



◎根据教育部最新《考试说明》学科标准编写

◎全国重点中学特高级教师审定

2005
高考复习

专项突破

主编 李志 何春生
刘清 李世勇

北大
新考案

力 学



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

2005 高考复习 专项突破

主编 李志 何春生
刘清 李世勇

北大 新 考 案

力 学



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

2005 高考复习专项突破. 力学/李志等主编. —北京: 北京大学出版社, 2004. 7
(北大新考案)

ISBN 7-301-07294-5

I. 2… II. 李… III. 物理课—高中—升学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 031317 号

书 名: 2005 高考复习专项突破·力学

著作责任者: 李 志 等主编

责任编辑: 刘宝军

标准书号: ISBN 7-301-07294-5/G·1164

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址: [http:// www. pkubook. com. cn](http://www.pkubook.com.cn)

[http:// cbs. pku. edu. cn](http://cbs.pku.edu.cn)

邮购电话: (010) 65661010 800-810-2198

发 行 部: (010) 65662147 62750672

编 辑 部: (010) 65661010-8969

电子信箱: editor@pkubook.com.cn

印 刷 厂: 北京市朝阳区印刷厂

经 销 者: 全国新华书店

开本尺寸: 787mm × 1092mm 16 开本

印 张: 10 印张

字 数: 200 千字

2004 年 7 月第 1 版

2004 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 13.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 翻版必究

盗版举报电话: (010) 65679334 62752017



前言

素质教育改革下的高考已成了能力考试,广大考生都在寻找一条备考的捷径,但困难重重。其实,能力是经过不断培养才形成的。多做一些实用性的题目,多遇到一些新的情况,摸索出好的学习方法与技巧就是高考成功的捷径。

我们这套丛书是全国重点名校的特、高级教师根据多年的教学经验并深入研究近几年高考试题精心编写而成的,符合考生的实际学习情况。丛书严格按照中学教学大纲和最新《考试说明》编写。编者本着深入细致地研究、传递高考命题最新信息的宗旨,进行精心策划和选题,旨在帮助同学们形成新的应试观念。

丛书具有如下特点:

知识整合 注重基础知识,对各考点中应掌握的知识点通过网络、图表等形式进行系统的总结,并对此考点在高考中出现的方式、频率等进行分析归纳,指出今后高考的重点和热点所在。

考题精析 精选了历年来有代表性的高考试题和典型题目,并加以详细的分析、说明。

能力训练 所选题目新颖、实用,具有典型性和开放性;既注重基础知识训练,又注重能力的培养,有很高的训练价值。

参考答案 对所有习题进行解答分析,点拨解题思路,提高解题能力。

在编写本丛书过程中,我们虽处处推敲、层层把关,但难免有疏漏和不妥之处,诚盼老师和同学们提出宝贵的意见和建议。

编者

目 录

考点一 力

知识整合	(1)
考题精析	(5)
能力训练	(14)
参考答案	(17)

考点二 机械运动

知识整合	(23)
考题精析	(28)
能力训练	(40)
参考答案	(44)

考点三 牛顿定律

知识整合	(51)
考题精析	(55)
能力训练	(66)
参考答案	(71)

考点四 动量和动量守恒定律

知识整合	(77)
考题精析	(82)
能力训练	(90)
参考答案	(95)

考点五 功和能

知识整合	(102)
考题精析	(106)
能力训练	(117)
参考答案	(122)

考点六 机械振动和机械波

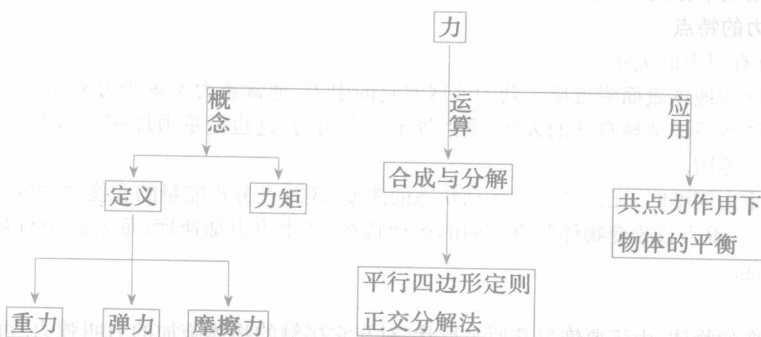
知识整合	(130)
考题精析	(134)
能力训练	(141)
参考答案	(146)

考点一 力

知识整合



知识网络



概念原理辨析

考纲中要求的 A、B 的含义如下：

A：知道所列知识的内容，能在有关问题中识别和直接使用它们。

B：对所列知识要理解其确切含义及与其他知识的联系、能够进行叙述和理解、并能在实际问题的分析、综合、推理和判断等过程中加以运用。

知识点	要求程度
力是物体间的相互作用，是物体发生形变和物体运动状态变化的原因，力是矢量，力的合成与分解	B
重力是物体在地球表面附近所受到的地球对它的引力、重心	B
形变和弹力、胡克定律	B
静摩擦，最大静摩擦力	A
滑动摩擦、滑动摩擦定律	B
力矩	B

说明：(1)关于力的合成与分解，在计算方面只要求会应用直角三角形知识求解。
(2)不要求知道静摩擦因数。

1. 力与运动

力学的核心问题是力与运动的关系,牛顿第一定律阐明运动不需要力来维持,而物体运动状态改变是力的作用结果.在分析力的现象时,从三个方面阐明物体之间的作用.一是力的瞬时作用效果,牛顿第二定律 $F=ma$ 给出了力是如何改变物体运动状态的.二是力对空间的积累效果,动能定理给出物体在相互作用时能量是如何转移和转化.三是力对时间的积累效果,动量定理给出物体在相互作用时动量如何转移.

2. 力的概念

(1)力是物体对物体的作用.

(2)力是矢量;力的三要素是力的大小、方向和作用点.

(3)力的单位是牛顿(N).

(4)力的分类.

①按产生力的性质分类:可分为万有引力、弹力、摩擦力、分子力、电场力、洛伦兹力、安培力、核力等.

②按力的作用效果分类:可分为压力、支持力、动力、阻力、向心力和回复力等.

3. 几种常见力的特点

(1)重力与万有引力的关系

①重力是物体在地球表面附近所受到的地球对它的引力.通常重力不等于万有引力,只有在忽略地球自转影响下的物体或不随地球自转的天体,重力等于万有引力.这也是重力加速度随着物体与地心的距离增大而减小的主要原因.

②处理有关重力问题时,无论是物体运动状态的改变,还是在分析能量的变换,要把握重力在较多情况中是恒力这一特点,重力只改变物体竖直方向的运动状态,产生重力加速度;重力做功与路径无关,改变的是物体的重力势能.

(2)弹力

发生弹性形变的物体,由于要恢复其原来形状,对与它接触的物体施加的力叫弹力.可见,产生弹力要有两个条件:一是物体间直接接触;二是产生弹性形变.

弹力的大小:通常要根据物体的运动状态来确定.对于弹簧的弹力,在弹性限度内,遵守胡克定律: $F=kx$ (其中, k 为弹簧的劲度系数, x 为弹簧的伸长量或压缩量, F 为弹簧的弹力.)

弹力的方向:总是与物体的形变恢复方向相同.压力或支持力的方向总是垂直于支持面而指向被压或被支持的物体;绳的拉力的方向总是沿着绳而指向绳收缩的方向.

弹力的作用点:在物体的接触处.

(3)摩擦力

①滑动摩擦力:一个物体在另一个物体的表面上发生相对滑动时,在这两个物体的接触面上产生一种阻碍相对滑动的力叫滑动摩擦力.产生滑动摩擦力有三个条件:一是两物体要接触且存在弹力的作用;二是接触面是粗糙的,光滑面上摩擦力不计;三是两接触面间有相对滑动.

滑动摩擦力的大小: $f=\mu N$, 其中, N 为两接触面间的正压力; μ 为动摩擦因数,是反映两接触物之间力学性质的物理量,与两接触物的材料和接触面的粗糙程度有关.

滑动摩擦力的方向:与两物体的接触面相切,与相对滑动方向相反.

滑动摩擦力的作用点:在两物体的接触面上.

②静摩擦力:一个物体在另一个物体的表面上有相对运动趋势时,在接触面上产生的一种阻碍相对运动趋势的力叫静摩擦力.产生静摩擦力的条件:一是两物体接触且存在弹力作用;二是接触面粗糙;三是两接触面间有相对运动趋势.

静摩擦力的大小:可根据物体的受力和运动状态来确定,其大小在 $0\sim f_{\max}$ 之间, $f_{\max}$ 为最大静摩擦力.使物体发生相对运动的最小外力等于这两个物体之间的最大静摩擦力 $f_{\max}$.

静摩擦力的方向:与两物体的接触面相切,与相对运动的趋势方向相反.

静摩擦力的作用点:在两物体的接触面上.

4. 力的合成与分解

(1) 合力与分力的等效性

一个合力与它的几个分力是等效替代的关系,将几个力的效果用一个力来替代,可以简化物体的受力.这种等效的方法是物理中研究问题的常用方法.例如:几个电阻串联可等效为一个电阻.值得注意的是,在分析物体受力时,不能把合力和它的分力同时当作物体的受力.

(2) 力的三角形法则

由力的平行四边形法则可以推导出力的三角形法则:将图 1-1 中的 F_2 平移到 F_1 的末端,便得到由 F_1 、 F_2 、 F 构成的三角形,如图 1-2 所示.可见,只要将两分力的首尾相连,作出三角形的两条边,从一个力的始端起到另一个力的末端作一有向线段作为第三条边构成一个三角形,这一有向线段就是这两个力的合力.根据三角形的几何特征,任意两条边之和都大于第三条边,可以判断两个分力的合力的可能值或某已知力的两分力的可能值.

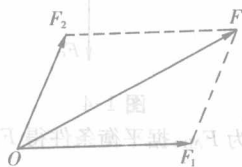


图 1-1

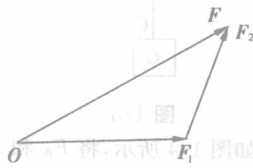


图 1-2

(3) 利用力的分解求合力

当一个物体受多个力的作用时,为了求物体所受的合力,如果用平行四边形定则逐步进行求解,那么,求解过程很复杂.如果利用力的分解来求,可以使问题简化:由于同一直线上的力的合成可以用代数法求,将物体所受的力进行正交分解,得到两组相互垂直的分力 F_x 、 F_y ,先在 x 方向、 y 方向分别求合力得到 ΣF_x 和 ΣF_y ,再求合力得 $\Sigma F = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2}$,合力与 x 轴的夹角 $\theta = \arctan(\Sigma F_y / \Sigma F_x)$.

5. 物体的受力

(1) 受力分析是解决力学问题的基础.只有正确分析了物体的受力情况才能进一步确定物体的运动状态,能量的转移和转换,动量的传递.

(2) 受力分析的步骤.

① 确定研究对象,研究对象可以是一个物体,可以是一个物体的一部分,也可以是几个物体构成的系统.利用牛顿定律处理的问题主要是由物体的运动状态确定受力情况或者是由受力情况确定物体的运动状态.如果选择的研究对象运动状态和受力情况都是未知的,问题就不易处理.此时往往扩大研究系统,使未知的力由外力变为内力,利用整体法求出系统的加速度,再利用隔离法求出原系统中物体之间的作用力.相反情况则是先用隔离法再用整体法.

② 先画出物体所受到的场力(重力、电场力、洛伦兹力、安培力等),再绕物体一周画出物体受到的接触力(支持力、压力、摩擦力等).

③ 不多画力,不漏画力.注意不画系统受到力的反作用力,注意区分效果力与性质力,注意合力和分力不能重复地列为物体所受的力.每个力必须存在施力物体.

④ 熟悉常见几种情况中物体的受力情况.平面上的物体、斜面上的物体、悬挂的物体、连体.注意:一边分析受力,一边作出受力的示意图,防止重复分析计入效果力,如下滑力、向心力、离心力等.

6. 物体的平衡条件

(1) 物体平衡条件

物体所受的合外力为零.即 $\Sigma F = 0$,由此,可得到以下衍生结论:

① 如果物体在两个力的作用下保持平衡,则这两个力大小相等,方向相反,作用在一条直线上.

② 如果物体在三个力的作用下保持平衡,据平衡条件,任意两个力的合力与第三个力大小相等、方向相反,并且作用在一条直线上,因此,三个力的作用线一定交于一点.

③如果物体在 n 个力的作用下保持平衡, 其中若有 $(n-1)$ 个力相交于一点, 则第 n 个力的作用线一定过这一点。

(2) 求解平衡问题的几种常见方法

①力的合成法

将物体所受的多个外力用合成的方法简化为二力平衡的问题。例如, 如图 1-3 所示, 三段绳 OA 、 OB 、 OC 的一端接在一起, A 端与 B 端分别固定在天花板上, C 端挂一重为 G 的物体, OA 、 OB 与天花板的夹角都为 30° , 求 OA 、 OB 绳上的拉力分别多大?

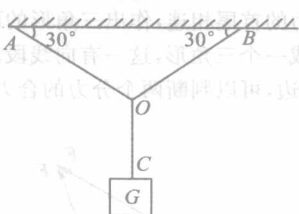


图 1-3

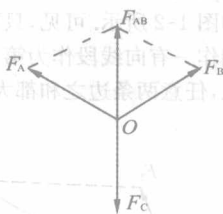


图 1-4

分析结点 O 的受力, 如图 1-4 所示, 将 F_A 和 F_B 合成为 F_{AB} , 据平衡条件得 $F_{AB} = G$, 由几何关系得 $F_A = F_B = G$ 。

②力的分解法

将某个力进行分解, 作出平行四边形或三角形, 再利用几何关系求解的方法。例如, 如图 1-5 所示, 轻杆 OA 的 A 端用铰链连在竖直墙上且保持水平细绳 OB 与杆成 θ 角, O 端用细绳 OC 挂一重为 G 的物体, 求细绳 OB 上的拉力多大?

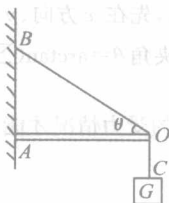


图 1-5

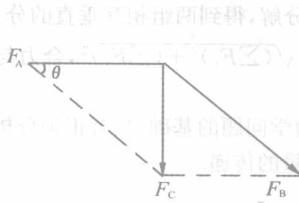


图 1-6

将细绳 OC 对 O 点的拉力按其效果进行分解, 作出平行四边形如图 1-6 所示, 解平行四边形得 $F_B = F_C / \sin\theta = G / \sin\theta$ 。

③力的正交分解法

正交分解法用于研究物体受多个力作用而处于平衡状态的问题。正交分解法是将物体所受的力分解为相互垂直的两组力 F_x 、 F_y , 使之在 x 方向和 y 方向都成为同一直线上力的合成, 这样, 将矢量运算转化为代数运算, 共点力作用下物体的平衡条件 $\sum F = 0$ 可写成 $\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$ 。

(3) 用极限法分析平衡物体的临界问题

临界现象: 当某种物理现象变为另一种物理现象, 或物体从某种特性变为另一种特性时, 发生质的飞跃, 通常叫做临界状态。

极限分析法: 通过恰当地把某个物理量推向极端, 从而把比较隐蔽的临界现象露出来, 便于解答。

隔离法: 即将要研究的物体从系统中隔离出来。如果有几个物体连接在一起, 要求物体之间的相互作用力, 一般采用隔离法, 这样其他物体对这个物体的作用力是外力。

整体法: 即将系统作为一个整体来进行研究。在几个物体连接在一起时, 不要求物体之间的相互作用力时可采用整体法。

7. 力矩

高中物理主要以质点为研究对象, 讨论的主要是物体在共点力作用下的运动。但也涉及一些简单的转

动问题.例如通电线框在磁场中的转动以及交流电的产生等问题中.

(1)力臂

从转动轴到力的作用线的垂直距离叫力臂,用符号 L 表示力臂.

(2)力矩

力矩的概念:力 F 跟力臂 L 的乘积叫力对转动轴的力矩,用符号 M 表示力矩.

力矩的大小: $M = F \cdot L$.

力矩的单位:国际单位制中力矩的单位是 $\text{N} \cdot \text{m}$.

力矩的方向:力对某转动轴的力矩只可能有两种方向,一个是顺时针方向,一个是逆时针方向,为了表述方便,规定使物体逆时针转动的力矩为正,使物体顺时针方向转动的力矩为负.

(3)一般物体的平衡

共点力作用下物体的平衡条件是 $\sum F = 0$,有固定转动轴物体的平衡条件是 $\sum M = 0$,那么,一般物体的平衡条件应是 $\sum F = 0$ 且 $\sum M = 0$,因为只要有一个条件不满足,物体所处的状态就不是平衡态;若 $\sum F \neq 0$,则物体的加速度 $a \neq 0$,即不是平衡状态;若 $\sum M \neq 0$,则物体将加速转动,也不是平衡态.

求解一般物体的平衡问题时,一定要对物体的受力进行全面的分析,作受力示意图时,力的作用点、作用线要求准确,不能随意移动.求解过程中,先按共点力平衡条件列出平衡方程,再选定转动轴,按力矩平衡条件列出力矩平衡方程.选定转动轴时,尽可能使通过转动轴的力最多,因为过轴的力的力矩为零,这样可以使力矩的平衡方程尽可能简单,便于对方程的求解.

K 考题精析

选择题

例 1——(全国高考题)如图 1-7 所示, C 是水平地面, A 、 B 是两个长方体物块, F 是作用在物块 B 上沿水平方向的力,物体 A 和 B 以相同的速度做匀速直线运动,由此可知, A 、 B 间的动摩擦因数 μ_1 与 B 、 C 间的动摩擦因数 μ_2 有可能性是 ()

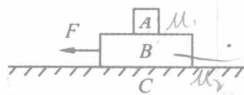


图 1-7

- A. $\mu_1 = 0, \mu_2 = 0$ B. $\mu_1 = 0, \mu_2 \neq 0$
C. $\mu_1 \neq 0, \mu_2 = 0$ D. $\mu_1 \neq 0, \mu_2 \neq 0$

精析——本题考查摩擦力与摩擦因数的关系.应先根据物体的受力及运动状态分析是否存在摩擦力,然后由产生摩擦力的条件判断摩擦因数的可能值.

研究 A 物体,由于 A 作匀速直线运动,又不受其他水平外力,则 A 不受 B 的摩擦力,但不受摩擦力并不说明接触面是光滑的,即不一定有 $\mu_1 = 0$,所以 μ_1 可能为 $\mu_1 = 0$ 或 $\mu_1 \neq 0$;研究 A 、 B 构成的系统,由于匀速直线运动,受到水平外力 F ,则 B 一定受到 C 的动摩擦力,且摩擦力的大小等于 F ,方向与 F 的方向相反,所以 B 、 C 接触面一定不光滑,即 $\mu_2 \neq 0$.

答案——BD

例 2——(全国高考题)在粗糙水平面上有一个

三角形木块 abc ,在它的两个粗糙斜面上分别放两个质量为 m_1 和 m_2 的木块, $m_1 > m_2$ 如图 1-8 所示,已知三角形木块和两物体都是静止的,则粗糙水平面对三角形木块 ()

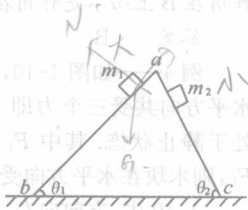


图 1-8

- A. 有摩擦力的作用,摩擦力的方向水平向右
B. 有摩擦力的作用,摩擦力的方向水平向左
C. 有摩擦力的作用,但摩擦力的方向不能确定,因为 m_1 、 m_2 、 θ_1 、 θ_2 的数值未给出
D. 以上说法都不对

精析——本题考查对摩擦力的分析,既可将各物体隔离研究,也可采用“整体分析法”进行研究.

隔离分析法:木块 m_1 受重力和三角形木块的作用力(弹力与摩擦力的合力)而静止,则此作用力与重力平衡,方向竖直向上,据牛顿第三定律, m_1 对三角形木块的作用力方向竖直向下.同理,木块 m_2 对三角形木块的作用力方向竖直向下.所以,三角形木块在水平面上无运动趋势,不受摩擦力作用.应选 D.

整体分析法:将 m_1 、 m_2 和三角形木块看成一个整体,它在水平方向上不受其他外力作用,又由于整体静止平衡,故水平面对三角形木块不存在摩擦力.

答案——D

例3——如图1-9所示,物体B的上表面呈水平,B上面放着物体A,当它们一起在F的作用下沿斜面匀速上升时,物体A的受力情况是 ()

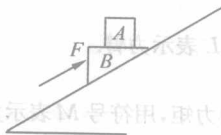


图1-9

- A. 只有重力
B. 有重力和支持力
C. 有重力、支持力、摩擦力
D. 有重力、支持力、摩擦力和推力F

精析——本题要求对物体A进行受力分析,应根据受力分析的合理步骤,并结合物体的运动状态进行。

取A为研究对象,它作匀速直线运动。首先是受到重力作用。其次,在A、B接触处由于重力的作用而相互挤压,发生弹性形变,所以A受到B的支持力。由于A、B一起匀速直线运动,A与B之间既无相对运动,也无相对运动趋势,所以A不受摩擦力。推力F是作用在B上而不是作用在A上。

答案——B

例4——如图1-10,一木块放在水平桌面上,在水平方向共受三个力即 F_1 、 F_2 和摩擦的作用,木块处于静止状态。其中 $F_1=10$ 牛、 $F_2=2$ 牛。若撤去 F_1 ,则木块在水平方向受到的合力为 ()

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

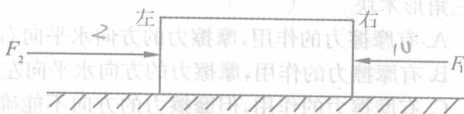


图1-10

精析——此例考查静摩擦力的大小和方向随外力的改变而发生变化,但静摩擦力有一个最大值,称作最大静摩擦力。其大小 $f_m=\mu N$ 。它与接触面材质和它的粗糙程度有关,还与物体间的正压力成正比。

由题意木块原处在静止状态,因此可知所受摩擦力为静摩擦力。由平衡条件合外力为零,此时的静摩擦力的大小等于8牛顿,方向向左。也进一步可知水平桌面作用于木块的最大静摩擦力大于或等于8牛顿。因此当撤去外力 F_1 后,木块在水平的方向所受到的外力 $F_2=2$ 牛顿,小于最大静摩擦力,因此木块仍保持静止,所以木块在水平方向受到的合外力为零。

选项D正确。

误选A项的考生错误认为木块在水平方向受到 F_1 、 F_2 和摩擦力三个外力作用而保持静止,那么当去掉其中的任一个,则剩下的两个外力的合力大小必等于去掉的那个外力的大小,只是方向相反。这个结论只有在去掉三个外力中的一个后,其他两个仍保持大小方向都不变的情况下才成立,而本题中的静摩擦力,在去掉 F_1 后,它要发生变化。

误选B项的考生错误认为去掉外力 F_1 后,摩擦力的方向改变大小不变。

误选C项的考生错误认为去掉外力 F_1 后,物体不受摩擦力的作用而造成。

答案——D

例5——把一重为G的物体,用一个水平的推力 $F=kt$ (k为恒量,t为时间)压在竖直的足够高的平整的墙上(图1-11)从 $t=0$ 开始物体所受的摩擦力f随t的变化关系是图1-12中的哪一个()

图1-11

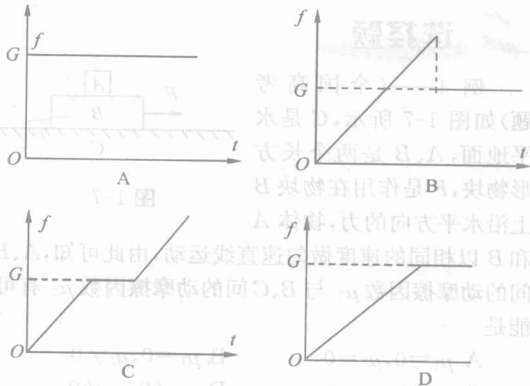


图1-12

精析——当墙面对物体的摩擦力 $f < G$ 时物体加速下滑,当 f 增大到等于 G 时物体下滑的加速度为零,达到最大值, $f > G$ 时,物体减速下滑,在上述过程中,物体受的摩擦力都是滑动摩擦力,其大小是: $f=\mu N=\mu f=Mkt$ 也就是说,在上述物理过程中 f 正比于 t ,是段过原点的直线。

当物体的速度减小为零后,物体静止,物体受的摩擦力是静摩擦力,根据平衡条件可知,静摩擦力的大小 $f=G$ 。

综上所述,正确的 $f-t$ 图像是第二个。

答案——B

例6——两个物体A和B,质量分别为M和m,用跨过定滑轮的轻绳相连,A静止水平地面上,如图1-13所示,不计摩擦,A对绳的作用力的大小与地面对A的作用力的大小分别为 ()

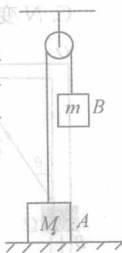


图 1-13

- A. $mg, (M-m)g$
B. mg, Mg
C. $(M-m)g, Mg$
D. $(M+m)g, (M-m)g$

精析——A对绳的作用力与绳对A的作用力为一对作用力与反作用力。由B的平衡可知绳的拉力为 mg ,由A的平衡知地面支持力为 $(M-m)g$ 。

本题重在理解作用力和反作用力的关系。力的平衡是本题求解时的一个关键点。

答案——B

例7——图1-14所示重物的质量为 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 ()

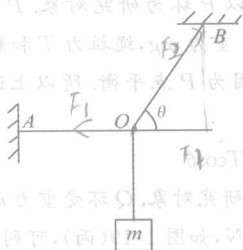


图 1-14

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

精析——力的平衡类问题的求解通常是两个切入点:

(1)采用正交分解法:建立坐标系的基本原则是使不在坐标轴上的力尽可能的少,则本题顺理成章地建立了水平、竖直坐标轴,把不在轴上的OB绳上的力分解,即可求得OB绳上的拉力为答案D。

(2)采用力合成的方法:有几个力同时作用在一个物体上,则其中的一个力必等于其他力的合力,且方向相反。我们通过动力学学习,可知一个物体在受到如图所示的OB绳作用力和重力时,这两个力的合力为 $mg \cot \theta$ (θ 为OB绳与水平方向的夹角;若 θ 为绳OB与竖直方向的夹角,则这两个力的合力为 $mg \tan \theta$)。

在这种情况下,所产生的加速度为 $g \cot \theta$,而本物体的加速度为0,则OA绳沿水平方向拉力必等于 $mg \cot \theta$ 。三力平衡时,任两个力的合力与第三个力是平衡力的关系。

答案——B

例8——将一个大小为 F 的力分解为两个力(如图1-15),已知其中一个分力 F_1 的方向与 F 成 60° 角, F_2 大小和方向不受限制,当另一个分力 F_2 为最小值时, F_1 的大小为 ()

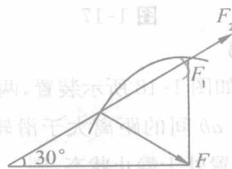


图 1-15

- A. F B. $\frac{\sqrt{3}}{2}F$ C. $\frac{1}{2}F$ D. $\sqrt{3}F$

精析——本题已知合力的大小和一个分力的方向,要求另一个分力的大小,由于分力与合力的关系一定构成闭合三角形,所以,可作出力的三角形后进行分析计算。

依题意作出三角形如图

图 1-16

1-16所示,当 F_2 与 F_1 垂直时, F_2 有最小值,此时, F_1 的大小为: $F_1 = F \cos 60^\circ = \frac{F}{2}$ 。

答案——C

例9——三个互为 120° 角的力,大小分别为20N、40N、60N,作用于物体上的同一点,那么,物体所受的合力大小为_____方向与60N力的夹角为_____ ()

- A. 60N、 30° B. $20\sqrt{3}$ N、 30°
C. $20\sqrt{3}$ N、 60° D. 20N、 45°

精析——互成 120° 角的三个力,如果大小相等,由于对称性,其合力大小为零。先采用分解的方法,获得一组大小相等、互成 120° 角的力,从而使本题的求解变得简单。

将20N的力分解为40N和反向的20N的两个分力,将60N的力分解为20N和40N的两个分力,如图1-17所示。这样,三个大小为40N的力其合力为零。剩下两个大小为20N、夹角为 60° 的力合成,由几何关系得合力的大小为 $F = 20\sqrt{3}$ N,方向与原来60N的力夹角是 30° 。

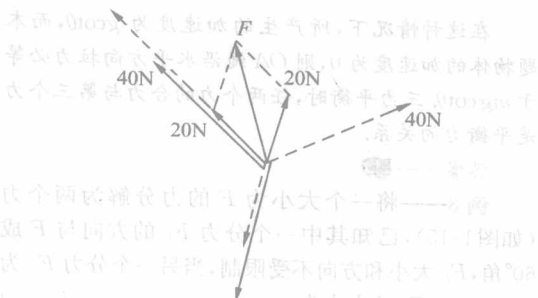


图 1-17

答案——B

例 10——如图 1-18 所示装置,两物体质量分别为 m_1 、 m_2 ,悬点 ab 间的距离大于滑轮的直径,不计一切摩擦,若装置处于静止状态,则 ()

- A. m_2 可以大于 m_1 B. m_2 一定大于 $\frac{m_1}{2}$
C. m_2 可能等于 $\frac{m_1}{2}$ D. θ_1 一定等于 θ_2

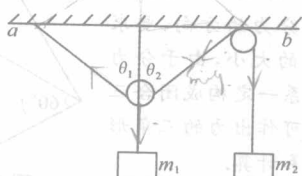


图 1-18

精析——因为 m_1 是悬挂在定滑轮上,绳子中张力 T 相等,绳子中张力沿水平方向的分量相等,所以 θ_1 一定等于 θ_2 ,D 对。对滑轮进行受力分析,由于绳子中张力只能沿绳子方向,不是竖直向上,所以 $T > m_1 g/2$ 。再对 m_2 进行受力分析,得 $T = m_2 g$ 。对两式进行比较知 B 对 C 错。进行受力分析知, $\theta_1, \theta_2 > 60^\circ$,便有 $T > m_1 g$,即 m_2 可以大于 m_1 ,A 对。

答案——ABD

例 11——有一直角支架 AOB,水平放置,表面粗糙,OB 竖直向上,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忽略、不可伸长的细绳相连,并在某一位置平衡,如图 1-19 甲所示。现将 P 环向左移一小段距离,两环再次达到平衡,那么将移走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 的变化情况是 ()

- A. N 不变, T 变大 B. N 不变, T 变小

C. N 变大, T 变小

D. N 变大, T 变大

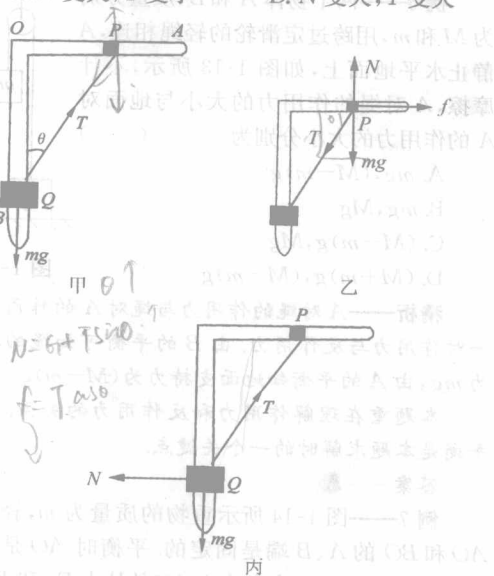


图 1-19

精析——以 P 环为研究对象。P 点小环受 AO 杆的支持力 N 、重力 mg 、绳拉力 T 和静摩擦力 f 。如图 1-19(乙)。因为 P 点平衡,所以上述各力合力为 0,可列出

$$N = mg + T \cos \theta \quad ①$$

以 Q 环为研究对象。Q 环受重力 mg 、拉力 T 和向左的支持力 N ,如图 1-19(丙),可列出

$$mg = T \cos \theta \quad ②$$

综合①、②可得 $N = 2mg$ 。可见 N 与 T 及 θ 角无关,所以 N 不变。反过来看①式

$N = mg + T \cos \theta$, P 球向左,则 θ 变小, $\cos \theta$ 变大,为了保持 N 不变,则 $T \cos \theta$ 应不变,所以 T 随 θ 减小而减小,故答案为 B。

答案——B

例 12——如图 1-20 所示,质量为 m 的物体,放置在水平传送带上,物体与传送带间的动摩擦因数为 μ ,当物体与传送带一起匀速运动时,物体所受的摩擦力大小为 _____;当传送带突然减速,物体相对传送带滑动时,物体所受的摩擦力大小为 ()

- A. $\frac{1}{2} \mu mg, \mu mg$ B. $0, \frac{1}{2} \mu mg$
C. $\mu mg, \mu mg$ D. $0, \mu mg$

精析——本题要求确定摩擦力的大小。为此,应



图 1-20

先明确是静摩擦力还是滑动摩擦力,才能选择正确的依据进行计算。

当物体与传送带一起匀速运动时,由于物体与传送带之间没有相对运动,则不可能有滑动摩擦力,又由于是匀速运动,则物体不会受到皮带的摩擦力,即此时的摩擦力大小为 $f_1 = 0$ 。当传送带突然减速时,物体相对皮带滑动,此时物体受到滑动摩擦力,大小为 $f_2 = \mu N = \mu mg$ 。

答案

例 13——如图 1-21 所示,固定在水平面上的光滑半球,球心 O 的正上方固定一个小定滑轮,细绳一端拴一小球,小球置于半球面上的 A 点,另一端绕过定滑轮,如图所示。今缓慢拉绳使小球从 A 点滑到半球顶点,则此过程中,小球对半球的压力大小 N 及细绳的拉力 T 大小的变化情况是 ()

- A. N 变大, T 变大
C. N 不变, T 变小

- B. N 变小, T 变大
D. N 变大, T 变小

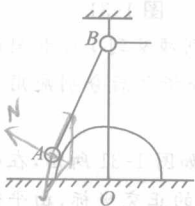


图 1-21

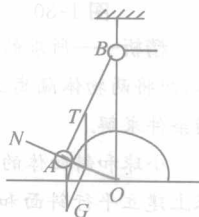


图 1-22

精析——小球受力如图 1-22, T 、 N 、 G 构成一封闭三角形。

由图可见, $\triangle AOB \sim \triangle ANT$

$$\therefore T/AB = N/OA = G/OB$$

$$T = G \times AB/OB$$

$$N = G \times OA/OB$$

AB 变短, OB 不变, OA 不变,故 T 变小, N 不变。

答案——C

例 14——如图 1-23 所示,甲带正电,乙是不带电的绝缘物块。甲、乙叠放在一起置于粗糙的水平板上,空间有垂直纸面向里的匀强磁场,用水平恒力

拉乙物块,使甲、乙无相对滑动一起向左加速运动,在加速阶段

- A. 甲、乙两物块间的摩擦力不断增大
B. 甲、乙两物块间的摩擦力不断减小
C. 甲、乙两物块间的摩擦力大小不变
D. 乙物块与地面间的摩擦力不断增大

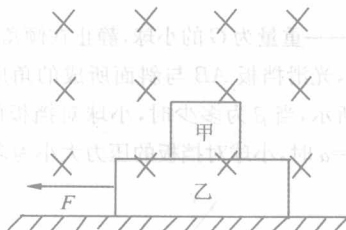


图 1-23

精析——甲带正电向左加速运动,据左手定则,甲受到的洛伦兹力方向竖直向下;根据 $f = qvB$ 可知,甲做加速运动时受到的洛伦兹力也跟着增大。所以地面对甲乙整体的支持力增大,乙物块与地面间的摩擦力不断增大。D 对。由于地面对乙的摩擦力方向向右,与 F 方向相反,所以合外力不断变小,甲乙整体的加速度不断变小,乙对甲的摩擦力不断减小。B 对。

答案——D

非选择题

例 1——如图 1-24 所示,长为 5m 的细绳的两端分别系于竖立于地面上相距 4m 的两杆顶端 A 、 B 。绳上挂一个轻质光滑挂钩,其下挂有一个重为 12N 的物体,平衡时绳中张力多大?

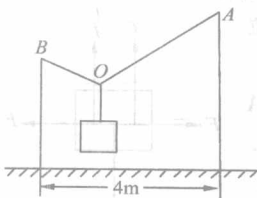


图 1-24

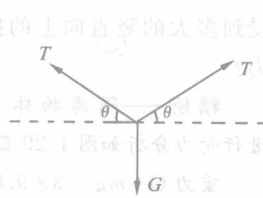


图 1-25

精析——三根细绳的结点在三个张力作用下平衡。作出受力分析图后的应用平衡条件求解。

结点的受力如图 1-25 所示,由于 OA 和 OB 是同一根细绳,所以张力相等,设为 T ,根据水平方向

的平衡条件知,张力 T 与水平方向的夹角相等,设为 θ ,设 OB 长为 x 由几何关系和题设条件得

$$x \cos \theta + (5-x) \cos \theta = 4,$$

$$\text{解得 } \cos \theta = 0.8, \sin \theta = 0.6.$$

在竖直方向上由平衡条件得 $2T \sin \theta = G$, 所以 $T = \frac{G}{2 \sin \theta} = 10 \text{ N}$.

例 2——重量为 G 的小球,静止在倾角为 α 的光滑斜面上,光滑挡板 AB 与斜面所成的角度为 β ,如图 1-26 所示,当 β 为多少时,小球对挡板的压力最小?当 $\beta = \alpha$ 时,小球对挡板的压力大小为多少?

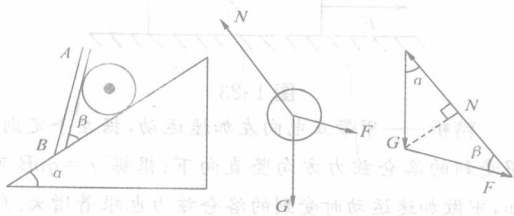


图 1-26

图 1-27

精析——对圆柱体进行受力分析,如图 1-27 所示.重力 G 竖直向下,垂直于斜面的支持力 N .

垂直于挡板的压力 F ,由三角形法则可以判断当 F 与 N 垂直时有最小值.此时 β 为 90° .

当 $\beta = \alpha$ 时, $F = G$ 等腰三角形.

例 3——如图 1-28 甲所示,在两块固定木板间,夹着质量为 3 kg 的木块 A ,所加压力为 50 N ,木块和木板间的动摩擦因数为 0.4 .问:木块 A 受哪几个力的作用?大小如何?若要使木块 A 匀速向上运动,则 A 物体应受到多大的竖直向上的拉力?

精析——隔离物体 A 进行受力分析如图 1-29 乙.

$$\text{重力 } G = mg = 3 \times 9.8 = 29.4 \text{ N}$$

木板对 A 向上的静摩擦力 f

$$f = \frac{G}{2} = 14.7 \text{ N}$$

木板对 A 的压力 F

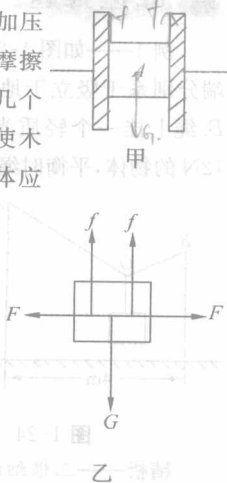


图 1-28

$$F = 50 \text{ N}$$

当木板 A 匀速向上运动时,木板对 A 的滑动摩擦 F 力竖直向下

$$f = \mu N = 0.4 \times 50 = 20 \text{ N}$$

设竖直向上的拉力为 F' 由力的平衡可知

$$F' = 2f + G = 2 \times 20 + 29.4 = 69.4 \text{ N}$$

例 4——如图 1-30 所示,把一个质量为 M 的斜面体放在粗糙的水平面上,斜面光滑与水平面夹角 $\alpha = 30^\circ$,用一根细线吊一个质量为 m 的小球放在斜面上,细线与竖直方向夹角 $\beta = 30^\circ$,求整个系统静止时细线对小球的拉力和水平面对斜面体的摩擦力的大小和方向.

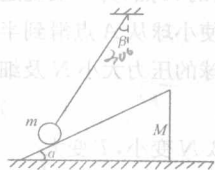


图 1-30

图 1-31

精析——所求的两个力分别涉及到小球和斜面体,应将两物体隔离进行受力分析之后分别应用平衡条件求解.

小球和斜面体的受力情况如图 1-31 所示,在小球上建立平行斜面和垂直斜面的正交坐标,由平衡条件得:

$$T \cos 30^\circ = mg \sin 30^\circ,$$

$$N_1 + T \sin 30^\circ = mg \cos 30^\circ.$$

$$\text{解得 } T_1 = \sqrt{3}mg/3, N_1 = \sqrt{3}mg/3.$$

由牛顿第三定律得 $N'_1 = N_1 = \sqrt{3}mg/3$.

对斜面体由平衡条件得地面对它的摩擦力大小为:

$$f = N'_1 \sin 30^\circ = \sqrt{3}mg/6,$$

摩擦力的方向水平向右.

例 5——如图 1-32,重为 60 N 的物体,放在粗糙水平面上,现施加一个与水平方向成 $\alpha = 53^\circ$ 的拉力 F 作用,试画出物体所受摩擦力 f 随 F 逐渐增大而变化的图像.已知 $\mu = 0.5$,最大静摩擦力,等于滑动

摩擦力, $\sin 53^\circ = 0.8$.

精析——当 F 较小时, 物体保持静止, 根据平衡条件所受静摩擦力 $f_{\text{静}} = F \cos \alpha$. 可见, 静摩擦力 f 与拉力 F 成正比.

图 1-32

当 F 较大时, 物体在相对滑动, 根据滑动摩擦力特点所受滑动摩擦力 $f_{\text{滑}} = \mu(G - F \sin \alpha)$.

可见, 其图像仍是一条直线.

物体将要滑动而没有滑动时有 $F \cos \alpha = \mu(G - F \sin \alpha)$, 代入数值可得, $F = 30(\text{N})$ 即图像中 a 点. 当 $N = G - F \sin \alpha = 0$ 时, 物体将要离开水平面, 这时 $f_{\text{滑}} = 0$, 即图像中的 b 点. 图像如图 1-33 所示.

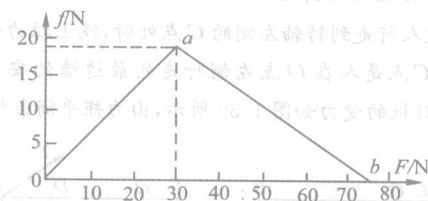


图 1-33

思维亮点——静摩擦力的大小只能根据平衡条件或牛顿运动定律来求解, 一般不随正压力减小而减小, 只是最大静摩擦力随正压力减小才减小. 滑动摩擦力的大小与正压力成正比, 只有在匀速运动时, 才能根据平衡条件求解. 也可以在变速运动中由牛顿运动定律来求解.

例 6——质量为 m 的物体放在倾角为 $\theta = 45^\circ$ 的斜面上, 物体与斜面间的动摩擦因数 $\mu = 0.5$, 一力 F_1



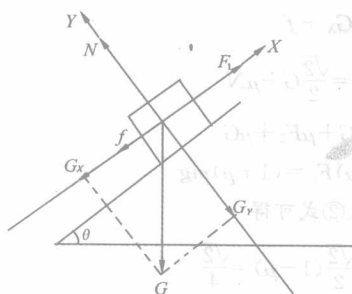
图 1-34

沿斜面向上作用于物体, 另一力 F_2 沿水平方向作用于该物体, 两力均能使该物体沿斜面匀速上滑, 如图 1-34 所示, 求 F_1 与 F_2 的比值.

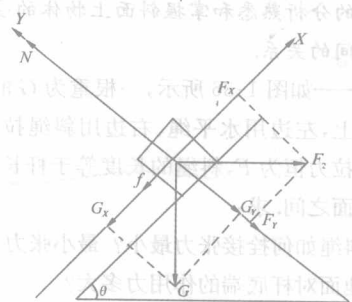
精析——在图 1-35 甲图斜面上的物体受到重力 G , 沿斜面向上作用力 F_1 , 支持力 N , 沿斜面向下的滑动摩擦力 f . 建坐标分解重力 G .

$$G_x = \frac{\sqrt{2}}{2}G \quad G_y = \frac{\sqrt{2}}{2}G$$

$$\text{在 } Y \text{ 方向上, } N = G_y = \frac{\sqrt{2}}{2}G$$



甲



乙

图 1-35

在 X 方向上

$$\begin{aligned} F_1 &= f + G_x = \mu N + \frac{\sqrt{2}}{2}G \\ &= \mu \frac{\sqrt{2}}{2}G + \frac{\sqrt{2}}{2}G = \frac{\sqrt{2}}{2}mg(\mu + 1) \end{aligned} \quad ①$$

在图 1-35 乙图中斜面上的物体受到重力 G , 水平推力 F_2 , 支持力 N , 沿斜面向下的摩擦力 f .

分解推力 F_2

$$F_x = \frac{\sqrt{2}}{2}F_2$$

$$F_y = \frac{\sqrt{2}}{2}F_2$$

分解重力 G

$$G_x = \frac{\sqrt{2}}{2}G$$

$$G_y = \frac{\sqrt{2}}{2}G$$

$$\text{在 } Y \text{ 方向上, 受力平衡 } N = F_y + G_y = \frac{\sqrt{2}}{2}F_2 + \frac{\sqrt{2}}{2}G$$

在 X 方向上, 受力平衡.

$$F_X = G_X + f$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} F_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} G + \mu N$$

$$F_2 = G + \mu F_2 + \mu G$$

$$(1 - \mu) F_2 = (1 + \mu) mg$$

由①、②式可得

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\sqrt{2}}{2} (1 - \mu) = \frac{\sqrt{2}}{4}$$

点评:受力分析是解分析力学问题的第一步,通过此例题的分析熟悉和掌握斜面上物体的受力及其各个力之间的关系。

例7——如图1-36所示,一根重为 G 的直杆竖立在地面上,左边用水平绳、右边用斜绳拉住不动,水平绳的拉力恒为 F ,斜绳的长度等于杆长,并且拴在杆和地面之间,求:

(1)斜绳如何拴接张力最小?最小张力为多少?

(2)地面对杆底端的作用力多大?



图 1-36

图 1-37

精析——由于斜绳BC长度限定等于杆长,那么,B端拴接的位置变化,C端拴接在地面上的位置也将随之变化,可以用斜绳与杆之间的夹角 α 来说明拴接的位置。对杆分析受力后应用平衡条件进行分析。

(1)直杆的受力如图1-38所示:重力 G ,地面支持力 N ,地面施的摩擦力 f ,水平绳拉力 F ,斜绳拉力 T 。取D端为转轴,应用力矩平衡条件得 $F \cdot L = TL \cos \alpha \sin \alpha$ 。

式中 L 为杆和斜绳长度,解得

$$T = \frac{F}{\cos \alpha \sin \alpha} = \frac{2F}{\sin 2\alpha}$$

当 $\alpha = 45^\circ$ 时, T 有最小值,即斜绳拴接后与杆的夹角 45° 时,拉力有最小值 $T = 2F$ 。

(2)对杆应用合外力为零的条件得

$$N = G + T \cos \alpha = G + \sqrt{2} F,$$

$f = T \sin \alpha - F = (\sqrt{2} - 1) F$ 。所以地面对D端的作用力大小为

$$Z = \sqrt{N^2 + f^2} = \sqrt{(G + \sqrt{2} F)^2 + (\sqrt{2} - 1)^2 F^2}.$$

例8——如图1-38所示,均匀木板重为200N,长为 $AB = 12\text{m}$,O点通过铰链支起,B端用细绳拴住,OA = 3m,AB呈水平,细绳与板间夹角为 30° ,细绳能承受

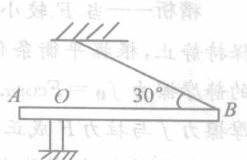


图 1-38

的最大拉力为200N。求重为600N的人在板上能安全行走的范围。

精析——所谓人能安全行走,即人在板上时,板不绕转动轴O发生转动而保持平衡状态,所以,应以板为研究对象,应用有固定转动轴物体的平衡条件分析。

设人行走到转轴左侧的C点处时,绳上拉力恰为零,则C点是人在O点左侧行走的最边缘的安全位置,此时板的受力如图1-39所示,由力矩平衡条件得

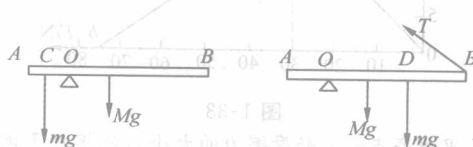


图 1-39

图 1-40

$$mg \cdot OC = Mg \left(\frac{AB}{2} - OA \right),$$

代入数据解得 $OC = 1\text{m}$ 。

设人行走到转轴右侧的D点时,绳上拉力为200N,则D点是人在O点右侧行走的最边缘的安全位置,此时板的受图如图1-40所示,由力矩平衡条件得

$$T \cdot OB \sin 30^\circ = mg \cdot OD + Mg \left(\frac{AB}{2} - OA \right),$$

代入数据解得 $OD = 0.5\text{m}$ 。

即人在板上能安全行走的范围是:转轴左侧的1m到转轴右侧的0.5m之间。

例9——如图1-41

所示,长为 L 、重为 G 的均匀直棒OA可绕O点无摩擦转动,直棒靠在高度为 d 的长方体上,支在B处,长方体静置于水平地面上。问:OB多长时棒对长

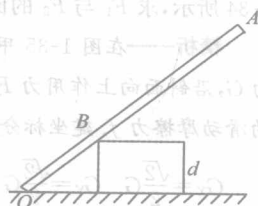


图 1-41