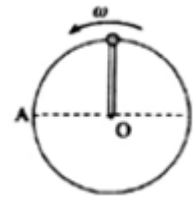


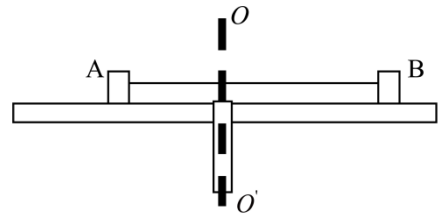
## 考前小练

1. 如图所示, 长为 $0.3m$ 的轻杆一端固定质量为 $m$ 的小球(可视为质点), 另一端与水平转轴 $O$ 连接。现使小球在竖直面内绕 $O$ 点做匀速圆周运动, 轻杆对小球的最大作用力为 $\frac{7}{4}mg$ , 已知转动过程中轻杆不变形, 取重力加速度 $g = 10m/s^2$ 。下列说法正确的是 ( )



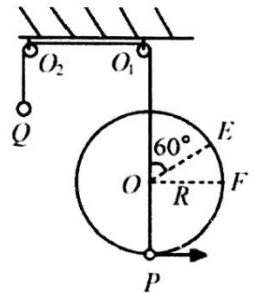
- A. 小球转动的角速度为 $0.5rad/s$
- B. 小球通过最高点时对杆的作用力为零
- C. 小球通过与圆心等高的点时对杆的作用力大小为 $\frac{5}{4}mg$
- D. 小球在运动的过程中, 杆对球的作用力总是沿杆方向

2. 如图所示, 以 $OO'$ 为转轴转动的水平转台上有质量均为 $m$ 的 $A$ 、 $B$ 两滑块, 两者用水平伸直的轻绳跨过转轴连接,  $A$ 距离转轴之间的距离为 $r$ ,  $B$ 距离转轴之间的距离为 $2r$ ,  $B$ 与转台的动摩擦因数都为 $\mu$ 。当转台角速度从 $0$ 开始极其缓慢增大的过程中(滑块与转台始终相对静止), 下列描述正确的是 ( )



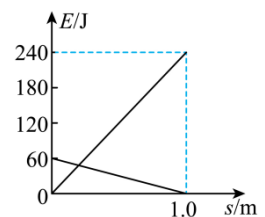
- A. 滑块 $A$ 所受摩擦力一直增大
- B. 滑块 $B$ 所受摩擦力一直增大
- C. 当角速度为 $\sqrt{\frac{\mu g}{2r}}$ 时, 绳子拉力为零
- D. 当角速度为 $\sqrt{\frac{2\mu g}{r}}$ 时, 绳子拉力为零

3. 如图所示, 半径为 $R$ 的圆环固定在竖直平面内, 圆心为 $O$ ,  $O_1$ 、 $O_2$ 为两个轻质定滑轮, 其中 $O_1$ 在 $O$ 点正上方 $2R$ 处。跨过定滑轮的轻绳, 一端连接着位于圆环最低点的小球 $P$ ( $P$ 套在圆环上), 另一端连接着小球 $Q$ , 某时刻小球 $P$ 获得水平向右的初速度, 沿着圆环恰好能上升到 $E$ 点,  $EO$ 与竖直方向的夹角为 $60^\circ$ 。已知小球 $P$ 、 $Q$ 的质量分别 $2m$ 、 $m$ , 重力加速度为 $g$ , 忽略一切摩擦。则在该过程中有 ( )



- A. 轻绳拉力对小球 $P$ 先做负功再做正功
- B. 小球 $P$ 运动到圆心等高处的 $F$ 点时,  $P$ 与 $Q$ 的速度大小之比为 $2:\sqrt{5}$
- C. 小球 $P$ 初速度大小为 $\sqrt{2\sqrt{3}gR}$
- D. 小球 $P$ 到达 $E$ 点时, 其加速度大小为 $\frac{\sqrt{3}-1}{3}g$

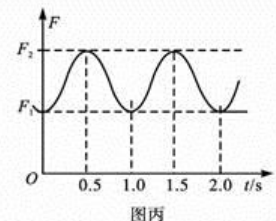
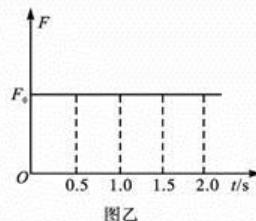
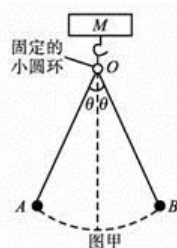
4. 2022年2月8日, 谷爱凌夺得北京冬奥会自由式滑雪女子大跳台金牌。现有一质量为 $m$ 的滑雪运动员从一定高度的斜坡自由下滑。如果运动员在下滑过程中受到的阻力恒定, 斜面倾角为 $30^\circ$ ,  $g = 10m/s^2$ , 运动员滑至坡底的过程中, 其机械能和动能随下滑距离 $s$ 变化的图像如图所示, 下列说法正确的是 ( )



- A. 运动员下滑过程中只有重力做功
- B. 运动员下滑过程中受到的阻力为 $240N$
- C. 运动员下滑时加速度的大小为 $4m/s^2$
- D. 不能求出运动员质量 $m$ 的数值

5. 利用计算机和力传感器可以比较精确地测量作用在挂钩上的力, 并能得到挂钩所受的拉力随时间的变化图像, 实验过程中挂钩位置可认为不变。某同学利用力传感器和单摆小球来验证机械能守恒, 实验步骤如下:

- ①如图甲所示, 固定力传感器 $M$ ;
- ②取一根不可伸长的细线, 一端连接一小铁球, 另一端穿过固定的光滑小圆环 $O$ , 并固定在传感器 $M$ 的挂钩上(小圆环刚好够一根细线通过);
- ③让小铁球自由悬挂并处于静止状态, 从计算机中得到拉力随时间变化的关系图像如图乙所示;



- ④让小铁球以较小的角度在竖直平面内的 $A$ 、 $B$ 之间摆动, 从计算机中得到拉力随时间变化的关系图像如图丙所示。请回答以下问题:

(1)为了验证小铁球在最高点A和最低点处的机械能是否相等，则\_\_\_\_\_。

- A. 一定得测出小铁球的质量 $m$
- B. 一定得测出细线离开竖直方向的最大偏角 $\theta$
- C. 一定得知道当地重力加速度 $g$ 的大小及图乙和图丙中的 $F_0$ 、 $F_1$ 、 $F_2$ 的大小
- D. 只要知道图乙和图丙中的 $F_0$ 、 $F_1$ 、 $F_2$ 的大小

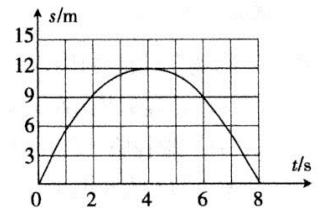
(2)若已经用实验测得了第(1)小问中所需测量的物理量，则为了验证小铁球在最高点A和最低点处的机械能是否相等，只需验证\_\_\_\_\_等式是否成立即可(用题中所给物理量的符号来表示)。

6. 假设某航天员驾驶一艘宇宙飞船飞临X星球，然后在该星球上做火箭发射实验。微型火箭点火后加速上升4s后熄火，测得火箭上升的最大高度为80m，若火箭始终在垂直于星球表面的方向上运动，火箭燃料质量的损失及阻力忽略不计，且已知该星球的半径为地球半径的 $\frac{1}{2}$ ，质量为地球质量的 $\frac{1}{8}$ ，地球表面的重力加速度 $g_0$ 取 $10m/s^2$ 。(忽略地球及星球的自转带来的影响)

- (1)求该星球表面的重力加速度的大小；
- (2)求火箭点火加速上升时所受的平均推力与其所受重力的比值。

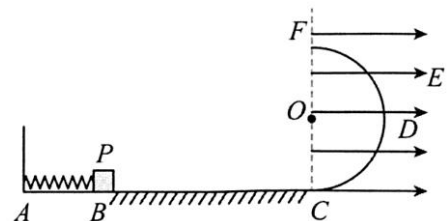
7. 某星球表面不存在大气层，在该星球表面将一小球以初速度 $v_0$ 竖直向上抛出。从小球抛出时开始计时，小球运动的 $s-t$ 图像如图所示。已知该星球的半径为地球半径的1.5倍，地球表面的重力加速度 $g = 10 m/s^2$ ，求：

- (1)该星球表面的重力加速度大小。
- (2)该星球的密度与地球密度的比值。



8. 如图所示，AC水平轨道上AB段光滑，BC段粗糙，且 $L_{BC} = 2 m$ ，CDF为竖直平面内半径为 $R = 0.2 m$ 的光滑半圆轨道，两轨道相切于C点，CF右侧有电场强度 $E = 1.5 \times 10^3 N/C$ 的匀强电场，方向水平向右。一根轻质绝缘弹簧水平放置，一端固定在A点，另一端与带负电滑块P接触但不连接，弹簧原长时滑块在B点。现向左压缩弹簧后由静止释放，当滑块P运动到F点瞬间对轨道压力为 $2 N$ 。已知滑块P的质量为 $m = 0.2 kg$ ，电荷量为 $q = -1.0 \times 10^{-3} C$ ，与轨道BC间的动摩擦因数为 $\mu = 0.2$ ，忽略滑块P与轨道间电荷转移，重力加速度 $g$ 取 $10m/s^2$ 。

- (1)求滑块从F点抛出后落点离C的距离；
- (2)求滑块到C点对轨道的压力大小；
- (3)欲使滑块P在轨道上运动时不脱离轨道，求弹簧释放弹性势能大小取值范围。



## 考前小练答案:

1. C 2. C 3. D 4. C

5 【答案】(1)D; (2) $3F_0 = 2F_1 + F_2$

6 【答案】(1)根据  $G \frac{Mm}{R^2} = mg$ ,

$$\text{得 } g = \frac{GM}{R^2}$$

在地球表面, 有  $g_0 = \frac{GM_0}{R_0^2}$

$$\text{联立得 } g = \frac{MR_0^2}{M_0R^2} g_0 = \frac{1}{2} g_0 = 5m/s^2;$$

(2)设火箭加速上升时的加速度大小为  $a$ , 加速上升的高度为  $h_1$ ,

$$\text{则有 } h_1 = \frac{1}{2} at^2$$

设火箭熄火后减速上升高度为  $h_2$ ,

$$\text{则有 } h_2 = \frac{v_1^2}{2g} = \frac{(at)^2}{2g}$$

$$\text{且 } h_1 + h_2 = 80m$$

$$\text{解得 } a = 5m/s^2$$

根据牛顿第二定律, 有  $F - mg = ma$

$$\text{解得 } \frac{F}{mg} = 2.$$

7 【答案】解: (1)小球先做竖直上抛运动, 然后做自由落体运动,

由图像可知, 小球上升的最大高度和上升到最高点所用的时间分别是  $h = 12m$ 、 $t = 4s$ ,

$$\text{根据 } h = \frac{1}{2} g' t^2,$$

$$\text{解得 } g' = 1.5m/s^2.$$

(2)在星球表面根据物体所受万有引力等于重力, 有  $G \frac{Mm}{R^2} = mg$ ,

$$\text{星球的密度 } \rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3},$$

$$\text{联立得 } \rho = \frac{3g}{4\pi GR},$$

已知该星球的半径为地球半径的1.5倍, 则

$$\frac{\rho'}{\rho} = \frac{g'}{g} \cdot \frac{R}{R'} = \frac{1}{10}.$$

8. 【答案】解: (1)滑块在  $F$  点时:  $F_{NF} + mg = m \frac{v_F^2}{R}$

$$\text{得: } v_F = 2m/s$$

滑块从  $F$  点抛出做平抛运动,  $2R = \frac{1}{2} gt^2$ ,  $x = v_F t$

$$\text{得: } x = \frac{2\sqrt{2}}{5} m$$

(2)滑块从  $C$  点到  $F$  点, 根据动能定理:  $-mg \cdot 2R = \frac{1}{2} mv_F^2 - \frac{1}{2} mv_C^2$

$$\text{得: } v_C = 2\sqrt{3}m/s$$

在  $C$  点, 由牛顿第二定律:  $F_{NC} - mg = m \frac{v_C^2}{R}$

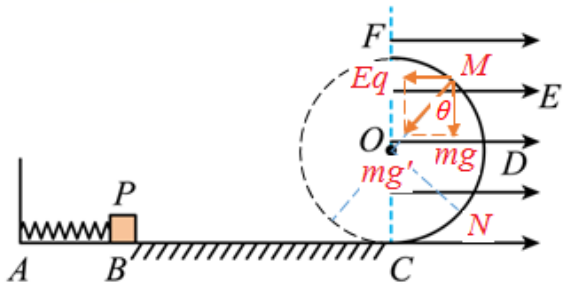
$$\text{求得: } F_{NC} = 14N$$

由牛顿第三定律知, 滑块对轨道的压力大小为  $F'_{NC} = F_{NC} = 14N$ ;

(3)如图丙所示, 由条件可得等效重力  $mg' = \sqrt{(mg)^2 + (qE)^2} = 2.5N$ ,

设方向与竖直方向夹角为  $\theta$ , 则有:  $\tan \theta = \frac{Eq}{mg}$  可得:  $\theta = 37^\circ$

$M$ 、 $N$  两点分别为等效最高点和等效与圆心等高点。



I. 要使小球P沿半圆轨道恰好运动到M点时不与轨道分离, 可得:  $mg' = m \frac{v_M^2}{R}$

可得:  $v_M^2 = 2.5m^2/s^2$

滑块从压缩时到M点的过程中, 弹簧弹力对滑块做功, 由动能定理得:  $W_1 - \mu mgL_{BC} - mgR(1 + \cos\theta) - EqR\sin\theta = \frac{1}{2}mv_M^2$

联立可得:  $W_1 = 1.95J$ ;

II. 小球在等效与圆心等高点(N点)的最小速度为零, 所以:  $W_2 - \mu mgL_{BC} - mgR(1 - \sin\theta) - EqR\cos\theta = 0$   
得:  $W_2 = 1.2J$ 。

根据功能关系知, 弹簧释放的弹性势能等于弹簧弹力对滑块做功, 故要使小球P沿光滑半圆轨道CDF运动时不脱离圆弧轨道, 弹性势能满足:  $E_p \geq 1.95J$ 或 $E_p \leq 1.2J$ 。