



老田丁备考系列 非常高考1+1

非常高三

■ 总策划 老田丁 ■ 丛书主编 张嘉瑾

物理

PHYSICS

天津人民出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

非常高三. 物理/宋伯涛, 张嘉瑾主编. —天津: 天津人民出版社, 2008.4(2008.4 重印)

(高考 1+1)

ISBN 978-7-201-05257-1

I. 非… II. ①宋…②张… III. 物理课—高中—升学参考资料
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 032303 号

天津人民出版社出版

出版人: 刘晓津

(天津市西康路 35 号 邮政编码: 300051)

北京市昌平开拓印刷厂印刷 新华书店发行

*

2008 年 4 月第 1 版 2008 年 4 月第 2 次印刷

16 开本 890×1240 毫米 25 印张

定价: 52.80 元

目 录

一 力 物体的平衡

第一节 重力 弹力	… (1)
第二节 摩擦力	… (4)
第三节 力的合成与分解	… (7)
第四节 受力分析、共点力作用下物体 的平衡	… (10)
第五节 平衡物体的临界与极值问题	… (13)
本章测试	… (16)

二 直线运动

第一节 描述运动的基本概念、匀速直线运动	… (18)
第二节 匀变速直线运动的规律及应用	… (21)
第三节 自由落体运动 竖直上抛运动	… (24)
第四节 运动图象	… (27)
第五节 追及和相遇问题	… (30)
本章测试	… (33)

三 牛顿运动定律

第一节 牛顿第一定律 牛顿第三定律	… (35)
第二节 牛顿第二定律	… (38)
第三节 超重和失重现象、连接体问题	… (41)
第四节 瞬时加速度、动力学的临界和极值问题	… (44)
本章测试	… (47)

四 曲线运动

第一节 曲线运动的条件 运动的合成与分解	… (49)
第二节 平抛物体的运动	… (53)
第三节 圆周运动	… (56)
第四节 圆周运动中的临界问题	… (60)
本章测试	… (63)

五 万有引力定律及应用

第一节 万有引力定律	… (65)
第二节 人造卫星 宇宙速度	… (68)

本章测试	… (71)
------	--------

六 机械能

第一节 功 功率	… (73)
第二节 动能 动能定理	… (76)
第三节 机械能守恒定律	… (79)
第四节 功能关系 能量的转化和守恒定律	… (83)
本章测试	… (86)

七 动 量

第一节 动量 冲量和动量定理	… (88)
第二节 动量守恒定律	… (91)
第三节 动量守恒定律的应用	… (94)
第四节 动力学三大基本规律的综合应用	… (98)
本章测试	… (102)

八 机械振动与机械波

第一节 简谐运动	… (104)
第二节 单摆与弹簧振子的有关问题	… (108)
第三节 机械波 波的图象	… (111)
第四节 波的多解	… (115)
第五节 波的干涉和衍射 多普勒效应	… (118)
本章测试	… (122)

九 分子热运动 气体

第一节 分子动理论 能量	… (125)
第二节 气体及其性质	… (129)
本章测试	… (132)

十 电 场

第一节 电场力的性质	… (134)
第二节 电场能的性质	… (137)
第三节 电场中的导体、电容器	… (141)
第四节 带电粒子在电场中的运动	… (144)
本章测试	… (148)

十一 恒定电流

第一节 电路的基本概念	… (150)
第二节 电路的基本规律	… (153)
第三节 含容电路 动态分析 故障分析	… (156)
第四节 电流表 电压表 电阻的测量	… (159)
本章测试	… (163)

目 录

十二 磁 场

第一节 磁 场	 (165)
第二节 磁场对电流的作用	 (167)
第三节 磁场对运动电荷的作用	 (170)
第四节 带电粒子在复合场中的运动	 (174)
本章测试	 (178)

十三 电磁感应

第一节 电磁感应现象 楞次定律	 (180)
第二节 法拉第电磁感应定律	 (183)
第三节 自感现象 日光灯	 (186)
第四节 电磁感应中的综合问题	 (189)
本章测试	 (192)

十四 交变电流 电磁波

第一节 交流电	 (194)
第二节 变压器 电能的输送	 (197)
第三节 电磁场 电磁波	 (200)
本章测试	 (202)

十五 几何光学

第一节 光的直线传播 光的反射	 (204)
第二节 光的折射 全反射和色散	 (207)
本章测试	 (211)

十六 光的波动性

第一节 光的干涉	 (212)
第二节 光的衍射 光的电磁说	 (215)
第三节 光的偏振 激光	 (217)
本章测试	 (218)

十七 量子论初步

第一节 光电效应、光的波粒二象性	 (220)
------------------	-------------

第二节 玻尔的原子模型 能级 物质波	 (223)
本章测试	 (226)

十八 原子核式结构 原子核

第一节 原子核式结构 衰变	 (228)
第二节 核能 原子核的裂变和聚变	 (232)
本章测试	 (236)

十九 实 验

实验概览	 (238)
第一节 长度的测量(直尺、卡尺、螺旋测微器)	 (239)
第二节 验证力的平行四边形定则	 (241)
第三节 探究弹力和弹簧伸长的关系	 (243)
第四节 研究匀变速直线运动	 (245)
第五节 验证机械能守恒定律	 (248)
第六节 研究平抛物体的运动	 (251)
第七节 实验 验证动量守恒定律	 (253)
第八节 用单摆测定重力加速度	 (255)
第九节 用油膜法估测分子直径的大小	 (258)
第十节 用描迹法画出电场中平面上的等势线	 (260)
第十一节 描绘小电珠的伏安特性曲线	 (262)
第十二节 测定金属的电阻率	 (265)
第十三节 测定电源的电动势和内电阻	 (267)
第十四节 把电流表改装为电压表	 (270)
第十五节 用多用电表探索黑箱内的电学元件	 (273)
第十六节 练习使用示波器	 (276)
第十七节 传感器的简单应用	 (278)
第十八节 测定玻璃砖的折射率	 (280)
第十九节 用双缝干涉测光的波长	 (282)

参考答案



力 物体的平衡



第一节 重力 弹力

双基提炼

一、力的分类

1. 按性质(即相互作用机理)分

长程相互作用有引力相互作用、电磁相互作用,宏观物体间只存在这两种相互作用,需要掌握的有重力、弹力、摩擦力、电场力、磁场力.分子间力是分子之间相互作用的电磁力,弹力和摩擦力都是分子间力的宏观表现形式.

短程相互作用有强相互作用和弱相互作用,统称核力,中学物理仅仅研究它对应的核能.

2. 按效果(力承担的任务)分

压力、支持力、拉力、动力、阻力、向心力、回复力……,各种不同性质的力在不同的场合可以扮演不同的效果的力.

3. 三种常见性质力的比较

	产生条件		大小	方向	作用点
重力	地球吸引		$G=mg$	竖直向下	重心
弹力	面间	微小挤压	由状态分析 由方程求解	垂直于面	接触处 等效集中 于一点,或将 受力物体看 成质点
	线间	微小拉伸		沿线	
	弹簧	拉伸 压缩	$F=kx$	沿轴线压 沿轴线拉	
摩擦力	滑动	不光滑, 有弹力, 相对运动 或有相对 运动趋势	$F_{\text{滑}}=\mu F_N$	详细见 第二节	
	静		$0 < F_{\text{静}} \leq F_{\text{max}}$		

二、重力

由于地球吸引而使物体受到的力叫做重力.重力的大小叫做重量.

实际上重力是万有引力的一个分力.对地球表面的物体而言,引力的另一个分力——使物体随地球自转的向心力,但比重力小得多,因此高考说明中指出:在地球表面附近,可以认为重力近似等于万有引力.

物体各部分都要受到重力作用.从效果上看,我们可以

认为各部分受到的重力作用都集中在一点,这一点叫做物体的重心.重心的位置与物体的形状和质量分布情况有关.

注意理解:1.重心不一定在物体上;2.注意区分重力和生活语言中的重量;3.忽略重力不等于忽略质量;4.超重失重不是重力改变.

三、弹力

1. 弹力的产生条件:弹力的产生条件是两个物体直接接触,并发生弹性形变.有些问题形变并不明显,所以需要根据所受的其他力和运动情况判断弹力的存在与否.

2. 弹力的方向:(1)压力、支持力的方向总是垂直于接触面.(2)绳对物体的拉力总是沿着绳收缩的方向.

3. 注意理解:(1)面间弹力为零是接触与否的临界条件;(2)线间弹力为零是松弛与否的临界条件;(3)面和线都是单方向约束,受力模型可以相互替代;(4)明确弹簧所处的状态或长度改变过程,几个关键长度是自然长度、最长、最短、被约束物体平衡时的长度;(5) $\Delta F=k\Delta x$ 是很常用的推论;(6)弹簧两端都连接有质量物体时弹力不突变.

解说例题

【例1】下列关于力的说法中正确的是 ()

- A. 力是物体间的相互作用,总是成对出现
- B. 只有当两物体直接接触时才会发生力的作用
- C. 根据效果命名的不同名称的力,性质可能也不相同
- D. 两个物体相互作用时,只能同时产生一种性质的力

【解析】力是物体间的相互作用,受力物体同时也是施力物体,施力物体同时也是受力物体.因此,力必定成对出现,A选项正确.力可分为接触力和场力两种.例如,两块磁铁不接触也能发生力的作用(磁场力),B选项错.根据效果命名的力,性质可能相同,也可能不相同.例如,同是向心力,可以是绳子的拉力,也可以是电场力,还可以是其他性质的力,C选项正确.两个物体相互作用时,可能同时产生几种性质的力.例如,放在水平地面上的课桌,与地球之间同时存在着两种性质的力(重力和弹力),D选项错.

【答案】 A、C

【点评】 本题主要考查对力的概念的理解,从多角度对概念的拓展延伸有利于理解物理概念。

【例 2】 关于重心,下列说法中正确的是 ()

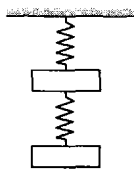
- A. 重心就是物体内最重的一点
- B. 物体发生形变时,其重心位置一定不变
- C. 物体升高时,其重心在空中的位置一定不变
- D. 采用背越式跳高的运动员在越过横杆时,其重心位置可能在横杆之下

【解析】 重心是物体所受重力的作用点,不能理解成物体内最重的一点。对质量分布均匀,具有规则形状的物体,其重心在其几何中心,物体的形状发生改变,重心的位置往往发生改变。另外物体的重心可不在物体上。

【答案】 D

【点评】 本题主要考查对物体重心的理解。联系生活中的实例,可帮助我们理解物理概念。

【例 3】 S_1 和 S_2 表示劲度系数分别为 k_1 和 k_2 的两根弹簧, $k_1 > k_2$; a 和 b 表示质量分别为 m_a 和 m_b 的两个小物块, $m_a > m_b$ 。将两弹簧与两物块按右图方式悬挂起来。现要求两根弹簧的总长度最大,则应使 ()



- A. S_1 在上, a 在上
- B. S_1 在上, b 在上
- C. S_2 在上, a 在上
- D. S_2 在上, b 在上

【解析】 定量计算法:平衡时,物块 a 和物块 b 因受重力共同拉伸上面弹簧,上面弹簧所受的拉力大小都等于 $(m_a + m_b)g$ 。下面弹簧所受的拉力大小等于下面物块的重力,由于 $m_a > m_b$,故要使下面弹簧伸长量较大,应使物块 a 在下、物块 b 在上。选项 AC 错误。

若 S_1 在上、 S_2 在下,选两物块和上面弹簧为研究对象,设 S_1 的形变量为 x_1 ,根据平衡条件有 $k_1 x_1 = (m_a + m_b)g$ ①

取下面物块 a 和弹簧 S_2 为研究对象,设 S_2 形变量为 x_2 ,则有 $k_2 x_2 = m_a g$ ②

由①②两式解出 x_1, x_2 ,则两根弹簧总形变量 Δx 为

$$\Delta x = x_1 + x_2 = \frac{(m_a + m_b)g}{k_1} + \frac{m_a g}{k_2} = \frac{m_a g(k_1 + k_2) + k_2 m_b g}{k_1 k_2} \quad ③$$

若 S_2 在上、 S_1 在下,设 S_2 的形变量为 x'_1 , S_1 的形变量为 x'_2 ,同理,有

$$k_2 x'_1 = (m_a + m_b)g \quad ④$$

$$k_1 x'_2 = m_b g \quad ⑤$$

则两弹簧总形变量 $\Delta x'$ 为

$$\Delta x' = x'_1 + x'_2 = \frac{(m_a + m_b)g}{k_2} + \frac{m_b g}{k_1} = \frac{m_a g(k_1 + k_2) + k_1 m_b g}{k_1 k_2} \quad ⑥$$

比较③式和⑥式,

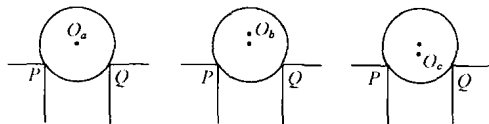
有 $\Delta x' > \Delta x$,故选项 B 错,D 正确。

【答案】 D

【点评】 本题主要考查胡克定律及逻辑推理能力。定量计算法是解决这类问题的常规方法。本题也可用“假设法”进行推理得出正确结论。

【例 4】 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 ()



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

【解析】 接触面之间弹力总是与接触面垂直, 接触处为点-面接触, 所以三种情况下, 支点 P, Q 对球的弹力与球面垂直(即与球面在该处切线垂直), 都沿着它们与球心的连线指向球心, 而不能想当然地错误认为弹力都沿着它们与重心的连线而指向重心。由对称性可知 P, Q 两点对球的作用力大小相等, 平衡时, 每一种情况下, P, Q 两点对球的弹力的夹角相同。故由三力平衡知识可得: 三种情景下 P 点对球的弹力相等, 正确答案选 A。

【答案】 A

【点评】 本题主要考查弹力方向。接触面之间弹力总是与接触面垂直, 球体受到的弹力沿接触点与球心的连线并指向球心, 而不是想象中的指向重心。本题巧妙地利用重心对弹力方向的判断实施了干扰, 千万不要上当。另外有些情况下弹力方向可由平衡条件或动力学规律求解。

☆☆☆ 方法归纳

弹力有无及方向的判定方法

1. 弹力有无的判断方法

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。

方法 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

方法 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。

2. 弹力方向的判断方法

方法 1: 根据物体形变的方向判定

方法 2: 根据使物体发生形变的外力方向判定。

方法 3: 根据物体的运动情况, 利用物体的平衡条件(或动力学规律)判定。

活学活用

1. 关于力的命名及力的作用效果, 下列说法正确的是 ()

- A. 根据效果命名的同一名称的力, 性质一定相同

- B. 根据效果命名的不同名称的力,性质可能相同
C. 性质不同的力,对物体的作用效果一定不同
D. 性质相同的力,对物体的作用效果一定相同

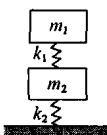
2. 把一木块放在水平桌面上保持静止,下面说法中正确的是 ()

- A. 木块对桌面的压力就是木块受的重力,施力物体是地球
B. 木块对桌面的压力是弹力,是由于桌面发生形变而产生的
C. 木块对桌面的压力在数值上等于木块受的重力
D. 木块保持静止是由于木块对桌面的压力与桌面对木块的支持力二力平衡

3. 病人在医院里输液时,液体一滴滴从玻璃瓶中滴下,在液体不断滴下的过程中,玻璃瓶连同瓶中的液体共同的重心将 ()

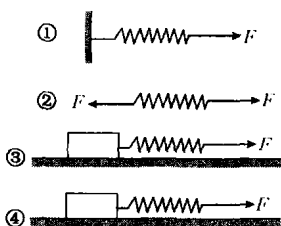
- A. 一直下降 B. 一直上升
C. 先降后升 D. 先升后降

4. 如图所示,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,直到它刚离开上面弹簧,在这过程中,下面木块移动的距离是



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

5. 如图所示,四个完全相同的弹簧都处于水平位置,它们的右端受到大小皆为 F 的拉力作用,而左端的情况各不相同:①中弹簧的左端固定在墙上,②中弹簧的左端受大小也为 F 的拉力作用,③中弹簧的左端拴一小物块,物块在光滑的桌面上滑动,④中弹簧的左端拴一小物块,物块在有摩擦的桌面上滑动.若认为弹簧的质量都为零,以 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 依次表示四个弹簧的伸长量,则有 ()



- A. $l_2 > l_1$ B. $l_4 > l_3$ C. $l_1 > l_3$ D. $l_2 = l_4$

成功训练

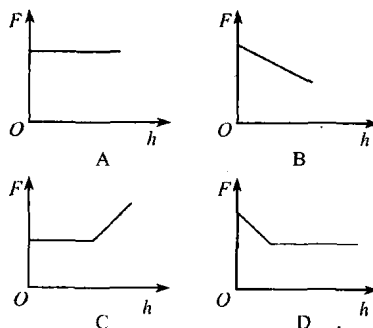
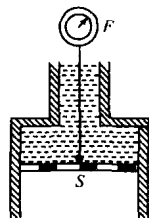
6. 如下图所示,A、B两物体并排放在水平桌面上,C物体叠放在A、B上,D物体悬挂在竖直线下端,且与斜面接触.若接触面均光滑,下列说法中正确的是 ()



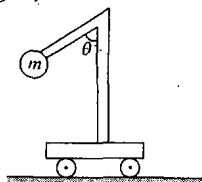
- A. C对地面的压力大小等于C的重力

- B. B对A的弹力方向水平向左
C. 斜面对D的支持力方向垂直于斜面向上
D. D对斜面没有压力作用

7. 如右图所示,一圆柱形容器上部圆筒较细,下部的圆筒较粗且足够长,容器的底是一可沿下圆筒无摩擦移动的活塞S,用细绳通过测力计将活塞提着,容器中盛水,开始时水面与上圆筒的开口处在同一水平面上,在提着活塞的同时使活塞缓慢地地下移,在这一过程中测力计的读数 F 随活塞下移的距离 h 的变化关系可用如下图中的哪个表示 ()



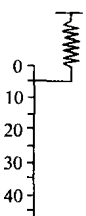
8. 如右图所示,固定在小车上的支架的斜杆与竖直杆的夹角为 θ ,在斜杆下端固定有质量为 m 的小球.下列关于杆对球的作用力 F 的判断中,正确的是 ()



- A. 小车静止时, $F = mg \cos \theta$,方向沿杆向上
B. 小车静止时, $F = mg \cos \theta$,方向垂直杆向上
C. 小车向右以加速度 a 运动时,一定有 $F = mg / \sin \theta$
D. 小车向左以加速度 a 运动时, $F = \sqrt{(ma)^2 + (mg)^2}$,方向斜向左上方,与竖直方向的夹角为 $\alpha = \arctan(a/g)$

9. 下列有关弹力的叙述,正确的是 ()
A. 有接触就有弹力
B. 物体产生的弹力方向与其形变方向相同
C. 弹簧产生的弹力与弹簧的形变量成正比
D. 弹簧产生的弹力与弹簧的长度成正比

10. 如图所示,一根弹簧其自由端未悬挂重物时,指针正对刻度5,在弹性限度内,当挂上80N重物时,指针正对刻度45,若要指针正对刻度20,应挂物重是 ()



- A. 40N
B. 30N
C. 20N
D. 不知弹簧的劲度系数值,无法计算

第二节 摩擦力

双基提炼

一、摩擦力

1. 摩擦力产生条件

摩擦力的产生条件为：两物体相互挤压、接触面粗糙、有相对运动或相对运动的趋势，这三个条件缺一不可。两物体间有挤压是这两物体间有摩擦力的必要条件之一。

2. 滑动摩擦力大小

(1) 在接触力中，必须先确认弹力，再分析摩擦力。

(2) 只有滑动摩擦力才能用公式 $F_f = \mu F_N$ 计算，只对相对滑动的接触面间成立， μ 和接触面大小无关，近似认为 μ 和相对速度无关。其中的 F_N 表示压力，起因不一定是重力，更不一定等于重力 G 。

3. 静摩擦力大小

(1) 必须明确，静摩擦力大小不能用滑动摩擦定律 $F_f = \mu F_N$ 计算，只有当静摩擦力达到最大值时才近似认为等于滑动摩擦力，即 $F_m = \mu F_N$ 。(2) 要根据物体的受力情况和运动情况共同确定，取值范围是 $0 < F_f \leq F_m$ 。

4. 滑动摩擦力的方向可由相对运动方向确定，静摩擦力的方向由其他受力和运动状态判断，通常用假设无摩擦才能判断相对运动趋势，注意理解：“动”“静”的相对意义。摩擦力的方向和物体的运动方向可能成任意角度。通常情况下摩擦力方向可能和物体运动方向相同(作为动力)，可能和物体运动方向相反(作为阻力)，可能和物体速度方向垂直(作为匀速圆周运动的向心力)。在有些情况下，可能成任意角度。

二、解题指导

1. 分类划归——题中找到光滑就是指无摩擦，发现有摩擦要先归类属于哪类摩擦。

2. 区分标矢——摩擦力和引起它的弹力都可以分解，但摩擦定律是标量关系没有分量形式，一对接触面间只能有一对摩擦力。

3. 临界分析——两种摩擦间的过渡。

4. 功能分析——只有滑动摩擦生热，摩擦力在不同的场合可以是动力、阻力、无功力，解题经验表明，一般不用滑动摩擦力充当向心力。

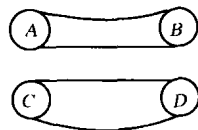
5. 参量整体——将两个接触面间的弹力和摩擦力合成当做一对相互作用力，这对力的方向和接触面法线的方向夹角 θ ， $\tan\theta = \mu$ 。

解说例题

【例1】对如右图所示的皮带传动装置，下列说法中正确的是 ()

- A. A 轮带动 B 轮沿逆时针方向旋转
- B. B 轮带动 A 轮沿逆时针方向旋转
- C. C 轮带动 D 轮沿顺时针方向旋转

D. D 轮带动 C 轮沿顺时针方向旋转

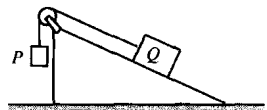


【解析】若 A 轮带动 B 轮旋转，则 A 轮的最低点对皮带的作用力是动力，方向向右，B 轮对皮带的作用力是阻力，方向向左，A、B 轮最低点间的皮带应处于松弛状态，与事实不符，选项 A 错误；若 B 轮带动 A 轮旋转时，B 轮最低点对皮带的作用力是动力，方向向右，A 轮对皮带的作用力是阻力，方向向左，A、B 轮最低点间的皮带处于张紧状态，选项 B 正确；如果 C 轮带动 D 轮旋转，则 C 轮的最低点对皮带的作用力是动力，方向向右，D 轮对皮带的作用力是阻力，方向向左，C、D 轮最低点间的皮带应处于松弛状态，与事实不符，故选项 C 错误；若是 D 轮带动 C 轮旋转，则 D 轮的最低点对皮带的作用力是动力，方向向右，C 轮对皮带的作用力是阻力，方向向左，C、D 轮最低点间的皮带处于张紧状态，故选项 D 正确。

【答案】BD

【点评】本题主要考查摩擦力的方向，特别强调的是摩擦力方向是与相对运动的方向相反，摩擦力既可以是动力，也可以是阻力。本题采用“动力”、“阻力”的方法判断摩擦力方向的方法，独具匠心、简洁明了。

【例2】如右图所示，表面粗糙的固定斜面顶端安有滑轮，两物块 P、Q 用轻绳连接并跨过滑轮(不计滑轮的质量和摩擦)，P 悬于空中，Q 放在斜面上，均处于静止状态。当用水平向左的恒力推 Q 时，P、Q 静止不动，则 ()



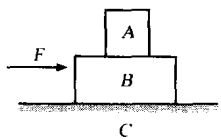
- A. Q 受到的摩擦力一定变小
- B. Q 受到的摩擦力一定变大
- C. 轻绳上拉力一定变小
- D. 轻绳上拉力一定不变

【解析】由于物块 Q 所受的静摩擦力的方向无法判断，当加一水平向左的恒力后，Q 所受的静摩擦力可能变大，也可能变小，A、B 选项错误，物块 P 处于静止状态，则绳上拉力等于物块 P 的重力，不发生变化，所以 D 选项正确。

【答案】D

【点评】本题主要考查物体的受力分析和共点力平衡的知识。要特别注意静摩擦力 f 方向的可能多种性。

【例3】如右图，C 是水平地面，A、B 是两个长方形物块，F 是作用在物体 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 间的动摩擦因数 μ_1 和 B、C 间的动摩擦因数 μ_2 有可能是 ()



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

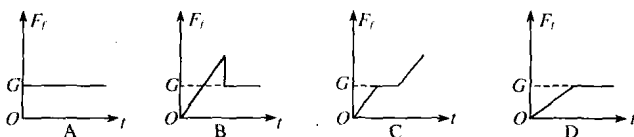
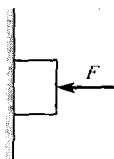
【解析】以 A 和 B 一起为研究对象，A 和 B 以相同的

速度做匀速直线运动,则在水平方向上受力平衡,即C对B的摩擦力 $f=F$,依据条件,B与C间的动摩擦因数 $\mu_2 \neq 0$,由此排除A、C两选项;A与B相对静止,由条件知,其间无摩擦力,不能断定 μ_1 是否为0,故可能 $\mu_1=0$ 或 $\mu_1 \neq 0$,应选B、D.

【答案】 BD

【点评】 本题主要考查摩擦力产生的条件.在两物体的接触面上若有摩擦力产生,则物体间的动摩擦因数必定不为零;若在两物体的接触面没有摩擦力产生,则该接触面上的动摩擦因数可能为零,也可能不为零.

【例4】 把一重为 G 的物体,用一个水平的推力 $F=kt$ (k 为恒量, t 为时间)压在竖直的足够高的平整的墙上(右图).从 $t=0$ 开始,物体所受的摩擦力 F_f 随 t 的关系是下图中的

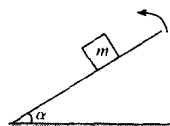


【解析】 开始时由于推力 F 为零,物体和墙面间没有挤压,则摩擦力为零,物体在重力作用下开始沿竖直墙面向下滑,所以开始时为滑动摩擦力,由 $F_f=\mu F_N$,又 $F_N=F=kt$,所以 $F_f=\mu kt$,即 F_f 随时间 t 成正比增加.当 F_f 增大到等于 G 时,物体具有一定速度,由于惯性仍然滑行.随着滑行的继续, F_f 已大于物体重力 G ,最后物体静止于墙上,变为静摩擦力,在竖直方向上根据二力平衡,则有 $F_f=G$,所以B正确.

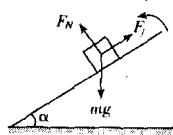
【答案】 B

【点评】 本题主要考查摩擦力大小的求解方法.要注意静摩擦力和滑动摩擦力跟压力关系的不同:滑动摩擦力跟压力成正比,静摩擦力(除最大静摩擦力外)大小跟压力无关.

【例5】 长直木板的上表面的一端放有一铁块,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,如右图所示.写出木板转动过程中摩擦力与角 α 的关系式,并分析随着角 α 的增大,摩擦力怎样变化?(设最大静摩擦力等于滑动摩擦力, $\alpha < 90^\circ$)



【解析】 开始为静摩擦力, $F_f = mgsin\alpha$,后来为滑动摩擦力, $F_f = \mu mgcos\alpha$, μ 为动摩擦因数;由静摩擦力变为滑动摩擦力.



【答案】 先增大后减小

【点评】 本题主要考查受力分析的知识.区别物体所受摩擦力是静摩擦力还是滑动摩擦力是解题的关键.因为它们分别处在不同的阶段,有不同的表达式.

方法归纳

摩擦力的判断与计算

1. 滑动摩擦力的判断与计算

滑动摩擦力的判断比较容易,只要接触面不光滑,同时

满足二物接触,有正压力,有相对滑动,即可准确判出滑动摩擦力与相对滑动方向相反,但不一定与物体运动的方向相反.

大小可用公式 $f=\mu N$ 直接计算,也可利用平衡条件、牛顿定律等规律进行计算.

2. 静摩擦力的判断与计算

静摩擦力的判断,是力学中的一个难点.二物接触,接触面不光滑,有正压力,依然是静摩擦力存在的前提.关键在于相对滑动趋势的判断,可以采用以下几种方法来帮助判定.

(1) 运动状态分析法

适用于长时间保持相对静止或某方向保持相对静止的物体,一般可从运动状态和受力情况判断静摩擦力.如,置于水平传送带上的物体,若无相对滑动,而在皮带带动下加速运动,则肯定受向前的静摩擦力;若匀速运动,则肯定不受静摩擦力;若减速运动,则肯定受向后的静摩擦力.

(2) 假设法与反证法

适用于比较复杂,不易判断的物理情景.具体做法是:假设接触面光滑无摩擦,看物体是否会出现相对滑动,若有,则断言原来有相对滑动趋势,说明原来有静摩擦力.或假设有静摩擦力,看其是否可能保持原运动状态,若不能保持,则说明原来没有相对滑动趋势,无静摩擦力.

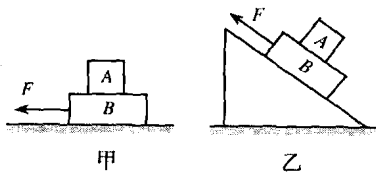
静摩擦力一定不能用公式 $f=\mu N$ 计算,而是要根据物体的运动状态,列出相应力的关系方程(如力的平衡方程或牛顿第二定律方程)来求解.

活学活用

1. 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 $F_1=F_2$

2. 如下图所示,物体A、B在力 F 作用下一起以相同速度沿 F 方向匀速运动,关于物体A所受的摩擦力,下列说法正确的是 ()



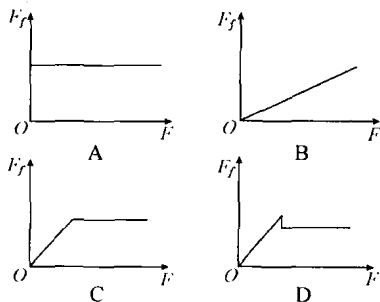
- A. 甲、乙两图中A均受摩擦力,且方向均与 F 相反
- B. 甲、乙两图中A均受摩擦力,且方向均与 F 相同
- C. 甲、乙两图中A物体均不受摩擦力
- D. 甲图中A不受摩擦力,乙图中A受摩擦力,方向和 F 相同

3. 用手握住竖直的酒瓶,在酒瓶不掉落的情况下,就紧握和松握,下面说法正确的是 ()

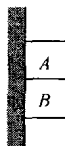
- A. 紧握瓶受到的摩擦力大些
- B. 紧握时瓶和手之间能够达到的最大静摩擦力比松握时大些
- C. 紧握瓶与松握瓶所受到的摩擦力一样大

D. 紧握瓶与松握瓶相比,所受到的静摩擦力比所能达到的最大摩擦力小得多,因此不容易掉落

4. 如图所示,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 拉着木块沿桌面运动,则木块所受到的摩擦力 F_f 随拉力 F 变化的图象正确的是(最大静摩擦力大于滑动摩擦力) ()



5. 如图所示, A、B 两物体叠放在一起,用手托住,让它们静靠在墙边,然后释放,它们同时沿竖直墙面向下滑. 已知 $m_A > m_B$, 则物体 B ()



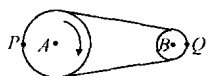
- A. 只有一个重力
- B. 受到重力和一个摩擦力
- C. 受到重力、一个弹力和一个摩擦力
- D. 受到重力、一个摩擦力、两个弹力

成功训练

6. 一个步行的人,前脚受到的摩擦力为 f_1 ,后脚受到的摩擦力为 f_2 ,其方向是 ()

- A. f_1 和 f_2 的方向均与人运动的方向相同
- B. f_1 和 f_2 的方向均与人运动的方向相反
- C. f_1 与人运动方向相反, f_2 与人运动方向相同
- D. f_1 与人运动方向相同, f_2 与人运动方向相反

7. 如图所示,是皮带传动装置示意图, A 为主动轮, B 为从动轮,关于 A 轮上 P 点和 B 轮上 Q 点所受摩擦力的方向,下列说法正确的是 ()



- A. P、Q 点所受摩擦力的方向均沿轮的切线向上
- B. P、Q 点所受摩擦力的方向均沿轮的切线向下
- C. P、Q 点所受摩擦力的方向沿轮的切线, Q 点向上, P 点向下
- D. P、Q 点所受摩擦力的方向沿轮的切线, P 点向上, Q 点向下

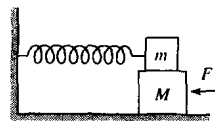
8. 如下图所示是皮带传动的示意图, O_1 是主动轮, O_2 是从动轮,两轮水平放置,当 O_1 顺时针匀速转动时,重 10N 的物体同皮带一起运动. 若物体与皮带的动摩擦因数为 0.5,则物体所受皮带的摩擦力的大小和图中皮带上 P、Q 所受摩擦力的方向是 ()



- A. 5N、向下、向下
- B. 0、向下、向下
- C. 0、向上、向上
- D. 0、向左、向右

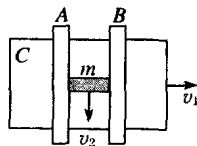
9. 如下图所示,质量 $m=10\text{kg}$ 和 $M=30\text{kg}$ 的两物块,叠

放在动摩擦因数为 0.50 的粗糙水平地面上,一处于水平位置的轻质弹簧,劲度系数为 250N/m ,一端固定于墙壁,另一端与质量为 m 的物块相连,弹簧处于自然状态. 现用一水平推力 F 作用于质量为 M 的物块上,使它缓慢地向墙壁一侧移动. 当移动 0.40m 时,两物块间开始相对滑动,这时水平推力 F 的大小为 ()



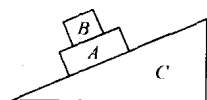
- A. 100N
- B. 250N
- C. 200N
- D. 300N

10. 如下图所示,质量为 m 的工件置于水平放置的钢板 C 上,二者间动摩擦因数为 μ ,由于光滑导槽 A、B 的控制,工件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 拉动工件 (F 方向与导槽平行),使其以速度 v_2 沿导槽运动,则 F 的大小 ()



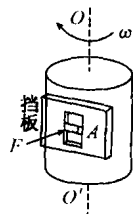
- A. 等于 μmg
- B. 大于 μmg
- C. 小于 μmg
- D. 不能确定

11. 物体 B 放在物体 A 上, A、B 的上下表面均与斜面平行(如图所示),当两者以相同的初速度靠惯性沿光滑固定斜面 C 向上做匀减速运动时 ()



- A. A 受到 B 的摩擦力沿斜面方向向上
- B. A 受到 B 的摩擦力沿斜面方向向下
- C. A、B 之间的摩擦力为零
- D. A、B 之间是否存在摩擦力取决于 A、B 表面的性质

12. 有一半径 r 为 0.2m 的圆柱体绕竖直轴 OO' 以角速度 ω 为 9rad/s 匀速转动. 今用水平力 F 把质量为 1kg 的物体 A 压在圆柱体的侧面,由于受挡板上竖直的光滑槽的作用,物体 A 在水平方向上不能随圆柱体转动,而以 v_0 为 2.4m/s 的速率匀速下滑,如图所示. 若物体 A 与圆柱体间的动摩擦因数 μ 为 0.25,试求水平推力 F 的大小 (g 取 10m/s^2).



第三节 力的合成与分解

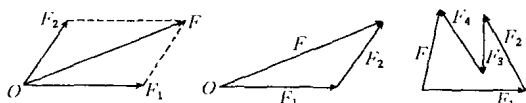
双基提炼

一、矢量的合成与分解都遵从平行四边形定则(可简化成三角形定则)

1. 平行四边形定则实质上是一种等效替换的方法. 一个矢量(合矢量)的作用效果和另外几个矢量(分矢量)共同作用的效果相同, 就可以用这一个矢量代替那几个矢量, 也可以用那几个矢量代替这一个矢量, 而不改变原来的作用效果.

2. 三角形定则可以推广到多个力的合成, 如下图所示. 只要将表示各个分力的有向线段首尾相接成一折线(与先后顺序无关), 那么从第一个有向线段的箭尾到最后一个有向线段的箭头的有向线段就表示它们的合力 F .

由三角形定则还可以得到一个有用的推论: 如果 n 个力首尾相接组成一个封闭多边形, 则这 n 个力的合力为零.



3. 在分析同一个问题时, 合矢量和分矢量不能同时使用. 也就是说, 在分析问题, 考虑了合矢量就不能再考虑分矢量; 考虑了分矢量就不能再考虑合矢量.

4. 绘图注意: 分矢量和合矢量要画成带箭头的实线, 平行四边形的另外两个边必须画成虚线. 各个矢量的大小和方向一定要画得合理. 在应用正交分解时, 两个分矢量和合矢量的夹角一定要分清哪个是大锐角, 哪个是小锐角, 不可随意画成 45° (当题目规定为 45° 时除外). 用矢量三角形表示时, 箭头接箭尾表示求和. 在速度的合成分解时经常借助于角标进行运算.

二、力的合成与分解的运算方法的选择依据是从特殊到一般

1. 同一直线上——定正方向, 正负相加;
2. 相互垂直的——勾股定理;
3. 大小相等的——菱形特点;
4. 一般夹角——平行四边形定则;
5. 广泛适用——正交分解法.

三、解法指导

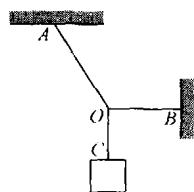
1. 特例特解——根据已知条件的特殊性选用适当的代数手段或几何手段.

2. 追求简约——使用正交分解法要尽量使较多的力和正交分解轴重合, 尽量分解未知量, 确定坐标轴方向时, 既要尽可能使分解的力数量少, 又要尽可能使所列方程简约且容易求解.

3. 等效代换——合成与分解是知识也是方法.

解说例题

[例 1] 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 ()



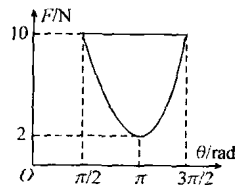
- A. 必定是 OA
- B. 必定是 OB
- C. 必定是 OC
- D. 可能是 OB , 也可能是 OC

[解析] 用力的分解知识分析: OC 中的拉力等于重物的重力, 此力对 OA, OB 产生拉的效果, 故按作用效果可分解为如图所示的两个分力 F_1 和 F_2 , 分别等于 OA, OB 中的拉力, 由图中几何关系可知三段绳中 OA 的拉力最大. 故逐渐增加 C 端所挂物体的质量时, 最先断的绳是 OA .

[答案] A

[点评] 本题主要考查分解方法: 效果分解法. (1) 本题是按照作用效果来分解力的. 要注意将力的分解与物体受力分析区分开: 力的分解研究的对象是某个力, 合力与分力间满足平行四边形定则; 受力分析研究的是某物体, 物体受的力之间不存在合力与分力的关系. (2) 本题也可用共点力的平衡来求, 大家可以把两种方法对比区别.

[例 2] 在研究两个共点力合成的实验中得到如图所示的合力 F 与两个分力的夹角 θ 的关系如图. 求: (1) 两个分力大小各是多少? (2) 此合力的变化范围是多少?



[解析] 由图象知: $\theta = \frac{\pi}{2}$ 时, $F_1^2 + F_2^2 = 10^2$ 当 $\theta = \pi$ 时, $F_1 - F_2 = 2 (F_1 > F_2)$; 解此两式知 $F_1 = 8\text{N}, F_2 = 6\text{N}$. 故合力 $F_{\text{合}}$ 的变化范围是 $2\text{N} \leq F_{\text{合}} \leq 14\text{N}$.

[答案] (1) $F_1 = 8\text{N}$ $F_2 = 6\text{N}$

(2) $2\text{N} \leq F_{\text{合}} \leq 14\text{N}$

[点评] 本题主要考查合力与两个分力的夹角 θ 的关系. (1) 要学会从图象上获取信息, 应首先看清两坐标所代表的物理量, 然后再从图象上看清两量之间的关系. (2) 合力不一定大于分力, 合力可以大于、小于、等于分力.

[例 3] 如右图所示, 质量为 m 的球放在倾角为 α 的光滑斜面上, 试分析挡板 AO 与斜面间的倾角 β 多大时, AO 所受压力最小.

【解析】 虽然题目是挡板 AO 的受力情况,但若直接以挡板为研究对象,因挡板所受力均为未知,将无法得出结论。

以球为研究对象,球所受重力 mg 产生的效果有两个:对挡板产生压力 F_{N_2} ,其大小等于 F_2 ;对斜面产生压力 F_{N_1} ,其大小等于 F_1 。根据重力产生的效果将重力分解,如右图所示。

当挡板与斜面的夹角 β 由图示位置变化时, F_1 (F_{N_1}) 大小改变,但方向不变,始终垂直斜面; F_2 (F_{N_2}) 的大小、方向均变化,是先减小,后增大。当 F_1 和 F_2 垂直时,即 $\beta=90^\circ$ 时,挡板 OA 所受压力最小 $F_{2\min}=mgsin\alpha$ 。

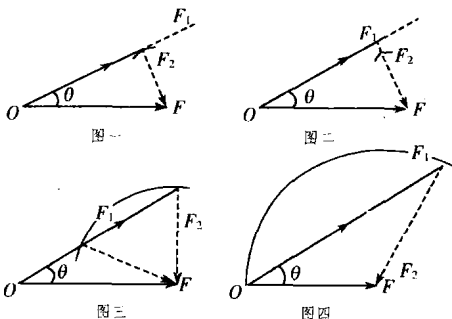
【答案】 90°

【点评】 本题主要考查力的平行四边形定则及其动态平衡问题。正确把力按效果分解,然后根据条件的变化,找出力的平行四边形的变化规律是解题的重要方法。图解法显得简约、明了。

【例 4】 把一个力 F 分解成两个分力 F_1 、 F_2 ,已知一个分力 F_1 的方向和另一个分力 F_2 的大小,它 ()

- A. 一定是惟一解 B. 可能有惟一解
C. 可能无解 D. 可能有两个解

【解析】 本题采用图示法和三角形知识进行分析,从力 F 的端点 O 作出分力 F_1 的方向,以 F 的另一端为圆心,用另一个分力 F_2 的大小为半径作圆。



- (1) $F_2 = Fsin\theta$ 时,如图一,有惟一解
(2) $F_2 < Fsin\theta$ 时,如图二,无解
(3) $F > F_2 > Fsin\theta$ 时,如图三,有两解
(4) $F_2 \geq F$ 时,如图四,有惟一解
故正确选项为 B、C、D。

【答案】 BCD

【点评】 本题主要考查力的三角形法。力的三角形法比平行四边形法更简洁,更容易用数学的方法进行讨论。

★☆☆ 方法归纳

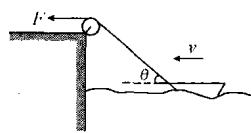
分解力的原则与方法

对一个实际作用的力进行分解,根据等效思想,原则上是可向任意方向分解,但这种分解实际意义并不大。实际上对一个力进行分解,是为了解答某个实际问题,是根据实际

需要而进行的,因此,一般是根据力的实际作用效果进行分解。正交分解也是如此,但这种分解并非唯一的、死板的。

所谓按力的作用效果进行分解,是指力在某方向上产生了实际作用,就按此方向进行分解,实际作用是指:“促使物体向某方向运动”“促使物体沿某方向压向支持面”“促使物体沿某方向拉伸支持物”“促使物体在某方向产生加速”等等。

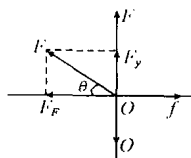
【例】 如图所示,用水平拉力 F 向左拉绳,使质量为 m 的小船在水面上缓慢匀速向左运动,当运动到绳与水平面成 θ 角时,拉力大小为 F ,不计绳与滑轮质量及滑轮摩擦,此时小船受水的阻力大小为 _____,受水的浮力大小为 _____。



【分析指导】 小船水平向左缓慢匀速运动,对小船而言,绳的拉力是一个大小和方向都随时在改变的力,但可以把每一个时刻都看成平衡状态。题目只要求求某一个特定时刻的阻力与浮力,而且告诉了此时拉力的大小。此拉力对小船起两个作用,一促使小船向左移动,二向上提小船,减轻了小船对水的压力,因而可将绳的拉力 F ,沿水平方向和竖直方向分解,如图,依平衡条件可得:

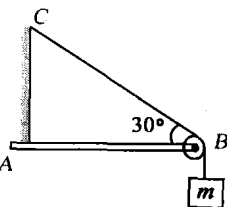
$$\text{水的阻力 } f = F_x = F\cos\theta,$$

$$\text{水的浮力 } F' = mg - F_y = mg - F\sin\theta.$$



活学活用

1. 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质量 $m = 10\text{kg}$ 的重物, $\angle CBA = 30^\circ$,如下图所示,则滑轮受到绳子的作用力为 (g 取 10m/s^2) () A



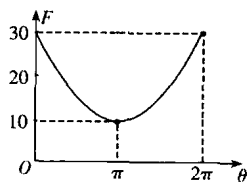
- A. 50N
B. $50\sqrt{3}\text{N}$
C. 100N
D. $100\sqrt{3}\text{N}$

2. 如右图所示,用长为 L 的轻绳悬挂一质量为 m 的小球,对小球再施加一个力,使绳与竖直方向成 β 角并绷紧,小球处于静止状态,此力最小为 ()



- A. $mgsin\beta$ B. $mgcos\beta$
C. $mg\tan\beta$ D. $mgcot\beta$

3. 右图给出了作用在一个物体上的两个共点力的合力的大小随两力之间的角度变化的关系如下图所示,则有 ()



A. 这两个力的合力的最大值为 30N

B. 这两个力的合力的最小值为 10N

C. 由该图象可确定两个分力的大小值



D. 只能确定两分力值的范围,不能确定具体值

4. 力 F 的一个分力 F_1 跟 F 成 30° 角,大小未知,另一个分力 F_2 的大小为 $\frac{\sqrt{3}}{3}F$,方向未知,则 F_1 的大小可能是 ()

A. $\frac{\sqrt{3}F}{3}$

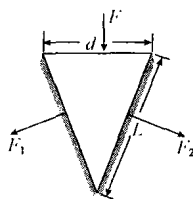
B. $\frac{\sqrt{3}F}{2}$

C. $\frac{2\sqrt{3}F}{3}$

D. $\sqrt{3}F$

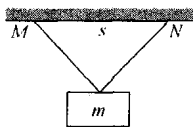
5. 刀、斧、凿、刨等切削工具的刃都叫做劈,劈的截面是一个三角形,如图所示.使用劈的时候,在劈背上加力 F ,这个力产生的作用效果是使劈的两侧面挤压物体,把物体劈开.设劈的纵截面是一个等腰三角形,劈背的宽度是 d ,劈的侧面的长度是 L .试证明劈的两个侧面对物体的压力 F_1 、 F_2

满足: $F_1 = F_2 = \frac{L}{d}F$.



成功训练

6. 两根长度相等的轻绳,下端悬挂质量为 m 的物体,上端分别固定在水平天花板上的 M 、 N 点, MN 两点间的距离为 s ,如图所示,已知两绳所能承受的最大拉力均为 T ,则每根绳的长度不得短于_____.



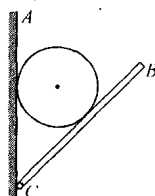
7. 如图所示,把球夹在竖直墙 AC 和木板 BC 之间,不计摩擦,球对墙的压力为 F_{N1} ,球对板的压力为 F_{N2} .在将板 BC 逐渐放至水平的过程中,下列说法中,正确的是 ()

A. F_{N1} 和 F_{N2} 都增大

B. F_{N1} 和 F_{N2} 都减小

C. F_{N1} 和 F_{N2} 都不变

D. F_{N1} 减小, F_{N2} 都增大



8. 将一个力分解为两个不为零的分力,下列哪些分解法是不可能的 ()

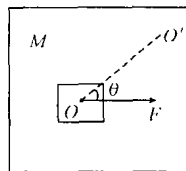
A. 一个分力垂直于 F

B. 两个分力都与 F 在一条直线上

C. 一个分力的大小与 F 的大小相等

D. 一个分力与 F 相同

9. 如图所示,物体静止于光滑水平面 M 上,力 F 作用于物体 O 点,现要使物体沿着 OO' 方向做加速运动 (F 和 OO' 都在 M 水平面内).那么,必须同时再加一个力 F' ,这个力的最小值是



()

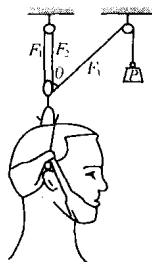
A. $F\cos\theta$

B. $F\sin\theta$

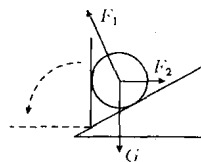
C. $F\tan\theta$

D. $F\cos\theta$

10. 当颈椎肥大压迫神经时,需要用颈部牵拉器牵拉颈部,以缓解神经压迫症状.如下图所示为颈部牵拉器牵拉颈椎肥大患者颈部的示意图, θ 为 45° ,牵拉物 P 的质量一般为 $3\text{kg} \sim 10\text{kg}$,求牵拉器作用在患者头部的合力大小. ($g = 10\text{m/s}^2$)



11. 重量 G 的光滑小球静止在固定斜面和竖直挡板之间.若挡板逆时针缓慢转到水平位置,在该过程中,斜面和挡板对小球的弹力的大小 F_1 、 F_2 各如何变化?



第四节 受力分析、共点力作用下物体的平衡

双基提炼

一、受力分析的一般步骤

1. 定对象, 模型化——确定受力对象(单一物体或几个物体组合为一体, 强化对象的“整体优先”原则). 简化对象形态.

2. 析状态, 查受力——寻找施力物体, 顺序是明显已知受力→场力→弹力→摩擦力. 仅仅从受力环境考察, 有时不能判断一个力是否存在, 这时就要看物体的运动状态(平衡、加速). 按顺序分析可防丢力, 每个力都有施力体可防滥加力, 比如运动的方向上不见得有力.

3. 方向准, 取姓名——物体的形态常包含方向角度的信息, 常需要画虚线辅助. 同性质力脚标区分. 只画性质力, 不画效果力.

4. 图清晰——铅笔规尺作图, 图大小适中. 受力图是受力问题的必要解题步骤, 是计算题不可缺少的表达内容.

二、共点力作用下物体的平衡

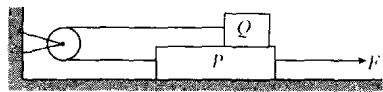
1. 共点力: 几个力作用于物体的同一点, 或它们的作用线交于同一点(该点不一定在物体上), 这几个力叫共点力. 当物体被看成质点时它受的力一定可看成是共点力.

2. 在共点力作用下物体的平衡条件是合力为零. 在任意的方向上看这个方向上的合力都一定为零. 平面力系常表示为: $\sum F_x = 0; \sum F_y = 0$.

3. 解题途径: 当物体在两个共点力作用下平衡时, 这两个力一定等值反向; 当物体在三个共点力作用下平衡时, 采用平行四边形定则或三角形定则; 当物体在四个或四个以上共点力作用下平衡时, 采用正交分解法.

解说例题

【例1】如图, 位于水平桌面上的物块P, 由跨过定滑轮的轻绳与物块Q相连, 从滑轮到P和到Q的两段绳都是水平的. 已知Q与P之间以及P与桌面之间的动摩擦因数都是 μ , 两物块的质量都是 m , 滑轮的质量、滑轮轴上的摩擦都不计, 若用一水平向右的力F拉P使它做匀速运动, 则F的大小为 ()



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

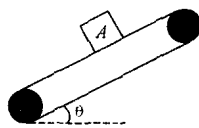
【解析】P匀速运动, 则Q也匀速运动, 对Q而言, 受绳子拉力T和P对Q的摩擦力 f_Q , 绳子的拉力大小等于摩擦力的大小, $T = f_Q = \mu mg$; 对P而言, 受向右的拉力F, 绳子向左的拉力T, Q对P向左的摩擦力 f_Q , 地面对P向左的摩擦力 f_P . 由平衡可知, 拉力 $F = T + f_Q + f_P = \mu mg + \mu mg + \mu 2mg = 4\mu mg$; 此题考查受力分析、隔离法和平衡知识. 考生

在求地面对P的摩擦力时容易漏掉Q对P的压力而误选B.

【答案】A

【点评】本题主要考查物体的受力分析及共点力平衡问题. 灵活运用整体法和隔离法是解题的突破口.

【例2】如图所示, 物体A置于倾斜的传送带上, 它能随传送带一起向上或向下做匀速运动, 下列关于物体A在上述两种情况下的受力描述, 正确的是 ()



- A. 物体A随传送带一起向上运动时, A所受的摩擦力沿斜面向下
B. 物体A随传送带一起向下运动时, A所受的摩擦力沿斜面向下
C. 物体A随传送带一起向下运动时, A不受摩擦力作用
D. 无论传送带向上或向下运动, 传送带对物体A的作用力均相同

【解析】物体A随传送带一起向上或向下做匀速运动时, 都处于受力平衡状态, 都应受沿传送带向上的摩擦力.

【答案】D

【点评】本题主要考查共点力的平衡的运动特点和受力特点. 从运动学看, 物体只要处于静止或匀速直线运动的状态, 均属力平衡的情形. 而与其运动的方向无关.

【例3】如右图所示, 重量为G的均匀链条, 两端用等长的轻绳连接, 挂在等高的地方, 绳与水平线成 θ 角. 试求:



- (1) 绳子的张力;
(2) 链条最低点的张力.

【解析】整个链条受力如右图所示, 由正交分解与力的平衡条件得:

$$T_1 \cos \theta = T_2 \cos \theta \quad (1)$$

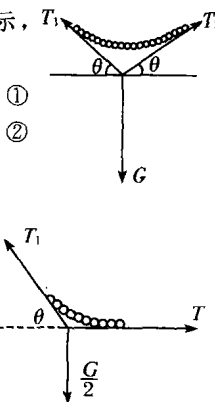
$$T_1 \sin \theta + T_2 \sin \theta = G \quad (2)$$

$$\text{由①②式得 } T_1 = T_2 = \frac{G}{2 \sin \theta}$$

左半段链条受力如右图所示, 则由平衡条件有 $T_1 \cos \theta = T$,

$$\text{所以 } T = \frac{G}{2 \sin \theta} \cdot \cos \theta = \frac{G}{2} \cdot \cot \theta$$

【答案】(1) $\frac{G}{2 \sin \theta}$; (2) $\frac{G}{2} \cot \theta$



【点评】本题主要考查整体法和隔离法解决共点力的平衡问题. 合理选取研究对象是解决本题的关键.

【例4】一个重为G的小环套在竖直放置的半径为R的光滑大圆环上, 一个劲度系数为k、自然长度为L($L < 2R$)的轻质弹簧, 其上端固定在大圆环的最高点A, 下端与小环相连, 如右图所示. 不考虑摩擦, 求小环静止时弹簧与竖直方

向的夹角 θ 。

【解析】 相似三角形法。小环受到重力 G 、弹簧的拉力 F' 和大环对小环的弹力 F_N 的作用,如右图所示,由平衡条件可知 G 与 F_N 的合力与弹簧的作用力 F' 是一对平衡力,由图中的几何关系可知:力三角形与几何三角形相似,由对应边成比例可得:

$$\frac{G}{F} = \frac{R}{2R\cos\theta}, \quad (1)$$

$$\text{而 } F = k(2R\cos\theta - L), \quad (2)$$

①②式联立可得

$$\cos\theta = \frac{kL}{2(kR - G)},$$

$$\text{所以 } \theta = \arccos \frac{kL}{2(kR - G)}.$$

【点评】 本题主要考查三角形相似法解决力平衡问题。通过受力分析后作出矢量图,找出力与几何三角形的关系。利用三角形相似解决问题是一种重要的方法。

【例5】 如图所示,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 点的连线与水平线夹角为 $\alpha = 60^\circ$ 。两个球的质量比 m_2/m_1 为 ()

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

【解析】 以 m_1 为研究对象,质量为 m_1 的小球受力情况如图:重力 m_1g ,方向向下;碗对小球的弹力 N ,方向沿半径方向斜向上;绳对小球的拉力 T ,沿绳子方向斜向上。因为三力平衡,所以 N 与 T 的合力与 m_2g 等值反向。在平行四边形中解三角形:

解法1 由正弦定理得

$$\frac{m_1g}{\sin(\pi - 2\beta)} = \frac{T}{\sin\beta} \quad (1)$$

由几何关系得 $\beta = 30^\circ$ (2)

又 $T = m_2g$ (3)

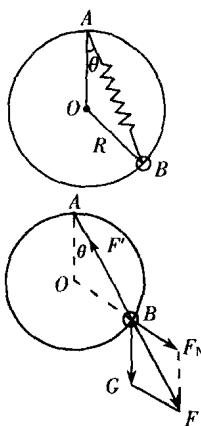
$$\text{由①②③得 } \frac{m_2}{m_1} = \frac{\sqrt{3}}{3}.$$

解法2 由分析知所作平行四边形为菱形,连接平行四边形另一对角线得一直角三角形,在直角三角形中有 T

$$= N = \frac{m_1g}{2\cos\beta} \text{ 进一步得 } \frac{m_2}{m_1} = \frac{\sqrt{3}}{3}.$$

【答案】 A

【点评】 本题主要考查三力平衡问题。三力作用下物体平衡一般用合成法作出平行四边形,然后回到三角形去解。注意平行四边形为菱形时,则一般转化为直角三角形去解;对一般三角形还应应用正弦、余弦定理。



方法归纳

受力分析的依据和方法

1. 受力分析的主要依据

(1) 力的来源:力的产生必须满足一定的条件,它与物体所处的环境、自身的特点、运动情况等有关。如:场力。物体处于重力场中,必受重力;当物体本身带电,而又处于电场中,必受电场力;运动的带电体,在磁场中,满足速度方向与磁场方向不平行,将受磁场力。

(2) 力的效果:力是使受力物体的形状、运动状态发生改变的原因。物体的形状只要发生改变,肯定它受弹力作用。当物体运动状态发生改变,即有加速度时,肯定合外力不为零。

2. 受力分析的主要步骤

(1) 一般先分析已知外力和场力(指重力、电场力、磁场力)。从题目已知条件中分析物体受有某外力,首先在受力图中画出此力。

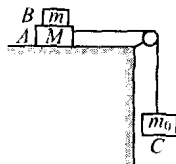
(2) 寻找物体跟周围物体的接触面和接触点。

(3) 逐一分析每一接触面(接触点)上的弹力和摩擦力。注意每个接触面上最多有两个力。

活学活用

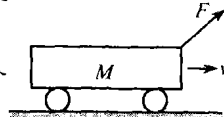
1. A、B、C 三物块的质量分别为 M 、 m 和 m_0 ,作如下图所示的连接,绳子不可伸长,且绳子和滑轮的质量、滑轮的摩擦均可不计。若 B 随 A 一起沿水平桌面做匀速运动,则可以断定 ()

- A. 物块 A 与桌面之间有摩擦力,大小为 m_0g
 B. 物块 A 与 B 之间有摩擦力,大小为 m_0g
 C. 桌面对 A、B 对 A 都有摩擦力,两者方向相同,合力为 m_0g
 D. 桌面对 A、B 对 A 都有摩擦力,两者方向相反,合力为 m_0g

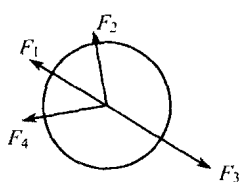


2. 如下图所示,小车 M 在恒力作用下沿水平地面做直线运动,由此可判断 ()

- A. 若地面光滑,则小车一定受三个力作用
 B. 若地面粗糙,则小车可能受三个力作用
 C. 若小车做匀速运动,则小车一定受四个力作用
 D. 若小车做加速运动,则小车可能受三个力作用



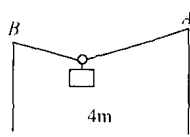
3. 如右图所示,某个物体在 F_1 、 F_2 、 F_3 和 F_4 四个共点力作用下处于静止状态。若 F_4 的方向沿逆时针转过 60° 而保持其大小不变,其余三个力的大小和方向均保持不变,则此时物体所受到的合力大小为 ()



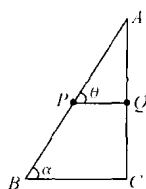
- A. $\frac{F_4}{2}$ B. 0 C. F_4 D. $\sqrt{3}F_4$

4. 如图所示,长为 5m 的细绳的两端分别系于竖立在地

面相距为 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 $F_T =$ 。

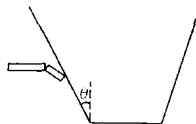


5. 如图所示，用光滑的粗铁丝做成一直角三角形，BC 水平，AC 边竖直， $\angle ABC = \alpha$ ，AB 及 AC 两边上分别套有细线连着的铜环 P、Q，当它们静止时，细线跟 AB 所成的角 θ 的大小为（细线长度小于 BC）（ ）



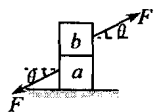
- A. $\theta = \alpha$ B. $\theta > \frac{\pi}{2}$
C. $\theta < \alpha$ D. $\alpha < \theta < \frac{\pi}{2}$

6. 1999 年，中国北极科学考察队首次乘坐我国自行研制的“雪龙”号科学考察船对北极地区海域进行了全方位的卓有成效的科学考察。这次考察获得了圆满成功，并取得一大批极为珍贵的资料。“雪龙”号科学考察船不仅采用特殊的材料，而且船体的结构也应满足一定的条件，以对付北极地区的冰块与冰层，它是靠本身的重力压碎周围的冰块，同时又将碎冰块挤向船底。如果碎冰块仍挤在冰层与船体之间，船体由于受巨大的侧压力而可能解体。为此，如图所示，船体与铅垂面之间必须有一倾斜角 θ 。设船体与冰块间的动摩擦因数为 μ ，试问使压碎的冰块能被挤向船底， θ 角应满足什么条件？



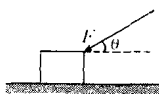
成功训练

7. a、b 两木块质量均为 m ，叠放在水平面上，两木块保持静止，a 受到斜向下与水平方向成 θ 角的力的作用，b 受到斜向上与水平方向成 θ 角力的作用，两力大小均为 F ，如下图，则（ ）



- A. a、b 间一定存在静摩擦力
B. a 与地面间一定存在静摩擦力
C. a 对 b 的支持力一定小于 mg
D. 地面对 a 的支持力一定大于 $2mg$

8. 如图所示，一个重为 G 的木箱放在水平地面上，木箱与水平面间的动摩擦因数为 μ ，用一个与水平方向成 θ 角的推力 F 推动木箱沿地面做匀速直线运动，则推力的水平分力等于（ ）

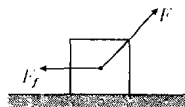


- ① $F \cos \theta$ ② $\mu G / (\cos \theta - \mu \sin \theta)$
③ $\mu G / (1 - \mu \tan \theta)$ ④ $F \sin \theta$

其中正确的是

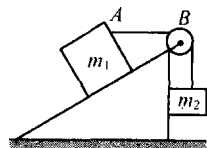
- A. 只有① B. 只有④
C. ①③ D. ②④

9. 如图所示，物块在力 F 作用下向右沿水平方向匀速运动，则物块受的摩擦力 F_f 与拉力 F 的合力方向应该是



- A. 水平向右 B. 竖直向上
C. 向右偏上 D. 向左偏上

10. 如下图所示，质量为 m_1 和 m_2 的两物体分别系在细绳的两端，细绳跨过光滑的定滑轮，AB 段恰好水平。若 $m_1 = 50\text{g}$ ， $m_2 = \sqrt{3}m_1$ 时，物体 m_1 和 m_2 均处于静止状态，那么， m_1 对光滑斜面的压力等于多少？

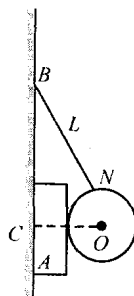


11. 如下图所示，光滑匀质圆球的直径为 40cm，质量为 20kg，悬线长 $L = 30\text{cm}$ 。正方形物块 A 厚 10cm，质量为 3kg。

物体 A 与墙之间的动摩擦因数 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{5}$ ，取 $g = 10\text{m/s}^2$ 。求：

(1) 墙对 A 的摩擦力多大？

(2) 如果施加一个与墙平行的外力于物体 A 上，使物体 A 在未脱离球前贴着墙沿水平方向做匀速直线运动，那么这个外力的大小、方向如何？



第五节 平衡物体的临界与极值问题

双基提炼

综合类试题解题指导

一、以不变求变化

动态受力分析中,先画已知信息多的力,一画大小和方向都已知,二画方向已知,三画大小已知,四画动态未知。

二、临界与极值问题的特点

1. 习题内容有明确用词,比如“刚好”、“恰能”、“最”、“极”。

2. 习题指代的物理过程因为条件不同而向不同方向发展。

3. 解决临界问题的方法:

(1) 发现为什么存在临界,过大如何,过小如何? 能否借助物理条件分析定准临界? 若不能,建立一般函数关系,通过代数方法寻求,对代数结果一定要进行符合物理的取舍,不是随便保留或放弃。

(2) 问题发展趋向不明确时用假设法解题,基本步骤是:①明确研究对象;②画受力图;③假设可发生的临界现象;④列出满足所发生的临界现象的平衡方程求解;⑤判断结果是否满足物理事实。

(3) 问题中某物理量变化时出现的最大值或最小值,可能是函数关系的限制,也可能是定义域的限制。

(4) 阅读理解——从较长的已知条件中发掘有效的物理信息(特别是物理规律,隐含参量),排除生词和多余已知条件的干扰。

解说例题

【例1】 如图所示,质量为 m 的物体靠在粗糙的竖直墙上,物体与墙之间的动摩擦因数为 μ ,若要使物体沿着墙匀速运动,则与水平方向成 α 角的外力 F 的大小如何?

【解析】 当物体沿墙匀速下滑时,受力如图

(a)所示,建立如图所示的坐标系,由平衡条件得

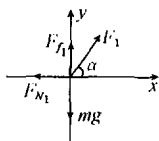
$$F_1 \sin \alpha + F_{f_1} = mg \quad ①$$

$$F_{N_1} = F_1 \cos \alpha \quad ②$$

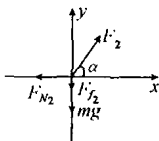
$$\text{又有 } F_{f_1} = \mu F_{N_1} \quad ③$$

由①②③解得

$$F_1 = \frac{mg}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}.$$



图(a)



图(b)

当物体匀速上滑时,受力如图(b)所示,建立如图所示的

坐标系,由平衡条件得

$$F_2 \sin \alpha = F_{f_2} + mg \quad ④$$

$$F_{N_2} = F_2 \cos \alpha \quad ⑤$$

$$\text{又有 } F_{f_2} = \mu F_{N_2} \quad ⑥$$

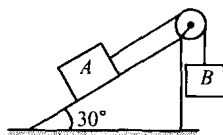
由④⑤⑥解得

$$F_2 = \frac{mg}{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}.$$

$$\text{【答案】 } \frac{mg}{\sin \alpha - \mu \cos \alpha} \text{ 或 } \frac{mg}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}$$

【点评】 本题主要考查物体受力分析和共点力平衡。“多解性”是本题的重要特征,解题时必须注意思维的多样性与严密性。

【例2】 如右图所示,斜面倾角为 30° ,物体 A 重 10N ,A 与斜面间的最大静摩擦力为 3.46N . 为了使 A 能静止在斜面上,物体 B 的重量应在什么范围内(不考虑绳重和绳与滑轮间的摩擦力)?



【解析】 假设没有物体 B 的牵拉,物体 A 放在斜面上,在沿斜面方向上,重力的一个分力为 $mg \sin 30^\circ = 5\text{N}$,即大于物体与斜面间的最大静摩擦力 $F_m = 3.46\text{N}$,所以,物体 A 没有物体 B 的牵拉,将沿斜面滑下。

设物体 A 静止在斜面上,恰好不下滑,物体所受的最大静摩擦力沿斜面向上,则: $mg \sin 30^\circ = F_m + T_{\min}$.

得 $T_{\min} = mg \sin 30^\circ - F_m = 1.54\text{N}$,这就是物体 B 最小的重量。

设物体 A 静止在斜面上,恰好不上滑,物体所受的最大静摩擦力沿斜面向下,则:

得 $T_{\max} = mg \sin 30^\circ + F_m = 8.46\text{N}$,这就是物体 B 最大的重量。

所以,为了使 A 能静止在斜面上,物体 B 的重量应在 $1.54 \sim 8.46\text{N}$ 之间。

【答案】 $1.54\text{N} \leq G_B \leq 8.46\text{N}$

【点评】 本题考查了连结体平衡问题,两个临界条件的求解是本题的突破口。

【例3】 如右图所示,物体 A 的质量为 2kg ,两根轻细绳 AB 和 AC 的一端连接于竖直墙上,使 AB 与 AC 所成的角为 θ ,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。

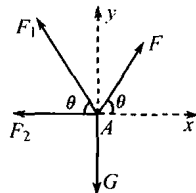
【解析】 作出 A 的受力分析如右图所示,由平衡条件

$$\sum F_y = F \sin \theta + F_1 \sin \theta - mg = 0 \quad ①$$

$$\sum F_x = F \cos \theta - F_2 - F_1 \cos \theta = 0 \quad ②$$

$$\text{由①②式得 } F = \frac{mg}{\sin \theta} - F_1 \quad ③$$

$$F = \frac{F_2}{2 \cos \theta} + \frac{mg}{2 \sin \theta}$$



④