

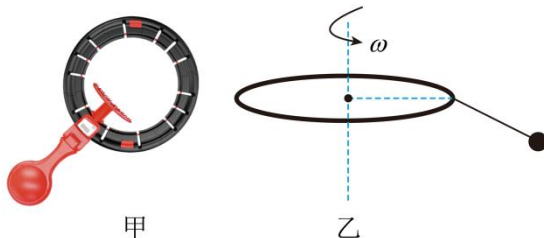
江苏省仪征中学 2023-2024 学年度第一学期高三物理小练（三）

一、单选题

1. 某燃脂呼啦圈如图甲所示，在圈外有一个用杆相连的重力锤，小明不小心将杆弄断了，换了一根细绳绑住重力锤。当细绳与竖直方向的夹角为 53° ，计数器显示 1min 内转了 40 圈，运动过程中腰带可看作不动，重力锤绕人体在水平面内做匀速圆周运动，其简化图

如图乙所示。已知重力锤的质量 $m=0.4\text{kg}$ ，绳长 $L=0.45\text{m}$ ，取 $\pi^2=10$ ，则以下说法正确的是（ ）

- A. 若细绳不慎断裂，重力锤将做斜抛运动
- B. 若增大转速，腰带受到的合力变大
- C. 重力锤匀速转动的加速度大小约为 7.5m/s^2
- D. 细绳悬挂点到腰带中心的距离为 0.39m

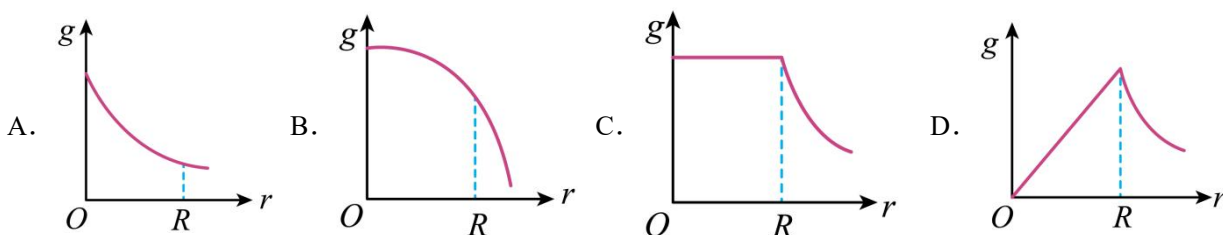


2. 一架总质量为 m （含燃料）的飞船在太空背景中以速度 v 匀速航行，某时刻飞船在极短的时间内喷射出质量为 Δm 的燃烧气体，气体喷出后与飞机的相对速度大小为 u ，设飞船初始运动方向为正方向，则（ ）

- A. 气体对飞船的冲量小于飞船动量的变化
- B. 气体喷出后的运动方向可能与飞船运动方向相同
- C. Δm 和 m 的比值越大，飞船速度的增加量就越小
- D. 飞船喷出气体后速度可增加到 $\frac{mv + \Delta mu}{m - \Delta m}$

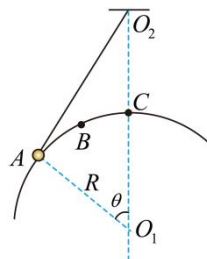


3. 若地球为密度均匀的球体，其半径为 R ，今以地心为坐标原点，则各处重力加速度大小 g 与位置 r 的关系图为（ ）

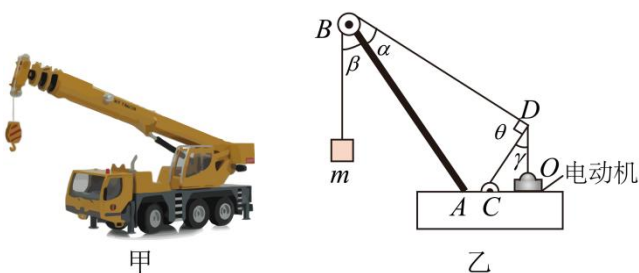


4. 如图所示，半径为 R 、粗细均匀的光滑圆环固定在竖直面内，一个质量为 m 的小球套在圆环上可自由滑动。橡皮筋一端与小球连接，另一端固定在 O_2 点， O_2 在圆环圆心 O_1 正上方。将小球拉至 A 点，此时橡皮筋处于伸长状态，且刚好与圆环相切， O_1A 与竖直方向夹角为 $\theta = 60^\circ$ ，C 为圆环最高点，B 为 AC 段圆环的中点。将小球由 A 点静止释放，小球运动到 B 点时橡皮筋处于原长，小球恰好能到达 C 点，重力加速度为 g ，橡皮筋在弹性限度内，则下列判断正确的是（ ）

- A. 小球运动到 C 点时对圆环的作用力恰好为零
- B. 小球运动到 B 点时速度最大
- C. 小球运动到 B 点时的加速度大小为 $\frac{1}{2}g$
- D. 小球开始运动时橡皮筋具有的弹性势能为 $\frac{1}{2}mgR$



5. 如图甲的玩具吊车，其简化结构如图乙所示，杆 AB 固定于平台上且不可转动，其 B 端固定一光滑定滑轮；轻杆 CD 用铰链连接于平台，可绕 C 端自由转动，其 D 端连接两条轻绳，一条轻绳绕过滑轮后悬挂一质量为 m 的重物，另一轻绳缠绕于电动机转轴 O 上，通过电动机的牵引控制重物的起落。某次吊车将重物吊起至一定高度后保持静止，此时各段轻绳与杆之间的夹角如图乙所示，其中



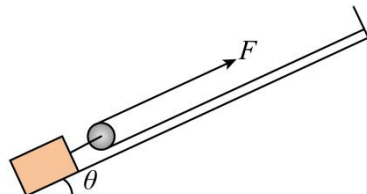
两杆处于同一竖直面内， OD 绳沿竖直方向， $\gamma = 30^\circ$ ， $\theta = 90^\circ$ ，重力加速度大小为 g ，则（ ）

- A. α 一定等于 β
- B. AB 杆受到绳子的作用力大小为 $\sqrt{3}mg$
- C. CD 杆受到绳子的作用力方向沿 $\angle ODB$ 的角平分线方向，大小为 mg
- D. 当启动电动机使重物缓慢下降时， AB 杆受到绳子的作用力将逐渐减小

二、解答题

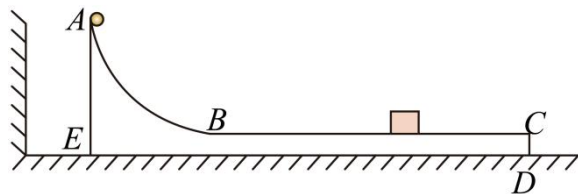
6. 小敏利用如图所示的斜面和滑轮装置将一质量 $m = 10\text{kg}$ 的重物搬运到高 $h = 2\text{m}$ 处，滑轮两侧的轻绳均平行于斜面，若小敏沿斜面方向拉绳子的力 $F = 40\text{N}$ ，斜面倾角 $\theta = 30^\circ$ ， $g = 10\text{N/kg}$ 。求：

- (1) 拉力 F 做的功是多少？
- (2) 斜面和滑轮装置的机械效率是多少？



7. 如图所示，光滑水平地面上放置一个如图所示形状的木质凹面体 $ABCDE$ ，其左侧部分 AB 为半径为 0.6m 的四分之一圆弧，右侧部分 BC 水平且足够长。 BC 上的某处静置一个质量为 2kg 的小物块，另一质量为 1kg 的光滑小球从圆弧面的顶部 A 处静止释放，当小球运动至圆弧面的最低点 B 处时，凹面体恰与左侧的竖直墙壁相碰，碰后便被墙上所涂的材料牢牢地粘住。凹面体的质量为 1kg ，物块与 BC 面的摩擦因数为 0.5 ，在凹面体的运动过程中，小物块与凹面体保持相对静止，且物块每次被小球碰前都已经减速为零，小球和物块间的碰撞都是弹性碰撞，重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。

- (1) 小球第一次到 B 处时，凹面体的速度；
- (2) 小球释放前，凹面体与墙面的距离；
- (3) 为保证物块不从 C 端掉落，物块的初始静置位置离 C 点的最短距离是多少？



高三物理小练（二）参考答案：

1. D【详解】A. 若细绳不慎断裂，重力锤抛出时的速度水平，将做平抛运动，故选项 A 错误；

B. 若增大转速，腰带始终不动，受力是平衡的，故合力为零，故选项 B 错误；

C. 对小球受力分析得，合力提供小球向心力 $mg \tan 53^\circ = ma$

解得
$$a = g \tan 53^\circ = \frac{40}{3} \text{ m/s}^2$$

故选项 C 错误；

D. 小球需要的向心加速度

$$a = r\omega^2 = r\pi^2 n^2$$

$$n = \frac{40}{60} \text{ rad/s}$$

解得 $r = 0.39 \text{ m}$ ，故选项 D 正确。

2. B【详解】A. 根据动量定理，气体对飞船的冲量等于飞船动量的变化，选项 A 错误；

B. 当飞船的速度大于气体相对飞船的速度时，气体喷出后的运动方向与飞船运动方向相同，选项 B 正确；

CD. 设飞船的运动方向为正，由动量守恒

$$mv = (m - \Delta m)v' - \Delta m(u - v')$$

可得

$$v' = v + \frac{\Delta m}{m} u$$

Δm 和 m 的比值越大，飞船速度的增加量就越大，选项 CD 错误。

故选 B。

3. D【详解】根据万有引力与重力的关系，在地球外部

$$G \frac{Mm}{r^2} = mg$$

可得在地球外部重力加速度为

$$g = \frac{GM}{r^2} \propto \frac{1}{r^2}$$

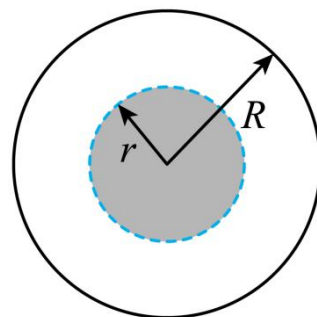
在地球内部

$$G \frac{M'm}{r^2} = mg$$

且

$$M' = \frac{4}{3} \pi \rho r^3$$

可得在地球内部重力加速度为



$$g = \frac{GM'}{r^2} = \frac{G}{r^2} \times \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{GM}{R^3} r \propto r$$

故选 D。

4. D 【详解】A. 小球运动到 C 点时速度为零，根据牛顿第二定律有

$$mg + F_N = m \frac{v_C^2}{R}$$

可得

$$F_N = -mg$$

根据牛顿第三定律可知小球对圆环的作用力大小等于小球的重力，故 A 错误；

B. 小球从 A 到 B 过程，一开始橡皮筋弹力较大，橡皮筋弹力与重力的合力做正功，小球速度增大，随着橡皮筋弹力减小，橡皮筋弹力与重力的合力做负功，小球速度减小，故小球从 A 到 B 过程，速度先增大后减小，故 B 错误；

C. 小球运动到 B 点时，沿切线方向加速度大小为

$$a = g \sin 30^\circ = \frac{1}{2}g$$

小球沿半径方向加速度不为零，因此合加速度大于 $\frac{1}{2}g$ ，故 C 错误；

D. 由题可知 B 点时橡皮筋处于原长，AB 段橡皮筋伸长，BC 段橡皮筋松弛无弹力，根据机械能守恒，小球开始运动时橡皮筋具有的弹性势能为

$$E_p = mgR - mgR \cos 60^\circ = \frac{1}{2}mgR$$

故 D 正确。

故选 D。

5. B 【详解】A. 杆 AB 固定于平台，杆力不一定沿杆，同一条绳的力大小相等，其合力一定在其角平分线上，由于杆力不一定沿杆，所以 α 不一定等于 β ，故 A 错误；

B. 如图所示

两个力 T 所作力的平行四边形为菱形，根据平衡条件可得

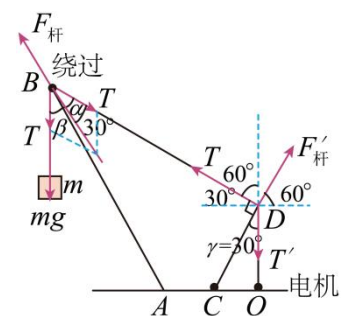
$$T = mg$$

根据几何关系可得

$$\alpha + \beta = 60^\circ$$

对角线为 $F_{\text{杆}}$ ，则 AB 杆受到绳子的作用力大小为

$$F_{\text{杆}} = 2T \cos 30^\circ = \sqrt{3}mg$$



故 B 正确；

C. 根据题意 D 端连接两条轻绳，两条轻绳的力不一定大小相等，且 CD 杆为铰链连接，为“活”杆，杆力沿着杆的方向，水平方向，根据

$$F'_{\text{杆}} \cos 60^\circ = T \cos 30^\circ = mg \cos 30^\circ$$

解得

$$F'_{\text{杆}} = \sqrt{3}mg$$

故 C 错误；

D. 当启动电动机使重物缓慢下降时，即 $T = mg$ 不变， $\angle DBM$ 变小，根据

$$F_{\text{杆}} = 2T \cos \frac{\angle DBM}{2}$$

可知 $F_{\text{杆}}$ 变大，故 D 错误。

故选 B。

6. (1) 320J; (2) 62.5%

【详解】(1) 拉力 F 做的功为

$$W = F \cdot 2 \frac{h}{\sin \theta} = 320\text{J}$$

(2) 该装置做的有用功为

$$W' = mgh = 200\text{J}$$

斜面 and 滑轮装置的机械效率是

$$\eta = \frac{W'}{W} \times 100\% = 62.5\%$$

7. (1) 1m/s; (2) 0.15m; (3) 0.45m

【详解】(1) 小球、凹面体、物块的质量分别为 m_1 、 m_2 、 m_3 ，设小球第一次运动至 B 处的速度为 v_1 ，凹面体和物块的速度为 v_2 ，小球从 A 运动到 B 处过程，小球与凹面体、物块组成的系统水平方向动量守恒，取水平向右为正方向，则有

$$0 = m_1 v_1 - (m_2 + m_3) v_2$$

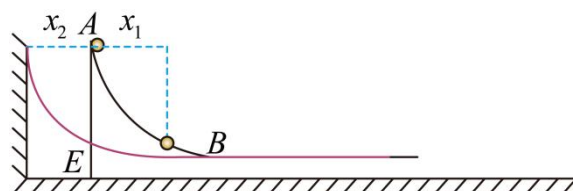
由能量守恒则有

$$m_1 g R = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} (m_2 + m_3) v_2^2$$

代入数据可得

$$v_1 = 3\text{m/s}, v_2 = 1\text{m/s}$$

(2) 小球从 A 运动到 B 处过程，小球与凹面体在水平方向的位移如下图所示



由图可知

$$x_1 + x_2 = R$$

小球与凹面体、物块组成的系统水平方向动量守恒，水平方向的位移满足

$$0 = m_1 x_1 - (m_2 + m_3) x_2$$

代入数据可得

$$x_2 = 0.15\text{m} \quad x_1 = 0.1\text{m}$$

(3) 凹面体与墙壁相碰就固定，小球以速度 v_1 向右运动与物块发生弹性碰撞，小球的质量小于物块的质量，碰后小球反弹，物块向右做匀减速直线运动直到速度减为零，小球光滑，反弹后做匀速直线运动，运动到圆弧面后做减速运动，速度减为零，然后下滑，运动到水平面与物块再发生弹性碰撞，再重复前面的运动，小球与物块每碰撞一次小球的速度减小一次，多次碰撞后，小球和物块的速度为零，由能量守恒可知，小球开始的动能全部转化为热量，则有

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \mu m_3 g s$$

代入数据可得物块的初始静置位置离 C 点的最短距离为

$$x_1 = s - x_1 = 0.35\text{m}$$