

专题2 相互作用答案

1. 答案: C F 水平时: $F = \mu mg$

$$F \text{ 与水平面成 } 60^\circ \text{ 角时: } F \cos 60^\circ = \mu(mg - F \sin 60^\circ) \quad \text{解得: } \mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

2. 答案: B 左、右两段绳的伸长量: $\Delta L = \frac{100\text{cm} - 80\text{cm}}{2} = 10\text{cm}$

设弹性绳的劲度系数为 k , 由中点分为等长的两段后, 劲度系数变为 $2k$

$$\text{设钩码的重力为 } G, \text{ 由共点力平衡条件可得: } G = 2 \times 2k\Delta l \cos \alpha \quad \cos \alpha = \frac{\sqrt{50^2 - 40^2}}{50} = \frac{3}{5}$$

$$\text{整理得: } G = \frac{12}{5} k\Delta l$$

将弹性绳的两端缓慢移至天花板上同一点时, 由共点力平衡条件可得: $G = 2 \times 2k\Delta l'$

$$4k\Delta l' = \frac{12}{5} k\Delta l \quad \Delta l' = \frac{3}{5} \Delta l = 6\text{cm}$$

弹性绳的总长度变为: $80 + 2 \times 6 = 92\text{cm}$, 选项 B 正确。

3. 答案: C 对整体受力分析可知, 整体相对地面没有相对运动趋势, 故 $f_3=0$; 将 a 和 b 看成一个整体, a 、 b 整体有相对斜面向下运动的趋势, 故 b 与 P 之间有摩擦力, 即 $f_2 \neq 0$; 对 a 受力分析可知, a 相对于 b 有向下运动的趋势, a 和 b 之间存在摩擦力作用, 即 $f_1 \neq 0$ 。选项 C 正确。

4. 答案: C 如图所示, 以合力 F 的箭尾为圆心, 以 F_2 的大小为半径

画圆弧, 圆弧与 F_1 所在直线有两个交点, 即 F_2 的方向有两种可能, F_1

的大小也有两种可能, 故 C 选项正确。

5. 答案: C 由于平衡时, a 、 b 间的距离恰好等于圆弧的半径, 因此 Δoab 为等边三角形。由于一条绳上的力处处量值相等, 有 $T = mg$, T 与 mg 的合力由 a 指向 o , 有 $\angle 3 = \angle 2 = \angle 1 = 30^\circ$,

$\angle 4 = \angle 2 + \angle 3 = 60^\circ$, $\angle acb = 120^\circ$, c 点受到的三个力互成 120° 。

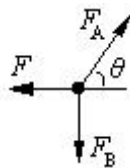
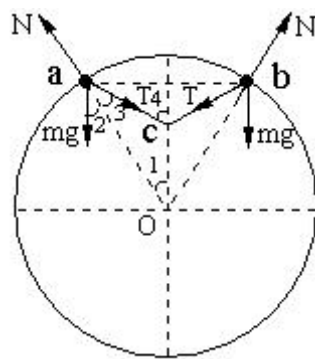
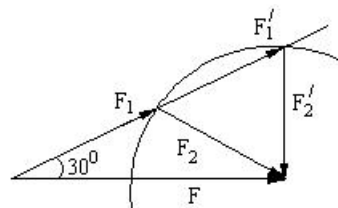
c 点受到的两个力斜向上的拉力的合力 $T_{\text{合}}$ 竖直向上, 有:

$$T_{\text{合}} = T = mg。$$

设 c 点悬挂的小物块的质量为 m' , 小物块对 c 点向下的拉力等于悬挂的小物块的重力 $m'g$, 根据平衡条件可得: $m'g = T_{\text{合}} \quad m' = m$

可见 C 选项正确。

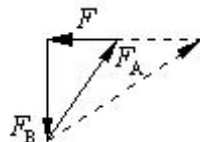
6. 答案: A 【解析 1】以结点 O 为研究对象, 结点 O 受到水平向左的拉力 F 、向下的拉力 F_B , 斜向上的拉力 F_A , 其中 $F_B = mg$ 。当用水平向左的力 F 缓慢拉动绳的中点 O 时, O 点以 A 为圆心, 以 OA 为半径缓慢转动, OA 与水平的夹角 θ 不断减小。根据物体平衡条件可得: $F_A \sin \theta = F_B = mg \quad F = F_A \cos \theta$ 解得:





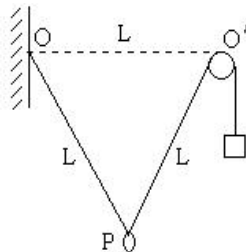
$$F_A = \frac{mg}{\sin \theta} \quad F = \frac{mg}{\tan \theta}$$

当夹角 θ 不断减小时 F 、 F_A 逐渐变大，A 选项正确。



【解析 2】结点 O 缓慢移动，O 点由一个平衡态转移到下一个平衡态，O 点所受的三个力合力为零，这三个力构成一个封闭三角形，如图所示， F_B 不变， F_A 向下缓慢转动时 F 、 F_A 逐渐变大。

7. 答案：D 假设平衡后轻环位置为 P，平衡后物体上升 L ，此时 POO' 恰好构成一个边长为 L 的正三角形，如图所示。绳中张力处处相等，均为 Mg 。

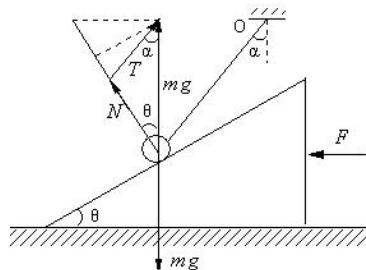


设钩码的质量为 m ，根据平衡条件有：

$$mg = 2Mg \cos 30^\circ, \text{ 解得： } m = \sqrt{3}M$$

8. 答案：D 小球受三个力，重力的大小方向不变；支持力 N 与斜面垂直，方向不变；拉力 T 的大小和方向都可能发生变化。

“缓慢”意为由一个平衡态到一个新的平衡态，因此小球受的三个力组成一个封闭的矢量三角形，如图所示。由力的矢量三角形可知，在这个过程中，支持力 N 不断增大；拉力先逐渐减小，当细线与斜面平行时拉力最小，由此再到细线接近水平的过程中，拉力又逐渐增大。选项 D 正确。

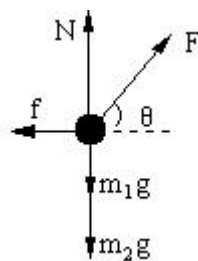


9. 答案：AC m_1 、 m_2 两个物体处于同一运动状态，可作为整体分析，整体受力如图，根据平衡条件在水平方向有： $f = F \cos \theta$

在竖直方向有： $N = mg + m_2g - F \sin \theta$ 。

10. 答案：BD 因 P 静止于斜面上，故有关系： $f = G_P \sin \theta \leq \mu G_P \cos \theta$ （式中 θ 为斜面的倾角， f 为 P 所受静摩擦力），加 Q 后，关系式：

$f' = (G_P + G_Q) \sin \theta \leq \mu(G_P + G_Q) \cos \theta$ （式中 f' 为放 Q 后 P 如果静止所需静摩擦力）仍然成立，即 P、Q 二者静止所需要的静摩擦力不大于最大静摩擦力，所以，P 仍静止不动，故 A 选项错误；B 选项正确；因 P 始终静止，故所受合外力始终为零，C 选项错误；由上述关系容易看出： $f' > f$ ，D 选项正确。

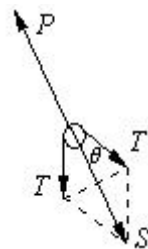


11. 答案：BD 由题意，在 F 保持方向不变，大小发生变化的过程中，物体 a、b 均保持静止，各绳方位保持不变；

对于物块 a，绳竖直向上的拉力 $T = m_a g$ ，选项 C 错误；

对于滑轮，由于一条绳上的力处处量值相等，因此将 a、b 对滑轮的拉力合成时合力 S 在菱形的角分线上，由于 b 始终保持静止，因此 a、b 对滑轮的拉力夹角不变，

设该夹角为 θ ，如图所示，则有绳 OO' 的张力： $P = 2m_a g \cos \frac{\theta}{2}$

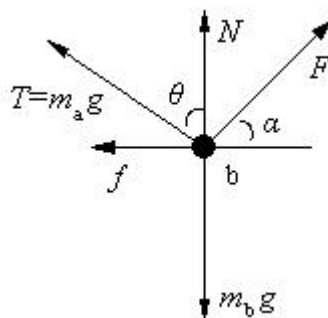


可见绳 OO' 的张力 P 为一定值，选项 A 错误；

对于物块 b，设外力 F 与水平方向的夹角为 α ，物块 b 受力如图，由平衡条件得： $m_a g \sin \theta + f = F \cos \alpha$

$$m_a g \cos \theta + N + F \sin \alpha = m_b g$$

当 F 大小在一定范围内变化时，支持力、摩擦力在一定范围内变化，B、D 选项正确。



12. 答案: AD

【解析1】根据题意做图, 由图可得 MN 上的张力 F_1 逐渐增大, OM 上的张力 F_2 先增大后减小。

【解析2】设 OM 转过的角度为 θ , 由题意可知 $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$, 设 $\alpha = 120^\circ$, 根据正弦定理可得:

$$\frac{F_1}{\sin \theta} = \frac{mg}{\sin 60^\circ} \quad \frac{F_2}{\sin(120^\circ - \theta)} = \frac{mg}{\sin 60^\circ}$$

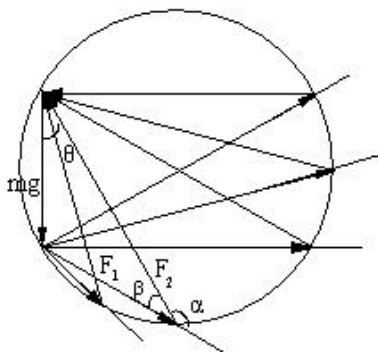
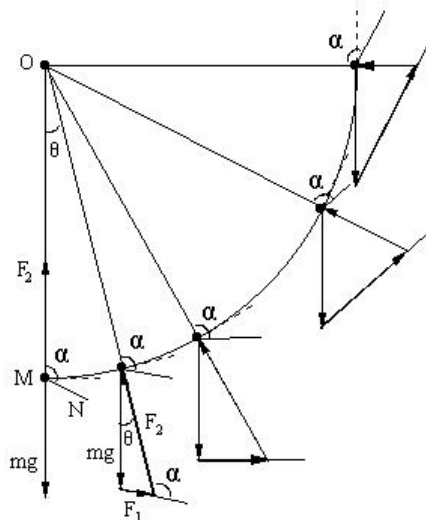
解得: $F_1 = \frac{mg}{\sin 60^\circ} \sin \theta$

可见随着 θ 的增大 MN 上的张力 F_1 逐渐增大;

解得: $F_2 = \frac{mg}{\sin 60^\circ} \sin(120^\circ - \theta)$

可见随着 θ 的增大 OM 上的张力 F_2 先增大后减小, 当 $\theta = 30^\circ$ 时 F_2 达到最大值。

【解析3】如图, α 角不变则有 $\beta = 180^\circ - \alpha$ 不变, 根据同弧圆周角相等可得如图矢量图, 由图可见随着 θ 的增大 MN 上的张力 F_1 逐渐增大, OM 上的张力 F_2 先增大后减小 (图中 $\alpha = 150^\circ$, 当 $\theta = 60^\circ$ 时 F_2 达到最大值)。



13. 答案: AB 设绳长为 l , 两杆之间的距离为 d , 将光滑的衣架钩与衣服简化为光滑的滑轮, 滑轮受力如图。

一条绳上的力处处量值相等, 有: $T_1 = T_2 = T$

根据平衡条件, 在水平方向有: $T \cos \alpha = T \cos \beta$

解得: $\alpha = \beta$

在竖直方向有: $2T \sin \alpha = mg$ 解得: $T = \frac{mg}{2 \sin \alpha}$

如图 $og = ob$, $ao + og = ao + ob = l$,

$$\cos \alpha = \frac{fg}{ag} = \frac{d}{l} \quad \sin \alpha = \frac{\sqrt{l^2 - d^2}}{l}$$

$$T = \frac{mg}{2 \sin \alpha} = \frac{mgl}{2\sqrt{l^2 - d^2}} \quad \text{可见 C、D 选项错误}$$

当杆 N 向右移时 d 增大, 绳子拉力 T 变大, B 选项正确; 当绳的右端上移到 b' 时, 滑轮将向左上方移动, 存在图中三种情况。

若滑轮移到 x 点, 有: $ax + xb' = ax + xs < ag = l$

可见此时绳长变短;

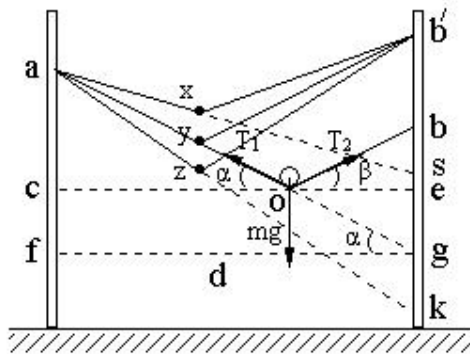
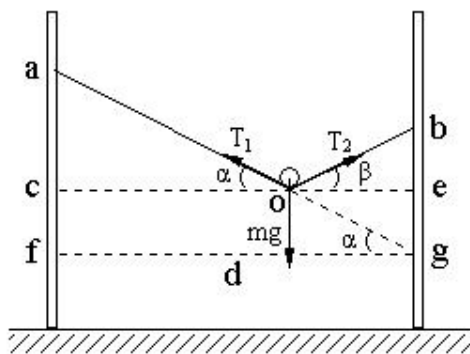
若滑轮移到 y 点, 有: $ay + yb' = ay + yg = l$

此时绳长不变;

若滑轮移到 z 点, 有: $az + zb' = az + zk > ag = l$

可见此时绳子变长。

综上所述可知, 当绳的右端上移到 b' 时, 滑轮将沿绳向左上方移动, 有 α 不变, 绳子拉力不变, 选





项 A 正确。

【解法研究】

设绳长为 5m，两杆之间的距离为 4m，衣架钩与衣服的总重量为 12N，则有：

$$\cos \alpha = \frac{d}{l} = \frac{4}{5} \quad \sin \alpha = \frac{3}{5} \quad T = \frac{mg}{2 \sin \alpha} = \frac{12}{2 \times \frac{3}{5}} = 10\text{N}$$

本题的隐含条件是绳长不变。当绳的右端上移到 b' 时，滑轮将向左上方移动，存在图中三种情况，只有滑轮沿绳移动才能满足绳长不变。此时有 α 角不变，绳子拉力不变。

当杆 N 向右移时 d 增大，由 $T = \frac{mgl}{2\sqrt{l^2 - d^2}}$ 可得绳子拉力 T 变大。

14. (1) 如图 $BO=40+10=50$ ， $CO=20+10=30$ ，在直角三角形 BCO 中，有：

$$\sin \alpha = \frac{30}{50} = \frac{3}{5}, \text{ 因此 } \alpha = 37^\circ.$$

(2) A 匀速下滑，在竖直方向有： $\mu N = G_A$ ，解得： $N = \frac{G_A}{\mu} = \frac{12}{0.2} = 60\text{N}$ ，

根据牛顿第三定律可知球对 A 物体的压力为 60N。

(3) 以光滑球为研究对象，受力如图，根据平衡条件有：

$$G = N \cot \alpha = 60 \times \frac{4}{3} = 80\text{N}$$

15. 【解析 1】物体受力如图，当绳 AB 的弹力 F_1 为零时，有： $F \sin 60^\circ = mg$

$$\text{解得：} F = \frac{mg}{\sin 60^\circ} = \frac{40\sqrt{3}}{3} \text{N}$$

当绳 AC 的弹力 F_2 为零时，在水平方向有： $F_1 \cos 60^\circ = F \cos 60^\circ$ ， $F_1 = F$

$$\text{在竖直方向有：} 2F \sin 60^\circ = mg, \text{ 解得：} F = \frac{mg}{2 \sin 60^\circ} = \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{N}$$

综上可得 F 的范围是： $\frac{20\sqrt{3}}{3} \text{N} \leq F \leq \frac{40\sqrt{3}}{3} \text{N}$

【解析 2】物体受四个力，合力为零，这四个力构成封闭四边形如图，当 F 增

大时 F_1 减小，当 F_1 减到零时， F 达到最大值，有： $F_{\max} = \frac{mg}{\sin \theta} = \frac{40\sqrt{3}}{3} \text{N}$

当 F 减小时 F_2 减小，当 F_2 减到零时， F 达到最小值，有：

$$F_{\min} = \frac{mg / 2}{\sin \theta} = \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{N}$$

综上可得 F 的范围是： $\frac{20\sqrt{3}}{3} \text{N} \leq F \leq \frac{40\sqrt{3}}{3} \text{N}$

