

与2001年最新教材同步

高一物理 试验本

主 编 陶德宏

创新联想

同步
导学

丛书主编 周仲钺 孙彪



龍門書局

创新联想 同步导学

高一物理试验本

主 编 陶德宏
副主编 马宇澄
编 者 沈瑞清 沈志斌

黄国清 李 明
徐汉屏

龍 門 書 局

2001

版权所有 翻印必究

本书封面贴有科学出版社、龙门书局激光防伪标志，
凡无此标志者均为非法出版物。

举报电话：(010)64034160 13501151303(打假办)

创新联想同步导学

高一物理试验本

陶德宏 主编

责任编辑 王 巍 孙立新

龙 门 书 局 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

化学工业出版社印刷厂印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

*

2001年6月第 一 版 开本：890×1240 A5

2001年6月第一次印刷 印张：9 1/4

印数：1-30 000 字数：312 000

ISBN 7-80160-263-3/G·260

定 价：10.50 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

开拓联想思维 培育创新英才

——《创新联想同步导学》丛书序

教育是一门艺术,艺术的生命在于创新。

教育是一门科学,科学的力量在于联想。

创新是民族进步的灵魂 是当代创新教育 善于学习的莘莘学子具

开卷明义

本书紧扣中学物理教学大纲，与现行教材同步，以创新思维为指导，以提高学生综合素质为目的，设置以下栏目：

【要点精析与知识迁移】

把握每章总体，精析重点，化解难点；学科间渗透，知识间交叉，联系实际，开拓视野；点拨混淆，矫正易错。

子栏目：重点难点透视 知识点精析

 知识点迁移 误点点拨

【范例剖析与思维发散】

分析解题思路，教给解题方法；范例一题多解，一题多变；注释重点、难点、解题关键及技巧；进行知识间纵横发散、逆向发散、命题发散和思维发散等。

子栏目：典型题解析 课本难题 高考样题

【新题展示与创新拓展】

题型新、内容实；提供新信息、新材料、新思路等，提高逆向思维、辩证思维、综合思维、创新思维和实验设计的能力；拓展物理与生产、生活、科学研究及与其它学科渗透的相关知识。

【自我检测与进阶演练】

自我检测：以节为单位的基础训练

进阶演练：以节或单元为单位的能力训练

每学期结束给出期末测试卷 A、B

【附录】

附录Ⅰ 常用公式及规律

附录Ⅱ 本书测试题答案

2001年4月

目 录

第一章 力	(1)
要点精析与知识迁移	(1)
范例剖析与思维发散	(7)
新题展示与创新拓展	(12)
自我检测与进阶演练	(15)
第二章 直线运动	(21)
要点精析与知识迁移	(21)
范例剖析与思维发散	(25)
新题展示与创新拓展	(44)
自我检测与进阶演练	(48)
第三章 牛顿运动定律	(65)
要点精析与知识迁移	(65)
范例剖析与思维发散	(67)
新题展示与创新拓展	(76)
自我检测与进阶演练	(77)
第四章 物体的平衡	(89)
要点精析与知识迁移	(89)
范例剖析与思维发散	(92)
新题展示与创新拓展	(99)
自我检测与进阶演练	(101)
第五章 曲线运动	(106)
要点精析与知识迁移	(106)
范例剖析与思维发散	(110)
新题展示与创新拓展	(130)
自我检测与进阶演练	(135)
第六章 万有引力定律	(147)



要点精析与知识迁移	(147)
范例剖析与思维发散	(150)
新题展示与创新拓展	(156)
自我检测与进阶演练	(160)
第七章 动量	(167)
要点精析与知识迁移	(167)
范例剖析与思维发散	(170)
新题展示与创新拓展	(180)
自我检测与进阶演练	(182)
第八章 机械能	(194)
要点精析与知识迁移	(194)
范例剖析与思维发散	(198)
新题展示与创新拓展	(213)
自我检测与进阶演练	(219)
第九章 机械振动	(239)
要点精析与知识迁移	(239)
范例剖析与思维发散	(243)
新题展示与创新拓展	(249)
自我检测与进阶演练	(252)
期末测试卷 A 组	(264)
期末测试卷 B 组	(268)
附录一 本书常用公式	(273)
附录二 本书检测题答案	(275)



力

本章是力学的入门,也是整个高中物理的开始.可分为三个单元.一是概要地介绍力的定义、力的图示和力的种类;二是重点介绍三种常见的机械力——重力、弹力和摩擦力(分滑动摩擦和静摩擦两种);三是介绍力(和其余一切矢量)的合成和分解的运算规则;平行四边形定则.

学习时,第一单元宜结合初中知识的复习而进行.第二单元应紧扣住各种力的产生条件、方向和大小的规律,加以对比、归纳而正确熟练掌握.第三单元则应充分注意矢量运算和标量(即在此以前学过的普通的物理量)运算的差异和联系(即在同一直线上的矢量合成和分解,转化为标量的运算.这为我们利用“正交分解法”处理三个或更多力的合成运算指出了捷径),而尽快掌握矢量运算的规则.

重点精析与知识迁移

重点难点透视

1. 力的概念:力是物体间的相互作用.力的图示和力的示意图.力的种类:力可以按性质和效果来分类.
2. 三种常见的机械力(重力、弹力和摩擦力)的产生条件、方向的特点以及大小的决定因素(或计算方法).
3. 力是矢量,其合成(即求和)及分解遵循平行四边形定则.

知识点精析

一、力的概念、表示方法和种类

1. 力是物体间的相互作用

学习时应注意以下几点:(1)力的产生、存在离不开物体.以后进一步学习,每解决一个具体问题时,常要先进行受力分析.应能够对每一个力都能说出其施力物体,如果找不出施力物体,这个力常常是实际上不存在的.凭空虚构力必然会导致结论错误.(2)力的作用是“相互”的.甲物体对乙物体施力的同时,甲必然受到乙对它的“反作用力”,也就是说,力总是“成对”产生的.(关于一对作用力和反作用力大小、方向的关系,可以参看教科书第三章的牛顿第三定律.)(3)尽管有作用



力必有反作用力,但两者的受力物体、方向毕竟完全不同.因此这两个力产生的效果也完全不同.例如,绳子下吊着一个重物,绳子对重物的拉力(受力物体是重物)方向向上,效果是使重物不掉落下去;而重物对绳子的拉力(受力物体是绳子)方向向下,效果是使绳子被拉直拉紧(并微微伸长).所以如果题目要求我们找出、画出某个力,切不要错误地画出其反作用力.

2. 力的方向性和力的表示方法

力既有大小,又有方向.这要求我们在开始学习时,就应十分重视力的方向性.考虑一个力不能只记住它有多大,更要时刻注意到它的方向.同理,要给出或表示一个力,就不能只说明它有几牛顿,而必须同时说明其方向(必要时还应说明其作用点在何处).这种“语言文字”描述法来说明一个力总是可行的,但有时觉得不够直观.为此科学家想到了用一条“有向线段”来表示“力的图示法”.这些同学们在初中已经熟悉了.

但在许多问题中,作出“受力图”是在解题的开始,有些力暂时还不知其大小,这就无法严格作出力的图示.为此人们采用只比较严格地画出各个力的方向,而对线段的长短不作严格要求,这种图称为“力的示意图”.(从这里我们也可以看出,力的方向对正确地分析、解决问题是何等重要.)可以说,我们的教科书后面所画的力图绝大多数都是力的示意图.(只是用平行四边形定则画合力和分力时,线段长短与力的大小成比例.)

3. 力的分类标准和力的种类

力的名称繁多,但大多是按“力的性质”和“力的效果”两种不同的标准分类而命名的.其中力的效果其实还可以分“动力效果”和“静力效果”两种.前者如“动力、阻力”以及以后要学到的“向心力、回复力”,后者如“拉力、压力”等.当然对这些实际上不必过于深究.随着以后学习的深入,能看到力的名称,知道是怎么回事就可以了.

二、三种常见力的产生条件、方向特点和大小的求法

1. 重力

由于地球的吸引而使物体受到的力叫重力,方向总是竖直向下的、大小与物体的质量成正比, $G = mg$, $g = 9.8 \text{ N/kg}$.

地球实际上是吸引物体上的每一小块每一部分,但从效果看可以认为各部分受到的重力集中于一点,称为重心.

2. 弹力

物体发生形变时,由于要力图恢复原状,对跟它接触的物体会产生力的作用,这种力叫弹力.各种不同的形变产生的弹力方向比较复杂.我们主要应掌握两种最常见的情况:接触面被挤压产生的弹力方向垂直接触面,且指向外,即指向受力



物体;绳、线被拉伸产生的弹力方向沿绳、线向内.当然此时被拉住的物体对绳、线也会产生弹力,方向沿绳、线向外(这点书上未讲到).

弹力的大小跟形变大小有关,形变越大,弹力也越大.但对通常的因发生“微小形变”而产生弹力的情形来说(如绳子拉力、支撑面支持力或压力),弹力的大小大都不是由“弹力与形变的关系式”而求出,而是由其它方程(例如力平衡方程,牛顿第二定律等)求出的(详见后,如本章例3等).

3. 摩擦力

摩擦力情况较复杂,因为有滑动摩擦和静摩擦两种不同情形.

相互接触的物体间由于存在相对滑动(或相对滑动趋势),产生的阻碍相对滑动(或其趋势)的力叫滑动(静)摩擦力.方向总跟接触面相切(如果接触面是平面,摩擦力的作用线就在此平面内),且与物体的相对运动(或趋势)方向相反.滑动摩擦力和静摩擦力的大小遵循不同的规律.滑动摩擦力的大小

$$F = \mu F_N$$

即跟压力 F_N 成正比.而静摩擦力的大小与压力 F_N 却没有一一对应关系,它是随着沿接触面方向驱使物体运动的力(推力或拉力)的变化而变化.但在一定大小的压力下,静摩擦力增大有个最大值——最大静摩擦力 $F_{\max}$.通常静摩擦力的大小必须满足: $0 < F \leq F_{\max}$.

三、力的合成和分解

1. 力的合成

无数事实表明,两个力共同作用的效果可以跟另一个力的效果相同,那另一个力称为这两个力的合力.(当然反过来,这两个力也可以称为那一个力的分力.)合力的大小并不只跟原来那两个力的大小有关,而是跟两个力的方向也有关系.实验表明,两个力的合力可以用“平行四边形定则”求出来.

2. 既有大小,又有方向,且合成(和分解)遵循平行四边形定则的量称为矢量.力是矢量.

一个量是否为矢量可由实验来决定.

3. 力的分解

求一个已知力的分力叫力的分解.如果不附加条件或要求,一个力有无数种不同的分解法.实际中常根据力的效果来分解力.最常见的情况是已确定了两个分力的方向(大多是互相垂直,称为“正交分解”),求出其大小.

知识点迁移

1. 一对相互作用力之间的关系

力总是成对产生的,有一个作用力就必有其反作用力.那么这一对力之间有



什么关系呢？这可以通过逐一分析各对相互作用力而归纳出结论。首先，性质必相同。若某力为弹力（或摩擦力），则其反作用力也必是弹力（或摩擦力），地球吸引物体的力的反作用力是物体对地球的吸引力（均为“场力”，详见下一节）。其次，方向必相反。第三，大小必相等（可自学参看课本第三章中“牛顿第三定律”）。据此还可进一步推得作用力反作用力必“同生同灭同变”。连同“同性、同大”共为“五同、一反”，但必然不是同一物体受的力。

2. 接触力和非接触力（场力）

弹力和摩擦力都只发生在相接触的物体之间，不接触就“鞭长莫及”了。而重力（实际上属于万有引力）却可以不接触就发生作用（地球照样吸引空中的飞机和小鸟）。其原因是地球在其周围空间产生了一个“重力场”，一切物体都“浸没”在这个地球的重力场中，所以像重力这类非接触力被称为“场力”。从某种意义上说，“非接触力”其实还是“接触力”（不是物体与物体直接接触，而是一个物体与另一个物体产生的“场”接触而产生力）。真正的“超距作用”是不存在的。

3. 弹力大小的求法

前面讲过，对于因发生“微小形变”而产生的弹力，其大小一般由其他方程求出，而不由“弹力与形变的关系式”求出。不过，对于像弹簧、某些橡皮绳等易发生较大形变的物体来说，则又当别论。我们在初中就研究过弹簧受拉伸时其伸长量与所受拉力的关系，结论是两者成正比。其实此时弹簧自身产生的弹力（正好等于它所受的拉力，因为是一对作用反作用力）也跟伸长量成正比，即 $F = kx$ 式中 x 表示弹簧的形变量， k 为比例系数，称为这根弹簧的劲度系数。进一步实验表明，当弹簧受压缩时，上述正比关系仍然成立，且伸长和压缩的比例系数 k 对于同一个弹簧是相同的。（关于弹簧的弹力研究，课本上有一个实验，不过它的侧重点在于科学研究的方法。）注意： $F = kx$ 成立的条件是“形变量 x 不很大”，称为“在弹性限度内”。若 x 过大，超出弹性限度，这个正比关系就不成立了，此时弹簧也被损坏了——发生了“非弹性形变”。

4. 同一接触面弹力（支持力或压力）和摩擦力的比较及关系

（1）方向。两类力方向正好是互相垂直的。弹力垂直于接触面（或其切面），摩擦力则相切于接触面（或就在接触面内）。

（2）弹力的存在是摩擦力存在的必要（但不充分）条件。若两接触物之间没有弹力（有的书上称为“虚接触”，是一种“几何接触”，却不是“力学接触”），则它们之间也必不会产生摩擦力。对于滑动摩擦力，只要由其大小公式 $F = \mu F_N$ 就很容易看出这一点；对于静摩擦力，只要补充一个知识：最大静摩擦力 $F_{\max}$ 也跟接触面间的压力 F_N 成正比，再由 $0 < F \leq F_{\max}$ 就容易明白了。当然，若弹力不等于零，不能保证摩擦力也不等于零。因为如果认为“物体光滑”，即 $\mu = 0$ ，或没有驱使物体



产生滑动趋势的作用,则滑动摩擦力和静摩擦力仍然可以认为是零。

5. 滑动摩擦力的有关及无关因素

据公式 $F = \mu F_N$, 滑动摩擦力 F 的大小除了与压力(或者说支持力,因为这两个力大小总是相等的) F_N 成正比外,还跟动摩擦因数 μ 有关。那么 μ 又由哪些因素决定呢?除了书上讲到的跟接触面的(1)材料、(2)粗糙程度有关外,还有什么也可能影响 μ 的大小呢?如果从科学研究的角度来看,自然会猜想到还可能跟(1)接触面积、(2)相对滑动速度大小有关。为此可以设计一系列实验来探索。例如探索与面积的关系时可以将一块长方形的铁块或木块以不同侧面放在水平地面上,拉其匀速运动。探索实验的结果是:在接触面积和速度相当大的变化范围内,滑动摩擦力大小变化很小,粗略地可以认为是一个常量,即可以认为 μ 跟面积和相对滑动速度无关。

6. 矢量和平行四边形定则

严格说来,只有“既有大小,又有方向,且合成遵循平行四边形定则的量”才能称为矢量。例如,初中学过的“电流强度”尽管也有方向,但因为合成不满足平行四边形定则,所以不是矢量而是标量。在高一力学中,将会遇到的矢量还有速度、位移、加速度以及动量、冲量共五个。而功和动能、势能则是标量。

7. 多个力的合成和正交分解法

如果有三个或三个以上的力,要求其合力,固然可以采用书上讲的“先求出二个力的合力,再求此合力和第三个力的合力……”但实际使用下来,一是不方便,二是不精确(用作图法结果总不会很精确)。为此必须应用平行四边形定则得出更为方便的方法。

可以证明:力的合成的结果跟合成的次序无关(交换律)。另外,在同一直线上的力合成时,“矢量和”转化成“代数求和”。这就启发我们想到了这个办法:先把各个力看成是两个互相垂直(正交)的力的合力,利用“先分后合”(欲擒故纵)的方法简化运算求得结果。如图 1-1。要求 F_1 、 F_2 、 F_3 的合力,只要先把各个力分解成 F_{1x} 、 F_{1y} 、 F_{2x} 、 F_{2y} 、 F_{3x} 、 F_{3y} (只要知道 F_1 、 F_2 、 F_3 的方向,即知道它们与 x 、 y 轴的夹角,这些分力是不难写出的),然后求出

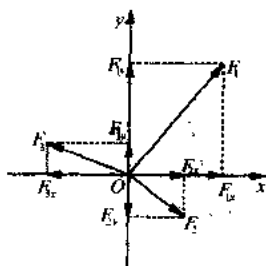


图 1-1

$$F_{x\text{合}} = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x}, F_{y\text{合}} = F_{1y} - F_{2y} + F_{3y}.$$

则总的合力大小: $F = \sqrt{F_{x\text{合}}^2 + F_{y\text{合}}^2}$, 方向也可以由三角函数公式求出。

这种方法称为“正交分解法”,是一种十分常用的方法。需要合成的力越多,这种方法越显得方便。对于今后还会遇到的“已知合力,要求某个力”的问题,正交分



解法也十分方便。

当然,正交的 x 、 y 轴如果取得跟某些力在同一直线上,则正交分解法就更为方便。例如,图 1-2 表示一个物体被一个斜向的力 F 拉着在水平面上滑行。若取 x 、 y 轴分别沿水平、竖直方向,则物体受的四个力(拉力 F 、重力 G 、支持力 F_N 、摩擦力 F_f)的各个 x 、 y 方向分力依次为 $F_x = F \cos \theta$ 、 $F_y =$

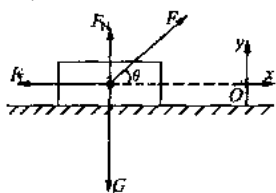


图 1-2

$F \sin \theta$, $G_x = 0$, $G_y = -G$, $F_{Nx} = 0$, $F_{Ny} = F_N$, $F_{fx} = -F_f$, $F_{fy} = 0$ 。而这些力在 x 、 y 轴方向的合力分别为

$$F_{x\text{合}} = F \cos \theta - F_f \quad F_{y\text{合}} = F \sin \theta + F_N - G.$$

若题中已知这四个力的总的合力在水平方向,则可知 $F_{y\text{合}} = 0$,即

$$F \sin \theta + F_N - G = 0.$$

因此可由已知的 G 和 F 求出 F_N , $F_N = G - F \sin \theta$

注意在图 1-2 中,我们把 x 、 y 坐标轴另外画在了旁边,也没有画出力 F 的两个分力 $F \cos \theta$ 和 $F \sin \theta$,这是为了图的清楚。同学们以后要逐渐熟悉并掌握这种方法。

误 点 点 拨

1. 压力与重力

很多同学易混淆压力与重力,或误认为压力就是重力,或者知道压力和重力不是同一个力,但误认为二者总是等大,至少盼水平支撑面的压力与重力等大;其实这些认识都是错的。压力和重力等大的条件非常苛刻:物体要静止放在水平支撑面上(或与水平支撑面一起作匀速直线运动),并且不能受到竖直方向或斜向(如图 1-2 那样)的其他力。(绳子对物体的拉力一般也不等于重力,相等的条件与此类似,请自行推出。)

分清压力和重力十分重要。例如,滑动摩擦力公式中的 F_N 是压力(或支持力),不是重力。又如弹簧秤其实反映的是其产生的弹力的大小,欲让弹簧秤能测出重力,物体必须静止放在水平台秤面上或竖直悬挂在秤下。(仔细体会教科书 P4)。

2. 重心不一定在物体上

物体的重心不一定在物体上,例如图 1-3 所示的弯成弓形的铁条,其重心不在 A 点而在物体外的 C 点。

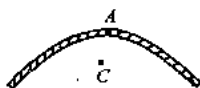


图 1-3

3. $f = \mu F_N$ 公式中 F_N 的正确理解



此 F_N 应是压力而不是重力,也并不总等于重力.例如在上而图 1-2 所示情况中,如果物体与水平面间的动摩擦因数为 μ ,则摩擦力

$$F_f = \mu F_N = \mu(G - F \sin \theta) \neq \mu G$$

4. 静摩擦力的大小一般不能用 $F_f = \mu F_N$ 计算.

5. 合力不一定大于分力

当两分力方向相反,即夹角为 180° 时,合力必定小于其中的一个分力,其实,只要两分力间的夹角足够大(不一定要到 180°),合力就可能小于其中的较大的分力.当然如两分力的夹角小于 90° ,合力必大于每个分力.

分析与思考

典型例题

例 1 试指出下列情况中各个力的施力物和力的名称[(2)和(4)中]:(1)氢气球受的浮力.(2)人跳高时使人只能上升到一定高度又落下来的力.(3)骑自行车快速行驶时感到的阻力.(4)体操运动员吊在单杠上把单杠拉弯曲的力.

解答 (1)施力物为空气.(2)施力物为地球(此力即重力).(3)施力物为空气(4)施力物为人(运动员),此力为人对单杠的拉力.

分析 (4)中易错认为施力物为地球,此力为重力.其实重力是人受到的,而不是单杠受到的(当然单杠也受到重力,但那不是把它拉弯的力).使单杠发生弯曲的力是人对单杠的拉力(性质属于弹力).而且这个拉力大小也不一定等于人的重力,只要看到运动员在做动作时单杠弯曲程度发生变化,就应该明白这一点.(运动员受的重力是不变的.)

发散 人在地板上走路,人对地板的压力是不是就是重力?施力物是不是地球?压力大小是不是一定等于重力?

例 2 试举出两个相互接触的物体之间 (1)没有弹力,(2)有弹力但没有摩擦力,(3)有弹力又有摩擦力,但摩擦力不等于 μF_N (μ 为两物体间的动摩擦因数),(4)有弹力又有摩擦力,且摩擦力等于 μF_N ,(5)没有弹力却有摩擦力的例子(如果可能的话).

解答 (1)如水平桌面上两个靠在一起但不互相挤压的球或长方形状物体.

(2)例如图 1-4 所示的 A 物和桌面 B.

(3)在图 1-4 的 A 物上施加一水平方向的力 F ,但 A 没有运动,此时 AB 之间是静摩擦力, $F_f =$

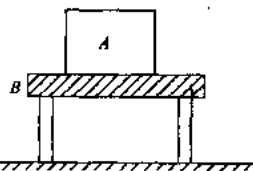


图 1-4



$F \neq \mu F_N$.

(4)在图 1-4 的 A 物上施加一水平方向的力 F , 使 A 发生运动, 此时 AB 之间是滑动摩擦力, $F_f = \mu F_N$.

(5)不存在这种情况.

发散 (2)中也可以举出, 如图 1-4, A 物在光滑的桌面 B 上滑行. 在中学物理里, “光滑”一般就认为 $\mu = 0$, 此时 $F_f = \mu F_N = 0 \cdot F_N = 0$. (尽管近代摩擦学研究发现, 十分光滑的表面由于分子力的粘结作用, 滑动起来反而阻力很大, 但在中学物理里还是把“光滑”作为“ $\mu = 0$ ”的同义语.)

在(3)中, 只要加一个倾斜的力 F , (不一定要加水平力)就会产生静摩擦力.

在(4)中, A 物体滑动时即使撤去了 F 力, 只要它还在靠惯性滑行, 就会受到大小等于 μF_N 的滑动摩擦力.

应该认识到问题(5)是一个“陷阱”. “没有弹力却有摩擦力”的情况是不存在的, 当然举不出这类例子.

例 3 用一个水平力 F 将一个质量 $m = 3\text{kg}$ 的物体压紧在竖直的墙上, 如图 1-5 所示. 试求下列情况下物体所受的墙对它的摩擦力. (设墙和物体间的 $\mu = 0.4$, 且认为最大静摩擦力等于同样压力时的滑动摩擦力, 为计算方便, 取 $g = 10\text{N/kg}$.)

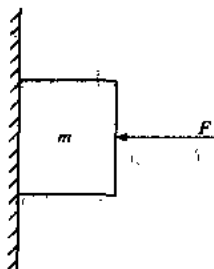


图 1-5

(1) $F = 100\text{N}$, 物体开始时静止不动.

(2) 然后突然将 F 减小到 60N , 维持一段时间.

(3) 起先 $F = 60\text{N}$, 当物体正在下滑时突然将力增大到 $F = 100\text{N}$ 时的一小段时间内.

分析 先要确定此摩擦力是静摩擦力还是滑动摩擦力, 即物体是否在下滑. 为此可以把最大静摩擦力 F_m (据本题说明, 它也可以用 $F_m = \mu F_N$ 计算) 跟动力 (本题中为重力 $G = mg$) 的大小进行比较, 以判定物体是否会开始下滑.

解 因物体受重力 G 而有下滑的趋势, 所以受到竖直向上的摩擦力. 画出物体的受力图如图 1-6. 其中 F_N 和 F_f 分别为墙对物体的弹力(支持力)和摩擦力.

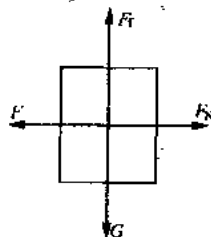


图 1-6

因为不论物体是否下滑, 在水平方向总是“静止不动的”, 所以 F_N 和 F 二力总是平衡, 即 $F_N = F$, 所以最大静摩擦力 $F_m = \mu F$.

当 $F = 100\text{N}$ 和 60N 时, F_m 分别为

$$F_m = \mu F_1 = 0.4 \times 100\text{N} = 40\text{N}$$



$$F_{m2} = \mu F_2 = 0.4 \times 60 \text{ N} = 24 \text{ N}.$$

因为驱使物体下滑的动力 $G = mg = 3 \times 10 \text{ N} = 30 \text{ N}$, 可见

$$F_{m1} > G, F_{m2} < G.$$

所以情况(1)中, 物体不会下滑, 即物体和墙之间实际上是静摩擦力, 它应该由“二力平衡”(竖直方向上的 $F_{静}$ 和 G)来求出. 所以(1)中

$$F_{静} = G = 30 \text{ N}$$

(2)中物体会下滑, 所以物体与墙面间是滑动摩擦力.

$$F_{阻} = \mu F_2 = 24 \text{ N}$$

至于(3)中, 当力突然重新增大到 100 N 时, 由于惯性, 物体不会立即停止运动, 仍要下滑一段, 在这段时间里, 仍为滑动摩擦力. 所以

$$F_{阻} = \mu F_3 = 0.4 \times 100 \text{ N} = 40 \text{ N}$$

三种情况下力的方向均竖直向上.

答 (1) 30 N , (2) 24 N , (3) 40 N , 方向均向上.

发散 F 恢复到 100 N 后摩擦力是否一直保持为 40 N ? 如果在下滑时突然将 F 减小为 0 , 摩擦力又是多大? 当物体在下滑时若保持水平力 F 不变, 突然再对物体施一个竖直向下的力 F' , 摩擦力变不变?

答: 不是, 物体停下后摩擦力就变为静摩擦力, 等于 G (为 30 N). 当 F 减为 0 时摩擦力也就减小为 0 . 若下滑时再加一个向下的力, 摩擦力大小不变. 仍为 $\mu F_N = \mu F$. 因为是滑动摩擦力 (若是物体被 F 压着静止时, 再加一个竖直向下的力 F' , 只要物体仍然能静止, 则静摩擦力将增大, 变为等于 $G + F'$).

例4 下列说法正确的是

()

- A. 二个力 F_1 、 F_2 夹角越大 (在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 范围内变化), 合力越小
- B. 三个大小相等的力互成 120° 角时 (在同一平面内), 其合力为 0
- C. 三个大小恒定, 方向可变的力, 只要最大的力小于或等于其余两力大小之和, 它们的合力可能为 0
- D. 计算几个力的合力时, 结果与合成的次序有关.

分析 A 可以通过教材 P. 13 的“思考与讨论”的研究而获得. B 可以通过仔细作图而用平面几何知识加以证明 (请同学们自己作). C 可以这样想: 两个较小的力 F_1 、 F_2 的合力大小在 $|F_1 - F_2|$ 和 $(F_1 + F_2)$ 之间, 所以它一定能取到等于 F_3 的值, 只要 F_3 与此时 F_1 、 F_2 的合力的方向相反, 则三个力的合力就等于 0 . 至于 D, 多个力的合力与合成的次序无关 (这是正交分解法的前提保证)

答: 正确的是 A、B、C.

发散 (1) 由 B 项, n 个 ($n = 2, 3, 4, 5, 6, \dots$) 等大的力互成多少角度时合力



一定为0? (设在同一平面里).

(2)由C项, n 个($n=4,5,6,\dots$)大小恒定、方向可变的力,其合力可能为0的条件又是什么?有人说,也是只要最大的力小于等于其余力的大小之和,即 $F_1 \leq F_2 + F_3 + \dots + F_n$ (设 F_1 为最大力).你认为对吗?

(3)由B项,三个力互成 120° ,但不等大,大小分别为 9N 、 9N 、 10N ,你能应用B的思路迅速求出其合力的大小和方向吗?如果三个力分别为 10N 、 10N 、 7N 呢?

例5 如图1-7.若已知 $F_1=100\text{N}$, $F_2=80\text{N}$, $F_3=120\text{N}$.且 F_1 、 F_2 与 x 轴的夹角 $\alpha=37^\circ$, $\beta=53^\circ$, F_3 沿 x 轴负方向,求三力的合力的大小和方向 ($\cos 37^\circ = \sin 53^\circ = 0.8$, $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6$)

分析 如果用平行四边形定则依次合成,十分麻烦.为此可用先分解再合成的办法.初学时可先画出类似图1-1的图,先求出 $F_{x\text{合}}$ 和 $F_{y\text{合}}$,再求出总的合力大小 $F_{\text{合}}$ 以及 $F_{\text{合}}$ 与 x 轴夹角 θ .

解 $F_{x\text{合}} = F_1 \cos \alpha + F_2 \cos \beta - F_3 = (100 \times 0.8 + 80 \times 0.6 - 120)\text{N} = 8\text{N}$

$F_{y\text{合}} = F_1 \sin \alpha - F_2 \sin \beta = (100 \times 0.6 - 80 \times 0.8)\text{N} = -4\text{N}$

即合力情况如图1-8所示(图1-7与图1-8不是同一比例)

$$F_{\text{合}} = \sqrt{F_{x\text{合}}^2 + F_{y\text{合}}^2} = \sqrt{8^2 + (-4)^2}\text{N} = 4\sqrt{5}\text{N}$$

$$\begin{aligned} \tan \theta &= \frac{|F_{y\text{合}}|}{F_{x\text{合}}} \\ &= \frac{4}{8} = 0.5, \theta \approx 26.6^\circ \end{aligned}$$

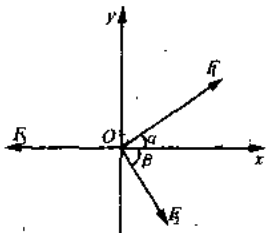


图1-7

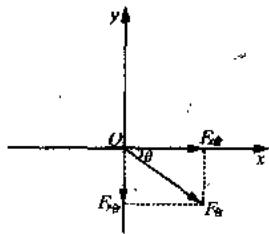


图1-8

发散 上题中为已知三个力的大小和方向,求合力.若题目改为已知 F_1 和 F_3 为题中原来的大小和方向,但是 F_2 未知,不过已知合力为0,你能求出 F_2 来吗?

提示 设 F_2 正交分解为 F_{2x} 和 F_{2y} ,求出 F_{2x} 和 F_{2y} ,问题就差不多解决了.

答案 $F_{2x} = 40\text{N}$ 向 x 轴正方向, $F_{2y} = 60\text{N}$, 向 y 轴负方向.

课 本 难 题

例6 质量均匀的钢管,一端支在水平地面上,另一端被一根竖直绳悬吊着(图1-9(甲)),钢管受到几个力的作用?各是什么物体对它的作用?各是哪种性质的力?各力的方向是怎样的?画出钢管受力的示意图.(课本第8页第(4)题).

解 受重力 G (施力物地球,性质为万有引力)、绳子对钢管的拉力 F_T (施力