

启东大提速

高中物理

gao zhong wu li

本册主编 王健浩



黑龙江
朝鲜民族出版社

图书在版编目(CIP)数据

启东大提速. 高中物理/盛焕华主编;王建浩等编. 牡丹江:黑龙江朝鲜民族出版社,
2003.7

ISBN 7-5389-1128-6

I. 启... II. ①盛...②王... III. 物理课-高中-教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 028934 号

书 名/ 启东大提速 高中物理

编 者/ 王建浩 崔伟健 等

责任编辑/ 全成光

责任校对/ 王 徽 安佰名

出版发行/ 黑龙江朝鲜民族出版社

印 刷/ 牡丹江书刊印刷厂

开 本/ 787×1092 1/16

印 张/ 16.75

字 数/ 460 千字

版 次/ 2003 年 7 月第 1 版

印 次/ 2003 年 7 月第 1 次印刷

印 数/ 1-8 000 册

书 号/ ISBN 7-5389-1128-6/G·303

定 价/ 18.50 元

(如印装质量有问题,请与本社发行部联系调换)

清华北大不是梦，名师助你跃龙门！

——《启东大提速》丛书序

应试就是解题。学生的学习能力说到底就是解题能力。学生的解题能力不是靠教师“讲”出来的，而是靠学生“练”出来的。

常常听学生说，上课听得懂，作业也会做，可是一考试就砸锅。分析其原因，在于学生缺乏一定量的由例题、普通作业到考试题之间的举一反三式的强化训练。

在新教材、新大纲、新课标、新《考试说明》接连出台，林林总总的辅导材料让人眼花缭乱之时，能不能有一套去掉“花拳绣腿”，强调“少说多做”，以“金题”来诠释，以“银题”来感知，以“训练”来提高应试解题能力的新教辅呢？经过较长时间的研究与精心策划，我们的这套《启东大提速》丛书终于和广大学子见面了。这套丛书集中了江苏省启东市重点中学一线教师的集体智慧和多年的教学经验，在编写上体现了以下几种鲜明的特点：

1. **恰当的试题定位：**注重对试题所关联的考点、题型的再巩固与逐步提高，是运用性练习，是不断向考试要求全真模拟、靠近的反复训练。

2. **明确的使用功能：**每个考点均配有极其典型的“金题”，而每道“金题”都对应三道“银题”。这种“举一反三”式的训练目的就是要解决“为什么听懂了例题却不会解题，不会考试”的普遍问题，故每组练习不是停留在同一层次上的机械重复，而是由双基题——能力题——应用型、开放型、创新型、综合型试题的由低到高的不断递进的训练。

3. **翔实的解题提示：**出示各道试题的详细的“解”、“析”和答案，在解析过程中重思路的点拨，做到对试题进行“精到分析”，让学生了解试题的命题意图，分析最佳切入点、解题关键和技巧，通过提醒审题注意点，点拨解题方法，揭示解题思路，指出“错解”的原因。

《启东大提速》丛书为广大面临中考、高考的学生构建了一个科学、严密而完整的解题训练体系。这套涵盖新中考、高考主要考点和重点题型的解题手册将使你心明眼亮，轻松闯关。

冲刺清华北大，我们助你全面提速！

《启东大提速》编委会

目 录

第一编 考点搜索

第一章 力、物体的平衡	(1)
教纲要求	(1)
举一反三	(1)
第二章 直线运动	(17)
教纲要求	(17)
举一反三	(17)
第三章 牛顿定律	(27)
教纲要求	(27)
举一反三	(27)
第四章 曲线运动、万有引力	(42)
教纲要求	(42)
举一反三	(42)
第五章 动 量	(57)
教纲要求	(57)
举一反三	(57)
第六章 机械能	(73)
教纲要求	(73)
举一反三	(73)
第七章 振动和波	(92)
教纲要求	(92)
举一反三	(92)
第八章 分子动理论、热和功	(104)
教纲要求	(104)
举一反三	(104)
第九章 电 场	(108)
教纲要求	(108)
举一反三	(108)
第十章 恒定电流	(129)
教纲要求	(129)
举一反三	(129)
第十一章 磁 场	(151)
教纲要求	(151)

举一反三	(151)
第十二章 电磁感应	(178)
教纲要求	(178)
举一反三	(178)
第十三章 交变电流、电磁振荡和电磁波	(204)
教纲要求	(204)
举一反三	(204)
第十四章 光 学	(215)
教纲要求	(215)
举一反三	(215)
第十五章 原子和原子核	(222)
教纲要求	(222)
举一反三	(222)

第二编 专题讲座

专题一 力和运动	(226)
教纲要求	(226)
举一反三	(226)
专题二 动量和能量	(235)
教纲要求	(235)
举一反三	(236)
专题三 静电场与力学规律	(245)
教纲要求	(245)
举一反三	(245)
专题四 电磁感应与力学规律	(253)
教纲要求	(253)
举一反三	(253)

第一章

力、物体的平衡

教 纲 要 求

内 容	要 求	说 明
1. 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. 力的合成和分解.	B	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. * 对各部分知识内容要求掌握的程度,在“知识内容表”中用字母 A、B 标出. A、B 的含义如下:
2. 形变和弹力. 胡克定律.	B	A. 对所列知识要知道其内容及含义,并能在有关问题中识别和直接使用它们.
3. 静摩擦. 最大静摩擦力.	A	
4. 滑动摩擦. 滑动摩擦定律.	B	B. 对所列知识要理解其确切含义及与其他知识的联系,能够进行叙述和解释,并能在实际问题的分析、综合、推理和判断等过程中运用.
5. 共点力作用下物体的平衡	B	

举 一 反 三

考点 1 重力、弹力、摩擦力

【金题 1】 关于摩擦力,下列说法中正确的是 ()

A. 摩擦力可能是动力

B. 摩擦力的方向总是和物体运动方向相反

C. 摩擦力总是阻碍物体间的相对运动

D. 摩擦力跟物体重力成正比

解析:如果把物体放在粗糙水平地面上滑动,摩擦力就是阻力;如果把物体放在粗糙的传送带一起作加速运动,物体受到的摩擦力就是动力. 摩擦力可能是阻力,也可能是动力. 所以选项 A 正确.

摩擦力的方向总是与物体相对运动方向相反,而不是与运动方向相反. 故选项 B 错误.

摩擦力总是阻碍物体间的相对运动,而不是阻碍物体运动,这句话是正确的. 所以选项 C 正确.

滑动摩擦力、最大静摩擦力的大小都与正压力成正比,不一定与重力成正比. 故选项 D 错误.

答案: A、C.

判定相对运动时应以这个摩擦力的施力物体为参考系,而不能以地球为参考系.

►银题 1 某人用 56 N 的力沿斜面方向上推一个放在粗糙斜面上的物体,物体重 200 N,斜面倾角为 30° ,物体与斜面间动摩擦因数 $\mu = 0.3$,则物体受到的摩擦力是 ()

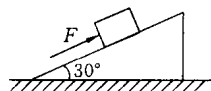
A. 34.6 N

B. 40 N

C. 44 N

D. 100 N

要确定物体受到的摩擦力,先要判断物体是静止在斜面上,还是沿斜面运动. 所以,首先要分析物体在斜面方向上的受力情况.



解析:物体的重力沿斜面向下的分力为: $F_1 = 200 \sin 30^\circ = 100 \text{ N}$.

若物体沿斜面滑动,所受滑动摩擦力 $f = 0.3 \times 200 \times \cos 30^\circ = 51.9 \text{ N}$,

推力 $F = 56 \text{ N}$ 与 $F_1 = 100 \text{ N}$ 的合力 $F' = F_1 - F = 100 \text{ N} - 56 \text{ N} = 44 \text{ N}$ (方向沿斜面向下). 由于 $F' < f$, 所以, 物体是静止的, 物体受到的静摩擦力为

$$f_{\text{静}} = F_1 - F = 100 \text{ N} - 56 \text{ N} = 44 \text{ N}.$$

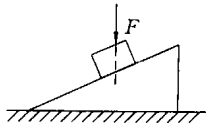
答案:C.

$f = \mu N$ 是滑动摩擦力的计算公式. 静摩擦力的大小是可变的. 它的大小要由物体的平衡条件去求出, 切不可不问条件就用公式 $f = \mu N$ 求静摩擦力.

►银题2 某物体恰能静止在斜面上, 当用一个竖直向下的力作用在物体上时(通过重心)则 ()

- A. 物体对斜面的正压力增加
- B. 物体可能会开始下滑
- C. 物体所受的摩擦力一定增加
- D. 物体所受摩擦力不变

读题时应抓住这些关键词, 理解它的含义.



解析: 物体恰能静止在斜面上, 表明物体重力沿斜面向下的分力正好等于物体受的沿斜面向上的最大静摩擦力. 当物体受竖直向下作用力时, 物体对斜面的正压力增加, 所以选项 A 正确.

在 F 作用下, 正压力增大, 最大静摩擦力也增大, 物体受到的沿斜面向下的力增大. 因满足物体在斜面方向上受到的合力为零, 所以, 物体不会下滑. 选项 C 正确.

答案:A、C.

作出物体的受力图就能发现加上 F 相当于 G 增大, 所以物体不会下滑. 同理, 匀速运动也不会变为加速运动.

本题可将作用力 F 改为用另一物体压在物块上, 与本题完全一样, 还可以改为紧靠物块放上另一物体, 同学们可自己分析.

►银题3 如图所示, 位于斜面上的物块 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 ()

- 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

解析: 由于物体静止不动, 所以受到的合力为零.

若 F 小于重力沿斜面方向的分力, 这时静摩擦力方向沿斜面向上, 故选项 A 正确.

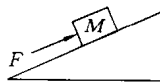
若 F 大于重力沿斜面方向的分力, 则静摩擦力方向沿斜面向下, 故选项 B 也正确.

当 F 等于重力沿斜面方向的分力, 这时静摩擦力为零. 故选项 C 也是正确的.

若在(A)的情况中, F 正好等于重力沿斜面方向的分力的一半, 则静摩擦力的大小就等于 F . 故选项 D 也正确.

答案:A、B、C、D.

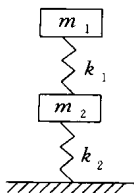
点评: 静摩擦力的作用就是保持物体静止(平衡), 其大小在零到最大值之间可变, 其方向也是可变的, 由 $f = \mu N$ 求出的值为最大静摩擦力, 而不是静摩擦力. 静摩擦力的大小只能由物体的平衡条件求出.



在分析摩擦力的方向、大小时, 要结合物体的运动状态这一点很重要. 在垂直于斜面方向上, 物体受的支持力和重力的分力相互平衡. 因此, 只需分析沿斜面方向物块受力情况.

【金题2】 如图所示, 两木块质量分别为 m_1 和 m_2 , 两轻质弹簧的劲度系数分别为 k_1 和 k_2 , 上面木块压在上面弹簧上(但不拴接), 整个系统处于平衡状态. 现缓慢向上提上面木块, 直到它离开上面弹簧, 在这过程中下面木块移动的距离为 ()

- A. $\frac{m_1 g}{k_1}$
- B. $\frac{m_2 g}{k_1}$
- C. $\frac{m_1 g}{k_2}$
- D. $\frac{m_2 g}{k_2}$



解析:由于系统处于平衡状态,下面弹簧的压缩量为 $\frac{(m_1+m_2)g}{k_2}$,上

面木块刚离开弹簧时,下面弹簧压缩量为 $\frac{m_2g}{k_2}$,则下面木块移动的距离

$$\text{为 } \frac{(m_1+m_2)g}{k_2} - \frac{m_2g}{k_2} = \frac{m_1g}{k_2}.$$

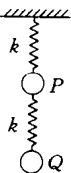
答案:C.

弹簧所受的力指的是
弹簧一端所受的力。
解题的关键在于对弹
簧进行受力分析。

►银题1 两根不计重量的弹簧,原长都是 80 cm,劲度系数 $k=9.8 \text{ N/m}$ 。如图所示, P 、 Q 是两个质量相等的小球,测得悬挂后弹簧总长为 190 cm,则每个球的质量是_____。

解析:设上面弹簧的形变量为 x_1 ,下面弹簧的形变量为 x_2 ,受重力和弹簧拉力,根据二力平衡和胡克定律

解此题要分别对每个小球进行受力分析,应用共点力的平衡条件和胡克定律来求解。



$$\text{对 } Q \text{ 有: } kx_2 = mg \quad ①$$

$$\text{对 } P \text{ 有: } kx_1 = mg + mg = 2mg \quad ②$$

$$①+② \text{ 得 } k(x_1+x_2) = 3mg$$

$$\therefore m = \frac{k(x_1+x_2)}{3g}$$

$$= \frac{9.8 \times (190 - 2 \times 80) \times 10^{-2}}{3 \times 9.8} \text{ kg}$$

$$= 0.1 \text{ kg}.$$

上面弹簧拉力 kx_1 ,
重力 mg 和下面弹簧
拉力 $kx_2 = mg$

►银题2 图中 a, b, c 为三个物块, M, N 为两个轻质弹簧, R 为跨光滑定滑轮的轻绳,它们连接如图并处于平衡状态

- A. 有可能 N 处于拉伸状态而 M 处于压缩状态
- B. 有可能 N 处于压缩状态而 M 处于拉伸状态
- C. 有可能 N 处于不伸不缩状态而 M 处于拉伸状态
- D. 有可能 N 处于拉伸状态而 M 处于不伸不缩状态

解析:设弹簧 N 对 A 的拉力为 T ,则 T 的取值范围为 $0 \leq T \leq G_A + G_B$

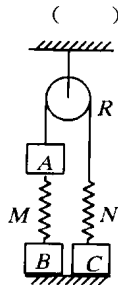
若 $T=0$,则 N 处于不伸不缩状态,而 M 处于压缩状态,所以 C 错

若 $T=G_A$,则 N 处于拉伸状态,而 M 处于不伸不缩状态,所以 D 正确

若 $0 < T < G_A$,则 N 处于拉伸状态而 M 处于压缩状态,所以 A 正确

又 N 不可能被压缩 故 B 错。

答案:A、D.



►银题3 一个量程为 1 000 N 的旧弹簧秤,因原弹簧损坏,另换一新弹簧.不挂重物时,读数是 10 N.挂 1 000 N,时读数为 810 N,则更换弹簧后该弹簧秤的量程是_____ N.

解析:当所挂重物 $G_1=1\,000 \text{ N}$ 时,新弹簧的形变量是

$$x_1 = 810 - 10 = 800 (\text{格})$$

设所挂重物 G_2 时弹簧秤满刻度,则

$$x_2 = 1000 - 10 = 990 (\text{格})$$

$$\text{由 } k = \frac{F}{x} \text{ 知 } \frac{G_1}{G_2} = \frac{\Delta L_1}{\Delta L_2}$$

$$\text{即: } \frac{1\,000}{G_2} = \frac{800}{990} \therefore G_2 = 1\,237.5 \text{ N}$$

本题实际上是要求对
弹簧秤进行重新标
度。“量程”是指满刻
度时的读数。

所以,弹簧秤的量程是 $0 \sim 1237.5 \text{ N}$.

点评:胡克定律的应用并不困难,关键是要理解“在弹性限度内,弹力与形变量成正比”.分析清楚弹簧的受力和产生的形变是解题的关键.

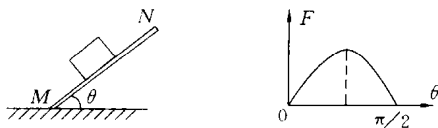
【金题 3】 如图所示,物体放在粗糙的较长木板上,木板可以绕 M 端自由转动,若将其 N 端缓慢地抬起,木板与水平面的夹角为 θ ,物体所受木板的摩擦力为 f ,试说明物体所受摩擦力的大小 f 随 θ 角的变化情况.(设物体所受的最大静摩擦力跟同样条件下的滑动摩擦力相等)

解析:物体滑动前在沿斜面方向上合力应为零.

$$\therefore f_1 = mg \sin \theta \quad \text{增大至最大静摩擦力}$$

$$\text{开始滑动后, } f_1 = \mu N = \mu mg \cos \theta$$

得 $f-\theta$ 图像如图.



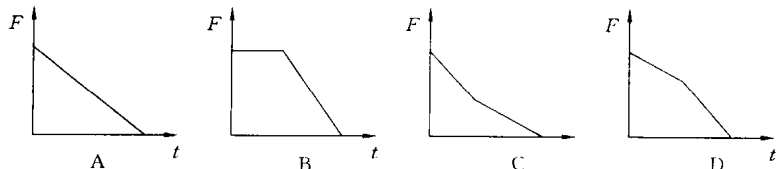
银题 1 某人推着自行车前进时,地面对前轮的摩擦力为 f_1 ,对后轮的摩擦力为 f_2 .此人骑着自行车前进时,地面对前轮的摩擦力为 f_3 ,对后轮的摩擦力为 f_4 .以下说法中正确的是 ()

- A. f_1 与前进方向相同 B. f_2 与前进方向相同
C. f_3 与前进方向相同 D. f_4 与前进方向相同

解析:推车前进时,前后轮所受摩擦力均向后.骑车前进时前轮受地面阻力向后,后轮由传动机构带动受到地面的阻碍,所以后轮受地面摩擦力方向向前.

答案:D.

银题 2 如图所示,用外力 F 把一个重为 G 的物体压在粗糙的竖直墙上,开始时物体静止,现逐渐减小 F ,则下列各图中哪个可表示物体所受摩擦力随时间变化的关系 ()



解析:在刚开始的一段时间内物体静止,所以物体所受静摩擦力 $f_0 = G$.物体开始滑动后滑动摩擦力 $f = \mu N = \mu F$,所以滑动摩擦力随压力 F 的减小而按比例减小.

答案:B.

银题 3 某学生用悬挂砝码的方法给弹簧施加力,探索弹力和弹簧伸长的关系.根据所测数据在坐标纸上描点,得到如图所示图线.图中纵坐标表示弹簧所受的拉力,横坐标表示弹簧的长度.

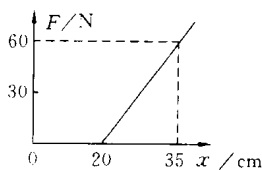
(1)以弹簧的伸长为自变量,写出图线所代表的函数_____.

(2)解释函数表达式中常数的物理意义,并说明这个常数与哪些因素有关.

解析:(1)对弹簧 $k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{60}{15} \text{ N/cm} = 4 \text{ N/cm}$

即函数式为 $F = 4(x - 20)$

(2)式中常数 k 是弹簧的弹性系数.它与弹簧的材料、直径、圈数等有关.



要学会分析图像的物理意义.对于一次函数图像的斜率、截距往往是必须考虑的.

点评:最大静摩擦力不一定是物体受到的静摩擦力,静摩擦力的作用就是保持物体静止,它的大小只能由物体的平衡条件求出。

考点2 力的合成与分解

【金题4】如图甲所示,杆AB重200 N,为了使杆处于竖直位置,用一根与竖直方向成 30° 角的斜绳AC拉住杆,测得绳的拉力为100 N。

求:(1)水平绳AD的拉力是多大?

(2)杆对地面压力为多大?

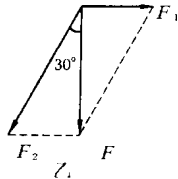
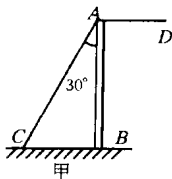
解析:(1)设水平绳拉力为 F_1 ,斜绳拉力为 F_2 , F_1 与 F_2 的合力 F 是竖直向下的,如图乙所示。

由图可知, $F_1 = F_2 \sin 30^\circ = 100 \times 0.5 \text{ N} = 50 \text{ N}$

(2)杆对地面的压力:

$F = F_2 \cos 30^\circ = 100 \times 0.886 \text{ N} = 86.6 \text{ N}$ 。

$N = G_{AB} + F = 200 \text{ N} + 86.6 \text{ N} = 286.6 \text{ N}$ 。



在具体的问题中,分清合力与分力是解题的关键。根据定义,合力是几个分力共同作用的效果,合力与分力间的关系是替代关系。

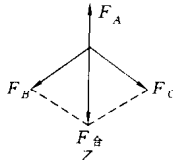
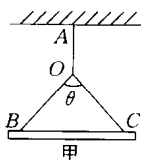
→银题1 在图甲中,AO、BO、CO是三条完全相同的细绳,将钢梁水平吊起,若钢梁足够重时,绳AO先断,则 ()

A. $\theta = 120^\circ$

B. $\theta > 120^\circ$

C. $\theta < 120^\circ$

D. 不论 θ 为何值,AO总是先断



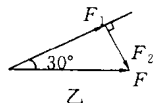
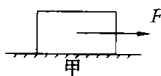
解析:图乙以O点为研究对象,O点受三段绳子的拉力,显然 F_B 和 F_C 的合力 $F_{\text{合}}$ 应与 F_A 等值反向。

当 $F_B = F_C$ 时,平行四边形为菱形;当 $\theta = 120^\circ$ 时, $F_{\text{合}} = F_B = F_C$ 。夹角越大,合力越小;夹角越小,合力越大。所以选项C正确。

分力与合力间的大小关系,平行四边形的形状和对角线的长短如何变化,这些问题在脑子中应有一个活动的图像。

答案:C。

→银题2 如图甲所示,物体放在光滑的水平面上,在大小为40 N的水平力 F 的作用下,由西向东运动。若要用 F_1 、 F_2 两个共点力(与 F 在同一水平面内)代替 F 。已知 F_1 的方向是东偏北 30° ,此时 F_2 的最小值应为_____ N。



解析:如图乙所示,合力 F 、两个 F_1 、 F_2 应构成一个矢量三角形,现 F 和 F_1 的夹角已确定, F_2 最小,即表示 F_2 的有向线段最短,所以该有向线段应是由 F 的首端向 F_1 做垂线的长度。

所以 $F_2 = F \sin 30^\circ = 40 \times \frac{1}{2} \text{ N} = 20 \text{ N}$ 。

由 F_1 和 F_2 共同作用的效果与 F 相同,所以 F 是 F_1 和 F_2 的合力。

→银题3 下列哪组共点力作用在一个物体上可以使物体保持平衡 ()

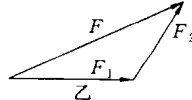
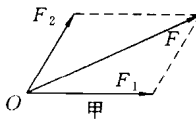
A. 3 N, 4 N, 10 N

B. 2 N, 3 N, 5 N

C. 10 N, 10 N, 10 N

D. 5 N, 4 N, 10 N

解析:根据物体平衡条件,平衡时,物体所受合外力为零,则两个力的合力与第三个力是一对平衡力。根据力的平行四边形法则,可以得到如图甲所示的图形。若将图中 F_2 向右平移可得如图乙所示的三角形。任意两力之和必大于第三个力,二力之差必小于第三个力。所以,本题四个选项中只有B、C两个选项是正确的。



答案:B,C.

点评:根据力的三角形法则,①只要把各个分力(不局限于二个)首尾相接,则从起点到终点的射线就代表合力;
②两个分力与它们的合力一定可以构成一个封闭的三角形.

【金题5】 如图所示,在倾角为 θ 的斜面上放一质量为 m 的小球,球被竖直木板挡住,如一切摩擦都忽略不计,则球受到斜面的支持力大小为_____,木板对球的压力大小是_____.

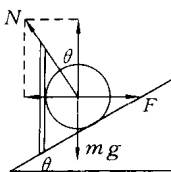
解析:取小球为研究对象,作出小球的受力图如右图.小球处于静止状态,由共点力平衡条件有:

在竖直方向上: $mg = N \cdot \cos\theta$,斜面对球的支持力 $N = mg / \cos\theta$.

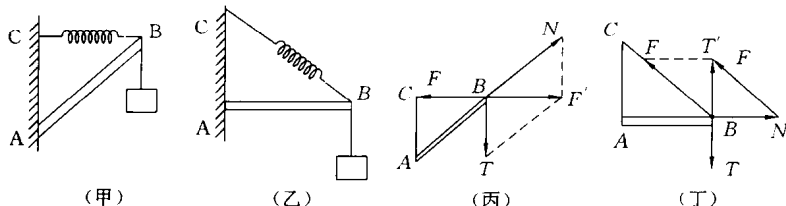
在水平方向上:木板对球的压力 $F = N \cdot \sin\theta = mg \tan\theta$.

答案: $mg / \cos\theta, mg \tan\theta$.

已知两个共点力求其合力时答案是唯一的,而求一个力的分力,在理论上可以有无数组解.在实际的解题过程中通常把一个力分解为互相垂直的两个分力,使计算过程得到简化.



→银题1 如图甲乙所示,AB杆为可忽略重量的轻杆,BC为可忽略质量的轻质弹簧,AB = $10\sqrt{2}$ cm, A、C两点相距 10 cm. A点为固定转轴,当B端悬挂 100g 砝码时,BC恰好呈水平状态,当B端挂 200g 砝码时,AB恰好水平,求:(1)两种情况下弹簧的拉力.(2)弹簧的原长和劲度系数(g 取 10 m/s^2)



解析:(1)在第一种情况下,以结点B为研究对象,受三力作用,绳的拉力 $T = mg$ 、杆支持力 N 、弹簧弹力 F ,其受力图如(丙)图示,由平衡条件得, N 与 T 的合力 F' 与 F 相平衡,即: $F = F'$

$\because AC = BC, \triangle ABC \sim \triangle TF'B, \angle BAC = 45^\circ$

$\therefore F = T = mg = 100 \times 10^{-3} \times 10 \text{ N} = 1 \text{ N}$

同理,第二种情况,B点受力如图(丁).

本题应用受力分析图与相似三角形的几何关系及平衡条件求解.

$\frac{T}{AC} = \frac{F}{BC}$ 得: $F = \frac{BC}{AC} T = \frac{10\sqrt{3}}{10} \text{ N} = \sqrt{3} \text{ N}$.

(2)设弹簧原长为 l_0 ,劲度系数为 k ,由胡克定律有

BC水平时有: $k(10 - l_0) \times 10^{-2} = mg = 1 \text{ N}$

AB水平时有: $k(10\sqrt{3} - l_0) \times 10^{-2} = \sqrt{3} \text{ N}$

两式联立求解得 $l_0 = \frac{60 + 10\sqrt{3}}{11} \text{ cm} \approx 7 \text{ cm}, k = 33.3 \text{ N/m}$.

点评:在正确进行受力分析后,用合成的方法或是分解的方法,都仅是方法问题,结果都一样.

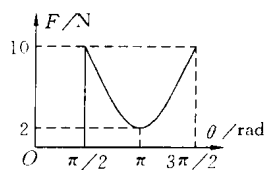
→银题2 在研究两个共点力合成的实验中得到如图所示的合力 F 与两个分力的夹角 θ 的关系图.求:(1)两个分力大小各是多少?

(2)此合力的变化范围是多少?

解析:由图像知: $\theta = \frac{\pi}{2}$ 时, $F_1^2 + F_2^2 = 10^2$,

$\theta = \pi$ 时, $F_1 - F_2 = 2$ (令 $F_1 \geq F_2$)

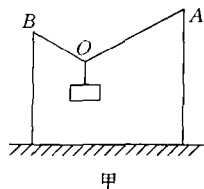
本题的关键是要理解图像的物理意义并能抓住特殊点 $(\frac{\pi}{2}, 10), (\pi, 2)$ 分析.



解此两式知 $F_1 = 8 \text{ N}$, $F_2 = 6 \text{ N}$, 故合力 $F_{\text{合}}$ 的范围为 $2 \text{ N} \leq F_{\text{合}} \leq 14 \text{ N}$.

► **银题 3** 如图甲所示, 长为 5 m 的细绳两端分别系于竖直在地面上相距 4 m 的两杆顶端 A 、 B . 绳上挂一个光滑的轻质挂钩, 其下挂一重为 12 N 的物体, 平衡时绳中的张力 $T =$ _____.

本题的关键是要明确“光滑挂钩”相当于一个动滑轮, 使得两边绳子的张力相等.



解析: 以结点 O 为研究对象, 受力分析如图乙.

由于挂钩光滑, 相当于是一个滑轮,

所以绳中拉力 $T_A = T_B$, 平行四边形为菱形, 其对角线互相垂直平分.

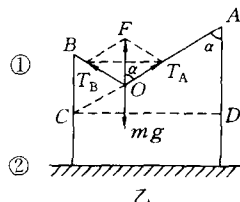
$$\because F = mg \quad \therefore \cos \alpha = \frac{F/2}{T_A} = \frac{mg}{2T_A}$$

延长 AO , 交 B 杆于 C , 由几何关系知 $OC = OB$, 在 $\triangle ACD$ 中, $\angle A = \alpha$

$$\cos \alpha = \frac{AD}{AC} = \frac{3}{5}$$

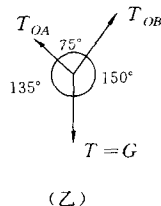
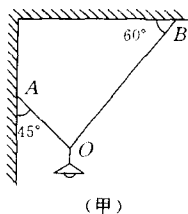
$$\text{代入①式, 得: } \frac{mg}{2T_A} = \frac{3}{5}$$

$$\therefore T_A = T_B = \frac{5}{6} mg = 10 \text{ N}.$$



点评: 共点力的合成和分解的方法只是二种解题的方法而已, 关键是在确定了研究对象后进行正确无误的受力分析并作出受力图.

【**金题 6**】如图, 重 5 N 的电灯由细线 BO 和 AO 悬挂着, BO 和天花板间的夹角为 60° , AO 与墙壁的夹角为 45° , 求细线 AO 和 BO 受到的弹力.



解析: 选节点 O 为研究对象, 则 O 点受力如图乙. 根据正弦定理

$$\frac{G}{\sin 75^\circ} = \frac{T_{OA}}{\sin 150^\circ} = \frac{T_{OB}}{\sin 135^\circ}$$

$$\text{得: } T_{OA} = 2.6 \text{ N}, \quad T_{OB} = 3.7 \text{ N}.$$

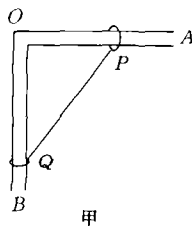
像本例这样, 在已知条件为角度关系时, 应用正弦定理非常方便.

► **银题 1** 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忽略不可伸长的细绳相连, 并在某一位置平衡, 如图甲所示, 现将 P 环向左移一小段距离, 两环再次达到平衡, 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 变大
D. N 变大, T 变小

本题的关键是选取研究对象, 灵活地运用隔离法和整体法是同学们必须学好的基本功.

解析: 选两环为研究对象, 受力分析



如图乙所示.

对 Q 环有: $T_2 \cos \theta = mg$, 即 $T_2 = \frac{mg}{\cos \theta}$.

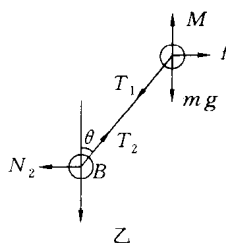
可知, 当 P 环向左移动一段小距离时, θ 角变小, T_2 变小.

对 P 环有: $N = mg + T_1 \cos \theta$,

又因为 $T_1 = T_2$, 则 $N = 2mg$,

即 N 不随 θ 角改变而变化.

答案: B.



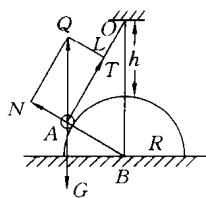
► **银题 2** 如图所示, 在悬点 O 处用长为 L 的细绳拉着质量为 m 的小球, 在半径为 R 的光滑半球面上静止, 已知悬点 O 离半球面的竖直高度为 h , 试求半球对小球支持力和绳对小球的拉力.

解析: 选小球 m 为研究对象, 小球受重力 G 、绳子拉力 T 、半球面支持力 N 三力作用, 将 N 、 T 合成为 Q , 可判定 $\triangle NQA \sim \triangle AOB$, 则有

$$\frac{G}{R+h} = \frac{T}{L} = \frac{N}{R}$$

$$\text{解得: } T = \frac{GL}{R+h}, \quad N = \frac{GR}{R+h}.$$

在已知条件为长度关系时应优先考虑用相似三角形.



► **银题 3** 如果把一个质量为 m 的有孔小球和长度为 L 的弹簧相连, 弹簧的另一端连在半径为 R 的竖直放置的圆环的顶点 A , 小球穿在圆环上可无摩擦地在环上滑动, 并静止于 B 点, 如图(甲)所示. 此时弹簧与竖直方向的夹角为 30° , 则弹簧的劲度系数为 _____.

解析: 小球在 B 点时受三力作用而平衡:

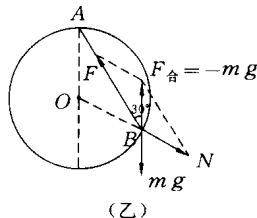
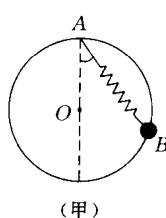
重力 mg 、拉力 F (与竖直方向成 30° 角) 及圆环的压力 N (沿半径方向向外), 如图(乙)所示. F 和 N 的合力 $F_{\text{合}} = -mg$.

因为力三角形与 $\triangle OAB$ 相似

$$\therefore N = mg \quad F = \sqrt{3}mg \quad x = \sqrt{3}R - L$$

$$\therefore k = \frac{F}{x} = \frac{\sqrt{3}mg}{\sqrt{3}R - L}.$$

正确分析小球的受力, 想到利用相似三角形是解题的关键.

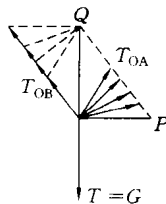
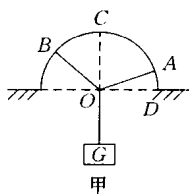


点评: 这一组习题给出了解力的合成分析一类习题的一些常用方法, 希望同学们能记住这些方法, 并在具体问题中灵活运用.

【金题 7】 将一重物 G 用两根等长的绳子 OA 、 OB 悬挂在半圆形的框架上, 如图甲所示, 绳长跟半径相等, B 点固定不动, 悬挂点 A 由位置 C 向位置 D 移动时, 绳子 OA 上的张力的变化情况是 ()

- A. 由大变小
- B. 由小变大
- C. 先减小, 后增大
- D. 先增大, 后减小

解析: 对 O 点受力分析, O 点受向下的拉力 $T = G$ 和 OB 、 OA 绳的拉力 T_{OB} 、 T_{OA} 的作用, 将



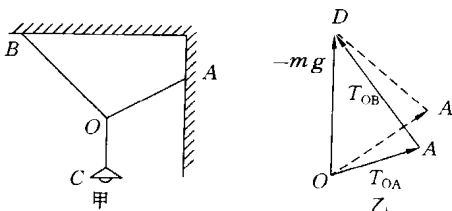
T_{OB} 、 T_{OA} 合成为 Q , 作出平行四边形, 当力 T_{OA} 向水平方向旋转时, Q 大小、方向均不变, T_{OB} 的方向始终不变. 因此, T_{OA} 矢量箭头始终落在 PQ 线上, 作出动态变化的平行四边形, 可判定 T_{OA} 先减小 (T_{OA} 垂直于 PQ 时, T_{OA} 最小), 后增大. 故 C 选项正确.

答案: C.

三力共点物体动态平衡的分析, 通常在力的平行四边形中有一个力的大小和方向都不变, 而另一个力方向恒定不变. 作动态变化的平行四边形时应注意分析哪些是不变量, 哪些是变量, 正确判断力的变化方向及力的变化范围.

►银题 1 如图甲所示, 绳子 OA 将电灯拉近墙壁, 如果将 A 点在墙上往上移一小段, 则绳子和电线的张力变化是 ()

A. OA 绳子的张力增大 B. OA 绳子的张力减小 C. OB 电线的张力减小 D. OB 电线的张力增大



解析: 图乙, O 点在 A 点往上移动一小段时, 受到的三个张力的合力始终为零, 电线 OC 的张力为 mg , $-mg$ 与张力 T_{OA} 和 T_{OB} 构成 $\triangle OAD$. 当 A 上移一小段时, OD 为 $-mg$, 大小、方向不变, A' 在 A 点的正上方, 也必须与 OD 构成 $\triangle OA'D'$, 由图可知 $OA' > OA$, 而 $A'D' < AD$, 可见选项 A、C 正确.

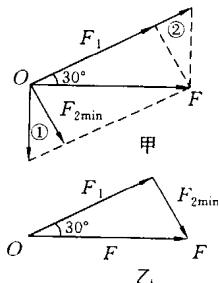
答案: A、C.

本题是利用力的三角形法则解题的一个例子. 解题思路比上题更简捷, 更直观.

►银题 2 已知一个力 $F=100\text{ N}$, 把它分解为两个力, 已知其中一个分力 F_1 与 F 的夹角为 30° , 则另一个分力 F_2 的最小值为 _____ N.

解析: 此题已知合力的大小、方向和一个分力的方向, 求另一个分力的最小值, 可先画图表示, 如图甲所示, 过 F 的顶点作 F_1 方向的平行线, 另一个分力由 O 点起, 其末端必定在这条平行线上 (这样才符合平行四边形法则), 如当 F_2 如图甲①所示时, 相应 F_1 如图甲②所示, 可知当 F_2 垂直于 F_1 的方向时, F_2 有最小值 $F_{2\min}$, 即 $F_{2\min} = F \cdot \sin 30^\circ = \frac{1}{2}F = 50\text{ N}$.

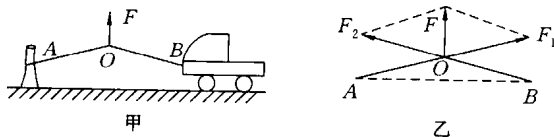
本题所用分析方法, 称为图解法. 在分析矢量的动态变化时, 采用这种方法, 具有简捷、直观的优点, 尤其是在合矢量不变, 一个矢量的方向不变, 分析另一个矢量的动态变化时, 更适合使用此法.



解法二: 用力的三角形法则来解. 如图乙, 因为合力 $F=100\text{ N}$ 大小确定, 分力 F_1 的方向确定, F_1 、 F_2 与 F 必定构成一闭合的三角形, 显然对不同的 F_1 值可有无数组 F_2 值, 而 F_2 的最小值为:

$$F_{2\min} = F \cdot \sin 30^\circ = \frac{1}{2}F = 50\text{ N}. \quad F_2 \text{ 小于 } 50\text{ N} \text{ 时无解.}$$

►银题 3 在日常生活中有时会碰到这种情况: 当载重卡车陷于泥坑中时, 汽车驾驶员按如图 (甲) 所示的方法, 用钢索把载重卡车和树桩拴紧, 在钢索的中央用较小的垂直于钢索的侧向力就可以将载重卡车拉出泥坑, 你能否用学过的知识对这一方法作出解释.

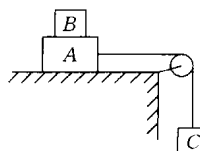


解析: 设侧向力 F 作用于钢索 O 点, 则 O 点将沿力的方向发生很小的移动, 因此 AOB 不在一直线上, 成一个非常接近 180° 的角度, 而且钢索也被拉紧, 这样钢索在 B 端对卡车有一个沿 BO 方向的拉力 F_B . 根据对侧向力 F 的实际效果分析, 可将 F 分解成沿 AO 和 BO 方向两个分力 F_1 和 F_2 . 其中侧向力 F 沿 BO 方向的分力 F_2 在数值上就等于 F_B . 由于 AOB 是同一根钢索, 故 $F_1 = F_2$. 由平行四边形定则画出如图(乙)所示的菱形. 由于 $\angle AOB$ 趋近于 180° , 故即使 F 较小, F_2 也非常大, 即 F_B 非常大, 故能将卡车拉出泥坑.

考点3 共点力作用下物体的平衡

【金题8】 A 、 B 、 C 三物块质量分别为 M 、 m 和 m_0 , 作如图所示的联结, 绳子不可伸长, 且绳子和滑轮的质量、滑轮的摩擦均可不计, 若 B 随 A 一起沿水平桌面做匀速运动, 则可以断定 ()

- A. 物块 A 与桌面之间有摩擦力, 大小为 $m_0 g$
- B. 物块 A 与 B 之间有摩擦力, 大小为 $m_0 g$
- C. 桌面对 A , B 对 A 都有摩擦力, 两者方向相同, 合力为 $m_0 g$
- D. 桌面对 A , B 对 A 都有摩擦力, 两者方向相反, 合力为 $m_0 g$



解析: 设绳中拉力为 T , 则由 C 作匀速运动条件可知 $T = m_0 g$,

由 B 在水平方向作匀速直线运动

从基本概念出发, 紧紧抓住平衡条件进行分析.

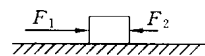
即 B 在水平方向应不受力, 即 B 、 A 间无摩擦力.

由 A 作匀速运动的条件可知, B 与桌面间的摩擦力 $f = T = m_0 g$

答案: A.

→银题1 如图, 一木块放在水平桌面上, 在水平方向共受到三个力即 F_1 、 F_2 和摩擦力作用, 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力为 ()

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



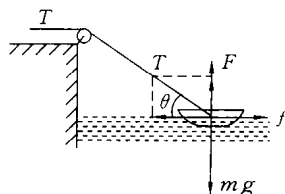
解析: 未撤去 F_1 前, 木块受五个力的作用, 竖直方向上重力和支持力是一对平衡力, 水平方向上受 F_1 、 F_2 和静摩擦力三个力的作用. 由于木块静止, 故木块所受静摩擦力 $f = F_1 - F_2 = 8 \text{ N}$, 方向向左. 可见, 木块与地面间的最大静摩擦力至少为 8 N . 撤去 F_1 后, 在 F_2 作用下, 木块有向左滑动趋势, 地面给木块的静摩擦力方向变为向右, 大小 $f' = F_2 = 2 \text{ N}$, 小于最大静摩擦力, 故木块仍保持静止, 所受合力为零. 因而正确选项为 D.

静摩擦力是个变量, 大小和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, 应特别注意, 切忌把静摩擦力当成恒力.

答案: D.

→银题2 如图所示, 人站在岸上通过定滑轮牵引小船, 小船受水的阻力恒定. 则当船缓缓向岸靠近的过程中, 以下说法正确的是 ()

- A. 绳的拉力不变
- B. 绳的拉力不断增大
- C. 船受的浮力不变
- D. 船受的浮力减小



解析: 对船作受力分析并正交分解, 由平衡条件得:

$$\begin{cases} T \cos \theta = f \\ F + T \sin \theta = mg \end{cases} \quad \text{船作匀速运动的条件}$$

由于在船靠岸的过程中, 绳与水面夹角 θ 逐渐增大, T 、 F 也随之变化, 选项 B、D 正确.

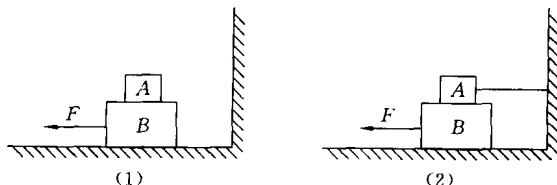
答案: B、D.

→银题3 A 物体的质量 $m_A = 0.4 \text{ kg}$, B 物体的质量 $m_B = 0.8 \text{ kg}$, A 、 B 之间、 B 与地面之间滑动摩擦因

数均为 0.25, 试求下列情况下使物体 B 匀速向左滑动所需的水平拉力 F 等于多少. 如图所示, 当

(1) A、B 保持相对静止, 并一起向左匀速运动.

(2) A 保持静止, B 匀速向左运动.



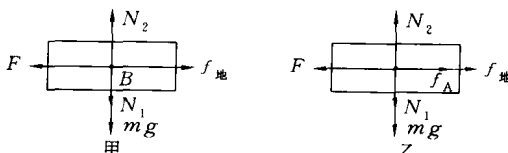
解析: (1) 由于 A 物体处于平衡态, 故只受重力 $m_A g$ 和支持力 N_1 , 且有: $N_1 = m_A g$

对 B 物体, AB 间无摩擦力, 受力如图(甲)所示, 由于 B 处于平衡态

竖直方向: $N_2 = N_1 + m_B g = (m_A + m_B) g = 12 \text{ N}$

水平方向: $F = f_{\text{地}} = \mu N_2 = \mu(m_A + m_B) g = 0.25 \times 12 \text{ N} = 3 \text{ N}$.

由于本题不涉及竖直方向上的运动, 所以竖直方向上的方程可以不列.



(2) 在第 2 种情况下, A 在水平方向上受二个力作用: 绳的拉力 T 和 B 给 A 的摩擦力 f_B , 由平衡条件得:

$$f_B = T = \mu m_A g = 1 \text{ N}$$

B 在水平方向上受三个力作用: 拉力 F 、A 给 B 的摩擦力 $f_A = f_B$ 、地面给 B 的摩擦力 $f_{\text{地}}$, 如图(乙), 由平衡条件得:

$$F = f_A + f_{\text{地}} = f_B + \mu(m_A + m_B) g = 4 \text{ N}.$$

【金题 9】 如图甲所示, 一木块质量为 m , 放在倾角为 θ 的静止斜面上. 木块与斜面间的动摩擦因数为 μ . 当用一水平方向力 F 推这木块时, 木块沿斜面匀速上升, 求这水平作用力 F .

解析: 如图乙以木块为研究对象, 由于木块沿斜面方向匀速上升, 根据共点力平衡条件有木块受到合力为零.

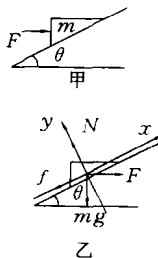
$$\text{在沿斜面方向上: } F \cdot \cos\theta - f - mg \sin\theta = 0$$

$$\text{在垂直斜面方向上: } N - F \sin\theta - mg \cos\theta = 0$$

$$\text{滑动摩擦力: } f = \mu N$$

$$\text{联列以上三式解得: } F = \frac{\sin\theta + \mu \cos\theta}{\cos\theta - \mu \sin\theta} mg.$$

在解物体在斜面上运动一类习题时, 通常沿斜面方向和垂直斜面方向建立坐标. 建坐标时应使坐标轴与尽可能多的力重合, 以简化解题过程.



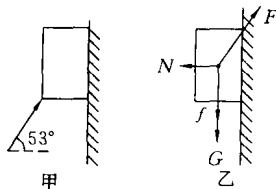
→银题 1 如图甲所示, 物体与墙面间的摩擦因数为 0.5, 当用与水平面成 53° 、大小为 60 N 的力 F 推物体时, 物体恰能沿墙匀速上升, 物重 G 为多大? 当 F 多大时物体静止而且与墙面间摩擦力减为零?

解析: 物体沿墙面匀速上升时, 物体受力如图乙, 根据共点力平衡条件, 在水平方向上有: $N = F \cdot \cos 53^\circ$

式中 N 为墙对物体的正压力, 由摩擦力计算式有: $f = \mu N = 0.5 \times 60 \times 0.6 \text{ N} = 18 \text{ N}$

在竖直方向上有: $F \cdot \sin 53^\circ - G - f = 0$

正交分解, 列出两个方向上的平衡方程是最常用的方法.



$$\text{则 } G = F \cdot \sin 53^\circ - f = 60 \times 0.8 - 18 = 30 \text{ N}$$

$$\text{若物体静止而且摩擦力减为零, } F' \cdot \sin 53^\circ - G = 0$$

$$\text{推力 } F' = \frac{G}{\sin 53^\circ} = \frac{30}{0.8} \text{ N} = 37.5 \text{ N}$$

►银题2 如图,斜面体 P 放在水平面上,物体 Q 放在斜面上, Q 受一水平作用力 F , Q 和 P 都静止,这时 P 对 Q 的静摩擦力和水平面对 P 的静摩擦力分别为 f_1 、 f_2 ,现使力 F 变大,系统仍静止,则 ()

- A. f_1 、 f_2 都变大
B. f_1 变大, f_2 不一定变大
C. f_2 变大, f_1 不一定变大
D. f_1 、 f_2 都不一定变大

解析:隔离 Q ,它受重力 mg 、支持力 N 、外力 F 及静摩擦力 f_1 ,但 f_1 的方向不能确定,故 F 变大时, f_1 大小的变化不能确定.

从整体看 P 和 Q ,当 F 增大时因 PQ 整体仍静止, f_2 也增大,故选项 C 正确.

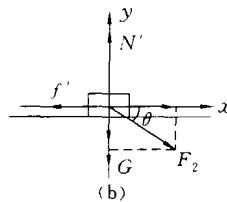
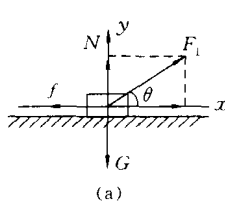
答案:C.

►银题3 在水平地面上放一个重为 G 的木箱,它与地面滑动摩擦因数为 μ ,为使木箱沿水平地面匀速前进,可对木箱施加一拉力或推力,试就以下两种情况求拉力或推力的大小:

(1)对木箱施加一个与水平方向成 θ 角的斜向上的拉力 F_1 ;

(2)对木箱施加一个与水平方向成 θ 角的斜向下的推力 F_2 .

解析:以木箱为研究对象,木箱受到四个力的作用:重力 G 、地面对木箱的弹力 N 、斜向上拉力(或斜向下推力) F 及地面对木箱的摩擦力 f ,受力图如图(a)、(b)所示.取水平方向为 x 轴,竖直方向为 y 轴,



(1)对于图(a),由平衡条件得

$$\begin{cases} F_1 \cos \theta = f = \mu N \\ F_1 \sin \theta + N = G \end{cases} \quad \text{解得 } F_1 = \frac{\mu G}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$$

(2)对于图(b),由平衡条件得:

$$\begin{cases} F_2 \cos \theta = f = \mu N \\ F_2 \sin \theta + G = N \end{cases} \quad \text{解得 } F_2 = \frac{\mu G}{\cos \theta - \mu \sin \theta}$$

当用 F_1 拉时,当 $(\cos \theta + \mu \sin \theta)$ 有极大值时,拉力 F_1 有最小值;

用 F_2 推时,当 $\cos \theta - \mu \sin \theta = 0$,亦即 $\tan \theta = \frac{1}{\mu}$ 时,无论用多大的推力都无法使木箱前进.

点评:选定研究对象对物体进行正确的受力分析,建立坐标,分方向列出平衡方程是解共点力平衡一类习题的基本步骤,是学好物理的基础,应该熟练掌握.

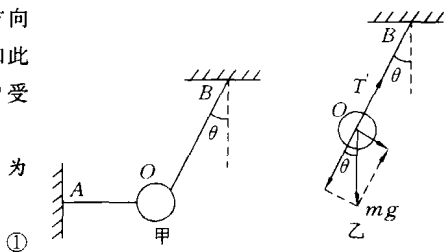
【金题10】如图甲所示,用水平绳 AO 和与竖直方向成 θ 角绳 BO 悬挂一个小球,小球处于静止状态.已知此时绳 BO 受到拉力为 T ,现将绳 AO 剪断瞬时,绳 BO 受到的拉力是多少?

解析:在两根绳共同拉住小球时,球受到的合力为零,根据共点力平衡条件有:

$$\text{在竖直方向上: } mg = T \cdot \cos \theta$$

式中 m 为小球的质量.

当把绳 AO 剪断瞬时,绳 OA 中拉力消失,绳 OB 中拉力立即改变.小球的平衡状态被破坏,在切向方向上产生了加速度.在 AO 剪断瞬间,小球受力如图乙,由于小球静止,



对绳、杆一类非弹性体,由于其不可伸长,其作用力可瞬时突变.