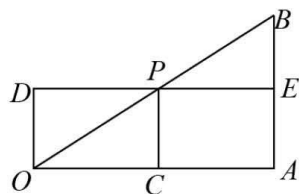


湖南省长沙市一中 2024 届高三三月考试卷(一)物理

一、单项选择题：本题共 6 小题，每小题 4 分，共计 24 分，每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 伽利略通过研究自由落体和物块沿光滑斜面的运动，首次发现了匀加速运动规律。伽利略假设物块沿斜面运动与物块自由下落遵从同样的法则，他在斜面上用刻度表示物块滑下的路程，并测出物块通过相应路程的时间，然后用图线表示整个运动过程，如图所示。图中 OA 表示测得的时间，矩形 $OAED$ 的面积表示该时间内物块经过的路程， P 为 DE 的中点，连接 OP 且延长交 AE 的延长线于 B ，则图中（ ）



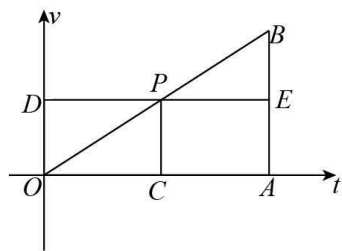
- A. OD 的长度表示平均速度， AB 的长度表示末速度
- B. OD 的长度表示加速度， AB 的长度表示平均速度
- C. OD 的长度表示初速度， AB 的长度表示平均速度
- D. OD 的长度表示平均速度， AB 的长度表示加速度

【答案】A

【解析】

【分析】

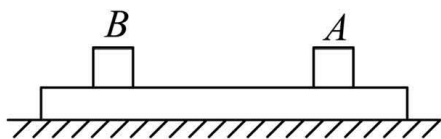
【详解】建立时间轴和速度轴，如图



OB 段表示速度时间图线，反映速度随时间的变化情况；故 OD 表示 OA 时间段的平均速度， AB 的长度表示 A 时刻的瞬时速度。

故选 A。

2. 如图所示，物块 A 和 B 在足够长的矩形木板上，随木板一起以相同速度在水平面上向右做匀速直线运动。已知物块 A 和 B 的材料相同，物块 A 的质量大于 B 的质量。某时刻木板突然停止运动，关于 A、B 之后的运动，下列说法正确的是（ ）



- A. 若木板光滑，物块 A 和 B 之间的距离将增大
B. 若木板光滑，物块 A 和 B 之间的距离将减小
C. 若木板粗糙，物块 A 和 B 一定会相碰
D. 无论木板是光滑还是粗糙，物块 A 和 B 之间的距离保持不变

【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】AB. 若木板光滑，A、B 在木板上所受合力为零，由于惯性，则 A、B 将以原来的速度做匀速直线运动，保持相对静止，A、B 间距离保持不变，故 AB 错误；

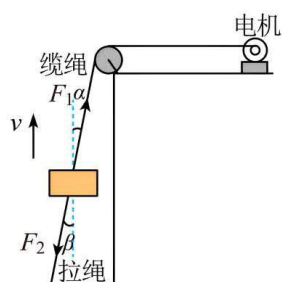
CD. 若木板粗糙，尽管两木块质量不同，所受摩擦力大小不同，但其加速度

$$a = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$$

与质量无关，故两物体将有相同的加速度，任意时刻有相同的速度，保持相对静止，A、B 间距离保持不变，故 D 正确，C 错误。

故选 D。

3. 高层住宅外向上提升重物时常采用如图所示装置，电机通过缆绳牵引重物沿竖直方向匀速上升。地面上的人通过移动位置使拉绳与竖直方向的夹角 β 保持不变，设缆绳与竖直方向的夹角为 α ，缆绳的拉力为 F_1 ，拉绳的拉力为 F_2 。则在重物沿竖直方向匀速上升的过程中，下列结论正确的是（ ）



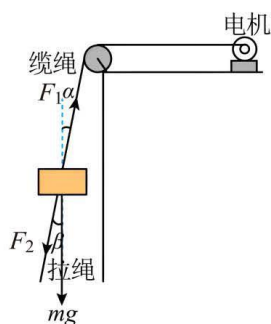
- A. F_1 一定变大， F_2 可能不变
B. F_1 可能不变， F_2 一定变大
C. α 可能大于 β

D. α 总是小于 β

【答案】D

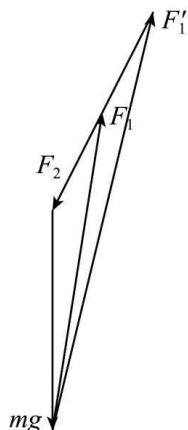
【解析】

【详解】CD. 对物体受力分析如图



通过力的合成可知 F_1 反向延长线位于 F_2 与 mg 夹角内, 故缆绳与竖直方向的夹角 α 小于角 β , C 错误, D 正确;

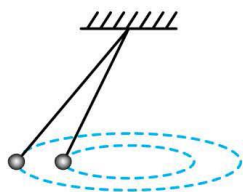
AB. 构建矢量三角形可知



α 增大, 拉力 F_1 和拉绳拉力 F_2 都增大, AB 错误;

故选 D。

4. 如图所示, 让两个质量相同的小球用长度不等的细线拴在同一悬点, 并使它们在同一水平面内做匀速圆周运动, 则它们运动时的 ()



- A. 向心加速度大小一定相等
- B. 周期一定相等
- C. 线速度大小一定相等
- D. 向心力大小可能相等

【答案】B

【解析】

【详解】A. 设细线与竖直方向的夹角为 θ ，小球受到的重力、细绳的拉力提供小球圆周运动的向心力，有

$$mg \tan \theta = ma$$

可得向心加速度为

$$a = g \tan \theta$$

故向心加速度大小不同，故 A 错误；

B. 设细绳悬挂点到圆心的高度为 h ，小球受到的重力、细绳的拉力提供小球圆周运动的向心力，有

$$mg \tan \theta = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 \cdot h \tan \theta$$

可得周期为

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{h}{g}}$$

故 B 正确；

C. 小球受到的重力、细绳的拉力提供小球圆周运动的向心力，有

$$mg \tan \theta = m \frac{v^2}{h \tan \theta}$$

可得线速度大小为

$$v = \sqrt{gh} \tan \theta$$

故线速度大小不同，故 C 错误；

D. 向心力大小为

$$F = mg \tan \theta$$

故向心力大小不同，故 D 错误。

故选 B。

5. 一跳水运动员从离水面 10m 高的平台上向上跃起，举双臂直体离开台面，此时其重心位于从手到脚全长的中心，跃起后重心升高 0.45m 达到最高点，落水时身体竖直，手先入水（在此过程中运动员水平方向的运动忽略不计）。从离开跳台到手触水面，他可用于完成空中动作的时间最接近下面哪个答案（计算时，可以把运动员看作全部质量集中在重心的一个质点。g 取 10m/s^2 ）（ ）

A. 1.8s

B. 1.7s

C. 1.6s

D. 1.4s

【答案】B

【解析】

【详解】跳水运动员到达最高点时，有

$$h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2$$

可得跳水运动员到达最高点的时间为

$$t_1 = 0.3\text{s}$$

跳水运动员从最高点运动至水面，有

$$h_1 + h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2$$

可得跳水运动员从最高点运动至水面的时间为

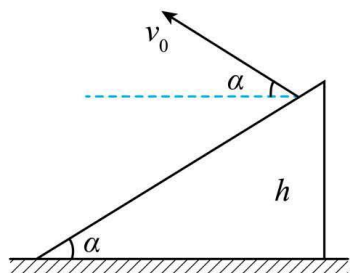
$$t_2 \approx 1.4\text{s}$$

可用于完成空中动作的时间为

$$t = t_1 + t_2 = 1.7\text{s}$$

故选 B。

6. 在倾角为 α 的斜坡上，沿着与水平线成 α 角的方向斜向上方抛出一石块，如图所示。设石块落在斜坡上的位置离抛出点的距离为 L ，则石块抛出的初速度为（ ）。



A. $v_0 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{gL}{\cos \alpha}}$

B. $v_0 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{gL}{\sin \alpha}}$

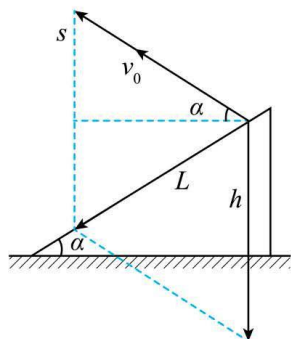
C. $v_0 = \frac{1}{2} \sqrt{gL \cos \alpha}$

D. $v_0 = \frac{1}{2} \sqrt{gL \sin \alpha}$

【答案】B

【解析】

【详解】将石块的运动看成是沿 v_0 方向的匀速直线运动和自由落体运动的合运动。运动合成情况如图所示。图中平行四边形对角线是合运动位移，依题意其大小为 L ，两条相邻边 s 和 h 则是两个分运动的位移。

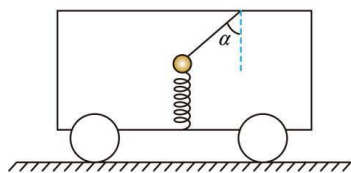


设运动时间为 t ，由运动学公式知： $s = v_0 t$ ， $h = \frac{1}{2} g t^2$ 再由几何关系知： $s \cos \alpha = L \cos \alpha$ ， $s \sin \alpha + L \sin \alpha = h$ 联

立以上四式，消去 t ，解得 $v_0 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{gL}{\sin \alpha}}$ ，故 B 正确；ACD 错误；故选 B

二、多项选择题 本题共 4 小题，每小题 5 分，共计 20 分，每小题有多个选项符合题目要求，全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分

7. 如图，小车内沿竖直方向的一根轻质弹簧和一条与竖直方向成 α 角的轻质细绳拴接一小球，小车与小球始终保持相对静止。下列说法正确的是（ ）



- A. 若小车静止，则小球一定受两个力作用
B. 若小车静止，则小球一定受三个力作用
C. 若小车向右加速，则小球可能受两个力作用
D. 若小车向右加速，则小球一定受三个力作用

【答案】AC

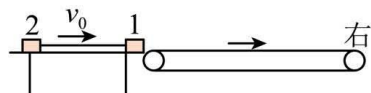
【解析】

【详解】AB. 若小车静止，则小球所受合力为零，细绳对小球没有作用力，小球受到重力及弹簧弹力作用，A 正确，B 错误；

CD. 若小车向右加速，小车的加速度不为零，小球一定受细绳的拉力作用，当弹簧的弹力为零时，小球受到重力和拉力的作用，即小球可能受两个力的作用，也可能受三个力的作用，C 正确，D 错误；

故选 AC。

8. 质量均为 m 的两物块 1 和 2 之间用一根不可伸长的细线相连，两物块一起在光滑水平桌面上以速度 v_0 匀速运动，某时刻物块 1 到达桌面的右边缘，如图所示。当物块 1 滑上与桌面等高的水平传送带后，经过一段时间到达传送带的最右端，若传送带的速度大于 v_0 且保持不变，物块 1 和物块 2 与传送带间的动摩擦因数分别为 μ_1 、 μ_2 ($\mu_1 < \mu_2$)，不考虑桌子边缘与传送带间的缝隙，细线的长度小于传送带的长度，则在此过程中 ()



- A. 物块 2 在桌面上可能先做匀加速运动后做匀速运动
B. 两物块都在传送带上时，它们所受的摩擦力一定不相等
C. 两物块在任何时刻的速度和加速度都相等
D. 可能存在物块 1 与物块 2 加速度不相等的阶段

【答案】AD

【解析】

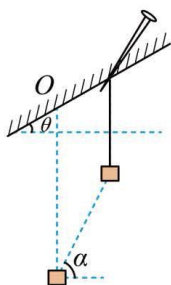
【详解】A. 物块 1 滑上传送带后，在滑动摩擦力的作用下做匀加速运动，由于物块 1 和物块 2 通过不可伸长的细线连接，故物块 2 也做匀加速运动；如果在物块 2 滑上传送带之前，物块的速度已经等于传送带的速度，则此后物块 1、2 均做匀速直线运动，故 A 正确。

B. 两物块都在传送带上时, 如果两物块速度与传送带相同, 则两物块所受静摩擦力相等, 均为零, 故 B 错误。

CD. 如果物块 2 滑上传送带时, 物块 2 的速度小于传送带的速度, 由于两个物块与传送带间的动摩擦因数 $\mu_1 < \mu_2$, 则加速度 $a_1 < a_2$, 两个物块间的距离会缩小, 故 C 错误, D 正确。

故选 AD。

9. 如图所示, 一块橡皮用细线悬挂于 O 点, 用钉子靠着线的左侧, 沿与水平方向成 θ 角的斜面向右上方以速度 v 匀速运动, 运动中始终保持悬线竖直, 橡皮的速度方向与水平方向的夹角为 α , 则 ()



A. 若 $\theta = 0$, 则 α 随钉尖的速度 v 的增大而增大

B. 若 $\theta = 0$, 则 α 随钉尖的速度 v 的增大而保持不变

C. 若 $\theta = 45^\circ$, 钉尖的速度为 v , 则橡皮速度为 $2\sqrt{2}v$

D. 若 $\theta = 45^\circ$, 钉尖的速度为 v , 则橡皮速度为 $\sqrt{2+\sqrt{2}}v$

【答案】BD

【解析】

【详解】AB. 若 $\theta = 0$, 则橡皮的运动可视为水平方向随钉尖一起匀速, 竖直方向也做与钉尖运动速率相同的匀速运动, 所以橡皮的速度方向与水平方向的夹角 $\alpha = 45^\circ$, 与钉尖的速度 v 无关, 故 A 错误, B 正确。

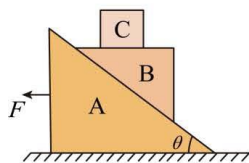
CD. 若 $\theta = 45^\circ$, 钉尖的速度为 v , 则橡皮在水平方向的分速度为 $\frac{\sqrt{2}}{2}v$, 而在 t 时间内沿竖直方向向上运动的距离为

$$y = vt + \frac{\sqrt{2}}{2}vt$$

即竖直方向的分速度为 $\left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)v$, 所以橡皮速度为 $\sqrt{2+\sqrt{2}}v$, 故 C 错误, D 正确。

故选 BD。

10. 如图, 三个质量均为 m 的物体 A、B、C 放置在光滑的水平面上, 斜面体 A 的倾角为 θ , B 的上表面水平, 现对 A 施加水平向左的力 F , 三个物体向左匀加速运动 并保持相对静止, 重力加速度为 g , 下列说法正确的是 ()



- A. A、B 间的摩擦力大小为 $2mg \sin \theta + \frac{1}{3}F \cos \theta$
- B. A、B 间的摩擦力大小为 $2mg \sin \theta + \frac{2}{3}F \cos \theta$
- C. 若 A、B 间, B、C 间动摩擦因数相同, 则 F 逐渐增大, A、B 间先滑动
- D. 若 A、B 间, B、C 间动摩擦因数相同, 则 F 逐渐增大, B、C 间先滑动

【答案】BC

【解析】

【详解】AB. 对整体根据牛顿第二定律可得

$$F = 3ma$$

解得

$$a = \frac{F}{3m}$$

则 B 和 C 沿斜面向上的加速度为 $a \cos \theta$, 以 BC 为研究对象, 沿斜面向上根据牛顿第二定律可得

$$f - 2mg \sin \theta = 2ma \cos \theta$$

解得

$$f = 2mg \sin \theta + \frac{2}{3}F \cos \theta$$

故 A 错误, B 正确;

CD. 若 B、C 间刚打滑, 则加速度 $a = \mu g$, 此时若 A、B 间不打滑, 则 A 和 B 间的摩擦力应为

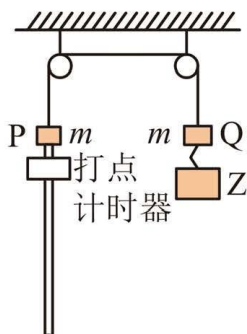
$$f_{AB} = 2mg \sin \theta + 2\mu mg \cos \theta > 2\mu mg \cos \theta - \mu^2 \times 2mg \sin \theta$$

说明此时 A 和 B 已经相对滑动, 所以若 A、B 间, B、C 间动摩擦因数相同, 则 F 逐渐增大, A、B 间先滑动, 故 C 正确, D 错误。

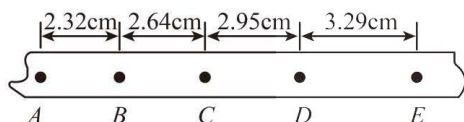
故选 BC。

三、非选择题: 本题共 5 题, 共 56 分

11. 在没有天平的情况下, 实验小组利用以下方法对质量进行间接测量, 装置如图所示: 一根轻绳跨过轻质定滑轮与两个相同的重物 P 、 Q 相连, 重物 P 、 Q 的质量均为 m (已知), 在重物 Q 的下面通过轻质挂钩悬挂待测物块 Z , 重物 P 的下端与穿过打点计时器的纸带相连, 已知当地重力加速度为 g 。



(1) 某次实验中, 先接通频率为 50 Hz 的交流电源, 再由静止释放系统, 得到如图所示的纸带, 则系统运动的加速度 $a = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ (保留三位有效数字);



(2) 在忽略阻力的情况下, 物块 Z 质量 M 的表达式为 $M = \underline{\hspace{2cm}}$ (用字母 m 、 a 、 g 表示);

(3) 由 2 中理论关系测得的质量为 M , 而实际情况下, 空气阻力、纸带与打点计时器间的摩擦、定滑轮中的滚动摩擦不可以忽略, 使物块 Z 的实际质量与理论值 M 有一定差异, 这是一种 (填“偶然误差”或“系统误差”)。

【答案】 ①. 8.00 ②. $\frac{2ma}{g-a}$ ③. 系统误差

【解析】

【详解】(1)[1]根据逐差法求解加速度

$$a = \frac{x_{CE} - x_{AC}}{4T^2} = \frac{0.0329 + 0.0295 - 0.0264 - 0.0232}{4 \times 0.02^2} \text{ m/s}^2 = 8.00 \text{ m/s}^2$$

(2)[2]对 P 、 Q 、 Z 构成的系统应用牛顿第二定律

$$(m+M)g - mg = (m+m+M)a$$

解得

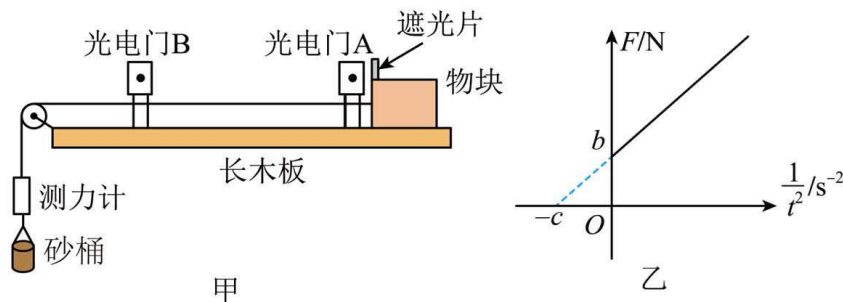
$$M = \frac{2ma}{g-a}$$

(3)[3]根据题意可知这种误差为客观因素造成的不可避免的误差, 应为系统误差。

12. 小问同学设计了一个测动摩擦因数的实验。他的设计如图甲所示: 在一端带有定滑轮的长木板上固定

有 A、B 两个光电门，与光电门相连的计时器可以显示带有遮光片的物块在其间的运动时间，与跨过定滑轮的轻质细绳相连的轻质测力计能显示挂钩处所受的拉力。

实验时，多次改变砂桶中砂的质量，每次都让物块从靠近光电门 A 处由静止开始运动，读出多组测力计示数 F 及对应的物块在两光电门之间的运动时间 t 。在坐标系中作出 $F - \frac{1}{t^2}$ 的图线如图乙所示，与纵轴的截距为 b ，与横轴的截距为 $-c$ 。已知重力加速度为 g 。



(1) 该实验是否需要砂桶和砂的总质量远小于物块质量? _____

A. 是 B. 否

(2) 该实验是否需要抬高长木板右端来平衡摩擦力? _____

A. 是 B. 否

(3) 该实验是否需要调节定滑轮高度使拉物块的细线与长木板平行? _____

A. 是 B. 否

(4) 因物块质量未知，小问同学想通过图线求得，故他还应该测出的物理量为_____。根据该测量物理量及图线信息可知物块的质量的表达式_____。物块与木板之间的动摩擦因数表达式为_____。

【答案】 ①. B ②. B ③. A ④. A、B 两个光电门之间的距离 x ⑤. $\frac{b}{2xc}$ ⑥. $\frac{2xc}{g}$

【解析】

【详解】(1) [1]物块所受的拉力通过轻质测力计直接得出，不需要用砂和砂桶的总重力表示，所以不需要满足砂和砂桶的总质量远小于物块质量。

(2) [2]测量滑块和长木板之间的动摩擦因数，不需要将木板右端垫高来平衡摩擦力。

(3) [3]应调节定滑轮的高度使细绳与木板平行，这样绳的拉力与摩擦力才会共线，物块所受合力才是沿绳方向。

(4) [4][5][6]对物块，由牛顿第二定律

$$F - \mu mg = ma$$

由物块从静止开始做匀加速直线运动，则

$$x = \frac{1}{2}at^2$$

联立可得

$$F = 2mx \frac{1}{t^2} + \mu mg$$

由图乙可得

$$F = \frac{b}{c} \frac{1}{t^2} + b$$

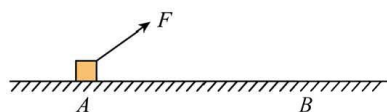
即

$$2mx = \frac{b}{c}, \quad \mu mg = b$$

所以想通过图线求得物块质量，还应该测出的物理量为 A、B 两个光电门之间的距离 x 。

$$m = \frac{b}{2xc}, \quad \mu = \frac{2xc}{g}$$

13. 如图所示，一质量为 $m=0.3\text{kg}$ 的物体静止于光滑水平面上的 A 点，当对它施加以斜向右上方的恒力 F 时，该物体沿水平面做匀加速直线运动到 B 点，测得其在 B 点的速度为 $v=4\text{m/s}$ ，A、B 两点的距离为 $s=0.6\text{m}$ ，求此恒力 F 的取值范围（重力加速度 g 取 10m/s^2 ）



【答案】 $4\text{N} < F \leq 5\text{N}$

【解析】

【分析】

【详解】设 F 与水平方向的夹角为 θ ，根据动能定理得

$$F \cos \theta \cdot s = \frac{1}{2}mv^2$$

据题， $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ，则 $\cos \theta < 1$ ，要使物体沿水平面运动，必须有

$$F \sin \theta \leq mg$$

解得

$$F > 4\text{N}, \quad F \leq 5\text{N}$$

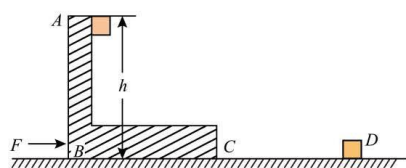
故此恒力 F 的取值范围为 $4\text{N} < F \leq 5\text{N}$ 。

【点评】解决本题的关键要注意物体沿水平面运动的条件： $F \sin \theta \leq mg$ ，不能只根据动能定理得到 $F > 4\text{N}$ 。

14. 如图，水平地面上有一“L”型薄滑板 ABC，竖直高度 $h=1.8\text{m}$ ，D 处有一固定障碍物，滑板右端 C 到障碍物的距离为 1.35m 。滑板左端施加水平向右的推力 $F=136\text{N}$ 的同时，有一小物块紧贴竖直板的 A

点无初速度释放，滑板撞到障碍物时立即撤去力 F ，滑板以原速率反弹，小物块落在地面上。滑板质量 $M = 3\text{kg}$ ，小物块质量 $m = 1\text{kg}$ ，滑板与小物块，滑板与地面间的动摩擦因数均为 $\mu = 0.4$ ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度 g 取 10m/s^2 。

- (1) 撤去力 F 前小物块能否相对于滑板静止？说明理由；
- (2) 求小物块离开滑板到落地过程中的水平位移大小；
- (3) 求小物块落地时到滑板 B 端的距离。



【答案】(1) 撤去力 F 前小物块相对于滑板静止；(2) 5.4m ；(3) 10.08m

【解析】

【详解】(1) 假设撤去力 F 前小物块与滑板相对静止，设向右的加速度为 a_1 ，对小物块与滑板组成的整体有

$$F - \mu(M + m)g = (M + m)a_1$$

解得

$$a_1 = 30\text{m/s}^2$$

因为

$$mg < \mu ma_1$$

故假设成立，所以撤去力 F 前小物块相对于滑板静止。

- (2) 设滑板撞到障碍物时的速度大小为 v_1 ，则有

$$v_1^2 = 2a_1x$$

滑板撞到障碍物后小物块做平抛运动

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

小物块平抛运动的水平位移

$$x_1 = v_1t = 5.4\text{m}$$

- (3) 撞到障碍物后滑板运动的加速度大小为 a_2 ，则有

$$\mu Mg = Ma_2$$

滑板停止运动所用时间

$$t' = \frac{v_1}{a_2} = 2.25s > t$$

则物块落地时，滑板尚未停止运动，物块落地时滑板向左运动的距离为 x_2 ，

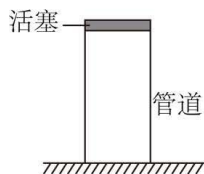
$$x_2 = v_1 t - \frac{1}{2} a_2 t^2 = 4.68m$$

物块落地时到 B 的距离为

$$x' = x_1 + x_2 = 10.08m$$

15. 如图所示，水平地面上有一两端开口的圆形管道，管道内部最上端有一活塞，已知管道质量为 $3m$ ，活塞质量为 m ，两者间的最大静摩擦力为 kmg ($k > 1$) (最大静摩擦力等于滑动摩擦力)。不计空气阻力，重力加速度为 g 。

- (1) 若管道受到竖直向上的拉力作用，活塞与管道间没有相对滑动，求拉力的最大值 F 。
- (2) 若管道突然获得竖直向上的初速度 v_0 ，求管道第 1 次落地前活塞 (还在管道中) 相对于管道的位移 L_1 。
- (3) 在(2)中，若 $k = 3$ ，管道每次与地面碰撞后以原速率返回。当管道与地面碰撞 4 次后的运动过程中活塞刚好能脱离管道，求管道的长度 L 。



【答案】(1) $F = 4kmg$; (2) $L_1 = \frac{3v_0^2}{8kg}$; (3) $L = \frac{91v_0^2}{128g}$

【解析】

【详解】(1) 当活塞与管道间没有相对滑动且两者间达最大静摩擦力时，拉力达最大值 F ，对管道和活塞整体有

$$F - 4mg = 4ma$$

对活塞有

$$kmg - mg = ma$$

解得

$$F = 4kmg$$

(2) 设管道的加速度大小为 a_1 ，活塞的加速度大小为 a_2 。经时间 t 后两者达共同速度 v_1 ，竖直向上的位移分别为 x_1 和 x_2 ，对管道有

$$kmg + 3mg = 3ma_1$$

$$v_1 = v_0 - a_1 t$$

$$x_1 = \frac{v_0 + v_1}{2} t$$

对活塞有

$$kmg - mg = ma_2$$

$$v_1 = a_2 t$$

$$x_2 = \frac{v_1}{2} t$$

所求位移

$$L_1 = x_1 - x_2$$

由以上各式解得

$$L_1 = \frac{3v_0^2}{8kg}$$

(3) 管道向上运动位移 x_1 后，与活塞一起以初速度 v_1 做竖直上抛运动，与地面碰撞前瞬间速为 v ，有

$$v^2 = v_1^2 + 2gx_1$$

由以上各式得

$$v = \sqrt{\frac{9k+3}{16k}} v_0 = \frac{\sqrt{10}}{4} v_0$$

管道与地面碰撞后，管道以初速度 v ，加速度 a_1 向上减速，活塞以初速度 v ，加速度 a_2 向下减速，因为 $k=3$ ，则有

$$a_1 = a_2 = 2g$$

两者均经过时间 t_1 速度减为 0，则有

$$t_1 = \frac{v}{a_1} = \frac{v}{2g}$$

此时管道上升的高度

$$h_1 = \frac{v^2}{4g}$$

从碰后到共速的过程中，两者的相对位移为

$$\Delta x_1 = \frac{v^2}{2g}$$

管道与地面第 2 次碰撞前瞬间速度为

$$v_2 = \sqrt{2gh_1} = \frac{\sqrt{2}}{2}v$$

同理，从第 2 次碰后到共速的过程中，两者的相对位移为

$$\Delta x_2 = \frac{v_2^2}{2g} = \frac{1}{2g} \left(\frac{\sqrt{2}}{2}v \right)^2$$

从第 3 次碰后到共速的过程中，两者的相对位移为

$$\Delta x_3 = \frac{1}{2g} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \right)^4 v^2$$

从第 4 次碰后到共速的过程中，两者的相对位移为

$$\Delta x_4 = \frac{1}{2g} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \right)^6 v^2$$

管道的长度

$$L = L_1 + \Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + \Delta x_4$$

由以上各式可求得

$$L = \frac{91v_0^2}{128g}$$

关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（网址：www.zizzs.com）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国 90% 以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：**zizzsw**。



微信搜一搜

Q 自主选拔在线