

第8讲 重力、弹力、摩擦力

1. 重力

(1) 概念： 由于地球的吸引而使物体受到的力叫重力。

(2) 重力的大小： $G = mg$

(3) 重力的方向： 总是竖直向下的（即垂直于水平面向下）。

(4) 重力的作用点——重心： 物体的各部分所受重力的等效作用点。

【例1】关于重力与重心，下列说法不正确的是（ ）

- A. 重力就是地球对物体的吸引力
- B. 同一质量的物体在不同的地方所受的重力总是相同的
- C. 重力的方向总是指向地心的
- D. 对于规则形状的物体而言，重心不一定在它的几何中心处

【答案】ABC

【总结】

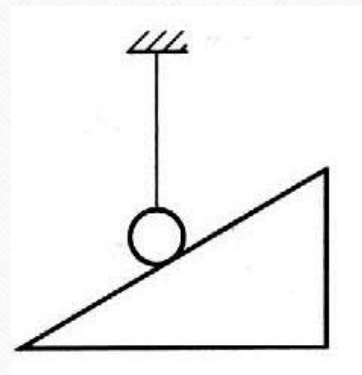
- ①由于地球的自转，重力不总是等同于万有引力，也正因为如此，重力的方向也不能认为总是指向地心的。
- ② g 的大小与地理纬度和高度有关。
- ③重心的位置与物体的形状和质量分布有关。物体的重心也不一定在物体上，只有形状规则、质量分布均匀的物体的重心才在其几何中心上。

2. 弹力与胡克定律

(1) 弹力的概念：发生弹性形变的物体，由于要恢复原状，对跟它接触的物体会产生力的作用，这种力叫做弹力。

【例2】如图所示，细绳竖直拉紧，小球和光滑斜面接触，则小球受到的力是（ ）

- A. 重力、绳的拉力
- B. 重力、绳的拉力、斜面的支持力
- C. 重力、斜面的支持力
- D. 绳的拉力、斜面的支持力



【答案】A

【总结】

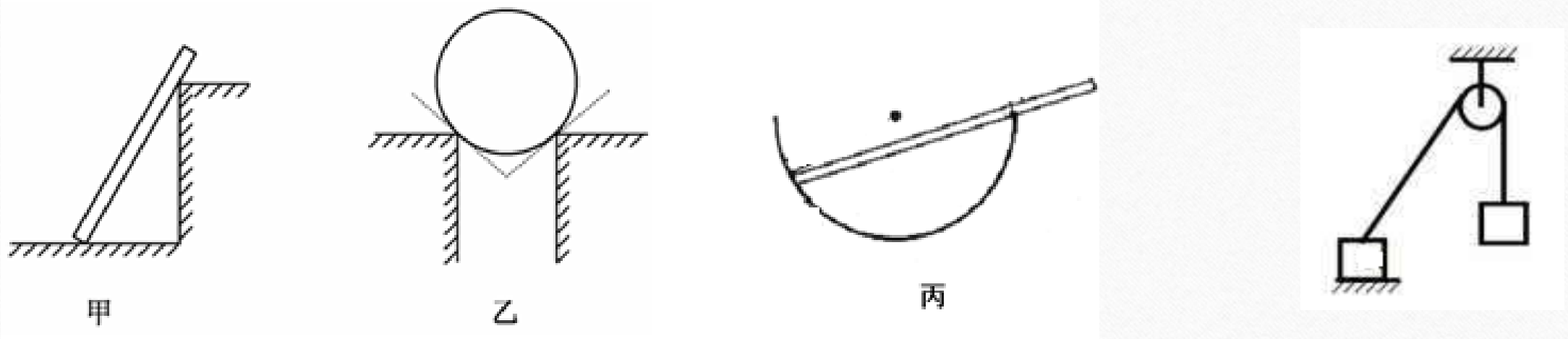
(1) 直接接触的两物体间不一定有弹力，物体之间还必须有挤压形变。

(2) 用“假设法”判断弹力的有无：先假设有弹力，看是否能根据运动和力的关系（如平衡条件）推出与假设相矛盾的结果，若矛盾，说明弹力不存在。

(2) 弹力的方向：与物体形变的方向相反，作用在迫使物体发生形变的另一个物体上。

对弹力的方向判断，有以下几点经验：

①对于面与面、点与面接触类的物体间的支持力或压力，弹力的方向垂直于接触面。



②对于轻质柔软的细绳对物体的拉力，其方向一定是沿着绳的收缩方向。

③对于轻质的硬杆对物体的弹力，方向不一定是沿杆方向，具体需要根据其它的受力与物体的运动的性质来判断。

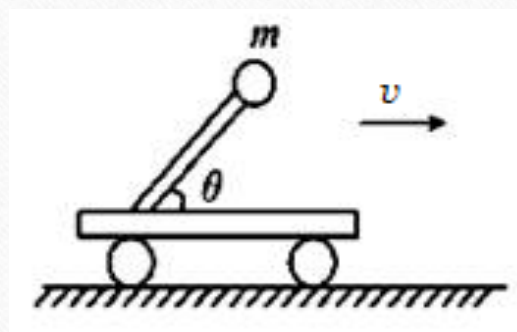
【例3】如图所示，小车上固定着一根倾角为 θ 角的硬杆，杆的另一端固定一个质量为 m 的球，小车正在水平面上向右匀速运动。则杆对球的作用力大小和方向分别为（ ）

A. $mg \cos \theta$ ，沿杆向上

B. $\frac{mg}{\cos \theta}$ ，竖直向上

C. mg ，竖直向上

D. mg ，沿杆向上



【答案】C

（3）胡克定律

在弹性限度内，弹力 F 的大小和弹簧的形变量 x （伸长量或压缩量）成正比。即

$$F = kx$$

其中 k 为弹簧的劲度系数，与弹簧的材料、形状、圈数、弹簧丝的粗细等因素有关，其单位是N/m。

【例4】一根轻质弹簧的劲度系数为500N/m，其两端各受的水平力大小皆为50N。则



- A. 弹簧的伸长量为 0.1m
- B. 弹簧的伸长量为 0.2m
- C. 弹簧的伸长量为 0
- D. 弹簧的伸长量为 0.05m

【答案】A

【例5】 S_1 和 S_2 分别表示劲度系数为 k_1 和 k_2 的两根弹簧，且 $k_1 > k_2$ 。 a 和 b 表示质量分别为 m_a 和 m_b 的两个小物体，且 $m_a > m_b$ 。现将弹簧与物块按如图所示的方式悬挂起来，要求两根弹簧的总长度最大，则应使（ ）

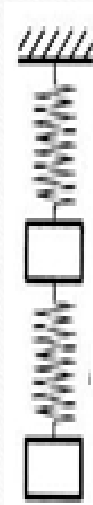
A. S_1 在上， a 在上

B. S_1 在上， b 在上

C. S_2 在上， a 在上

D. S_2 在上， b 在上

【答案】D



【解析】本题需要整体分析和隔离分析相结合。先分析 a 、 b 整体，确认上面那根弹簧劲度系数较小，即 S_2 在上（此时与 a 、 b 的顺序无关）；再隔离分析，确认下面那个物体较重，即 a 在下， b 在上。

【例6】将一根均匀的轻质弹簧剪成任意的两段，取其中一段与剪断前相比，劲度系数如何变化？
()

- A. 一定变大了 B. 一定变小了
C. 一定不变 D. 可能变大了，也可能变小了

【解析】设想将弹簧的下端挂一重物 m ，则

剪断前： $mg = kx$ ①

剪断后，再将其串联起来，如图所示

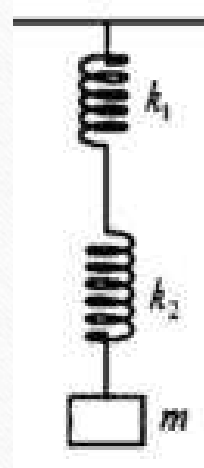
隔离上面一段分析（将 k_2 和 m 视为整体）： $mg = k_1 x_1$ ②

隔离下面一段分析（将 k_1 的下端视为天花板）： $mg = k_2 x_2$ ③

又由于 $x = x_1 + x_2$ ④

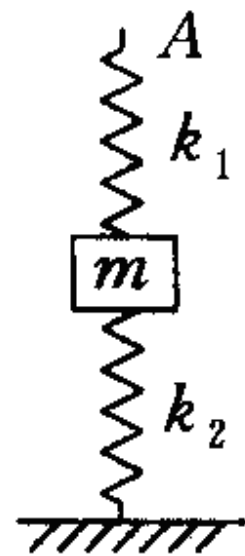
联立①②③④，得 $\frac{mg}{k} = \frac{mg}{k_1} + \frac{mg}{k_2}$ ，即 $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$ 。故 $k_1 > k$ ， $k_2 > k$ 。

【答案】A



【例7】如图所示，物块质量为 m ，与其上表面连接的轻弹簧劲度系数为 k_1 ，与其下表面连接的轻弹簧劲度系数为 k_2 ，整个系统在竖直方向处于平衡（此时弹簧 k_1 处于原长）。若要使下面的弹簧的弹力变为物重的 $3/4$ ，应将上面那根弹簧的上端点A提高多少？

【分析】下面弹簧的弹力可以是拉力也可以是压力，即弹簧既可处于伸长状态也可处于压缩状态。本题要分两种情况讨论。



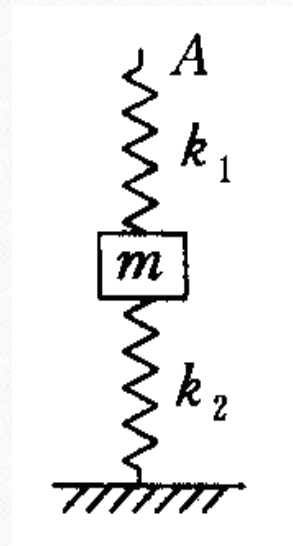
(1) 当下面的弹簧处于拉伸状态时, 设 k_1 的形变量为 x_1 , k_2 的形变量为 x_2 , 原来 k_2 的形变量为 x_3 , 分析 m 的受力可知

$$mg + \frac{3}{4}mg = k_1 x_1 \quad (x_1 \text{ 为伸长量})$$

$$\text{又} \quad \frac{3}{4}mg = k_2 x_2 \quad (x_2 \text{ 为伸长量})$$

$$mg = k_2 x_3 \quad (x_3 \text{ 为压缩量})$$

$$\text{所以应将上面那根弹簧的上端提高: } x_1 + x_2 + x_3 = \frac{7}{4}mg\left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}\right)$$

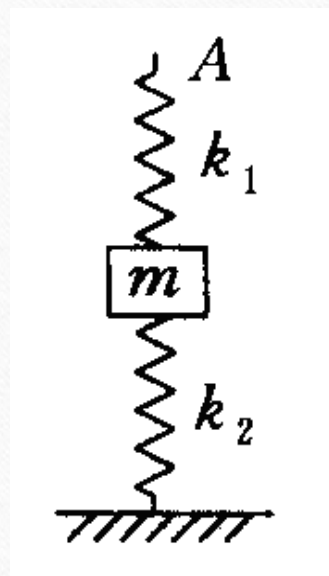


(2) 当下面的弹簧处于压缩状态时，同理可得

$$\frac{3}{4}mg = k_2 x_2 \quad (x_2 \text{ 为压缩量})$$

$$mg - \frac{3}{4}mg = k_1 x_1 \quad (x_1 \text{ 为伸长量})$$

$$mg = k_2 x_3 \quad (x_3 \text{ 为压缩量})$$



所以应将上面那根弹簧的上端提高 $x_1 + (x_3 - x_2) = \frac{1}{4}mg\left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}\right)$ 。

3. 摩擦力

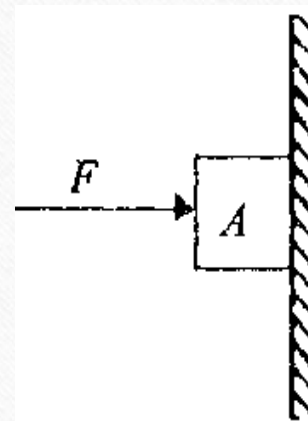
项目	静摩擦力	滑动摩擦力
概念	相互接触的物体，当它们具有相对运动趋势时就会在接触面上产生一对阻碍相对运动趋势的力，这种力叫做静摩擦力。	相互接触的物体，当它们发生相对运动时就会在接触面上产生一对阻碍相对运动的力，这种力叫做滑动摩擦力。
产生的条件	两物体接触且相互挤压（即有弹力）；接触面粗糙；接触面处存在相对滑动的趋势。	两物体接触且相互挤压（即有弹力）；接触面粗糙；接触面处会发生相对滑动。
方向	总是与接触的两物体间的相对运动趋势的方向相反	总与接触的两物体间的 相对 运动的方向总相反
大小	视具体情况而定，但静摩擦力有一个最大值叫做最大静摩擦力。 即： $0 \leq f \leq f_m$ 。	滑动摩擦力的大小与物体间的正压力 N 成正比，即 $f = \mu N$ ，其中 μ 为动摩擦因数。

【例8】 下列关于摩擦力的说法正确的是 ()

- A. 滑动摩擦力的方向一定与物体的运动方向相反，而静摩擦力的方向可能与物体的运动方向相同
- B. 滑动摩擦力总是阻碍物体间的相对运动
- C. 受静摩擦力作用的物体一定是静止的
- D. 摩擦力的大小一定与压力的大小成正比

【答案】 B

【例9】如图所示，物体A在水平力 F 的作用下，静止在竖直墙壁上。当水平力变为 $2F$ 时，物体A所受摩擦力的大小（ ）

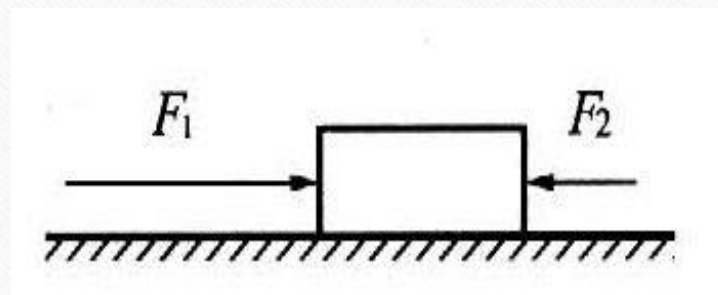


- A. 为原来的2倍
- B. 为原来的二分之一
- C. 和原来一样
- D. 无法判断

【答案】C

【解析】物体A所受的摩擦力为静摩擦力，它总与重力平衡，增大 F 只是增大了最大静摩擦力。

【例10】如图所示，木块放在粗糙的水平桌面上，外力 F_1 、 F_2 沿水平方向作用在木块上，木块处于静止状态，其中 $F_1=10\text{N}$ ， $F_2=2\text{N}$ 。若撤去力 F_1 ，则木块受到的摩擦力是()



- A. 8N，方向向右 B. 8N，方向向左
C. 2N，方向向右 D. 2N，方向向左

【答案】C

【解析】由题意可知，木块与地面间的最大静摩擦力一定不小于8N。撤去 F_1 后，物块仅在 F_2 作用下不会运动，此时摩擦力仍然为静摩擦力，由二力平衡可知，C选项正确。

【追问】若撤去的是 F_2 呢？

【总结】

①不能绝对地说静止的物体受到的摩擦力一定是静摩擦力，运动的物体受到的摩擦力一定是滑动摩擦力。静摩擦力是两个保持相对静止的物体间的摩擦力，而这两个物体本身并不一定是静止的。滑动摩擦力是两个相对滑动的物体间的摩擦力，但其中某一个物体可能是不动的。

②在确定摩擦力大小之前，必须先判明是滑动摩擦还是静摩擦，进而再确定摩擦力的大小。若是滑动摩擦，可用公式 $f = \mu N$ 来计算；若是静摩擦，则不能用公式 $f = \mu N$ 来计算，只能根据物体所处的实际状态求解。

③如果相互接触的两个物体都在运动，那么其中一个物体所受的滑动摩擦力（或静摩擦力）的方向可能与该物体的运动方向相同，也可能相反、也可能垂直或存在任意的夹角。

④由于静摩擦力与相对运动趋势有关，如何判断有无相对运动趋势往往用“假设法”：假设接触面光滑，如果发生相对滑动，则存在相对运动趋势，其相对运动的方向即为有摩擦时相对运动趋势的方向。

再见