

超级考生



湖北省城市间教学资源开发与共享联合体

武汉市教育科学研究院 荆州市教育科学研究院 黄冈市教育科学研究院 孝感市教育科学研究院

咸宁市教育科学研究院 十堰市教育科学研究院 黄石市教育研究中心 宜昌市教育研究中心

荆门市教学研究室 鄂州市教学研究室 随州市教学研究室

天门市教学研究室 潜江市教学研究室 仙桃市教育科学研究院

联合打造

物理 备战高考 一轮复习

主编 / 闫新民
陈继明

湖北长江出版集团
湖北教育出版社

《超级考生·备战高考丛书》编写出版委员会



主任 王池富 (武汉市教科院教研室主任)
副主任 曾国强 (荆州市教科院院长)
董德松 (黄冈市教科院院长)
王绍章 (孝感市教科院院长)
邓泾河 (咸宁市教科院院长)
赵 平 (十堰市教科院院长)
杨守俊 (荆门市教研室主任)
范俊明 (宜昌市教研中心主任)
龚剑平 (黄石市教研中心主任)
陈明火 (鄂州市教研室主任)
杨中山 (随州市教研室主任)
李情豪 (仙桃市教科院院长)
李祥富 (潜江市教研室主任)
肖平德 (天门市教研室主任)
曹松林 (武汉市教科院教研室副主任)
聂昌慧 (湖北教育出版社副社长)

委员 王德法 (黄冈市教科院副院长)
汪 涛 (咸宁市教科院副院长)
杨文建 (十堰市教科院副院长)
王 勇 (随州市教研室副主任)
张祖训 (仙桃市教科院副院长)
左唯英 (孝感市教科院部主任)
朱恒足 (湖北教育出版社社长助理)
梅玉闽 (湖北教育出版社第四编辑部主任)
李 慧 (湖北教育出版社第二编辑部主任)
杜正洲 (黄石市教研中心副主任)
方先培 (荆门市教研室副主任)

前言

高考理论与实践表明,高考在测试考生的一般心理能力的基础上,着重考查考生的学科知识学习与掌握情况和继续学习的潜力(即学术倾向能力)。近几年高考已向社会昭示:高考命题已顺利从知识立意转向以能力立意,更多地知识的交汇点处命题,尽可能地体现学科教育改革的成果,更好地反映课程改革的精神和要求。近几年高考命题的改革和变化,对高中教学工作尤其是高三备考提出了新的、更高的要求和挑战。如何加强教学研究,如何创新课堂教学设计,如何开展有效的针对性训练,如何进行及时反馈诊断和监控分析,如何培养学科思维能力,如何实施以人为本的具有实效性的心理调节和疏导等,已引起教学研究部门和高中学校的高度关注和重视。

为了加强高考复习的针对性,优化高三课堂教学,切实有效培养学生的学科思维能力和综合能力,也是为了提高学习效益,降低高三复习备考成本,我们会集名校名师之研究成果和成功经验,为广大高三师生编撰这套重视学科基础、突出学科主干知识和思想方法、凸显学科能力培养的备考方略丛书。该丛书立足学科基础,强化学科思想方法学习与训练,渗透创新意识和探究能力的培养,体例科学实用,立意新颖,既体现了国家考试中心各科考试大纲的考查要求,又反映了湖北地区名校名师研究的最新成果。此套丛书由武汉市教育科学研究院牵头,资深学科教研员共同策划,湖北省各城市教研机构共同参与编写,是“湖北省城市间教学资源开发与共享联合体”在高中教学领域资源开发的一次新的探索和尝试。我们希望此套丛书能切实帮助广大师生解决“高考考什么,怎样复习好,如何去备考”的问题,正确引导广大师生备战高考,决胜高考。

超级考生·备战高考丛书编委会



编写说明

超级考生是强强联手的结晶,特聘请湖北省部分重点中学多年从事高三物理教学并具有丰富经验的教师撰写,从科学备考的角度进行总体规划与设计,深入研究并吸收2006年高考物理《考试大纲》的最新精神,科学预测2007年高考命题趋势,直接高效指导高考备考复习。该书根据高三第一轮复习的特点,从教与学的实际情况出发,按单元拟定专题复习内容。注意物理基本概念和基本规律的落实,注重物理学科能力和思想方法的培养,注重对实验知识的复习,培养学生独立设计和完成实验的能力以及实验迁移能力,突出对学科主干知识和重点内容的复习。书中各栏目设置说明如下:

【**超级网络**】使你懂得本单元将要学什么,明确哪些知识掌握较好,哪些还需要加强,对本单元知识结构体系一目了然。而每单元专题设置的栏目有:

【**超级导航**】设有学习指导,指出高考考什么;通过导读栏目的穿插设置,引导你自主复习,探究学习;学有所得,检验你学到了什么,还存在什么问题。

【**超级聚焦**】让你懂得本专题重点、热点、名师处理问题的方法和解题技巧。

【**超级互动**】名师指点,例题先自己做,然后看例题解析或教师点评。所选例题虽然不多,但都具有典型性、代表性、前瞻性。拓展迁移,进行相关知识训练,提升能力。

【**超级训练**】每个专题配备1—3题为双基训练,注意基础知识训练,基本方法运用;4—6题为中档典型题,它既是本专题重点知识的体现,又是历年来学生易犯错误的题;7—8题为近几年高考题,让你明确高考在本专题如何命题,对所学知识掌握程度如何;9—10题为能力提高及2007年高考预测提升能力题。

本书由闫新民、陈继明主持编写,参加编写的有:高京华、姜平、陈泽旭、吴显品、伏森泉、程启明、徐高胜、郑维鹏、蔡福生、杨萍、梁继鲁、瞿孝平、万芳华、何丙杰、唐克明、李正红。

因水平有限,编著者虽勉力为之,可能还会有一些错误和不妥之处,欢迎广大读者提出宝贵意见和建议,以利于修改和完善。

编者
2006年8月



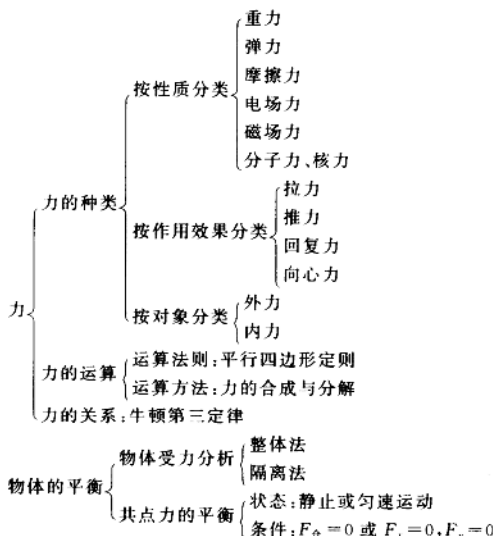
CONTENTS

目录

- 第一单元 力 物体的平衡 / 1
- 第二单元 直线运动 / 18
- 第三单元 牛顿运动定律 / 36
- 第四单元 曲线运动 万有引力 / 51
- 第五单元 动量 / 70
- 第六单元 机械能 / 91
- 第七单元 机械振动和机械波 / 110
- 第八单元 分子动理论、热和功、气体 / 125
- 第九单元 电场 / 136
- 第十单元 恒定电流 / 153
- 第十一单元 磁场 / 169
- 第十二单元 电磁感应 / 185
- 第十三单元 交变电流 电磁场和电磁波 / 196
- 第十四单元 光的反射和折射 / 208
- 第十五单元 光的本性 / 216
- 第十六单元 原子和原子核 / 222

第一单元 力 物体的平衡

超级网络



本单元在高考中主要考查学生对力的概念的理解,对受力分析的掌握以及力的合成与分解;重点考查共点力的平衡.本单元是高中物理的基础,所有涉及力学的知识都离不开本单元内容.本单元难点是整体法和隔离法;另一难点是摩擦力.

专题一 力 重力 弹力

超级导航

(一)学习指导

力是物体间相互作用,是物体发生形变和物体运动状态变化的原因(Ⅱ)

力是矢量(Ⅱ)

形变和弹力、胡克定律(Ⅱ)

在地球表面附近,可以认为重力近似等于万有引力.

(二)学有所得

一、力的概念

1. 力的本质:(1)力的物质性:力不能离开_____而单独存在.(2)力的相互性:力总是_____出现的.(3)力的矢量性:力有大小和方向,力的运算遵循_____定则.(4)力的作用的独立性:如几个力作用在同一物体上,每个力的作用效果不会受到其他力的存在而受影响.

2. 力的作用效果:力使物体发生形变和产生加速度.(1)力的瞬时作用效果是使物体产生加速度 $a=F/m$. (2)力的时

间的积累是力对物体产生冲量, $I=_____$. (3)力对空间的积累是力对物体做功, $W=_____$.

3. 力的分类:(1)按性质分类,可分为重力、_____等.(2)按作用效果分类,可分为动力、阻力、回复力、向心力等.

二、重力

4. (1)重力的产生:由于地球对物体吸引力而产生.(2)重力不一定等同于万有引力.(3)重力大小 $G=mg$,重力方向竖直向下.(4)重力作用点叫物体的_____,物体各部分都受重力作用,但从效果看,可以认为各部分受到重力集中于一点,这点是_____.对于质量分布均匀、形状规则的物体,其重心在物体几何中心.

三、弹力

5. 发生形变的物体在撤去外力后能恢复原状,这种形变叫_____.

6. 弹力:(1)定义:发生形变的物体,由于要恢复原状,对跟它_____的物体产生力的作用.(2)弹力产生的条件:_____.

7. 弹力的方向:与作用在物体上使物体发生形变的外力的方向_____.

8. 轻绳只能产生_____,其方向沿轻绳收缩的方向.轻杆对物体拉力或支持力不一定沿杆的方向,二端受力的轻杆的弹力一定沿杆的方向.点与曲面接触时,弹力的方向_____于曲面接触点的切面.

9. 胡克定律:在弹性限度内,弹簧弹力与形变_____.

超级聚焦



一、力

1. 力是物体对物体的相互作用,两物体不接触也可能存在相互作用力.

2. 力的相互性:力的作用是相互的,有施力物体必有受力物体.

3. 力的物质性:力不能离开物体而单独存在.

4. 力的作用独立性.

二、重力

1. 重力的产生:由于地球引力而产生的.

2. 重力的大小和方向:大小 mg ;方向:竖直向下.

3. 重力与万有引力的关系

重力是由于地球对物体吸引而产生的力,但不能认为重力就是地球对物体的吸引力.因为此引力除产生重力外,还要提供物体随地球自转所需向心力.如在赤道上 $mg = G \frac{mM}{R^2} - m(\frac{2\pi}{T})^2 R$.

重力方向不一定指向球心(两极是指向球心的),重力的方向竖直向下.同一物体在不同纬度处重力大小不同.不过由于此原因引起的重力变化不大,一般忽略地球的自转效应,近似认为 $mg = G \frac{mM}{R^2}$.

4. 重心是物体受到重力的等效作用点.物体的重心的位置除与物体形状有关,还与质量分布有关.质量分布均匀且有规则几何形状物体重心在物体几何中心.物体重心不一定在物体上.工程上可用吊线法确定重心.质量分布均匀的三角形重心是三条中线的交点.

三、弹力

1. 弹力产生条件是“接触且有弹性形变”

若物体间虽然接触但无拉伸或挤压,则并无弹力产生.当形变非常微小时,不好观察,可借助“假设法”,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.例如,如图 1-1-1 所示,静止在水平面上的球不受到斜面对它的弹力,因为假设受到斜面对球的弹力,球不可能处于平衡状态,说明斜面虽然与球接触但无弹性形变.

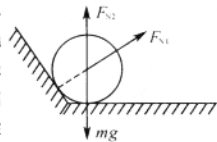


图 1-1-1

2. 弹力有无的判断方法

(1) 对于形变较明显判断的情况,由形变方向直接判断.

(2) 形变不明显的情况,常用假设法进行判断.

3. 弹力的方向

(1) 弹力的方向与物体形变方向相反,作用在迫使物体发生形变的物体上.

① 轻绳、轻弹簧、轻杆

轻绳只能受拉力,不能受压力,方向沿绳且指向绳子收缩的方向.轻弹簧受力,既可以是压力,也可以是拉力,方向沿弹簧轴线方向.轻杆既可受压,亦可受拉,也可能受弯曲、扭转等.轻杆二端受力,拉力或压力一定沿杆方向.请比较下图两轻杆处于平衡时杆的弹力方向.

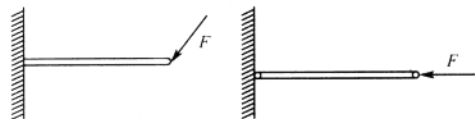


图 1-1-2

② 面与面、点与面接触

物体的面与面、点与面接触时,弹力方向垂直于面,若是曲面则垂直于切面,且指向受力物体.

(2) 根据物体的运动情况,利用平衡条件或者牛顿运动定律判断.

4. 胡克定律 $F = kx$

应注意 x 是弹簧形变量而不是弹簧原长.

超级互动



例题 1 如图 1-1-3 所示,竖直弹簧悬挂一光滑小球,小球与斜面体接触并处于静止状态,则小球受到的外力的个数是().

- A. 2 个 B. 3 个
C. 4 个 D. 5 个

【思路与解答】 根据判断弹力是否存在的方法,小球受重力和弹簧拉力处于平衡,不可能受到斜面体对它的支持力,故选 A.



图 1-1-3

【点评】 实质上球与斜面接触点无弹性形变.

【拓展迁移】 如图 1-1-4 所示,竖直放置的轻弹簧一端固定在地面上,另一端与斜面体连接, P 与斜放其上的固定挡板 MN 接触且处于静止状态,则斜面体 P 此刻受到的外力个数可能有().

- A. 2 个 B. 3 个
C. 4 个 D. 5 个

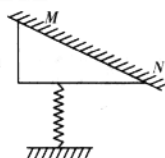


图 1-1-4

【答案】 AC

例题 2 (2004·湖北、湖南卷)如图 1-1-5 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中弹簧左端固定左墙上;②中弹簧左端受大小也为 F 的拉力作用;③中弹簧左端拴一小物块,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. $l_2 = l_4$

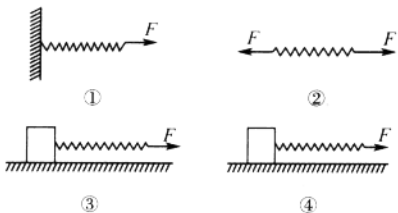


图 1-1-5

【思路与解答】 题目考查了胡克定律及弹力产生条件, 四种情况下, 弹簧弹力大小都为 F , 由胡克定律, $l_1 = l_2 = l_3 = l_4$, 故选 D.

【点评】 只要把握住轻质弹簧两端的作用力是等大的, 就可以得到正确答案.

【拓展迁移】 (2002 · 广东卷) 图 1-1-6 中 a, b, c 为三个物块, M, N 为两个轻质弹簧, R 为跨过定滑轮的轻绳, 它们联结如图所示, 并处于平衡状态, 则().

- 有可能 N 处于拉伸状态而 M 处于压缩状态
- 有可能 N 处于压缩状态而 M 处于拉伸状态
- 有可能 N 处于不伸不缩状态而 M 处于拉伸状态
- 有可能 N 处于拉伸状态而 M 处于不伸不缩状态

【答案】 AD

例题 3 三个相同的支持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 和 O_c 分别位于球心的正上方和正下方, 如图 1-1-7 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().

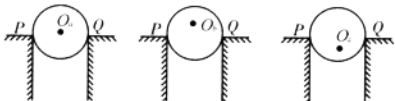


图 1-1-7

- $N_a = N_b = N_c$
- $N_b > N_a > N_c$
- $N_b < N_a < N_c$
- $N_a > N_b = N_c$

【思路与解答】 三种情况下, 相同的光滑球与支座之间只存在弹力, 且支座支持方向都沿法向指向球心, 与物体的重心位置无关, 故选 A.

【点评】 弹力沿接触面法向, 不一定指向物体重心.

超级训练



- 关于力, 下列说法错误的是().
 - 根据效果命名的不同名称的力, 性质可能相同
 - 物体受几个力同时作用时, 运动状态一定发生改变
 - 马拉车前进, 马对车有拉力, 车对马无拉力
 - 受力物体同时是施力物体, 施力物体同时也是受力物体
- 关于重力, 下列说法正确的是().
 - 物体只有在落向地面时才受到重力

- 重力的方向总是指向地心
- 重力的大小可用弹簧秤或杆秤直接测量
- 重力的大小跟物体的运动速度无关

3. 下面关于弹力的说法正确的是().

- 通常所说的压力、支持力和绳的拉力都是弹力
- 浮力的性质是弹力
- 压力和支持力的方向总是垂直于接触面
- 轻杆和绳上产生的弹力方向一定沿绳或轻杆方向

4. 如图 1-1-8 所示, 将两个相同的条形磁铁吸在一起, 置于水平桌面上, 下面说法正确的是().

- B 对桌面的压力的大小等于 A, B 的重力和
- A 对 B 的压力大于 A 的重力
- A 对 B 的压力的大小等于 A 的重力
- B 对桌面的压力小于 A, B 的重力之和

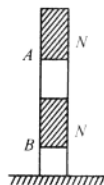


图 1-1-8

5. 如图 1-1-9 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, 下面关于杆对球的弹力 F 的判断正确的是().

- 小车静止时, $F = mg \cos \theta$, 方向沿杆向上
- 小车静止时, $F = mg \cos \theta$, 方向沿杆向下
- 小车向右以加速度 a 加速运动时, 一定有 $F = mg / \sin \theta$
- 小车向左以加速度 a 加速运动时,

$F = \sqrt{(mg)^2 + (ma)^2}$, 方向斜向左上方, 与竖直方向夹角 $\alpha = \arccot(a/g)$

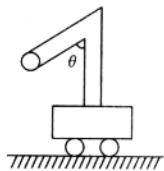


图 1-1-9

6. 如图 1-1-10 所示, 劲度系数为 k_2 的弹簧, 竖直放在桌面上, 上面压一质量为 m 的物块, 另一劲度系数为 k_1 的轻质弹簧竖直地放在物块上面, 其下端与物块上表面连接在一起, 要想使物体静止时, 下面弹簧力变为原来的 $\frac{2}{3}$, 应将上面的弹簧上端 A 在竖直方向上提多大距离?

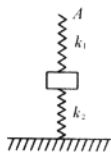


图 1-1-10

7. 如图 1-1-11 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 , 劲度系数为 k 的轻弹簧联结起来, 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().



图 1-1-11

- $L + \frac{\mu}{k} m_1 g$
- $L + \frac{\mu}{k} (m_1 + m_2) g$
- $L + \frac{\mu}{k} m_2 g$
- $L + \frac{\mu}{k} (\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}) g$

8. 如图 1-1-12 所示, 滑轮本身的质量可忽略不计, 滑轮轴 O 安在一根轻木杆 B 上, 一根轻绳 AC 绕过滑轮, A 端固定在墙上, 且绳保持水平, C 端下面挂一个重物, BO 与竖直方向夹角 $\theta = 45^\circ$, 系统保持平衡. 若保持滑轮的位置不变, 改变 θ 的大小, 则滑轮受到木杆的弹力大小变化情况是().

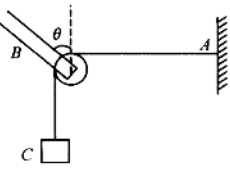


图 1-1-12

- A. 只有角 θ 变小, 弹力才变小
B. 只有角 θ 变大, 弹力才变大
C. 不论角 θ 变大或变小, 弹力都变大
D. 不论角 θ 变大或变小, 弹力都不变
9. 如图 1-1-13 所示, A 物体重 2N , B 物体重 4N , 中间用弹簧联结, 弹力大小为 2N , 此时吊 A 物体的绳的张力为 T , B 对地的压力为 N , 则 T, N 数值可能是().

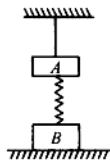


图 1-1-13

- A. $7\text{N}, 0\text{N}$ B. $4\text{N}, 2\text{N}$
C. $1\text{N}, 6\text{N}$ D. $0\text{N}, 6\text{N}$

专题二 摩擦力

超级导航

(一) 学习指导

静摩擦、最大静摩擦力(I)

滑动摩擦力、滑动摩擦定律(II)

不要求知道静摩擦因数

(二) 学有所得

一、静摩擦力

1. 静摩擦力产生的条件是_____.

2. 静摩擦力总是阻碍物体间相对运动_____, 静摩擦力大小随外力的增大而增大, 大小可以在_____之间变化.

3. 静摩擦力方向总跟接触面相切, 并跟_____方向相反.

二、滑动摩擦力

4. 滑动摩擦力产生的条件是_____.

5. 滑动摩擦力总是阻碍物体间相对运动, 大小 $f = \mu F_N$, μ 为动摩擦因数, 只与接触面的_____和_____有关.

6. 滑动摩擦力的方向与_____方向相反.

超级聚焦

一、滑动摩擦力

1. 摩擦力是在相互接触的物体表面上产生的阻碍相对运动或相对运动趋势的力.

2. 对滑动摩擦力的理解

(1) 滑动摩擦力的大小跟压力成正比, 即 $F = \mu F_N$, μ 叫动摩擦因数, μ 只与接触面的粗糙程度、接触面的材料有关, 与接触面积、接触面上受力、运动状态无关.

(2) $F = \mu F_N$, 式中 F_N 并不总等于物体重力大小.

(3) 滑动摩擦力并不一定与物体运动方向相反, 但一定与物体相对运动方向相反.

(4) 滑动摩擦力可以做动力, 对物体做正功, 也可以做阻力, 对物体做负功, 也可以对物体不做功, 如擦黑板时, 滑动摩擦力对黑板不做功.

如图 1-2-1, 光滑的水平面上木板 A 静止, 木块 B 以初速度 V_0 冲上木板, 木板与木板之间滑动摩擦力对木块做负功, 对木板做正功.

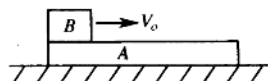


图 1-2-1

(5) 无正压力 F_N 时, 滑动摩擦力为零, 试比较图 1-2-2 甲、乙两图木块 A 是否受到摩擦力.

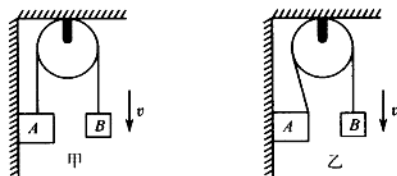


图 1-2-2

(6) 不能绝对地说静止的物体受到摩擦力必是静摩擦力, 运动的物体受到的摩擦力一定是滑动摩擦力.

二、静摩擦力是否存在及其方向的判断方法

1. 假设法: 可假设接触面光滑, 看物体间会不会发生相对运动. 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与已知条件矛盾结果, 从而对假设方向作出取舍.

2. 反推法: 研究物体表现出的运动状态这个结果反推它必须具备的条件, 分析条件中摩擦力因素所起的作用, 不难判断出摩擦力的方向.

如图 1-2-3 所示, 物块 A 和 B 在外力 F 作用下一起沿水平面向右以加速度 a 做匀加速直线运动, 若 A 的质量为 m , 则很容易确定 A 受的静摩擦力大小为 ma , 方向水平向右.

三、摩擦力大小的计算

1. 分清摩擦力的种类: 静摩擦力还是滑动摩擦力.

2. 对滑动摩擦力 $F = \mu F_N$ 公式计算.

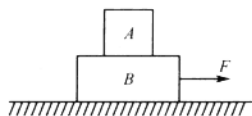


图 1-2-3

3. 静摩擦力大小

(1) 最大静摩擦力 F_m ，它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，它的数值与 F_N 有关，中学阶段对此不作要求。

(2) 静摩擦力 F 的大小介于 0 到 F_m 之间， F 的大小和方向都跟产生相对运动趋势的外力有关，随外力增大而增大并与外力大小相等，静摩擦力与正压力 F_N 无直接关系，因而 F 的大小和方向的可变性强，是本节的难点。

(3) 初学者易犯错误是不管何种摩擦力，都认为 $F = \mu F_N$ 。

超级互动



例题 1 如图 1-2-4 所示，位于斜面上的物块 M 在沿斜面向上的力 F 作用下处于静止状态，则斜面作用于物块的静摩擦力的情况是()。

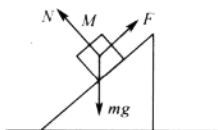
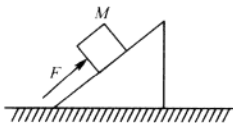


图 1-2-4

- A. 方向可能沿斜面向上 B. 方向可能沿斜面向下
C. 大小可能等于零 D. 大小可能等于 F

【思路与解答】 除摩擦力外，物体受力如图，因为推力 F 和重力沿斜面向下的力 $mg \sin \theta$ 的大小关系不确定，因此摩擦力方向不确定，故 A、B、C 对。当 $2F = mg \sin \theta$ 时，静摩擦力 $f = F = \frac{1}{2} mg \sin \theta$ ，故 D 对，故选 A、B、C、D。

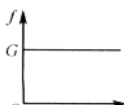
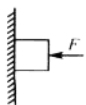
【点评】 静摩擦力方向与相对运动趋势方向相反，静摩擦力大小方向根据外界条件变化。

【拓展迁移】 如例题 1 图 1-2-4 所示，位于斜面上的物块 M 在沿斜面向上的力 F 作用下处于静止状态，当力 F 增加时， M 仍处于静止状态，则斜面作用于物块的静摩擦力大小可能是()。

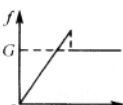
- A. 增大 B. 减小
C. 先增大后减小 D. 先减小后增大

【答案】 ABD

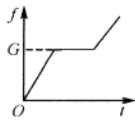
例题 2 把一重为 G 的物体，用一个水平的推力 $F = kt$ (k 为恒量， t 为时间)压在竖直的足够高的平整的墙上，从 $t = 0$ 开始物体所受的摩擦力 f 随 t 的变化关系是图 A、B、C、D 中的哪一个？()。



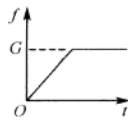
A



B



C



D

图 1-2-5

【思路与解答】 开始运动时 $f < G$ ，物体加速下滑；当 f 增加到等于 G 时，物体加速度为零，速度达到最大；当 $f > G$ 时，物体减速下滑，上述过程中 $f = \mu N = \mu kt$ ， f 与 t 为正比例函数，当物体速度减小为零后，物体静止，摩擦力 f 为静摩擦力，根据物体平衡条件，此时 $f = G$ ，综上，正确的 $f-t$ 图象应为 B。

【点评】 根据物体运动状态分析摩擦力情况。

例题 3 如图 1-2-6 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. $\mu_1 \neq 0, \mu_2 \neq 0$

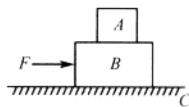


图 1-2-6

【思路与解答】 以整体为研究对象，物体处于匀速平衡状态，故地面摩擦力一定不为零，则 $\mu_2 \neq 0$ ， A 物体匀速运动受力平衡， A 与 B 之间无摩擦力，但 μ_1 可以为零，也可以不为零，故选 BD。

【点评】 力不是维持物体运动的原因， A 、 B 之间无摩擦力，注意基本概念。

例题 4 小木块 m 从光滑曲面下的 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 1-2-7 所示，现在传送带在皮带轮带动下逆时针转动，让 m 从 P 处重新滑下，则此次木块落地点将()。

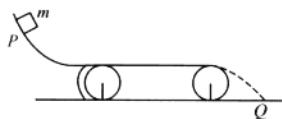


图 1-2-7

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

【思路与解答】 传送带不动及逆时针转动时，木块与传送带之间摩擦力都是滑动摩擦力，大小、方向相同，故物块运动相同，故选 A。

【点评】 滑动摩擦力的产生机理是两个物体间有相对运动。

【拓展迁移】 如果传送带顺时针转动，下滑物块落点可能在 Q 之前、 Q 之后，还是在 Q 点？

【答案】 可能在 Q 之前或者 Q 点。



1. 下列关于物体受静摩擦力作用的说法正确的是()。

- A. 静摩擦力的方向一定跟物体运动方向相反
- B. 静摩擦力的方向不可能跟物体运动方向相同
- C. 静摩擦力的方向可能跟物体运动方向垂直
- D. 静止的物体所受静摩擦力一定为零

2. 质量为 m 的物体放在质量为 M 的物体上, M 系在固定在墙上的水平弹簧的一端且置于光滑水平面上, 如图 1-2-8 所示, 若弹簧劲度系数为 k , 将 M 向右拉离平衡位置 x , 然后无初速释放, 在以后的运动过程中, m 和 M 保持相对静止, 那么 m 在运动中受到摩擦力的最大值为 _____, 最小值为 _____。

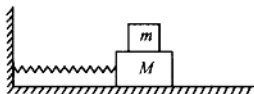


图 1-2-8

3. 如图 1-2-9 所示, 一质量为 m 的木块放在倾角为 α 的传送带上, 随传送带一起向上或向下做加速运动, 加速度大小为 a , 试求两种情况下物体所受的摩擦力 f 。

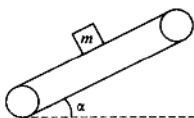


图 1-2-9

4. 如图 1-2-10 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

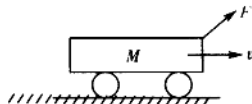


图 1-2-10

5. 在粗糙水平面上放一物体 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 1-2-11 所示), 计算下列情况下 A 对 B 的摩擦力的大小:

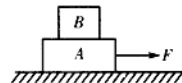


图 1-2-11

- (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 $\frac{1}{5}$ 伸到 A 的外面时。

6. 如图 1-2-12 所示, 物体 M 通过与斜面平行的细绳与小物块 m 相连, 斜面的倾角 α 可以改变, 讨论物块 M 对斜面的摩擦力的大小, 则一定有()。

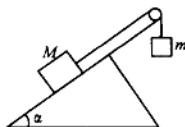


图 1-2-12

- A. 若物体 M 保持静止, 则 α 角越大, 摩擦力越大
- B. 若物体 M 保持静止, 则 α 角越大, 摩擦力越小
- C. 若物体 M 沿斜面向下, 则 α 角越大, 摩擦力越大
- D. 若物体 M 沿斜面向下, 则 α 角越大, 摩擦力越小

7. 如图 1-2-13 所示, 一木块放在水平面上, 在水平方向共受三个力即 $F_1 = 10\text{N}$, $F_2 = 2\text{N}$ 和摩擦力的作用, 木块处于静止状态, 若撤去力 F_1 , 则木块在水平方向受到的合力为()。

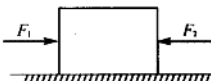


图 1-2-13

- A. 10N , 方向向左
- B. 6N , 方向向右
- C. 2N , 方向向左
- D. 零

8. 如图 1-2-14 所示, 一木板 B 放在水平面上, 木块 A 放在 B 的上面, A 的右端通过一不可伸长的轻绳固定在直立墙壁上, 用力 F 向左拉动 B , 使它以速度 V 做匀速运动, 这时绳的张力为 T , 下面说法正确的是()。

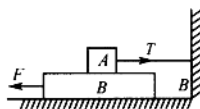


图 1-2-14

- A. 木板 B 受到的滑动摩擦力大小等于 T
- B. 水平面受到的滑动摩擦力大小等于 T
- C. 木板 A 受到的滑动摩擦力大小等于 T
- D. 若木板 B 以 $2V$ 的速度匀速运动, 则拉力等于 $2F$

专题三 共点力的合成与分解

超级导航

- (一) 学习指导
- 力的合成与分解(II)
- (二) 学有所得

一、物体受力分析的方法——隔离法

1. 将要分析受力的物体与其他物体隔离, 只分析隔离的物体 _____ 的力, 不分析该物体对其他物体 _____ 的力, 既不能凭空 _____ 一个力, 也不能漏掉一个力, 物体受到的力都可以找到相应的 _____ 和施力物体。

二、共点力

2. 物体同时受到的几个力都作用于物体同一点或作用线交于一点的力叫共点力, 不考虑物体的转动, 可以把物体受到的力 _____ 到物体质心上。

三、运算法则

3. 力的合成与分解遵循矢量运算法则, 具体有 _____ 和正交分解法, 正交分解法把矢量运算转化为标量运算。

四、共点力的合成

4. 两个共点力合力取值范围为 _____, 同时作用在 _____ 物体上的共点力才能合成, 合力可能比分力大,

也可能比分力小。

5. 两个相等的力夹角为_____时,合力与分力大小相等。

6. F_1 、 F_2 两个共点力夹角为 θ 时, $F_{\text{合}} =$ _____。

五、共点力的分解

7. 由一个力求它的分力叫力的分解,力可按_____分解,也可按_____分解。

8. 已知两个分力方向,力的分解是_____的。

9. _____同时存在、同种性质、等值反向、共线异体。

超级聚焦

一、平行四边形定则

1. 合力与分力:

合力与分力的关系是等效替代关系,即一个力若分解为两个分力,在分析和计算时,考虑了两个分力的作用,就不可再考虑这个合力的作用了,否则重复了计算。

2. 平行四边形定则:

由于力的分解和合成互为逆运算,所以都遵从平行四边形定则。它的内容是:如果表示两个共点力 F_1 、 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,大小 $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$,如图

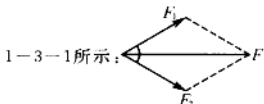


图 1-3-1

3. 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 的线段首尾相接地画出, F_1 、 F_2 另外两端连接起来,则此连线表示合力 F 的大小和方向。

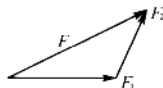


图 1-3-2

4. 共点力的合成

(1) 若两个共点力 F_1 和 F_2 夹角为 θ ,根据余弦定理,其合力大小 $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$ 由此可知:

① 当 $\theta = 0^\circ$ 时, $F = F_1 + F_2$

② 当 $\theta = 90^\circ$ 时, $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

③ 当 $\theta = 180^\circ$ 时, $F = |F_1 - F_2|$

④ 当 $\theta = 120^\circ$, $F_1 = F_2$ 时, $F = F_1 = F_2$

⑤ θ 在 $0 \sim 180^\circ$ 变化时,如 F_1 、 F_2 大小一定, θ 越小, F 越大

合力的范围是 $|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$ 。合力可能大于分力,也可能等于分力,也可能小于分力,可利用三角形两边之和大于第三边,或者二边之差小于第三边进行判断。

(2) 合力的方向:若 F 与 F_1 夹角为 θ ,则 $\tan\theta = \frac{F_2 \sin\theta}{F_1 + F_2 \cos\theta}$ 当 $\theta = 90^\circ$ 时, $\tan\theta = \frac{F_2}{F_1}$

二、同一直线上的矢量运算

几个力在同一条直线上时,先在此直线上选定正方向,与其同向的力取正值,反之取负值,然后进行代数运算求其合力。

三、力的分解及常见问题讨论

1. 求已知力的分力叫力的分解,力的分解是力的合成的逆运算,同样遵循平行四边形定则。

2. 若没有限制,把一个力分解成二个分力可有无数解,在已知 F 的大小和方向情况下:

(1) 如知道 F_1 和 F_2 的方向,分解唯一。

(2) 如知道 F_1 和 F_2 的大小,分解不唯一。

(3) 如知道 F_1 的大小和方向,分解唯一。

(4) 如知道 F_1 的方向和 F_2 的大小,当 $F > F_2 > F \sin\theta$ 时,有两组解;当 $F_2 = F \sin\theta$ 时,有一组解;当 $F_2 < F \sin\theta$ 时,有确定的解,如图 1-3-3 所示。

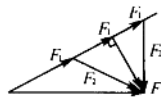


图 1-3-3

3. 在实际问题中,一般根据力的实际作用效果或处理问题的方便来分解。

按效果分解:如图 1-3-4 所示,光滑的球被竖直档板挡在斜面上静止,如何分解它受的重力呢?其重力产生的效果一是使球压紧档板,二是使球压紧斜面,利用平行四边形定则,可得到它的两个分力为:

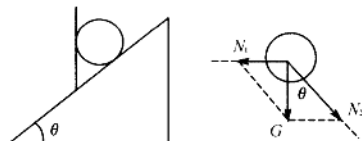


图 1-3-4

$$N_1 = G \tan\theta \quad N_2 = G / \cos\theta$$

应该说,此种分解只对物体受三个力的平衡,对物体受到三个以上的力,应用正交分解法。

4. 正交分解法

这是求多个力(三个以上的力)的合力的常用方法。根据平行四边形定则,每个力都分解到互相垂直的两个方向上,分别求这两个方向上的力的代数和 $\sum F_x$ 和 $\sum F_y$,然后求合力 $F = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2}$, $\tan\theta = \frac{\sum F_y}{\sum F_x}$ 。

5. 对物体进行受力分析

初学者在进行受力分析时,不是“漏力”就是凭空“添力”,因此在对物体进行受力分析时,应注意(1)对研究对象进行受力分析,指分析周围物体作用于研究对象的力,即是受力分析。研究对象对周围物体施出的力不是研究对象受到的力。(2)物体受到每一个力都可以找到施力物体。(3)合力与分力是互相替代的关系,不能重复分析。

受力分析的步骤是:(1)明确研究对象,即确定受力物体。(2)隔离物体分析,将研究对象从周围物体中隔离出来,进而分析物体周围有哪些物体对它施加力。(3)分析顺序:先重力再弹力,然后分析摩擦力。(3)画出受力图。(4)检查画出的每个力能否找到它的施力物体,检查分析的结果能否使研究对象处于所给的运动状态。

超级互动

例题 1 将力 F 分解为 F_1 、 F_2 两个分力, F_1 的大小已知, F_2 与 F 之间的夹角为 θ ($\theta < 90^\circ$), 则()。

A. 当 $F_1 > F \sin\theta$ 时,肯定有两个解

B. 当 $F > F_1 > F \sin \theta$ 时, 肯定有两个解

C. 当 $F_1 < F \sin \theta$ 时, 有唯一解

D. $F_1 < F \sin \theta$ 时, 无解

【思路与解答】 如图 1-3-5 所示, 已知 F, F_2 的方向, 以 F 的矢尖为圆心, F_1 为半径画圆, 得到答案 B、D.

图 1-3-5

【点评】 利用矢量三角形作图的方法较方便.

例 2 一个物体受到如图 1-3-6 所示几个共点力的作用, 试求合力. 其中 $F_1 = 20\text{N}, F_2 = 30\text{N}, F_3 = 40\text{N}$, 三力之间互为 120° 角.

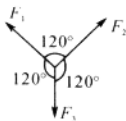


图 1-3-6

【思路与解答】 如采用二力合成, 再与第三个力合成, 再与第四个力合成将非常复杂.

建立如图 1-3-7 所示坐标系, 利用正交分解法.

$$\Sigma F_x = F_2 \cos 30^\circ - F_1 \cos 30^\circ$$

$$= 5\sqrt{3}$$

$$\Sigma F_y = F_2 \sin 30^\circ + F_1 \sin 30^\circ - F_3$$

$$= -15$$

$$\therefore F_{\text{合}} = \sqrt{(5\sqrt{3})^2 + (-15)^2}$$

$$= 10\sqrt{3}$$

$$\tan \theta = \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x} \quad \theta = 30^\circ$$

θ 是合力与 x 正方向夹角, 如图 1-3-7 所示.

图 1-3-7

【点评】 采用正交分解法可求几个力的合力.

例 3 如图 1-3-8 所示, 重球用绳子挂在光滑的墙上, 当保持重力不变而增大球的半径时 ().

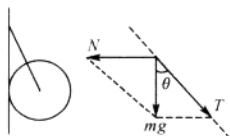


图 1-3-8

A. 绳的张力不变, 墙的压力不变

B. 绳的张力增大, 墙的压力增大

C. 绳的张力减小, 墙的压力减小

D. 绳的张力减小, 墙的压力增大

【思路与解答】 将重力 mg 沿绳方向和与墙垂直方向分解, 得到 $T = mg / \cos \theta, N = mg \tan \theta$, r 增大而绳长不变, 故 θ 增大, 则 T 增大, N 增大, 选 B.

【点评】 物体受三个力平衡问题可按力的分解方法求分力.

例 4 如图 1-3-9 所示, 质量为 m 的球放在倾角为 α 的光滑的斜面上, 试分析挡板 AO 与斜面间的倾角 β 多大时, AO 所受压力最小?

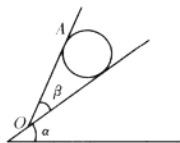
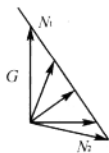


图 1-3-9



【思路与解答】 利用图解法求解较简单. 取球为研究对象, 球受重力 G 、斜面支持力 N_1 、挡板压力 N_2 , 因为球处于平衡, 三个力构成封闭三角形. 当挡板逆时针转动时, N_2 也逆时针转动, N_2 先减小后增大, 当 N_2 与 N_1 垂直, 即 $\beta = 90^\circ$ 时, N_2 最小. 动态矢量三角形如图 1-3-9 所示.

【点评】 此题用解析法比较困难.

超级训练



1. 关于合力与其两个分力的关系, 下列说法错误的是 ().

- A. 合力的作用效果与两个分力的作用效果相同
- B. 合力的大小一定等于两个分力的代数和
- C. 合力可能小于它的任一分力
- D. 合力的大小可能等于某一分力的大小

2. 已知力 F 的一个分力 F_1 与 F 成 30° 角, 大小未知, 另一分力 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. $\frac{\sqrt{3}}{3}F$
- B. $\frac{\sqrt{3}}{2}F$
- C. $\frac{2}{3}\sqrt{3}F$
- D. $\sqrt{3}F$

3. 作用在同一物体上的下列几组力中, 不能使物体做匀速运动的有 ().

- A. 3N, 4N, 5N
- B. 2N, 3N, 6N
- C. 4N, 6N, 9N
- D. 5N, 6N, 11N

4. 如图 1-3-10 所示, 物体静止于光滑水平面上, 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, 那么, 必须同时再加一个力 F' , F' 的最小值是 ().

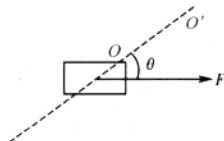


图 1-3-10

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

5. 如图 1-3-11 所示, 重物 G 用 OA 和 OB 两段等长的绳子悬挂在半圆弧的架子上, B 点固定不动, A 端由顶点 C 沿圆弧向 D 缓慢移动, 在此过程中, 绳子 OA 上的张力将 ().

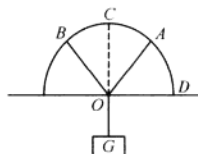


图 1-3-11

- A. 由大变小
- B. 由小变大
- C. 先减小后增大
- D. 先增大后减小

6. (2001 · 全国卷) 如图 1-3-12 所示, 重物的质量为 m , 轻细绳 AO 和 BO 的 A 端、B 端是固定的, 平衡时 AO 是水平的, BO 与水平面夹角为 θ , AO 的拉力 F_1 和 BO 的拉力 F_2 的大小是 ().

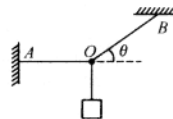


图 1-3-12

- A. $F_1 = mg \cos \theta$
- B. $F_1 = mg \cot \theta$
- C. $F_2 = mg \sin \theta$
- D. $F_2 = mg / \sin \theta$

7. 用细绳 AC 和 BC 吊起一重物, 两绳与竖直方向的夹角如

图 1-3-13 所示, AC 能承受的最大拉力为 150 N, BC 能承受的最大拉力为 100 N, 为使绳子不断裂, 所吊物体的质量不得超过多少? (g 取 10 m/s^2)

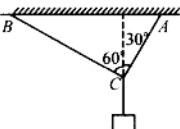


图 1-3-13

8. 如图 1-3-14 为拔桩架示意图, 绳 CE 水平, 绳 CA 竖直, 已知绳 DE 与水平方向夹角为 α , 绳 BC 与竖直方向夹角为 β , 若在 E 点施加竖直向下的大小为 F 的力, 求 CA 绳上拔桩的力的大小。

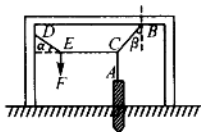


图 1-3-14

9. 如图 1-3-15 所示, 轻杆 AB 下端有一固定轴, 使杆 AB 可在纸平面内无摩擦转动, 上端有一小滑轮, 一根细绳一端固定在墙上, 绕过滑轮另一端系一质量为 m 的物体。若绳与滑轮间摩擦不计, 当系统静止时, 则 ()。

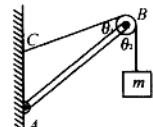


图 1-3-15

- A. $\theta_1 = \theta_2$ B. $\theta_1 > \theta_2$
C. $\theta_1 < \theta_2$ D. 上述情况均可能

10. 固定在墙上的水平横杆的顶端装有滑轮, 一根细绳跨过滑轮挂一质量为 $m = 10 \text{ kg}$ 的重物, 另一端固定在墙上, 如图 1-3-16 所示。若绳与墙的夹角为 60° , 那么滑轮受到的绳子的作用力是 ($g = 10 \text{ m/s}^2$) ()。

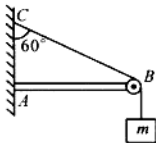


图 1-3-16

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

专题四 物体的平衡状态和平衡条件(1)

超级导航

(一) 学习指导

共点力作用下物体的平衡(II)

(二) 学有所得

1. 物体处于平衡状态是指物体处于 _____ 或 _____。

2. 共点力作用下物体平衡条件是 _____, 即 $\sum F = 0$ 或者 $\sum F_x = 0, \sum F_y = 0$ 。

3. 当物体处于平衡状态时, 它所受的某一个力与它所受其余力的合力 _____。

超级聚焦

一、共点力作用下物体平衡条件 $F=0$ 或 $\sum F_x=0, \sum F_y=0$

如图 1-4-1 所示, 物体受三个力处于平衡, 则 F_1, F_2 合力与 F_3 大小相等、方向相反。

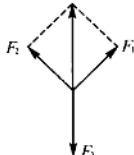


图 1-4-1

二、处理共点力平衡的常见数学方法

1. 力的合成、分解法

2. 对于三力平衡, 一般根据任意两个力的合力与第三个力等大反向, 借助于三角函数, 相似三角形等手段求解。或者将某一个力分解到另外两个力反方向上来解。对于物体受到大于三个力的平衡, 必须用正交分解法。

3. 矢量三角形法

物体受同一平面内三个互不平行的力作用处于平衡时, 这三个力的矢量箭头首尾相接, 构成一个矢量三角形; 反之, 若三个力的矢量箭头首尾相接恰好构成封闭三角形, 则这三个力的合力必为零, 利用三角形法, 根据正弦定理, 余弦定理

或者相似三角形等数学知识可求得未知力。矢量三角形作图分析直观、简便, 但它也仅适于处理三力平衡问题。

4. 相似三角形法

方法是通常寻找的是一个矢量三角形和几何三角形相似去求解, 它仅能处理三力平衡问题。

5. 三力汇交原理

如果一个物体受到三个不平行外力作用而平衡, 这三个力的作用线必在同一平面内, 而且必为共点力。

6. 正交分解法

(1) 正交分解法求解物体平衡问题步骤: ①取研究对象; ②对研究对象进行受力分析; ③取 x, y 坐标轴, 并将物体受到的力向坐标轴分解; ④列 $\sum F_x = 0, \sum F_y = 0$; ⑤解方程、验算, 如果有临界分析和多值讨论, 应加以分析和讨论。

(2) 正交分解法中易出错的地方是: ①受力分析时添力或漏力; ②少分解了力。

(3) 用正交分解时尽量将较多的力放在坐标轴上, 减少分解计算。

超级互动

例题 1 (2003 · 全国卷) 如图 1-4-2 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 $\frac{m_2}{m_1}$ 为 ()。

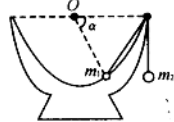


图 1-4-2

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

【思路与解答】 选取 m_1 为研究对象, 受力分析如图 1-4-3 所示. 根据碗口光滑可知 $F = m_2 g$, 由几何条件知 F 与 F_N 与竖直方向夹角 $\beta = 30^\circ$, 利用正交分解法

$$F \cos 30^\circ + F_N \cos 30^\circ = m_1 g$$

$$F \sin 30^\circ = F_N \sin 30^\circ$$

解得 $m_2/m_1 = \sqrt{3}/3$, 故选 A.

【点评】 几何关系在本题中非常重要, 碗口光滑, 绳两边拉力相等.

例题 2 一表面粗糙的斜面, 放在水平光滑的地面上, 如图 1-4-4(甲) 所示, θ 为斜面的倾角. 斜面固定时, 一质量为 m 的滑块恰好能沿斜面匀速下滑, 斜面不固定时, 若用一推力 F 作用于滑块, 使之沿斜面匀速上滑, 为了保持斜面静止不动, 必须用一大小为 $F_0 = 4mg \cos \theta \sin \theta$ 的水平力作用于斜面. 求推力 F 的大小和方向.

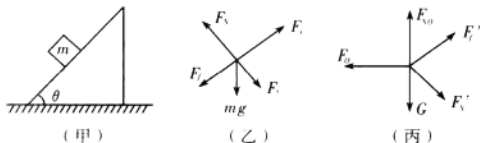


图 1-4-4

【思路与解答】 因斜面固定时, 物块恰沿斜面匀速下滑, 则 $mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$, 故 $\mu = \tan \theta$ (1)

设推力 F 沿斜面的分量为 F_x , 垂直于斜面的分量为 F_y , 物块受力如图 1-4-4(乙) 所示, 其中 F_N 为斜面对物块的支持力, F_f 为摩擦力, 则

$$F_x - mg \sin \theta - F_f = 0 \quad (2)$$

$$F_N - F_y - mg \cos \theta = 0 \quad (3)$$

$$F_f = \mu F_N \quad (4)$$

斜面的受力如图 1-4-4(丙) 所示, 其中 G 为斜面体受到的重力, F_0 为地面对斜面体的支持力, 因斜面体静止, 有 $F_0 = F'_f \cos \theta + F'_N \sin \theta$ (5) $F'_f = F_f$ $F'_N = F_N$

联立解(1)-(5)式, $F_x = 3mg \sin \theta$ $F_y = mg \cos \theta$

$$\text{故 } F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = mg \sqrt{1 + 8 \sin^2 \theta}$$

$$\varphi = \frac{F_y}{F_x} = \frac{1}{3} \tan \theta \quad \varphi \text{ 为 } F \text{ 力与斜面的夹角.}$$

【点评】 此题采用正交分解法, 分别隔离木块和斜面体, 求解过程较复杂, 也可以整体为对象进行分析, 方程(5)可用整体为对象水平方向的力平衡方程代替.

例题 3 如图 1-4-5 甲所示, 光滑半球面上的小球被一通过定滑轮的力 F 由底端缓慢拉到顶端的过程中, 试分析绳的拉力 F 及半球面对小球的支持力 F_N 的变化情况.

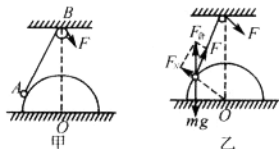


图 1-4-5

【思路与解答】 如图 1-4-5 乙所示, 作出小球的受力示意图, 注意弹力 F_N 总与球面垂直, 从而力三角形与几何三

角形 OAB 相似.

设球的半径为 R , 定滑轮到球面距离为 h , 绳长为 L , 由三角形相似可得:

$$\frac{F}{L} = \frac{mg}{h+R} = \frac{F_N}{R} \quad \text{故 } F = mg \frac{L}{h+R} \quad F_N = mg \frac{R}{h+R}$$

由于拉动过程中, h, R 不变, L 变小, 故 F 减小, F_N 不变.

【点评】 此题如建立直角坐标系用正交分解法解, 将非常麻烦.

超级训练

1. 如图 1-4-6 所示, 长为 5m 的细绳的两端分别系于竖直在地面上的相距为 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 为多少?

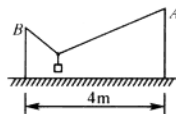


图 1-4-6

2. 如图 1-4-7 所示, 物体的质量为 2kg, 两根轻绳 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 (g 取 10 m/s^2)

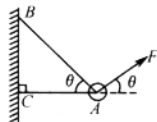


图 1-4-7

3. (2001 · 全国卷) 如图 1-4-8 所示, 质量为 m , 横截面积为直角三角形的物块 ABC, $\angle ABC = \alpha$, AB 边靠在竖直墙面上, F 力是垂直于斜面 BC 的推力. 现物体静止不动, 则摩擦力的大小为 _____

图 1-4-8

4. 如图 1-4-9 所示, 矩形斜面水平面的长度为 0.6m, 倾斜边的长度为 0.8m, 斜面倾角为 37° , 重为 25N 的小物块与斜面间动摩擦因数为 $\mu = 0.6$, 在与斜面平行的力 F 作用下, 物体沿对角线 AC 匀速下滑, 求推力 F 的大小和方向.

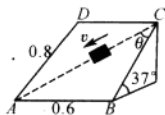


图 1-4-9

5. 水平地面上有一质量为 m 的物体, 已知物体与地面间的动摩擦因数为 μ , 现用一斜向上的拉力使物体匀速运动, 如图 1-4-10 所示, 问当拉力方向与水平面夹角 θ 为多大时, 拉力 F 最小?

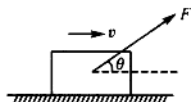


图 1-4-10

6. 如图 1-4-11 所示, 两根固定的水平放置光滑硬杆 AO 与 BO 夹角为 θ , 分别在两杆上套有两个小环 P 和 Q , 两环用绳子连接, 现用恒力 F 沿 OB 方向拉环 Q , 当两环都平衡时, 绳的张力多大?

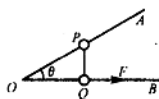


图 1-4-11

7. 如图 1-4-12 所示, 人站在岸上通过定滑轮用绳牵引小船, 若水的阻力不变, 则船在匀速靠岸的过程中, 下列说法正确的是().
- 船受的浮力不断增大
 - 船受的浮力保持不变
 - 绳的拉力保持不变
 - 绳的拉力不断增大

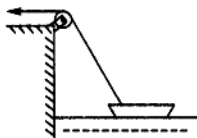


图 1-4-12

8. 把重为 20N 的物体放在倾角为 $\theta=30^\circ$ 的斜面上, 物体右端与固定在斜面上的轻弹簧相连, 如图 1-4-13 所示. 若物体与斜面间的最大静摩擦力为 12N . 若物体处于静止状态, 则弹簧的弹力(弹簧与斜面平行)().

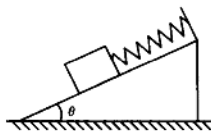


图 1-4-13

- 可能为 22N , 方向沿斜面向上
 - 可能为 2N , 方向沿斜面向上
 - 可能为 2N , 方向沿斜面向下
 - 弹力可能为零
9. 如图 1-4-14 所示, 质量为 m 的木块靠在竖直墙上, 推力 F 与竖直方向夹角为 θ , 设墙与木块之间动摩擦因数为 μ , 试求木块在两种情况下推力 F 的大小: (1) 匀速上滑 (2) 匀速下滑.

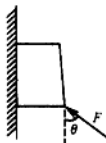


图 1-4-14

10. 如图 1-4-15 所示, 竖直绝缘墙壁上的 Q 处有一固定的质点 A , 在 Q 的正上方 P 点用丝线挂着一质点 B , AB 两质点因带同种电荷而相斥致使悬线与竖直方向成 β 角, 由于漏电使 AB 带电量逐渐减小, 在电荷漏完之前悬线对 P 点的拉力大小().

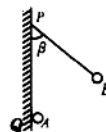


图 1-4-15

- 保持不变
- 先变小后变大
- 逐渐变小
- 逐渐增大

专题五 物体的平衡状态和平衡条件(2)

超级聚焦

一、处理共点力平衡问题常见的物理方法: 整体法和隔离法

- 隔离法: 将某一物体从系统中隔离出来研究的方法.
- 整体法: 将物体系统看成一个整体来研究的方法.
- 当系统处于平衡状态时, 组成系统的每一个物体都处于平衡状态. 一般地, 当求系统内各部分间的相互作用时, 用隔离法; 求系统受到的外力作用时, 用整体法. 整体法将整个系统作为一个研究对象进行分析的方法, 其优点是研究对象少, 方程数少, 故求解较为简便. 具体应用中, 应将两种方法结合起来灵活交叉使用. 注意区分系统内力和外力.

二、临界状态和极值问题

1. 临界状态是一种物理现象转变为另一种物理现象, 或从一个物理过程转入另一个物理过程的转折状态. 临界状态也可理解为“恰好出现”或“恰好不出现”某种现象的状态. 平

衡物体的临界状态是指物体的平衡状态将要变化的状态. 涉及临界状态的问题称为临界问题, 解决这一类问题的关系是要注意“恰好出现”和“恰好不出现”的条件.

2. 极值是指研究平衡问题中某物理量变化时出现最大值或最小值.

三、临界状态和极值问题的研究方法

1. 研究平衡物体临界问题的基本思维方法是假设推理法, 即先假设这样, 然后再根据平衡条件及有关知识列方程求解.

2. 研究平衡物体极值问题的两种方法

(1) 解析法: 根据物体的平衡条件列方程, 在解方程时运用数学方法求极值, 通常用到二次函数、分式讨论、三角函数等数学极值问题的求解.

(2) 图解法: 即根据物体的平衡条件作出力的矢量图, 如物体只受三个力, 则这三个力构成封闭矢量三角形, 然后根据矢量图进行动态分析, 确定最大值和最小值.

3. 研究物理极值问题和临界问题基本观点

(1) 物理分析: 通过对物理过程分析, 抓住临界条件或极值条件进行求解. 问题中出现“缓慢”二字, 代表物体在每个位置都处于平衡状态.

(2) 数学讨论: 写出相应的数学函数, 用数学方法求解极值. 但一定要依据物理理论对解的合理性及物理意义进行讨论或说明.

4. 一个几何极值问题

如图 1-5-1 所示, 三角形中一条边 a 的大小和方向都确定, 另一条边 b 只能确定其方向 (即 a 、 b 之间夹角 θ 确定), 欲求第三条边 c 的最小值, 由图可知 $c = a \sin \theta$.

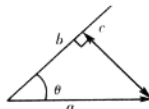


图 1-5-1

超级互动



例题 1 在粗糙水平面上放着一个三角形木块 abc , 在它的两个粗糙斜面上分别放有质量为 m_1 和 m_2 的两个物体, $m_1 > m_2$. 如图 1-5-2 所示. 若三角形木块和两物体都是静止的, 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 m_1 、 m_2 、 θ_1 、 θ_2 数值未给定
- D. 以上结论均不对

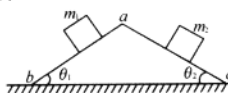


图 1-5-2

【思路与解答】 题目适合整体法. 由于三角形木块和斜面上的两物体都静止, 可以把它们看成一个整体. 竖直方向受到重力 $(m_1 + m_2 + M)g$ 和支持力 N 作用处于平衡状态, 水平方向无任何滑动趋势, 因此不受地面的摩擦力作用. 故选 D.

【点评】 用隔离法同样得到此结果, 但相当繁琐.

例题 2 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 1-5-3 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, 则最先断的绳是 ().

- A. OA
- B. OB
- C. OC
- D. OB 与 OC 同时断

【思路与解答】 将重力 G 向两绳方向分解. 如图 1-5-4 所示, 从图中看出 F_{OA} 最大, 故 OA 先断. 亦可用解析法, 对 O 点进行受力分析.

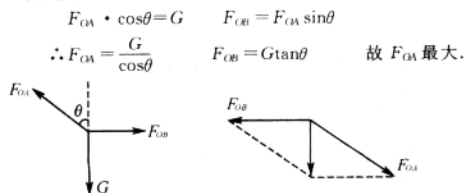


图 1-5-4

【点评】图解法较简便.

例题 3 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 , 两环间有一根质量可忽略, 不可伸长的细绳相连, 并在某一位置平衡, 如图 1-5-5 所示. 现将 P 环向左移一小段距离, 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

【思路与解答】 以整体为研究对象, 受力图如图 1-5-6 甲所示. 不管绳处于什么位置, 绳的拉力属内力, $N_A = 2mg$, 故 N 不变. 再以 P 为研究对象, 受力图如图 1-5-6 乙所示, 在竖直方向上 $T \cos \theta + mg = N_A$, 故 $T \cos \theta = mg$. 当 θ 减小, T 减小, 故选 B.

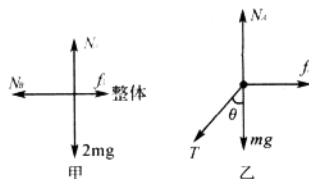


图 1-5-6

【点评】 综合利用整体法和隔离法是本题关键. 当考虑内力时, 必须隔离物体.

例题 4 质量为 M 的木楔倾角为 θ , 在水平面上保持静止. 当将一质量为 m 的木块放在斜面上时正好匀速下滑. 如果用沿与斜面成 α 角的力 F 拉着木板沿斜面匀速上升, 如图 1-5-7 所示. (1) 当 α 为多少时拉力 F 有最小值, 求此最小值. (2) 此时水平面对木楔 M 的摩擦力是多大?

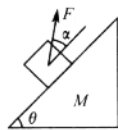


图 1-5-7

【思路与解答】 由 m 放上正好匀速下滑 $\mu = \tan \theta$. 当用力 F 拉 m 匀速上升时, 以 m 为研究对象, 受力如图 1-5-8 所示.

$$F \cos \alpha - f - mg \sin \theta = 0 \quad (1)$$

$$F \sin \alpha + N = mg \cos \theta \quad (2)$$

$$f = \mu N \quad (3)$$

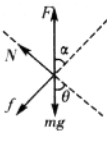


图 1-5-8

$$\text{由 (1)(2)(3) 解得: } F = \frac{mg \sin 2\theta}{\cos(\theta - \alpha)}$$

$\therefore \alpha = \theta$ 时, F 最小

$$F_{\min} = mg \sin 2\theta$$

当 $F = mg \sin 2\theta$ 时, 再以整体为研究对象

$$f = F_{\min} \cos 2\theta = \frac{1}{2} mg \sin 4\theta.$$

【点评】 本题利用解析法求 F 和 α 函数关系, 再对函数进行极值分析.