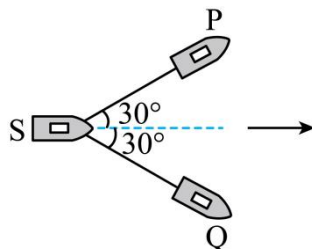


好题分享 1（力学综合）

一、单选题

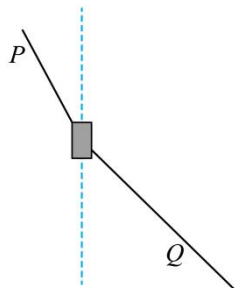
1. 如图所示，两拖船 P、Q 拉着无动力货船 S 一起在静水中沿图中虚线方向匀速前进，此刻两根水平缆绳与虚线的夹角均保持为 30° ，拖船速度方向与船头方向相同，速度大小为 v ，缆绳对 S 船的作用力大小均为 F ，经过一段时间每条缆绳的拉力对 S 船做功均为 W ，下列说法正确的是（ ）

- A. S 船受到绳子合力大小为 $2F$
- B. S 船速度大小为 $\sqrt{3}v$
- C. S 船速度大小为 $\frac{2\sqrt{3}}{3}v$
- D. 两条缆绳共对 S 船做功为 $\sqrt{3}W$



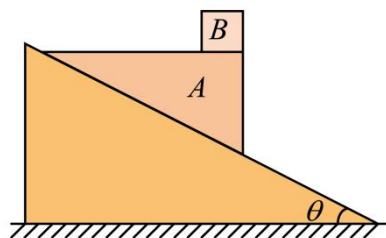
2. 在高层楼房下放重物时，需保持重物与墙面有一定的距离以确保安全。如图所示，位于高层和地面的两人分别控制系在重物上的轻绳 P、Q，协调操作可使重物缓慢竖直下降。则重物从图示位置下降一小段高度的过程中：

- A. P 绳拉力对重物不做功
- B. P 绳、Q 绳拉力对重物做功之和为零
- C. P 绳、Q 绳张力变化量大小相等
- D. P 绳、Q 绳张力变化量大小不相等



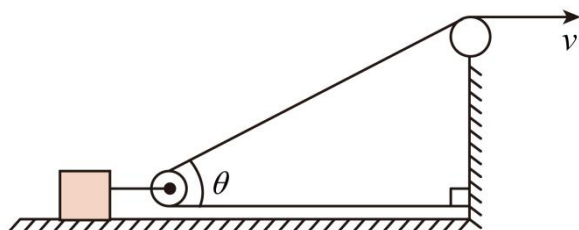
3. 如图所示，质量为 m 的劈形物块 A 放在倾角 $\theta=37^\circ$ 的固定光滑斜面上，A 的上表面水平光滑，质量为 $0.5m$ 的物块 B 放在 A 的上表面右侧，斜面足够长，由静止释放物块 A， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，则在物块 B 碰到斜面前 A、B 间的作用力大小为（ ）

- A. $\frac{18}{59}mg$
- B. $\frac{17}{59}mg$
- C. $\frac{16}{59}mg$
- D. $\frac{15}{59}mg$



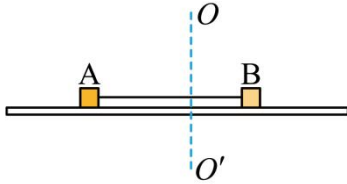
4. 如图所示，物块放在水平面上，物块上固定一轻质动滑轮，用轻绳按如图所示方式拉着物块运动，当绕过动滑轮的两绳间的夹角为 θ 时，施加拉力的绳端速度为 v ，则此时物块的速度大小为（ ）

- A. $v \cos \theta$
- B. $v (1 + \cos \theta)$
- C. $\frac{v}{\cos \theta}$
- D. $\frac{v}{1 + \cos \theta}$



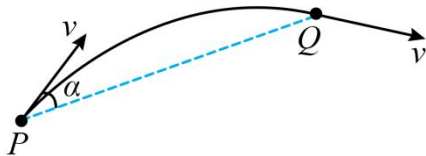
二、多选题

5. 如图所示，物体 A、B 放在水平圆盘的一个直径上，用不可伸长的轻绳相连，绳子刚好伸直，圆盘可绕竖直轴 OO' 转动，A、B 到轴的距离分别为 $2r$ 和 r ，两物块的质量关系为 $m_B = 2m_A$ 两物块与圆盘面的动摩擦因数均为 μ ，设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，轻绳能承受的拉力足够大，当圆盘以不同角速度绕轴 OO' 匀速转动时，下列说法正确的是（ ）



- A. 由于 $m_A \cdot 2r\omega^2 = m_B \cdot r\omega^2$ ，因此 A、B 受到的摩擦力始终为零
- B. 随着转动角速度增大，A、B 始终不会滑动
- C. 随着转动角速度增大，最终 A 沿圆盘半径向外滑动
- D. 随着转动角速度增大，B 受到的最大摩擦力与 A 受到的最大摩擦力相等

6. 一质量为 $m = 3\text{kg}$ 的滑块在水平方向恒力 $F = 6\text{N}$ 的作用下，在光滑的水平面上运动，如图所示为滑块在水平面上运动的一段轨迹，滑块过 P、Q 两点时速度大小均为 $v = 5\text{m/s}$ ，滑块在 P 点的速度方向与 PQ 连线夹角 $\alpha = 37^\circ$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。则下列说法正确的是



- A. 水平恒力 F 方向垂直 PQ ，滑块在水平恒力作用下由 P 到 Q 做功为零
- B. 滑块从 P 点运动到 Q 点的过程中合外力做的功是 37.5J
- C. 滑块从 P 点开始运动经过 1.5s 时，物块的动能最小
- D. 滑块从 P 点运动到 Q 点的过程中动能最小值为 24J

7. 某兴趣小组在“验证力的平行四边形定则”实验中，先在一张白纸上画好若干同心圆，圆心记为 O ，从内向外依次标记为圆1、2、3... n ，圆的半径为 nR ，再用图钉将该纸钉在方木板上。随后找来三根完全相同的弹性绳，将它们的一端系在一起形成结点 P ，当 P 位于圆心 O 点处且三根弹性绳刚好伸直时，三根绳的另一端点 A 、 B 、 C 的位置如图1所示。然后将 A 固定在圆9某位置处，在圆8上调节 B 的同时在圆7上调节 C ，使结点 P 仍处于圆心 O 。然后记录下 B 、 C 的位置。

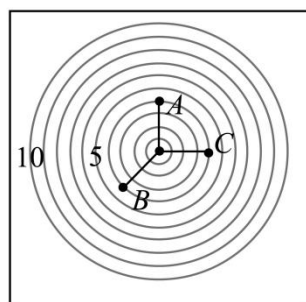


图1

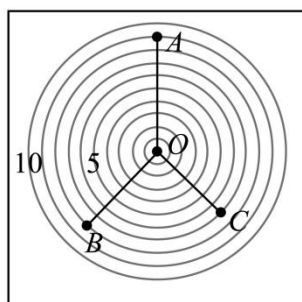


图2

- (1) 本实验中_____（选填“需要”或“不需要”）测量每根弹性绳上的弹力大小；
- (2) 某次实验的结果如图2所示，移走绳后，连接 OA 、 OB 、 OC ，测得 OB 、 OC 的夹角约等于_____（选填 A、B、C、D）；

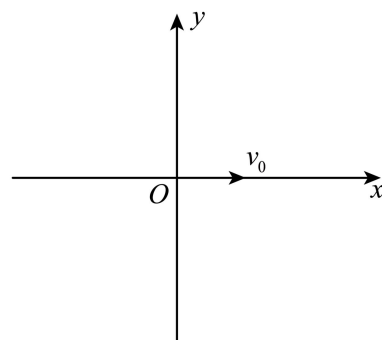
A. 45°
B. 60°
C. 90°
D. 120°
- (3) 某同学提出可以直接以 OB 、 OC 为邻边做平行四边形，然后看其对角线 OA' 与 OA 在误差允许范围内是否共线且等长，如果是，则可以验证力的平行四边形定则，另一同学马上提醒该同学这样操作是错误的，错误的原因_____。

8. 风洞实验是通过人工模拟气流环境，测试物体空气动力学、热力学等特性的一种科学实验方法。在某风洞竖直面内建立如图所示的坐标系（ x 轴沿水平方向， y 轴沿竖直方向），将质量为 m 的小球置于原点 O ，通过风洞施加大小不变，方向可变的风力，使小球在 xOy 平面内运动。观测发现：当风力沿 x 轴负方向时，小球从 O 点以初速度 v_0 沿 x 轴正方向水平抛出，当其水平速度大小变为 $3v_0$ 时，水平位移和竖直位移大小相等。除风力及重力外其余力均不计，重力加速度大小为 g ，求：

(1) 无风力时，从小球水平抛出到其速度与水平方向成 45° 过程中，合力所做的功；

(2) 题设情境下，小球经过 O 点正下方的 A 点（图中未画出）时风力的瞬时功率及 A 点的坐标；

(3) 仅改变风力的方向及初速度 v_0 的方向，使小球通过 (2) 问 A 点时的动能达到初动能的 3.6 倍，满足该条件的初速度 v_0 与 x 轴正方向所夹角的余弦值及 v_0 所在象限。



参考答案

1. C 【详解】A. 对 S 船进行分析, S 船受到绳子合力大小为 $2F \cos 30^\circ = \sqrt{3}F$, 故 A 错误;
BC. 将 S 船的速度沿其中一根绳与垂直于该绳方向分解, 沿绳的分速度与拖船速度相等, 则有 $v_1 \cos 30^\circ = v$, 解得 $v_1 = \frac{2\sqrt{3}}{3}v$, 故 B 错误, C 正确;
D. 功是标量, 两条缆绳对 S 船做的功等于各自做功的代数和, 可知, 两条缆绳共对 S 船做功为 $2W$, 故 D 错误。故选 C。

2. C 【详解】A. P 绳对重物的拉力与重物的位移方向成钝角, 故 P 绳拉力对重物做负功, 故 A 错误;
BCD. 因重物缓慢竖直下降, 受力平衡, P 绳、Q 绳拉力的合力竖直向上, 大小与重力相等, P 绳、Q 绳拉力的合力做负功, 即 P 绳、Q 绳拉力对重物做功之和为负, P 绳、Q 绳张力变化量之和为零, P 绳、Q 绳张力变化量大小相等, 方向相反, 故 BD 错误, C 正确。故选 C。

3. C 【详解】设 A 沿斜面向下的加速度大小为 a , 则 A 在竖直方向的加速度分量大小为 $a_1 = a \sin \theta = 0.6a$

对物块 B 研究, 根据牛顿第二定律可得 $0.5mg - F = 0.5ma_1$

对物块 A 研究, 根据牛顿第二定律可得 $(F + mg) \sin \theta = ma$

联立解得 $F = \frac{16}{59}mg$, 故选 C。

4. D

【详解】设物块的速度为 v_0 , 则 $v = v_0 + v_0 \cos \theta$ 解得 $v_0 = \frac{v}{1 + \cos \theta}$ 故选 D。

5. BD

【详解】A. 由于轻绳开始刚好伸直, 没有张力, 因此圆盘转动后, A、B 开始随圆盘转动需要的向心力由静摩擦力提供, 故 A 错误;

BCD. 物块 A 刚好要滑动时, 有 $\mu m_A g = m_A \times 2r \omega_1^2$ 解得 $\omega_1 = \sqrt{\frac{\mu g}{2r}}$

此时 B 受到的摩擦力 $f = m_B r \omega_1^2 = \mu m_A g < \mu m_B g$

继续增大转动角速度, 轻绳开始有拉力并和摩擦力一起提供向心力, 当转动角速度为 ω_2 时,

由于 $m_A \times 2r (\omega_2^2 - \omega_1^2) = m_B r (\omega_2^2 - \omega_1^2)$

可见增加的向心力相同且都由轻绳提供, 因此从 A 刚好要滑动开始, 随着转动的角速度增大, A、B 受到的摩擦力大小始终不变, 始终等于 $\mu m_A g$ A、B 不可能滑动, 故 BD 正确, C

错误。故选 BD。

6. ACD

【详解】AB. 在光滑的水平面上，滑块受到的水平恒力即为合外力。滑块在水平恒力作用下由 P 到 Q ，滑块过 P 、 Q 两点时速度大小均为 5m/s ，即水平恒力（合外力）做功为零，所以力应该和位移 PQ 的方向垂直，且根据滑块运动轨迹可判断出其指向轨迹凹处，故 A 正确，B 错误；

CD. 把速度分解到 PQ 方向，有 $v_1 = v \cos \alpha = 4\text{m/s}$

滑块在这个方向上的运动为匀速运动，所以当滑块在垂直于 PQ 方向上的速度等于零时，此时运动的动能最小，有 $\frac{1}{2}mv_1^2 = 24\text{J}$

把速度分解到垂直 PQ 方向，此方向做先做匀减速直线运动再做匀加速直线运动，有

$$v_2 = v \sin \alpha = 3\text{m/s} \quad a = \frac{F}{m} = 2\text{m/s}^2$$

当 v_2 为 0 时，滑块动能最小，此时运动时间为 $t = \frac{v_2}{a} = 1.5\text{s}$ 故 CD 正确。故选 ACD。

7. (1) 不需要 (2) C (3) 误认为弹性绳的弹力大小与弹性绳的长度成正比。

【详解】(1) 本实验只需要测量三根弹性绳的弹力大小之比，不需要测量每根弹性绳的弹力大小。

(2) 由图 1 可知，三根弹性绳 OA 、 OB 、 OC 的原长均为 $4R$ ，伸长后的长度分别为 $9R$ 、 $8R$ 、 $7R$ ，伸长量分别为 $5R$ 、 $4R$ 、 $3R$ ，因弹性绳的弹力大小与弹性绳的伸长量成正比，故三根弹性绳 OA 、 OB 、 OC 的弹力大小之比为 $5:4:3$ ，满足 $F_{OB}^2 + F_{OC}^2 = F_{OA}^2$

故 F_{OB} 与 F_{OC} 垂直，故测得 OB 、 OC 的夹角约等于 90° 。故选 C。

(3) 该同学错误的原因误认为弹性绳的弹力大小与弹性绳的长度成正比。

8、(1) $W_{\text{合}} = \frac{1}{2}mv_0^2$ (2) $P = 2mgv_0$ ， $\left(0, -\frac{v_0^2}{2g}\right)$ (3) 待求余弦值 $\cos \beta = \frac{3\sqrt{205}}{205}$ ，初速度 v_0 在第四象

限；待求余弦值 $\cos \beta = \frac{3}{5}$ ，初速度 v_0 在第一象限；待求余弦值 $\cos \beta = -\frac{3\sqrt{205}}{205}$ ，初速度 v_0 在

第三象限；待求余弦值 $\cos \beta = -\frac{3}{5}$ ，初速度 v_0 在第二象限。

【详解】(1) 无风力时，小球水平抛出后做平抛运动，当速度与水平方向成 45° 时，其合速度为 $v = \frac{v_0}{\cos 45^\circ} = \sqrt{2}v_0$

根据动能定理有 $W_{\text{合}} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_0^2$

(2) 题设情境下，设小球从抛出直到水平位移和竖直位移大小相等所用时间为 t ，则有

$$\frac{3v_0 - v_0}{2}t = \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{解得 } t = \frac{2v_0}{g}$$

则小球水平方向的加速度大小为 $a = \frac{4v_0}{t} = 2g$

设水平风力大小为 F ，则水平方向根据牛顿第二定律有 $F = ma = 2mg$

小球经过 O 点正下方的 A 点时，水平方向的速度大小为 v_0 ，方向向左，故风力的瞬时功率为 $P = Fv_0 = 2mgv_0$

设小球由 O 点运动至 A 点所用时间为 t_1 ，则 $t_1 = \frac{2v_0}{a} = \frac{v_0}{g}$

则小球竖直方向下落的高度为 $h = \frac{1}{2}gt_1^2 = \frac{v_0^2}{2g}$ 故 A 点的坐标为 $\left(0, -\frac{v_0^2}{2g}\right)$

(3) 改变风力和初速度方向后，小球从 O 运动到 A 由动能定理得 $W_F + mgh = 3.6 \times \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

又 $mgh = mg \cdot \frac{v_0^2}{2g} = \frac{1}{2}mv_0^2$ 代入得 $W_F = \frac{4}{5}mv_0^2$

所以风力的竖直分量向下，假设风力与 y 轴负半轴夹角为 α ，初速度 v_0 与 x 轴正半轴夹角

为 β ，则 $W_F = Fh \cos \alpha = 2mg \cdot \frac{v_0^2}{2g} \cos \alpha = \frac{4}{5}mv_0^2$ 解得 $\cos \alpha = \frac{4}{5}$

当 F 在第三象限时，初速度 v_0 应在第一或第四象限；当 F 在第四象限时，初速度 v_0 应在第二或第三象限。先讨论 F 在第三象限，在 x 方向和 y 方向分别根据牛顿第二定律有

$F \sin \alpha = ma_x$ ， $F \cos \alpha + mg = ma_y$ 解得 $a_x = \frac{6}{5}g$ ， $a_y = \frac{13}{5}g$

在此条件下从 O 到 A ，在 x 方向上有 $2v_0 \cos \beta = a_x t_2$ 解得 $t_2 = \frac{5v_0 \cos \beta}{3g}$

在 y 方向上有 $h = -v_0 \sin \beta \cdot t_2 + \frac{1}{2}a_y t_2^2$ 整理得 $\frac{65 \cos^2 \beta}{18} - \frac{5 \sin \beta \cos \beta}{3} - \frac{1}{2} = 0$

即 $65 \cos^2 \beta - 30 \sin \beta \cos \beta - 9 = 0$ 即 $(3 \tan \beta + 5)^2 - 81 = 0$

解得 $\tan \beta = -\frac{14}{3}$ 或 $\tan \beta = \frac{4}{3}$

当 $\tan \beta = -\frac{14}{3}$ 时，待求余弦值 $\cos \beta = \frac{3\sqrt{205}}{205}$ ，初速度 v_0 在第四象限；

当 $\tan \beta = \frac{4}{3}$ 时，待求余弦值 $\cos \beta = \frac{3}{5}$ ，初速度 v_0 在第一象限。

由对称性可知，当 F 在第四象限时，待求余弦值 $\cos \beta = -\frac{3\sqrt{205}}{205}$ ，初速度 v_0 在第三象限；或

待求余弦值 $\cos \beta = -\frac{3}{5}$ ，初速度 v_0 在第二象限。