

第一讲 力

一、高考命题指向

(一) 考点指向

本章内容中力的概念、力的效果、力的矢量运算法则是学好高中物理学的重要基础，对它的认识、理解直接影响到物体的受力分析，而物体的受力分析是解决力学问题、培养物理方法、提高能力的关键。因此在历年的高考中是必考内容。

对力的概念、力的效果的考查 总是通过对物体的受力分析 即受力分析中隔离法、整体分析法及与局部分析相联系的灵活运用上进行的，题中常常给出一物理情景，可以是某一状态或是某一物理过程，从不同的角度考查对力的认识、对力的分析和判断能力。

(二) 知识点说明

1. 力的性质

(1) 力的物质性。力是物体对物体的相互作用。一谈到力，必然涉及两个物体，即受力物体和施力物体。只有受力物体而没有施力物体的力是不存在的，同样，只有施力物体而没有受力物体的力也是不存在的。力不能离开物体而独立存在，这就是力的物质性。根据这一性质可以判断一个力是否存在。

(2) 力的效果性。力作用在物体上，必然产生一定的效果，力的作用效果有两种，一种是使物体发生形变；另一种是使物体的运动状态发生变化，产生加速度。力是产生形变和产生加速度的原因。注意，力的两种作用效果可以单独存在，也可同时存在。

(3) 力的相互性。力的作用总是相互的，施力物体给予受力物

体作用力的同时，必受到受力物体的反作用力。作用力和反作用力是同时产生，同时消失的。

(4) 力的矢量性。力既有大小又有方向。力的大小、方向和作用点叫力的三要素。力的三要素可以用图示法表示，力的图示是用一条有方向的线段表示力，线段的长短表示力的大小，箭头的方向表示力的方向，线段的起点表示力的作用点。图 1-1 所示为力的图示。在对物体进行受力分析时，通常用力的示意图表示一个力，力的示意图是用有方向的线段表示力，没有标度，不能表示力的大小 如图 1-2 所示。

(5) 力的独立性。几个力作用在同一个物体上时，每个力对物体的作用效果均不会因其他力的存在而受到影响，这叫做力的独立作用原理。

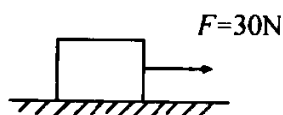


图 1-1

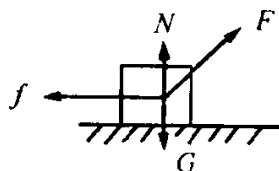


图 1-2

2. 力的分类

中学教材中将力分为两大类，一是按力的性质命名，如重力、电场力、磁场力、弹力、摩擦力等，前三种是通过场而发生作用的力，称为非接触力，后两种是通过直接接触而发生作用的力，叫接触力。二是根据力的作用效果命名，如拉力、压力、支持力、张力、浮力、动力、阻力、回复力、向心力等，但要注意按作用效果命名的各种力，仅仅是名称上的不同，其性质可能相同，也可能不同，如拉力、压力、支持力、张力均属于弹力，而动力、阻力等可能是弹力，也可能是重力，摩擦力，电场力等。

对于各种力，一定要弄清它的产生原因或条件、特点、大小、方

向、作用点 同时注意纠正非科学的认识 比如‘力是物体运动的原因’，‘惯性就是惯力’等 由浅入深地逐步建立起力的概念。

3. 重力

重力是地球表面附近的物体由于受到地球的吸引而受到的力。正确理解重力，应注意以下几点：

(1)重力的大小由物体的质量及其所处的地理位置共同决定 重力 G 的大小与质量 m 的关系为 $G = mg$ 其中 g 为当地的重力加速度。

重力与质量存在着联系，但它们是两个不同的概念。质量是物体所含物质的多少，是物体惯性大小的量度；而重力是由于地球的吸引而使物体受到的力，是产生重力加速度的原因。质量是标量，只有大小，没有方向，而重力是矢量，既有大小，也有方向。质量可用天平来称量；而重力的测量需要测力计（如弹簧秤）。质量不随位置而变化，而重力随位置而变化，随着高度的增加，物体重力减小；随着纬度的增加，物体重力也减小。

(2)重力的方向总是竖直向下，并不严格指向地球的质量中心，而是略偏斜。

(3)重力的作用点在物体的重心上。重心是物体各部分所受重力的合力的作用点，重心可能在物体上，也可能在物体之外。质量均匀、形状规则的物体，重心在它的几何中心。

(4)重力与万有引力的关系。重力是地球与地面附近物体间万有引力的一个分力。如图 1-3 所示，万有引力指向地心，由于地球自转，地面上的物体随地球一起自转需要一个向心力 $F_{\text{向}}$ 这个向心力是万有引力的一个分力，另一个分力就是重力。

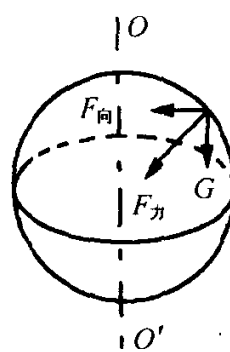


图 1-3

4. 弹力

(1)弹力产生的条件。弹力发生在互相接触并且发生弹性形

变的物体之间。因此，两物体间若要产生弹力的作用，必须同时满足两个条件：直接接触；接触处发生弹性形变。

任何坚硬的物体，在外力作用时都会发生形变，但有的形变并不明显，不能被直接观察到。这时判断某物体是否发生形变可用下述方法：如果撤去与之相接触的物体，其运动状态就将发生变化，则该物体必有形变产生，物体必受弹力作用；反之，物体不受弹力作用。

如图 1-4 所示，甲图中静止在光滑水平面上的均匀圆球 A 紧贴着挡板，判断圆球是否受到挡板的支持力？假设把挡板撤掉，此时圆球在重力和地面支持力的作用下，仍能保持静止状态，则可知挡板对球不产生支持力。

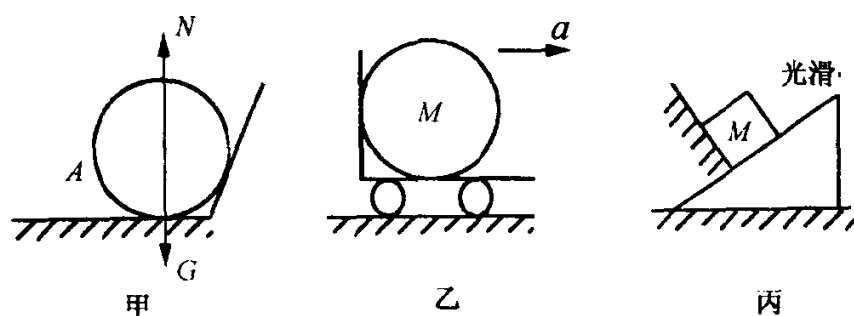


图 1-4

乙图中球体随小车一起向右做加速直线运动，球体除了受到重力和水平板的支持力外，是否还受到竖直挡板的压力呢？因球随车共同向右加速运动，球的加速度肯定是车的竖直挡板对球的向右的压力提供的，如果去掉竖直挡板，球体相对于小车必向左滚动，所以，球体必受到竖直挡板的向右的压力。

丙图中的物体静止于光滑的斜面上，假设把挡板撤掉，物体在重力和斜面支持力作用下必将沿斜面向下滑动，所以，挡板一定施加给物体一个沿斜面向上的压力。

(2) 弹力的大小。胡克定律的表达式为 $F = kx$ 对它的理解要把握以下几个方面：

胡克定律只适用于弹簧的拉伸或压缩形变；

② k 为弹簧的劲度系数，由弹簧本身的材料、长度、截面大小等因素决定；

式中 x 为弹簧伸长或缩短的长度（形变量），其值为 $x = |L - L_0|$ 其中 L 为弹簧形变后的长度， L_0 为弹簧没有发生形变时的长度，不要理解为“原来的长度”。

(3) 弹力的方向。弹力的方向垂直于接触面，且与产生弹力的物体（施力体）的形变方向相反。接触面的情况可以分为三类：面接触 弹力垂直于面 点面接触 弹力垂直于面 点点接触 弹力垂直于通过接触点的切面。

如图 1-5 所示 甲图为面面接触 乙图中的 A 、 B 两处均为点面接触 丙图中的 A 处为点点接触， B 处则为点面（线）接触。

另外，绳的弹力方向有两种情况，若绳的重力可忽略时，弹力沿着绳并且指向绳收缩的方向；绳的重力不能忽略时，弹力的方向沿着接触线的切线方向。

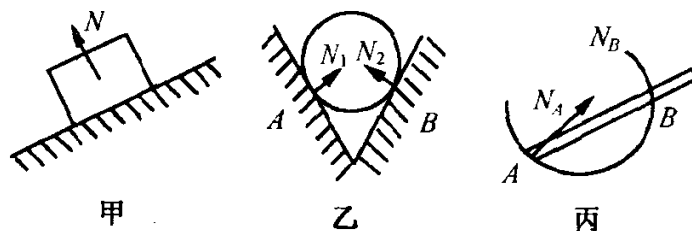


图 1-5

5. 摩擦力

(1) 摩擦力的产生条件。两物体间产生摩擦力的条件为：

直接接触；

接触面粗糙 ($\mu \neq 0$)；

两物体相互挤压 ($N \neq 0$);

两物体间有相对运动或有相对运动趋势。

上述四个条件是产生摩擦力的充分必要条件。其中相对运动趋势的判断是难点,分析时可假设接触面光滑,如果物体的运动状态发生改变,则物体间有相对运动趋势;反之,物体间没有相对运动趋势。

(2) 摩擦力的大小。

滑动摩擦力的大小 $f_{\text{滑}} = \mu N$ 。式中 μ 为动摩擦因数,其大小决定于两物体接触面性质与接触面形状、面积无关。式中 N 为两物体间的正压力,应注意不能认为任何情况下正压力都等于重力。

静摩擦力的大小:静摩擦力的大小等于物体所受到的除静摩擦力之外的其他合外力,并且随此合外力的变化而变化,变化范围在 $0 < f_{\text{静}} < f_m$ 其中 f_m 为最大静摩擦力。如图 1-6 所示,质量为 m 的物块放在一个木板上,若将木板一端缓慢抬起,则物块受到的 $f_{\text{静}}$ 随 θ 角的增大而增大 $f_{\text{静}} = mg \sin \theta$ 当 θ 角增大到一定程度时,静摩擦力达到最大值,以后物块将会向下滑动。

(3) 摩擦力的方向。摩擦力的方向沿接触面的切线方向,与相对运动趋势或相对运动的方向相反。在分析物体所受摩擦力的方向时,易犯的错误主要有:

认为摩擦力的方向与“外力”方向相反;

认为摩擦力的方向总是与运动方向相反;

总以地面为参照物分析物体的相对运动方向。

如图 1-7 所示,物体 B 在力 F 作用下在水平地面上向右做减速运动,将 A 无初速地放在 B 上,则物体 A 所受的摩擦力向右 (A 相对于 B 向左运动或有向左运动的趋势)。物体 B 受 A 的摩擦力向左 (B 相对于 A 向右运动), B 受地面的摩擦力向左 (B 相对于地面向右运动)。

(4) 物体是否受摩擦力作用的判断方法。分析物体受几个摩

擦力，首先看该物体与周围哪几个物体相接触，有几个接触面，物体就可能受几个摩擦力。然后看在接触面上是否具有产生摩擦力的另三个条件 只要有一个条件不满足，该接触面间便没有摩擦力。

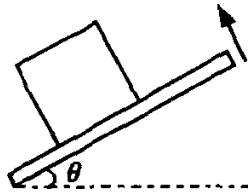


图 1-6

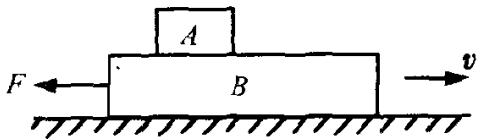


图 1-7

如图 1-8 所示 甲图中 A 和 B 物体间没有压力，所以它们的接触面间没有摩擦力 乙图中 A 与 B 之间、 B 与地面之间都具备产生摩擦力的全部条件 所以 A 受一个向左的摩擦力， B 受 A 向右的摩擦力和地面向左的摩擦力。丙图中 A 与 B 之间没有相对运动趋势 所以 A 和 B 之间没有摩擦力， B 只受地面向左的摩擦力。

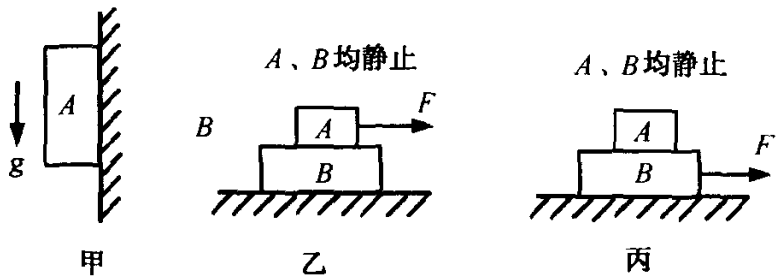


图 1-8

6. 力的合成

(1) 平行四边形法则。如图 1-9 所示， F 为 F_1 与 F_2 的合力，其大小和方向可通过作图法直接求得；也可用公式求得合力的大小和方向。

(2) 合力的大小。

当 $\theta = 0^\circ$ 时， $F = F_1 + F_2$ 合力有最大值；

当 $\theta = 180^\circ$ 时, $F = F_1 - F_2$
(设 $F_1 > F_2$), 合力有最小值;

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

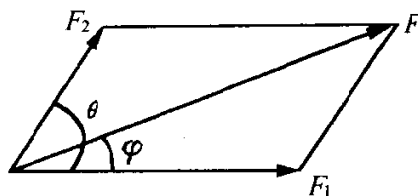


图 1-9

当 F_1 和 F_2 大小一定时, 合力大小的范围是: $F_1 - F_2 \leq F \leq F_1 + F_2$ ($F_1 > F_2$)。

(3) 多个力的合成。求多个力的合力, 可运用平行四边形法则, 先求两个力的合力, 再求这个合力与第三个力的合力, 依次进行下去, 即可求得多个力的合力。

7. 力的分解

力的分解是力的合成的逆运算, 同样遵守力的平行四边形法则。应掌握以下几种情况下的力的分解问题:

(1) 已知一个力和它的两个分力的方向 (两个分力与已知力不在同一直线上), 则两个分力有确定的值。

(2) 已知一个力和它的一个分力 (包括大小和方向) 则另一个分力有确定的值。

(3) 已知一个力和它的一个分力的方向, 则另一个分力有无数解, 且有最小值 (此时两分力方向垂直)。

(4) 已知一个力和它的两个分力的大小, 如果两个分力之和小于已知的力, 则无法分解; 如果两个分力之和等于已知力, 则有惟一的一组解; 如果两个分力之和大于已知力, 将有两组解。

(5) 在实际问题中, 一个力如何分解要根据力的实际作用效果来确定。

8. 力的正交分解

把一个力沿着两个相互垂直的方向进行分解, 叫做力的正交分解。如图 1-10 所示 把力 F 分解为 F_x 和 F_y 它们之间有如下关系:

$$F_x = F \cos \varphi$$

$$F_y = F \sin \varphi$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{F_2}{F_1}$$

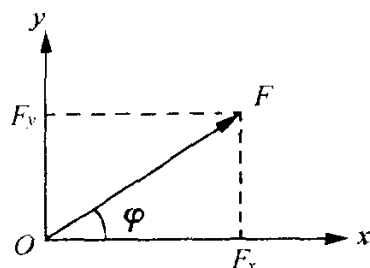


图 1 - 10

由以上关系既可以求分力，也可以求合力。在求多个力的合力时，可先将合力分解成两组

互相垂直的力，再用代数运算求出每组力的代数和，最后求出要求的合力。

正交分解法是研究矢量常用的方法。 x 轴、 y 轴的方向可以任意选择 而不会影响结果。但为了解题方便，一般遵循以下两个原则：

- (1) 使尽量多的力处于坐标轴上；
- (2) 尽量使未知量处于坐标轴上。

9. 物体的平衡

(1) 平衡态

共点力作用下的物体平衡，也就是物体可视为质点情况下的平衡。所谓平衡状态，就是物体的运动状态保持不变，具体表现为两种情况：静止状态和匀速直线运动状态。

如果几个力的作用使物体处于平衡状态，那么这几个力便可互称为平衡力或叫力的平衡。

(2) 共点力作用下物体的平衡条件

共点力 物体同时受几个力的作用 如果这几个力都作用在物体上同一点 或者它们的作用线相交于一点 这几个力就叫做共点力。

共点力作用下物体的平衡条件：合力为零，即

$$\sum F = 0 \text{ 或 } \begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \end{cases}$$

此条件具体表现为：

相互平衡的 n 个共点力中，其中任意一个力都必与其余 $n - 1$ 个力的合力大小相等，方向相反。

相互平衡的几个共点力，若以它们的作用点为原点建立直角坐标系，那么这几个力在坐标轴上分量的代数和必等于零。

若把表示相互平衡的几个共点力的有向线段依次首尾相接，则力的图示为一封闭的多边形。

10. 有固定转动轴物体的平衡条件

(1) 力矩。

力矩的大小： $M = F \times L$ 其中 L 为力臂 力臂为转轴到力的作用线的垂直距离（不是到作用点的距离）。

力矩作用效果：改变物体的转动状态，具体说来就是：使物体由静止开始转动、由转动慢变为转动快、由转动快变为转动慢、由转动变为静止。不能认为力矩是使物体产生转动的原因。

(2) 有固定转轴物体的平衡条件：合力矩等于零，即 $\sum M = 0$ 。也可表述为：使物体向顺时针方向转动的力矩和等于使物体向逆时针方向转动的力矩和。

对于有固定转轴物体的平衡，一定注意找准每个力的力臂，判断每个力所产生的力矩和正负（顺时针、逆时针）最后列出合力矩为零的方程式。

二、复习应考策略与例题分析

（一）物体受力分析方法

受力分析是解决物理问题很重要的一个步骤，受力分析有时又是解决力学问题的关键。在明确研究对象后，第一步，注意运动状态的变化情况，在受力图上标明物体运动的速度和加速度，而且要对物体运动的各个阶段进行动态分析。第二步，为了防止漏力，分析物体受力 要先分析场力（重力、电场力、磁场力）再分析接触力 对接触力也要按弹力（压力、拉力、支持力）摩擦力的顺序分

析。第三步，为了防止添力，分析每一个力必须能找到施力物体。第四步，对于连接体问题，要先简单后复杂，同时要根据研究的问题，灵活运用整体分析和局部分析。

例如，在水平地面上的物体 B 上放置一物体 A ， A 与 B 之间的滑动摩擦系数为 μ_1 ， B 与水平地面之间的滑动摩擦系数为 μ_2 。当用水平向右的外力 F 作用于 B 上时，如图 1-11 所示，就下列几种情况对 A 、 B 进行受力分析。

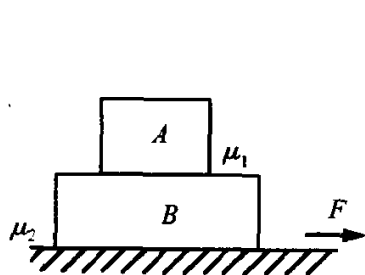


图 1-11

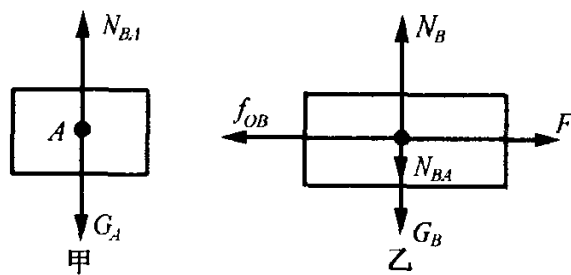


图 1-12

(1) A 、 B 仍静止。首先对 A 进行分析， A 受竖直向下的重力 G_A 竖直向上的支持力 N_{BA} 如图 1-12 甲所示。物体 A 与 B 之间因无相对运动趋势，所以无静摩擦力。

然后对 B 进行受力分析： B 受竖直向下的重力 G_B 水平向右的外力 F ， A 对 B 的压力 N_{AB} ，水平面对 B 的竖直向上的支持力 N_B 水平面对 B 的水平向左的静摩擦力 f_{OB} 如图 1-12 乙所示。

(2) A 、 B 间无相对运动且一起向右匀速运动。

对 A 进行受力分析： A 受竖直向下的重力 G_A 竖直向上的支持力 N_{BA} 如图 1-13 所示。因 A 与 B 一起匀速运动所以 A 和 B 之间无摩擦力。

对 B 进行受力分析： B 受竖直向下的重力 G_B 水平向右的拉力 F ， A 对 B 的压力 N_{AB} 地面对 B 竖直向上的支持力 N_B 地面对 B 水平向左的滑动摩擦力 f_B 如图 1-14 所示。

(3) A 、 B 间无相对运动且一起向右做加速运动。

A 的受力情况如图 1-15 所示, 其中 f_{OBA} 是 A 受到 B 的水平向右的静摩擦力, 由于有了 f_{OBA} 才能使 A 向右做加速运动。

B 的受力情况如图 1-16 所示 f_{OAB} 是 A 对 B 水平向左的静摩擦力。

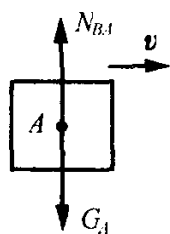


图 1-13

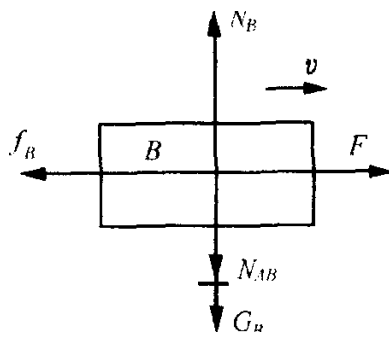


图 1-14

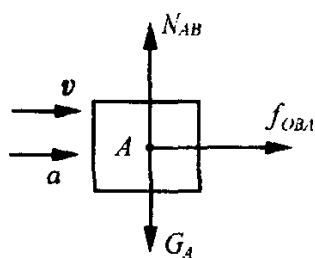


图 1-15

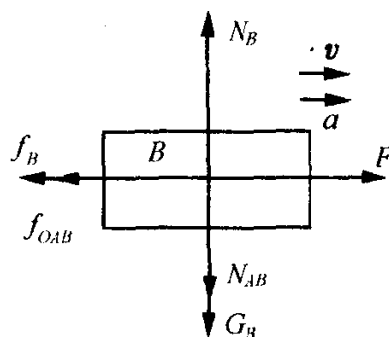


图 1-16

(二) 解题步骤

研究物体的平衡问题, 一般可按下述步骤进行:

1. 确定研究对象, 分析物体的受力情况。注意, 只能分析物体受到的实际力, 不能算合力、分力, 要做到不多力、不少力。
2. 根据实际情况, 确实平面直角坐标系。
3. 对各力沿坐标轴方向进行正交分解。

4. 建立平衡方程 ($\sum F_x = 0, \sum F_y = 0$)。

例 1 把一个力分解为两个分力 并已知一个力的大小和另一个力的方向, 下列说法正确的是 ()

- A. 可能无解 B. 可能有一个解
C. 可能有两个解 D. 可能有无数解

【分析与解答】把一个力分解成两个分力, 在没有条件限制时, 可有无数组解, 有条件约束时则不然, 选项 D 错误。如图

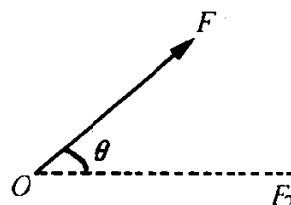


图 1-17

1-17所示 已知合力 F 及分力 F_2 的方向, 则过 F 的端点作 OF_2 的垂线, 垂线长 $F \sin \theta$ 是另一个分力 F_1 的最小值。当 $F_1 = F \sin \theta$ 时有一组解, 当 $F_1 < F \sin \theta$ 时无解, 当 $F \sin \theta < F_1 < F$ 时有两组解, 当 $F_1 > F$ 时有一组解, 所以选项 A、B、C 都正确。

例 2 在长直木板上表面右端放有一铁块, 现使木板右端由水平位置缓慢向上转动 (即木板与水平面间的夹角 α 变大), 保持左端不动, 则铁块受到的摩擦力 f 随角 α 变化的图像可能正确的是图 1-18 中的 ()

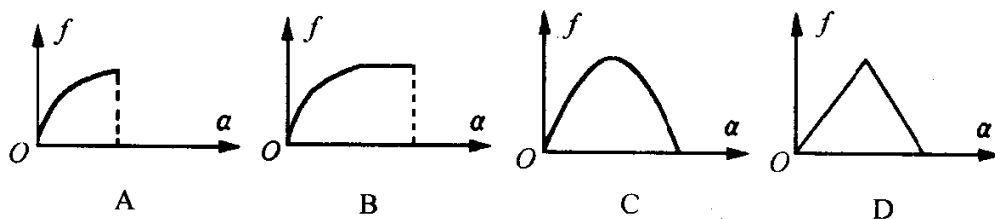


图 1-18

【分析与解答】开始铁块保持不动, 摩擦力为静摩擦力, 其值为 $f_{\text{静}} = mg \sin \alpha$ 由此可知 随着夹角 α 的增大 摩擦力 f 按正弦规律增大。当 α 角增大到某值时, 铁块开始滑动, 摩擦力为滑动摩擦力, 其值为 $f = \mu N = \mu mg \cos \alpha$ 可知摩擦力 f 随 α 的增大以余弦

规律减小 当 $\alpha = 90^\circ$ 时, 其值减为零。故 C 图可能正确 应选 C。

例 3 如图 1-19(a)所示, 质量为 m 的物体 放在倾角为 θ 的斜面上, 它跟斜面间的滑动摩擦系数为 μ 在水平恒定的推力 F 的作用下, 物体沿斜面匀速向上运动, 则物体所受摩擦力是 ()

A. $\mu mg \cos \theta$ B. $\mu (mg \cos \theta + F \sin \theta)$

C. $F \cos \theta - mg \sin \theta$ D. $\mu (mg \cos \theta - F \sin \theta)$

【分析与解答】先进行受力分析, 物体受四个力: mg 、 F 、 N 、 f , 建立直角坐标系如图 1-19(b)所示 把 mg 和 F 分解到 x 、 y 轴上。

由 $\sum F_x = 0$ 得 $F \cos \theta - f - mg \sin \theta = 0$ 所以 C 正确。

由 $\sum F_y = 0$ 得 $N - F \sin \theta - mg \cos \theta = 0$,

而 $f = \mu N$ 解得 $f = \mu (mg \cos \theta + F \sin \theta)$ 所以, B 正确。

此题若取 F 方向为 x 轴正方向 则需分解 f 和 N 。若取其他方向为 x 轴正方向, 则四力都要分解, 此时求解较麻烦。因此, 在建立直角坐标系时, 要考虑让尽可能多的力落在坐标轴上。

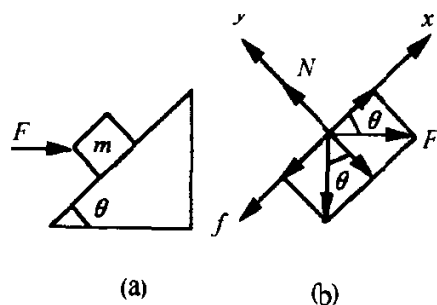


图 1-19

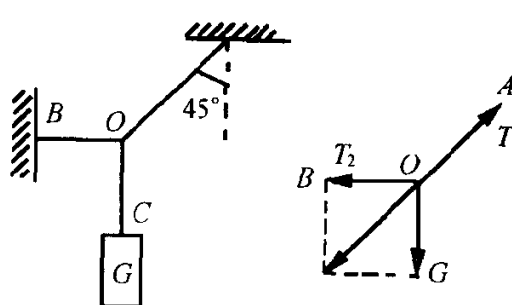


图 1-20

例 4 用细线 AO 、 BO 悬挂重物, 如图 1-20 所示, BO 水平, AO 与竖直线成 45° 若 AO 、 BO 能承受的最大拉力分别为 10 牛和 5 牛, OC 绳能承受的拉力为足够大。为使细线不被拉断, 重物 G 的最大重量为多少?

【分析与解答】 当重物不断加重时, OA 、 BO 的张力都同时增

大，但两绳是否同时达到最大值呢？判断如下：设 AO 先达到最大值 10 牛 此时若 BO 不断 则 BO 的张力为 $T_2 = T \sin 45^\circ = 10 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 7.07$ 牛，大于最大值 5 牛，因此，在重物加重时， BO 先断。令 BO 的拉力刚达到最大值，则此时物重 $mg = T_2 = T_{2m} = 5$ 牛。所以为使细线不被拉断 重物 G 的最大重量为 5 牛。

例 5 一个物体 A 重量为 G 牛 放在粗糙的水平面上 物体与水平面间的摩擦系数为 μ 。如图 1-21 所示，为使拉动此物体的力最小，则拉力的方向是应该水平，还是斜向上？

【分析与解答】有些同学错误地认为，斜向上拉物体 则拉动物体的水平分力就要减小 因此不易拉动物体。其实，拉力的竖直分力能够减小物体对水平面的正压力，从而使物体所受的最大静摩擦力减小。物体被拉动，物体受的滑动摩擦力减小。

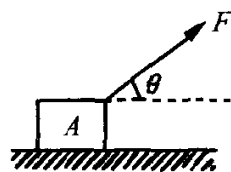


图 1-21

由 $F \cos \theta \geq \mu (G - F \sin \theta)$ 可得 $F \geq \frac{\mu G}{\mu \sin \theta + \cos \theta}$ 。为了使 F 最小 就必须使 $\cos \theta + \mu \sin \theta$ 最大。

当水平拉动物体 即 $\theta = 0^\circ$ 时 $\cos \theta + \mu \sin \theta = 1$ 。

当斜向上拉动物体时， $\cos \theta + \mu \sin \theta$ 有可能大于 1。比如当 $\mu = 0.6, \theta = 30^\circ$ 时 $\cos \theta + \mu \sin \theta = 1.661$ 。可见 为使拉动物体的力最小，拉力的方向应斜向上方。

例 6 如图 1-22 所示 在倾角为 30° 的粗糙斜面上放一质量为 8 千克的物体。用平行斜面并与斜面底边平行的力 $F = 30$ 牛顿推物体，物体恰能斜向下在斜面上匀速直线运动。求：(1) 物体受到的摩擦力，(2) 物体与斜面之间的动摩擦因数是多少？（ g 取 10 m/s^2 ）

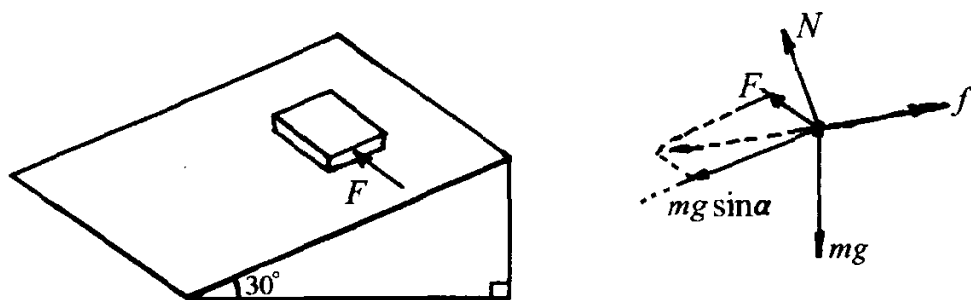


图 1 - 22

【分析与解答】 (1)物体在斜面上匀速直线运动，则物体所受合力为零。对物体进行受力分析画出受力示意图。物体受重力 mg 、平行于斜面外力 F 、斜面对物体支持力 N 及滑动摩擦力 f (在斜面平面上摩擦力方向与外力 F 和重力沿斜面向下分力 $mg \sin \alpha$ 的合力方向相反)。因合力为零，则滑动摩擦力大小为：

$$f^2 = (mg \sin \alpha)^2 + F^2 \quad (\alpha \text{ 为斜面倾角})$$

$$f = \sqrt{(mg \sin \alpha)^2 + F^2} = \sqrt{(8 \times 10 \times \frac{1}{2})^2 + 30^2} = 50\text{N}$$

其方向与斜面底边夹角 β (锐角) 为

$$\tan \beta = \frac{mg \sin \alpha}{F} = \frac{40}{30} = \frac{4}{3} \quad \beta \text{ 为 } 53^\circ$$

(2) 物体与斜面弹力 $N = mg \cos \alpha = 8 \times 10 \times \cos 30^\circ = 69.3\text{N}$

根据 $f = \mu N$

$$\text{则 } \mu = \frac{f}{N} = \frac{50}{69.3} = 0.72$$

在对物体进行受力分析时要注意物体受到的几个力不一定在同一平面内，要建立三维空间受力观念，然后按需要转化成某一平面上进行求解。注意滑动摩擦力的方向总是与接触物相对运动方向相反。

例 7 (1992 年全国试题) 如图 1 - 23 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摩擦力 ()

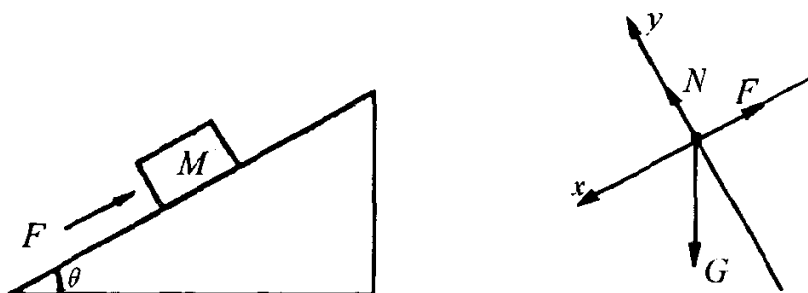


图 1-23

- 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

【分析与解答】物体处于静止状态，则所受合力 $\Sigma F = 0$ 物体受到的分力 重力 G 、外力 F 、支持力 N 物体与斜面之间是否存在静摩擦力，要看其相对斜面是否有相对运动的趋势。

平行于斜面和垂直斜面方向建立坐标系，将重力沿 x 、 y 方向进行分解为 G_x 、 G_y

$$\Sigma F_y = 0, \quad N - G_y = 0$$

$$\Sigma F_x = 0$$

(1) 当 $G_x = Mg \cdot \sin\theta = F$ 时 物块 M 与斜面间无相对运动趋势 则物块与斜面间无摩擦力作用 即 $f = 0$ 。如图 1-24(1) 所示。

(2) 当 $G_x = Mg \sin\theta < F$ 时 物块 M 相对斜面有上滑趋势，则物块 M 受到静摩擦力方向沿斜面向下，关系为 $Mg \sin\theta + f - F = 0$ 即 $f = F - Mg \sin\theta$ 此种情况 $f < F$ 如图 1-24(2) 所示。

(3) 当 $G_x = Mg \sin\theta > F$ 时 物块 M 相对斜面有下滑趋势，则物块 M 受到的静摩擦力沿斜面向上，关系为 $Mg \sin\theta - f - F = 0$ 即 $f = Mg \sin\theta - F$ ，此种情况下若 $Mg \sin\theta = 2F$ 那么 $f = F$ 如图