

海淀黄冈



根据 2005 年《考试大纲》课程标准编写

高考命题研究中心专家精心策划

丛书主编 / 孙继民

2006

MINGSHIKAOAN

名师考案

高考总复习



物理

- 国家特高级教师倾心设计的备考方案
- 把握高考方向，点拨复习方法
- 提高学习效率，成就人生梦想
- 突破重点线，塑造高考状元

中央民族大学出版社

编写说明

为适应高考命题的新变化,《名师考案》(物理分册)以新教材和新课标为依据,遵循最新《考试大纲》,切近高考实际,注重能力素质的培养;本书基础知识扎实、知识系统融会了科学思维方法、以科学应对高考为终极目的,将高考内容、命题研究、复习策略和能力提升进行了有机的整合。本书具有以下特点:

1. 本书立足于最新颁布使用的《考试大纲》,针对2006年高考命题的特点,在总结和吸取众多高考指导老师的成功教学经验基础上编写而成。对于高考能力要点和知识点,做到了突出重点和难点,帮助考生构建合理的知识网络,既便于贮存,又便于提取应用,同时还提出了科学有效的复习时间安排和建议。

2. 本书在深入分析近几年高考命题特征的基础上,总结命题客观规律,探秘最新高考趋势,并能结合大量典型、新颖的例析,拓宽解题思路,总结方法和解题技巧,真正使考生做到触类旁通,举一反三。针对考生在高考中经常出现的典型错误给予具体指导,帮助考生在巩固已有知识的基础上查漏补缺,少走弯路。

3. 本书不以繁杂的习题充斥内容,有讲有练,讲练结合,所编写的内容是集体智慧的结晶,集中了编写者多年的教学经验,借鉴了专家对高考命题的权威性研究。

本书博采众长,有的放矢,注重实践,单元结构设计成以下几个板块:

[高考要点总汇]全面扫描高考要点,概括力求精练、解释清晰、视角广阔。

[高考信息链接]指明高考要求,分析命题形式,探寻命题方向。

[知识体系构建]对本单元本节应掌握的基础知识点进行整理,有助于考生系统掌握知识体系,构建知识网络。以点连线,由线及面,准确迁移,及时再现。

[难点疑点解悟]深化教材,突破重点、难点。旨在使考生做到融会贯通、举一反三。

[学法技巧指导]对本单元涉及的解题规律及方法加以阐释,指导学习方法和解题技巧,提出应试策略,提高读者的应试能力。

[名题新题撷英]将涉及本单元的近几年高考题及2005年高考模拟题进行总结,使读者在总复习时便能掌握高考命题的方式、技巧及热点。

[自主学习检测]通过有针对性、典型性、代表性强的练习题,来巩固和强化相应的知识。

[创新知能测试]精心设计题型,不以繁杂的习题代替科学的指导,务求实效性,意在培养学生的学科思想与悟性。

总之,本书既注重基础知识的强化,又重视应试能力的培养;既注意到知识的系统性、条理性,又有重点、难点的把握和突破。

虽然在编写过程中,本着对考生认真负责的态度,章章推敲、节节把关,但书中也难免有疏忽和纰漏之处,恳请广大读者和专家不吝指正。

编者

目 录

第一章 力 物体的平衡	(1)
第Ⅰ节 力的概念 力学中三种常见力	(1)
第Ⅱ节 物体受力分析 力的合成与分解 物体的平衡	(6)
第Ⅲ节 实验	(11)
第二章 直线运动	(15)
第Ⅰ节 描述直线运动的物理量 运动图像	(15)
第Ⅱ节 匀变速直线运动及其应用	(18)
第Ⅲ节 实验:研究匀变速直线运动	(22)
第三章 牛顿运动定律	(27)
第四章 曲线运动	(35)
第Ⅰ节 运动的合成与分解、平抛运动	(35)
第Ⅱ节 圆周运动	(41)
第五章 万有引力定律	(50)
第六章 机械能	(57)
第Ⅰ节 功和功率	(57)
第Ⅱ节 动能定理、功能关系	(62)
第Ⅲ节 机械能守恒定律	(66)
第七章 动 量	(77)
第Ⅰ节 动量和冲量 动量定理	(77)
第Ⅱ节 动量守恒定律	(81)
第Ⅲ节 验证动量守恒	(86)
第八章 机械振动	(91)
第Ⅰ节 机械振动	(91)
第Ⅱ节 用单摆测定重力加速度	(96)
第九章 机械波	(101)
第十章 分子热运动 能量守恒气体	(110)
第Ⅰ节 分子热运动 能量守恒气体	(111)
第Ⅱ节 用油膜法估测分子大小	(115)
第十一章 电 场	(119)
第Ⅰ节 电场的性质	(119)
第Ⅱ节 静电屏蔽 电容 带电粒子在电场中的运动	(124)
第Ⅲ节 用描述法画出电场中平面上的等势线	(131)
第十二章 恒定电流	(136)
第Ⅰ节 部分电路 电功和电功率	(136)
第Ⅱ节 闭合电路	(140)
第Ⅲ节 电学实验	(144)
第十三章 磁 场	(159)
第Ⅰ节 磁场的描述 磁场对电流的作用	(159)
第Ⅱ节 带电粒子在磁场中的运动 洛伦兹力	(164)
第十四章 电磁感应	(174)
第Ⅰ节 电磁感应现象 楞次定律	(174)
第Ⅱ节 法拉第电磁感应定律 自感	(179)

第十五章 交变电流 电磁场与电磁波	(188)
第Ⅰ节 交变电流的产生及描述	(188)
第Ⅱ节 变压器 远距离输电	(191)
第Ⅲ节 电磁场和电磁波	(195)
第十六章 光的传播	(202)
第Ⅰ节 光的传播	(202)
第Ⅱ节 测定玻璃的折射率	(208)
第十七章 光的波动性	(212)
第Ⅰ节 光的波动性	(212)
第Ⅱ节 实验 用双缝干涉测光的波长	(216)
第十八章 近代物理初步	(221)
第Ⅰ节 量子论初步	(221)
第Ⅱ节 原子核	(225)



第一章 力 物体的平衡

高考要点汇总

本章内容是力学的基础知识,力的概念是贯穿于力学乃至整个物理学的重要概念。对物体进行受力分析是解决力学的基础和关键。力在合成与分解时所遵守的平行四边形定则,也是所有的矢量合成与分解时都遵守的普遍法则。其中力学中的三种力,尤其是摩擦力是历年高考的必考内容。

物体平衡问题是涉及力的概念、受力分析、力的合成与分解、列方程运算等方面知识和能力的综合性问题,是高考试题的热点。从近年高考试题可看出:对该内容考查主要侧重两方面:一是共点力作用下物体的平衡问题;二是共点力的合成问题。预测在以后的高考中,对本热点的考查将不会改变。

高考信息链接

力、物体的平衡部分,考查方式有两种:1. 单独考查,主要切入点在几种性质的作用力及共点力平衡;2. 与其他板块知识有机结合,多以计算题形式出现。本章考查热点是物体的受力分析和平衡条件的运用,难点是摩擦力的分析。未来的命题有两个趋向:1. 学科内综合主要形式;2. 与生活、生产或高科技知识相结合,以能力立意为主,创设一些新颖的情景题的比例会增加。

第 I 节 力的概念 力学中三种常见力

知识体系构建

一、力

1. 力的概念:力是物体对物体的作用。

2. 力的基本特征

(1) 力的物质性:力不能脱离物体而独立存在。

(2) 力的相互性:力的作用是相互的。

(3) 力的矢量性:力是矢量,既有大小,又有方向。

(4) 力的独立性:一个力作用于某一物体上产生的效果,与这个物体是否同时受其他力的作用无关。

(5) 力作用的瞬时性:力是产生加速度的原因,力与加速度具有瞬时对应关系。

(6) 力作用的积累性:力对时间的积累效果是力的冲量,力对空间的积累效果是力的功。

3. 力的分类

(1) 按力的性质分:重力、弹力、摩擦力、分子力、电磁力、核力等。

(2) 按力的效果分:压力、支持力、动力、阻力、回复力、向心力等。

二、重力

1. 产生原因:地球表面附近的物体,由于地球的吸引

而使物体受到的力。

2. 方向:重力的方向竖直向下,而非垂直向下,并不严格指向地心(赤道、两极除外)。

3. 大小: $G = mg$

4. 作用点:一个物体的各个部分都要受到重力的作用,从效果上看,我们可以认为各部分受到的重力作用集中在一点,这一点叫做物体的重心。物体的重心也可能在物体的外部。形状规则、质量分布均匀的物体的重心在其几何中心上。

三、弹力

1. 定义:发生弹性形变的物体,会对跟它接触的物体产生力的作用,这种力叫弹力。

2. 产生条件:直接接触、弹性形变。

3. 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。弹力方向的判断有两种方法:

(1) 根据物体产生形变的方向判断

弹力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:

① 弹簧两端的弹力方向,与弹簧测力计中心轴线相重合,指向弹簧恢复原状方向。

② 轻绳对物体的弹力方向,沿绳指向绳收缩的方向。

③ 面与面接触的弹力方向,垂直于接触面指向受力

的物体。

④点与面接触的弹力方向,过接触点垂直于接触面(或接触面的切面)而指向受力物体。

⑤球与面接触的弹力方向,在接触点与球心连线上,而指向受力物体。

⑥球与球接触的弹力方向,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。因此此时只有轻杆两端受力,在这两个力作用下杆处于平衡,则这两个力必共线,即沿杆的方向。当杆受力较复杂时,杆中弹力的方向要具体问题具体分析。

(2)根据物体的运动情况,利用平衡条件或动力学规律判断

4. 弹力大小的计算:

(1)在弹性限度内,弹簧的弹力大小跟弹簧伸长(或缩短)的长度 x 成正比(胡克定律),即 $F = kx$ 。 k 是弹簧的劲度系数,表示弹簧本身的一种属性,它的数值与弹簧的材料、弹簧丝的粗细及弹簧的长度有关;在其他条件一定时,弹簧越长, k 越小。

(2)除弹簧外,其它物体的弹力大小,通常应根据研究对象运动情况,利用平衡条件或动力学规律建立方程求解。

四、摩擦力

1. 定义:当一物体在另一物体表面上相对运动或有相对运动趋势时,受到阻碍作用,叫做摩擦力。可分为滑动摩擦力、静摩擦力两种。

2. 产生条件:

(1)接触面上是粗糙的;

(2)接触面上要有挤压的力(压力);

(3)接触面上的两物体要有相对运动或有相对运动的趋势。

3. 摩擦力方向的判断:

(1)静摩擦力是否存在及其方向的判断方法

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跟已知条件相矛盾的结果,从而对假设方向做出取舍。

②反推法:从研究物体表现出的运动状态的这个结果反推它必须具有的条件,分析组成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)滑动摩擦力方向的判断方法

“滑动摩擦力的方向与物体相对运动的方向相反”是判断滑动摩擦力方向的依据。这里特别要注意“相对运动”的含义,它是指研究对象相对于被接触物体所进行的运动。

4. 摩擦力大小的计算:

(1)静摩擦力的大小计算

①最大静摩擦力 F_m ,是物体将要发生相对运动这一临界状态时的摩擦力,它只在这一状态下才表现出来。

它的数值跟压力 F_N 成正比。中学阶段不作此要求。

②静摩擦力 F 的大小、方向都跟产生相对运动趋势的外力密切相关,但跟接触面相互挤压力 F_N 无直接关系,因而 F 具有大小、方向的可变性,变化性强是它的特点。对具体问题,要具体分析,研究物体的运动状态。若为平衡态,静摩擦力将由平衡条件建立方程求解;若为非平衡状态,可由动力学规律建立方程求解。其数值在 $0 \sim F_{\max}$ 之间($F_{\max}$ 为最大静摩擦力)。 $F_{\max}$ 略大于滑动摩擦力 F_f ,在要求不高时,可近似认为 $F_{\max} = F_f$ 。

(2)滑动摩擦力大小的计算

滑动摩擦力的大小遵从摩擦定律 $F_f = \mu F_N$;其中 μ 叫摩擦因数,它们的数值跟两个相关物体的材料和接触面的粗糙程度有关; F_N 是接触面上的压力,它与物体的重力 G 是两种不同性质的力, F_N 的大小、方向与 G 的大小、方向均不一定相同;滑动摩擦力的大小跟物体的运动速度、接触面面积的大小没有关系。



难点疑点解悟

1. 重力 $\neq$ 万有引力

重力是由于地面附近的物体受到地球的万有引力而产生的,但并不等同于该引力。地球上的物体随着地球在不停地自转,万有引力的一个分力提供了物体所需要的向心力,而另一个分力便是物体所受的重力。注意只有在赤道和两极处,重力方向才指向地心。

2. 弹力存在与否的判定

(1)对于形变较明显的情况(如弹簧),可由形变情况直接判断。

(2)对于形变很小、难于观察的情况,判断弹力是否存在可采用“反证法”。

由已知运动状态和其他条件,利用平衡条件或牛顿运动定律分析推理。

3. 判断静摩擦力方向的三种方法

(1)根据“静摩擦力方向与物体相对运动趋势方向相反”。判断此法关键是先利用“假设法”判断出物体相对运动趋势的方向。即先假设接触面光滑,看物体发生相对运动的方向。

(2)根据物体运动状态,用牛顿第二定律判断。此法关键是先判明物体运动状态,再利用牛顿第二定律(或平衡条件),确定合力的方向(或合力为零),然后根据物体受力分析确定静摩擦力的方向。

(3)根据牛顿第三定律判断。此法关键是抓住“力是成对出现的”,摩擦力也不例外。

4. 摩擦力的大小

在求解摩擦力的大小之前,先要分清是静摩擦力还是滑动摩擦力。静摩擦力的大小随着相对运动趋势的增强而增大,大小介于零和最大值之间。最大静摩擦力比滑动摩擦力稍大。有时我们认为最大静摩擦力与滑动摩擦力大小相等。滑动摩擦力大小可以根据公式 $f = \mu F_N$ 计算。



学法技巧指导

一、关于弹力的判断方法

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:

方法 1:“假设法”分析物体间的弹力

欲分析一物体在某一接触处是否有弹力作用,可先假设没有所接触的物体,看看被研究的物体怎样运动:

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。

②若被研究的物体倒向远离接触物的一边,则两者之间可能产生拉伸的弹力,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】若判断下图中小球所受弹力的方向,知小球静止,(A)中的细线竖直,(B)中的细线倾斜。

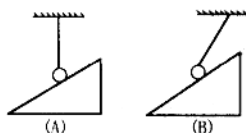


图 1-1-1

【解析】 小球除受重力外,还受其他力的作用。(A)、(B)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,故两细线中均有沿绳方向的拉力;在(A)图中若去掉斜面体,小球仍能在原位保持静止状态;在(B)图中若去掉斜面体,则小球不会在原位静止。

【答案】 (A)图中小球受细绳向上的拉力;(B)图中小球受细绳斜向上的拉力和垂直斜面的弹力。

【点评】 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。

方法 2:根据“物体的运动状态”分析弹力

由状态分析弹力,即是物体的受力必须与物体的运动状态符合,依据物体的运动状态,由二力平衡(或牛顿第二定律)列方程,求解物体间的弹力。

【例 2】如图所示,小车上固定着一根弯成 α 角的曲杆,杆的另一端固定一个质量为 m 的球。试分析下列情况下杆对球的弹力的大小和方向:①小车静止;②小车以加速度 a 水平向右运动。

图 1-1-2

【解析】 (1)接触面间的弹力方向是一定垂直于接触面,但固定在杆上的物体所受的弹力其大小和方向都是可变的,其方向可能沿杆也可能不沿杆,故则需利用平衡条件或牛顿第二定律来计算。小车静止时,根据物体平衡条件知,杆对球产生的弹力方向竖直向上,且大小等于球的重力 mg 。

(2)选小球为研究对象。小车以加速度 a 向右运动

时,小球所受重力和杆的弹力的合力一定水平向右,此时,弹力 F 的方向一定指向右上,只有这样,才能保证小球在竖直方向上保持平衡,水平方向上具有向右的加速度。设小球所受弹力方向与竖直方向的夹角为 θ (如图 1-1-3),根据牛顿第二定律有 $F \sin \theta = ma$, $F \cos \theta = mg$ 。

图 1-1-3

$$\text{解得 } F = m \sqrt{g^2 + a^2}, \tan \theta = \frac{a}{g}.$$

思考:小车如何运动时,弹力的方向才沿杆的方向?

(2)试比较一下绳、杆、弹簧的弹力方向,它们各有何特点?

二、判断静摩擦力方向的基本方法。

①根据相对运动趋势方向来判断静摩擦力方向,这是判定静摩擦力方向的关键。

【例 1】如图,静止在斜面上的物体 A 是否受静摩擦力作用?如有,方向如何?

【解析】 图中物体 A 受到重力 mg 作用,重力垂直斜面的分力 $G_{\perp} = mg \cos \theta$, $G_{\perp}$ 与支持力 F_N 相平衡;重力 G 沿斜面的分力 $G_{\parallel} = mg \sin \theta$,使物体 A 产生沿斜面向下滑的运动趋势,则物体 A 必然要受到沿斜面向上的静摩擦力 $F_f = mg \sin \theta$,使之与重力的分力 $G_{\parallel}$ 相平衡。

图 1-1-4

②用牛顿第二定律判断静摩擦力的方向

【例 2】如图所示,物体 A 放在匀速转动的圆盘上,并随圆盘转动。试分析物体 A 受到的静摩擦力的方向。

【解析】 物体 A 随圆盘一起做匀速圆周运动,必然要受到维持物体 A 做匀速圆周运动的向心力作用,而 A 受到的重力 G 和支持力 F_N 相平衡,根据牛顿第二定律物体 A 随圆盘做匀速圆周运动的向心力只能是圆盘对 A 的静摩擦力,故方向由 A 指向圆心。



图 1-1-5

③用平衡条件判定静摩擦力的方向

对于某些处于平衡状态的系统,用平衡条件判定静摩擦力的方向是很方便的。

【例 3】如图,在水平桌面上固定一个光滑的半圆柱体,让一根均匀短棒放在半圆柱上处于静止状态,试分析短棒所受的静摩擦力的方向。

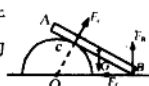


图 1-1-6

【解析】 以短棒为研究对象,它除了受重力 G 外,它与半圆柱体和地面还有两个接触点 C、B;由于在 C 点是光滑接触,故半圆柱体作用在 C 点的是弹力 F_C ,其方向与短棒垂直。在 B 点所受支持力方向竖直向上。由于短棒静止,故必受到水平向左的静摩擦力作用。

三、静摩擦力的大小求解:

①由物体平衡条件,求解静摩擦力

【例 4】如图所示, A、B 两物体用力 F 压住紧贴于墙上处于静止,且 $G_A = 100\text{N}$, $G_B = 50\text{N}$,求 A、B 两物体所受的静摩擦力的大小。

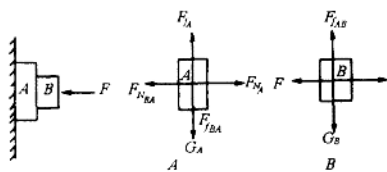


图 1-1-7

【解析】A、B 两物体的受力分析如图中 A、B 所示，由平衡条件。对 B: $F_{AB} = G_B = 50\text{N}$

对 A: $F_{BA} = F_{AB} + G_A$

又 $\because F_{BA} = F_{AB} = 50\text{N}$

$\therefore F_{BA} = 150\text{N}$

∴由牛顿第二定律求解静摩擦力

【例 5】如图(1-1-8)A, 电梯与水平面夹角为 30° , 当电梯加速向上运动时, 人对梯面压力是其重力的 $6/5$ 倍, 则人与梯面间的摩擦力是其重力的多少倍?

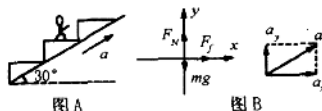


图 1-1-8

【解析】(1) 对人受力分析: 重力 mg 、支持力 F_N 、摩擦力 F_f (摩擦力的方向一定与接触面平行, 由加速度的方向可推知 F_f 水平向右)。

(2) 建立直角坐标系, 取水平向右 (即 F_f 方向) 为 x 轴正向, 此时只需分解加速度, 其中

$a_x = a \cos 30^\circ$, $a_y = a \sin 30^\circ$ (如图 B)



名题新题精英

【例 1】如图(1-1-9)A 所示, 矩形均匀薄板长 $AC = 60\text{cm}$, 宽 $CD = 10\text{cm}$ 。在 B 点以细线悬挂, 板处于平衡, $AB = 35\text{cm}$ 。则悬线和板边缘 CA 的夹角 $\alpha =$ _____。

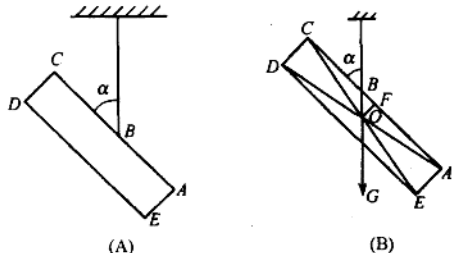


图 1-1-9

【解析】矩形均匀薄板的重心在 AD 和 CE 交点 O 处, 根据二力平衡条件知重力 G 跟悬线拉力等大反向, 且共线。如图(1-1-9)B 所示, 由几何知识知, $\tan \alpha = \frac{OF}{BF}$

$= \frac{OF}{AB - AF} = \frac{5}{35 - 30} = 1$ 得 $\alpha = 45^\circ$ 。

【例 2】在粗糙水平面上有一个三角形木块, 在它的两个粗糙斜面上分别放两个质量为 m_1 和 m_2

的小木块, $m_1 > m_2$, 如图 1-1-10 所示。已知三角形木块和两个小木块都是静止的, 则粗糙水平面对三角形木块()。

A. 有摩擦力的作用, 摩擦力的方向水平向右

B. 有摩擦力的作用, 摩擦力的方向水平向左

C. 有摩擦力的作用, 但摩擦力的方向不能确定, 因为 $m_1, m_2, \theta_1, \theta_2$ 的数值并未给出

D. 以上结论都不对

【解析】取木块及 m_1 和 m_2 整体为研究对象, 一个放在水平面上的物体是不可能相对地有运动趋势的, 故粗糙水平面对三角形木块无摩擦力。

【答案】D

【例 3】如图 1-1-11, A、B 两个物块的重力分别是 $G_A = 3\text{N}$, $G_B = 4\text{N}$, 弹簧的重力不计, 整个装置沿竖直方向处于静止状态, 这时弹簧的弹力 $F = 2\text{N}$, 则天花板受到的拉力和地板受到的压力, 有可能是()。

A. 1N 和 6N

B. 5N 和 6N

C. 1N 和 2N

D. 5N 和 2N

【解析】弹簧的弹力为 2N, 有两种可能情形: (1) 弹簧处于拉伸状态; (2) 弹簧处于压缩状态, 因此对应的解应有两组。

(1) 当弹簧处于拉伸状态时, 由 A、B 受力均平衡可知答案 D 正确。(2) 若弹簧处于压缩状态, 同理可知答案 A 正确。本题应选 A 和 D。

【例 4】在半球形光滑容器内, 放置一细杆, 如图 1-1-12 所示, 细杆与容器的接触点分别为 A、B 两点, 则容器上 A、B 两点对细杆 m 的作用方向分别为()。

A. 均竖直向上

B. 均指向球心

C. A 点处指向球心 O, B 点处竖

直向上

D. A 点处指向球心 O, B 点处垂直于细杆向上

【解析】显然, A、B 两处对杆有弹力作用, 因容器为光滑半球形, 杆静止前, 应是 A 端沿内球面滑动, B 处是杆面在容器边缘滑动, 可见均为“点面”接触挤压, 弹力方向要垂直接触面切线方向。故应选 D。

思考: 细杆重心位置在何处? 请用受力图示求找出来。

【例 5】如图 1-1-13 所示, 质量为 m 的物体放在水平放置的钢板 C 上, 与钢板的摩擦系数为 μ , 由于光滑导槽 A、B 的控制, 物体只能沿水平导槽运动, 现使钢板以速度 v_1 向右运动, 同时用力 F 拉动物体 (F 的方向沿导槽的方向), 使物体以速度

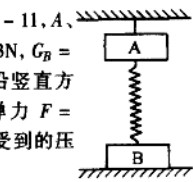


图 1-1-11

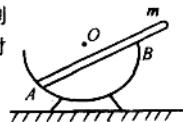


图 1-1-12

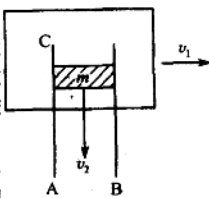


图 1-1-13



v_2 沿导轨运动, 则 F 的大小为()。

- A. 等于 μmg B. 大于 μmg
C. 小于 μmg D. 不能确定

【解析】 由于滑动摩擦力方向与相对运动方向相反。而物体相对铜板的运动方向如图 1-1-14(a) 所示, 所以物体在水平面上受力如图 1-1-14(b) 所示。

$$\text{则 } F = F_f \cos \theta$$

$$\text{而 } F_f = \mu mg$$

$$\text{所以 } F = \mu mg \cos \theta < \mu mg$$

故应选答案 C。

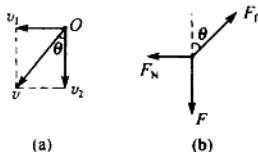


图 1-1-14



自主学习检测

1. 关于重力的说法正确的是()

- A. 重力的方向总是指向地心
B. 重力的大小可以用弹簧秤和杆秤直接测量
C. 物体重力的大小等于它压在水平支持物上的力
D. 重力的施力物体是地球

2. 物体静止在水平桌面上, 物体对水平桌面的压力()

- A. 就是物体的重力
B. 大小等于物体的重力
C. 这压力是由于地球的吸引而产生的
D. 这压力是由于桌面的形变而产生的

3. 木箱重 G_1 , 人重 G_2 , 人站在木箱里用力 F 向上推木箱, 如图所示, 则有()

- A. 人对木箱底的压力大小为 $(G_2 + F)$
B. 人对木箱底的压力大小为 $(G_2 - F)$
C. 木箱对地面的压力大小为 $(G_1 + G_2 - F)$
D. 木箱对地面的压力大小为 $(G_1 + G_2)$

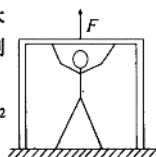


图 1-1-15

4. 如图 A、B 之间一定有弹力的作用的图是()

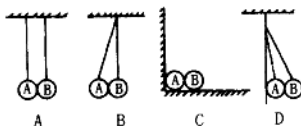


图 1-1-16

5. 如图 1-1-17 所示, 物体 A 静置于水平桌面上, 下列关于物体所受作用力的说法中正确的是()

- A. 桌面受到的压力就是物体的重力

B. 桌面受到的压力是由于它本身发生了微小形变而产生的

C. 桌面由于发生了微小形变而对物体产生了垂直于桌面的支持力

D. 物体由于发生了微小形变而对桌子产生了垂直于桌面的压力

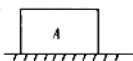


图 1-1-17

6. 运动员用双手握住竖直的竹竿匀速攀上和匀速下滑, 他所受的摩擦力分别是 F_1 和 F_2 , 那么()

- A. F_1 向下、 F_2 向上, 且 $F_1 = F_2$
B. F_1 向下、 F_2 向上, 且 $F_1 > F_2$
C. F_1 向上、 F_2 向上, 且 $F_1 = F_2$
D. F_1 向上、 F_2 向下, 且 $F_1 = F_2$

7. 如图 1-1-18 是皮带传动装置示意图, A 为主动轮, B 为从动轮, 关于 A 轮边缘上 P 点、B 轮边缘上 Q 点受摩擦力的方向, 下列说法中正确的是()

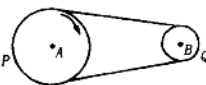


图 1-1-18

A. P、Q 点所受摩擦力的方向都和转动方向相同

B. P、Q 点所受摩擦力的方向都和转动方向相反

C. P 点所受摩擦力的方向和转动方向相反, Q 点所受摩擦力的方向与转动方向相同

D. P 点所受摩擦力的方向和转动方向相同, Q 点所受摩擦力的方向与转动方向相反

8. 如图 1-1-19 所示, 物体在水平推力 F 的作用下静止在斜面上, 若减小水平推力 F 而物体仍保持静止, 则物体所受的支持力 F_N 和静摩擦力 F_f 将()

- A. F_N 和 F_f 都减小
B. F_N 减小 F_f 增大
C. F_N 增大 F_f 减小
D. F_N 减小 F_f 可能增大也可能减小

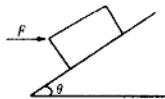


图 1-1-19

小

9. 如图 1-1-20 所示, A、B 两物体叠放在斜面上, 处于静止状态。下列关于摩擦力方向的说法正确的是()

- A. B 相对于 A 的运动趋势方向沿斜面向上
B. 斜面相对于 B 的运动趋势方向沿斜面向上
C. A 对 B 的静摩擦力的方向沿斜面向上
D. B 对斜面的摩擦力的方向沿斜面向上



图 1-1-20

10. 如图 1-1-21 所示, 重力为 20N 的物体与木板间的动摩擦因数为 0.1, 物体向左运动。同时物体受到大小为 10N、方向向右的水平力 F 的作用, 则物体所受摩擦力的大小和方向是()

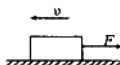


图 1-1-21

- A. 2N, 向右 B. 2N, 向右
C. 10N, 向左 D. 12N, 向右

11. 把一重为 G 的物体, 用一个水平推力 $F = kt$ (k 为恒量, t 为时间) 压在竖直的足够高的平整的墙上, 从 $t = 0$ 开始物体所受的摩擦力 F_f 随时间 t 的变化关系是下

图中所示的()

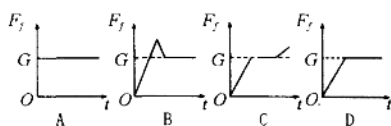


图 1-1-22

12. 如图 1-1-23 所示, 两块相同的竖直木板之间有质量均为 m 的四块相同的砖, 用两个大小均为 F 的水平压力压木板, 使砖静止不动, 设所有接触面均粗糙, 则第 3 块砖对第 2 块砖的摩擦力大小为()

图 1-1-23

- A. 0 B. mg
C. μF D. $2mg$

13. 一物块 m 从某曲线上的 Q 点自由滑下, 通过一粗糙的静止传送带后, 落到地面 P 点(如图 1-1-24), 若传送带的皮带轮沿逆时针方向转动起来, 使传送带也随之运动, 再把该物块放到 Q 点自由滑下, 那么()

图 1-1-24

- A. 它仍落在 P 点
B. 它将落在 P 点左边
C. 它将落在 P 点的右边
D. 无法判断落点, 因为它可能落不到地面上来

14. 如图 1-1-25 所示, 甲、乙、丙三个物体, 质量相同, 与地面动摩擦因数相同, 受到三个大小相同的作用力 F , 它们受到的摩擦力的大小关系是()

图 1-1-25

- A. 三者相同 B. 乙最大
C. 丙最大 D. 已知条件下

15. 长直木板的上表面的一端放有一木块, 木板由水平位置缓慢向上转动(即木板与水平面的夹角 α 变大), 另一端不动, 在图 1-1-26 中画出铁块受到的摩擦力 f 随角度 α 的变化图线(设最大静摩擦力等于滑动摩擦力)。

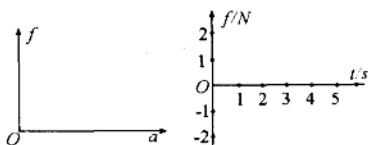


图 1-1-26

图 1-1-27

16. 物体 A 质量为 1kg , 置于水平地面上, 物体与地面的动摩擦因数为 $\mu = 0.2$, 从 $t = 0$ 开始物体以初速 4m/s 向右滑行的同时, 受到一个水平向左的恒力 $F = 1\text{N}$ 的作用, 在图 1-1-27 试画出物体受到的摩擦力 f 随时间变化的图线(取向右为正方向), 并说明做图的依据。

第 II 节 物体受力分析 力的合成与分解 物体的平衡



知识体系构建

一、合力与分力

合力与分力的关系: 合力和它的分力是力的效果上的一种等效替代关系, 而不是力的本质上的替代。

二、力的合成

1. 概念: 求几个力的合力叫力的合成
2. 运算定则

(1) 平行四边形定则: 如果用表示两个共点力 F_1 和 F_2 的线段为邻边作平行四边形, 那么这两个邻边之间的对角线就表示合力 F 的大小和方向。公式 $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$ 。如图 1-2-1(a) 所示。

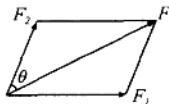


图 1-2-1(a)

(2) 三角形定则: 求两个互成角度的共点力 F_1 、 F_2 的合力, 可以把表示 F_1 、 F_2 的线段首尾相接地点画, 把 F_1 、 F_2 的另外两端连接起来, 则此连线就表示合力 F 的大小和方向, 如图 1-2-1(b)。

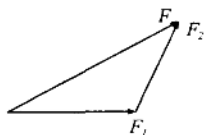


图 1-2-1(b)

(3) 多个力的合成: 可将这些分力首尾相接, 它们的合力为从第一个力的首端指向最后一个力的尾端, 此法称为多边形定则。

三、力的分解

求一个已知力的分力叫做力的分解。

(1) 力的分解是力的合成的逆运算, 同样遵守平行四边形定则, 即把已知力作为平行四边形的对角线, 那么, 与已知力共点的平行四边形的两条邻边就表示已知力的两个分力。

(2) 已知两力求合力有唯一解, 而求一个力的两个分力, 如不限制条件有无数组解。如图(1-2-2)A 所示, 力 F 可在不同方向上进行分解。

要得到唯一确定的解应附加一些条件:

① 已知合力和两个分力的方向, 可求得两个分力的大小。图(1-2-2)B 所示。

② 已知合力和一个分力的大小、方向, 可求得另一个



分力的大小和方向。

如图(1-2-2)C已知合力 F 、分力 F_1 ,则连接合力 F 和分力 F_1 的矢端,即可作出力的平行四边形得另一分力 F_2 。

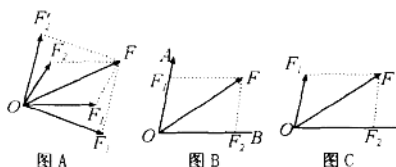


图 1-2-2

③已知合力 F 、一个分力 F_1 的大小与另一分力 F_2 的方向,求 F_1 的方向和 F_2 的大小(有一组解或两组解)

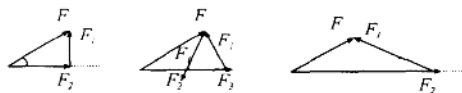


图 1-2-3

如图 1-2-3,若 $F_1 = F \sin \theta$ 有一组解

若 $F \sin \theta < F_1 < F$ 有二组解

若 $F_1 \geq F$ 有一组解

(3)在实际问题中,一般根据力的作用效果或解决问题的方便需要进行分解。

四、共点力作用下物体的平衡

1. 理解平衡状态及平衡条件

(1)共点力:作用点重合,或作用线相交于一点的几个力。

(2)平衡状态:物体保持匀速直线运动或静止状态。是加速度等于零的状态。

(3)共点力作用下物体的平衡条件:物体所受的合外力为零,即 $\sum F = 0$ 或为 $\sum F_x = 0, \sum F_y = 0$ 。

2. 几个重要推论:

(1)当物体处于平衡状态时,它所受的某一个力与它所受的其余力的合力等值反向。

(2)当三个共点力作用于物体使之处于平衡状态时,三个力的矢量组成一封闭的矢量三角形。

(3)如果一个物体受到三个不平行的力的作用而平衡,则这三个力的作用线必在同一平面内,且有共同的交点。

3. 求解平衡问题时用到的方法

(1)思维方法类:隔离法、整体法、假设法

①隔离法:将研究对象与周围物体分隔开来研究的方法。

②整体法:将相对位置不变的物体系作为一个整体来研究的方法。

③假设法:在未知某力是否存在时,可先对其作出存在或不存在的假设,然后再就该力存在与不存在对物体运动状态是否产生影响来判断该力是否存在。

(2)物理方法类三角形法、合成法、正交分解法(此三种方法参照前文所述):

(3)数学方法类:相似三角形法、拉密定理

①相似三角形法:如果在对力利用平行四边形定则

(或三角形定则)运算的过程中,力三角形与几何三角形相似,则可根据相似三角形对应边成比例等性质求解。

②拉密定理:如果在共点的三个力作用下,物体处于平衡状态,那么各力的大小分别与另外两个力夹角的正弦成正比。在

如图 1-2-4 中,其表达式为 $\frac{F_1}{\sin \theta_1} = \frac{F_2}{\sin \theta_2} = \frac{F_3}{\sin \theta_3}$

(4)正交分解法:在物体受力个数较多的情况下,用以上两种方法求解一般比较困难,通常这时用正交分解法求解,却把矢量运算转化为代数运算。正交分解法解平衡问题的思维程序是:a. 选择研究对象;b. 对研究对象进行受力分析,同时作出受力示意图;c. 根据需要或求解问题方便建立直角坐标系;d. 据 $F_{x合} = 0$ 和 $F_{y合} = 0$ 列方程;e. 解方程求出结果,必要时对结果进行讨论。

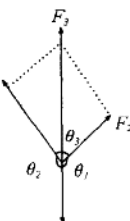


图 1-2-4



难点疑点解悟

1. 力不能由一个物体转移到另一个物体

如图 1-2-5 所示,在粗糙的水平面上放着相接触的物体 AB,如用 10N 的水平力 F 推 A, A、B 保持相对静止,沿着力 F 的方向一起做匀速直线运动, A 对 B 的作用力是不是 10N 呢?

由 A 做匀速直线运动可知, B 对 A 的弹力等于力 F 减去地面对 A 的摩擦力,即 A 给 B 的弹力小于 F 。

所以,力不能由一个物体传给另一个物体,物理学中研究的各种力都有它自己产生的条件,各种力的方向和大小也是由这种力的规律决定的。

2. 静止与平衡

课本中指出:“如果物体保持静止,或者做匀速直线运动,我们就说这物体处于平衡状态”。这时对静止和平衡给出了明确的定义,而且指出静止状态是平衡状态的特例。

物体处于静止或平衡状态必须满足一定的条件。这里我们必须从物体的受力情况(或加速度情况)和运动状态给予分析。

(1)若 $a = 0$ 且 $v = 0$ 。即物体受力平衡且速度为 0 时,那么物体必处于静止状态;反之,当物体处于静止状态,必有 $a = 0$ 且 $v = 0$ 。因此, $a = 0$ 且 $v = 0$ 是物体处于静止状态的充要条件。

(2)若 $a = 0$ 而 $v \neq 0$ 时,物体可能保持平衡,如物体做匀速直线运动的情形,也可能处于即时平衡,如做简谐振动的物体经过平衡位置的情形。但这两种情况都不属于静止。

(3)若 $a \neq 0$ 而 $v = 0$ 时,只能说物体的即时速度为 0。只要 $a \neq 0$,物体受力就不平衡,根本谈不上静止。比如竖直上抛运动的物体到达最高点时,做简谐振动的物体到

达最大位移时,都属于这种情况。

总之,受力平衡的物体不一定是静止的,但静止的物体必定是受力平衡。认为速度为0是物体处于静止状态的唯一条件是错误的。物体在某一时刻的速度为0,物体也可能处于运动过程之中;只有当物体在一段时间内速度为0,才能说物体在这段时间内处于静止状态。

3. 如何求解最小分力?

把一已知力 F 分解时,如果已知其中一个分力 F_1 的方向和另一个分力 F_2 的大小,当(1) $F_2 = F \sin \theta$, F_1 有惟一解;(2) $F > F_2 > F \sin \theta$, F_1 有两个解;(3) $F_2 < F \sin \theta$, F_1 无解。另一个分力的最小值为 $F \sin \theta$ (即另一个分力 F_2 与 F 垂直时)。

4. 弹簧、非弹性绳、刚性杆的区别

弹簧上的弹力可以是拉力也可以是压力,而非弹性绳上的弹力只能是拉力。弹簧上有弹力时会有明显的形变,因而弹簧上的弹力发生变化所用的时间是不能忽略的,即弹簧上的弹力是不能发生突变的。非弹性绳上受弹力时,形变极小,可忽略不计,因此非弹性绳上的力可以突变。刚性杆上的弹力可以是拉力,也可以是支持力。



学法技巧指导

求解共点力平衡的基本方法

解法一:运用力的合成求解。

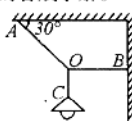


图 1-2-6

【例1】如右图所示,电灯的重力 $G = 10\text{N}$,已知 AO 绳与水平顶板间夹角为 30° , BO 绳水平,则绳 AO 及 BO 绳受到的拉力大小各为多少?

【解析】取 O 点为研究对象, O 点受三个拉力,如下图甲所示, F 为 F_{AO} 与 F_{BO} 的合力。由于 O 点处于平衡状态, $\therefore F = F_{OC} = G = 10\text{N}$

在甲图 F 、 F_{OA} 、 F_{OB} 组成的矢量直角三角形中,可得

$$F_{OA} = \frac{F}{\sin 30^\circ} = 20\text{N} \quad F_{OB} = \frac{F}{\tan 30^\circ} = 10\sqrt{3}\text{N}$$

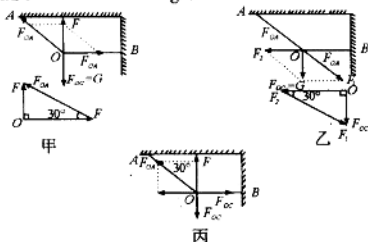


图 1-2-7

解法二:运用力的分解求解。将 F_{OC} 沿 OA 、 OB 两个方向分解,如图乙所示,得两分力 F_1 、 F_2 。由于 O 点受力平衡,

$$\therefore F_{OA} = F_1, F_{OB} = F_2$$

在乙图 F_{OC} 、 F_1 、 F_2 组成的矢量直角三角形中,可得

$$F_1 = \frac{F_{OC}}{\sin 30^\circ} = 20\text{N}$$

$$F_2 = \frac{F_{OC}}{\tan 30^\circ} = 10\sqrt{3}\text{N}$$

$$\therefore F_{OA} = F_1 = 20\text{N} \quad \therefore F_{OB} = F_2 = 10\sqrt{3}\text{N}$$

解法三:用正交分解法求解。如上图丙所示,沿水平和竖直方向建立坐标系。将力 F_{OA} 正交分解得

$$\begin{cases} F_{OA} \sin 30^\circ = F_{OC} \\ F_{OA} \cos 30^\circ = F_{OB} \end{cases}$$

$$\therefore F_{OA} = 20\text{N}$$

$$F_{OB} = 10\sqrt{3}\text{N}$$

解法四:用图解法求平衡问题

【例2】如图 1-2-8 所示,一个重为 G 的匀质球放在光滑斜面上,斜面倾角为 α ,在斜面上有一光滑的不计厚度的木板挡住球,使之处于静止,取球为研究对象,球受重力 G ,斜面支持力 F_N 、挡板支持力 F_N 。因为球始终处于平衡状态,故三个力的合力始终为零,三个力构成封闭的三角形,当挡板逆时针转动时, F_N 的方向也逆时针转动,作出如右图所示的动态矢量三角形,由右图可见, F_N 先减小后增大, F_N 随 β 增大而始终减小。

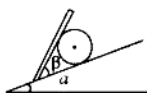


图 1-2-8



图 1-2-9

说明:图解法直观、鲜明,多用于求解处于动态平衡的物体所受到的力的变化情况。

解法五:相似三角形方法求平衡问题

【例3】如图 1-2-10,在半径为 R 的光滑半球面上高 h 处悬挂一定滑轮。重力为 G 的小球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,试分析小球对半球的压力和绳子拉力如何变化。

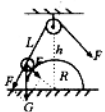


图 1-2-10

【解析】受一般动态平衡问题思维定势的影响,往往以为小球在移动过程中对半球的压力无定值。其实只要对小球进行受力分析,并将重力 G 沿绳子和垂直球面方向分解得出平行四边形,不难看出 G 、 F 、 F_N 构成的力三角形和由 L 、 R 、 $h+R$ 构成的几何三角形相似,从而 $\frac{F_N}{G} = \frac{P}{R+h}$, $\frac{F}{G} = \frac{L}{R+h}$ 。由于在拉动过程中, R 、 h 不变,绳长 L 在减小,可见 $F_N = \frac{R}{R+h}G$ 大小不变,绳子的拉力 $F = \frac{L}{R+h}G$ 在减小。



名题新题摘英

【例1】2005·10 将长方形匀质薄木板锯成如图 1-2-11(a)所示的三部分,其中 B 、 C 两部分完全对称。现



将三块拼在一起平放在粗糙的水平面上,当与板左侧垂直的水平恒力 F 作用于薄板时,薄板恰能水平向右匀速运动,且 B 与 A 、 C 与 A 之间没有相对滑动,图中 θ 角为已知。试分析 B 所受受力,并求出 B 与 A 之间的压力大小。

解析:设 B 、 C 质量各为 m , A 质量为 $2m$ 。先对 ABC 整体受力分析,如图(b)所示,有 $F = \mu \cdot 4mg$ ①

单独对 B 受力分析如图(c)(竖直方向未画出),有

$$F_N' = F_t' \cdot \sin \theta \quad \text{..... ②}$$

$$F_t' = \mu mg \quad \text{..... ③}$$

$$\text{联立得 } F_N' = \frac{F}{4} \sin \theta.$$

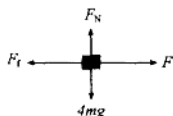


图 1-2-11(b)

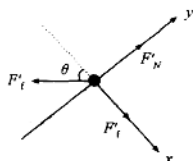
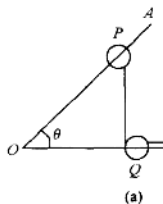


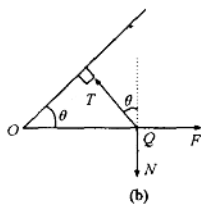
图 1-2-11(c)

【答案】 B 受五个力:重力、支持力、 A 给 B 的静摩擦力 F_t ,地面给 B 的滑动摩擦力 F_t' , A 给 B 的压力 F_N' ,且 $F_N' = \frac{F}{4} \sin \theta$ 。

【例2】如图 1-2-12(a)所示,两根固定的水平放置的光滑硬杆 AO 与 BO 夹角为 θ ,在杆上套有两个小环 P 与 Q ,两环间用绳子连接。现用恒力 F 沿 OB 方向拉环 Q ,当两环平衡时,绳中的张力多大?



(a)



(b)

图 1-2-12

【解析】当 P 环平衡时,竖直方向受重力与(竖直)支持力而平衡。在水平面内 P 环受绳子的拉力和杆的(水平)支持力而平衡,因 OA 杆对 P 环的(水平)支持力与杆垂直,绳的拉力一定与杆垂直。对 Q 环,竖直方向受重力、(竖直)支持力而平衡。在水平面内其受到三个力,如图 1-2-12(b),由平衡条件得: $T \sin \theta = F$,解得 $T = F / \sin \theta$ 。

【例3】两根等长的细线,一端拴在同一悬点 O 上,另一端各拴一个小球,两球质量分别为 m_1 和 m_2 ,两球间存在大小相等、方向相反的斥力而使两线张开一定角度,分别为 45° 和 30° ,

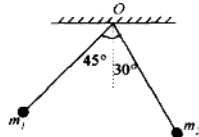


图 1-2-13

如图 1-2-13 所示。则 $m_1 : m_2 =$ _____。

【解析】两线张开的角度一定,说明两球处于静止状态,即每一小球所受合外力为零,据此可分别找出它们的重力与相互间恒定斥力的关系,进而求解质量关系。

分别分析 m_1 、 m_2 受力情况如

图 1-2-14

图 1-2-14 所示,因为两线等长,所以 $\angle OAB = \angle OBA = \alpha$,利用正弦定理有

$$\text{对 } m_1: F / \sin 45^\circ = m_1 g / \sin \alpha \quad \text{①}$$

$$\text{对 } m_2: F / \sin 30^\circ = m_2 g / \sin \alpha \quad \text{②}$$

$$\text{①/②得 } m_1 / m_2 = \sin 30^\circ / \sin 45^\circ$$

$$\text{即 } m_1 : m_2 = 1 : \sqrt{2}$$

【答案】 $1 : \sqrt{2}$

归纳:不少同学解答本题时,往往误将两球视作处于同一水平线上而求解出 $m_1 : m_2 = 1 : \sqrt{3}$ 。实际上,尽管线等长,但两张角不等,两球并不处于同一水平线。此外,根据共点力平衡条件处理力的关系时,本题中选用正弦定理使运算大为简化。

【例4】如图 1-2-15 所示,用光滑的粗铁丝做成一直角三角形, BC 边水平, AC 边竖直, $\angle ABC = \beta$, AB 及 AC 两边上分别套有细线系着铜环 P 、 Q ,当它们静止时,细线跟 AB 所成的角 θ 的大小为(细线长度小于 BC)

- A. $\theta = \beta$ B. $\theta > \pi/2$
C. $\theta < \beta$ D. $\beta < \theta < \pi/2$

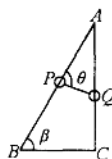


图 1-2-15

【解析】 P 、 Q 两环静止时,它们处于平衡状态,所受的合外力为零。分别作出 P 、 Q 两环的受力图如图 1-2-16 中的甲、乙两图所示。

对于甲图中的 P 环,它受到三个力的作用:重力 G_P 、细线拉力 T 和铁丝 AB 的弹力 N_P 。由于重力和弹力的方向均被唯一的确定,要使 P 环平衡,则力 T 必须在 $\angle APN$ 之间的区域,且 T 不能与 PN 重合,假若重合,则 P 环所受的三个力均在同一直线的一侧,三个力的合力不可能为零,也就是说 $\theta < \pi/2$ 。

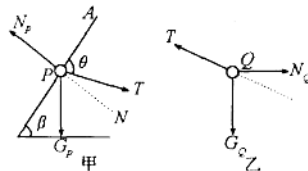


图 1-2-16

对于乙图中的 Q 环,它也受到三个力的作用:重力 G_Q 、铁丝的弹力 N_Q 和细线的拉力 T 。同样地,重力和弹力方向被唯一的确定了,那么细线的拉力的延长线只能在 $\angle N_Q Q G_Q$ 之间,且不能与 QN_Q 重合,若重合,则三力均在同一直线的一侧,它不可能平衡,也就是说 P 、 Q 连线不能与 AC 垂直,故有 $\theta > \beta$ 。

【答案】 D

归纳:本例题是由物体的平衡条件和受力情况来判断细线与 AB 所成的角 θ ,虽然没有具体的计算,但是它应用了一个很重要的结论:当一个物体受到两个以上力的作用处于平衡状态时,这些力不能分布在一条直线的同一侧,否则,物体不能处于平衡状态,因为合外力不能为零。



自主学习检测

1. 如图 1-2-17 所示,物体 A 和 B 相对静止,以共同的速度沿斜面匀速下滑,则下面说法错误的是()

- A. A 、 B 间无摩擦力的作用
 B. B 受到的滑动摩擦力大小为 $(m_A + m_B)g\sin\theta$
 C. B 受到的静摩擦力大小为 $m_B g\sin\theta$
 D. 取走 A 物体后, B 物体仍能做匀速直线运动

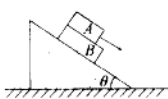


图 1-2-17

2. 如图 1-2-18 所示,物体静止在光滑的水平面上,水平力 F 作用于 O 点,现施加一个力 F' 使物体在水平面上沿 OO' 方向做加速运动,且必须在 F 和 OO' 所决定的平面内,那么 F' 的最小值应为()

- A. $F \cdot \cos\theta$ B. $F \cdot \sin\theta$
 C. $F \cdot \tan\theta$ D. $F \cdot \cot\theta$

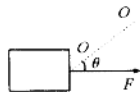


图 1-2-18

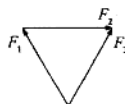


图 1-2-19

3. 如图 1-2-19 所示,一个质量为 M 的物体受到三个共点力 F_1 、 F_2 、 F_3 的作用,则物体所受的合力大小是()

- A. $2F_1$ B. F_2
 C. $2F_3$ D. 0

4. 如图 1-2-20 所示,用滑轮将 m_1 、 m_2 两物体悬挂起来,忽略滑轮和绳的重力及一切摩擦,使 $0^\circ < \alpha < 180^\circ$,整个系统处于平衡状态,则关于 m_1 、 m_2 的大小关系应为()

- A. m_1 必大于 m_2
 B. m_1 必大于 $\frac{m_2}{2}$
 C. m_1 可能等于 m_2
 D. m_1 可能大于 m_2

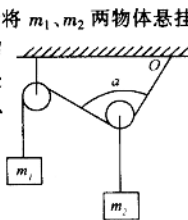


图 1-2-20

5. 如图 1-2-21 所示,倾角为 θ 的斜面体 A ,斜面光滑,放置在水平地面上,斜面上有一重为 m 的物块 B 受到沿斜面向上的力 F 的作用,斜面体 A 始终静止,则以下说法中正确的

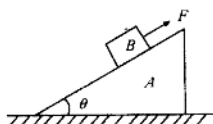


图 1-2-21

是()

- A. B 在力 F 的作用下沿斜面向上匀速运动时, A 受到地面给它的静摩擦力为 0
 B. B 在力 F 的作用下沿斜面向下匀速运动时, A 受到地面给它的静摩擦力为 0
 C. B 在力 F 的作用下静止在斜面上时, A 受到地面给它的静摩擦力为 0
 D. 以上三种情况下, A 受到地面给它的静摩擦力均不为 0

6. 如图 1-2-22 所示,用轻质细绳拴住同种材料制成的 A 、 B 两物体,它们沿斜面向下做匀速运动,关于 A 、 B 的受力情况,以下说法正确的是()

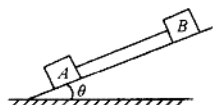


图 1-2-22

- A. A 受三个力作用, B 受四个力作用
 B. A 受四个力作用, B 受三个力作用
 C. A 、 B 均受三个力作用
 D. A 、 B 均受四个力作用

7. 分解一个力,若已知它的一个分力的大小和另一个分力的方向,以下正确的是()

- A. 只有唯一组解
 B. 一定有两组解
 C. 可能有无数组解
 D. 可能有两组解

8. 如图 1-2-23 所示,用一轻绳拴一较大的球,置于倾角为 α 的光滑斜面上,开始时,绳与水平方向的夹角 $\beta > \alpha$,现用一水平力缓慢向左移动斜面(移动时绳不碰到斜面),则绳的拉力()

- A. 减小 B. 增大
 C. 先减小后增大 D. 先增大后减小

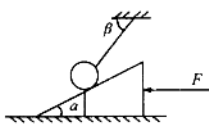


图 1-2-23

9. 如图 1-2-24 所示,在粗糙水平面上放一三角形木块 a ,若物体 b 在 a 的斜面上匀速下滑,则()

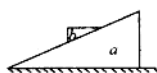


图 1-2-24

- A. a 保持静止,而且没有相对于水平面运动的趋势
 B. a 保持静止,但有相对于水平面向右运动的趋势
 C. a 保持静止,但有相对于水平面向左运动的趋势
 D. 因未给出所需数据,无法对 a 是否运动或有运动趋势作出判断

10. 如图所示,两相距 L 的竖杆,用一根长度大于 L 的细绳分别固定在杆的两端 A 和 B ,细绳上用一光滑

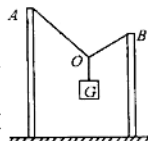


图 1-2-25



的挂钩吊一个重物,其重力为 G 。当上下移动 B 端的悬挂点时, C 可自由移动,设重物两侧绳子的张力分别为 F_A 和 F_B ,则它们的关系满足()

- A. $F_A > F_B$ B. $F_A < F_B$
C. $F_A = F_B$ D. 条件不足,无法确定

11. 如图 1-2-26 所示,整个装置保持静止, OA 段绳水平,物体 A 重 50N , B 重 10N 。则物体 C 重 _____ N , 物体 A 与地面间摩擦力为 _____ N 。

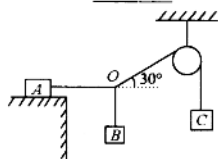


图 1-2-26

12. 如图 1-2-27 所示, AOB 为水平放置的光滑杆,夹角 $\angle AOB = 60^\circ$,杆上套有两个质量不计的小环,两环间连有可伸缩的弹性绳。今在绳的中点施以沿 $\angle AOB$ 的角平分线水平向右的力 F 缓慢地拉绳,待两环达稳定状态时,绳对环的拉力 $T =$ _____。

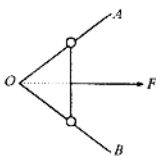


图 1-2-27

13. 如图 1-2-28 所示,物体的质量为 2kg ,两根轻细绳 AB 和 AC 的一端连接于竖直墙上,另一端系于物体上,在物体上另施加一个方向与水平线成 $\theta = 60^\circ$ 的拉力 F ,若要使绳都能伸直,求拉力 F 的大小范围。

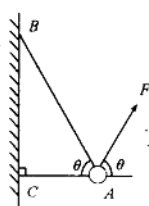


图 1-2-28

第Ⅲ节 实验

实验一 长度的测量



知识体系构建

1. 游标卡尺结构:

游标卡尺的构造如下图所示,它的左测量爪固定在主尺上并与主尺垂直。右测量爪与左测量爪平行,固定在游标尺上,可以随同游标尺一起沿主尺滑动。



图 1-3-1

2. 游标卡尺的测量原理:

主尺的最小分度是 1mm ,游标尺上有 10 个小的等分刻度,它们的总长度等于 9mm 。则游标尺的每一分度比主尺的最小分度相差 0.1mm 。所以当左右测量爪合在一

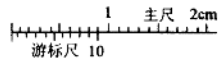


图 1-3-2

起,游标尺的零刻线与主尺的零刻线重合时,除了游标尺的第十条刻线与主尺的 9mm 的刻线重合外,其余刻线都不重合。游标尺第一条刻线在主尺的 1mm 刻线左边 0.1mm 处,游标尺的第二条刻线在主尺的 2mm 刻线左边 0.2mm 处,等等。如下图所示。

在两测量爪间放一张厚 0.1mm 的纸片,游标尺就向

右移动 0.1mm ,这时它的第一条刻线与主尺的 1mm 刻线重合,其余的刻线都与主尺的刻线不重合,此时读数为 0.1mm 。当被测物的长度不超过 1mm 时,游标尺的第几条刻线与主尺的某一刻线重合,就表示读数为零点几毫米。

当被测物的长度大于 1mm 时,整的毫米数由主尺上读出,十分之几毫米从游标尺上读出。这样,我们读出的十分之几毫米是直接测出的精确值,而不是估读值。因此,这种游标卡尺可以精确到 0.1mm 。

通常用的游标卡尺,在游标尺上有 20 个小的等分刻度,其总长度为 19mm ,它的每一分度与主尺的最小分度 1mm 相差 0.05mm ,可推知,这种游标卡尺精确度为 0.05mm 。使用时,整的毫米数由主尺上读出,再看游标尺的第几条刻线与主尺某一刻线重合,则毫米以下的长度就是 0.05 的几倍。

有的实验室使用的游标卡尺,在游标尺上有 50 个小的等分刻度,其总长度为 49mm ,它的每一分度与主尺的最小分度 1mm 相差 0.02mm 。可推知,这种游标卡尺的精确度为 0.02mm 。使用时,整的毫米数由主尺上读出,再看游标尺的第几条刻线与主尺某一刻线重合,则毫米以下的长度就是 0.02mm 的几倍。

3. 游标卡尺的读数方法:

- ①以游标零刻线位置为准,在主尺上读取整毫米数。
- ②看游标上哪条刻线与主尺上的某一刻线(不用管是第几条刻线)对齐,由游标上读出毫米以下的小数。

- ③总的读数为毫米整数加上毫米小数。

即:主尺上读数 + 标尺上对齐的格数 $\times$ 精确度

说明:(1)在看游标尺上的哪条刻线与主尺上的某条刻线重合时,要选一条重合得最好的来读数。

(2)在看是游标尺上的第几条刻线与主尺刻线重合时,不包括游标尺的零刻度在内。

(3)在读数前,先拧紧紧固螺丝,以免游标尺移动,影响读数。

注意:不管是10分度游标卡尺,还是20分度、50分度游标卡尺,在读数时均不需要向后估读一位。



自主学习检测

1. 有一种游标卡尺,主尺的最小分度是1mm,游标尺上有50个等分刻度,此游标尺的总长度为_____mm,用这种游标尺测长度可以准确到_____mm。用此卡尺测一木球直径时,游标尺零刻度是在3.2cm和3.3cm两刻度线之间,若游标尺的第19条刻度线与主尺刻度线对齐,则此木球的直径为_____cm。

2. 用游标卡尺(游标尺上有50个等分刻度)测定某工件的宽度时,示数如图1-3-3所示,此工件的宽度为_____mm。

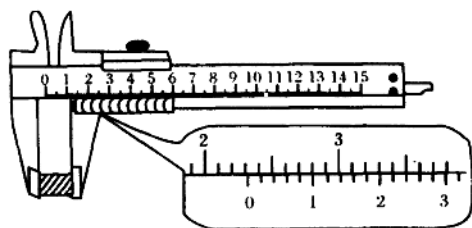


图1-3-3

3. 准确度为0.1mm的游标卡尺,游标尺刻度总长度为9mm,在其最末一个刻度线与主尺的44mm刻度线对齐,则游标尺的第5条刻度线所对着的主尺刻度为()

- A. 35.0mm B. 39.5mm
C. 43.4mm D. 35.4mm

实验二 验证力的平行四边形定则



知识体系构建

【实验原理】

结点受三个共点力作用处于平衡状态,则 F_1 和 F_2 的合力必与橡皮条拉力平衡,改用用一个拉力 F' 使结点仍到 O 点,则 F' 必与 F_1 和 F_2 的合力等效,以 F_1 和 F_2 为邻边作平行四边形求出合力 F ,比较 F' 与 F 的大小和方向,验证互成角度的两个力合成的平行四边形定则。

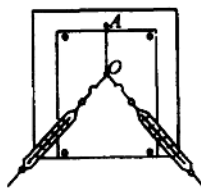


图1-3-4

实验器材:

方木板;白纸;弹簧秤(两只);橡皮条;细绳套(两个);三角板;刻度尺;图钉(几个)

实验步骤:

(1)在桌上平放一块方木板,在方木板上铺一张白纸,用图钉把白纸钉在方木板上。

(2)用图钉把橡皮条的一端固定在板上的 A 点,在橡皮条的另一端拴上两条细绳,细绳的另一端系着绳套。

(3)用两个弹簧秤分别勾住绳套,互成角度地拉橡皮条,使橡皮条伸长,结点到达某一位置 O 。如图1-3-4所示。

(4)用铅笔记下 O 点的位置和两条细绳的方向,读出两个弹簧秤的示数。(在使用弹簧秤的时候,要注意使弹簧秤与木板平面平行)。

(5)用铅笔和刻度尺在白纸上从 O 点沿着两条细绳的方向画直线,按着一定的标度作出两个力 F_1 和 F_2 的图示。用平行四边形定则求出合力 F 。

(6)只用一个弹簧秤,通过细绳把橡皮条的结点拉到同样位置 O ,读出弹簧秤的示数,记下细绳的方向,按同一标度作出这个力 F' 的图示。

(7)比较力 F' 与用平行四边形定则求得的合力 F 的大小和方向,看它们是否相等。

(8)改变两个分力的大小和夹角,再做两次实验。

【注意事项】

①使用弹簧秤前,应先调零,使用时不超量程,拉弹簧要与垫板平行。

②在同一次实验中,橡皮条伸长时的结点位置要不变。

③两拉力 F_1 和 F_2 夹角不宜过大或过小,做力图示,标度要一致。



名题新题摘要

【例1】如图1-3-5所示是两位同学在研究“互成角度的两个力的合成”时所得到的实验结果,若按实验中要求的符号表示各个力,则可判定其中哪一个实验结果是尊重事实的?

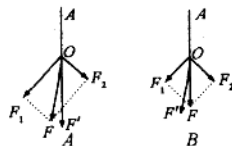


图1-3-5

【解析】 A 实验结果是符合实验事实的,因为单独用一个力 F' 作用于结点上,把结点拉到 O 点, F' 的方向必在 AO 方向上,而 F_1 、 F_2 的合力的作用效果与 F' 一致,误差存在于用平行四边形法则的方法求得合力 F 时的读数和作图。 F 和 F' 的效果相同,故 F 有误差, F' 准确。



自主学习检测

1. 做“互成角度的两个力的合成”实验时,以下说法中错误的是()

A. 用两只弹簧秤拉橡皮条时,应使两细绳套之间的夹角为 90° ,以便算出合力的大小



B. 用两只弹簧秤拉橡皮条时, 结点的位置必须与用一只弹簧秤拉时结点的位置重合

C. 若用两只弹簧秤拉时合力的图示 F 与用一只弹簧秤拉时拉力的图示 F' 不完全重合, 说明“力的合成”的平行四边形定则不一定普遍成立

D. 若 F_1 和 F_2 的方向不变, 而大小各增加 1N, 则合力 F 的方向不变, 大小也增加 1N

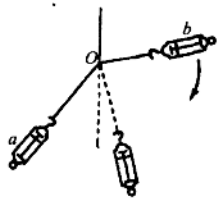


图 1-3-6

2. 在做“验证力的平行四边形定则”实验时, 保持一个拉力的方向不变, 改变另一个拉力的方向不变, 改变另一拉力的方向, 使两细线的夹角缓慢减小(如图 1-3-6)。弹簧秤 a 的示数将 _____, 弹簧秤 b 的示数将 _____。

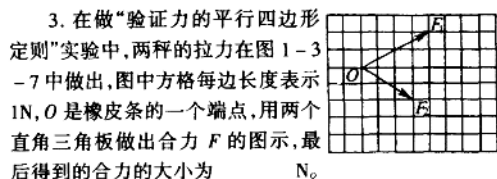


图 1-3-7

3. 在做“验证力的平行四边形定则”实验中, 两秤的拉力在图 1-3-7 中做出, 图中方格每边长度表示 1N, O 是橡皮条的一个端点, 用两个直角三角板做出合力 F 的图示, 最后得到的合力的大小为 _____ N。



创新知能测试

1. 一个物体在同一平面上的 6 个共点力的作用下保持平衡, 现在撤去其中的两个力, 这两个力的大小分别是 20N 和 25N, 其余 4 个力保持不变, 则该物体所受合力的大小可能是()

- A. 20N B. 0
C. 2N D. 40N

2. 如图 1-1 所示, 重为 G 的木块放在倾角为 θ 的光滑斜面上, 受水平推力 F 作用而静止。斜面体固定在地面上, 则木块对斜面体的压力大小不可能是()

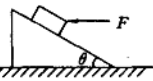


图 1-1

- A. $\sqrt{G^2 + F^2}$ B. $G \cos \theta$
C. $F / \sin \theta$ D. $G \cos \theta + F \sin \theta$

3. 一組力作用于一个物体, 其合力为零。现把其中一个大小为 20N 的力的作用方向改变 90° 而大小不变, 那么这个物体所受力的合力大小是()

- A. 0 B. 20N
C. $20\sqrt{2}$ N D. 40N

4. 水平横梁的一端 A 插在墙壁内, 另一端装有一小滑轮 B , 一轻绳的一端 C 固定于墙壁上, 另一端跨过滑轮后悬挂一轻质量为 $m = 10\text{kg}$ 的重物, $\angle CBA = 30^\circ$, 如图 1-2 所示。则滑轮受到的绳子的作用力为(g 取 10N/kg)

()

- A. 50N B. $50\sqrt{3}$ N
C. 100N D. $100\sqrt{3}$ N

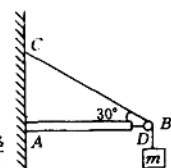


图 1-2

5. 如图 1-3 所示, 球被一根轻绳系住靠在竖直墙壁上, 现拉绳子的另一端, 使球沿墙壁匀速上移, 若不计一切摩擦, 在上移过程中()

- A. 球对墙壁的压力和对绳子的拉力均增大
B. 球对墙壁的压力和对绳子的拉力均减小
C. 球对墙壁的压力增大, 对绳子的拉力减小
D. 球对墙壁的压力减小, 对绳子的拉力增大

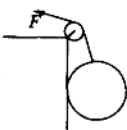


图 1-3

6. 如图 1-4 所示, 一个半球形的碗放在桌面上, 碗口水平, O 点为其球心, 碗的内表面及碗口是光滑的。一根细线跨在碗口上, 线的两端分别系有质量为 m_1 和 m_2 的小球。当它们处于平衡状态时, 质量为 m_1 的小球与 O 点的连线与水平线的夹角为 $\alpha = 60^\circ$ 。两小球的质量比 $\frac{m_2}{m_1}$ 为()



图 1-4

- A. $\frac{\sqrt{3}}{3}$ B. $\frac{\sqrt{2}}{3}$
C. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ D. $\frac{\sqrt{2}}{2}$

7. 用三根轻绳将质量为 m 的物块悬挂在空中, 如图 1-5 所示。已知绳 ac 和 bc 与竖直方向的夹角分别为 30° 和 60° , 则 ac 绳和 bc 绳中的拉力分别为()

- A. $\frac{\sqrt{3}}{2}mg, \frac{1}{2}mg$
B. $\frac{1}{2}mg, \frac{\sqrt{3}}{2}mg$
C. $\frac{\sqrt{3}}{4}mg, \frac{1}{2}mg$
D. $\frac{1}{2}mg, \frac{\sqrt{3}}{4}mg$

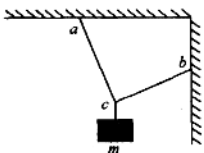


图 1-5

8. 跳伞运动员打开伞后经过一段时间, 将在空中保持匀速降落。已知运动员和他身上装备的总重量为 G_1 , 圆顶形降落伞伞面的重量为 G_2 , 有 8 条相同的拉线一端与飞行员相连(拉线重量不计), 另一端均匀分布在伞面边缘上(图 1-6 中没有把拉线都画出来), 每根拉线和竖直方向都成 30° 角, 那么每根拉线上的张力大小为()



图 1-6

- A. $\frac{\sqrt{3}G_1}{12}$ B. $\frac{\sqrt{3}(G_1 + G_2)}{12}$