



# 高中物理经典名题 精解精析

Gaozhong Wuli Jingdian Mingti  
Jingjie Jingxi

江四喜 编著



中国科学技术大学出版社

## 内 容 简 介

本书作者是中学正高级教师、湖北省特级教师,从事中学物理常规教学与竞赛辅导三十余年,培养了多名国际中学生物理奥林匹克竞赛与亚洲中学生物理奥林匹克竞赛金牌选手及数十名北大、清华学子,有着丰富的教学经验。

作者女儿读高中时,作者由于工作时间与女儿学习时间上的冲突,便想到用书面的形式进行辅导。在女儿进入高考第一轮复习时,作者根据其教学进度,以章为单元,精选若干经典习题,用讲解的方式对习题进行剖析,再配上解答,打印出来,让女儿同步阅读。可以说,每道习题都经过了精心选择、用心剖析。为了力求让女儿读起来轻松,习题的分析大多比解答要长,在写作过程中的用心程度不必多说。这些习题几乎包含了所有重要的中学物理模型,体现了中学物理解题的方法与程序的应用,它们或有助于我们熟悉物理模型,或有助于我们理解与掌握容易被我们忽视与混淆的知识点,或有助于我们掌握一些基本的物理分析方法,或有助于我们掌握答题的规范。女儿高中毕业后,便有了此书的出版。

本书可作为广大高考学子的辅导书与工具书,同时也适合作为高中物理教师的备课参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

高中物理经典名题精解精析/江四喜编著. —合肥:中国科学技术大学出版社,2018.5  
ISBN 978-7-312-04423-6

I. 高… II. 江… III. 中学物理课—高中—题解 IV. G634.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 025877 号

出版 中国科学技术大学出版社  
安徽省合肥市金寨路 96 号,230026  
<http://press.ustc.edu.cn>  
<https://zgkxjsdxcb.tmall.com>  
印刷 合肥华苑印刷包装有限公司  
发行 中国科学技术大学出版社  
经销 全国新华书店  
开本 787 mm×1092 mm 1/16  
印张 30  
字数 710 千  
版次 2018 年 5 月第 1 版  
印次 2018 年 5 月第 1 次印刷  
定价 78.00 元

# 前言

熟知中学理科教学的人都知道,物理教学一直是中学理科教学的难点.然而,学习物理的同学也很清楚,中学物理的知识点并不是太多.但我们目睹了许多学生在物理学科的学习上,虽然挑灯夜战,勤学苦读,却没有取得理想的成绩,其原因主要是在应用物理知识进行物理模型与过程分析时,常常在物理知识点与适用条件是否匹配、处理问题的程序是否正确、结论是否合理等问题上出现障碍并纠结于此.

为了帮助学生正确而有效地理解与掌握所学的知识,任何教师都不可避免地要对学生进行一定量的习题的讲解与训练,而选取合适的习题进行教学,不仅能在很大程度上促使学生正确地理解与掌握所学的知识,提高教学的有效性,更能从根本上减轻学生的学习负担.

笔者在三十多年的物理教学中,对大量的习题进行了研究与甄别,积累了许多既适合学生学习又适合教师讲解的习题,这些习题几乎包含所有重要的中学物理模型,涉及中学物理各章节的知识点,体现了中学物理解题的方法与程序的应用,这些习题的每一道题目或有助于我们熟悉物理模型,或有助于我们理解与掌握容易被我们忽视与混淆的知识点,或有助于我们掌握一些基本的物理分析方法,或有助于我们掌握答题的规范.总而言之,这些习题在实际教学中有很强的针对性与实效性,是名副其实的中学物理名题,本书选择的习题是名题中的精华部分.

坦率地说,这些习题在物理教师看来,并不是新题,但它们却是教师们在每一轮教学中使用频率最高的习题,其陈题特征显而易见,也正因为如此,才显示出这些习题是教师长期教学沉淀的结果,是物理教学习题的典型代表,是名题.

必须说明的是,本书并不是一本单纯的解答题典.阅读本书的读者不难发现,本书中的大部分习题解答中“思路分析”与“精要点评”的篇幅远远超过了“满分解答”的篇幅,也就是说,本书对习题解答的处理着重的是思路分析,而对习题的分析处理又几乎近于课

堂的讲解,从模型的结构特点、所涉及的知识点到处理习题所涉及的问题的基本程序与方法都一一道来,这样的处理大大地降低了学生的阅读障碍,同时,它还通过“精要点评”点明解答此类习题出错的原因,进行内容回顾、思维整理、方法提高.本书更不是对课堂教学的重复,而是在课堂教学的基础上,对课堂教学进行补充与拓展,挖掘出学生在解答时易出错的内容与思维缺陷,对各类物理模型进行归纳与剖析,是一本具有可读性、启迪性和实用性,并能在短时间内提高学生解题能力的参考书.

我们相信,本书不仅是学生学习的帮手,同时也是教师查阅资料、促进教学活动、辅导学生学习的得力工具.

最后,我还想交代一下本书的写作缘由.在女儿读高中时,由于学校工作安排的缘故,我无缘亲授,加之当时正潜心投入竞赛辅导与班主任工作,也没有对女儿的学习进行跟踪辅导.时至女儿高三,虽想尽力辅导,但我与女儿都忙得几乎没有机会碰面,于是便想到用书面的形式进行辅导.在女儿进入第一轮复习时,我根据其教学进度,精选若干经典习题,进行剖析,再配上解答,让女儿同步阅读.在写作过程中的用心程度,自不必多说.女儿高中毕业后,便有了此书的出版.

鉴于本书的篇幅较大,加之作者在习题选择方面的局限性,难免有疏漏偏颇之处,敬请读者不吝指正.

作 者

# 目 录

前言 .....	i
第 1 章 力 物体的平衡 .....	001
第 2 章 直线运动 .....	027
第 3 章 牛顿运动定律 .....	054
第 4 章 曲线运动 .....	078
第 5 章 万有引力定律 .....	113
第 6 章 机械能 .....	135
第 7 章 动量 .....	172
第 8 章 机械振动和机械波 .....	207
第 9 章 热学 .....	236
第 10 章 电场 .....	258
第 11 章 恒定电流 .....	293
第 12 章 磁场 .....	319
第 13 章 电磁感应 .....	357
第 14 章 交变电流 .....	400
第 15 章 光的反射与折射 .....	425
第 16 章 光的波动性 .....	444
第 17 章 量子论初步 .....	451
第 18 章 原子核 .....	464

# 第 1 章

## 力 物体的平衡

1

如图 1.1 所示,位于斜面的物块  $M$  在沿斜面向上的力  $F$  作用下,处于静止状态,则斜面作用于物块的静摩擦力的( )。

- A. 方向可能沿斜面向上
- B. 方向可能沿斜面向下
- C. 大小可能等于零
- D. 大小可能等于  $F$

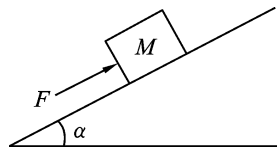


图 1.1

### 思路分析

由于本题没有给出  $F$  和  $M$  的具体数据或关系,存在着各种能使物块平衡的条件,故要选出正确的选项,需考虑各种可能性。

因为力  $F$  的大小未知,所以摩擦力的方向可能沿斜面向上,也可能沿斜面向下;而力  $F$  的大小就有更多的可能性了,因为静摩擦力  $f_s$  的范围为  $0 \leq f_s \leq f_{s\max}$ ,所以:

当物块有向下滑动的趋势时,有  $F + f_s = Mg \sin \alpha$ ,那么就有  $0 \leq Mg \sin \alpha - F \leq f_{s\max}$ ,  $F$  的范围为  $Mg \sin \alpha - f_{s\max} \leq F \leq Mg \sin \alpha$ 。

当物块有向上滑动的趋势时,有  $F - f_s = Mg \sin \alpha$ ,那么就有  $0 \leq F - Mg \sin \alpha \leq f_{s\max}$ ,  $F$  的范围为  $Mg \sin \alpha \leq F \leq f_{s\max} + Mg \sin \alpha$ 。

本题中的四个选项只不过是这些可能性中的某种特例。

### ★ 满分解答

对物块进行受力分析,物体在平行于斜面方向上有重力分量  $Mg \sin \alpha$ ,沿斜面向下,有力  $F$  平行于斜面向上。

当  $Mg \sin \alpha > F$  时,物体有沿斜面向下运动的趋势,它受到沿斜面向上的静摩擦力,若  $F = 0.5Mg \sin \alpha$ ,则  $f_s + F = Mg \sin \alpha$ ,  $f_s = 0.5Mg \sin \alpha = F$ 。

当  $Mg \sin \alpha < F$  时,物体有沿斜面向上运动的趋势,它受到沿斜面向下的静摩擦力。

当  $Mg \sin \alpha = F$  时,物体在斜面上没有运动趋势,不受静摩擦力。

综上所述,A、B、C、D 四个选项均正确。

思维的全面性是我们学习物理必不可少的一项基本素质. 在理解物理背景与过程时, 如果认为在任何情况下条件或结论都是唯一的, 则必然会由于答题不全面而导致失误.

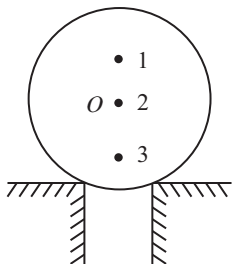


图 1.2

2

如图 1.2 所示, 有三根质量和形状都相同的光滑圆柱体, 它们的重心位置不同, 搁在两墙间, 为了方便, 将它们的重心画在同一截面上, 重心的位置分别用 1、2、3 标出(重心 2 与圆心重合, 三个重心位置均都在同一竖直线上),  $F_{N_1}$ 、 $F_{N_2}$ 、 $F_{N_3}$  分别为三根圆柱体对墙的压力, 则( ).

- A.  $F_{N_1} = F_{N_2} = F_{N_3}$       B.  $F_{N_1} < F_{N_2} < F_{N_3}$   
C.  $F_{N_1} > F_{N_2} > F_{N_3}$       D.  $F_{N_1} = F_{N_2} > F_{N_3}$

### 思路分析

对于球形或圆柱形物体的受力分析, 我们见得较多的是均匀结构的物体, 其重心在物体的球心或圆柱横截面的圆心, 对其重力进行分解时, 往往是从重心处向与该物体相互作用的弹力作用点进行分解. 如将这一思维方式带入本题, 对圆柱体的重力作用效果进行分解, 就是在图 1.3 中的三个重力的作用点处进行分解, 由图可知重心在 3 处的两个分力的夹角最大, 重心在 1 处的两个分力的夹角最小, 在合力不变的条件下, 两分力的夹角越大, 两个分力越大, 应该是 B 选项正确, 这难道是错的吗? 如果出错了, 那错误出现在什么地方呢? 应该说错误出现在两个地方: 第一, 重力的作用效果确实是压墙角, 而墙角对圆柱体的支持力与圆柱体对墙角的压力是一对作用力与反作用力, 它们是作用在同一条直线上的, 重力的分力与圆柱体对墙的压力应在同一直线上, 而墙角对圆柱体的支持力应垂直于过墙角与圆柱面相切的平面, 则此支持力的作用线必定通过圆柱横截面的圆心, 而重力的分力的作用线也应在支持力的作用线上, 是要通过圆柱体的圆心的, 而在图中的分力没有经过圆心; 第二, 在研究平衡问题时, 力的分解和合成均是对于共点力而言的, 显然重力作用点 1、2 均不是共点力所共的点, 所以错误. 事实上, 本题中三个圆柱体所受到的支持力均是通过图中的圆心 O 的.

### ★ 满分解答

由于三根圆柱体的三根重心位置均都在同一竖直线上, 两墙角对光滑圆柱体的弹力均指向圆心, 与竖直方向的夹角相等. 由于对称性, 这两个弹力的大小相等, 合力一定沿两力夹角的平分线, 即竖直向上. 合力与圆柱体的重力相平衡. 三圆柱体的重力相等, 所以三根圆柱体受到的弹力也相等. 反过来, 三根圆柱体对墙的压力也相等. 所以, A 选项正确.

还可对圆柱体的重力进行分解: 圆柱体的重力作用线均过圆心 O, 沿着重力作用线移动重力的作用点不会改变重力作用效果, 所以

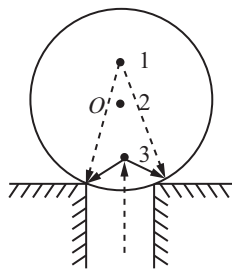


图 1.3

可将重力作用点不在圆心的重力移到圆心处,重力沿两墙角分解的情况相同,也就是重力分解在两墙角的分量相同,三根圆柱体对墙的压力也相等.故 A 选项正确.

### 精要点评

上述的两种解答途径,均是在共点力所共的点  $O$  处进行合成与分解的.应该说本题运用分解的思路比合成的思路简捷、直观.

3

有一个支架  $AOB$ ,  $AO$  水平放置,表面粗糙,  $OB$  竖直向下,表面光滑,  $AO$  上套有一个小环  $P$ ,  $OB$  上套有一个小环  $Q$ , 两环的质量均为  $m$ , 两环间由一根质量可忽略、不可伸长的细绳相连,并在某一位置平衡,如图 1.4 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进行比较,  $AO$  杆对  $P$  环的支持力  $N$  和细绳的拉力  $T$  的变化情况是( ).

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

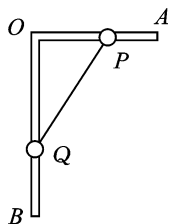


图 1.4

### 思路分析

当以小环  $P$ 、 $Q$  整体为研究对象分析其受力时,连接  $P$ 、 $Q$  的绳子对两小环的作用力是系统的内力,不必分析,考虑到  $OB$  杆是光滑的,因而系统所受外力为两个环的重力  $G_1$  和  $G_2$ 、 $OA$  杆对  $P$  的支持力  $N$  和摩擦力  $f$ 、 $OB$  杆对  $Q$  的支持力  $F$ ,如图 1.5 所示. 由图可知,系统所受的外力都在正交的水平方向与竖直方向上,虽然它们不是共点力,但据一般物体的平衡条件,依然可知在这两个方向上的合力为零,所以有  $N=G_1+G_2$ ,即  $N$  保持不变.

至于对细绳上的拉力  $T$  的判断,则不论是隔离  $P$  还是隔离  $Q$ ,利用平衡条件,都容易确定  $T$  的大小变化情况.

### 满分解答

先用整体法,将  $P$  环和  $Q$  环看作一个整体. 整体受到两个环的重力  $G=2mg$ 、 $OA$  杆的支持力  $N$  和摩擦力  $f$ 、 $OB$  杆的支持力  $F$ ,如图 1.5 所示. 由一般物体的平衡条件易知  $N=G=2mg$ ,显然,其大小不变.

再用隔离法,将  $Q$  环单独隔离出来分析,  $Q$  环受到重力  $G_1=mg$ 、 $OB$  杆的支持力  $F$  和绳子的拉力  $T$ ,如图 1.6 所示. 设绳与水平方向的夹角为  $\theta$ ,考虑  $Q$  环在竖直方向上的受力,则有

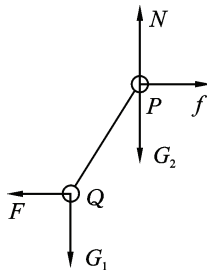


图 1.5

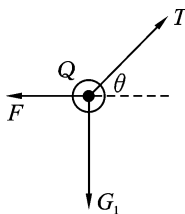


图 1.6



$$T \sin \theta = G_1 = mg,$$

即

$$T = \frac{mg}{\sin \theta}.$$

在  $P$  向左移动的过程中, 图中的  $\theta$  角度变大,  $\sin \theta$  亦变大, 因而  $T$  变小. 故本题正确的选项是 B.

### 精要点评

对于力学的问题, 往往需要整体法与隔离法的交替应用, 大多数情况下用单一的方法并不能解决所有的问题, 熟练地运用整体法与隔离法是处理力学问题必不可少的一项基本功.

4

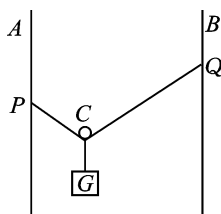


图 1.7

如图 1.7 所示,  $A$ 、 $B$  是两根竖直立在地上的木桩, 轻绳系在两木桩上不等高的  $P$ 、 $Q$  两点,  $C$  为光滑的质量不计的滑轮, 下面悬挂着重物  $G$ . 现保持点  $P$  的位置不变, 当  $Q$  点的位置变化时, 轻绳的张力大小变化情况是 ( ).

- A.  $Q$  点上下移动时, 张力不变
- B.  $Q$  点向上移动时, 张力变大
- C.  $Q$  点向下移动时, 张力变小
- D. 条件不足, 无法判断

### 思路分析

由于滑轮光滑, 因而绳子内部各处的张力相等, 且滑轮两边的绳子与竖直方向的夹角应相等.  $Q$  点上下移动时,  $C$  两边绳子拉力的竖直分量的和总是与物重  $G$  相等, 因此要判断绳内张力的变化情况, 关键是要从图 1.8 中的几何关系判断滑轮两边的绳子与竖直方向的夹角的变化情况, 然后再根据平衡条件来确定张力的变化情况.

### 满分解答

对滑轮  $C$  进行受力分析, 如图 1.8 所示. 滑轮  $C$  受到下面悬绳竖直向下的张力  $T_0 = G$ ; 还受到两边轻绳的张力作用, 其大小相等, 设为  $T_1$ . 由于滑轮光滑, 滑轮  $C$  两边的轻绳与竖直方向的夹角相等 (否则水平方向将不平衡), 设其为  $\alpha$ , 则有

$$2T_1 \cos \alpha = G,$$

即

$$T_1 = \frac{G}{2\cos \alpha}.$$

可见, 要判断  $Q$  点位置上下移动时轻绳的张力变化情况, 只需要判断滑轮  $C$  两边轻绳与竖直方向的夹角  $\alpha$  的变化情况. 为此, 在图 1.8 中作辅助线如下: 延长  $PC$  并交  $B$  杆于  $M$ , 在  $PM$  上任取一点  $C'$ , 作  $C'Q' \parallel CQ$  并交  $BM$  于  $Q'$ .

从图中容易看出  $\angle CQM = \angle CMQ = \alpha$ , 可见  $\triangle CQM$  为等腰三角形, 即  $CM = CQ$ , 于

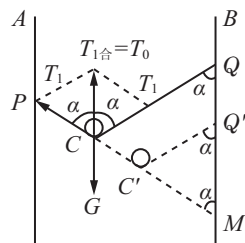


图 1.8

是  $PM = PC + CM = PC + CQ$ , 也就是说  $PM$  的长度即为绳长. 当  $Q$  点向下移到  $Q'$  时, 同理可得  $PC' + C'Q' = PC' + C'M = PM$ , 所以滑轮移至  $C'$  点时, 滑轮两边的绳子与竖直方向的夹角保持不变, 因而轻绳的张力不变. 同样, 当  $Q$  点向上移动时, 轻绳的张力也不变. 故本题正确的选项为 A.

### 精要点评

中学物理模型中的几何关系, 在很多时候会成为我们求解问题的瓶颈. 平时在学习中应注意积累处理这类问题的方法.

5

如图 1.9 所示, 四块质量均为  $m$  的砖块被水平压力  $F$  夹在两竖直木板之间, 处于静止状态. 试求第 1 块砖对第 2 块砖的摩擦力  $f_{12}$  和第 3 块砖对第 2 块砖的摩擦力  $f_{32}$ .

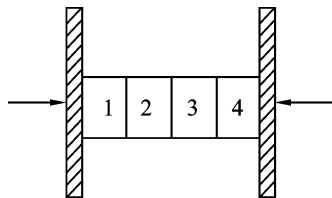


图 1.9

### 思路分析

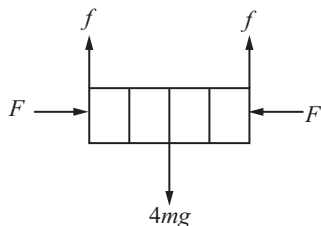


图 1.10

要求两块砖的接触面间的摩擦力, 应考虑从两块砖的接触面处将物体隔离, 将其接触面内侧具有对称性的部分视为整体, 如要求木板与第 1 块砖间的摩擦力, 由对称性知左侧板与第 1 块砖间的作用力和右侧板与第 4 块砖间的作用力具有对称性, 若将四块砖整体作为研究对象, 其受力如图 1.10 所示, 则由平衡条件, 便可求出摩擦力  $f$  的大小. 同样, 如果要求第 1 块砖与第 2 块砖间的摩擦力, 则以 2、3 两块砖整体为研究对象, 也可以分析出类似于图 1.10 所示的受力示意图, 因而也容易求出砖 1、2 或者砖 3、4 之间的摩擦力. 而对于砖 2、3 之间的摩擦力, 由对称性判断, 它们彼此间的摩擦力要么同时向上, 要么同时向下, 这是与牛顿第三定律相违背的, 因而它们之间是不可能存在摩擦力的. 当然, 这一结果也可假定砖 2、3 之间存在着摩擦力, 然后隔离 2(或 3), 通过砖 1、2 之间的相互作用力和平衡条件求解.

### 满分解答

如图 1.10 所示, 先以四块砖为整体作为研究对象, 它受到竖直向下的重力  $4mg$ , 木板对它竖直向上的两个静摩擦力  $f$ , 水平方向的两个压力  $F$ . 显然有

$$2f = 4mg,$$

故

$$f = 2mg.$$

再以第 1 块砖为研究对象, 如图 1.11 所示, 它受到竖直向下的重力  $mg$ , 木板对它竖直向上的静摩擦力  $f$ 、砖块 2 对它竖直向上的静摩擦力  $f_{21}$  (此力方向待定, 不妨假设其竖直向上)、水平方向的压力  $F$  和  $N$ . 于是有

$$f + f_{21} = mg,$$

解得

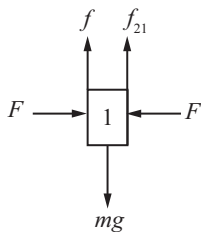


图 1.11

$$f_{21} = -mg.$$

即砖块 2 对砖块 1 的静摩擦力  $f_{21}$  竖直向下, 也就是第 1 块砖对第 2 块砖的摩擦力  $f_{12} = mg$ , 方向竖直向上.

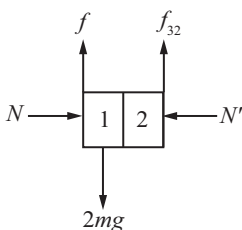


图 1.12

同样, 以 1、2 两块砖为研究对象, 如图 1.12 所示, 它受到竖直向下的重力  $2mg$ , 木板对它竖直向上的静摩擦力  $f$ 、砖块 3 对它的竖直向上的静摩擦力  $f_{32}$  (此力方向待定, 不妨假设其竖直向上)、水平方向的压力  $N$  和  $N'$ . 于是有

$$f + f_{32} = 2mg,$$

所以

$$f_{32} = 0.$$

综上所述, 第 1 块砖对第 2 块砖的摩擦力  $f_{12} = mg$ , 方向竖直向上; 第 3 块砖对第 2 块砖的静摩擦力  $f_{32} = 0$ .

### 精要点评

两板夹砖块的问题是中学阶段受力分析的典型训练习题之一, 在分析各砖块之间的相互作用力时, 必须交替应用整体法与隔离法, 同时, 还应具备对称分析的物理思想.

6

有三根相同的直棒, 处于图 1.13 中甲、乙、丙所示的静止状态. 试分析各棒是否受静摩擦力作用? 其方向如何?

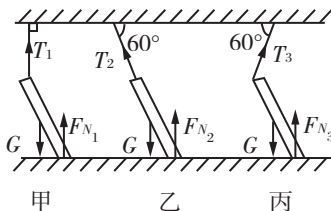


图 1.13

### 思路分析

对于杆件类物体的静平衡问题, 由于物体的受力不一定共点, 则不能按照共点力的合成与分解的法则对力进行合成, 但根据一般物体的平衡条件, 杆件所受的各力在任意方向上的分力的代数和依然为零, 如讨论两个正交方向的分力的代数和, 即有  $\sum F_x = 0$  和  $\sum F_y = 0$ .

### 满分解答

对图 1.13 中甲处的直棒, 棒受重力  $G$ 、支持力  $F_{N_1}$ 、绳的拉力  $T_1$ , 均沿竖直方向, 由物体平衡条件可知, 棒不受地面的摩擦力作用. 假设棒受静摩擦力作用, 无论向左或向右, 棒在水平方向上的合外力都不为零, 不满足平衡条件.

对图中乙处的直棒, 棒受重力  $G$ 、支持力  $F_{N_2}$ , 均沿竖直方向, 但绳的拉力  $T_2$  的方向斜向上, 在水平方向上有向左的分力, 由平衡条件可知棒在水平方向上的合外力应应为零, 故棒一定受到一个向右的静摩擦力作用.

同样, 对图中丙处的直棒分析可知: 棒一定受到一个向左的静摩擦力作用.

### 精要点评

本题若分析棒与地面是否有相对滑动趋势, 将很难判断摩擦的大小与方向, 但棒处于静平衡状态, 故可用物体的平衡条件来判定棒所受静摩擦力的作用情况.

7

如图 1.14 所示,物块 A 放在转盘上,当转盘绕  $OO'$  轴匀速转动时, A 相对于转盘静止,试问盘对 A 的摩擦力方向如何?

### 思路分析

由于物块 A 相对于圆盘是静止的,因而它们之间的摩擦力是静摩擦力,而静摩擦力的方向是与两物体之间相对运动趋势的方向相反的.

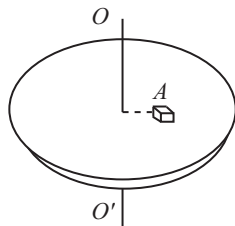


图 1.14

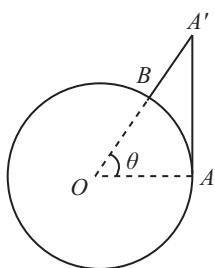


图 1.15

假设 A 与转盘之间无静摩擦力, A 将沿切线方向飞出去,发生相对运动,因而 A 与转盘间有相对运动趋势, A 必受静摩擦力作用. 那么, A 受的静摩擦力是不是沿切线方向且与物体飞出去的方向相反呢? 我们说 A 沿切线飞出是相对于地球而言的,而现在是转盘给了 A 静摩擦力,因而须以转盘为参考系来说明 A 相对于转盘运动趋势的方向. 如图 1.15 所示,讨论在圆盘转过的角度  $\theta \rightarrow 0$  的前提下,当 A 沿切线飞至  $A'$  的同时,转盘上 A 原来所处的位置就转到了 B 处,可以看出, A 相对于转盘是沿半径远离圆心的,这正是 A 相对于转盘运动趋势的方向. 所以,物体 A 受到的静摩擦力的方向必然是沿着半径指向圆心的.

### ★ 满分解答

在 A 随圆盘一起做匀速圆周运动的过程中, A 相对于转盘有沿半径远离圆心的运动趋势,因而转盘对 A 的静摩擦力方向为沿半径指向圆心.

另外,对于 A 所受的摩擦力的方向,若从动力学的角度来看, A 随圆盘一起做匀速圆周运动所需的向心力由摩擦力提供,由此也可断定转盘对 A 的静摩擦力方向为沿半径指向圆心.

### 精要点评

在很多有关静摩擦力的方向判断问题中,与本题一样,相互作用的物体间的相对运动趋势的方向是隐性的,以至于很多情况下将物体的运动方向、物体间相对运动的方向及物体间相对运动趋势的方向混为一团,导致在摩擦力的方向判断上屡屡出错.

为了使物体间隐性的相对运动趋势的方向显现出来,一般假设物体间没有摩擦力,于是物体间就会发生相对运动,那么,在有摩擦力且没有运动时,相对运动趋势的方向就是没有摩擦力时相对运动的方向. 由此可根据物体间相对运动的方向来确定相对运动趋势的方向. 本题的分析过程即是这一方法的典型应用.

8

如图 1.16 所示,在半径为  $R$  的光滑半球面正上方距球心  $h$  处悬挂一定滑轮,重为  $G$  的小球 A 被站在地面上的人用绕过滑轮的绳子拉住. 人拉动绳子,在与球面相切的某点缓慢运动到接近顶点的过程中,试分析半球面对小球的支持力  $N$  和绳子拉力  $F$

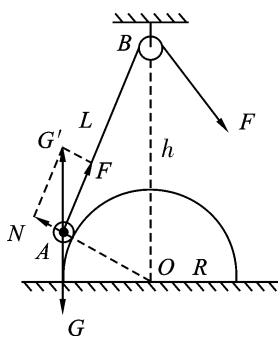


图 1.16

如何变化.

### 思路分析

小球在被拉动的过程中,受重力  $G$ 、球面的支持力  $N$ 、绳子拉力  $F$  的作用. 由于这是一个动态过程,虽然小球所受的重力保持不变,但拉力  $N$  与支持力  $F$  应该是变化的,但这不过只是一种感觉而已,要判断它们的变化特点,还得先确定它们的大小与哪些因素有关.

小球的受力如图 1.16 所示,平衡时重力  $G$ 、球面的支持力  $N$ 、绳子的拉力  $F$ ,构成一个斜三角形,如果在此处运用正交分解法来分析各力之间的关系,就会由于力之间的角度关系不确定,或者陷入复杂的数学运算,或者难以直接确定  $N$  与  $F$  的变化特征. 但若观察到力的矢量三角形与图中的  $\triangle BAO$  相似,运用相似三角形的相似比,便容易得出  $N$  与  $F$  的变化规律.

### 满分解答

小球在重力  $G$ 、球面的支持力  $N$ 、绳子的拉力  $F$  作用下,处于动态平衡. 任选一状态,小球受力如图 1.16 所示. 不难看出,力三角形  $FAG'$  与几何关系三角形  $BAO$  相似,根据相似三角形的性质有

$$\frac{N}{G'} = \frac{R}{h}, \quad \frac{F}{G'} = \frac{L}{h},$$

其中  $G'$  与  $G$  等大,  $L$  为绳子  $AB$  的长度. 由于在拉动绳子的过程中,  $R$ 、 $h$  不变,绳长  $L$  在减小,可见,球面的支持力  $N = \frac{R}{h}G$  大小不变,绳子的拉力  $F = \frac{L}{h}G$  在减小.

### 精要点评

对于三力平衡状态下的斜三角形问题,一般都应注意到力的矢量三角形与物理模型中的三角形相似的特点,利用相似三角形的特点求解力学问题. 这也是解答平衡状态下力构成斜三角形的基本思路之一.

9

如图 1.17 所示,质量为  $m$  的球放在倾角为  $\alpha$  的光滑斜面上,试分析挡板  $AO$  与斜面间的倾角  $\beta$  为多大时,  $AO$  所受压力最小.

### 思路分析

本题要求的是挡板  $AO$  的受力,但若直接以挡板为研究对象,则无法得出结论,在这种情况下,转换以球为研究对象,求出挡板对球的作用力,再依据牛顿第三定律,即可求出挡板  $AO$  的受力.

球在重力、斜面对它的支持力、挡板对它的压力的共同作用下处于平衡状态. 如若用正交分解法来求解有关问题,原则上是能得出最终的结论的,但由于角  $\alpha$  与角  $\beta$  并非已知的特殊角,其数学运算变得相当繁杂. 如若将球所受重力沿垂直于斜面和垂直于挡板两

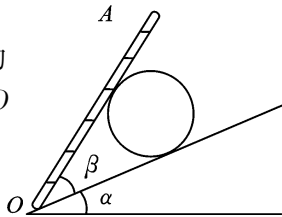


图 1.17

个方向进行分解(这两个分力分别与斜面对球的支持力和挡板对球的压力构成平衡力,它们的大小相等、方向相反),作出平行四边形,以重力的大小、方向不变,垂直于斜面的分力的方向不变为前提,再讨论垂直于挡板的分力的方向随挡板AO与斜面间的夹角 $\beta$ 的变化情况,作出如图1.18所示的动态变化示意图,再根据平行四边形(或三角形)的几何特征,就可以分析得出结论.

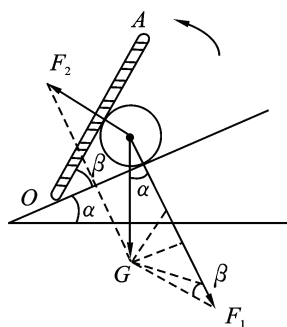


图 1.18

### ★ 满分解答

以球作为研究对象.球所受重力 $G$ 产生的效果有两个:对斜面产生了压力 $F_1$ ,对挡板产生了支持力 $F_2$ .根据重力产生的效果将重力分解,如图1.18所示.

当挡板与斜面的夹角 $\beta$ 由图示位置变化时, $F_1$ 的大小改变,但方向不变,始终与斜面垂直; $F_2$ 的大小、方向均改变(如图中画出一系列虚线表示变化的 $F_2$ ).由图可看出,当 $F_2$ 与 $F_1$ 垂直,即 $\beta=90^\circ$ 时,挡板AO所受压力最小,最小压力 $F_{2\min}=mg\sin\alpha$ .

也可用解析法分析力的矢量三角形,根据正弦定理有

$$\frac{F_2}{\sin\alpha} = \frac{mg}{\sin\beta},$$

所以

$$F_2 = \frac{mg\sin\alpha}{\sin\beta}.$$

式中, $mg\sin\alpha$ 是定值, $F_2$ 随 $\sin\beta$ 变化而变化.当 $\beta<90^\circ$ 时, $\beta\uparrow\rightarrow\sin\beta\uparrow\rightarrow F_2\downarrow$ ;当 $\beta>90^\circ$ 时, $\beta\downarrow\rightarrow\sin\beta\downarrow\rightarrow F_2\uparrow$ .所以当 $\beta=90^\circ$ 时, $F_2$ 有最小值

$$F_{2\min} = mg\sin\alpha.$$

### 🔍 精要点评

在对与本题类似的动态问题的分析中,如给物体作用的不是斜面和挡板,而是两根绳子,当一根绳子的作用方向发生变化而另一根绳子的作用方向不发生变化时,用矢量图来分析问题显得直观简便.用矢量图来分析中学物理平衡中的动态问题,是中学阶段处理这类问题的基本方法之一.

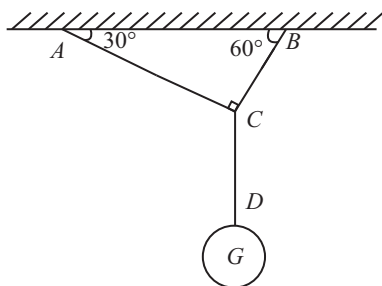


图 1.19

10

如图1.19所示,轻绳AC与天花板的夹角 $\alpha=30^\circ$ ,轻绳BC与天花板的夹角 $\beta=60^\circ$ .设AC、BC绳能承受的最大拉力均不能超过100 N,CD绳的强度足够大,CD绳下端悬挂的物重 $G$ 不能超过多少?

### 🔍 思路分析

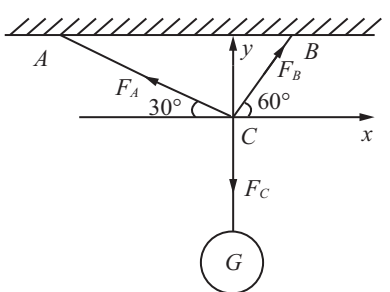
对于本题,应注意到两方面的问题:一是C处为一结点,它可使得两段轻绳中的拉力不相等,这



一点与  $C$  点所放置的是滑轮或者活套不同;二是要注意到当悬挂的物重  $G$  增加时,绳  $AC$  与  $BC$  的拉力  $F_A$ 、 $F_B$  也同步增加,当它们中之一达到所能承受的最大值时,所挂物体的物重  $G$  即是所求.

### ★ 满分解答

如图 1.20 所示,以结点  $C$  为研究对象进行受力分析,并建立坐标系,由共点力的平衡条件有



$$\sum F_x = F_B \cos 60^\circ - F_A \cos 30^\circ = 0, \quad (1)$$

$$\sum F_y = F_A \sin 30^\circ + F_B \sin 60^\circ - F_C = 0. \quad (2)$$

又

$$G = F_C,$$

由①知

$$F_B = \sqrt{3}F_A. \quad (3)$$

显然,  $AC$  绳与  $BC$  绳实际所受的拉力满足  $F_B > F_A$ ,  $BC$  绳先于  $AC$  绳达到所能承受的最大拉力.

由题意知,当  $F_B = 100 \text{ N}$  时,物重  $G$  有最大值  $G_{\max}$ .

联立②③解得

$$G_{\max} = \frac{200\sqrt{3}}{3} \text{ N (或 } 115 \text{ N)}.$$

### 精要点评

在判断所能悬挂的最大物重的过程中,必须对三者的大小关系进行比较才能作出正确的判断.在本题中,由于两绳所能承受的最大拉力相等,故只需直接比较两绳所受的拉力大小关系,如果两绳所能承受的最大拉力不等,则需比较它们实际承受的拉力的大小关系与它们所能承受的最大拉力的大小关系,以确定哪根绳子所受的作用力先达到最大值;或者是比较  $AC$  绳或  $BC$  绳在假定另一根绳所能承受的拉力足够大的情况下,所能悬挂的最大物重,从而比较得出所能悬挂的最大物重.

11

如图 1.21 所示,拉力  $F$  作用在重为  $G$  的物体上,使它沿水平地面匀速前进,若物体与地面的动摩擦因数为  $\mu$ ,当拉力最小时和地面的夹角  $\theta$  为多大?

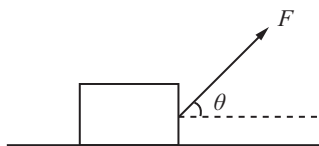


图 1.21

### 思路分析

在本题中,物体在重力  $G$ 、支持力  $N$ 、拉力  $F$  和摩擦力  $F_f$  的作用下做匀速直线运动,处于平衡状态,四个力的合力为零,若依据平行四边形法则来建立各力之间的关系,再来确定力  $F$  的最小值,则由于  $F$ 、 $N$ 、 $F_f$ 、 $\theta$  都不确定,其难度可想而知.若将力  $F$  向正交的水平方向和竖直方向分解,则物体所受的力就只在水平方向和竖直方向上,根据这两个方向上的合力为零,极易建立力  $F$  与  $\theta$  之间的关系,然后利用数学知识,便能确定力  $F$  的最小值和此时  $\theta$  值的大小.

## ★ 满分解答

物体所受重力  $G$ 、支持力  $N$ 、拉力  $F$  和摩擦力  $F_f$  如图 1.22 所示,建立如图所示的坐标系,力  $F$  在  $x$  轴方向和  $y$  轴方向的分力分别为  $F_1 = F \cos \theta$ ,  $F_2 = F \sin \theta$ ,根据物体的平衡条件,有

$$\sum F_x = F \cos \theta - F_f = 0,$$

$$\sum F_y = F \sin \theta + N - G = 0.$$

又

$$F_f = \mu N,$$

解得

$$F = \frac{\mu G}{\cos \theta + \mu \sin \theta}.$$

显然,当  $\cos \theta + \mu \sin \theta$  有最大值时,力  $F$  有最小值. 于是设

$\tan \varphi = \mu$ , 则  $\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\mu^2}}$ , 代入上式可得

$$F = \frac{\mu G}{\cos \theta + \tan \varphi \sin \theta} = \frac{\mu G \cos \varphi}{\cos \theta \cos \varphi + \sin \theta \sin \varphi} = \frac{\mu G}{\cos(\theta - \varphi) \sqrt{1 + \mu^2}},$$

则当  $\theta = \varphi$  时,  $\cos(\theta - \varphi) = 1$ , 此时  $F$  有最小值.

所以,拉力的最小值  $F_{\min} = \frac{\mu G}{\sqrt{1+\mu^2}}$ , 此时拉力与地面的夹角  $\theta = \varphi = \arctan \mu$ .

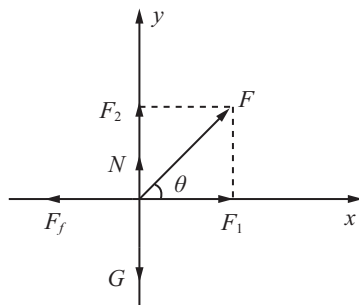


图 1.22

## ✎ 精要点评

物体在外力作用下做匀速直线运动时,所受合外力必然为零,即  $\sum F = 0$ . 当物体所受的合外力为零时,物体在任意方向上的合外力也为零,为了研究问题的方便,通常将物体所受的合外力向两个正交的方向( $x$  方向与  $y$  方向)上分解,此时,物体的平衡条件可表示为  $\sum F_x = 0$  和  $\sum F_y = 0$ ,这就是我们常说的正交分解法.

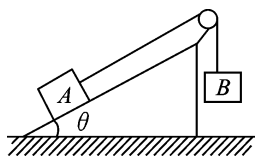


图 1.23

12

跨过定滑轮的轻绳两端,分别系着物体 A 和物体 B,物体 A 放在倾角为  $\theta$  的斜面上,如图 1.23 所示. 已知物体 A 的质量为  $m$ ,物体 A 与斜面的动摩擦因数为  $\mu$  ( $\mu < \tan \theta$ ),滑轮的摩擦不计,要使物体 A 静止在斜面上,求物体 B 的质量的取值范围.

## 思路分析

题中已给出  $\mu < \tan \theta$ ,即说明物体 A 在沿斜面方向上有  $mg \sin \theta > \mu mg \cos \theta$ . 若无 B 的牵引,物体 A 将沿斜面下滑,要保证物体 A 静止在斜面上,绳子对 A 的拉力  $T$  应满足  $T + \mu mg \cos \theta \geq mg \sin \theta$ ; 拉力  $T$  也不能过大,  $T$  过大时,物体 A 有可能被绳子牵引着向上运动,要保证物体 A 不向上运动,就需有  $T \leq mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta$ ,此时摩擦力的方向向下. 由此可确定拉力的范围,即可确定物体 B 的质量的取值范围.



## ★ 满分解答

先选物体 B 为研究对象,它受到重力  $m_B g$  和拉力  $T$  的作用,根据平衡条件,有

$$T = m_B g. \quad ①$$

再选物体 A 为研究对象,它受到重力  $mg$ 、斜面支持力  $N$ 、轻绳拉力  $T$  和斜面的摩擦力作用,假设物体 A 处于将要上滑的临界状态,则物体 A 受的静摩擦力最大,且方向沿斜面向下,这时 A 的受力情况如图 1.24 所示,在图示的坐标系中,根据平衡条件,有

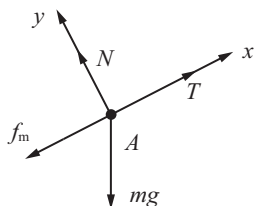


图 1.24

$$\sum F_x = T - f_m - mg \sin \theta = 0, \quad ②$$

$$\sum F_y = N - mg \cos \theta = 0. \quad ③$$

由摩擦力公式知

$$f_m = \mu N. \quad ④$$

联立①②③④解得

$$m_B = m(\sin \theta + \mu \cos \theta).$$

再假设物体 A 处于将要下滑的临界状态,则物体 A 受的静摩擦力最大,且方向沿斜面向上,根据平衡条件,有

$$N - mg \cos \theta = 0,$$

$$T + f_m - mg \sin \theta = 0.$$

同样由摩擦力公式知

$$f_m = \mu N.$$

联立以上三式解得

$$m_B = m(\sin \theta - \mu \cos \theta).$$

综上所述,要保证物体 A 静止在斜面上,物体 B 的质量的取值范围是

$$m(\sin \theta - \mu \cos \theta) \leq m_B \leq m(\sin \theta + \mu \cos \theta).$$

## ✎ 精要点评

本题包含了两种状态下的临界分析. 要求确定临界状态的条件是物理习题中较为常见的设疑方式,应注意掌握.

13

将长方形匀质薄板锯成如图 1.25 所示的三部分,其中 B、C 两部分完全对称. 现将三块拼在一起平放在粗糙的水平面上,当与板左侧垂直的水平力  $F$  作用于薄板时,薄板恰能水平向右匀速运动,且 B 与 A、C 与 A 之间没有相对滑动,图中的  $\theta$  角已知,求 A 与 B 之间的压力.

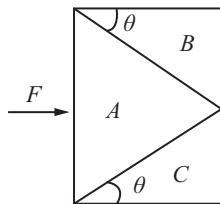


图 1.25

## 🌀 思路分析

由于 A、B、C 整体在力  $F$  的作用下向右匀速运动,整体所受的摩擦力与推力  $F$  是一对平衡力;又由于薄板是匀质的,因而每块板所受的摩擦力与其重力成正比,即与它们的质量成正比,由此可求出每块板所受的摩擦力.

要求  $A$  与  $B$  之间的压力, 则应从  $A$ 、 $B$  的接触处隔离物块. 在本题中, 由于  $B$ 、 $C$  在水平面内的受力比较明确, 可考虑选择隔离  $B$  物块, 再根据其受力及平衡条件来确定  $A$ 、 $B$  之间的压力.

### ★ 满分解答

$A$ 、 $B$ 、 $C$  三块匀质薄板一起向右匀速运动, 故沿板的运动方向上,  $F$  与它们所受到地面的滑动摩擦力  $f$  是一对平衡力, 即  $f=F$ .

由于薄板是匀质的, 板所受到地面的摩擦力与它们的质量成正比. 结合  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三块薄板的几何关系有

$$m_A = 2m_B = 2m_C,$$

故

$$f_A = 2f_B = 2f_C.$$

而  $f_A + f_B + f_C = f$ , 所以

$$f_B = \frac{f}{4} = \frac{F}{4}.$$

以  $B$  板为研究对象, 作出  $B$  薄板在水平面上的受力图, 如图 1.26 所示.  $A$  对  $B$  的压力为  $N$ ,  $A$  对  $B$  的静摩擦力为  $f_{AB}$ , 地面对  $B$  的滑动摩擦力为  $f_B$ .  $B$  做匀速运动,  $N$  和  $f_{AB}$  的合力与  $f_B$  是一对平衡力, 由图可得

$$N = f_B \sin \theta = \frac{1}{4} F \sin \theta,$$

即  $A$  与  $B$  之间的压力为  $\frac{1}{4} F \sin \theta$ .

### 精要点评

由于薄板所受的重力与地面对它的支持力是一对平衡力, 且对薄板向右的匀速运动不产生直接的影响, 在本题中可不必去分析.

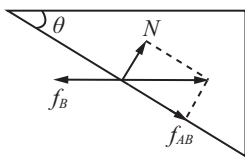


图 1.26

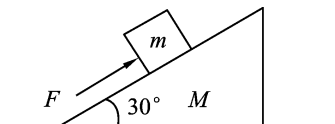


图 1.27

14

如图 1.27 所示, 质量为  $m=5\text{ kg}$  的物体, 置于一粗糙的斜面上, 用一平行于斜面的大小为  $30\text{ N}$  的力  $F$  推物体, 使物体沿斜面向上匀速运动, 斜面体的质量  $M=10\text{ kg}$ , 且始终静止, 取  $g=10\text{ m/s}^2$ , 求地面对斜面的摩擦力及支持力的大小.

### 思路分析

作为平衡问题, 首先应对物体作受力分析, 分别以  $m$  和  $M$  为研究对象, 其受力分别如图 1.28(a)、(b) 所示, 其中  $N$  是  $M$  对  $m$  的支持力,  $N'$  是  $m$  对  $M$  的压力;  $f$  是  $M$  对  $m$  的摩擦力,  $f'$  是  $m$  对  $M$  的摩擦力; 它们都是作用力与反作用力的关系.  $m$  和  $M$  之间的相

互联系是通过其相互作用力  $N$ 、 $N'$  与  $f$ 、 $f'$  建立起来的, 在分析  $M$  的受力时, 很容易错误地认为外力  $F$  也作用在  $M$  上.

### ★ 满分解答

(1) 隔离法: 对物体  $m$  作受力分析, 如图 1.28(a) 所示. 由图可知, 在垂直于斜面方向上有

$$N = mg \cos 30^\circ, \quad (1)$$

在平行于斜面方向上有

$$F = mg \sin 30^\circ + f. \quad (2)$$

再对斜面体作受力分析, 如图 1.28(b) 所示. 在竖直方向上有

$$N_{\text{地}} = Mg + N' \cos 30^\circ - f' \sin 30^\circ. \quad (3)$$

由牛顿第三定律可知

$$N = N', \quad (4)$$

$$f = f'. \quad (5)$$

联立①~⑤可得

$$N_{\text{地}} = (M+m)g - F \sin 30^\circ = 135 \text{ N}.$$

在水平方向上有

$$N_x = N' \sin 30^\circ = mg \cos 30^\circ \sin 30^\circ,$$

$$f_x = f' \cos 30^\circ = F \cos 30^\circ - mg \sin 30^\circ \cos 30^\circ.$$

显然,  $f_x$  和  $N_x$  方向均向右, 斜面体有向右运动的趋势, 受到地面对它向左的摩擦力  $f_{\text{地}}$ ,  $f_{\text{地}} = f_x + N_x = F \cos 30^\circ = 15\sqrt{3} \text{ N}$ .

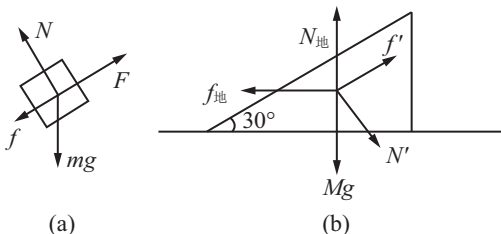


图 1.28

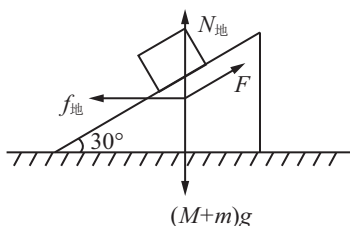


图 1.29

(2) 整体法: 由于不要求求出物体和斜面体之间的相互作用力, 而且两个物体均处于平衡态, 故可以将物体和斜面当作一个整体来研究, 其受力如图 1.29 所示. 在水平方向上有

$$f_{\text{地}} = F \cos 30^\circ = 15\sqrt{3} \text{ N},$$

在竖直方向上有

$$N_{\text{地}} = (M+m)g - F \sin 30^\circ = 135 \text{ N}.$$

### 🔍 精要点评

本题中分别对  $m$  和  $M$  作受力分析, 然后再依据它们的平衡状态列方程求解的方法就是我们常说的“隔离法”. 隔离法具有研究对象明确、解题条理清晰的特点, 特别是在求解两个相互作用的物体间的作用力时, 隔离法具有不可替代的优势, 如本题中若需求  $m$

和  $M$  间相互作用的弹力或摩擦力,则不可避免地要用到隔离法.在相互作用的物体间保持相对静止而又无须求解物体间的相互作用力时,相对于隔离法,将相互作用的物体视为一个整体的“整体法”则显现出更大的优势,如本题中只需求  $M$  与地面之间的作用力,将  $m$  和  $M$  视为整体时, $m$  和  $M$  间的相互作用力是系统的内力,可不用考虑,那么用整体法明显地优于隔离法.

15

如图 1.30 所示,倾角为  $\theta$  的斜面上有一个质量为  $m$  的物体处于静止状态,现对它施加一个水平推力  $F$ ,使物体做匀速直线运动,则滑动摩擦系数  $\mu$  是多少?

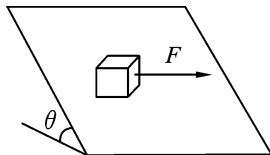


图 1.30

### 思路分析

通常情况下,斜面上的物体所受的外力都在重力与斜面对物体的弹力所构成的竖直平面内,但本题所施加的外力并不在上述的平面内,可想而知,物体的匀速运动并不是通常情况下沿斜面向下,而是沿外力  $F$  与重力沿斜面的分力的合力方向斜向下.又由于摩擦力的方向总是与物体相对运动的方向相反的,因而此处的摩擦力的方向也不是通常情况下沿斜面向上,而是与物体在斜面上运动的方向相反.如果沿垂直于斜面的方向俯视,则物体在平行于斜面方向上的受力如图 1.31 所示,图中  $F$  为外力, $G'$  为重力沿斜面方向的分力,即  $G' = mg \sin \theta$ , $F_f$  为物体所受斜面对它的摩擦力.

如果沿斜面左边观察物体的受力,其受力如图 1.32 所示,物体受重力  $G$ 、弹力  $F_N$  和摩擦力沿斜面向上的分量  $F'_f$ ,应当注意这里  $F'_f \neq \mu F_N$ ,而是  $F_f = \mu F_N = \mu mg \cos \theta$ .

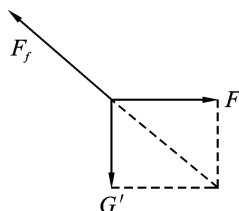


图 1.31

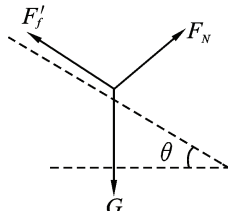


图 1.32

### 满分解答

以物体为研究对象,物体在斜面平面内受推力  $F$ 、重力沿斜面方向的分力  $G'$ 、斜面对它的摩擦力  $F_f$  的作用,俯视图如图 1.31 所示,其中  $G' = mg \sin \theta$ ,则由平衡条件可知

$$F_f = \sqrt{F^2 + (mg \sin \theta)^2}.$$

物体在竖直面内受力的左视图如图 1.32 所示,由平衡条件知,斜面对物体的支持力  $F_N$  满足

$$F_N = mg \cos \theta,$$

又

$$F_f = \mu F_N = \mu mg \cos \theta,$$

由此可得

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

## 中国科学技术大学出版社中学物理可用书目

高中物理学. 1/沈克琦

高中物理学. 2/沈克琦

高中物理学. 3/沈克琦

高中物理学. 4/沈克琦

高中物理学习题详解/黄鹏志 李 弘 蔡子星

加拿大物理奥林匹克/黄 晶 矫 健 孙佳琪

美国物理奥林匹克/黄 晶 孙佳琪 矫 健

中学奥林匹克竞赛物理教程·力学篇(第2版)/程稼夫

中学奥林匹克竞赛物理教程·电磁学篇(第2版)/程稼夫

中学奥林匹克竞赛物理讲座(第2版)/程稼夫

高中物理奥林匹克竞赛标准教材/郑永令

中学物理奥赛辅导:热学·光学·近代物理学/崔宏滨

物理竞赛真题解析:热学·光学·近代物理学/崔宏滨

物理竞赛专题精编/江四喜

物理竞赛解题方法漫谈/江四喜

中学奥林匹克竞赛物理实验讲座/江兴方 郭小建

物理学难题集萃. 上册/舒幼生 胡望雨 陈秉乾

物理学难题集萃. 下册/舒幼生 胡望雨 陈秉乾

大学物理先修课教材·力学/鲁志祥 黄诗登

大学物理先修课教材·电磁学/黄诗登 鲁志祥

名牌大学学科营与自主招生考试绿卡·物理真题篇(第2版)/王文涛 黄 晶

重点大学自主招生物理培训讲义/江四喜

高中物理母题与衍生·力学篇/董马云

高中物理母题与衍生·电磁学篇/董马云

高中物理解题方法与技巧/尹雄杰 王文涛

中学物理数学方法讲座/王溢然

高中物理经典名题精解精析/江四喜

高中物理一点一题型/温应春

力学问题讨论/缪钟英 罗启蕙

电磁学问题讨论/缪钟英

## 中学生物理思维方法丛书

---

分析与综合/岳燕宁

守恒/王溢然 徐燕翔

猜想与假设/王溢然

图示与图像/王溢然 王 亮

模型/王溢然

等效/王溢然

对称/王溢然 王明秋

分割与积累/王溢然 许洪生

归纳与演绎/岳燕宁

类比/王溢然 张耀久

求异/王溢然 徐达林 施 坚

数学物理方法/王溢然

形象、抽象、直觉/王溢然

## 编辑部联系方式

电话：(0551) 63606196; 18130468313; 15055113738

传真：(0551) 63602897      邮箱：edit@ustc.edu.cn

QQ：2102687242; 731827650      QQ 群：283907286

出版社天猫店：<https://zgkxjsdxcbs.tmall.com>



编辑部直营微店：<http://weidian.com/s/327373220?wfr=qfriend>

(店内图书按用途分类展示，方便查找)

微信号：15055113738 (专加教师) 或 18130468313 (专加家长)



长按或扫描二维码进入店铺

编辑部微店

微店



购买本书