


主编◎江四喜

高中物理 经典名题 精解精析



湖北长江出版集团
湖北教育出版社

现在读书
book.cnxianzai.com

The background of the cover is a dark, textured surface. In the upper right, there is a black and white photograph of a high jumper in mid-air, performing a Fosbury Flop. Below the jumper, a circular speedometer or gauge is visible, with numbers 5, 10, 15, and 20. The title text is overlaid on this background.

高中物理 经典名题 精解精析

主编◎江四喜

编者◎谢守才 孙广继 刘永协 李树林

马 骏 杨光亚 汪建平 江宁瑶

陈 光 汪 铭 杨光勇 余 力

湖北长江出版集团

湖北教育出版社

(鄂)新登字 02 号

图书在版编目(CIP)数据

高中物理经典名题精解精析/江四喜主编. —武汉:湖北教育出版社,2011.4

ISBN 978 - 7 - 5351 - 6216 - 8

I. 高… II. 江… III. 物理课 - 高中 - 解题
IV. G634.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 265230 号

现在读书

book.cnxianzai.com

出版 发行:湖北教育出版社
网址:<http://www.hbedup.com>

武汉市青年路 277 号
邮编:430015 电话:027 - 83619605
邮购电话:027 - 83669149

经 销:新 华 书 店
印 刷:武汉中远印务有限公司
开 本:880mm × 1230mm 1/32
版 次:2011 年 4 月第 1 版
字 数:465 千字

(430034 · 武汉市硚口区长丰大道特 6 号)
18 印张
2011 年 4 月第 1 次印刷
印数:1 - 5 000

ISBN 978 - 7 - 5351 - 6216 - 8

定价:36.00 元

如印刷、装订影响阅读,承印厂为你调换



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。但我们却目睹了许多学生在物理学科的学习上,虽然挑灯夜战,勤学苦练,却没有取得理想的成绩,其关键是在应用物理知识进行物理模型与过程分析时,常常是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。

笔者在近三十年的物理教学中,对大量的习题进行了甄别,积累了许多即适合于中学生学习,又适合于中学中学教师讲解的习题,这些习题几乎包含所有的重要的中学物理模型,涉及到了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且有很强的针对性与实效性,是中学物理中名副其实的名题,本书中选择的习题便中这些名题中的精华部分。

坦率地说,这些名题在物理教师看来,它们并不是新题,但它们却是老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、启迪性与实用性,并能在短时间内提高学生解题能力的参考书。

我们相信,只要能合理地使用本书,它不但会是学生学习上的帮手,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。

鉴于本书的篇幅较大,加之作者在试题选择方面的局限性,难免有疏漏之处,敬请读者不吝指正。

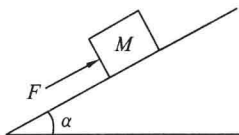
编者

第一章	力 物体的平衡	1
第二章	直线运动	32
第三章	牛顿运动定律	65
第四章	曲线运动	94
第五章	万有引力定律	135
第六章	机械能	161
第七章	动量	204
第八章	机械振动和机械波	245
第九章	热学	281
第十章	电场	309
第十一章	恒定电流	351
第十二章	磁场	384
第十三章	电磁感应	430
第十四章	交变电流	484
第十五章	光的反射与折射	514
第十六章	光的波动性	536
第十七章	量子论初步	545
第十八章	原子核	561

第一章 力 物体的平衡

001 如图所示,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



思路分析

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

因力 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 $0 < f_s < f_{s\max}$, 则:

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

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

本题中的四个选项只不过是这些可能性中的几种。

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。

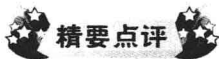
当 $Mg \sin \alpha > F$ 时,物体有沿斜面向下运动的趋势,它受到沿斜面向上的静摩擦力,若 $F = 0.5Mg \sin \alpha$, 那么 $f_s + F = Mg \sin \alpha$, $f_s = 0.5Mg \sin \alpha$

$=F$;

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.

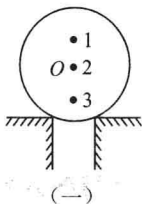
综上所述, A、B、C、D 四选项均正确.



精要点评

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或者出错导致失误.

002 如图(一)所示, 三根质量和形状都相同的光滑的圆柱体, 它们的重心位置不同, 搁在两墙上, 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. $F_{N_1} = F_{N_2} > F_{N_3}$

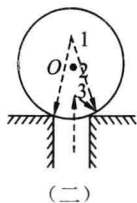
思路分析

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(二)中的三个重力的作用点处进行分解, 由图可知重心若在 3 处进行分解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, 这难道是错了吗? 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, 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

由于三球的三个重心位置均在同一竖直线上,而在三种情况下,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(图二).由于对称性,这两个弹力的大小相等,它们的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,所以三种情况下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.

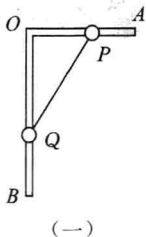


还可对圆柱体的重力进行分解:圆柱体的重力均过圆心 O ,沿着重力作用线移动重力的作用点不改变重力作用效果,所以可将重力作用点不在圆心的重力移到圆心处,重力沿两墙角分解的情况相同,也就是重力分解在两墙角的分量相同,三根圆柱体对墙的压力也相等.A选项正确.

精要点评

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

003 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(一)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相比较, 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

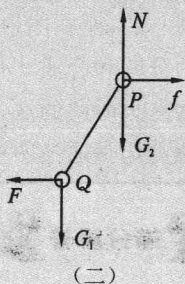
B. N 不变, T 变小

C. N 变小, T 变大

D. N 变大, T 变小

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 杆的支持力 N 和摩擦力 f , OB 杆的支持力 F ,如图(二)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。



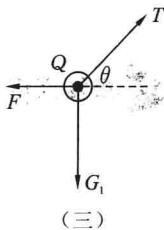
至于对细绳上的拉力 T 的判断,则不论是隔离 P 还是隔离 Q ,利用平衡条件,都容易确定 T 的大小变化情况。

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(二)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(三)所示。设绳与水平方向的夹角为 θ ,考虑 Q 环在竖直方向的受力,则有

$$T \sin \theta = G_1 = mg, \quad \text{即} \quad T = \frac{mg}{\sin \theta} \quad \text{(三)}$$



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

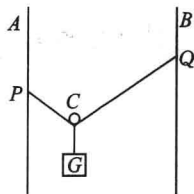
精要点评

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一项必不可少的基本功。

004 如图(一)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 . 现保持结点 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



(一)

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(二)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

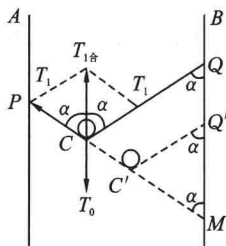
对滑轮 C 进行受力分析, 如图(二)所示. 滑轮 C 受到下面悬绳竖直向下的张力 $T_0 = G$, 还受到两边轻绳的张力作用, 其大小相等, 设为 T_1 . 由于滑轮光滑, 所以滑轮 C 两边的轻绳与竖直方向的夹角相等 (否则水平方向将不平衡), 设其为 α , 则有

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

$$\text{即 } T_1 = \frac{G}{2\cos\alpha}$$

可见, 要判断 Q 点位置上下移动时轻绳内的张力变化情况, 只需要判断滑轮 C 两边轻绳与竖直方向的夹角 α 的变化情况. 为此在图(二)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 $CM = CQ$, 于是 $PM = PC + CM = PC + CQ$, 也就是说 PM 长度即为绳长. 当 Q 点向下移到 Q' 时, 同理可得 $PC' + C'Q' = PC' + C'M = PM$, 所以滑轮将移至 C' 点时, 滑轮两边的绳子与竖直方向夹角将保持不变, 因而轻绳内的张力不变. 同样, 当 Q 点向上移动时, 轻绳张力也不变. 故本题正确的选项为 A.

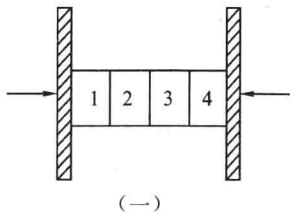


(二)

精要点评

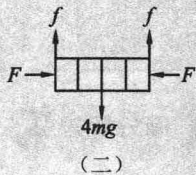
中学物理模型中的几何关系,在很多时候会成为我们求解问题的瓶颈,平时在学习中应注意积累处理这类问题的方法。

005 如图(一)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} 及第 3 块砖对第 2 块砖的摩擦力 f_{32} .



思路分析

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(二)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 2 块砖与第 3 块砖间的摩擦力,以 2、3 两块砖整体为研究对象,也可以分析出如图(二)所示的受力示意图,因而也容易求出 1、2 或者 3、4 之间的摩擦力.而对于 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 2、3 之间存在着摩擦力,然后隔离 2(或 3),通过 1、2 之间的相互作用力和平衡条件求解.



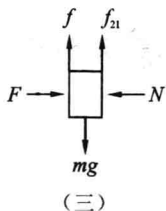
满分解答

如图(二)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 .

$$\text{显然 } 2f = 4mg$$

$$\text{故 } f = 2mg$$

再以第 1 块砖为研究对象,如图(三)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 对它的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 。

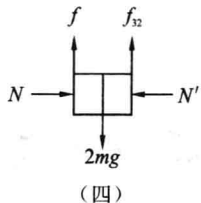


$$\text{则 } f + f_{21} = mg$$

$$\text{解得 } f_{21} = -mg$$

即砖块 2 对砖块 1 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。

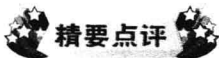
同样,以 1、2 两块砖为研究对象,如图(四)所示,它受到竖直向下的重力 $2mg$,木板对它竖直向上的静摩擦力 $2f$,砖块 3 对它的竖直向上的静摩擦力 f_{32} (此力方向待定,不妨假设其竖直向上),水平方向的压力 N 和 N' 。



$$\text{同样有 } f + f_{32} = 2mg$$

$$\text{所以 } f_{32} = 0$$

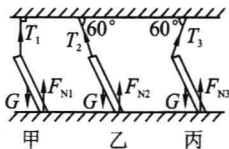
综上所述,第 1 块砖对第 2 块砖的摩擦力 $f_{12} = mg$,方向竖直向上;第 3 块砖对第 2 块砖的静摩擦力 $f_{32} = 0$ 。



精要点评

两板夹砖块的问题是中学阶段作为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,必须是整体法与隔离法交替应用,同时,还应具备对称的物理思想。

006 有三根相同的直棒,处于图中甲、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?



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 $\Sigma F_x = 0$ 和 $\Sigma F_y = 0$ 。

满分解答

对图中甲处的直棒:棒受重力 G 、支持力 F_{N1} 、绳的拉力 T_1 ,均在竖直方向,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不为零,就不满足平衡条件.

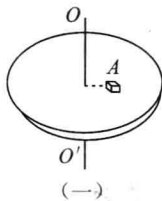
对图中乙处的直棒:棒受重力 G 、支持力 F_{N2} ,均竖直方向,但绳的拉力 T_2 的方向斜向上,在水平方向上有向左的分力,由平衡条件可知:棒在水平方向上的合外力应为零,故棒一定受到一个向右的静摩擦力作用.

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.

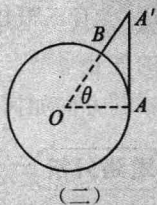
007 如图(一)所示,物块 A 放在转盘上,当转盘绕 OO' 轴匀速转动时, A 相对转盘静止,试问盘对 A 的摩擦力方向如何?



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.

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 沿切线飞出是相对地球而言的,而现在转盘给了 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(二)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的。

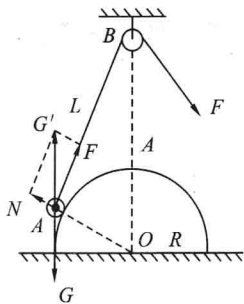
另外, 对于 A 所受的摩擦力的方向, 若从动力学的角度来看, A 随圆盘一起做匀速圆周运动所需的向心力由摩擦力提供, 由此也可断定转盘对 A 的静摩擦力方向为沿半径指向圆心的。

精要点评

在很多有关静摩擦力的方向判断中, 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, 一般通过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。

008 如图所示, 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 用绕过滑轮的绳子被站在地面上的人拉住。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, 试分析半球对小球的支持力 N 和绳子拉力 F 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, 真正要确定它们的变化特点还得确定它们的大小与哪些因素有关, 再来判断其变化特点。

小球的受力如图所示,平衡时重力 G 、球面的支持力 N 、绳子拉力 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,受力如题图所示.不难看出,力三角形 FAG' 与几何关系三角形 BAO 相似,根据相似三角形的特点有

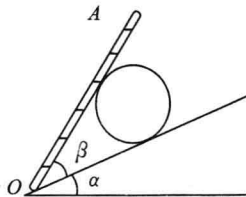
$$\frac{N}{G'} = \frac{R}{h}, \frac{F}{G'} = \frac{L}{h}$$

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.

009 如图(一)所示,质量为 m 的球放在倾角为 α 的光滑斜面上,试分析挡板 AO 与斜面间的倾角 β 为多大时, AO 所受压力最小?

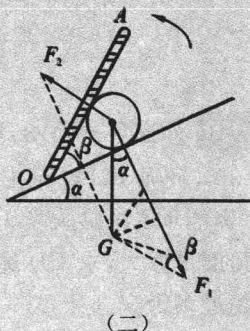


(一)

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,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 α 与角 β 并非已知的特殊角,其数学运算变得相当地繁杂.如若将球所受重力沿垂直斜面和垂直于挡板两个方向进行分解(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,垂直斜面的力的方向不变为前提,再讨论垂直于挡板的力的方向随挡板AO与斜面间的夹角 β 的变化情况,作出如图(二)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.



(二)

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 ,对挡板产生了压力 F_2 .根据重力产生的效果将重力分解,如图(二)所示.

当挡板与斜面的夹角 β 由图示位置变化时, F_1 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(如图中画出的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矢量三角形,根据正弦定理有

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

$$\text{所以 } F_2 = \frac{mg\sin\alpha}{\sin\beta}$$

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