

☆ 按教育部最新教材修订



物理

基础知识手册

(高中)

全国三十八所重点中学教师 / 编写

总主编 薛金星

第八次修订



北京教育出版社

教育部《基础教育课程改革纲要(试行)》



物理

基础知识手册

（高中）

教育部《基础教育课程改革纲要(试行)》

教育部 编



教育部 编

北京

果



物理

基础知识手册

(高中)

全国三十八所重点中学教师 / 编写

第八次修订

丛书主编 薛金星
本册主编 李思成
本册副主编 倪培刚

北京教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

中小学基础知识手册丛书. 高中物理基础知识手册/《中小学基础知识手册丛书》编写组编. —北京:北京教育出版社, 2003. 7

ISBN 7-5303-2961-8

I. 中... II. 中... 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 034642 号

物理基础知识手册

(高中)

GAOZHONGWULIJICHUZHISHISHOUCE

薛金星 总主编

*

北京教育出版社出版

(北京北三环中路 6 号)

邮政编码:100011

网址:www. bph. com. cn

北京出版社出版集团总发行

各地书店经销

北京昌平长城印刷厂印刷

*

890×1240 毫米 32 开本 14.625 印张 600 千字

2003 年 7 月新 1 版 2003 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 7-5303-2961-8/G · 2896

定价:17.80 元

再版前言

为帮助高中学生系统、全面地学习物理基础知识，掌握物理学习的思维方法，我们本着以知识为载体进行思维方法指点、学习能力培养的指导思想，以《高考考试说明》为依据，编写了《物理基础知识手册》(高中版)。该书对每部分的知识点按照课本顺序，根据学生的认知规律，进行了细致、创新性地剖析，随后对每个知识点还设计了针对性例题解析。每一部分还对该部分的规律、思维方法、学习技巧等都作了总结，可使学生加深对知识的理解，学会如何学好物理。

本书全面系统地讲解知识要点，点拨高考考点，巧析重点难点。通过剖析教材，讲解典型例题，讲清解题思路，总结学习的方法，并对所有知识点进行延伸性讨论，实现了知识的迁移。

本书与其他同类书相比具有四个鲜明的特点：

一、基础知识丰富全面。针对物理知识点分散，规律性难把握的特点，编者反复审读教材，力求全面、透彻地把握。在此基础上，筛选、提炼知识要点，形成体系，真正做到“一册在手，内容全有”。

二、切实注重思维方法。本书在剖析基础知识的过程中，重在教会学生物理学习的思维方法。通过学习本书，让学生明确如何学习物理，怎样才能学好物理。

三、努力摆脱题海战术。经过高三复习的学生都有体会，复习过程中做过的题，以后再遇到类似题，照样不会做。主要原因就是没有学会如何学习。本书就很好地解决了这个问题：给学生一个方法，给学生一种技能，将学生从题中解放出来，让学生轻轻松松学物理。

四、准确把握高考脉搏。编者认真研究教学大纲、考试说明和近几年的高考题，明确考点、热点隶属于哪个单元，化整为零，把它们分散到每个知识点中，讲深讲透，并让它们起到一个统率作用，取得举一反三、触类旁通的学习效果。

本书的编写者都是从事高中物理教学的重点中学的优秀教师，有着丰富的教学经验和突出的教学成绩。但书中问题在所难免，敬请读者不吝指正，以期再版时有所增益。

目 录

力 学

第一章 力	(1)
一、力 重力 弹力 摩擦力	(1)
二、力的合成与分解	(13)
实验一 长度的测量	(25)
实验二 验证力的平行四边形定则	(27)
第二章 直线运动	(30)
实验三 练习使用打点计时器	(56)
实验四 研究匀变速直线运动	(56)
第三章 牛顿运动定律	(60)
一、牛顿第一定律与物体运动状态的改变	(60)
二、牛顿第二定律	(65)
三、牛顿第三定律 力学单位制 超、失重	(84)
第四章 物体的平衡	(93)
第五章 曲线运动	(106)
一、运动的合成与分解	(106)
二、匀速圆周运动、向心力	(119)
实验 研究平抛物体的运动	(132)
第六章 万有引力定律	(135)
第七章 机械能	(150)
一、功 功率	(150)
二、动能定理	(162)
三、势能 机械能守恒定律	(172)
实验 验证机械能守恒定律	(175)
第八章 动量	(179)
一、动量、冲量 动量定理	(179)
二、动量守恒定律及应用	(187)
实验 验证动量守恒定律	(202)

SBR56/08

第九章 机械振动	(205)
一、简谐运动	(205)
二、单摆 共振	(214)
实验 用单摆测定重力加速度	(224)
第十章 机械波	(227)

热 学

第十一章 分子热运动 能量守恒	(237)
一、分子动理论	(237)
二、物体的内能、能的转化和守恒定律	(244)
实验 用油膜法估测分子的大小	(250)
第十二章 固体、液体和气体	(252)

电 磁 学

第十三章 电 场	(259)
一、电场力的性质	(259)
二、电场能的性质	(270)
三、电容器的电容	(279)
四、带电粒子在电场中的运动	(279)
实验 用描述法画出电场中平面上的等势线	(291)
第十四章 恒定电流	(293)
一、电阻定律 部分电路的欧姆定律	(293)
二、电功 电功率 电热	(301)
三、闭合电路的欧姆定律	(307)
四、电阻的测量	(317)
五、电学实验	(328)
第十五章 磁 场	(345)
一、磁场 磁感应强度 安培力	(345)
二、磁场对运动电荷的作用	(356)
三、磁场知识的实际应用	(365)

第十六章 电磁感应	(369)
一、电磁感应现象 楞次定律	(369)
二、法拉第电磁感应定律 自感	(375)
第十七章 交变电流	(387)
一、交变电流的产生和描述	(387)
二、电感和电容对交变电流的影响	(393)
三、变压器 电能的输送	(396)
第十八章 电磁场和电磁波	(402)
一、电磁振荡	(402)
二、电磁场和电磁波	(406)
三、无线电波的发射和接收	(409)

光 学

第十九章 光的传播	(413)
一、光的反射 平面镜	(413)
二、光的折射 全反射	(420)
三、棱镜 光的色散	(425)
四、实验 测定玻璃的折射率	(428)
第二十章 光的波动性	(431)
一、光的干涉和衍射	(431)
二、光的电磁说、光的偏振 激光	(437)
三、用双缝干涉测光的波长	(441)

近代物理初步

第二十一章 量子理论初步	(443)
一、光电效应 光的波粒二象性	(443)
二、玻尔的原子模型 能级 物质波	(446)
第二十二章 原子核	(450)
一、原子的核式结构 原子核	(450)
二、天然放射现象 放射性同位素的应用	(452)
三、核反应 核能 裂变 聚变	(455)

力学

第一章 力

本章内容是以力的概念为核心,学习力的基础知识.力的有关知识是高中物理的基础,也是即将学习的静力学和动力学的预备知识,因此,本章知识的突出特点是基础性与预备性.

力的运算法则,尤其是力的分解是贯穿于整个力学乃至物理学中的重要内容,当然也是本章的重点;而弹力和摩擦力的分析是本章的难点,也是同学们容易出错的地方.通过本章的学习,同学们对力这一客观存在而又抽象的概念要深入理解,不要只停留在对概念叙述的记忆上.

本章内容与初中学过的力学知识衔接密切,是初中所学知识的扩展和深化,要求同学们在学习过程中应适当复习初中学过的力学知识,以便把初、高中的知识台阶尽量铺得平缓些.

一、力 重力 弹力 摩擦力

概念篇

1. 力

定义:力是物体之间的相互作用.

理解要点:(1)力具有物质性.一谈到力,必然涉及两个物体:受力物体和施力物体.力不能离开物体而存在,找不到施力物体和受力物体的力是不存在的.

说明:①分析力,首先要明确受力物体(作用对象)和施力物体.如人推车时,对车而言,车是受力物体,人是施力物体;对人而言,人是受力物体,车是施力物体.可见,当选某物为研究对象时,这个物体就是受力物体,其它物体就是施力物体.②对某一物体而言,可能有一个或多个施力物体.③受力物体和施力物体总是同时成对出现.

(2)力具有相互性.施力物体给予受力物体作用的同时必受受力物体的反作用力,即力都是成对出现的.施力物体同时也是受力物体,受力物体同时也是施力物体.我们把两物体间的作用称为作用力与反作用力.

说明:①相互作用的物体,可以直接接触,也可以不接触.②判断物体是否受到某个力,要看能否找到施力物体,施加什么作用.

(3)力具有矢量性:力不仅有大小,而且有方向.

(4)力的三要素:大小、方向、作用点.

说明:①力的大小用弹簧秤测量.②在国际单位制中,力的单位是牛顿,简称牛,符号“N”.

(5)力的图示和力的示意图

①用一根带箭头的线段表示出力的三要素的方法称为力的图示。

说明:用力的图示法表示力时,标度的选取是任意的,实际问题中,可根据已知力的大小作恰当的选择,尽量使画出的力既容易分度,又使整个图面比较匀称、美观,不仅画出力的作用点和方向,还要对线的长短按标度严格画出。

②若只正确的表示出力的方向,按大致比例画出力的大小,称为力的示意图。

说明:力的图示与力的示意图不同,力的图示要求严格,而力的示意图着重于力的方向的画法,不要求做出标度。如图 1-1 就是力的示意图。

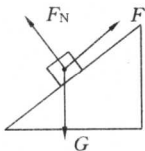


图 1-1

(6)力的作用效果:力有两种作用效果,可从“动”与“静”两方面把握。

①静力效果:使物体的形状发生改变(形变)。如使物体拉伸、压缩、扭转等。

②动力效果:使物体的运动状态发生变化(改变物体的速度)。如使物体从静止到运动,从运动到静止;或使速度大小、方向发生改变。

(7)力的种类:各种力一般可用两种不同的方法分类,一是按性质分,二是按效果分。

①根据力的性质命名:如重力、弹力、摩擦力、分子力、电磁力、核力等。

②根据力产生的效果命名:如压力、拉力、动力、阻力、向心力、回复力等。

说明:根据效果命名的不同名称的力,性质可能相同;同一性质的力,其效果可能不同。如上抛一小球,在上升过程中,重力起阻力作用,而小球下落时,重力又成为动力。

例 1 被踢出去的足球,在空中飞行时(空气阻力不计)受到几个力的作用?

解析:被踢出去的足球在空中飞行,因空气阻力不计,它仅与地球有相互作用,只受到重力作用。有的同学认为,足球还受到踢球的脚对它的作用。错误的原因在于对力的概念没有理解好。因为力不能凭空产生,足球受脚对它的作用仅仅在用脚踢足球的那一段时间里,一旦脚与球分离,球就不受脚的作用了,所以足球在空中飞行,只受一个力的作用。

注意:分析物体是否受到某个力的作用,必须分析该时刻物体与其它物体的相互作用情况。不能把物体在前一段时间里受到的力,不分析地套用到后一段时间里去。

例 2 物体 A 对物体 B 的压力是 20 N,试画出这个力的图示,并说明施力物体和受力物体。

分析:画力的图示。(1)选取长度为 5 mm 的线段表示 5 N 的力;(2)从力的作用点沿力的方向画一线段,线段长度按选定的标度和力的大小画,如图 1-2。从 O 点竖直向下,画一段四倍于标度(共 20 mm)的线段;(3)在线段上加上力的方向(箭头)。

力 F 的施力物体是 A,受力物体是 B。

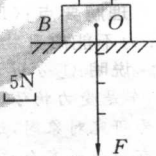


图 1-2

2. 重力

(1)重力:由于地球的吸引而使物体受到的力叫重力。

说明:①地球附近的物体都受到重力作用。

②重力是由地球的吸引而产生,但不能说重力就是地球的吸引力。

③重力的施力物体是地球。

(2)重力的大小。

①由 $G=mg$ 计算, $g=9.8 \text{ N/kg}$ 。

②用弹簧秤测量,物体处于静止时,弹簧秤的示数为重力的大小。

说明:①在地球表面上不同的地方,物体的重力大小是不同的,纬度越高,物体的重力越大,因而同一物体,在两极比赤道受到的重力大。

②一个物体的重力不受运动状态的影响,与是否还受其它力的作用也无关系。

③在处理物理问题时,在地球表面和在地球附近某一高度的地方,一般认为同一物体受的重力不变。

(3)重力的方向:竖直向下(即垂直于水平面向下)。

说明:①重力的方向沿铅垂线方向与水平面垂直,不一定指向地心。但在两极与在赤道上的物体,所受重力的方向指向地心。②重力的方向不受其它作用力的影响,与运动状态也没有关系。

(4)重心:物体所受重力的作用点。

重心的确定:①质量分布均匀的物体的重心,只与物体的形状有关。形状规则的均匀物体,它的重心就在几何中心上。如均匀直棒的重心,在棒的中心。

②质量分布不均匀的物体的重心与物体的形状、质量分布有关。③薄板形物体的重心,可用悬挂法确定(如图1-3甲、乙所示)。

先在A点把薄板悬挂起来,物体静止时,物体所受的重力与悬绳的拉力在同一竖直线上,所以物体的重心一定在通过A点的竖直线AB上,然后在C点把薄板悬挂起来,同理知,物体的重心一定在通过C点的竖直线CD上,AB和CD的交点O,就是薄板重心的位置。

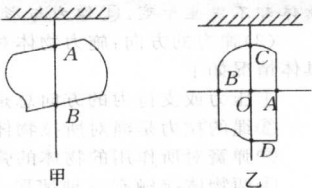


图1-3

说明:①物体的重心可在物体上,也可在物体外。如:易拉罐的重心不在铁壳上。②重心的位置与物体所处的位置及放置状态和运动状态无关,但一个物体内部质量发生变化时,其重心位置也发生变化。

例3 如图1-4所示,一个空心均匀球壳里面注满水,球的正下方有一个小孔,当水由小孔慢慢流出的过程中,空心球壳和水的共同重心将会()

- A. 一直下降 B. 一直上升
C. 先升高后降低 D. 先降低后升高

分析:重心的位置跟物体的形状和质量分布有关,当注满水时,重心必在球心。随着水的流出,重心慢慢下降,当水流出一定量时,重心又慢慢上升,直至水流完时,重心又回到球心。故球壳和水的共同重心将先降低后升高。

答案:D

3. 弹力

(1)形变:物体的形状或体积的改变,叫做形变。

形变有两个方面:①形状的改变:指受力物体的外观形态发生变化,如橡皮绳的拉长;用力使直的竹竿弯曲。②体积的改变:指受力时物体的体积发生变化,如用力使海绵体积变小;给排球打气体积增大。

说明:①任何物体都能发生形变,不发生形变的物体是不存在的,不过有的形变比较明显,如弹簧的拉长或缩短,可用眼睛直接观察到;有的形变极其微小,要用仪器才能观察到,如桌面上放一本书,桌面受到压力,会向下凹,只不过这种凹陷肉眼几乎观察不到罢了。微小形变可用间接的方法显示,如光学的方法、挤压盛水的玻璃瓶观察细管中水面上升下降等。②弹性形变:发生形变的物体在撤去外力后能恢复原状,这样的形变叫弹性形变,简称形变,如弹簧、橡皮绳的形变。有些物体若发生形变过大,超过了一定的限度,形变将不能完全恢复原状,这个限度叫弹性限度,如用力将弹



图1-4

簧丝拉成直线,便不能恢复原状.③形变的种类:拉伸或压缩形变、弯曲形变、扭转变形.

(2)弹力:发生形变的物体,由于要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.

说明:①弹力产生的条件:直接接触的物体,且发生弹性形变,二者缺一不可.如图 1-5 所示,放在水平面上的两个小球,靠在一起,两小球间就不存在弹力作用,因为两小球虽靠在一起,并无挤压,因而没有发生形变,故不产生弹力.②弹力是一种接触力,必须存在于直接接触的物体间,其作用点为两物体的接触点.③根据力的相互性,弹力的作用也应是相互作用的两个物体之间的,因此弹力必须产生在同时形变的两物体间.不可能出现一个物体产生形变对另一物体产生弹力,而受到弹力的物体却不发生形变.④弹力与形变同时产生,同时消失.

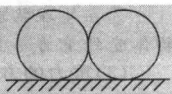


图 1-5

(3)弹力的方向:施力物体对受力物体弹力的方向与施力物体形变的方向相反,具体情况如下

- ①压力或支持力的方向总是垂直于接触面而指向被压或被支持的物体.
- ②绳的拉力是绳对所拉物体的弹力,方向总是沿着绳而指向绳收缩的方向.
- ③弹簧对所作用的物体的弹力方向与弹簧的形变方向相反.

④两物体接触有三种情形:*a.*面与面接触 *b.*点与面接触 *c.*点与点接触,两物体接触产生弹性形变时,弹力的方向垂直于接触面,且指向受力物体,与形变方向相反.

说明:轻杆既可产生拉力也能产生压力,且方向不一定沿杆.弹簧产生的拉力或压力沿弹簧轴线方向.

(4)弹力的大小:弹簧在弹性限度内遵循胡克定律 $F=kx$, k 是劲度系数,表示弹簧本身的一种属性, k 仅与弹簧的材料、粗细、长度有关,而与运动状态、所处位置无关.其他物体的弹力应根据运动情况,利用平衡条件或动力学规律计算.

注意:①放在水平支持面上静止的物体,对水平支持面的压力等于物体的重力,但不能说就是物体的重力,因为压力与重力性质是不同的.②支持面对被支持物的支持力的大小并不总是等于重力的大小.

例 4 如图 1-6 甲、乙所示,画出物体 A 受到的弹力示意图.

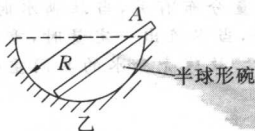
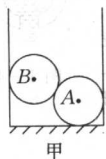


图 1-6

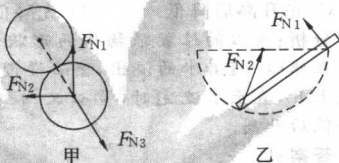


图 1-7

分析:甲图中, A 与容器壁及容器底部是点与面接触,弹力方向垂直于容器壁和底部指向 A 球(必通过球心), A 与 B 是点和点接触,弹力方向垂直过接触点的切面,在两球连线上, A 球受力情况如图 1-7 甲所示.

乙图中,杆下端与球面接触,故弹力方向垂直于球面即沿半径方向指向球心;杆与碗边接触为点与面接触,垂直于杆斜向上.如图 1-7 乙所示.

(5)胡克定律的图象描述法

$F=kx$ 是胡克定律的数学表达式, F 与 x 的关系还可用图象的办法描述.横轴为自变量 x ,纵轴为因变量 F ,其图象是一条过原点的直线,如图 1-8 图象上各点的坐标 (x, F) 反映弹簧的一个状态,所以这一条直线是弹簧所有状态

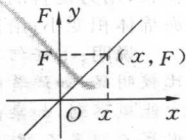


图 1-8

的集合.直线的斜率 $k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{F}{x}$ 反映了弹簧的劲度系数.从图象中还可以认识到: F 与 x 对应, ΔF 与 Δx 对应, 弹簧的劲度系数可用 $F/x = k$ 计算, 也可用 $\Delta F/\Delta x = k$ 计算. 这样使胡克定律的应用变得更加灵活.

4. 滑动摩擦力

一个物体在另一个物体表面上相对于另一个物体滑动的时候, 要受到另一个物体阻碍它相对滑动的力, 这种力叫做滑动摩擦力.

(1) 滑动摩擦力的产生条件: a. 相互接触的物体间有弹力存在; b. 两物体发生了相对滑动; c. 接触面粗糙.

如图 1-9 所示, A 放在 B 上处于静止, 则 A 不受滑动摩擦力, 因为无相对滑动; 若接触面光滑, 即使存在相对运动也不会产生滑动摩擦力. 如图 1-10 所示, 用 F 将物体 A 压在竖直墙上. 当 $F=0$ 时, A 将沿墙下滑, 但 A 并不受滑动摩擦力, 因为 A 与墙间不存在压力.

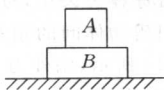


图 1-9

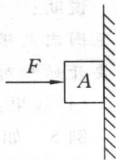


图 1-10

(2) 滑动摩擦力的方向: 总跟接触面相切, 并且跟物体的相对运动的方向相反.

说明:“与相对运动方向相反”不能等同于“与运动方向相反”. 滑动摩擦力方向可能与运动方向相同, 可能与运动方向相反, 可能与运动方向成一夹角. 如图 1-11, 斜面体竖直向上运动的同时, 物体 A 沿斜面匀速下滑, 那么, A 所受滑动摩擦力将与 A 的运动方向成一夹角 θ , 但是仍与相对滑动的方向相反.

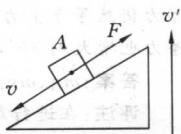


图 1-11

(3) 滑动摩擦力的大小: 滑动摩擦力跟压力成正比, 也就是跟一个物体对另一个物体表面的垂直作用力成正比.

公式: $F = \mu F_N$ F 表示滑动摩擦力大小, F_N 表示压力的大小, μ 叫动摩擦因数.

说明:① F_N 为两物体表面间的压力, 性质上属于弹力, 不是总等于物体的重力, 更多的情况需结合运动情况与平衡条件加以确定. ② μ 与接触面的材料、接触面的粗糙情况有关, 无单位且总小于 1. ③ 滑动摩擦力大小与相对运动的速度大小无关. ④ 作用效果: 总是阻碍物体间的相对运动, 但并不总是阻碍物体的运动, F 可能是动力, 也可能是阻力.

5. 静摩擦力

两相对静止的相接触的物体, 由于存在相对运动的趋势而产生的阻碍相对运动趋势的力.

说明:① 两个互相接触的物体相对静止, 如水平面上的桌子, 当用一水平力推时, 桌子没有滑动, 但已有了相对地面运动的趋势, 根据二力平衡可知, 地面对桌子产生了一个阻碍“相对运动趋势”的力, 这就是静摩擦力. ② 静摩擦力的作用具有相互性.

(1) 静摩擦力的产生条件: a. 相互接触的物体间有弹力存在; b. 接触面粗糙; c. 两物体有相对运动的趋势.

(2) 静摩擦力的方向: 总跟接触面相切, 并总跟物体的相对运动趋势方向相反. 如图 1-12 传送带上的物体随传送带一起匀速斜向上运动时, 在传送带上的物体有斜向下的滑动趋势, 所以物体受到传送带对其斜向上的静摩擦力.

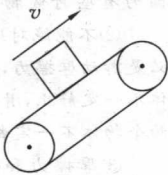


图 1-12

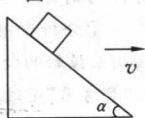


图 1-13

说明:①. 运动的物体可以受到静摩擦力作用. ②. 静摩擦力的方向可以与运动方向相同, 可以与运动方向相反, 还可与运动方向成任一夹角 θ . 如图 1-13 所示, 斜面上的物体随斜面一起向右匀速运动

时,静摩擦力的方向沿斜面向上与 v 方向成 $(\pi-\alpha)$ 角.③.静摩擦力可以是阻力,也可以是动力.

(3)静摩擦力的大小:两个物体之间静摩擦力的取值范围 $0 < F \leq F_m$, 其中 F_m 为两个物体之间的最大静摩擦力.静摩擦力可以根据需要取上述范围中的任一值,与正压力无关.故静摩擦力的大小不能由公式 $F = \mu F_N$ 直接计算,而应根据物体的实际运动情况,利用平衡条件或牛顿定律进行计算.

说明:①静摩擦力是被动力,其作用是使物体产生运动趋势的力相平衡,在取值范围内是根据物体的“需要”取值,所以与正压力无关.②最大静摩擦力大小指物体将要开始相对滑动时摩擦力大小,与正压力成正比.

(4)效果:总是阻碍物体间的相对运动趋势.

例 5 如图 1-14 所示,用外力 F 水平压在质量为 m 的物体上,恰好使物体静止,此时物体与墙之间的摩擦力为_____ ;如将 F 增大为 $3F$,物体与墙之间的摩擦力为_____.

分析:当外力为 F 时,物体恰好静止,说明摩擦力 F' 与重力 mg 恰好平衡,故此时 $F' = mg$;当外力增大到 $3F$ 时,物体仍静止,可知静摩擦力仍然等于重力,即 $F' = mg$.不能错误地认为,正压力增大到 $3F$,摩擦力也增大到 $3F'$,因为公式 $F = \mu F_N$ 只适用于滑动摩擦力.

答案: mg 、 mg

评注:在进行摩擦力计算时,首先应分析物体的运动状态,判明所求摩擦力是滑动摩擦力还是静摩擦力.

例 6 在图 1-15 中,用 50 N 的水平推力 F 把重 24 N 的物体压在竖直墙面上,物体沿墙面向下滑,物体与墙面之间的动摩擦因数 $\mu = 0.4$,求摩擦力的大小.

分析:由题意知,物体对墙壁的压力 $F_N = F = 50\text{ N}$.知滑动摩擦力力 $F' = \mu F_N = 0.4 \times 50\text{ N} = 20\text{ N}$.

评注:求解滑动摩擦力,最常见的错误就是关于正压力的计算.要注意,正压力是接触面上的弹力,它不一定等于重力.

说明:①摩擦力总是起着阻碍相对运动的作用,并不一定总是阻碍物体的运动,因为有些时候物体受到的摩擦力方向与物体运动方向相同.

②不能绝对地说静止的物体受到的摩擦力必是静摩擦力,运动的物体受到的摩擦力必是滑动摩擦力,静摩擦力是保持相对静止的两物体之间的摩擦力,受静摩擦力作用的物体不一定静止,滑动摩擦力是具有相对滑动的两个物体间的摩擦力,受滑动摩擦力作用的两个物体不一定都滑动,一个物体滑动,另一个物体静止是常见的现象.

③摩擦力和弹力都是接触力,有摩擦力时必定有弹力,且两者方向垂直;反过来,有弹力时不一定有摩擦力.

④分析摩擦力时“参考系”的选择:产生摩擦力的条件中,相对运动或相对运动趋势是指相互接触的物体之间的相对运动或相对运动趋势,因而相对运动或相对运动趋势判断时的“参考系”是选与研究对象相接触的那个物体为“参考系”,而不是选别的物体作“参考系”.

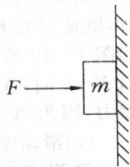


图 1-14

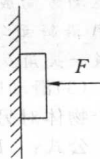


图 1-15

规律篇

摩擦力的求解

(1) 摩擦力的大小

在确定摩擦力的大小之前,必须先分析物体的运动状态,判明是滑动摩擦力,还是静摩擦力。

①若是滑动摩擦力,可用 $F = \mu F_N$ 来计算,公式中 F_N 指两接触面间的正压力。

②若是静摩擦力,则不能用 $F = \mu F_N$ 来计算,只能根据物体所处的状态(平衡或加速),由平衡条件或牛顿定律求解。

(2) 摩擦力的方向

滑动摩擦力的方向与物体相对运动方向相反。

静摩擦力的方向与物体相对运动趋势方向相反。

例 1 如图 1-16 所示,小车上放着一个物体,在下列叙述中正确的是()

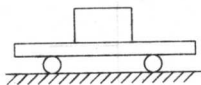


图 1-16

- A. 当小车由静止开始启动时,物体可能受到小车向前的静摩擦力作用,使物体和小车一起运动
 B. 当小车作匀速运动时,物体不受摩擦力作用
 C. 只要小车运动,物体便受到向前的摩擦力作用
 D. 只要小车运动,物体便受到向后的摩擦力作用

分析:在此题中物体与小车接触并挤压,这一点是肯定的。因此有无静摩擦力存在关键看物块和小车之间有无相对运动的趋势。

因为物块和小车开始时静止,所以 F 拉小车运动的开始阶段,物块相对小车有运动趋势,因此有静摩擦力存在,正是这个静摩擦力使物块与小车一起运动,所以这个静摩擦力方向指向 F 的方向。

当小车和物块匀速运动时,由于它们运动的速度都相同,所以无相对运动趋势,从而无静摩擦力存在。

答案:AB

例 2 如图 1-17,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 的拉力作用,则物体受到的滑动摩擦力为($g = 10 \text{ N/kg}$)()

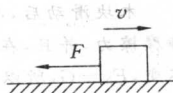


图 1-17

- A. 10 N , 向右 B. 10 N , 向左
 C. 20 N , 向右 D. 20 N , 向左

分析:在地面上滑动的物体,受到的滑动摩擦力的方向与物体相对地面的运动方向相反,即所受滑动摩擦力方向向左;滑动摩擦力的大小 $F = \mu F_N = 0.1 \times 20 \times 10 \text{ N} = 20 \text{ N}$,这个力的大小与所加拉力 10 N 无关,故正确答案为 D

答案:D

例 3 如图 1-18 所示, A、B 两个物体重力都是 10 N , 各接触面间的摩擦因数 $\mu = 0.3$ 。同时有 $F = 1 \text{ N}$ 的两个水平力分别作用于 A 和 B 上, 则地面对 B、B 对 A 的摩擦力分别等于()

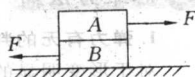


图 1-18

- A. 6 N , 3 N B. 1 N , 1 N C. 0 N , 1 N D. 0 N , 2 N

分析: 本题运用静力平衡来确定静摩擦力是否存在及其大小。

取 A、B 作为一个整体, 因为 A、B 这个整体受到大小相等、方向相反的外力 F , 已处于静力平衡状态, 所以 B 与地面间没有摩擦力存在, 故淘汰 A 和 B。

再取 A 物块为研究对象, 依题意知 A 物块已受到一个向右的外力 $F=1\text{ N}$, 所以要使 A 静止不动, A 还应受到一个大小与 F 相等、方向与 F 相反的力, 即 A 受到 B 施予的静摩擦力大小为 1 N , 方向向左, 故淘汰 D, 选 C。

答案: C

例 4 如图 1-19 所示, 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 拉木块直到沿桌面运动, 在此过程中, 木块所受到的摩擦力 F' 的大小随拉力 F 的大小变化的图象 (如图 1-20) 正确的是 ()

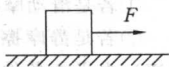


图 1-19

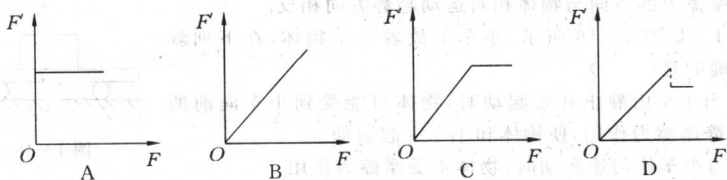


图 1-20

分析: 当拉力 $F=0$ 时, 桌面对木块没有摩擦力, $F'=0$ 。当木块受到水平拉力 F 较小时, 木块仍保持静止, 但有相对桌面向右运动的趋势, 桌面对木块产生向左的静摩擦力, 随着水平拉力 F 不断增大, 木块向右运动的趋势也逐渐增强, 桌面对木块的静摩擦力也相应增大, 直到水平拉力 F 足够大时, 木块开始滑动, 此时桌面对木块的静摩擦力达到最大值 F_{\max} , 在这个过程中, 由二力平衡条件可知, 桌面对木块的摩擦力 F' 始终与拉力 F 等值反向, 即随着 F 的增大而增大。

木块滑动后, 桌面对它的阻碍作用是滑动摩擦力, 它小于最大静摩擦力, 并且, 在木块滑动的过程中, 木块和桌面间的正压力 F_N 不变, $F_N=G$, 所以滑动摩擦力保持不变, 对应关系如图 1-21 所示, 由于图象中两坐标轴的分度可以不同, 因此倾角 α 不必一定等于 45° , 由上分析可知: 答案 D 正确。

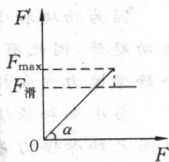


图 1-21

答案: D

注意: 计算静摩擦力时, 必须注意抓住两个临界点: 一是两物体从相对静止状态变为相对运动状态时的摩擦力为最大静摩擦力; 二是静摩擦力的方向从某一方向变为相反方向时的摩擦力等于零。

思维方法篇

1. 弹力有无的判断方法

对于形变明显的情况 (如弹簧) 可由形变直接判断, 形变不明显的通常用下面两种方法:

(1) “假设法”分析物体间的弹力

欲分析一物体的某一接触处是否有弹力作用, 可先假设没有所接触的物体, 看看

被研究的物体有怎样的运动趋势:

①若被研究的物体倒向原接触物的一边,则两者之间有挤压的弹力,它们之间的弹力方向必与接触面(或接触点的切面)垂直,且指向受力物体的内部。

②若被研究的物体倒向远离接触物的一边,则两者之间只能产生拉伸的弹力,倘若仅是物体与细绳连接,它们之间的弹力方向必定沿绳指向各自的外部。

③若被研究的物体仍不动,则两者之间无弹力。

例1 试判断图1-22中球所受弹力的方向。已知小球静止,甲中的细线竖直,乙中的细线倾斜。

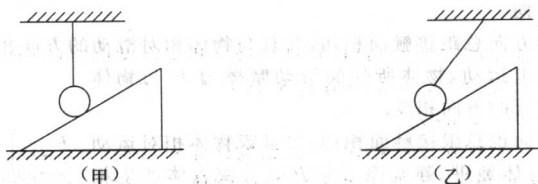


图1-22

分析:小球除受重力外,还受其它力的作用。甲、乙两图中均可采用“假设法”分析:在两图中,若去掉细线,则小球将下滑,故两细线中均有沿线方向的拉力;在甲图中若去掉斜面体,小球仍能在原位置保持静止状态;在乙图中若去掉斜面体,则小球不会在原位置静止。

答:甲图中小球受细绳向上的拉力;乙图中小球受细绳斜向上的拉力和垂直斜面的弹力。

评注:①细绳悬挂小球是重要的物理模型,应加以重视。

②假设法分析问题,在以后经常用到。

(2)“替换法”分析物体间的弹力

用细绳替换装置中的杆件,看能不能维持原来的力学状态——如果能维持,则说明这个杆提供的是拉力;否则,提供的是支持力。

例2 在如图1-23所示装置中分析AB、AC杆对A点的弹力的方向,不计AB、AC的重力。

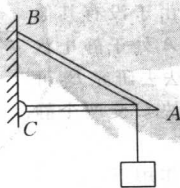


图1-23

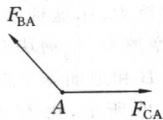


图1-24

分析:用绳替换AB,原装置状态不变,说明AB对A施加的是拉力;用绳替换AC,原状态不能维持,说明AC对A施加的是支持力,如图1-24所示。

(3)根据“物体的运动状态”分析弹力

由运动状态分析弹力,即物体的受力必须与物体的运动状态相符合,依据物体的