

LONGMEN
主编 卢浩然

龙门

高考专版

LONGMEN GAKAO ZHUANBAN

▶ 第一轮 总复习

- 诠释新教材
- 点拨新思路
- 解读新高考
- 造就新状元

物理



龍門書局

www.sciencep.com



LONGMEN GAKAO ZHUANBAN

龙门

高考专版

第一轮 总复习

物理

● 主 编 ————— ●
卢浩然

● 编 委 ————— ●
王玉合 从得周 许文彬 刘长欣
李宏伟 范廷贤 江万明 柴志纯
董中奎

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)

邮购电话：(010)64000246

图书在版编目(CIP)数据

龙门高考专版. 第一轮. 物理/卢浩然主编; 王玉合等编著.

—北京: 龙门书局, 2003

ISBN 7-80160-931-X

I. 龙… II. ①卢…②王… III. 物理课—高中—习题—
升学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆(CIP)数据核字(2003)第 034075 号

责任编辑: 王 航 韩 博/封面设计: 东方上林工作室

龙 门 书 局 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国人民解放军第 1201 工厂印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

2003 年 6 月第 一 版 开本: A4 (890 × 1240)

2003 年 6 月第一次印刷 印张: 14 3/4

印数: 1—30 000 字数: 550 000

定 价: 16.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)



前言

随着素质教育的全面推进,教育改革方兴未艾,提高学生整体素质,培养学生综合能力、创新能力和实际应用能力已被放到了教学的首要位置。而高考考试已由单纯对知识的考查改为逐步增加对能力的考查。高考总复习是一门学问,也是一门科学,如何在这门学问中贯彻新课程标准,体现素质教育的精髓,是广大教师孜孜以求、亟待完善的课题。为此,我们联合一批常年执教高三第一线的名师,以高度的责任感和饱满的工作热情,为2004年参加高考的考生精心打造出了《龙门高考专版》这套在各方面都有所创新的丛书。

本套丛书按大多数重点学校的复习习惯和规律,分为三轮。分别是**第一轮:总复习。第二轮:专题训练。第三轮:模拟冲刺演练。**

我们将通过系统、全面的复习引领考生顺利走完高考之路。

本次推出的是“第一轮总复习”。本轮用书以人教版最新课本和最新考试说明为依据,由具有丰富教学经验的特高级教师和对高考深有研究的教研工作者合力精心编写。以培养学生创新能力、实践能力和综合能力为宗旨,注重夯实基础,力求将学科知识系统化、专题化,聚焦高考要求,锁定高考考点,指导学生把握高考。

本书本着**指导解题方法、点拨解题思路、训练解题能力、检测复习效果**的原则设置栏目如下:

【考点·要求】针对新教材对各知识点的不同要求而设计,增强学生的目标意识,做到心中有数。

【重点·点击】针对高考中的重点、热点,全面探讨辨析,使学生在学习中有的放矢,事半功倍。

【例题·点拨】紧扣本讲重点难点,传授处理问题的方法和技巧,拓展学生的解题思路。

【考题·点悟】再次阐释高考中的热点问题,使学生明确高考知识及能力要求,使复习与高考接轨。

【方法·技巧】面向高考,高瞻远瞩,总结本讲重要的方法和技巧,使学生豁然开朗,甚至“点石成金”。

【创新·评价·测试题】针对不同的层次要求,巩固、演练使基础知识得到再现和强化,提升演练适当拓展思维空间,注重学科内的综合,提高学生综合创新能力。

【名师·猜题】再次吹响高考对本章要求的号角,提醒学生重点问题重点学,“一叶知秋”。

【考题·预测】帮助学生巩固本讲知识,检验复习效果,以增强学生的成就感,提高自信心。

根据编者多年的教学经验,学生第一轮复习易犯的三大毛病是“贪高”、“求多”、“超前”,不利于打好基础、提高能力。愿各位考生静下心来,“千里之行,始于足下”,扎扎实实打好基础,循序渐进提高能力,本书一定会成为广大考生高考取胜的好帮手。

龙门

高考专版

第一轮 总复习

丛书编委会

● 总 策 划 ————— ●

龙门书局

● 执行编委

王 敏

● 编 委 _____

职永吉 屠新民 李丽琴 卢浩然

张村田 张 锐 徐九锡 杨冬莲

李海龙 张思梅 许维钊 陈满仓

目 录

第一章 力 物体的平衡

第一讲 力 重力 弹力	(1)
第二讲 摩擦力 物体受力分析	(3)
第三讲 力的合成与分解	(5)
第四讲 共点力作用下物体的平衡	(7)
名师猜题	(9)
全章考题预测	(11)

第二章 直线运动

第五讲 描述物体运动的物理量 匀速直线运动	(13)
第六讲 匀变速直线运动 直线运动的图象	(15)
名师猜题	(19)
全章考题预测	(20)

第三章 牛顿运动定律

第七讲 牛顿运动定律	(22)
第八讲 牛顿运动定律的应用	(24)
名师猜题	(26)
全章考题预测	(28)

第四章 曲线运动 万有引力

第九讲 运动的合成与分解	(30)
第十讲 平抛物体的运动	(32)
第十一讲 圆周运动	(34)
第十二讲 行星的运动 万有引力定律	(37)
第十三讲 宇宙速度 人造卫星	(39)
名师猜题	(42)
全章考题预测	(43)

第五章 动量

第十四讲 动量 冲量 动量定理	(45)
第十五讲 动量守恒定律	(48)
第十六讲 动量守恒定律的应用	(51)
名师猜题	(53)
全章考题预测	(54)

第六章 机械能

第十七讲 功 功率	(56)
第十八讲 动能定理	(59)
第十九讲 机械能守恒定律	(63)
名师猜题	(66)
全章考题预测	(67)

第七章 机械振动 机械波

第二十讲 简谐运动及其图象	(69)
第二十一讲 单摆 振动能量和受迫振动	(71)
第二十二讲 波的基本特征和特有现象	(75)
第二十三讲 波动图象	(78)
名师猜题	(82)
全章考题预测	(84)

第八章 分子热运动 气体

第二十四讲 分子热运动 内能	(86)
第二十五讲 热力学定律 气体	(89)
名师猜题	(92)
全章考题预测	(94)

第九章 电场

第二十六讲 库仑定律 电场 电场强度	(96)
第二十七讲 电势差 电势 电势能	(99)
第二十八讲 带电粒子在电场中的运动	(102)
第二十九讲 电容器的电容	(106)
名师猜题	(108)
全章考题预测	(110)

第十章 恒定电流

第三十讲 部分电路	(112)
第三十一讲 闭合电路	(115)
第三十二讲 电流、电压、电阻的测量	(119)
名师猜题	(122)
全章考题预测	(123)

第十一章 磁场

第三十三讲 磁场及磁场对电流的作用	(126)
第三十四讲 磁场对运动电荷的作用	(130)
第三十五讲 带电粒子在叠加场中的运动	(133)
名师猜题	(137)
全章考题预测	(138)

第十二章 电磁感应

第三十六讲 电磁感应现象 楞次定律	(140)
第三十七讲 法拉第电磁感应定律 自感	(143)
第三十八讲 电磁感应规律的综合应用	(146)
名师猜题	(150)
全章考题预测	(151)

第十三章 交变电流 电磁振荡和电磁波

第三十九讲 交变电流 交流电路	(154)
第四十讲 变压器 电能的输送	(157)
第四十一讲 电磁场和电磁波	(160)
名师猜题	(163)
全章考题预测	(165)

第十四章 光学

第四十二讲 光的反射 平面镜	(167)
第四十三讲 光的折射 全反射	(169)
第四十四讲 光的波动性	(172)
第四十五讲 光的粒子性	(174)
名师猜题	(176)
全章考题预测	(177)

第十五章 原子和原子核

第四十六讲 原子结构	(179)
第四十七讲 原子核的结构	(181)
第四十八讲 核能	(184)
名师猜题	(187)
全章考题预测	(189)

第十六章 物理实验

第四十九讲 力学和热学实验	(191)
第五十讲 电学和光学实验	(200)
名师猜题	(207)
全章考题预测	(208)

参考答案	(211)
------	-------



第一章 力 物体的平衡



第一讲 力 重力 弹力

考点·要求

1. 知道力是物体之间的相互作用,在具体问题中能找出施力物体和受力物体。
2. 知道力有大小和方向,会画出力的图示和力的示意图。
3. 知道重力是由于地球对物体的吸引而产生的,会计算重力的大小,知道重力的方向。
4. 知道重心的概念,会找出形状规则、质量分布均匀物体的重心位置。
5. 知道什么是弹力以及弹力产生的条件。
6. 知道弹力的大小和方向,能正确画出弹力的图示和示意图。

重点·难点

1. 力

(1)力的概念:力是物体之间的相互作用,当一个物体受到力的作用时,它一定也对其他物体施加了这种作用,施力物体也一定是受力物体。

(2)力的三要素:要想完整地描述一个力,必须同时指明力的大小、方向和作用点,同时还要知道该力产生的原因和条件。

(3)力的表示方法:力的图示法和力的示意图法。在力的图示法中,一定要理解线段的长短表示力的大小,因此在定出标度之后,表示某一力的线段的长度是一定的。

2. 重力

(1)重力的产生:重力是由于地球对物体的吸引而使物体受到的力,它不同于地球对物体的吸引力。地球对物体的吸引力是万有引力,重力是地球对物体的万有引力的一个分力。

(2)重力的大小, $G=mg$ ($g=9.8\text{ N/kg}$)。

(3)重力的方向:总是竖直向下。

(4)重心:重力的作用点。物体各部分都要受到地球的吸引,我们可以认为,这种吸引集中作用在一点,这一点就是重心。形状规则、质量分布均匀的物体,其重心在几何中心上。

3. 弹力

(1)弹力产生的条件:

- ①物体必须直接接触。
- ②发生弹性形变。

③根据弹力产生的条件判断弹力是否存在的方法:假设把跟研究对象接触的物体撤去,若因此造成研究对象的运动状态发生改变,则该物体与研究对象之间一定有弹力存在;若撤去跟研究对象接触的物体后,研究对象仍保持原来的运动状态不改变,则该物体与研究对象之间无弹力作用。

(2)弹力方向的判断:

①轻绳的拉力方向沿绳且指向绳收缩的方向。

②两物体接触面为平面时,弹力方向垂直于接触面且指向受力物体。

③球与球相接触时,弹力方向沿两球球心连线方向,且指向受力物体。

④物体的一个点与平面接触时,弹力方向垂直于接触面且指向受力物体。若物体的一个点与一个曲面接触,弹力方向垂直于曲面的切面。

(3)弹力的大小:

①弹簧弹力大小的计算可由胡克定律 $F=kx$ 来完成。

②一般物体受到弹力的大小,可以根据物体所处的状态,利用平衡条件或牛顿运动定律来计算。

例题·点拨

【例 1】关于重力和重心,下面说法正确的是 ()

- A. 质量 1 kg 的物体所受的重力一定等于 9.8 N
- B. 物体所受重力的大小跟物体运动状态有关
- C. 物体重心的位置由物体的几何形状和质量分布情况决定
- D. 物体重心的位置跟物体如何放置有关

解析 物体的重力是由于地球对物体的吸引而产生,而该吸引力就是万有引力。两方面的原因造成地球上物体的重力不尽相同:一是地球并非完全规则的球体,因此不同位置的万有引力一般不相同;其二,不同纬度上的物体随地球一起运动的向心力不相同。重力是万有引力的一个分力,一般情况下,不同位置的重力加速度 g 不相同,所以质量 1 kg 的物体的重力不一定等于 9.8 N 。选项 A 错误。

物体的重力 $G=mg$, 只跟当地的重力加速度有关,与运动状态无关。选项 B 错误。

物体的重心位置与物体的形状、质量分布有关,对于给定的一个物体,它的重心位置是确定的。

答案 C

点拨 重力是由于地球的吸引而产生,但它不是地球对物体的吸引力,吸引力是万有引力,重力是它的一个分力。重力的大小随地球上位置不同而改变。

【例 2】如图 1-1 中,匀质小球放置于夹角为 120° 的光滑支架 abc 上,支架的 bc 部分水平。若设小球所受重力为 G , 支架 ab 、 bc 部分的弹力分别为 N_1 、 N_2 , 当支架水平向右运动时,小球(与支架保持相对静止)受到的作用力



()

图 1-1



- A. 可能只有 G 和 N_2 B. 一定只有 G 和 N_2
 C. 可能有 G 、 N_1 和 N_2 D. 不可能只有 G 和 N_1

解析 接触面位置的弹力大小可以根据小球的运动状态来判断。当支架水平向右匀速运动时, 小球与 ab 部分没有挤压, $N_1=0$, 即小球与 ab 之间没有弹力。若小球水平向右加速运动时, ab 与小球有挤压, N_1 的水平分力使小球产生加速度, 它的竖直分力加上 bc 部分的支持力等于小球重力。当支架运动的加速度达一定值时, 小球受支架 ab 作用力的竖直分力大小等于小球重力, 此时小球与 bc 之间没有弹力。

答案 AC

点拨 弹簧是否产生了弹力判断起来比较容易, 因为它的形变比较明显。一般物体之间的弹性形变不太明显, 要判断是否存在弹力, 必须根据物体所处的运动状态和物体的平衡条件、牛顿运动定律等进行分析推断。

考题·点悟

【例1】 (1995·上海) 三个相同的支座上分别搁着三个质量和直径都相等的光滑圆球 a 、 b 、 c , 支点 P 、 Q 在同一水平面上, a 球的重心 O_a 位于球心, b 球和 c 球的重心 O_b 、 O_c 分别位于球心的正上方和球心的正下方, 如图 1-2 所示。三球均处于平衡状态。支点 P 对 a 球的弹力为 N_a , 对 b 球和 c 球的弹力分别为 N_b 和 N_c , 则

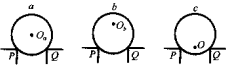


图 1-2

- A. $N_a = N_b = N_c$ B. $N_b > N_a > N_c$
 C. $N_b < N_a < N_c$ D. $N_b > N_a = N_c$

解析 因为三个光滑小球完全相同, 放在三个相同的支座上, 所以支点 P 、 Q 对圆球的弹力都沿着圆球的半径指向球心。根据对称性可知, P 、 Q 两点对圆球的弹力大小相等。由于三球均处于平衡状态, 所以 P 、 Q 两支点的弹力的合力都与圆球的重力大小相等, 方向相反, 与圆球的重心位置无关。

答案 A

点拨 弹力的方向与物体发生形变的方向相反。圆球与支架接触可视为点与球面接触, 因此, 球所受支持力方向应垂直于接触点的切面, 指向球心, 即沿半径指向球心, 因此三球受支持力的情况相同。

【例2】 (1999·全国) 如图 1-3 所示, 两木块的质量分别为 m_1 和 m_2 , 两轻质弹簧的劲度系数分别为 k_1 和 k_2 , 上面木块压在上面的弹簧上 (但不拴接) 整个系统处于平衡状态, 现缓慢向上提上面的木块, 直到它刚离开上面的弹簧, 在这过程中下面木块移动距离为



图 1-3

- A. $\frac{m_1 g}{k_1}$ B. $\frac{m_2 g}{k_1}$ C. $\frac{m_1 g}{k_2}$ D. $\frac{m_2 g}{k_2}$

解析 初始状态, 下面弹簧的压缩量为

$$x = \frac{(m_1 + m_2)g}{k_2}$$

提起 m_1 后, 下面弹簧的压缩量仍有 $x' = \frac{m_2 g}{k_2}$,

所以, 下面木块上移的距离为

$$\Delta x = x - x' = \frac{m_1 g}{k_2}$$

答案 C

点拨 本题计算木块移动的距离, 实际就是计算弹簧形变量的变化量。根据胡克定律可知, 弹簧弹力大小与形变量成正比, 容易使人想到应利用平衡条件, 计算状态变化过程中对应的弹力。轻弹簧模型是中学物理中常见的一个理想化模型, 在近几年高考中出现机会较多, 应给予高度重视。

方法·技巧

1. 重力是万有引力的一个分力, 另一分力提供物体随地球自转所需的向心力。地球上不同纬度地方的物体所需向心力不同, 因此同一物体在不同位置重力大小也不尽相同, 但差别并不很大, 不作严格要求时, 可认为物体的重力不变。

2. 重心是一个抽象化概念, 它与物体的形状、质量分布有关, 但值得注意的是, 物体的重心未必在物体上。例如, 一个质量分布均匀的圆环, 其重心应在环心而不在环上。

3. 判断弹力是否存在是一个难点, 其原因是物体发生的形变很小, 不易观察到有无。这里可以用假设法: 一是假设接触位置有弹力存在, 分析物体的运动状态, 看其结果是否与已知运动状态一致, 从而得出是否有弹力的结论; 二是假设撤去相互接触的物体, 若物体的运动状态改变了, 说明接触处有弹力; 若撤去接触的物体后, 研究对象的运动状态不改变, 则说明接触位置没有弹力。

创新·评价

- 关于重力, 下列说法正确的是 ()
 A. 重力的方向总是指向地心
 B. 重力的方向总是竖直向下
 C. 重力的大小可以用弹簧秤和杆秤直接测量
 D. 物体重力的大小等于它压在支持面上的力
- 画出图 1-4 中各静止物体受到的弹力, 除 C 图中的地面外, 其他各接触面均光滑。

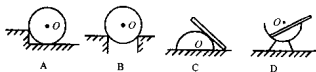


图 1-4

- 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
- 如图 1-5 所示, A 、 B 两弹簧的劲度系数均为 k (N/m), 两球重均为 G (N), 弹簧质量可不计, 两弹簧的伸长长度之和为 ()
 A. $2(G/k)$ m B. (G/k) m C. $3(G/k)$ m D. $(G/2k)$ m



图 1-5

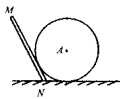


图 1-6

5. 如图 1-6 所示,静止在光滑水平面上的均匀圆球 A,紧贴着挡板 MN,这时圆球是否受到挡板的弹力作用?

6. 如图 1-7 所示,物块的质量为 M ,与甲乙两轻弹簧相连,乙弹簧下端与地面连接,甲乙两弹簧的劲度系数分别为 k_1 和 k_2 ,起初甲处于自由长度,现用手将弹簧的 A 端缓慢上提,使乙弹簧产生的弹力大小变为原来的 $\frac{2}{3}$,则 A 端上移的距离可能是 _____ 或 _____.

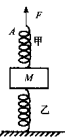


图 1-7

7. 如图 1-8 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 ()

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

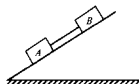


图 1-8

8. 如图 1-9 所示,在一粗糙水平面上,有两个质量分别为 m_1 和 m_2 的木块 1 和 2,中间用一原长为 L_0 、劲度系数为 k 的轻弹簧连接



图 1-9

- 起来,木块与地面间的动摩擦因数为 μ ,现用一水平力向右拉木块 2,当两木块一起匀速运动时,两木块之间的距离是 ()

- A. $L_0 + \frac{\mu}{k} m_1 g$ B. $L_0 + \frac{\mu}{k} (m_1 + m_2) g$
C. $L_0 + \frac{\mu}{k} m_2 g$ D. $L_0 + \frac{\mu}{k} \left(\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right) g$

第二讲 摩擦力 物体受力分析

考点·要求

- 知道滑动摩擦力的产生条件.
- 知道滑动摩擦力的大小跟什么因素有关,会运用公式 $F = \mu F_N$ 计算滑动摩擦力的大小.
- 会判断滑动摩擦力的方向.
- 知道静摩擦力的产生条件,会判断静摩擦力的方向.
- 知道静摩擦力的大小与相对运动趋势的强弱有关,知道最大静摩擦力的概念.
- 能够正确分析物体的受力情况.

重点·难点

- 摩擦力的产生条件
 - 两物体相互接触且有挤压.
 - 接触面粗糙.
 - 两物体之间有相对运动或相对运动趋势.有相对运动时产生的摩擦力叫滑动摩擦力,有相对运动趋势时产生的摩擦力叫静摩擦力.
- 摩擦力的大小
 - 滑动摩擦力的大小:
 - 公式: $F = \mu F_N$.
 - μ 为动摩擦因数,与相互接触的两物体的材料有关,与接触面的粗糙程度有关,与接触面的大小无关.
 - F_N 表示压力的大小,值得注意的是 F_N 与物体的重力没有必然联系,要根据平衡条件或牛顿运动定律求出.
 - 静摩擦力的大小,静摩擦力的大小与引起相对运动趋

势的外力有关,应根据平衡条件或牛顿运动定律计算其大小.静摩擦力的大小介于零和最大静摩擦力之间,即 $0 \leq F \leq F_{\max}$. $F_{\max}$ 就是物体刚要滑动时的摩擦力,它与压力 F_N 有关,而静摩擦力与压力 F_N 无关.

3. 摩擦力的方向

(1) 滑动摩擦力的方向与相对运动方向相反.例如, A 与 B 之间有滑动摩擦力, A 所受到的滑动摩擦力与 A 相对 B 的运动方向相反,且与接触面相切.

(2) 静摩擦力的方向与相对运动趋势方向相反.相对运动趋势方向就是假设没有摩擦力时物体的相对运动方向.静摩擦力方向与接触面相切.

例题·点拨

【例 1】在粗糙的水平面上放一物体

A, A 上再放一质量为 m 的物体 B, A、B 间的动摩擦因数为 μ ,施加一水平力 F 于 A (如图 1-10),计算下列情况下 A 对 B 的摩擦力的大小: (1) 当 A、B 一起做匀速运动时; (2) 当 A、B 一起以加速度 a 向右匀加速运动时; (3) 当力 F 足够大而使 A、B 发生相对滑动时; (4) 当 A、B 发生相对滑动,且 B 物体的 $\frac{1}{5}$ 滑到 A 的外面时.



图 1-10

解析 (1) 当 A、B 一起做匀速运动时, B 所受静摩擦力为零.

(2) 当 A、B 一起加速运动时, A、B 之间仍为静摩擦力, B 所受静摩擦力使 B 物体产生加速度 a , 根据牛顿第二定律可知 $F = ma$.

(3) 因为 A、B 发生了相对滑动, 所以 A、B 之间应为滑动



摩擦力. 根据 $F = \mu F_N$ 可知, B 受滑动摩擦力为 $F = \mu F_N = \mu mg$.

(4) 当 B 物体滑动至有 $\frac{1}{5}$ 伸到 A 的外面时, A, B 之间的动摩擦因数 μ 、压力 F_N 都没有改变, 所以, A 对 B 的摩擦力仍为 $F = \mu mg$.

点拨 计算摩擦力大小之前, 首先要明确两物体之间的摩擦力是静摩擦力还是滑动摩擦力. 然后选择适当的公式或规律进行计算. 计算静摩擦力只能利用平衡条件或牛顿运动定律, 计算滑动摩擦力时可以使用公式 $F = \mu F_N$.

【例 2】 如图 1-11 甲, 劈 B 和竖直墙光滑, A, B 两物体处于静止状态, 试分析物体 A 的受力情况.

解析 将物体 A 从周围的物体中隔离出来, 受力情况如图 1-11 乙所示. A 由于地球的吸引, 它受到重力 G , 地面支持力 N_1 , B 物体的压力 N_2 , 地面对 A 的静摩擦力 F , 方向向右.

点拨 分析物体受力情况时, 一般均采用隔离法, 即将物体从周围的物体中隔离出来, 单独分析物体的受力情况. 要养成按一定顺序分析受力的习惯, 一般先分析重力, 再分析弹力、摩擦力, 最后还要根据具体情况分析电场力、安培力、洛伦兹力等. 分析物体受力时, 要尊重事实, 既不能漏掉一个力, 也不能无中生有、凭空捏造一个力.

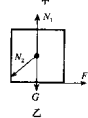
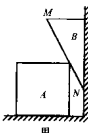


图 1-11

考题·点悟

【例 1】 (1994 · 高考科研试题) 图 1-12 中 OA 为一遵从胡克定律的弹性轻绳, 其一端固定于天花板上的 O 点, 另一端与静止在动摩擦因数恒定的水平地面上的滑块 A 相连. 当绳处在竖直位置时, 滑块 A 对地面有压力作用, B 为紧挨绳的一光滑水平小钉, 它到天花板的距离 BO 等于弹性绳的自然长度. 现用一水平力 F 作用于 A , 使之向右做直线运动. 在运动过程中, 作用于 A 的摩擦力 ()

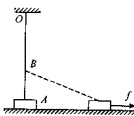


图 1-12

- A. 逐渐增大
B. 逐渐减小
C. 保持不变
D. 条件不足, 无法判断

解析 以滑块 A 为研究对象, 在初始位置时, 它受到重力 mg , 地面支持力 F_N , 弹性轻绳的拉力 T . 设弹性绳的劲度系数 k , 伸长量为 x , 则 $T = kx$. 根据平衡条件可知

$$F_N = mg - kx.$$

在初始位置开始滑动时的摩擦力为

$$f = \mu F_N = \mu(mg - kx).$$

当滑块 A 运动到某一位置时, 例如轻绳与水平方向成 θ 角 (如图 1-13 所示) 时, 设轻绳伸长量为 x' , 根据平衡条件可得

$$F_N = mg - kx' \sin\theta = mg - kx.$$



图 1-13

此时地面对 A 的摩擦力为

$$F' = \mu F'_N = \mu(mg - kx).$$

这说明, 滑块 A 在任意位置受到摩擦力与初始位置的摩擦力大小相等.

答案 C

点拨 在解答某一个力如何变化的问题时, 最好能够写出该力的表达式, 根据式中所含的物理量的变化判断该力是增大、减小和不变, 决不能想当然.

【例 2】 (1994 · 高考科研试题) 横梁的一端 M 通过铰链与竖直的墙相连, 另一端 O 被一绳拉住处于水平位置. 绳的一端固定在墙上, 另一端悬一重物, 中间与梁相交于 O 点, 如图 1-14 所示. 今在横梁上的 O 点处取极小一段, 该段所受到的各个作用力可用图 1-15 中的哪个受力分析图表示 ()

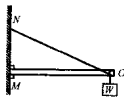


图 1-14

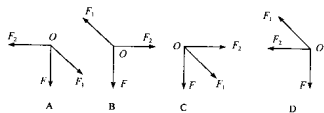


图 1-15

解析 横梁上 O 点极小一段所受的作用力有重物的拉力 F , 方向竖直向下; 绳子拉力 F_1 , 沿 ON 方向; 横梁的支持力 F_2 , 方向水平向右.

答案 B

点拨 在分析物体受力情况时, 首先根据各个力产生的规律或条件, 例如, 该题中拉力方向应指向绳子收缩的方向. 其次, 个别不容易判断的力可以根据平衡条件、牛顿运动定律等来解决. 例如, 该题给出的四个选项中, 对 O 点来说, A, C, D 三种情况都不可能达平衡状态.

方法·技巧

1. 在计算有关摩擦问题时, 要分清是静摩擦力还是滑动摩擦力. 静摩擦力必须根据物体所处的运动状态, 运用平衡条件或牛顿运动定律求解. 滑动摩擦力可以使用公式 $F = \mu F_N$.

2. 判断静摩擦力方向的方法

(1) 假设法: 对于不能确定有无摩擦力的地方, 可以先假设该位置光滑, 若研究对象相对接触的物体有滑动, 则必有静摩擦力存在且静摩擦力方向就是假设光滑时相对运动方向的反方向.

(2) 根据物体的运动状态, 运用平衡条件或牛顿定律求解静摩擦力应该具有的方向.

创新·评价

1. 如图 1-16 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 的水平力压木板, 使砖静止不动. 设所有接触面的动摩擦因数均为 μ , 则第二块砖对



第三块砖的摩擦力大小为 ()

- A. 0 B. mg
C. μF D. $2mg$

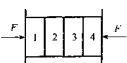


图 1-16

2. 重 500 N 的物体放在水平地面上,

物体与地面间动摩擦因数为 0.4,

当用 180 N 的水平力推物体时,物

体所受的摩擦力大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ N; 当用 400 N 的水平力推物体时,物体所受的摩擦力大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ N. (认为最大静摩擦力与滑动摩擦力大小相等) ($g=10\text{ m/s}^2$)

3. 如图 1-17 所示, C 是水平地面, A、B 是

两个长方形物块, F 是作用在物块 B

上沿水平方向的力, 物体 A 和 B 以相

同的速度做匀速直线运动. 由此可知,

A、B 间动摩擦因数 μ_1 和 B、C 间动摩

擦因数 μ_2 的大小可能是 ()

- A. $\mu_1=0, \mu_2=0$ B. $\mu_1=0, \mu_2 \neq 0$
C. $\mu_1 \neq 0, \mu_2=0$ D. $\mu_1 \neq 0, \mu_2 \neq 0$

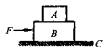


图 1-17

4. 如图 1-18 所示, 在粗糙的水平面上

放一三角形木块 a 保持静止, 物体 b

在 a 的斜面上匀速下滑, 则 ()

- A. 水平面对 a 没有摩擦力
B. 水平面对 a 有向左的摩擦力
C. 水平面对 a 有向右的摩擦力
D. 无法判定 a 是否受水平面的摩

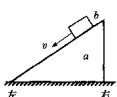


图 1-18

5. 小木块 m 从光滑曲面上 P 点滑下, 通过粗糙静止的水平传

送带落于地面上的 Q 点, 如图 1-19 所示. 现让传送带在皮

带轮带动下逆时针转动, 让 m 从 P 处重新滑下, 则此次木

块的落地点将

- A. 仍在 Q 点
B. 在 Q 点右边
C. 在 Q 点左边
D. 木块可能落不到地面

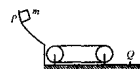


图 1-19

6. 如图 1-20 所示, 人重 600 N, 厚

木板重 400 N, 当人用 120 N 的

力拉绳子时, 人和木板恰能保

持匀速运动, 且人与木板保持

相对静止, 则木板受到几个摩

擦力的作用, 其大小、方向各如

何? 木板与地面间的动摩擦因

数多大?

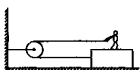


图 1-20

7. 在倾角为 30° 的斜面上, 有一重力为 10 N

的物块, 被平行于斜面大小为 8 N 的恒

力推着沿斜面匀速上行. 如图 1-21 所

示, 在突然撤去力 F 的瞬间, 物块受到

的摩擦力大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$. ($g=10\text{ m/s}^2$)



图 1-21

8. 如图 1-22 所示, 质量为 2 kg 的物体放

在水平地板上, 用一轻质弹簧水平拉该

物体, 当其刚开始运动时, 弹簧的伸长

是 3 cm. 当弹簧拉着物体匀速前进时,

弹簧的伸长是 2 cm, 已知弹簧的劲度系数为 $k=200\text{ N/m}$

($g=10\text{ m/s}^2$), 求:

(1) 物体所受的最大静摩擦力为多大;

(2) 物体所受的滑动摩擦力的大小;

(3) 物体与地板间的动摩擦因数.



图 1-22

第三讲 力的合成与分解



考点·要求

1. 理解合力与分力的概念.
2. 掌握力的平行四边形定则, 会运用平行四边形定则求解共点力的合力.
3. 知道力的分解是力的合成的逆运算, 会运用力的平行四边形定则求解一个已知力的分力.
4. 掌握合力的大小与分力间夹角的关系.

重点·难点

1. 合力与分力的关系
 - (1) 合力与分力的概念: 如果几个力的作用效果可以用一个力来代替, 那么这个力叫那几个力的合力. 求几个已知力的合力叫力的合成. 如果一个力的作用效果可以用几个力来代替, 那么这几个力叫那个力的分力. 求一个已知力的分力叫力的分解.
 - (2) 合力与分力可以相互替代, 但不能同时作用在物体上. 这是因为力的合成实际上就是求解用一个力去代替几个已知力, 而力的分解就是求解用几个力去代替一个已知力, 无论合

力代替分力或者分力代替合力, 前提是不改变代替后的作用效果.

2. 力的平行四边形定则

(1) 物理量可以分为矢量和标量, 力的平行四边形定则也称为矢量的平行四边形定则, 这是所有矢量必须遵守的运算定则, 只有按照平行四边形定则计算出的合力或分力才与原来的分力或合力效果相同.

(2) 求解合力或分力的方法:

①作图法: 选取统一标度, 根据平行四边形定则, 严格作出分力与合力的图示, 根据图示求合力或分力.

②计算法: 先作出力的平行四边形示意图, 运用数学知识求解合力或分力.

(3) 合力 F 与分力 F_1, F_2 的关系:

- ①合力可以大于任一分力, 也可以小于任一分力.
- ②当两分力大小一定时, 合力的大小随分力间夹角的增大而减小, 随两分力间夹角的减小而增大.
- ③合力的范围: $|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$.
- ④不同性质的两个力可以合成成为一个力, 一个已知力的两个分力其性质一定与合力的性质相同.



例题·点拨

【例 1】在研究两个共点力合成的实验中,得到图 1-23 的合力 F 与两个分力夹角 θ 的关系图象(两个分力大小不变),试求合力 F 的变化范围。

解析 根据图象可知,当两个分力夹角 $\theta = \frac{\pi}{2}$ 时,合力 $F = 5\text{N}$ 。根据平行四边形定则可得

$$\sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 5 \quad (1)$$

当 $\theta = \pi$ 时,合力 $F = 1\text{N}$ 。根据平行四边形定则可知

$$|F_1 - F_2| = 1 \quad (2)$$

由①、②两式可得 $F_1 = 3\text{N}, F_2 = 4\text{N}$, 或 $F_1 = 4\text{N}, F_2 = 3\text{N}$ 。合力的变化范围是

$$|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2,$$

$$1\text{N} \leq F \leq 7\text{N}.$$

点拨 在看图象时,首先要明确纵、横坐标轴所表示的物理量,从而明确图所表示的物理意义,其次明确图象上某一点的坐标所表示的物理意义。其他图象还要看截距、斜率、面积等所表示的物理意义。

【例 2】图 1-24 是压榨机示意图, B 为固定铰链, A 为活动铰链,在 A 处作用一水平力 F , 滑块 C 就以比 F 大得多的力压 D 。已知 $l = 0.5\text{m}, h = 0.05\text{m}, F = 200\text{N}$, C 与左壁接触面光滑,求 D 受到的压力多大(滑块和杆的重力不计)?

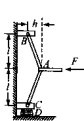


图 1-24

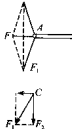


图 1-25

解析 根据力 F 的作用效果,将力 F 沿 AB 和 AC 杆的方向分解,再将 AC 杆对滑块的推力沿水平方向和竖直方向分解,即推左壁的力和压紧 D 的力。根据平行四边形定则作出如图 1-25 所示的平行四边形。由几何关系得

$$F_1 = \frac{F}{2} \cdot \frac{\sqrt{l^2 + h^2}}{h},$$

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{l}{\sqrt{l^2 + h^2}} = \frac{F}{2} \cdot \frac{l}{h} = \frac{200}{2} \times \frac{0.5}{0.05} = 1000\text{N}.$$

点拨 对一个力进行分解时,若只从平行四边形来讲,可以有无数种情况。但对于给定的物理情景,一个力产生的效果一定是确定的。因此,对一个力分解必须根据实际产生的效果来进行,不能想当然地随意确定分力的方向和大小。

考题·点悟

【例 1】(1998·全国)三段不可伸长的细绳 OA 、 OB 、 OC 能承受的最大拉力相同,它们共同悬挂一重物,如图 1-26 所示,

其中 OB 是水平的, A 端、 B 端固定,若逐渐增加 C 端所挂物体的质量,则最先断的绳 ()

- A. 必定是 OA
- B. 必定是 OB
- C. 必定是 OC
- D. 可能是 OB ,也可能是 OC

解析 物体对 OC 绳的拉力产生了两个方向的作用效果:一是沿 OA 方向拉紧绳 OA ,二是沿 BO 方向拉紧绳 OB 。因此将 OC 绳对 O 点的拉力分解为 T_A 和 T_B 。平行四边形如图 1-27 所示。设 T_A 与水平方向夹角为 θ ,根据三角形知识得

$$T_A \cos \theta = T_B,$$

$$T_A \sin \theta = T_C = mg.$$

比较上边式子可知 $T_A > T_B, T_A > T_C$ 。所以,当悬挂重物的质量增加时,最先断的绳是 OA 。

答案 A

点睛 绳子上的拉力超过能承受的最大拉力,绳子就会断。比较三根绳子谁先断,实际就是比较三根绳子所受力的。大小。解题的关键是对已知力 $T_C = mg$ 进行正确分解。

【例 2】(1996·上海)如图 1-28 所示,长为 5m 的细绳的两端分别系于竖立在地面上相距为 4m 的两杆的顶端 A 、 B 。绳上挂一个光滑的轻质挂钩,其下连着一个重为 12N 的物体。平衡时,绳中的张力 $T =$ 。

解析 设挂钩与绳的接触点为 O 。由于绳 AOB 是同一根轻绳且挂钩光滑,所以 BO 、 AO 对挂钩的拉力大小相等。根据题意,两绳 BO 、 AO 的拉力的合力 F 是与物体对挂钩的拉力大小相等、方向相反的。如图 1-29 所示,根据平行四边形定则可得

$$2T \cos \theta = F = G, \quad (1)$$

设 $BO = l_1, AO = l_2$,由题意可知

$$l_1 + l_2 = 5, \quad (2)$$

$$l_1 \sin \theta + l_2 \sin \theta = 4, \quad (3)$$

由②③两式解得 $\sin \theta = \frac{4}{5}$,所以 $\cos \theta = \frac{3}{5}$ 。代入①式得

$$T = \frac{G}{2 \cos \theta} = \frac{12}{2 \times \frac{3}{5}} \text{N} = 10\text{N}.$$

点睛 解答该题的关键是求出合力与分力之间的夹角。由于是轻绳和光滑挂钩,所以 BO 、 AO 两段绳上的拉力一定大小相等。根据平行四边形定则,它们的合力方向一定平分 $\angle AOB$,且作用效果相当于一竖直向上的力将重物提起。因此图 1-29 中的 θ 已不难求出。

方法·技巧

已知合力求分力,就是求解几个可以代替原来那个力的作

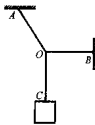


图 1-26

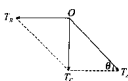


图 1-27

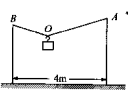


图 1-28

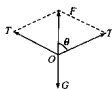


图 1-29



用效果的力,而已知分力求合力,就是寻找一个能够取代原来那几个力作用效果的力,也就是说,合力与分力是等效替代的关系。像这样用一个(或几个)物理量(或物理过程)代替几个(或一个)物理量(或物理过程)且不改变效果的思维方法叫等效法。这种方法我们已多次使用。例如一个 $R=4\Omega$ 的电阻可以取代两个 2Ω 电阻的串联,也可取代两个 8Ω 电阻的并联,也是用的等效替代法。

创新·评价

- 如图 1-30 所示,绳的左端固定在墙上,右端绕过光滑的定滑轮,悬挂一重为 G 的物体,在滑轮和墙之间的绳上某点 O 施一竖直向下的拉力 F ,系统静止时, O 点两边的绳子与水平方向的夹角均为 45° ,此时 O 点左右两边绳中拉力分别为 T_1 、 T_2 ,则
 A. $T_1=T_2=F$ B. $T_1=T_2=G$
 C. $T_1=T_2=\sqrt{2}G$ D. $T_1=T_2=\frac{\sqrt{2}}{2}F$
- 如图 1-31 所示,物体静止于光滑水平面 M 上,力 F 作用于物体上的 O 点,现要使物体沿着 OO' 方向做加速运动(F 和 OO' 都在 M 平面内),那么,必须同时再加一个力 F' , F' 的最小值是
 A. $F \tan \theta$ B. $F \cos \theta$ C. $F \sin \theta$ D. $\frac{F}{\tan \theta}$
- 如图 1-32 所示,在“验证力的平行四边形定则”实验中,用 M 、 N 两个测力计拉橡皮条的结点 P ,使其位于 E 处,此时 $\alpha + \beta = 90^\circ$,然后保持 M 的读数不变,当 α 角由图 1-33 中所示的值逐渐减小时,要使结点仍在 E 处,可以采用的办法是
 A. 增大 N 的读数,减小 β 角
 B. 减小 N 的读数,减小 β 角
 C. 减小 N 的读数,增大 β 角
 D. 增大 N 的读数,增大 β 角

图 1-30

图 1-31



图 1-32

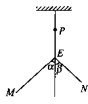


图 1-33

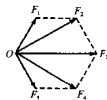


图 1-34

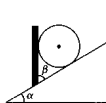


图 1-35

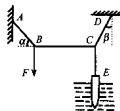


图 1-36

- 如图 1-36 所示的拔桩架中,绳 BC 水平,绳 CE 竖直, AB 与水平面成 α 角, CD 与竖直方向成 β 角。求:当在 B 点加竖直向下的力 F 时,拔桩的力有多大?

第四讲 共点力作用下物体的平衡

考点·要求

- 理解共点力作用下物体平衡的概念。
- 理解共点力平衡的条件。
- 会运用共点力平衡条件解决有关问题。
- 能够熟练运用正交分解法解决共点力平衡问题。

重点·点击

1. 共点力作用下物体的平衡

(1)平衡状态:如果物体处于静止状态或匀速直线运动状态,叫做物体处在平衡状态。处于平衡状态物体的特征是加速度等于零。

(2)平衡条件:在其点力作用下,物体的平衡条件是合外力等于零。

2. 共点力平衡条件的应用

(1)共点力作用下物体的平衡条件是合力为零,即 $F_{\text{合}} = 0$ 。物体在两个力作用下处于平衡状态时,这两个力一定是大小相等,方向相反,在一条直线上,合力才等于零。如果物体受三个非平行力的作用而处于平衡状态,那么其中任意两个力的合力一定与第三个力大小相等,方向相反,在一条直线上,合力才能等于零。

(2)物体在三个非平行力作用下处于平衡状态时,这三个力一定在同一平面内且作用线交于一点,即三个力作用下物体平衡时,这三个力必然是共点力。



(3) 拉密原理: 一个物体若
在三个共点力作用下处于平衡
状态, 则各个力的大小分别与
另外两个力夹角的正弦成正比。
如图 1-37 所示, 如果物体在 F_1 、 F_2 、 F_3 作用下处于平衡状态, 那
么有

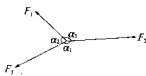


图 1-37

$$\frac{F_1}{\sin \alpha_2} = \frac{F_2}{\sin \alpha_3} = \frac{F_3}{\sin \alpha_1}$$

显然, 若将 F_2 、 F_3 平移, 可使 F_1 、 F_2 、 F_3 组成一个箭头与
箭尾顺次相连的封闭三角形, 而 α_1 、 α_2 、 α_3 分别是 F_1 、 F_2 、 F_3 所
对的角, 所以拉密原理可以通过正弦定理来证明。由于利用拉
密原理解题不必再作出平行四边形, 所以会显得简便明快。

例 1

【例 1】用细绳 AB 吊起的重量为 G 的不均匀的木杆
BC, 被水平力 F 拉到如图 1-38 所示的位置。若细绳与水平方
向成 60° 角, 木杆与水平方向成 30° 角, 求水平拉力 F 的大小和
木杆重心的位置。

解析 选木杆 BC 为研
究对象, 它受到三个力作用,
分别是重力 G (方向竖直向
下), 水平拉力 F 和绳子拉力
 T 。物体处于平衡状态, 三个力
一定是共点力。作出 F 和 T
的作用线交于 D 点, 则重力
 G 的作用线也一定经过 D
点, 过 D 点作竖直线交木杆
BC 于 O 点, O 就是木杆 BC
的重心位置。如图 1-39 所
示, 根据几何关系可知, 重心
 O 到 B 端的距离

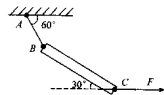


图 1-38

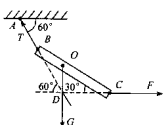


图 1-39

$$BO = \frac{1}{3} BC$$

根据平衡条件可得, 水平拉力

$$F = G \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3} G$$

点拨 共点力是指几个力的作用点为一个公共点, 或者是
几个力作用线延长后交于一点。若物体在三个力作用下处于平
衡状态, 三个力必为共点力。

【例 2】如图 1-40 所示, 绳子 AB 能
承受的最大拉力为 1000N , 杆 AC 能承
受的最大压力为 2000N , 问 A 点最多能悬挂
多重的物体? (不计绳、杆自重)

解析 以 A 点为研究对象, 它受到重
物的拉力 (大小为 G), 杆 AC 的支持力 F ,
绳 AB 的拉力 T (如图 1-41)。根据拉密原
理可得

$$\frac{G}{\sin 105^\circ} = \frac{T}{\sin 135^\circ} = \frac{F}{\sin 120^\circ}$$

图 1-40

假设杆 AC 先达到最大支持力 $2 \times 10^3\text{N}$, 此时拉力

$$T = \frac{\sin 135^\circ}{\sin 120^\circ} F = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 60^\circ} \times 2000\text{N} = 1633\text{N}$$

可见, 该力大于绳产生的最大拉
力, 说明绳先断, 即当挂重物的重力增
加时, 绳子拉力先达到最大拉力。

$$G = \frac{\sin 105^\circ}{\sin 135^\circ} T_m = \frac{\sin 75^\circ}{\sin 45^\circ} \times 1000\text{N} \\ \approx 1366\text{N}$$

即 A 点最多能挂重 1366N 的物体。

点拨 在已知三个力的方向, 即
已知三个力互成的角度时, 运用拉密
定理解题不必再画平行四边形, 思路清晰, 简便明快。

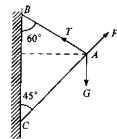


图 1-41

题 30 题 点悟

【例 1】(1998 · 上海) 如图 1-42 所
示, 有一个直角支架 AOB, AO 水平放置,
表面粗糙, OB 竖直向下, 表面光滑, AO 上
套有小环 P, OB 上套有小环 Q, 两环质量
均为 m , 两环间由一根质量可忽略、不可伸
长的细绳相连, 并在某一位置平衡, 现将 P
环向左移动一小段距离, 两环再次达到平
衡, 那么将移动后的平衡状态和原来的平
衡状态比较, AO 杆对 P 环的支持力 N 和细绳上的
拉力 T 的变化情况是

- A. N 不变, T 变大 B. N 不变, T 变小
C. N 变大, T 变大 D. N 变大, T 变小

解析 如果把 P、Q 环看作一个整体, 那么在竖直方向上,
两环只受重力和 AO 杆对 P 环的支持力 N , 根据平衡条件得
 $N = 2mg$, 即 N 保持不变。

为求得绳子上的拉力 T , 选取 Q 环为研究对象, 拉力 T 在
竖直方向的分力应等于 Q 环的重力 mg , 即 $T \sin \alpha = mg$, 所以 T
应该越来越小。

答案 B

点拨 在解决物体之间的相互作用时, 常常采用隔离法和
整体法。若不涉及物体之间的作用可用整体法, 如求 AO 杆对
P 环支持力时, 将 P、Q 看作了整体。在求绳上拉力时, 就必须
将 P、Q 隔离开来研究。

【例 2】(2001 · 广东、河南) 如图 1-43 所示, 质量为 m 、
横截面为直角三角形的物块 ABC, $\angle ABC = \alpha$, AB 边靠在竖
直墙面上, F 是垂直于斜面 BC 的推力, 现物块静止不动, 则摩擦
力的大小为

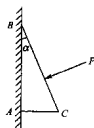


图 1-43

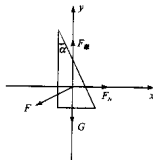


图 1-44



解析 物块受重力 G 、支持力 F_N 、摩擦力 F_f 、推力 F 作用,如图 1-44 所示,根据平衡条件可得

$$F_f = mg + F \sin \alpha$$

点睛 物块静止不动,意味着物块与墙面之间的作用力是静摩擦力,只能根据共点力平衡条件求出摩擦力。



方法·技巧

1. 图解法

所谓图解法就是通过平行四边形的邻边和对角线的长短关系或变化情况,做一些较为复杂的定性分析,从图形上判断出各个力的大小和方向的变化情况,从而得出结论。

2. 整体法与隔离法

解决物体平衡问题,关键是合理地选取研究对象,整体法和隔离法实质上就是选取研究对象的方法。

整体法就是把相互作用的几个物体组成的系统一起作为研究对象,来自系统以外的任何一个物体对系统内的任何一个物体的作用力都称为外力,这些外力决定系统的运动状态。

隔离法就是将一个物体从周围环境中隔离出来,单独研究它的受力情况和运动状态。

通常情况下,在不涉及系统内物体之间的相互作用力时,可以用整体法。如果要求解物体之间的作用力,则必须用隔离法。对于复杂的问题,一般是整体法与隔离法交替使用。一般来说,整体法研究对象少,方程少,要简便一些;隔离法研究对象多,方程多,要复杂一些,但为了求解相互作用力,有时必须采用隔离法。

3. 正交分解法

正交分解法是求合力的常用方法。一般来说,物体往往会受几个力的作用,这时,我们可以建立一个平面直角坐标系 xOy ,将每个力都沿 x 、 y 方向进行分解,然后求出 x 、 y 方向的合力 F_x 、 F_y ,最后再求出总的合力 F 。

正交分解法对于多么复杂的受力情况都是行之有效的。建立坐标系时要注意一个原则,那就是使尽量多的力与坐标轴重合,以便简化求解过程。

创新·评述

1. 如图 1-45 所示,质量为 m 的木块在置于水平桌面上的静止木板上滑行,木板的质量 $M = 3m$,已知木板与木块间、木板与桌面间摩擦系数均为 μ ,那么木板所受桌面施加的摩擦力的大小是 ()

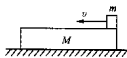


图 1-45

- A. μmg B. $2\mu mg$ C. $3\mu mg$ D. $4\mu mg$

2. 如图 1-46 所示,物体 Q 可以静止的置于水平面上的斜面体 P 上,现在给物体加以竖直向下的力 F ,如果 F 的作用线通过 Q 的重心 O ,那么不正确的论断是 ()



图 1-46

- A. 物体对斜面的压力增大
B. 物体将下滑
C. 物体仍处于静止状态
D. 物体所受的摩擦力一定增加

3. 如图 1-47 所示,小球用细线拴住放在光滑斜面上,用力推

斜面向左运动,使小球缓慢升高的过程中,细线的拉力将 ()

- A. 先增大后减小
B. 先减小后增大
C. 一直增大
D. 一直减小

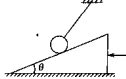


图 1-47

4. 如图 1-48 所示,一只球挂在斜劈右侧与斜面一起保持静止状态,则有 ()

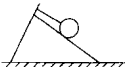


图 1-48

- A. 地面对斜劈的摩擦力向右
B. 地面对斜劈的摩擦力向左
C. 地面对斜劈的摩擦力为零
D. 地面若光滑,挂上球后斜劈一定滑动

5. 如图 1-49 所示,物体 m 静止在粗糙斜面上,有一从零开始逐渐增大的水平推力 F 作用在物体上,且使物体仍保持静止,则 ()



图 1-49

- A. 物体对斜面的压力一定增大
B. 斜面对物体的静摩擦力不可能减小
C. 斜面对物体的静摩擦力方向可能沿斜面向上
D. 地面对斜面的作用力一定增大

6. 如图 1-50 所示,当水平拉力 $F = 50\text{N}$ 时,质量为 $m = 11\text{kg}$ 的木板可以在水平面上匀速前进,若在木板上再放一个质量为 M 的铁块,为使它们能继续匀速前进,需加的拉力 $F' = 75\text{N}$,求铁块的质量。



图 1-50

7. 如图 1-51 所示,板 A 的质量为 m ,滑块 B 质量为 M ,板 A 用绳拴住,绳与斜面平行,滑块 B 沿倾角为 θ 的斜面在 A 板上匀速下滑,若 $M = 2m$, A 、 B 之间和 B 与斜面之间的动摩擦因数相同,求动摩擦因数 μ 。



图 1-51

8. 如图 1-52 所示,人重 100N ,物体重 200N ,地面粗糙, $\mu = 0.2$,当人用 100N 的力向下拉绳子时,物体仍保持静止状态,求:地面对人的弹力、地面对物体的弹力和物体受到的摩擦力。 ($\cos 53^\circ = 0.6$, $\sin 53^\circ = 0.8$)

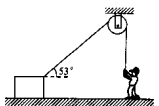


图 1-52



名师猜题

【例 1】 光滑的半球形物体固定在水平面上,球心正上方有一光滑的小滑轮,轻绳的一端系一小球,靠放在半球上的 A 点,轻绳的另一端绕过滑轮后用力拉住,使小球静止,如图 1-53 所示,现非常缓慢地拉绳,使小球

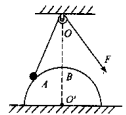


图 1-53



沿球面由 A 移到 B, 在此过程中半球对小球的支持力将如何变化? 轻绳对小球的拉力将如何变化?

解析 以小球为研究对象, 它受重力 G 、支持力 N 和拉力 F 三个力的作用, 如图 1-54. 根据平衡条件, 作出 N 和 F 的合力 Q , 根据失量三角形与几何三角形 $\triangle OO'A$ 相似有

$$\frac{N}{AO'} = \frac{F}{AO} = \frac{G}{OO'}$$

可得

$$N = \frac{AO'}{OO'} \cdot G, F = \frac{AO}{OO'} \cdot G.$$

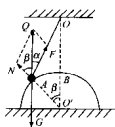


图 1-54

在小球缓慢移动时, AO' 、 OO' 保持不变, AO 减小, 所以支持力 N 保持不变, 拉力 F 减小.

说明 这是一道出人意料的问题. 许多人以为拉力 F 与支持力 N 之间的夹角减小, 而合力的大小、方向都不变, 应当有两分力 F 、 N 均减小. 由此看来, 对任何一个问题作出判断, 都必须有充分的证据, 不可以主观臆断.

【例 2】 如图 1-55 所示, 一小物体重 $G = 100\text{N}$, 用细线 AC 、 BC 和竖直的轻弹簧吊起, 处于平衡状态. 弹簧原长 $l_0 = 1.5\text{cm}$, 劲度系数 $k = 8 \times 10^3\text{N/m}$, 细线 AC 长 $s = 4\text{cm}$, $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$. 求细线 AC 对小物体拉力的.

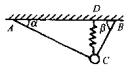


图 1-55

解析 根据题中给定条件可知, 弹簧现在长度为 $CD = l = AC \cdot \sin\alpha = 2\text{cm}$, 说明弹簧处于伸长状态, 弹力大小为

$$F_0 = kx = k(l - l_0) = 40\text{N}.$$

物体受力及建立坐标系情况如图 1-56 所示.

根据平衡条件有

$$F_2 \cos\beta - F_1 \cos\alpha = 0,$$

$$F_0 + F_2 \sin\beta + F_1 \sin\alpha - G = 0.$$

解方程组得 $F_1 = 30\text{N}$. 即细线 AC 对小物体拉力的.

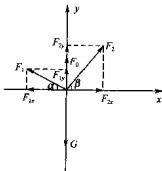


图 1-56

说明 物体在三个以上共点力作用下处于平衡状态时, 求解力会比较麻烦, 一般要考虑正交分解法. 利用正交分解法, 要注意恰当地建立坐标系, 即使尽量多的力在坐标轴上, 这样可减少解方程的个数, 使方程简化, 便于求解.

【例 3】 如图 1-57 所示, 重为 G 的一条质量分布均匀的链子, 两端挂在两个等高的钩子上, 并与竖直方向成 α 角. 试求:

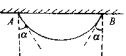


图 1-57

(1) 链子作用在左边钩 A 上的力的大小和方向;

(2) 链子最低点处的张力.

解析 (1) 取整条链子为研究对象, 它受到两个挂钩的拉力 T_A 、 T_B 和重力 G 的作用. 根据三力平衡必共点, 作出受力示意图 (如图 1-58 所示). 再由平衡条件得

$$T_A = \frac{G}{2\cos\alpha}$$

(2) 取链子中点左边的半为研究对象, 它受到挂钩 A 的拉力 $T_A = \frac{G}{2\cos\alpha}$, 重力 $\frac{G}{2}$ 的作用, 还有最低点右侧链子对左侧链子的拉力 T , 方向水平向右. 根据三力平衡必共点, 作出受力示意图如图 1-59 所示. 由平衡条件得

$$T = \frac{G}{2} \tan\alpha.$$

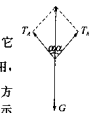


图 1-58

说明 恰当选取研究对象, 可以使问题得到简化. 在 (1) 中, 以整条链子为研究对象, 利用三力平衡必共点以及链条的对称性, 问题得以圆满解决. 在 (2) 中, 将半根链条隔离出来研究, 利用最低点两边的相互作用力必沿水平方向, 再根据三力平衡必共点, 巧妙地解决了看似很难的问题.



图 1-59

【例 4】 如图 1-60 所示, 半径均为 r 的两个光滑球, 放在内直径为 D 的圆柱形圆筒内 ($D < 4r$), 如果每个球的质量为 m , 求下而那个球 O_2 对筒壁和筒底的压力各是多大?

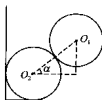


图 1-60

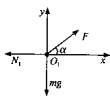


图 1-61

解析 为了求出球 O_2 对筒底的压力, 可以选取两球为整体进行研究. 由于竖直方向整体只受重力和支持力, 根据平衡条件可知, 球 O_2 受到支持力

$$N = 2mg.$$

为了求出 O_2 对筒壁的压力, 必须使用隔离法. 选取球 O_1 为研究对象, 它的受力情况如图 1-61 所示. 根据平衡条件有

$$F \cos\alpha = N_1, F \sin\alpha = mg.$$

根据几何关系有

$$\cos\alpha = \frac{D - 2r}{2r},$$

$$\sin\alpha = \sqrt{1 - \cos^2\alpha} = \frac{\sqrt{4Dr - D^2}}{2r}.$$

由以上各式解得

$$F = \frac{2mgr}{\sqrt{4Dr - D^2}}.$$

再以球 O_2 为研究对象, 它的受力情况如图 1-62 所示. 根据平衡条件有

$$N_2 = F \cos\alpha, N = F \sin\alpha + mg.$$

因 F 与 F' 大小相等, 所以

$$N_2 = F \cos\alpha = \frac{2mgr}{\sqrt{4Dr - D^2}} \cdot \frac{D - 2r}{2r} = \frac{mg(D - 2r)}{\sqrt{4Dr - D^2}},$$

$$N = F \sin\alpha + mg = 2mg.$$

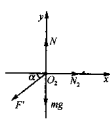


图 1-62