

丛书主编	王在勇	王 峰		
编 委	王耀堂	时寅敦	王文清	宋立泽
	宋福龙	曹大梅	常华锋	
本册主编	王文清			
副 主 编	邱树林	高 明	代延军	
作 者	段来华	左登良	郝恩波	陈英志
	商金林	张卫星	陈洪春	张同树
	吕 强	孙凡涛	赵永坤	贾尊军
审 读	任金柱	郑振华	王希华	李海水
	刘 静	刘梅柱	赵传俊	王文清

名师设计与导学

——高中同步探究学程

作 者	本书编写组		
责任编辑	李海平		
封面设计	天利/谭仲秋		
出 版	西藏人民出版社		
社 址	拉萨市林廓北路 20 号	邮政编码	850000
	北京发行部 :100027 北京 4717 信箱	电 话	010 - 64680026、64651171
印 刷	无棣县教育印刷厂		
经 销	全国新华书店经销		
开 本	16 开(787 × 1092 毫米)	字 数	1600 千
印 张	86		
版 次	2003 年 9 月第 2 版第 1 次印刷		
标准书号	ISBN 7 - 223 - 01416 - 4/G · 590		
定 价	80.00 元 (本册 11.00 元)		

版权所有 侵权必究

前言

当前,普通高中教育教学改革正处于重要的转折时期。我们在认真学习和研究现行教学大纲、新课程标准和《考试大纲》的基础上,根据 2004 年新修订的各科教材,编写了这套《高中同步探究学程》(一年级版)丛书。

该丛书的编写遵循高考改革‘ $3+X$ ’模式和研究性学习思路,体现了课程改革理念。力求达到:有助于教师更好地理解教材、把握教材,更科学地组织教学;有助于学生更好地掌握学习方法,增强学习兴趣,提高学习效率,进一步提高学生运用知识分析和解决问题的能力。

《高中同步探究学程》(一年级版)丛书包括政治、语文、数学、英语、物理、化学、历史、地理等 8 科,供高中一年级学生同步学习使用。

该丛书主要有以下三个方面的特点:一是‘同步’。各学科按单元(章、节、课)进行编写,与教学同步。‘典例剖析’结合典型题目给出详尽的分析解答,或侧重于思路,或侧重于方法,或侧重于技巧;‘巩固发展’则提供了一定量的紧扣教材内容的题目,通过训练,可以起到巩固新知、发展能力的目的。‘单元检测’侧重阶段性测试,可操作性强。二是‘导学’。丛书的整体框架突出了对学生学习的指导,如‘学习目标’体现了大纲和教材所要求的达成度,给学生以明确的要求;‘重点难点透析’旨在帮助学生进一步理解教材的知识结构和重点、难点,指导学生更有针对性地学习;‘学法导引’帮助学生掌握具体的学习方法,引导学生探求未知领域。三是‘创新’。各学科在注重基础知识、

基本技能和基本方法的同时,还强调引导学生从教材中走出来,逐步向外扩展,引导学生自主学习、合作探究。如‘拓展创新’注重设置情景问题,拓宽知识背景,引导学生自己‘悟’道理,培养学生灵活运用知识的创新意识和能力。

该丛书的作者是具有丰富教学实践经验和较高教学理论水平的特级教师、高级教师及一线中青年骨干教师。他们既熟悉大纲和教材,更了解学生和高考。使该套丛书的编写贴近学生学和教师教的实际,具有较强的科学性、实用性和权威性。

由于时间仓促和作者水平所限,丛中难免会有不足和疏漏之处,恳请广大读者批评指正,以便在修订时更正。

二 四年六月

目 录

第一章 力

§ 1.1	力	(1)
§ 1.2	重力	(3)
§ 1.3	弹力	(5)
§ 1.4	摩擦力	(7)
§ 1.5	力的合成	(10)
§ 1.6	力的分解	(12)
综合训练		(16)

第二章 直线运动

§ 2.1	几个基本概念	(18)
§ 2.2	位移和时间的关系	(20)
§ 2.3	运动快慢的描述、速度	(23)
§ 2.4	速度和时间的关系	(25)
§ 2.5	速度改变快慢的描述、加速度	(29)
§ 2.6	匀变速直线运动的规律	(32)
§ 2.7	匀变速直线运动规律的应用	(35)
§ 2.8	自由落体运动	(39)
综合训练		(43)

第三章 牛顿运动定律

§ 3.1	牛顿第一定律	(45)
§ 3.2	物体运动状态的改变	(47)
§ 3.3	牛顿第二定律	(48)
§ 3.4	牛顿第三定律	(51)
§ 3.5	力学单位制	(54)
§ 3.6	牛顿运动定律的应用	(55)
§ 3.7	超重和失重	(59)
§ 3.8	惯性系与非惯性系(略)	
§ 3.9	牛顿运动定律的适用范围	(61)
综合训练		(63)

第四章 物体的平衡

§ 4.1	共点力作用下物体的平衡	(65)
§ 4.2	共点力平衡条件应用	(68)
*§ 4.3	有固定转动轴物体的平衡	(71)
*§ 4.4	力矩平衡条件的应用	(73)
综合训练		(78)

参考答案	(80)
------------	------

第一章

力

§ 1.1 力

学习目标

1. 理解力是物体间的相互作用,会正确判断施力物体与受力物体。
2. 知道力的三要素,力的单位和符号,能做力的图示和力的示意图。
3. 知道按力的性质和力的效果对力进行分类。

重难点透析

1. 力的概念

力是物体之间的相互作用,即一个物体对另一个物体的作用,前一个物体是施力物体,后一个物体为受力物体。可见一个力必与两个物体相联系,离开物体,力是不存在的,这就是力的物质性。

既然力是物体间的相互作用,可见力是成对出现的,一个物体受到力的同时,必然对另一物体施加力的作用,即同时是施力物体也是受力物体,这是力的相互性。

2. 力的图示的方法与步骤

“四定二标”:一定作用点,二定作用线,三定比例标度,四定线段长度,一标力的方向,二标力的量值。

注意:(1)据力的可传递性原理:一个力保持其大小,方向不变,在同一物体上将其作用沿其作用线移动,不管移动到哪一点,其作用效果不变。如图 1-1-1,可把 F 向右移动,其效果不变。

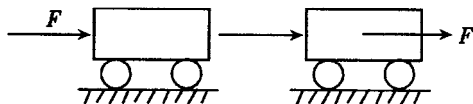


图 1-1-1

(2)在不考虑物体转动情况下,也可把力平行移动到物体的重心。如图 1-1-2 所示

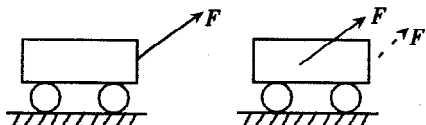


图 1-1-2

(3)力的示意图也是表示力存在的一种方法,表示出力的大小,方向与作用点。

3. 力的作用效果

静力效果:使物体的形状发生变化,如把物体拉伸、扭转、剪切等。

动力效果:改变物体的运动状态,如物体的运动速度的大小或方向发生变化。

4. 力的种类

除去按力的性质与作用效果分类,按力的作用方式可分为:接触力与非接触力,顾名思义接触力就是两个相互接触物体间的作用力,非接触力就是两个不相接触物体间的作用力。如弹力、摩擦力就是接触力,重力以及以后我们要学到的电磁力是非接触力。

学法导引

本节应该从力的物质性与力的相互性出发,充分理解力的概念,知道力不能离开物体存在,力是成对出现的。掌握力的图示方法与力的示意图的画法,关键是知道要准确地表示一个力要表示出其力的三要素。从文字表面的意义掌握力的分类方法为以后受力分析及牛顿运动定律的学习打下基础。





案例剖析

【例1】 下列说法中不正确的是 ()

- A. 力的三要素中任意一个发生了变化,该力的作用效果一定改变
- B. 物体只要受到力的作用,运动状态一定发生改变
- C. 只有直接接触的物体相互作用才有力的作用
- D. 在力的图示法中,长的线段所对应的力一定比短的线段对应的大

【解析】 力的三要素中有一个发生了变化,该力的作用效果可能改变,但不一定改变,如沿力的方向移动力的作用点,该力的效果就不改变。

物体若受到一对平衡力作用,其运动状态就不发生变化。两物体发生力的作用时并不一定需要直接接触,如磁铁隔着一段距离能吸引铁屑;跟毛皮摩擦过的硬橡胶棒隔着一段距离能吸引纸屑。

在力的图示法中表示力时,在同一标度下,长的线段所对应的力一定比短的线段所对应的力大。在没有指明力的标度或采用不同的标度时,线段的长度就没有意义,长的线段不一定对应着较大的力。

综上所述 ABCD 的说法全不正确。

【例2】 在以下几组力中,都是按力的性质命名的是 ()

- A. 重力、浮力、摩擦力、弹力
- B. 弹力、压力、分子力、重力
- C. 电场力、磁场力、万有引力、分子力
- D. 支持力、动力、阻力、拉力

【解析】 按力的性质命名的力实际上是按力的产生的原因命名。重力、弹力、摩擦力、分子力、电磁力、万有引力均是按力产生的原因命名的,而支持力、动力、阻力、浮力、拉力均是按力的效果命名的,所以符合题意的只有 C。

【例3】 一小车在水平方向受到向右的 2N 的阻力和一个与水平方向成 30° 角斜向左上 8N 的力,请画出小车受到的这两个力的图示。

【解析】 首先确定力的作用点,再画出各力的作用线,取一段表示 2N 的线段作标度,然后确定各力的线段的长度,标出方向与大小(如图 1-1-3)。

注意:在同一题中要取相同的标度,这样可以使图示简单明了。 8N 的力应当是 2N 力的 4 倍。

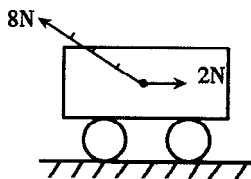


图 1-1-3



巩固发展

1. 关于力,下列说法正确的是 ()
 - A. 一个物体,不管受了多少个力的作用,施力物体只有一个
 - B. 施力物体对受力物体施力的同时,一定受到受力物体对它力的作用
 - C. 力是物体与物体间的相互作用,离开了物体,力是不存在的
 - D. 静止物体是不受力的作用的
2. 某人用一根绳拉着物体在粗糙的地面上前进,则 ()
 - A. 施力物体是人,受力物体是重物
 - B. 研究绳对重物的拉力,施力物体是人,受力物体是重物
 - C. 研究绳对人的拉力,施力物体是绳,受力物体是人
 - D. 研究绳对人的拉力,施力物体是地球,受力物体是人
3. 关于力的作用效果的叙述中,正确的是 ()
 - A. 物体的运动状态发生变化,一定受到力的作用
 - B. 物体的运动状态不发生变化,一定不受力的作用
 - C. 物体受力作用后,一定同时出现形变和运动状态发生变化的现象
 - D. 力对物体的作用效果完全由力的大小决定
4. 下列关于力的说法正确的是 ()
 - A. 磁铁间有作用力,说明力可以离开物体而独立存在
 - B. 只有接触的物体间才有力的作用
 - C. 一个力必定与两个物体相联系
 - D. 力可以用天平测量
5. 根据下列要求用图示法表示力

(1) 水平桌面对桌上的书产生的 30N 的支持力。

(2) 用 1600N 的力与水平方向成 30° 角向斜上方拉小车。

(3) 放在倾角为 30° 的斜面上的物体对斜面产生 150N 的压力。



拓展与创新

6. “孤掌难鸣”说明了一个什么物理道理？

7. 早期的螺旋桨飞机为什么不能在空气很稀薄的高空飞行？

§ 1.2 重力



学习目标

1. 知道重力产生的原因,能确定重力的大小、重力的方向,会用 $G = mg$ 计算。
2. 理解重心的概念,会用悬挂法测重心。



重难点透析

1. 重力

重力是由于地球的吸引而使物体受到的力。但重力不能认为就是地球对物体的吸引力。

重力的施力物体是地球,在地球表面附近的物体,不论是静止还是运动,也不论物体所处的位置如何,都会受到重力的作用。

重力的方向总是竖直向下,即垂直于地的水平面,而不是指向地心。

重力大小的确定

(1) 用弹簧称测量:当弹簧称相对于地面静止或做匀速直线运动时,其数值等于物体的重力。

(2) 用公式计算 $G = mg$

g 是一个与位置有关的量,地面上赤道 g 值最小,在南北两极 g 值最大,离地面越高 g 值越小。一般情况下,对地面附近的物体, $g = 9.8 \text{ N/kg} = 10 \text{ N/kg}$

2. 重心

物体的各部分所受的重力,可以认为集中于一点,这一点就叫物体的重心。

物体重心的位置与物体的形状和质量分布有关。质量分布均匀、形状规则的物体的重心在其几何中心上。如一个质量分布均匀的球体,其重心就其球心,均质三角形薄板的重心就其三角形的重心。质量分布不均匀的物体其重心的确定可用悬挂法:从物体上选取一个点,将物体悬挂后,其重力作用线一定与悬线重合,再选取一个不在刚才那条线上的点,过将物体悬挂起来,这两条悬线的交点就是物体的重心。

重心的位置可以在物体上也可以在物体外,如质量分布均匀的球壳,其重心在球心,而不在球壳上。

重心相对于物体的位置与物体的运动状态及放置方式无关。



学法导引

以重力的产生原因为基础,掌握重力的施力物体是地球,及重力的存在与其他因素无关,知道重力的大小与物体的质量和物体所在处的重力加速度有关。从力的三要素出发,掌握重力的大小、方向、作用点,便于记忆理解。



案例剖析

【例 1】 下列关于重力的说法正确的是

()



- A. 重力是物体的固有属性
B. 同一物体向上运动时受的重力比它向下运动时受的重力大

C. 重力的作用点必然在物体上最重的一点

D. 天平不是测量重力的仪器

【解析】 重力是力,不是属性,它是由于地球的吸引而客观存在的一个力,物体所受的重力决定于质量 m 与 g 的大小与运动形式无关,故 B 错。重力的作用点就是重心,而物体的重心有时在物体上,有时并不在物体上,故 C 错。天平是测量物体质量的仪器,D 正确。

【例2】 下列关于重心的说法正确的是 ()

- A. 物体所受重力的作用点叫重心
B. 物体的重心处才受到重力的作用
C. 质量分布均匀的圆柱体的重心在其轴线的中点
D. 球体的重心总在球心

【解析】 重心就是物体受到的重力的作用点,并不是只有物体的重心处才受到重力的作用,只有质量分布均匀的规则几何体,其重心才在其几何中心,故 C 对 D 错。综上所述 A、C 正确。

【例3】 如图 1-2-1 所示,正方形木块 $ABCD$ 边长为 L ,当用力使木块以 A 为支点翻转的过程中,重心上升的最大高度为_____。

【解析】 正方形木块的重心在两对角线交点处,当物体所受重力作用线与对角线 AC 重合时,重心位置最高,所以在翻转过程中,重心

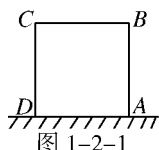


图 1-2-1

心上升最大高度为 $h = \frac{\sqrt{2}}{2}L - \frac{L}{2} = \frac{\sqrt{2}-1}{2}L$ 。



巩固发展

- 关于重力的方向,以下说法正确的是 ()

A. 一定垂直于地面 B. 一定垂直于平面
C. 一定指向地心 D. 一定竖直向下
- 用弹簧称竖直悬挂一个静止的小球,下面说法正确的是 ()

- A. 小球对弹簧称的拉力就是小球的重力
B. 小球对弹簧称的拉力大小等于小球重力的大小
C. 小球的重力的施力物体是弹簧称
D. 小球的重力的施力物体是地球

3. 下列叙述正确的是 ()

- A. 只有静止的物体才受重力
B. 空中飞行的子弹不受重力作用
C. 重力就是物体对水平桌面的压力
D. 静止时物体对水平桌面的压力大小等于重力

4. 关于重心的说法错误的是 ()

- A. 物体的重心一定在物体上
B. 物体升高或降低时,重心在物体上的位置也要升高或降低
C. 物体形状改变时,其重心的位置必定改变
D. 物体的重心相对物体的位置随着物体的放置方法不同而改变

5. 一个运动员用力把一个质量为 m 的足球向斜上方踢出,若不计空气阻力,足球在飞行过程中受到的力有_____,其大小为_____,方向_____,施力物体是_____。



拓展创新

6. 把一个装有水的烧杯放在斜面上处于静止状态,在图 1-2-2 中哪个图示的情况正确? ()

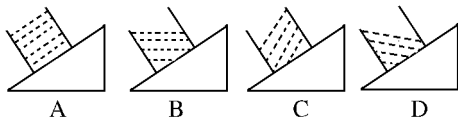


图 1-2-2

7. 如果地面上一切物体受到的重力都消失了,则可能出现的现象是 ()
- A. 江河的水不会流动
B. 鸡毛和铁球都可以悬浮在空中
C. 天不会下雨
D. 一切物体的质量都变为零

§ 1.3 弹力

学习目标

1. 知道什么叫形变。
2. 知道弹力的概念及弹力产生的条件。
3. 掌握胡克定律及其简单的应用。
4. 掌握各种弹力的方向及画法。

重难点透析

1. 弹力

(1) 弹力的概念 :发生弹性形变的物体,由于要恢复原状,会对跟它接触的物体产生力的作用。

(2) 弹力产生的条件 ①物体接触 ②发生了弹性形变。

(3) 弹力的方向 :与物体形变的方向相反。弹力的受力物体是引起形变的物体,施力物体是发生形变的物体。

常见两类弹力的方向 :

支持力(压力)——垂直于接触面指向被支持(或被压)的物体。

绳上的拉力——总是沿绳指向绳子收缩的方向。

杆上的拉力——不一定沿杆的方向要由杆受力情况决定。

(4) 弹力的大小 :与形变有关,形变越大,弹力也越大。

弹簧上的弹力可以利用胡克定律来计算。

胡克定律 :在弹性限度内,弹簧的弹力与弹簧伸长(或压缩)的长度成正比

$$F = k \Delta x$$

其中 k 为弹簧劲度系数,是弹簧本身的一种物理性质,与外力无关,其大小只与弹簧的长短、粗细及材料有关。应用时一定要弄清弹簧的原长,弹簧的长度和弹簧的形变量之间的关系。

学法导引

1. 弹力有无的判断

(1) 对于形变较明显的情况,由形变情况,根据产生弹力的条件直接判断。

(2) 形变不明显的情况,常用“假设法”。其基本思路是 :假设与研究对象接触的物体解除接触,判断研究对象的运动状态是否发生改变,若运动状态不变,则此处不存在弹力,若运动状态改变,则此处一定存在弹力。

2. 弹力方向的判断

弹力的方向与物体形变的方向相反,作用在迫使物体发生形变的那个物体上,常见的几种情况如下 :

(1) 弹簧两端的弹力方向,与弹簧中心轴线相重合,指向弹簧恢复原状的方向。

(2) 轻绳对物体的弹力方向,沿绳指向绳收缩的方向。

(3) 平面与平面接触的弹力方向,垂直于平面向指向受力物体。

(4) 点与平面(或曲面)接触的弹力方向,过接触点,垂直于平面(或曲面的切面)指向受力物体。

(5) 曲面与平面接触的弹力方向,过接触点,垂直于平面指向受力物体。

(6) 曲面与曲面接触的弹力方向,过接触点,垂直于过接触点的公切面,而指向受力物体。

(7) 轻杆两端受到拉伸或挤压时,会出现拉力或压力,拉力或压力的方向沿细杆方向。因为此时只有轻杆两端受力,在这两个力作用下,杆处于平衡,则该二力必然共线,即沿杆的方向,当杆受力较复杂时,杆中的弹力要具体情况具体分析。

案例剖析

【例1】 如图 1-3-1 所示, A 、 B 两个物体叠放在一起,放在光滑的水平地面上,这时 A 对 B 是否有压力, A 对地是否有压力?

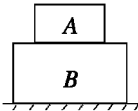


图 1-3-1

【解析】 弹力是接触力,只能存在于物体的相互接触处,但相互接触的物体间并不一定有弹力,所以判断物体间是否有弹力,一看是否直接接触,二看是否发生弹性形变。由于 A 、 B 之间直接接触

且相互挤压, A 对 B 有向下的压力, 而 A 与地面没有直接接触, A 对地没有压力。

【例2】如图 1-3-2 所示, 球与光滑的斜面接触, 细线不可伸长且保持在竖直方向, 则小球受到的力是 ()

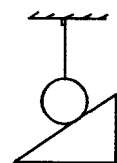


图 1-3-2

- A. 重力、绳的拉力
- B. 重力、绳的拉力、斜面的弹力
- C. 重力、斜面的弹力
- D. 绳的拉力、斜面的弹力

【解析】若将斜面移开, 悬绳仍是竖直, 小球仍静止, 表明球只受重力和悬绳的拉力, 假如斜面对球有弹力, 则悬绳不可能呈竖直状态, 所以斜面对球没有弹力, 综上所述, 选取 A。

【例3】画出图 1-3-3 中 A 物体所受到的弹力, 各接触面或点均光滑。

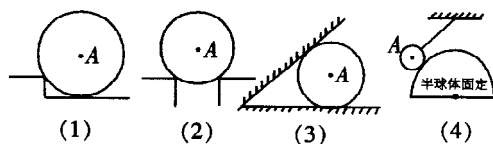


图 1-3-3

解答:

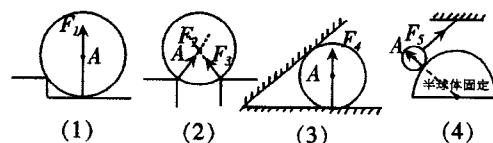


图 1-3-4

巩固发展

- 下列关于弹力的说法正确的是 ()
 - A. 只有弹簧才有可能施加弹力
 - B. 物体对支持面的压力就是物体的重力
 - C. 物体对支持面的压力与物体的重力无关
 - D. 一般来说, 物体的弹性形变越大, 产生的弹力越大
- 下面说法正确的是 ()
 - A. 木块放在桌面上受到向上的支持力, 这是由于木块发生微小形变产生的
 - B. 用一根细竹竿拨动水中的木头, 木头受到竹

杆的推力, 这是由于木头发生形变而产生的

- 绳对物体的拉力方向总是竖直向上
- 挂在电线下面的电灯受到向上的拉力, 是由于电线发生微小形变而产生的
- 关于弹力, 下列说法正确的是 ()
 - A. 若两物体相互接触, 就必定有弹力作用
 - B. 若两物体间有弹力作用, 则物体一定发生了形变
 - C. 弹力的作用也是相互的
 - D. 以上说法均不正确
- 下列几组按效果命名的力中, 均属于弹力的一组是 ()
 - A. 撞击力, 火箭升空的动力
 - B. 帆船前进时所受到的风力, 空气阻力, 水的阻力
 - C. 汽车牵引力, 弓箭将箭射出的动力, 潜水艇所受的浮力
 - D. 手握瓶子时瓶受到手的压力, 传送带传送物体的“传动”力
- 对公式 $F = kx$ 中三个物理量关系的理解, 下列说法中正确的是 ()
 - A. F 、 x 的变化, 不会影响弹簧的劲度系数
 - B. F 与 x 的比值越大, k 值则越大
 - C. F 越大, x 越大, k 值则越大
 - D. 对同一根弹簧, x 一定时, F 与 k 成正比
- 画出图 1-3-5 中 A 物体受到的重力和弹力

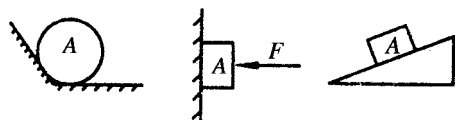


图 1-3-5

拓展创新

- 如图 1-3-6 所示, 弹簧和绳的重力不计, 一切摩擦不计, 重物重力 G 为 20N, 弹簧秤 A 和 B 的读数分别为 _____ 和 _____。

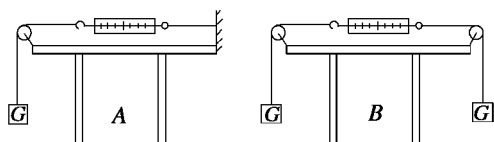
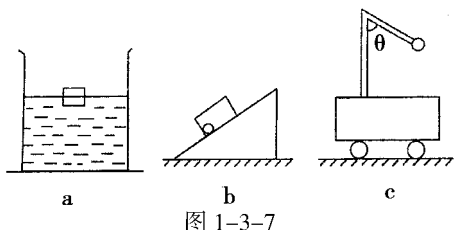


图 1-3-6

8. 分析下列物体的受力情况。*a* 图,盛水容器置于水面,一物体浮在水面上,分析容器和水组成的系统的受力情况。*b* 图,把盒及盒内小球一起放在不动的斜面上,处于静止状态,分析小球受力情况。*c* 图,小车上固定一根弯杆,杆端固定一小球静止,分析小球受力情况。画出受力图(见图 1-3-7)。



§ 1.4 摩擦力

学习目标

1. 理解静摩擦力的概念及产生条件。
2. 会判断静摩擦力的方向,知道最大静摩擦力的含义。
3. 理解滑动摩擦力的概念及产生条件,会判断其方向。
4. 掌握滑动摩擦力的计算公式。

重难点透析

1. 滑动摩擦力的产生
滑动摩擦力产生的条件:
 - (1) 接触面粗糙;
 - (2) 接触且挤压(有弹力);
 - (3) 物体间有相对运动。
 三个条件必须同时满足
其中相对运动是指两物体互为参照物时,位置有变化。即现在有两个物体 *A*、*B*,如果以 *A* 为参照物(即认为 *A* 静止不动),则 *B* 是运动的;反之如果以 *B* 为参照物(即认为 *B* 静止不动),则 *A* 是运动的。
2. 滑动摩擦力的三要素
 - (1) 大小 $f = \mu F_N$ 。其中 F_N 为压力; μ 为动摩擦因数,其数值决定于两物体的材料和接触面的粗糙程度。
 - (2) 方向:与物体相对运动方向相反。
 - (3) 作用点:在物体的接触面上。
3. 静摩擦力的产生
静摩擦力产生条件:

- (1) 接触并且挤压
- (2) 接触面粗糙
- (3) 物体间有相对运动的趋势

其中相对运动趋势是指两个相互接触的物体,互为参照物时的一种运动趋势。

4. 静摩擦力的三要素

(1) 大小:静摩擦力是被动力,其大小随物体的受力情况和运动状态变化而变化。大小范围是

$$0 < F \leq F_{\max}$$

(2) 方向:与相对运动的趋势方向相反,与两接触面相切,与接触面间的弹力垂直。

- (3) 作用点:在两物体的接触面上。

学法导引

1. 静摩擦力的有无和方向的判断

由于相对运动趋势有很强的隐蔽性,所以静摩擦力是否存在及其方向的判断常用假设法和反推法。

(1) 假设法:假设接触面光滑,看物体是否会发生相对运动,若发生相对运动,则说明物体间有相对运动趋势,且假设接触面光滑后时,物体发生相对运动的方向即为相对运动趋势的方向,从而确定静摩擦力的方向。也可以先假设静摩擦力沿某方向,再分析物体运动状态是否出现与已知条件相矛盾的结果,从而对假设方向作出取舍。

(2) 反推法:从研究物体表现出的运动状态这个结果反推它必须具有的条件,分析这些条件的相关因素中摩擦力所起的作用,就很容易判断出摩擦力的方向了。



2. 摩擦力大小的计算

(1) 分清摩擦力的性质 静摩擦力或滑动摩擦力。

(2) 滑动摩擦力由公式 $F = \mu F_N$ 计算。注意不管物体加速运动、减速运动、匀速运动,只要是滑动摩擦力, μ 、 F_N 不变, F 就不变。

(3) 静摩擦力

① 最大静摩擦力是物体将发生相对运动这一临界状态的摩擦力,是静摩擦力的最大值,总略大于滑动摩擦力,要求不严的情况下,认为等于滑动摩擦力,从如图 1-4-1 所表示所加外力与摩擦力的情况,就可看出 $F_{max} \approx \mu F_N$ 。

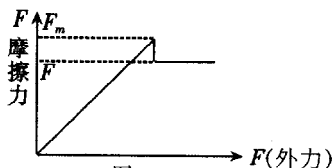


图 1-4-1

② 静摩擦力 F 的大小,物体平衡时等于物体所受沿切面方向的外力,与接触面相互挤压的力无关。

3. 摩擦力对物体运动状态的影响

在我们研究物体的运动时,摩擦力常起着阻碍物体运动的作用,有人因此产生一种误解,认为摩擦力只能是运动的阻力。这种看法是片面的,因为摩擦力也可以是动力。

【例】如图 1-4-2 所示 m 放在 M 上, M 静止在水平上,若 M 突然受到外力 F 作用而加速则 m 也随之加速,该过程 m 受到的摩擦力为动力, M 受的摩擦力为阻力。

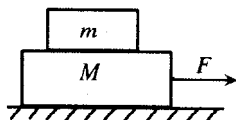


图 1-4-2

案例剖析

【例 1】如图 1-4-3 在水平桌面上放一木块,用从零开始逐渐增大的水平拉力 F 拉着木块沿桌面运动,则木块受到的摩擦力 F_f 随拉力变化的图象正确的是 ()

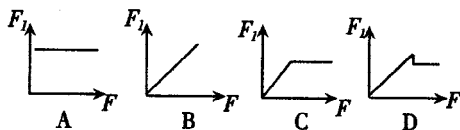


图 1-4-3

【解析】当物体处于静止状态时,由二力平衡条件知,桌面对木块的静摩擦力 F_f 始终与拉力 F 等值反向,随着 F 由零逐渐增大至最大静摩擦力 F_m ; 当 F 继续增大到 $F > F_m$ 时,物体开始运动,这时木块所受的是滑动摩擦力,它小于最大静摩擦力,而且因为支持力不随拉力 F 改变,所以滑动摩擦力在木块继续运动的过程中保持不变。故选取 D。

【例 2】如图 1-4-4 所示,有水平力 F 将物体压在竖直墙上,保持静止状态物体所受的摩擦力的大小 ()

- A. 随 F 的增大而增大
- B. 随 F 的减小而减小
- C. 等于物体重力的大小
- D. 可能大于物体的重力大小

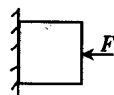


图 1-4-4

【解析】求解摩擦力大小时,首先必须判定是滑动摩擦力还是静摩擦力。若是滑动摩擦力,则 $F = \mu F_N$; 若是静摩擦力, $0 \leq F \leq F_m$, 一般用二力平衡来判断静摩擦力是否存在以及它的大小。本题中,物体处于静止状态,受到的是静摩擦力,物体竖直方向受到两个力——重力和摩擦力,根据二力平衡可知, $F = mg$, 故选 C。

【例 3】如图 1-4-5 所示, A 、 B 两物体叠放在水平面,水平力 F 作用在 A 上,使两者一起向右做匀速直线运动,下列正确的是 ()

- A. 由于 A 、 B 一起做匀速直线运动,故 A 、 B 间无摩擦力
- B. A 对 B 的静摩擦力大小为 F , 方向向右
- C. B 对地面的滑动摩擦力的大小为 F , 方向向右
- D. B 物体受到了向右的静摩擦力和向左的滑动摩擦力

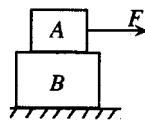


图 1-4-5

【解析】以 A 为研究对象,它和 B 一起做匀速直线运动,也就是说它们之间无相对运动。它受到



一个向右的水平拉力,它一定还要受到一个向左的水平力与拉力 F 平衡,而 A 只与 B 有接触,故 B 给 A 一个水平向左的静摩擦力 F' 与 F 平衡。

由于力的作用是相互的, A 受到 B 对它向左的静摩擦力, A 一定要对 B 施加一个向右的静摩擦力, B 做匀速直线运动,它在水平方向上一定要受到一个向左的力来与 A 对 B 的静摩擦力平衡, B 是在水平面上运动,显然,地面对 B 有一个向左的滑动摩擦力,那么, B 对地面施加一个向右的滑动摩擦力,故选 B、C、D。



巩固发展

- 下列对摩擦力的说法正确的是 ()
 - 摩擦力的方向总是与物体运动的方向相反
 - 摩擦力对物体的运动总是起阻碍作用
 - 静摩擦力的大小总是跟引起物体运动趋势的外力相等
 - 滑动摩擦力方向一定与物体的运动方向相反
- 用手握瓶子,瓶子静止在手中,下面说法中正确的是 ()
 - 手对瓶子的压力恰好等于瓶子重力
 - 手对瓶子的摩擦力恰好等于瓶子重力
 - 手握得越紧,手对瓶子的摩擦力越大
 - 手对瓶子的摩擦力一定大于瓶子的重力
- 关于产生摩擦力的条件,下列说法正确的是 ()
 - 相互压紧的粗糙物体间总有摩擦力的作用
 - 相对运动的物体间总有摩擦力的作用
 - 相互压紧并发生相对运动的物体间一定有摩擦力作用
 - 只有相互压紧且发生相对运动或有相对运动趋势的粗糙物体间才有摩擦力的作用
- 对于两个相互接触的物体,下列说法中正确的是 ()
 - 有弹力一定有摩擦力
 - 有弹力不一定有摩擦力
 - 有摩擦力一定有弹力
 - 有摩擦力不一定有弹力
- 如图 1-4-6 所示,一个重为 G 的物块 A 贴着一

个竖直墙壁下滑,物体 A 和墙壁间的动摩擦因数为 μ ,则此时 A 所受墙的弹力 F_N 和摩擦力 F 的大小为 ()

- $F_N = 0$
- $F_N \neq 0$
- $F = \mu G$
- $F = 0$

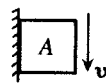


图 1-4-6

- 重力为 400 N 木箱放在水平地面上,木箱与地面间的滑动摩擦力是重力的 0.25 倍。如果用 80 N 的水平力推该木箱,木箱受到的摩擦力为多大? 用 150 N 的水平力推木箱呢?



拓展创新

- 叠放在一起的 A 、 B 两物体在水平力 F 的作用下,沿水平面匀速运动,如图 1-4-7 所示,若突然将作用在 B 上的力 F 改为作用在 A 上,保持 F 大小、方向不变,则以后 A 、 B 的运动状态可能是 ()
 - 一起匀速运动
 - 一起加速运动
 - A 加速、 B 减速
 - A 加速、 B 匀速
- 如图 1-4-8 所示,物体 A 静止在倾角为 α 的斜面上,当给物体 A 施加一个水平推力 F 时,物体仍然静止,下面说法正确的是 ()
 - 物体所受合力一定变大
 - 物体所受静摩擦力一定变大
 - 物体所受静摩擦力一定变小
 - 以上说法都不正确

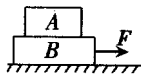


图 1-4-7

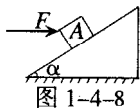


图 1-4-8

- 如图 1-4-9 所示,在 $\mu = 0.1$ 的水平面上向右运动的物体,质量为 20 kg,在运动过程中,还受到一个水平向左的大小为 10 N 拉力作用,则物体受到的滑动摩擦力为 ($g = 10 \text{ N/kg}$) ()
 - 10 N, 向右
 - 10 N, 向左
 - 20 N, 向右
 - 20 N, 向左

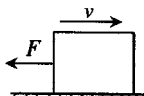


图 1-4-9

§ 1.5 力的合成

学习目标

1. 知道力的合成与合力的概念。
2. 知道矢量与标量的区别。
3. 掌握平行四边形定则,会用图解法与简单的计算求解力的合成。
4. 知道两分力的大小 F_1 、 F_2 , 其合力的范围为 $|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$ 。

重难点透析

1. 合力与分力

当一个力的作用效果与另几个力的作用效果相同时,这个力就叫那几个力的合力,那几个力叫这一个力的分力。这种等效替代方法是力的效果上的替代而不是力的本质上的替代。我们研究问题时,根据实际问题就可以用合力来代替分力或用分力来代替合力。

2. 力的平行四边形定则

求两个互成角度的共点力的合力,可以用表示这两个力的线段为邻边作平行四边形,这两个邻边之间的对角线就表示合力的大小和方向。

注意: (1) 合力不一定比分力大。由力的平行四边形可以看出,合力 F 与两分力 F_1 、 F_2 组成一个封闭的三角形,合力 F 与两个分力分别为此三角形的三边,因此合力与分力的大小关系也就是三角形三边边长的关系: 即合力的大小应在两分力之和与两分力之差之间 $|F_1 + F_2| \geq F \geq |F_1 - F_2|$ 。可见合力与它的任何一个分力之间,并不存在一定谁大于谁的关系。

(2) 作用在不同物体上的二个力不能进行合成。由于它们只能对各自的物体产生力的作用效果而不能产生共同的作用效果,因此不可能用一个力的作用效果来代替它们分别产生的作用效果,所以,把作用在不同物体上的力来合成是没有物理意义的,只要作用在同一物体上的力,则不管其性质如何都可以合成。

学法导引

1. 力合成的方法

(1) 图解法 主要有平行四边形定则,三角形定则

① 平行四边形定则: 从力的作用点依两个分力的作用方向按同一标度作出两个分力 F_1 、 F_2 , 以这两个力为邻边作一个平行四边形,这两力所夹的对角线表示这两个力的合力。可用刻度尺和量角器直接量出合力的大小和方向。作图法应注意在一幅图上的各力都必须采用同一标度,且分力和合力的比例要适当。虚线、实线要分清。

② 三角形定则: 把两个分力首尾相接,连接始端和末端的有向线段既为它们的合力,这种方法是平分四边形定则简化而来,如图 1-5-1 所示, $F_1 = 6\text{N}$, $F_2 = 8\text{N}$, $\theta = 60^\circ$ 作图得 $F = 12\text{N}$ 。

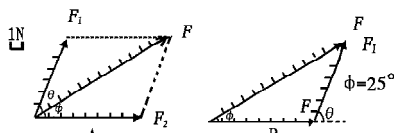


图 1-5-1

以上两种方法均可求三个以上的共点力的合力。若用平行四边形定则,可先求同任意两个力的合力,再求出这个合力与第三个力的合力,直到把所有的力都合成,最后得到的就是这些力的合力。

若用三角形定则,则可将各分力平移成首尾相接,最后连接始端与末端的有向线段既为它们的合力。如图所示:

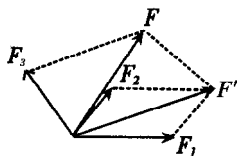


图 1-5-2

F' 为 F_1 、 F_2 的合力

F 为 F' (F_1 、 F_2)、 F_3 的合力

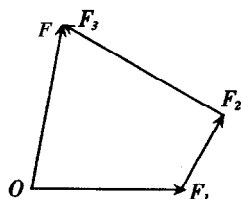


图 1-5-3

F_1, F_2, F_3 首尾相接

F 由始端指向末端

(2) 计算法 计算法的基础是作图,但是不必画力的图示,而只需作力的示意图,作为计算的依据,常用公式有:

① 勾股定理 已知两分力 F_1, F_2 相互垂直,则合力的大小和方向为

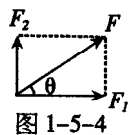


图 1-5-4

$$= \sqrt{F_1^2 + F_2^2},$$

$$\tan \theta = \frac{F_2}{F_1} \quad \text{如图 1-5-4 所示}$$

② 正弦定理 已知两分力成任意角 θ ,则合力满足

$$\frac{F}{\sin(180^\circ - \theta)} = \frac{F_2}{\sin(\theta - \varphi)} = \frac{F_1}{\sin \varphi} \quad \text{如图 1-5-1A 所示.}$$

勾股定理、余弦定理适用于已知两分力的大小与方向(两边一角)的情况,正弦定理适用于已知两分力的方向与一分力的大小(两角一边)的情形。

2. 合力与分力的关系

(1) 当两分力 F_1, F_2 在同一条直线上时,同向则 $\theta = 0^\circ$ 合力最大, $F_{\max} = F_1 + F_2$, 反向则 $\theta = 180^\circ$, 合力最小 $F_{\min} = |F_1 - F_2|$

(2) 当两分力 F_1, F_2 成任意角 θ 时,合力 F 的大小范围是 $|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$

(3) 当 F_1, F_2 一定时, θ 增大, F 减小; θ 减小, F 增大。

(4) 合力可能大于, 等于、小于任何一个分力。

以上结论 θ 为两分力 F_1, F_2 夹角, 都可由余弦定理得出。

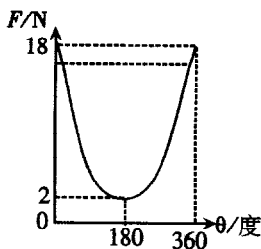


图 1-5-5

【例 1】如图 1-5-5 所示,表示合力 F 与两分力夹角 θ 的关系图线,则该两分力大小分别是 _____ 和 _____。

【解析】 本题考查识图能力和求合力极值的条件,当 $\theta = 0^\circ$ 或 $\theta = 360^\circ$ 时,合力最大,即 $F_1 + F_2 = 18\text{N}$; 当 $\theta = 180^\circ$ 时,合力最小即 $F_1 - F_2 = 2\text{N}$, 联立方程得 $F_1 = 10\text{N}, F_2 = 2\text{N}$ 。

【例 2】有大小分别为 4N、9N、11N 的三个力,它们彼此之间的夹角可以变化,它们的合力的最大值是多少? 最小值是多少?

【解析】 本题目考查两个以上力的合成方法,在合成时,应先求出任意两个力的合力再与第三个力求合力,要使得三个力的合力有可能为零,则第三个力一定要在前两个力的合力范围内。4N、9N 两个力的合力范围是 5N - 13N, 当 4N、9N 的合力取 11N 且与题给的第三个力方向相反时,三个力的合力为零,此时合力最小; 当三个力的方向相同时,合力最大,为 24N。

所以,合力的最大值是 24N,最小值是 0。



巩固发展

- 三个共点力,其大小分别是 3N、6N、8N,则它们的合力值可能是 ()
A. 5N B. 19N
C. 0N D. 13N
- 两个共点力,一个是 40N,另一个等于 F ,它们的合力是 100N,则 F 的大小可能是 ()
A. 20N B. 40N
C. 80N D. 160N
- 如图 1-5-6 所示,两个共点力 F_1, F_2 的大小一定,夹角 θ 是变化的,合力为 F 。在 θ 角从 0° 逐渐增大到 180° 的过程中,合力 F 的大小变化情况为 ()
A. 从最小逐渐增加到最大
B. 从最大逐渐减小到零
C. 从最大逐渐减小到最小
D. 先增大后减小
- 两个大小和方向都确定的共点力,其合力的 ()
A. 大小和方向都确定

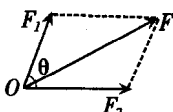


图 1-5-6

案例剖析

- B. 大小确定,方向不确定
C. 大小不确定,方向确定
D. 大小和方向都不确定
5. 如图 1-5-7 所示,放在光滑水平面上的一个物体,同时受到两个水平方向的力, $F_1 = 10\text{N}$,方向水平向右, $F_2 = 18\text{N}$,方向水平向左,当 F_2 由 18N 逐渐减小为零时,二力的合力大小 ()



图 1-5-7

- A. 逐渐减小
B. 逐渐增大
C. 先减小后增大
D. 先增大后减小
6. 一根轻质细绳能承受的最大拉力是 G ,现把一重量为 G 的物体系在绳的中点,两手先并拢分别握住绳的两端,然后缓缓地左右对称地分开,若想绳不断,两绳间的夹角不能超过 ()
- A. 45° B. 60°
C. 120° D. 135°



拓展创新

7. 六个共点力大小分别为 F 、 $2F$ 、 $3F$ 、 $4F$ 、 $5F$ 、 $6F$,相互间夹角均为 60° ,如图 1-5-8 所示,则它们的合力大小是 _____,方向是 _____。

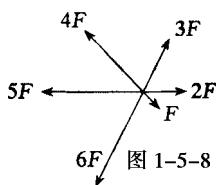


图 1-5-8

8. 两个共点力同向时合力为 a ,反向时合力为 b ,当两个力垂直时,合力大小为 ()
- A. $\sqrt{a^2 + b^2}$ B. $\sqrt{(a^2 + b^2)^2}$
C. $\sqrt{a + b}$ D. $\sqrt{\frac{a + b}{2}}$

§ 1.6 力的分解



学习目标

- 知道力的分解和分力的概念,理解力的分解是力的合成的逆运算。
- 知道力的分解要从实际情况出发,并熟练掌握其分解方法。
- 会用作图法和计算法求合力。
- 会用正交分解法求合力。



重难点透析

- 力的分解是力的合成的逆运算,方法与力的合成相同。

我们如果没有限制的分解一个力,可以得到无数组结果,没有实际意义,所以实际问题中,通常按力的实际效果进行分解或进行正交分解。

- 正交分解就是将力沿相互垂直的两个方向进行分解。这是中学阶段常用的一种方法。这样进行分解的优点是,两个分力的大小可以迅速地利用三角函数知识求得,给计算带来了方便,特别是

进行力的合成时,先把各个力分解到坐标轴上,再利用代数运算把各轴上的合力求出来,最后用勾股定理求解。

- 在力的分解中我们常遇到以下几种情况

(1) 已知合力和两分力的方向求两分力的大小。这种情况有惟一的一组确定的解。

(2) 已知合力和一个分力的大小、方向,求另一个分力的大小和方向,有惟一确定的解。

(3) 已知合力 F 和分力 F_1 的大小及 F_2 的方向,设 F_2 与 F 的夹角为 θ ,则当 $F_1 < F\sin\theta$ 时无解;

当 $F_1 = F\sin\theta$ 时有一组解;当 $F\sin\theta < F_1 < F$ 时有两组解;当 $F_1 > F$ 时有一组解。



学法导引

把一个力进行分解的过程实际上是对一个力产生效果分析的过程。如放在斜面上的物体,物体受到竖直向下的重力,使物体同时产生两个作用效果,使物体沿斜面下滑以及使物体紧压斜面,这样重力可以找沿斜面方向和垂直方向的两个力代替

它,产生相同的作用效果。同学们在学习力的分解时沿着力的作用效果这个方向进行分析,结合平行四边形法则,一定会成功解决问题的。



案例剖析

【例1】一物体的重量为 20N,把它放在一个斜面上,斜面长与斜面高之比是 5:3,求平行于斜面使物体下滑的分力和垂直于斜面使物体紧压斜面的分力。

【解析】设斜面倾角为 θ ,把重力 G 分解为平行于斜面使物体下滑的分力 F_1 ,垂直于斜面使物体紧压斜面的分力 F_2 。如图 1-6-1 所示。

由图可知 $\sin\theta = \frac{3}{5}$,得 $\cos\theta = \frac{4}{5}$

根据直角三角形知识可知

$$F_1 = G \cdot \sin\theta = 20 \times \frac{3}{5} \text{ N} = 12 \text{ N}$$

$$F_2 = G \cdot \cos\theta = 20 \times \frac{4}{5} \text{ N} = 16 \text{ N}$$

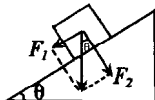


图 1-6-1

【小结】力的分解是矢量运算,画出力的分解的图示可以通过几何关系确定各力之间的数量关系,这是常用的方法,同学们细心体会。

【例2】同在 xoy 平面内的六个力如图 1-6-2 所示,大小分别为 $F_1 = 10 \text{ N}$, $F_2 = 20\sqrt{3} \text{ N}$, $F_3 = 12 \text{ N}$, $F_4 = 10\sqrt{3} \text{ N}$, $F_5 = 30 \text{ N}$, $F_6 = 12 \text{ N}$,求合力的大小和方向。

【解析】本题考查如何运用正交分解法求合力,先将各力都沿 x 轴、 y 轴进行正交分解,然后分别求 x 轴上的合力, y 轴上的合力,再求总合力。

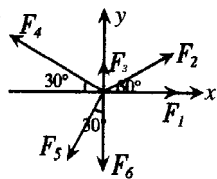


图 1-6-2

$$F_{x\text{合}} = F_1 + F_2 \cdot \cos 30^\circ - F_4 \cdot \cos 30^\circ - F_5 \cdot \sin 30^\circ$$

$$= 10 + 20\sqrt{3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} - 10\sqrt{3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} - 30 \times \frac{1}{2}$$

$$= 10 \text{ N}$$

$$F_{y\text{合}} = F_2 \sin 30^\circ + F_3 + F_4 \sin 30^\circ - F_5 \cos 30^\circ - F_6$$

$$= 20\sqrt{3} \times \frac{1}{2} + 12 + 10\sqrt{3} \times \frac{1}{2} - 30 \times \frac{\sqrt{3}}{2} - 12$$

$$= 0$$

$\therefore$ 合力 $F = F_x = 10 \text{ N}$,合力方向沿 x 轴正方向。

向。

【例3】如图 1-6-3 所示,绳子质量、滑轮质量和摩擦均不计,两物体质量分别是 m_1 、 m_2 ,都处于静止状态,下列说法中正确的是 ()

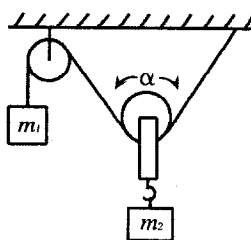


图 1-6-3

A. $m_1 > \frac{m_2}{2}$

B. $m_1 = \frac{m_2}{2}$

C. 当 m_1 增大稍许时,若绳子间夹角 α 适当增大,仍可保持平衡。

D. 当 m_2 增加稍许时,若绳子间夹角 α 适当减小,仍可保持平衡。

【解析】本题考查合力的大小与两分力的大小及其夹角的大小之间关系。由图可知,动滑轮所受两根绳子的拉力都是 $m_1 g$,故重物 m_2 拉动滑轮的力一定过两绳夹角的平分线,故有

$$2m_1 g \cos \frac{\alpha}{2} = m_2 g$$

$$m_1 = \frac{0.5m_2}{\cos \frac{\alpha}{2}} > \frac{m_2}{2}$$

当增大 m_1 时,即两绳拉力变大,若适当增大 α ,可使合力减小到与 $m_2 g$ 相等,系统平衡,当 m_1 不变,两绳夹角变小,可使合力增大到与 $(m_2 + \Delta m) g$ 相等,系统仍平衡。

综上所述选 A、C、D。

【例4】如图 1-6-4 所示,一倾角为 θ 的固定斜面上,有一块可绕其下端转动的挡板 P ,在挡板与斜面间夹有一个重为 G 的光滑球。试求挡板 P 由图示的竖直位置逆时针转到水平位置的过程中球对挡板压力的最小值。

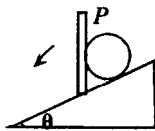


图 1-6-4

【解析】这类题用矢量图解法解决比较直观简单。

球的重力使球产生两个作用效果,一是对挡板产生压力,二是对斜面产生压力。

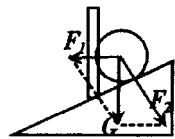


图 1-6-5