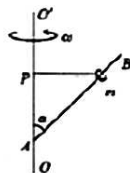




12. 如图所示, AB 杆固定在转轴 OO' 上且与转轴间的夹角为 $\alpha = 45^\circ$, 并能与竖直轴 OO' 一起转动。质量为 0.1 kg 的小环, 套在 AC 杆上并用长为 0.3 m、能承受的最大拉力 9 N 的轻质细线连接细线的另一端系在转轴上的 P 点, 环与 AB 杆间的最大静摩擦力等于两者间弹力的 0.5 倍。当轴以角速度 ω 转动时, 细线始终处于水平状态, 取 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 则

- A. 轴转动的角速度的最小值为 $\frac{10}{3} \text{ rad/s}$
 B. 将轴的角速度的最小值开始缓慢增大到 18 rad/s 时细线断裂
 C. 角速度从 5 rad/s 增大到 10 rad/s 的过程中, 杆对小环所做的功为 6.75 J
 D. 轴转动的角速度为 15 rad/s 时, 细线拉力大小为 3.75 N



解析: 圆周运动, 受力分析

难度: ☆

$$F_N \cos \alpha - f \sin \alpha = m\omega^2 0.3$$

答案: A、当摩擦力沿杆向上达到最大值时, 受力分析得到: $F_N \sin \alpha + f \cos \alpha = mg$, A 正确:

$$\text{联立解得: } \omega = \frac{10}{3} \text{ rad/s}$$

B、 $T + f \sin \alpha + F_N \cos \alpha = m\omega^2 0.3$ 联立解得: $\omega = 20 \text{ rad/s}$;
 $F_N \sin \alpha = mg + f \cos \alpha$

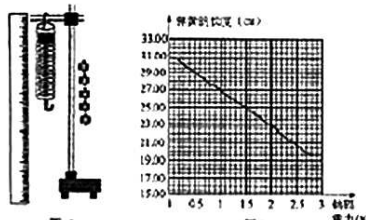
C、整个过程中, 小环相对杆始终静止, $W = \frac{1}{2} m ((\omega_1 r)^2 - (\omega_2 r)^2) = 0.3375 \text{ J}$

D、此时列出牛二方程得到: $T + f \sin \alpha + F_N \cos \alpha = m \times 225 \times 0.3$, 解得 $T = 3.75 \text{ N}$
 $F_N \sin \alpha = mg + f \cos \alpha$

选 AD

三、实验题: 本题包含两小题, 共 20 分。

13. (6 分) 某实验小组为了研究弹簧弹力与压缩量的变化关系, 他们将弹簧放在一个透明的玻璃管中, 上端与一穿有金属挂钩的橡皮塞相连, 橡皮塞直径小于玻璃管直径, 下端与玻璃管底部固定, 金属挂钩从弹簧中间穿过后从玻璃管底部小孔穿出, 如图 1 所示。实验时, 将玻璃管竖直悬挂在铁架台上, 在挂钩上分别悬挂 0、1、2、3、4、5 个钩码, 用刻度尺测出弹簧的长度, 画出弹簧长度与所悬挂的钩码重力的关系图线如图 2 所示。



- (1) 由图 2 可知, 弹簧的弹力的变化量 ΔF 与对应弹簧压缩量的变化量 Δx 关系为: ()
 (2) 由图 2 可知, 弹簧的劲度系数为 () N/m (保留三位有效数字)

(3) 在利用此实验测定弹簧的劲度系数的过程中, 以下说法正确的是: ()

- A. 橡皮塞和金属挂钩的重力不会对实验产生影响
 B. 橡皮塞和金属挂钩的重力会使弹簧压缩, 会产生误差
 C. 橡皮塞与玻璃管内壁不可避免的有摩擦, 将会产生误差
 D. 挂钩上挂的钩码越多, 实验误差越小



考点: 弹簧弹力与伸长量之间的关系。

解析: 由图可知, ΔF 和 Δx 成线性关系, 图像的斜率表示劲度系数倒数的相反数, 故 $\frac{1}{K} = \frac{\Delta x}{\Delta F}$, 故弹簧的劲度系数为 25 N/m 。纵轴表示弹簧的长度, 当钩码拉弹簧时, 图像的斜率表示劲度系数, 所以: A, 根据受力分析, 管内橡皮塞的摩擦力会影响弹簧的伸长。C 正确。选: AC。

难度: ☆

14. 如图 1 所示为中学物理常见的实验装置, 某同学为了运用此装置研究加速度与力的关系, 进行了如下的操作:

(1) 他在细绳不挂钩码, 五个钩码 (每个质量均为 0.010 kg) 全部放到了小车上, 并且将长木板的右端用木块垫起, 打开电源, 轻推小车, 获得如图 2 的所示纸带。由图可知稳定后小车在长木板上做 _____ 运动, 他这样做的目的是 _____:



图 1

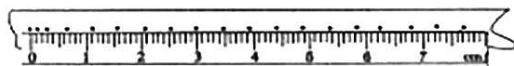


图 2

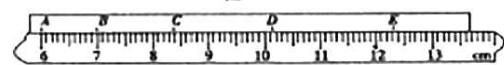


图 3

(2) 接着, 他将第一个钩码从小车上取下挂在细绳的末端, 打开电源, 释放纸带, 进行一次实验。依次取下 2, 3, 4, 5 个钩码继续挂到第一个钩码下端进行实验, 得到五条纸带。

①当细绳末端挂有第一个钩码时, 获得的纸带如图 3 所示, 他选取了其中五个计数点进行研究 (相邻两个计数点间还有 4 个计时点), 则 AE 两点间距为 _____ cm ; 可求得小车运动过程中的加速度为 _____ m/s^2

②然后, 他依次分析其余的四条纸带, 得到的数据如下表: ($g = 9.80 \text{ m/s}^2$)

细绳末端所挂钩码的重力 $F(\text{N})$	0.098	0.196	0.294	0.392	0.490
小车的加速度 $a(\text{m/s}^2)$		0.78	1.18	1.55	1.96

在图 4 中作出 a - F 图像, 可知小车的质量为 _____ kg (不包括钩码, 保留三位有效数字);

③根据图 4 的 a - F 图像, 他得出结论: 当小车和钩码 (含车上放置和细绳末端所挂) 的总质量一定时, 小车的加速度 a 与细绳末端所挂钩码的重力 F 成正比。要想达到实验目的, 除了进行上述调整之外, 还必须要满足的条件是 _____。

- 小车的质量远大于钩码的质量
- 钩码的质量远大于小车的质量
- 调整定滑轮高度使细绳与长木板平行
- 长木板与小车之间的摩擦力很小

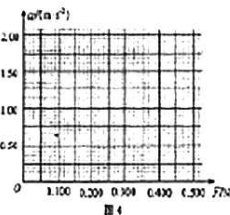


图 4



解析: (1) 匀速直线; 平衡摩擦

(2) 6.30; 0.38; 0.197;

$$a = \frac{x_{CE} - x_{AC}}{a(2T)^2} m = \frac{\Delta F}{\Delta a} - 5 * 0.010$$

(3) C

考点: 牛顿第二定律实验

难度: ☆☆

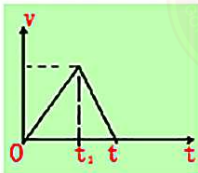
四、计算题 (本题包含 5 个小题, 共 70 分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的计算步骤。只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位。)

15、目前在很多旅游地都建有滑草场, 某条滑道上由上下两端高分别为 $\sqrt{2}h$ 和 $\frac{1}{2}h$, 与水平面倾角分别为 45° 和 30° 的滑道组成, 总质量为 m 的滑草车从坡顶由静止开始下滑, 经过上下两端滑道后, 最后恰好静止于滑道底端。测出滑草车在整个运动过程中所经历的时间为 t , 不计滑草车在两段滑道交接处的速度大小变化, 滑草车在上下两段均做匀变速直线运动。求:

(1) 滑草车在上段滑道滑行的时间;

(2) 滑草车在下段滑道上的加速度大小

解析: (1) 由几何关系可得上下两滑道的位移分别为 $2h$ 和 h , 画出 $v-t$ 图知,



设最大速度为 v , 由几何关系可得:

$$\frac{v}{2} t_1 = 2h; \quad \frac{v}{2} (t - t_1) = h;$$

$$\text{联立可解得: } t_1 = \frac{2}{3}t; v = \frac{6h}{t}$$

(2) 再由加速度的定义式得到 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, 得到 $a = \frac{18h}{t^2}$ 。

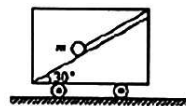
考点: 匀变速运动的规律

难度: ☆☆

16、如图所示, 水平面上的小车内固定一个倾角为 30° 的光滑斜面, 平行于斜面的细绳一端固定在车顶, 另一端系着一个质量为 m 的物体, 不计空气阻力, 重力加速度为 g ;

(1) 若小车向左做匀速直线运动, 求斜面对物体支持力的大小

(2) 若让小车以 $2g$ 的加速度向左做匀减速直线运动, 当物体与车保持相对静止时, 求细绳中拉力的大小。



解: (1) 对小球受力分析, 正交分解得到:



$$F_N = mg \cos 30^\circ$$

$$\text{解得: } F_N = \frac{\sqrt{3}}{2} mg;$$

(2) 当小车以 $2g$ 匀减速运动时, 小球已经脱离小车, 此时 $\begin{cases} T \sin \theta = mg \\ T \cos \theta = ma \end{cases}$ 联立解得:

$$\sin \theta = \frac{\sqrt{5}}{5}; T = \sqrt{5} mg.$$

17. 2016年8月10日, 我国在太原卫星发射中心用“长征四号”丙运载火箭成功发射了“高分三号”卫星。“高分三号”卫星是我国首颗分辨率达到1米的C频段多极化合成孔径雷达(SAR)卫星, 将显著提高我国对地遥感探测能力, 是高分专项工程实现时空协调、全天候、全天时地对地观测目标的重要基础。若“高分三号”卫星的质量为 m , 在距离地面高度为 h 的圆轨道上运行, 已知地球的半径是 R , 地球表面的重力加速度是 g , 求:

(1) “高分三号”卫星的运行周期;

(2) “高分三号”卫星的动能

$$\text{解析: (1) } G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \left(\frac{4\pi^2}{T^2} \right) (R+h), \text{ 结合 } G \frac{Mm}{R^2} = mg; \text{ 解得 } T = \sqrt{\frac{4\pi^2 (R+h)^3}{gR^2}};$$

$$(2) G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \frac{v^2}{R+h}; E_k = \frac{1}{2} mv^2; \text{ 解得: } E_k = \frac{1}{2} m \frac{gR^2}{R+h} = \frac{mgR^2}{2(R+h)}$$

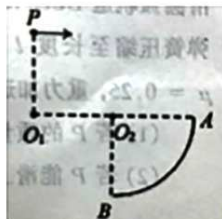
考点: 天体运动

18 如图所示, 在同一竖直平面内, 三点在同一水平线上, 其间距 L 。为正上方的微粒源, 能持续水平向右发射质量均为 m , 初速度不同的微粒, 与 P 的高度差也是 h , 以为圆心的 $1/4$ 圆弧探测屏幕。不计阻力作用, 重力加速度为 g 。

(1) 若微粒打在探测屏 AB 的中点, 求能被探测屏微粒在空中的运动时间;

(2) 求能被探测屏探测 AB 到的微粒的初速度范围;

(3) 若微粒打到 A 点和 B 点的动能相等, 求 L/h 的大小



解析:



$$x = L + \frac{\sqrt{2}}{2}h$$

1) 若微粒打在探测屏 AB 的中点, 则有 $y = h + \frac{\sqrt{2}}{2}h$; 联立解得: $t = \sqrt{\frac{(2+\sqrt{2})h}{g}}$

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

(2) 设打在 B 点的微粒的初速度为, 则有 $2h = \frac{1}{2}gt^2$, 解得: $v_1 = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{g}{h}}$
 $L = v_1 t$

同理, 打在 A 点的微粒初速度为, 有 $h = \frac{1}{2}gt^2$; 解得: $v_2 = (L+h)\sqrt{\frac{g}{2h}}$
 $L+h = v_2 t$

所以微粒的初速度范围为 $\frac{L}{2}\sqrt{\frac{g}{h}} \leq v \leq (L+h)\sqrt{\frac{g}{2h}}$

(3) 打在 A 和 B 两点的动能一样, 则有

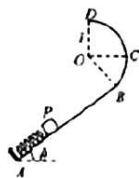
$$A \text{ 点时, } mgh = \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$B \text{ 点时, } 2mgh = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\text{令 } v_A = v_B$$

联立解得 $\frac{L}{h} = \sqrt{10} - 2$

19、轻质弹簧原长为 2l, 将弹簧竖直放置在地面上, 在其顶端将一质量为 5.4m 的物体由静止释放, 当弹簧被压缩到最短时, 弹簧长度为 l。将该弹簧沿斜面放置, 一端固定在 A 点, 另一端与物体 P 接触但不连接。图中 AB 是长度为 3l、倾角为 37° 的粗糙轨道, B 端与半径为 l 的光滑圆轨道 BCD 相切, C 的切线沿竖直方向, D 的切线沿水平方向, 当用外力推动物块 P 与 AB 轨道间动摩擦因数为 $\mu=0.25$, 重力加速度为 g, $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$, 不计空气阻力。



(1) 若 P 的质量为 m, 求 P 到达 D 点时对轨道压力;

(2) 若 P 能滑上圆轨道, 且仍能沿圆轨道滑下, 求 P 质量的取值范围。

解析: (1) 由能量转化得到:

$$5.4mgl = E_p;$$

$$E_p - \mu mg \cos \theta \cdot 2l - mg(l + l \sin 53^\circ + 2l \sin 37^\circ) = \frac{1}{2}mv_D^2$$



$$F_N + mg = m \frac{v_D^2}{l}$$

联立解得: $F_N = 3mg$

(2) 物体 P 能滑上圆轨道并且能沿轨道滑下, 两个临界条件

① 恰好滑道 B 点, 速度减为零

$$E_p = \mu Mg \cos \theta \cdot 2l + Mg \cdot 2l \sin 37^\circ$$

$$\text{解得: } M = \frac{27}{8}m$$

② 恰好能滑道 C 点

$$E_p = \mu Mg \cos \theta \cdot 2l + Mg(2l \sin 37^\circ + l \sin 53^\circ)$$

$$\text{解得: } M = 2.25m$$

$$\text{所以 } 2.25m \leq M \leq \frac{27}{8}m$$