

高二开学摸底检测

物理

分值：100分 时间：75分钟

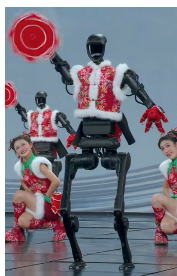
考查范围：必修一、必修二+必修三第9-10章（人教版2019）

一、选择题：本题共10小题，共46分。在每小题给出的四个选项中，第1-7题只有一项符合题目要求，每小题4分；第8-10题有多项符合题目要求，每小题6分，全部选对的得6分，选对但不全的得3分，有选错、多选或不选的得0分。

1. 人们购买智能手机时手机续航能力是重点考量的一个方面，所以消费者时常会留意手机电池的相关参数。某款手机的电池铭牌上标有 $5000\text{mA}\cdot\text{h}$ 字样，这意味着如果这款手机工作时的电流始终为 1000mA ，则充满电的电池理论上可以工作 5h 。 $\text{mA}\cdot\text{h}$ 对应的物理量为（ ）

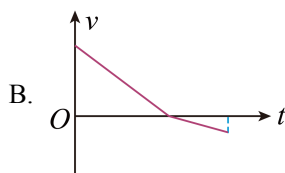
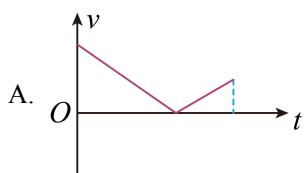
- A. 电荷量 B. 电势差 C. 电容 D. 能量

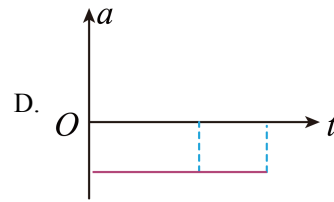
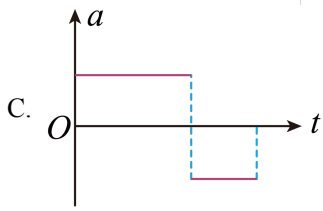
2. 在2025年的春晚上，有一场超炫的表演火遍了全世界。一群穿着大花袄的机器人排着队走出来，手里挥着红手绢，跳着东北秧歌。下列情况可将机器人看成质点的是（ ）



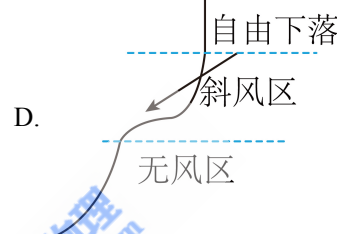
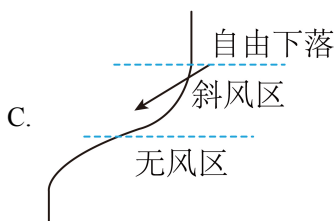
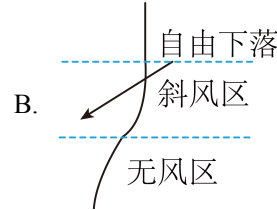
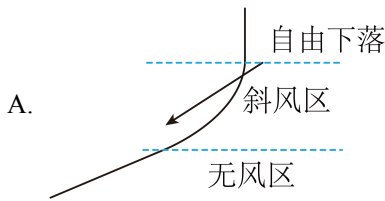
- A. 设计行走路线时 B. 进行跳舞时
C. 进行抛手帕时 D. 进行谢幕鞠躬时

3. 铯原子喷泉钟是定标“秒”的装置。在喷泉钟的真空系统中，可视为质点的铯原子团在激光的推动下，获得一定的初速度。随后激光关闭，铯原子团仅在重力的作用下做竖直上抛运动，到达最高点后再做一段自由落体运动。取竖直向上为正方向。下列可能表示激光关闭后铯原子团速度或加速度 a 随时间变化的图像是（ ）

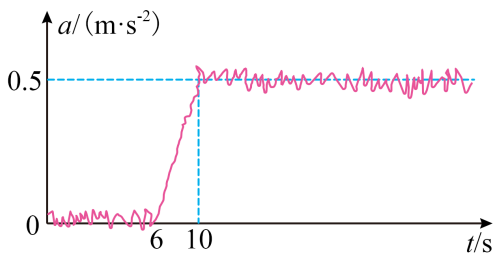




4. “青箬笠，绿蓑衣，斜风细雨不须归”是唐代诗人张志和《渔歌子》中的描写春雨美景的名句。一雨滴由静止开始下落一段时间后，进入如图所示的斜风区域下落一段时间，然后又进入无风区继续运动直至落地，不计雨滴受到的阻力，则下图中最接近雨滴真实运动轨迹的是（ ）

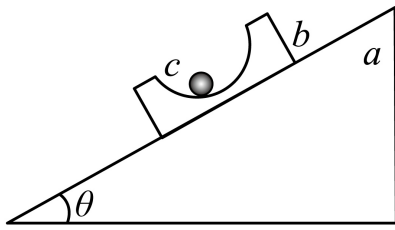


5. 鲁南高铁是山东省“三横五纵”高速铁路重要组成部分，全长 494 公里。小明同学在济宁北站乘坐动车时，利用手机加速度传感器测量动车的加速度 a 随时间 t 的变化关系，如图所示。6s 时动车由静止开始加速，可以认为加速度随时间均匀增大，10s 时达到最大加速度 0.5 m/s^2 ，并以此加速度做匀加速直线运动直至达到最大速度 252 km/h ，随后匀速行驶。在动车水平桌面上放置一质量为 2 kg 的物体，该物体始终相对桌板静止。重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，动车加速过程始终在水平面上，下列说法正确的是（ ）



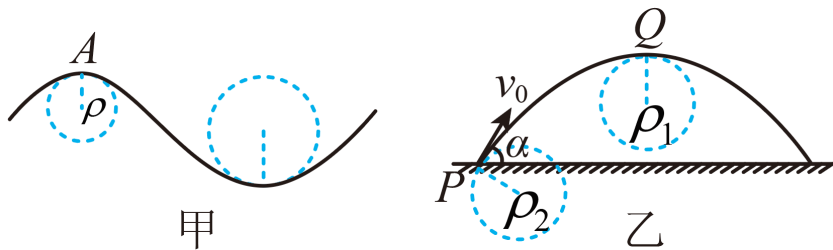
- A. 10s 时动车的速度大小为 2 m/s
 - B. 动车匀加速直线运动的时间为 138 s
 - C. 匀加速直线运动过程中，桌板对物体的作用力大小为 1 N
 - D. 匀加速直线运动过程中，桌板对物体做的功为 4900 J
6. 如图所示，倾角为 θ 的斜面 a 放在水平地面上，小球置于带有光滑半球形凹槽的物体 b 内， b 放在 a 上，

整个装置处于静止状态。则 ()



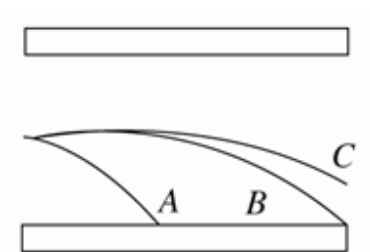
- A. b 对 c 的支持力方向竖直向上
- B. a 对 b 的作用力方向垂直斜面向上
- C. 地面对 a 的摩擦力方向水平向左
- D. 若减小 θ , 则 c 对 b 的压力增大

7. 一般的曲线运动可以分成很多小段, 每小段都可以看成圆周运动的一部分, 即把整条曲线用一系列不同半径的小圆弧来代替。如图甲所示, 曲线上的 A 点的曲率圆定义为: 通过 A 点和曲线上紧邻 A 点两侧的两点作一圆, 在极限情况下, 这个圆就叫做 A 点的曲率圆, 其半径 ρ 叫做 A 点的曲率半径。将圆周运动的半径换成曲率半径后, 质点在曲线上某点的向心加速度可根据圆周运动的向心加速度表达式求出, 向心加速度方向沿曲率圆的半径方向。已知重力加速度为 g 。现将一物体沿与水平面成 α 角的方向以速度 v_0 抛出, 如图乙所示, 则在轨迹最高点 Q 处和抛出点 P 处的曲率半径之比为 ()



- A. $\sqrt{\cos \alpha}$
- B. $\cos \alpha$
- C. $\cos^2 \alpha$
- D. $\cos^3 \alpha$

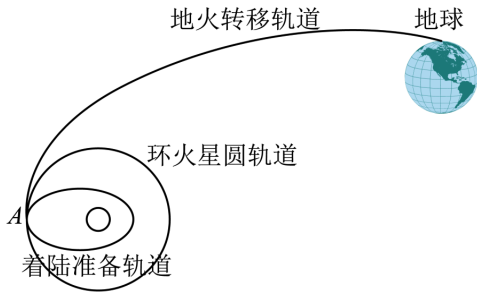
8. 三个电子从同一地点同时沿同一方向垂直进入偏转电场, 出现如图所示的轨迹, 则可以判断()



- A. 它们在电场中运动时间相同
- B. A 、 B 在电场中运动时间相同, C 先飞离电场
- C. C 进入电场时的速度最大, A 最小

D. 电场力对 C 做功最小

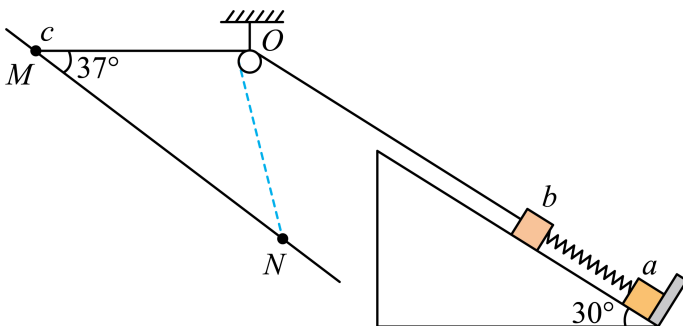
9. 2021年5月15日7时18分,“天问一号”探测器成功着陆于火星,我国首次火星探测任务着陆火星取得成功。“天问一号”发射后经过地火转移轨道被火星捕获,进入环火星圆轨道,经变轨调整后,进入着陆准备轨道,如图所示。已知“天问一号”火星探测器 火星着陆准备轨道的半长轴为 a_1 、周期为 T_1 ,我国北斗卫星导航系统的中圆地球轨道卫星的轨道半径为 r_2 、周期为 T_2 ,引力常量为 G 。下列说法正确的是 ()



A. $\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{r_2^3}{T_2^2}$

- B. “天问一号”在 A 点从环火星圆轨道进入着陆准备轨道时需要开启动机向前喷气
- C. “天问一号”在环火星圆轨道上 A 点的向心加速度大于在着陆准备轨道上 A 点的向心加速度
- D. 由题目已知数据可以估算出火星的质量

10. 如图所示,在倾角为 30° 底端具有挡板的固定斜面上,滑块 b 的一端通过一劲度系数为 $k = 200 \text{ N/m}$ 的轻质弹簧与另一滑块 a 连接后置于斜面上,滑块 b 的另一端通过一不可伸长的轻绳跨过光滑的定滑轮与带孔的小球 c 连接,小球 c 穿在光滑的固定轻杆上,轻杆与水平方向的夹角为 37° ,初始用手托住小球 c 置于 M 点,此时 MO 水平,弹簧被拉伸且弹力大小为 8 N ,释放小球 c ,小球恰好能滑至 N 点,滑块 a 始终未离开挡板,已知 $MO = NO = 20 \text{ cm}$, $m_a = m_b = 1.6 \text{ kg}$, $m_c = 1.0 \text{ kg}$,重力加速度 g 取 10 m/s^2 , $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$ 。若整个运动过程中,绳子一直绷紧,下列说法正确的是 ()



A. 滑块 b 与斜面间的动摩擦因数为 $\frac{\sqrt{3}}{2}$

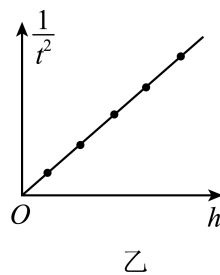
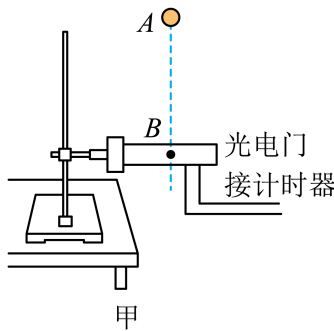
B. 小球 c 滑至 MN 的中点处的速度 $\frac{4\sqrt{2}}{5} \text{ m/s}$

C. 小球 c 滑至 MN 的中点过程中，弹簧的弹性势能先减小再增大

D. 小球 c 从 M 点滑至 N 点的过程中，经过 MN 中点处时重力的功率最大

二、非选择题：本大题共 5 小题，共 54 分

11. 某同学设计如图甲所示的实验装置来做“验证机械能守恒定律”实验，让小铁球从 A 点自由下落，下落过程中经过 A 点正下方的光电门 B 时，光电计时器记录下小铁球通过光电门的时间 t ，当地的重力加速度为 g 。

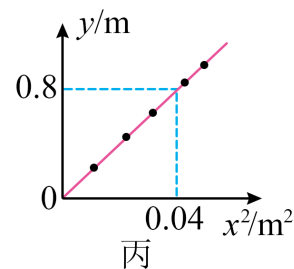
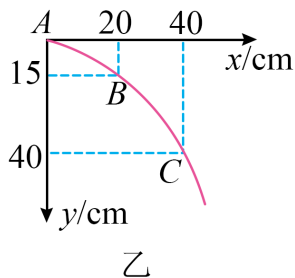
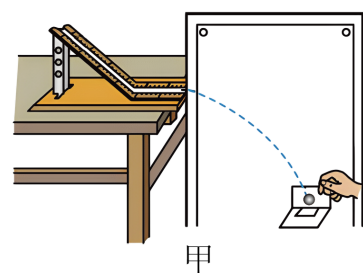


(1) 用游标卡尺测得小铁球的直径为 d ，某次小铁球通过光电门的时间为 t_0 ，则此次小铁球经过光电门的速度可表示为_____。

(2) 调整 A 、 B 之间距离 h ，多次重复上述过程，作出 $\frac{1}{t^2}$ 随 h 的变化图像如图乙所示。若小铁球下落过程中机械能守恒，则该直线斜率 $k = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3) 在实验中根据数据实际绘出 $\frac{1}{t^2} - h$ 图像的直线斜率为 k' ($k' < k$)，则实验过程中小铁球所受的平均阻力 f 为其重力的_____倍 (用 k' 、 k 表示)。

12. 某实验小组用如图甲所示装置进行“研究平抛运动”实验。



(1) 实验时，每次须将小球从轨道同一位置无初速度释放，目的是使小球抛出后_____。(填正确选项前的字母)

A. 只受重力

B. 初速度相同

C. 做平抛运动

D. 速度小些，便于确定位置

置

(2) 关于该实验的一些做法, 不合理的是_____。(填正确选项前的字母)

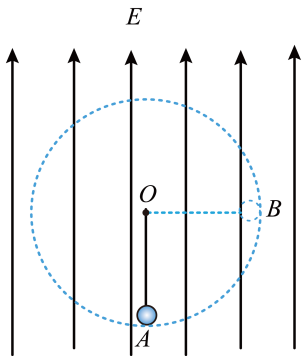
- A. 使用密度大, 体积小的球进行实验
- B. 斜槽末端切线应当保持水平
- C. 建立坐标系时, 以斜槽末端端口位置作 坐标原点
- D. 建立坐标系时, 利用重垂线画出竖直线, 定为 y 轴

(3) 在做实验时, 该同学只记录了物体运动轨迹上的 A 、 B 、 C 三点并以 A 点为坐标原点建立直角坐标系, 得到如图乙所示的图像, 根据图像可求得物体运动到 B 点时的速度大小为_____m/s。(可用根式表示)

(4) 在未来的某一天, 我校一名同学在地心探险中, 在地球内部探究“小球做平抛运动”, 该同学在轨迹上选取间距较大的几个点, 在直角坐标系内绘出了 $y - x^2$ 图像如图丙, 已知小球做平抛运动的初速度大小 $v_0 = 0.5\text{m/s}$, 则小球的加速度大小为_____m/s²。

13. 如图, 竖直向上的匀强电场中, 用长为 L 的绝缘细线系一带电小球, 在竖直平面内绕 O 点做圆周运动。图中 A 、 B 为圆周上的两点, A 点为最低点, B 点与 O 点等高。当小球运动到 A 点时, 细线对小球的拉力恰好为 0, 已知小球的电荷量为 q ($q > 0$)、质量为 m , A 、 B 两点间的电势差为 U , 重力加速度大小为 g , 求:

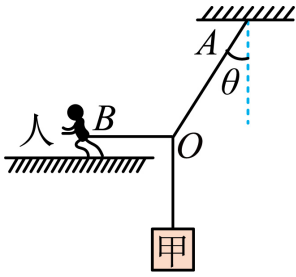
- (1) 电场强度 E 的大小。
- (2) 小球在 A 、 B 两点的速度大小。



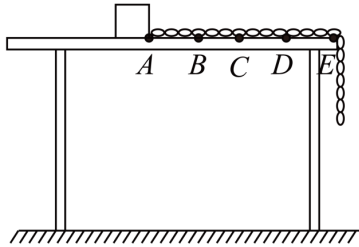
14. 如图所示, 质量为 m_1 的物体甲通过三段轻绳悬挂, 三段轻绳的结点为 O , 轻绳 OB 水平且 B 端与放在水平面上的质量为 m_2 的人相连, 轻绳 OA 与竖直方向的夹角 $\theta = 37^\circ$, 物体甲、人均处于静止状态。已知 $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$ 。 g 取 10 m/s^2 。设最大静摩擦力等于滑动摩擦力。则:

- (1) 轻绳 OA 、 OB 受到的拉力分别是多大?
- (2) 人受到的摩擦力是多大? 方向如何?
- (3) 若人的质量 $m_2 = 60 \text{ kg}$, 人与水平面之间的动摩擦因数 $\mu = 0.3$, 欲使人在水平面上不滑动, 则

物体甲的质量 m_1 最大不能超过多少?



15. 长为 $6L$ 质量为 $6m$ 匀质绳, 置于特制的水平桌面上, 绳的一端悬垂于桌边外, 另一端系有一个可视为质点的质量为 M 的木块, 如图所示。木块在 AB 段与桌面无摩擦, 在 BE 段与桌面有摩擦, 匀质绳与桌面的摩擦可忽略。初始时刻用手按住木块使其停在 A 处, 绳处于绷紧状态, $AB=BC=CD=DE=L$, 放手后, 木块最终停在 C 处。桌面距地面高度大于 $6L$ 。



- (1) 求木块刚滑至 B 点时的速度 v 和木块与桌面的 BE 段的动摩擦因数 μ ;
- (2) 若木块在 BE 段与桌面的动摩擦因数变为 $\mu' = \frac{21m}{4M}$, 则木块最终停在何处?
- (3) 是否存在一个 μ 值, 能使木块从 A 处放手后, 最终停在 E 处, 且不再运动? 若能, 求出该 μ 值; 若不能, 简要说明理由。

高二开学摸底检测

物理

分值：100分 时间：75分钟

考查范围：必修一、必修二+必修三第9-10章（人教版2019）

一、选择题：本题共10小题，共46分。在每小题给出的四个选项中，第1-7题只有一项符合题目要求，每小题4分；第8-10题有多项符合题目要求，每小题6分，全部选对的得6分，选对但不全的得3分，有选错、多选或不选的得0分。

1. 人们购买智能手机时手机的续航能力是重点考量的一个方面，所以消费者时常会留意手机电池的相关参数。某款手机的电池铭牌上标有 $5000\text{mA}\cdot\text{h}$ 字样，这意味着如果这款手机工作时的电流始终为 1000mA ，则充满电的电池理论上可以工作 5h 。 $\text{mA}\cdot\text{h}$ 对应的物理量为（ ）

- A. 电荷量 B. 电势差 C. 电容 D. 能量

【答案】A

【解析】

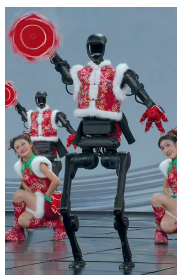
【详解】 mA 为电流单位， h 为时间单位，根据

$$q = It$$

可知 $\text{mA}\cdot\text{h}$ 为电荷量单位。选项A正确，BCD错误。

故选A。

2. 在2025年的春晚上，有一场超炫的表演火遍了全世界。一群穿着大花袄的机器人排着队走出来，手里挥着红手绢，跳着东北秧歌。下列情况可将机器人看成质点的是（ ）



- A. 设计行走路线时 B. 进行跳舞时
C. 进行抛手帕时 D. 进行谢幕鞠躬时

【答案】A

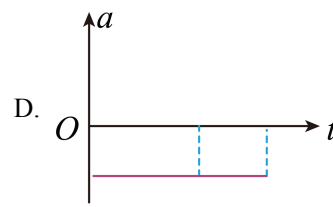
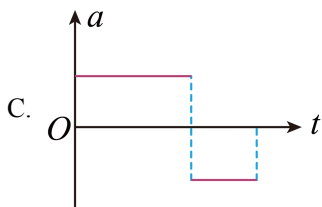
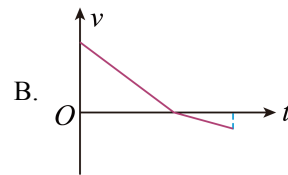
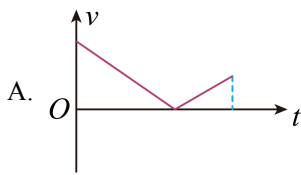
【解析】

【详解】A. 设计机器人的行走路线时，机器人的形状大小可忽略不计，可看作质点，选项 A 正确；

BCD. 机器人进行跳舞时，或者进行抛手帕时，或者进行谢幕鞠躬时，做这些动作时其形状大小都不能忽略不计，不能将其看作质点，否则就没有动作可言了，选项 BCD 错误。

故选 A。

3. 铯原子喷泉钟是定标“秒”的装置。在喷泉钟的真空系统中，可视为质点的铯原子团在激光的推动下，获得一定的初速度。随后激光关闭，铯原子团仅在重力的作用下做竖直上抛运动，到达最高点后在做一段自由落体运动。取竖直向上为正方向。下列可能表示激光关闭后铯原子团速度 v 或加速度 a 随时间 t 变化的图像是 ()



【答案】D

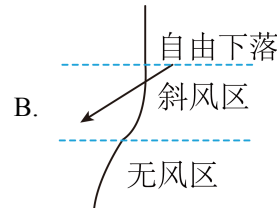
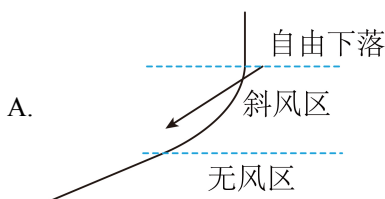
【解析】

【详解】AB. 铯原子团仅在重力的作用，加速度 g 竖直向下，大小恒定，在 $v-t$ 图像中，斜率为加速度，故斜率不变，所以图像应该是一条倾斜的直线，故选项 AB 错误；

CD. 因为加速度恒定，且方向竖直向下，故为负值，故选项 C 错误，选项 D 正确。

故选 D。

4. “青箬笠，绿蓑衣，斜风细雨不须归”是唐代诗人张志和《渔歌子》中的描写春雨美景的名句。一雨滴由静止开始下落一段时间后，进入如图所示的斜风区域下落一段时间，然后又进入无风区继续运动直至落地，不计雨滴受到的阻力，则下图中最接近雨滴真实运动轨迹的是 ()





【答案】 B

【解析】

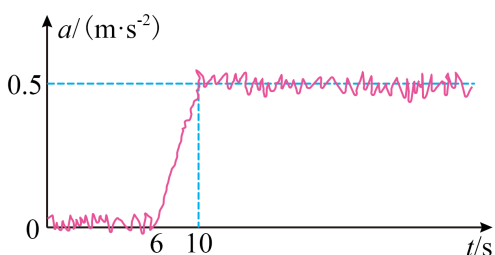
【详解】 A. 离开斜风区时雨滴的速度斜向左下方，进入无风区后雨滴只受重力，速度和加速度不在一条直线上，不可能做直线运动，A 错误；

BD. 离开斜风区时雨滴的速度斜向左下方，轨迹在速度和重力之间偏向重力一侧，B 正确，D 错误；

C. 离开斜风区时雨滴有水平向左的分速度，所以在落地前雨滴的速度不可能竖直向下，C 错误。

故选 B。

5. 鲁南高铁是山东省“三横五纵”高速铁路重要组成部分，全长 494 公里。小明同学在济宁北站乘坐动车时，利用手机加速度传感器测量动车的加速度 a 随时间 t 的变化关系，如图所示。6s 时动车由静止开始加速，可以认为加速度随时间均匀增大，10s 时达到最大加速度 0.5 m/s^2 ，并以此加速度做匀加速直线运动直至达到最大速度 252 km/h ，随后匀速行驶。在动车水平桌面上放置一质量为 2 kg 的物体，该物体始终相对桌板静止。重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，动车加速过程始终在水平面上，下列说法正确的是 ()



A. 10s 时动车的速度大小为 2 m/s

B. 动车匀加速直线运动的时间为 138 s

C. 匀加速直线运动过程中，桌板对物体的作用力大小为 1 N

D. 匀加速直线运动过程中，桌板对物体做的功为 4900 J

【答案】 B

【解析】

【详解】 A. 加速度 a 随时间 t 的变化关系中与时间轴围成的面积表示速度的变化量，从静止开始，10s 时动车的速度大小为

$$v_0 = \Delta v = \frac{1}{2} a t_1 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times (10 - 6) \text{ m/s} = 1 \text{ m/s}$$

A 错误；

B. 最大速度 $252 \text{ km/h} = 70 \text{ m/s}$ ，在匀加速段

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{70 - 1}{0.5} \text{ s} = 138 \text{ s}$$

B 正确；

C. 根据牛顿第二定律可得

$$f = m a = 1 \text{ N}$$

支持力为 $m g = 20 \text{ N}$ ，桌板对物体的作用力大小为

$$F = \sqrt{F_N^2 + f^2} = \sqrt{(20)^2 + 1^2} \text{ N} = \sqrt{401} \text{ N}$$

C 错误；

D. 匀加速直线运动过程中，物体移动位移为

$$x = \frac{v + v_0}{2} t = \frac{70 + 1}{2} \times 138 \text{ m} = 4899 \text{ m}$$

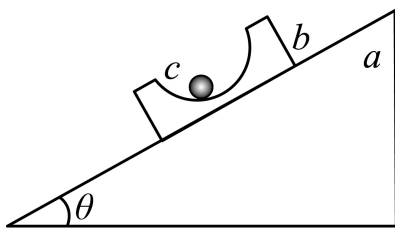
桌板对物体做功为

$$W = f x = 1 \times 4899 \text{ J} = 4899 \text{ J}$$

D 错误。

故选 B。

6. 如图所示，倾角为 θ 的斜面 a 放在水平地面上，小球 c 置于带有光滑半球形凹槽的物体 b 内， b 放在 a 上，整个装置处于静止状态。则 ()



- A. b 对 c 的支持力方向竖直向上
- B. a 对 b 的作用力方向垂直斜面向上
- C. 地面对 a 的摩擦力方向水平向左
- D. 若减小 θ ，则 c 对 b 的压力增大

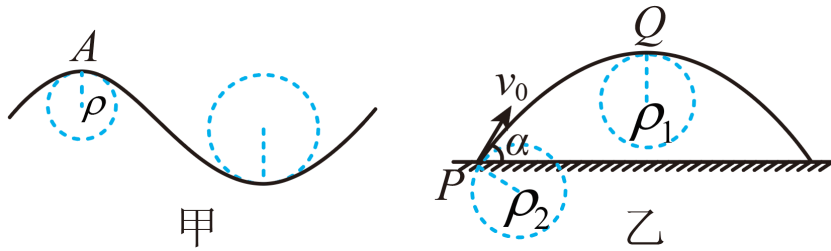
【答案】 A

【解析】

【详解】AB. 根据平衡条件可知， a 对 b 的作用力方向以及 b 对 a 的支持力方向均竖直向上，则 A 正确，B 错误；
C. 根据平衡条件得，水平方向上合力为零，地面对 a 摩擦力为零，C 错误；
D. 缓慢减小倾角 θ ，小球 依然处于静止状态，故合外力仍为零，则 a 对 b 压力大小等于自身重力，故 D 错误。

故选 A。

7. 一般的曲线运动可以分成很多小段，每小段都可以看成圆周运动的一部分，即把整条曲线用一系列不同半径的小圆弧来代替。如图甲所示，曲线上的 A 点的曲率圆定义为：通过 A 点和曲线上紧邻 A 点两侧的两点作一圆，在极限情况下，这个圆就叫做 A 点的曲率圆，其半径 ρ 叫做 A 点的曲率半径。将圆周运动的半径换成曲率半径后，质点在曲线上某点的向心加速度可根据圆周运动的向心加速度表达式求出，向心加速度方向沿曲率圆的半径方向。已知重力加速度为 g 。现将一物体沿与水平面成 α 角的方向以速度 v_0 抛出，如图乙所示，则在轨迹最高点 Q 处和抛出点 P 处的曲率半径之比为 ()



- A. $\sqrt{\cos \alpha}$ B. $\cos \alpha$ C. $\cos^2 \alpha$ D. $\cos^3 \alpha$

【答案】D

【解析】

【详解】物体在其轨迹最高点 Q 处只有水平速度，其水平速度大小为 $v_0 \cos \alpha$ ，在最高点，把物体的运动看成圆周运动的一部分，物体的重力作为向心力，由向心力的公式得

$$mg = m \frac{(v_0 \cos \alpha)^2}{\rho_1}$$

所以在其轨迹最高点 Q 处的曲率半径为

$$\rho_1 = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g}$$

物体的加速度为 g ，在点 P 处时沿曲率半径方向的分加速度大小为 $g \cos \alpha$ ，在 P 点，由向心力的公式得

$$mg \cos \alpha = m \frac{v_0^2}{\rho_2}$$

所以在 P 处的曲率半径为

$$\rho_2 = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha}$$

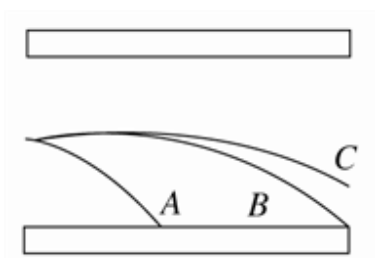
因此

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \cos^3 \alpha$$

故 D 正确，ABC 错误。

故选 D。

8. 三个电子从同一地点同时沿同一方向垂直进入偏转电场，出现如图所示的轨迹，则可以判断()



- A. 它们在电场中运动时间相同
- B. A 、 B 在电场中运动时间相同， C 先飞离电场
- C. C 进入电场时的速度最大， A 最小
- D. 电场力对 C 做功最小

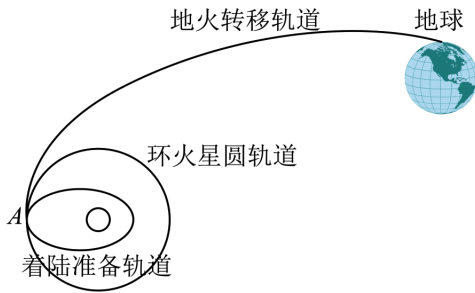
【答案】 BCD

【解析】

【详解】 B 、 C 竖直方向上的位移不等， $y_C < y_B$ 。根据 $y = \frac{1}{2}at^2$ ，可知 $t_C < t_B$ 。 AB 竖直位移相同，故 AB 在电场中运动的时间相同， C 先飞离电场；故 A 错误，B 正确；在垂直于电场方向即水平方向，三个粒子做匀速直线运动，则有： $v = \frac{x}{t}$ ，因 $x_C = x_B$ ， $t_C < t_B$ ，则 $v_C > v_B$ 。根据 $t_A = t_B$ ， $x_B > x_A$ 。则 $v_B > v_A$ 。所以有： $v_C > v_B > v_A$ 。故 C 正确。根据 $W = EqL$ 可知， AB 竖直位移相同，而 C 的竖直位移最小，故 A 、 B 两电荷，电场力做功一样多，而电场力对 C 电荷做功最小，故 D 正确。故选 BCD。

点睛：解决本题的关键将类平抛运动分解为垂直电场方向和沿电场方向，在垂直电场方向上做匀速直线运动，在沿电场方向上做初速度为 0 的匀加速直线运动。

9. 2021年5月15日7时18分,“天问一号”探测器成功着陆于火星,我国首次火星探测任务着陆火星取得成功。“天问一号”发射后经过地火转移轨道被火星捕获,进入环火星圆轨道,经变轨调整后,进入着陆准备轨道,如图所示。已知“天问一号”火星探测器的火星着陆准备轨道的半长轴为 a_1 、周期为 T_1 ,我国北斗卫星导航系统的中圆地球轨道卫星的轨道半径为 r_2 、周期为 T_2 ,引力常量为 G 。下列说法正确的是()



A. $\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{r_2^3}{T_2^2}$

- B. “天问一号”在 A 点从环火星圆轨道进入着陆准备轨道时需要开启动机向前喷气
 C. “天问一号”在环火星圆轨道上 A 点的向心加速度大于在着陆准备轨道上 A 点的向心加速度
 D. 由题目已知数据可以估算出火星的质量

【答案】BD

【解析】

【详解】A. 由于我国北斗卫星导航系统的中圆地球轨道卫星绕地球运动,而“天问一号”火星探测器在着陆准备轨道上是绕火星运动,中心天体不一样,因此开普勒第三定律不适用,A 错误;

B. “天问一号”在 A 点从环火星圆轨道进入着陆准备轨道时需要减速,所以需要开启动机向前喷气,B 正确;

C. 根据牛顿第二定律

$$\frac{GMm}{R^2} = ma$$

解得

$$a = \frac{GM}{R^2}$$

向心加速度相同,C 错误;

D. 对于火星着陆准备轨道,根据万有引力提供向心力,有

$$\frac{GM_1 m}{a_1^2} = m \left(\frac{2\pi}{T_1} \right)^2 a_1$$

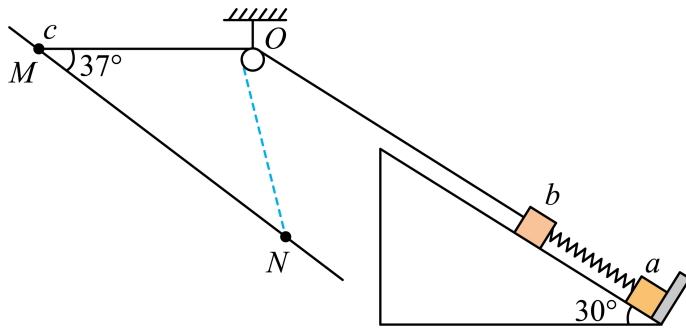
可估算火星质量为

$$M_1 = \frac{4\pi^2 a_1^3}{GT_1^2}$$

D 正确。

故选 BD。

10. 如图所示，在倾角为 30° 底端具有挡板的固定斜面上，滑块 b 的一端通过一劲度系数为 $k = 200 \text{ N/m}$ 的轻质弹簧与另一滑块 a 连接后置于斜面上，滑块 b 的另一端通过一不可伸长的轻绳跨过光滑的定滑轮与带孔的小球 c 连接，小球 c 穿在光滑的固定轻杆上，轻杆与水平方向的夹角为 37° ，初始用手托住小球 c 置于 M 点，此时 MO 水平，弹簧被拉伸且弹力大小为 8 N ，释放小球 c ，小球恰好能滑至 N 点，滑块 a 始终未离开挡板，已知 $MO = NO = 20 \text{ cm}$ ， $m_a = m_b = 1.6 \text{ kg}$ ， $m_c = 1.0 \text{ kg}$ ，重力加速度 g 取 10 m/s^2 ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。若整个运动过程中，绳子一直绷紧，下列说法正确的是（ ）



- A. 滑块 b 与斜面间的动摩擦因数为 $\frac{\sqrt{3}}{2}$
- B. 小球 c 滑至 MN 的中点处的速度 $\frac{4\sqrt{2}}{5} \text{ m/s}$
- C. 小球 c 滑至 MN 的中点过程中，弹簧的弹性势能先减小再增大
- D. 小球 c 从 M 点滑至 N 点的过程中，经过 MN 中点处时重力的功率最大

【答案】ABC

【解析】

【详解】A. 小球 c 从 M 到 N ，滑块 b 先下滑再回到原来的位置，由能量关系可得

$$m_c g \times 2\overline{MO} \cos 37^\circ \times \sin 37^\circ = \mu m_b g \cos 30^\circ \times 2(\overline{MO} - \overline{MO} \sin 37^\circ)$$

解得滑块 b 与斜面间的动摩擦因数为

$$\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

故 A 正确；

B. 小球在 M 点时弹簧被拉伸，弹力为 8N ，此时弹簧被拉长

$$\Delta x = \frac{8}{200} \text{m} = 4\text{cm}$$

小球 c 滑至 MN 的中点处时， b 下滑的距离为

$$\Delta x' = \overline{OM} - \overline{OM} \sin 37^\circ = 8\text{cm}$$

则此时弹簧被压缩 4cm ，此时的弹性势能等于在 M 点的弹性势能，设此时 c 的速度为 v ，此时 b 刚好到达最低点，则 b 的速度为 0 ，由能量关系可得

$$m_c g \times \overline{MO} \cos 37^\circ \times \sin 37^\circ + m_b g \Delta x' \sin 30^\circ = \frac{1}{2} m_c v^2 + \mu m_b g \cos 30^\circ \cdot \Delta x'$$

解得

$$v = \frac{4\sqrt{2}}{5} \text{m/s}$$

故 B 正确；

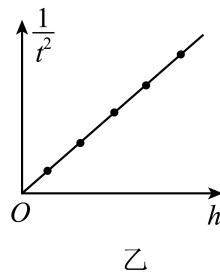
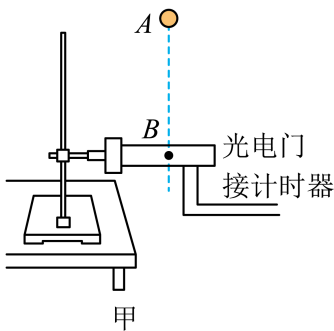
C. 小球 c 从 M 点滑至 MN 中点的过程中，弹簧由伸长 4cm 到被压缩 4cm ，即弹簧的弹性势能先减小再增大，故 C 正确；

D. 小球 c 从 M 点滑至 N 点的过程中，经过 MN 中点处时，小球 c 沿斜面方向的合力为 $m_c g \sin 37^\circ$ ，则加速度不为零，速度不是最大，即此时重力的功率不是最大，故 D 错误。

故选 ABC。

二、非选择题：本大题共 5 小题，共 54 分

11. 某同学设计如图甲所示的实验装置来做“验证机械能守恒定律”实验，让小铁球从 A 点自由下落，下落过程中经过 A 点正下方的光电门 B 时，光电计时器记录下小铁球通过光电门的时间 t ，当地的重力加速度为 g 。



(1) 用游标卡尺测得小铁球的直径为 d ，某次小铁球通过光电门的时间为 t_0 ，则此次小铁球经过光电门的速度可表示为_____。

(2) 调整 A 、 B 之间距离 h ，多次重复上述过程，作出 $\frac{1}{t^2}$ 随 h 的变化图像如图乙所示。若小铁球下落过程中机械能守恒，则该直线斜率 $k =$ _____。

(3) 在实验中根据数据实际绘出 $\frac{1}{t^2} - h$ 图像的直线斜率为 k' ($k' < k$)，则实验过程中小铁球所受的平均阻力 f 为其重力的_____倍 (用 k' 、 k 表示)。

【答案】 ①. $\frac{d}{t_0}$ ②. $\frac{2g}{d^2}$ ③. $1 - \frac{k'}{k}$

【解析】

【详解】 (1) [1]由光电门原理可知，小铁球经过光电门的速度为

$$v = \frac{d}{t_0}$$

(2) [2]根据机械能守恒定律有

$$mgh = \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t}\right)^2$$

可得

$$\frac{1}{t^2} = \frac{2g}{d^2}h$$

故 $\frac{1}{t^2}$ 随 h 的变化图像的斜率为

$$k = \frac{2g}{d^2}$$

(3) [3]考虑阻力的情况下，由动能定理有

$$(mg - f)h = \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t}\right)^2$$

解得

$$\frac{1}{t^2} = \frac{2(mg - f)}{md^2}h$$

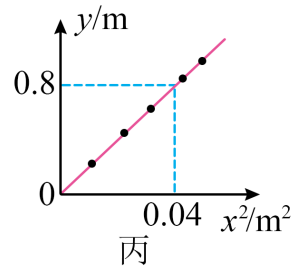
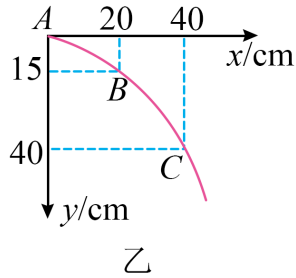
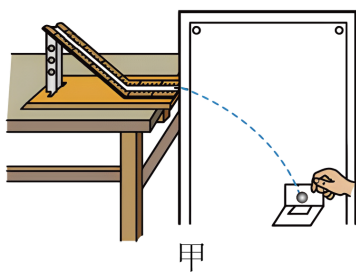
可得 $\frac{1}{t^2}$ 随 h 的变化图像的斜率为

$$k' = \frac{2(mg - f)}{md^2} = k - \frac{2f}{md^2}$$

由此可知

$$\frac{f}{mg} = 1 - \frac{k'}{k}$$

12. 某实验小组用如图甲所示装置进行“研究平抛运动”实验。



(1) 实验时，每次须将小球从轨道同一位置无初速度释放，目的是使小球抛出后_____。(填正确选项前的字母)

- A. 只受重力 B. 初速度相同 C. 做平抛运动 D. 速度小些，便于确定位置

(2) 关于该实验的一些做法，不合理的是_____。(填正确选项前的字母)

- A. 使用密度大，体积小的球进行实验
B. 斜槽末端切线应当保持水平
C. 建立坐标系时，以斜槽末端端口位置作为坐标原点
D. 建立坐标系时，利用重垂线画出竖直线，定为 y 轴

(3) 在做实验时，该同学只记录了物体运动轨迹上的 A 、 B 、 C 三点并以 A 点为坐标原点建立直角坐标系，得到如图乙所示的图像，根据图像可求得物体运动到 B 点时的速度大小为_____ m/s 。(可用根式表示)

(4) 在未来的某一天，我校一名同学在地心探险中，在地球内部探究“小球做平抛运动”，该同学在轨迹上选取间距较大的几个点，在直角坐标系内绘出了 $y - x^2$ 图像如图丙，已知小球做平抛运动的初速度大小

$v_0 = 0.5 \text{m/s}$ ，则小球的加速度大小为_____ m/s^2 。

【答案】 (1) B (2) C

(3) $2\sqrt{2}$

(4) 10

【解析】

【小问 1 详解】

实验操作时每次须将小球从轨道同一位置无初速度释放，目的是使小球抛出时的初速度相同，从而使小球沿相同的轨迹运动，故选 B。

【小问 2 详解】

- A. 使用密度大、体积小 球进行实验，以减小空气阻力影响，选项 A 合理，但不符合题意；故 A 错误；
- B. 斜槽末端切线应当保持水平，保证小球抛出时做平抛运动，选项 B 合理，但不符合题意；故 B 错误；
- C. 建立坐标系时，应以小球球心在白纸上的投影点作为坐标原点，选项 C 不合理，但符合题意，故 C 正确；
- D. 建立坐标系时，应利用重垂线画出竖直线，定为 y 轴，选项 D 合理，但不符合题意，故 D 错误。
- 故选 C。

【小问 3 详解】

根据图乙，利用 $\Delta y = gT^2$ ，可得小球相邻下落计数点间的时间间隔为

$$T = \sqrt{\frac{\Delta y}{g}} = \sqrt{\frac{(0.4 - 0.15 - 0.15)}{10}} \text{s} = 0.1 \text{s}$$

可得小球抛出时的水平初速度为

$$v_0 = \frac{x}{T} = \frac{0.2}{0.1} \text{m/s} = 2 \text{m/s}$$

小球在 B 点时，竖直方向的分速度为

$$v_{By} = \frac{y_{AC}}{2T} = \frac{0.4}{2 \times 0.1} \text{m/s} = 2 \text{m/s}$$

可得小球在 B 点时的速度大小为

$$v_B = \sqrt{v_0^2 + v_{By}^2} = 2\sqrt{2} \text{m/s}$$

【小问 4 详解】

小球做平抛运动，根据 $y = \frac{1}{2}gt^2$ ， $x = v_0t$ 可得

$$y = \frac{g}{2v_0^2}x^2$$

根据图丙 $y - x^2$ 图像的斜率可得

$$k = \frac{0.8}{0.04} = \frac{g}{2 \times 0.5^2}$$

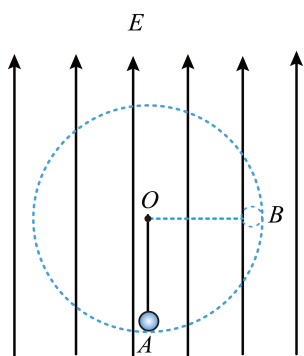
求得小球的加速度大小为

$$g = 10 \text{m/s}^2$$

13. 如图，竖直向上的匀强电场中，用长为 L 的绝缘细线系住一带电小球，在竖直平面内绕 O 点做圆周运动。图中 A 、 B 为圆周上的两点， A 点为最低点， B 点与 O 点等高。当小球运动到 A 点时，细线对小球的拉力恰好为 0，已知小球的电荷量为 q ($q > 0$)、质量为 m ， A 、 B 两点间的电势差为 U ，重力加速度大小为 g ，

求：

- (1) 电场强度 E 的大小。
- (2) 小球在 A 、 B 两点的速度大小。



【答案】 (1) $\frac{U}{L}$ ； (2) $v_A = \sqrt{\frac{Uq - mgL}{m}}$ ， $v_B = \sqrt{\frac{3(Uq - mgL)}{m}}$

【解析】

【详解】 (1) 在匀强电场中，根据公式可得场强为

$$E = \frac{U}{L}$$

(2) 在 A 点细线对小球的拉力为 0，根据牛顿第二定律得

$$Eq - mg = m \frac{v_A^2}{L}$$

A 到 B 过程根据动能定理得

$$qU - mgL = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$$

联立解得

$$v_A = \sqrt{\frac{Uq - mgL}{m}}$$

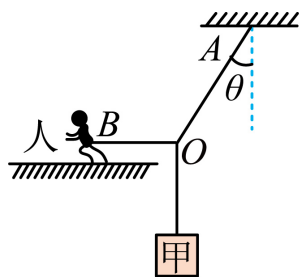
$$v_B = \sqrt{\frac{3(Uq - mgL)}{m}}$$

14. 如图所示，质量为 m_1 的物体甲通过三段轻绳悬挂，三段轻绳的结点为 O ，轻绳 OB 水平且 B 端与放在水平面上的质量为 m_2 的人相连，轻绳 OA 与竖直方向的夹角 $\theta = 37^\circ$ ，物体甲、人均处于静止状态。

已知 $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。 g 取 10 m/s^2 。设最大静摩擦力等于滑动摩擦力。则：

- (1) 轻绳 OA 、 OB 受到的拉力分别是多大？
- (2) 人受到的摩擦力是多大？方向如何？

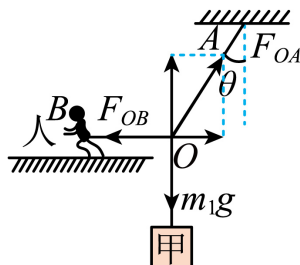
(3) 若人的质量 $m_2 = 60\text{kg}$ ，人与水平面之间的动摩擦因数 $\mu = 0.3$ ，欲使人在水平面上不滑动，则物体甲的质量 m_1 最大不能超过多少？



【答案】(1) $\frac{5}{4}m_1g$ 、 $\frac{3}{4}m_1g$ ；(2) $\frac{3}{4}m_1g$ 方向水平向左；(3) 24kg

【解析】

【详解】(1) 以结点 O 为研究对象，如图所示



沿水平方向和竖直方向建立直角坐标系，将 F_{OA} 分解，由平衡条件有

$$F_{OB} - F_{OA} \sin 37^\circ = 0$$

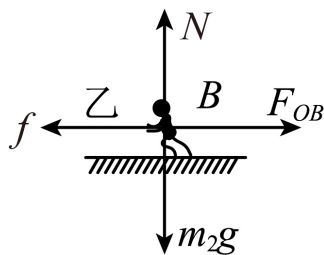
$$F_{OA} \cos 37^\circ - m_1g = 0$$

联立解得

$$F_{OA} = \frac{5}{4}m_1g$$

$$F_{OB} = \frac{3}{4}m_1g$$

(2) 人水平方向受到 OB 绳的拉力和水平面的静摩擦力，受力如图所示



由平衡条件得

$$f = F_{OB} = \frac{3}{4} m_1 g$$

方向水平向左；

(3) 当甲 质量增大到人刚要滑动时，质量达到最大，此时人受到的静摩擦力达到最大值。 当人刚要滑动时，静摩擦力达到最大值

$$f_m = \mu m_2 g$$

由平衡条件得

$$F_{OBm} = f_m$$

又

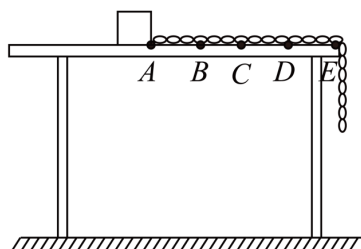
$$f = F_{OBm} = m_{1m} \tan 37^\circ = \frac{3}{4} m_{1m} g$$

联立解得

$$m_{1m} = 24 \text{ kg}$$

即物体甲的质量 m_1 最大不能超过 24kg。

15. 长为 $6L$ 质量为 $6m$ 的匀质绳，置于特制的水平桌面上，绳的一端悬垂于桌边外，另一端系有一个可视为质点的质量为 M 的木块，如图所示。木块在 AB 段与桌面无摩擦，在 BE 段与桌面有摩擦，匀质绳与桌面的摩擦可忽略。初始时刻用手按住木块使其停在 A 处，绳处于绷紧状态， $AB=BC=CD=DE=L$ ，放手后，木块最终停在 C 处。桌面距地面高度大于 $6L$ 。



(1) 求木块刚滑至 B 点时的速度 v 和木块与桌面的 BE 段的动摩擦因数 μ ；

(2) 若木块在 BE 段与桌面的动摩擦因数变为 $\mu' = \frac{21m}{4M}$ ，则木块最终停在何处？

(3) 是否存在一个 μ 值，能使木块从 A 处放手后，最终停在 E 处，且不再运动？若能，求出该 μ 值；若不能，简要说明理由。

【答案】 (1) $\frac{6m}{M}$ ；(2) $2L$ ；(3) 不存在，详见解析

【解析】

【详解】(1) 木块从 A 处释放后滑至 B 点 过程中, 由机械能守恒得

$$3mg \frac{3}{2}L - 2mgL = \frac{1}{2}(M + 6m)v^2$$

则木块滑至 B 点时的速度

$$v = \sqrt{\frac{5mgL}{M + 6m}}$$

木块从 A 处滑至 C 点 过程中, 由功能关系得

$$4mg \cdot 2L - 2mgL = \mu MgL$$

得

$$\mu = \frac{6m}{M}$$

(2) 若

$$\mu' = \frac{21m}{4M} < \mu$$

设木块能从 B 点向右滑动 x 最终停止, 由功能关系得

$$\left(\frac{3L+x}{L}\right)mg \frac{(3L+x)}{2} - 2mgL = \mu' Mgx$$

将

$$\mu' = \frac{21m}{4M}$$

整理得

$$2x^2 - 9Lx + 10L^2 = 0$$

解得

$$x=2L \quad (x=2.5L \text{ 不合题意舍去})$$

即木块将从 B 点再滑动 $2L$ 最终停在 D 处。

(3) 不存在符合要求的 μ 值, 即不可能使木块从 A 处放手后最终停在 E 处且不再运动。

解法一: 这是由于当

$$\mu = \frac{6m}{M}$$

时, 若木块滑至 E 点, 恰好有

$$f = \mu Mg = 6mg$$

此时绳全部悬于桌边外, 对木块的拉力恰好也为 $6mg$, 而从 (2) 的结果知, 更使木块继续向 E 点滑行, 必须再减小 μ 值, 因而木块尚未滑至 E 点时, 木块所受滑动摩擦力已与悬绳拉力相等, 此时, 再向 E 点滑行

时，悬绳对木块拉力将大于木块受到的滑动摩擦力而使合力向右，木块又重新获得加速度，因此不可能保持静止状态。

解法二：设满足此条件的动摩擦因数为 μ'' 有：

$$6mg \cdot 3L - 2mgL = \mu''mg \cdot 3L$$

得

$$\mu'' = \frac{16m}{3M}$$

因为

$$\mu'' > \mu'$$

所以满足此条件的动摩擦因数不存在。