,在解题时都不可避免要犯一些错误。错误并不可怕,只要及时发现,找到错误的根源,不再犯同类型的错误,成功便指日可待。本书选了一些学生最容易做错的题目,先给出其正确的解法(【**正解**】),再列出一些错误的解法(【**误解**】),然后针对错误的解法,分析其原因(【**剖析**】)。因为只知道什么是错误还是不够的,要知道为什么会出这种错误以及如何防止重犯,才能对问题有深刻的理解。本书的编写,立足于一个观点:教是为了不教,授人以鱼不如授人以渔。编者衷心希望通过本书的学习可以提高高中生的思维素质,开发他们的创新能力,在高考中取得更优异的成绩。

本书由邓明发担任主编,参加编写的人员还有陈燕华、刘良书、蒋毅晖,其中刘良书编写第一章、第二章、第三章,蒋毅晖编写第四章、第五章,邓明发编写第六章、第七章、第八章、第九章、第十六章、第十七章,陈燕华编写第十章、第十一章、第十二章、第十三章、第十四章、第十五章。

由于编者水平有限,错误和不当之处在所难免,敬请广大师生提出宝贵意见。

编者



目录

- (1) 第一章 力 物体的平衡
- (13) 第二章 直线运动
- (13) 2.1 描述运动的基本概念 匀速直线运动 匀变速直线运动
- (22) 2.2 自由落体运动 竖直抛体运动 运动的合成与分解
- (31) 2.3 考点综合
- (39) 第三章 牛顿运动定律
- (39) 3.1 牛顿运动定律
- (47) 3.2 考点综合
- (54) 第四章 曲线运动 万有引力定律
- (54) 4.1 平抛运动 圆周运动
- (61) 4.2 万有引力定律 人造地球卫星
- (65) 4.3 考点综合
- (72) 第五章 动量
- (72) 5.1 动量 动量定理
- (77) 5.2 动量守恒定律
- (84) 5.3 考点综合
- (92) 第六章 机械能
- (92) 6.1 功 功率 机械能
- (97) 6.2 动能定理 机械能守恒定律
- (103) 6.3 考点综合
- (111) 第七章 机械振动和机械波
- (111) 7.1 机械振动
- (118) 7.2 机械波
- (123) 7.3 考点综合
- (127) 第八章 分子动理论 热和功
- (135) 第九章 气体的性质





- (135) 9.1 气体的状态参量 气体实验三定律
- (147) 9.2 理想气体状态方程
- (155) 9.3 考点综合
- (165) 第十章 电场
- (165) 10.1 库仑定律 电场强度 电场中的导体
- (173) 10.2 电场能的性质
- (178) 10.3 电容 带电粒子在电场中的运动
- (186) 10.4 考点综合
- (196) 第十一章 恒定电流
- (196) 11.1 部分电路 电功率 电阻的连接
- (204) 11.2 闭合电路的欧姆定律 电阻的测量
- (210) 11.3 考点综合
- (219) 第十二章 磁场
- (219) 12.1 磁感应强度 磁通量 磁场对电流的作用
- (226) 12.2 磁场对运动电荷的作用
- (237) 12.3 考点综合
- (246) 第十三章 电磁感应
- (246) 13.1 电磁感应现象 楞次定律 法拉第电磁感应定律 自感
- (254) 13.2 考点综合
- (264) 第十四章 交变电流
- (273) 第十五章 电磁振荡 电磁波
- (279) 第十六章 光的反射和折射
- (279) 16.1 光的反射定律和折射定律
- (288) 16.2 透镜成像及其应用
- (298) 16.3 考点综合
- (307) 第十七章 光的本性 原子和原子核



第一章

力 物体的平衡

一、内容提要

力的概念:力是物体间的相互作用,是物体发生形变或物体运动状态变化的原因.力不能离开物体而独立存在

力的三要素 { 大小
方向 } 可用一带箭头的线段来表示(力的图示)
作用点

力 { 分类 { 按性质分 { 重力
弹力
摩擦力
按效果分 { 拉力、压力、支持力、动力、
阻力、向心力、回复力等

力矩:力和力臂的乘积 $M = FL$

物体的平衡:物体处于静止或做匀速直线运动状态叫物体的平衡.共点力作用下物体的平衡条件是 $F_{\text{合}} = 0$

受力分析:作隔离体,先重力、次弹力、再摩擦力

力的运算 { 合成: $|F_1 - F_2| \leq F_{\text{合}} \leq |F_1 + F_2|$
分解:按作用效果分解;正交分解

方法:平行四边形法、三角形法、正交分解法、整体法、隔离法等

二、捷径

【1-1】如图 1-1a 所示,有三个物块 A、B、C 叠放在一起,放置于水平地面上.当用大小为 F 的水平力作用于物块 B 时,三个物块都保持静止.求 A、B、C 三个物块所受的摩擦力.



图 1-1a

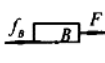


图 1-1b

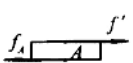


图 1-1c

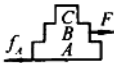


图 1-1d

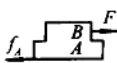


图 1-1e

通径 因为物块保持静止状态, 所受的摩擦力为静摩擦力, 用力的平衡条件对各物体隔离求解. 先以 C 为研究对象, 如果 C 受到 B 施加的摩擦力, 则 C 在水平方向上所受的合力不为零, C 不可能保持静止, 与题意相矛盾, 所以 C 不受摩擦力的作用.

以 B 为研究对象, 为使 B 保持静止, B 必受到 A 所施加向左的摩擦力 f_B , 由二力平衡条件可知 $f_B = F$. 如图 1-1b 所示.

由牛顿第三定律可知, B 必对 A 有一方向向右的摩擦力 f' , 其大小 $f' = f_B = F$.

以 A 为研究对象, 为使 A 保持静止, 地面必对 A 有一方向向左的摩擦力 f_1 , 其大小 $f_1 = f' = F$. 如图 1-1c 所示.

捷径 对系统用整体法求解. 先以 A 、 B 、 C 整体为研究对象, 因该整体处于平衡状态, 可知地面必对这一整体有一方向向左的摩擦力 f_1 , 其大小 $f_1 = F$, 如图 1-1d 所示.

以 A 、 B 整体为研究对象, 因为 F 与 f_1 已为一对平衡力, C 不能再对 A 、 B 整体施加摩擦力, 即 B 、 C 间无摩擦力, 如图 1-1e 所示.

以 A 为研究对象, 为使 A 保持平衡, B 必对 A 有一方向向右的摩擦力 f' , 如图 1-1c 所示.

点拨 解决本问题, 正确分析物体受力是关键. 【通径】中用的方法是隔离法, 【捷径】中用的是整体法. 在解决力学问题时, 很多问题用整体法求解往往会使问题简化.

【1-2】如图 1-2 所示, 在地面上相距 $d=4\text{m}$ 的两根竖直柱子上拴着一长为 $L=5\text{m}$ 的细绳, 绳上有一小滑轮 O , 其下吊着重 $G=180\text{N}$ 的物体, 求静止时 AO 、 BO 绳拉力的大小. (不计滑轮的重力及摩擦力)

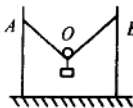


图 1-2

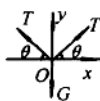


图 1-2a

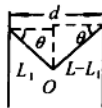


图 1-2b

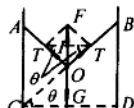


图 1-2c

通径 以滑轮为研究对象, 为三力共点平衡问题, 不计摩擦时, AO 、 BO 两绳的拉力相等设为 T , 在动滑轮平衡时, 从力的平衡可知, 两绳的拉力与水平方向的夹角必相等设为 θ . 如图 1-2a 所示, 由力的正交分解法可知

$$\Sigma F_x = 0$$

捷径 利用相似比求解, 如图 1-2c 所示, 力的平行四边形两对对角线的交点为 I , 力的三角形 OIT 与三角形 BDC 相似, 则有

$$\frac{F/2}{T} = \frac{BD}{BC}$$



$$\text{有 } 2T\sin\theta = G \quad \text{①}$$

设 O 点左边绳长为 L_1 , 则 O 点右边绳长为 $(L - L_1)$, 从图 1-2b 可知 $d = (L - L_1)\cos\theta + L_1\cos\theta = L\cos\theta$ ②

即

$$\cos\theta = 0.8$$

$$\therefore \theta = 37^\circ$$

代入①式, 可解出拉力 $T = 150\text{N}$

即

$$\frac{G/2}{T} = \frac{H}{L} \quad \text{①}$$

而

$$H = \sqrt{L^2 - d^2} \quad \text{②}$$

由①②两式可解出两绳的拉力为

$$T = \frac{LG}{2\sqrt{L^2 - d^2}} = 150\text{N}$$

点拨 本题隐含有判断两绳拉力 T 大小相等及角度 θ 相等的问题。两种解法的思路都是: 选对象、分析力、画受力图、按平衡条件列方程。【通径】中要应用角度 θ 的函数关系, 解答较为复杂; 【捷径】中用相似比求解, 较为简便, 这也是一种有效的方法。

【1-3】两个大人和一个小孩, 想推木箱 m 向右沿 x 轴正向运动, 两个大人的推力 F_1 和 F_2 的大小及方向如图 1-3 所示, 则小孩需要对木箱施加的最小推力大小为 _____, 其方向与 x 轴所成的角度是 _____。

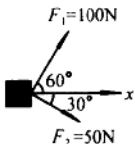


图 1-3

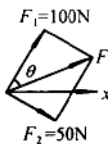


图 1-3a

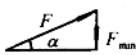


图 1-3b

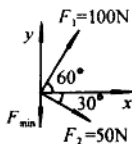


图 1-3c

通径 以 F_1 、 F_2 为邻边, 作平行四边形, 如图 1-3a 所示, 可求得其合力为

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 50\sqrt{5}\text{N}$$

设 F 与 F_1 的夹角为 θ , 则有

$$\sin\theta = F_2/F = \sqrt{5}/5$$

$$\cos\theta = \sqrt{1 - \sin^2\theta} = 2\sqrt{5}/5$$

要使木箱向 x 轴正方向运动, 必须使 F 与小孩的作用力的合力沿 x 轴的正方向。由矢量的三角形法则知, 小孩的作用力的方向有很多, 其中最小的应是与 x 轴垂直, 如图 1-3b 所示。

设 F 与 x 轴的夹角为 α , 则有

捷径 用正交分解法求解。三人的合力必须沿 x 轴的正向。将 F_1 、 F_2 沿垂直于 x 轴方向 (即 y 轴方向) 进行分解, 分别为

$$F_{1y} = F_1 \sin 60^\circ = 50\sqrt{3}\text{N}$$

$$F_{2y} = F_2 \sin 30^\circ = 25\text{N}$$

显然, 只要小孩的作用力在 x 方向无分量, 只有在 y 方向有分量, 并与 F_1 、 F_2 的合力为零, 则小孩的作用力为最小, 即

$$\begin{aligned} F_{\min} &= F_{1y} - F_{2y} = 50\sqrt{3} - 25 \\ &= 61.5(\text{N}) \end{aligned}$$

方向向下且与 x 成 90° 角, 见图 1-3c。



$$\alpha = 60^\circ - \theta$$

所以有 $F_{\min} = F \sin \alpha = F \sin (60^\circ - \theta) = 61.5 \text{ N}$, 方向向下且与 x 成 90° 角.

点题 解决矢量合成的动态变化问题, 三角形法则应是最佳途径, 但在本题中, 由于要求出 F_1 、 F_2 的合力 F 的方向 (即 F 与 F_1 的夹角 θ), 而 θ 又不是特殊角度, 所以就增加了解题的计算难度. 若采用力的正交分解法, 求解就显得很简单.

【1-4】(1997 年全国高考题) 图 1-4 中重物的质量为 m , 轻细线 AO 和 BO 的 A 、 B 端是固定的, 平衡时 AO 是水平的, BO 与水平面的夹角为 θ , AO 的拉力 F_1 和 BO 的拉力 F_2 的大小是 ()

- A. $F_1 = mg \cos \theta$ B. $F_1 = mg \cot \theta$ C. $F_2 = mg \sin \theta$ D. $F_2 = mg / \sin \theta$

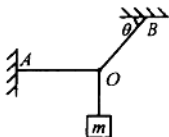


图 1-4

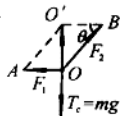


图 1-4a

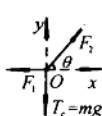


图 1-4b

通径 以 O 为对象分析其受力, 如图 1-4a 所示. 以 F_1 、 F_2 为邻边作平行四边形, 其合力 F 应为 OO' 段. 又由力的平衡可知 F 的大小应与 T_c 相等, 即

$$F = T_c = mg$$

由图可知 F_1 的大小与 $O'B$ 段相等, 所以有

$$F_1 = mg \cot \theta$$

$$F_2 = mg / \sin \theta$$

故 BD 正确.

捷径 以 O 为对象分析其受力, 如图 1-4b 所示, 以 O 为坐标原点建立水平方向和竖直方向的坐标. 由力的平衡有

$$\Sigma F_x = 0 \text{ 和 } \Sigma F_y = 0$$

$$\text{即 } F_2 \cos \theta = F_1 \quad (1)$$

$$F_2 \sin \theta = mg \quad (2)$$

由 (1)(2) 可解得

$$F_1 = mg \cot \theta$$

$$F_2 = mg / \sin \theta$$

故 BD 正确.

点题 解决本类题型时, 选取受力对象是关键. 在本题中, 若选重物为研究对象进行受力分析, 就无法求解, 所以应选 O 点为研究对象. 有的同学认为 O 点受到的向下的拉力就是重物的重力, 这是错误的, 因为拉力是弹力, 与重力的性质不同, 只能说在数值上与重力相等.

【1-5】(1998 年上海高考题) 有一个直角支架 AOB , AO 水平放置, 表面粗糙, OB 竖直向下, 表面光滑. AO 上套有小环 P , OB 上套有小环 Q , 两环质量均为 m , 两环间由一根质量可以忽略、不可伸长的细绳相连, 并在某一位置平衡, 如图 1-5a



所示.现将 P 环向左移动一小段距离,两环再次达到平衡,那么将移动后的平衡状态和原来的平衡状态比较, AO 杆对 P 环的支持力 N 和细绳上的拉力 T 变化情况是 ()

- A. N 不变, T 变大 B. N 不变, T 变小
C. N 变大, T 变大 D. N 变小, T 变小

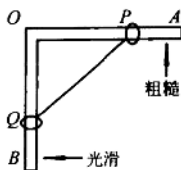


图 1-5a

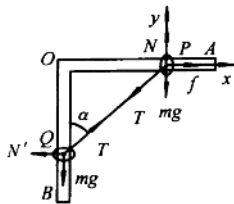


图 1-5b

通径 分别以 P 、 Q 为研究对象,分析它们的受力情况,如图 1-5b 所示,设细线 QP 与竖直杆 OB 的夹角为 α ,由 Q 的受力和力的平衡可求得

$$T = mg / \cos \alpha$$

当 P 向左移动时, Q 将向下移动, α 角变小, $\cos \alpha$ 变大,所以 T 变小.

对于 P ,选取如图所示的坐标,由力的正交分解法和平衡原理有

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\text{即 } N = mg + T \cos \alpha$$

$$\text{而 } T \cos \alpha = mg$$

所以 $N = 2mg$, 即 N 不变. 答案 B 正确.

捷径 对 T 的求解与【通径】中一样.但对 N 的求解可以把 P 、 Q 当作一个整体进行受力分析,该整体在竖直方向只受两环重力 $2mg$ 和 OA 杆对 P 的支持力 N 的作用,由力的平衡可得

$$N = 2mg$$

即 N 不变, T 变小,答案 B 正确.

点睛 在解答连结点的问题时往往把隔离法和整体法交替使用,会使解答更简捷.

【1-6】如图 1-6a 所示,一个重力为 G 的小环套在竖直放置的光滑大环上,大环的半径为 R .一根劲度系数为 k 、自然长度为 L ($L < 2R$) 的轻弹簧一端固定在大环的最高点 A ,另一端与小环相连.当小环静止时,求弹簧与竖直方向的夹角 ϕ .



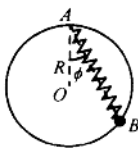


图 1-6a

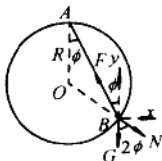


图 1-6b

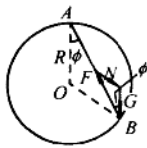


图 1-6c

通径 用正交分解法求解. 作出小环受力分析图如图 1-6b 所示. 由

$$\Sigma F_x = 0 \text{ 有 } N \sin 2\phi = F \sin \phi \quad (1)$$

由 $\Sigma F_y = 0$ 有

$$F \cos \phi = G - N \cos 2\phi \quad (2)$$

由胡克定律有

$$F = k \Delta L = k(2R \cos \phi - L) \quad (3)$$

由①②③式可解出

$$\cos \phi = kL / 2(kR - G)$$

$$\text{所以 } \phi = \arccos \frac{kL}{2(kR - G)}$$

捷径 因为 F, N, G 三个力合力为零, 所以此三力组成一个封闭式的矢量三角形, 且该矢量三角形与长度组成的三角形 $\triangle ABO$ 相似, 如图 1-6c, 由相似比有

$$R / AB = G / F \quad (1)$$

$$\text{其中 } AB = 2R \cos \phi \quad (2)$$

$$\text{又 } F = k(2R \cos \phi - L) \quad (3)$$

由①②③可得

$$\phi = \arccos \frac{kL}{2(kR - G)}$$

点醒 力的正交分解法是解决静力学问题的基本方法, 但是在求解静力学的许多问题中, 用力的三角形法和相似三角形成比例的方法求解会更简捷.

【1-7】如图 1-7a 所示, 质量为 $m = 5\text{kg}$ 的物体, 置于一倾角为 30° 粗糙的斜面上, 用一平行于斜面的大小为 30N 的力 F 推物体, 使物体沿斜面向上匀速运动, 斜面体质量为 $M = 10\text{kg}$, 且始终静止, 取 $g = 10\text{m/s}^2$, 求地面对斜面体的摩擦力的大小、方向及支持力的大小.

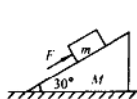


图 1-7a

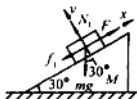


图 1-7b

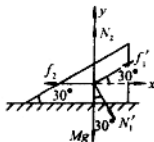


图 1-7c

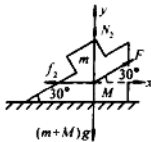


图 1-7d

通径 分别以 m, M 为研究对象分析它们的受力情况, 如图 1-7b 和 1-7c 所示. 设 M 对 m 的支持力和摩擦力分别是 N_1 和 f_1 , 建立如图 1-7b 所示的坐标, 则由 $\Sigma F_x = 0$ 和 $\Sigma F_y = 0$ 有

捷径 将 m, M 当作一个整体, 这时 m 与 M 之间的作用力为内力, 不用考虑, 该整体所受的外力如图 1-7d 所示. 因为 m 做匀速运动, 所以该整体所受的合外力应为 0 (即处于平衡状



$$F - f_1 - mg \sin 30^\circ = 0 \quad ①$$

$$N_1 - mg \cos 30^\circ = 0 \quad ②$$

由①②两式可得

$$f_1 = 5 \text{ N}$$

$$N_1 = 25\sqrt{3} \text{ N}$$

设 m 对 M 的压力和摩擦力分别是 N_1' 和 f_1' , 由牛顿第三定律可知 N_1' 、 f_1' 的大小与 N_1 、 f_1 的大小相等, 即

$$N_1' = N_1 = 25\sqrt{3} \text{ N}$$

$$f_1' = f_1 = 5 \text{ N}$$

对于 M 建立如图 1-7c 所示的坐标, 假设地面对 M 的摩擦力为 f_2 , 方向向左, 由 $\Sigma F_x = 0$ 和 $\Sigma F_y = 0$, 有

$$N_1' \sin 30^\circ + f_1' \cos 30^\circ - f_2 = 0 \quad ③$$

$$N_2 + f_1' \sin 30^\circ - Mg - N_1' \cos 30^\circ = 0 \quad ④$$

由③④两式可得出

$$f_2 = 15\sqrt{3} \text{ N}$$

$$N_2 = 135 \text{ N}$$

因为 $f_2 = 15\sqrt{3} \text{ N}$, 大于零, 所以其方向与假设的方向一致, 即方向向左。

态), 建立如图 1-7d 所示的坐标, 则由

$$\Sigma F_x = 0 \text{ 和 } \Sigma F_y = 0$$

$$\text{有 } F \cos 30^\circ - f_2 = 0 \quad ①$$

$$N_2 + F \sin 30^\circ - (m + M)g = 0 \quad ②$$

由①②两式可得

$$f_2 = 15\sqrt{3} \text{ N}$$

$$N_2 = 135 \text{ N}$$

点拨 本题中地面对斜面体的摩擦力的方向是未知的, 不好确定, 我们可以假设其方向, 然后进行运算, 如果最后算得是正值, 则其实际方向与假设的方向一致; 若算得是负值, 则其实际方向与假设的方向相反。本题进一步说明了整体法解题的优越性。

【1-8】如图 1-8a 所示, 质量为 m 的物块在动摩擦因数为 μ 的水平面上做匀速运动, 求: 拉力 F 与水平方向所成角度为多少时最小?

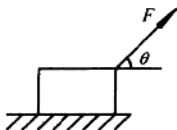


图 1-8a

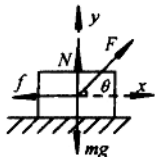


图 1-8b

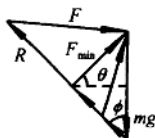


图 1-8c

通径 设 F 与水平方向成 θ 角, 物块受力如图 1-8b 所示, 建立图中的坐标, 则由力的平衡方程 $\Sigma F_x = 0$ 和 $\Sigma F_y = 0$ 得

$$F \cos \theta - f = 0 \quad (1)$$

$$N - mg + F \sin \theta = 0 \quad (2)$$

$$\text{又因为 } f = \mu N \quad (3)$$

由 (2)(3) 两式得

$$f = \mu (mg - F \sin \theta) \quad (4)$$

(4) 代入 (1) 得

$$F \cos \theta + \mu F \sin \theta = \mu mg \quad (5)$$

$$\therefore F = \mu mg / (\cos \theta + \mu \sin \theta)$$

$$F = \frac{\mu mg}{\sqrt{1+\mu^2} \left(\frac{1}{\sqrt{1+\mu^2}} \cos \theta + \frac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}} \sin \theta \right)}$$

$$\text{令 } \frac{1}{\sqrt{1+\mu^2}} = \cos \alpha,$$

$$\text{则 } \frac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}} = \sin \alpha$$

$$\therefore F = \frac{\mu mg}{\sqrt{1+\mu^2} \cos(\theta - \alpha)}$$

由数学知识知当 $\theta = \alpha$ 时, 即 $\theta = \alpha = \arctan \mu$ 时, F 最小, 其最小值为

$$F_{\min} = \frac{\mu mg}{\sqrt{1+\mu^2}}$$

捷径 把物体受到的摩擦力和支持力合成一个力(叫全反力), 用 R 表示, 并设 R 与支持力 N 的夹角为 ϕ (叫摩擦角), 则

$$\tan \phi = f/N = \mu$$

由此式可知, 只要物块运动, 则 R 的方向是不变的. 若物块做匀速运动(平衡), 则 mg 、 F 、 R 组成一个封闭式的三角形, 如图 1-8c 所示. 从图中可看出, 当 F 与 R 垂直时 F 最小, 即

$$F_{\min} = mg \sin \phi$$

$$\text{而 } \sin \phi = \frac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}}$$

$$\text{所以 } F_{\min} = \frac{\mu mg}{\sqrt{1+\mu^2}}$$

$$\text{且 } \theta = \phi = \arctan \mu$$

点醒 【通径】中用到的是一般解题方法, 比较容易理解, 但是计算很繁琐. 【捷径】中把摩擦力与支持力合成一个全反力, 然后用矢量三角形法则, 利用动态分析法求解, 既直观又简单, 物理意义也很突出. 用全反力和摩擦角解题在物理竞赛中也经常会用到.

三、误区

【1-9】如图 1-9 所示, 一木块放在水平桌面上, 在水平方向共受到三个力的作用, 木块处于静止状态. 其中 $F_1 = 10\text{N}$, $F_2 = 2\text{N}$. 若撤去力 F_1 , 则木块在水平方向受到的合外力为

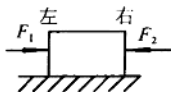


图 1-9

A. 10N, 方向向左 B. 6N, 方向向右 C. 2N, 方向向左 D. 零

正解 未撤去 F_1 前, 木块静止, 说明木块所受静摩擦力 $f = F_1 - F_2 = 8\text{N}$, 方向向左, 也说明了最大静摩擦力至少为 8N. 当撤去 F_1 后, 在 F_2 作用下, 木块有向左运动的趋势, 地面给木块的静摩擦力方向变为向右, 大小 $f = F_2 = 2\text{N}$, 小于最大静摩擦力, 故木块仍保持静止, 所受合力为零. 因而正确选项为 D.

误解 因为木块在水平方向受到 F_1 、 F_2 和摩擦力三个力的作用而静止, 那么当去掉其中的任一个则留下的两个外力的合力必与去掉的这个力等值反向, 因而选项 A 对.

剖析 出现误解的原因在于没有认识到上述结论只有在剩下的两个力仍保持大小方向都不变的情况下才成立, 没注意到在去掉 F_1 后静摩擦力要发生变化. 因为静摩擦力是个变量, 其大小、方向都与物体所受外力的情况有关. 故在受力分析中凡涉及静摩擦力时, 应特别的注意, 切忌把静摩擦力当成一个恒力.

[1-10] 如图 1-10a 所示, 在倾角为 $\theta = 30^\circ$ 的粗糙斜面上放一物体, 重力为 G . 现在用与斜面底边平行的力 $F = G/2$ 推物体, 物体恰能做匀速直线运动, 则 (1) 物体与斜面之间的动摩擦因数是多少? (2) 物体的运动方向与底边成多大的角度?

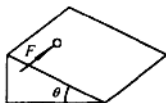


图 1-10a

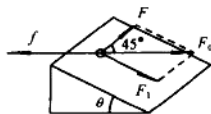


图 1-10b

正解 (1) 物体在平行斜面方向一共受三个力的作用, 一是下滑力 $F_1 = G\sin\theta = G/2$, 二是推力 $F = G/2$, 三是滑动摩擦力 f . 因为 F_1 和 F 是相互垂直的, 所以这两个力的合力为

$$F_0 = \sqrt{2}F = \sqrt{2}G/2$$

此力方向与底边成 45° , 如图 1-10b 所示. 又因为 F_1 、 F 、 f 三个力的合力为零, 所以 f 与 F_0 的大小相等方向相反, 如图 1-10b 所示.

$$\text{而 } f = \mu N \quad (1)$$

$$N = G\cos\theta = \sqrt{3}G/2 \quad (2)$$

误解 1 (1) 因为物体受到 F 的作用, 所以向右做匀速运动, 由平衡条件可知, 滑动摩擦力 $f = F = G/2$ (1)

$$\text{又因为 } f = \mu N \quad (2)$$

$$N = G\cos\theta \quad (3)$$

由 (1)(2)(3) 式可得

$$\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

(2) 物体运动的方向与 F 一致, 即与底边平行.

误解 2 (1) 当用力 F 推物体时, 物体沿斜面向下运动, 且

