

## 功率 动能定理 动量定理

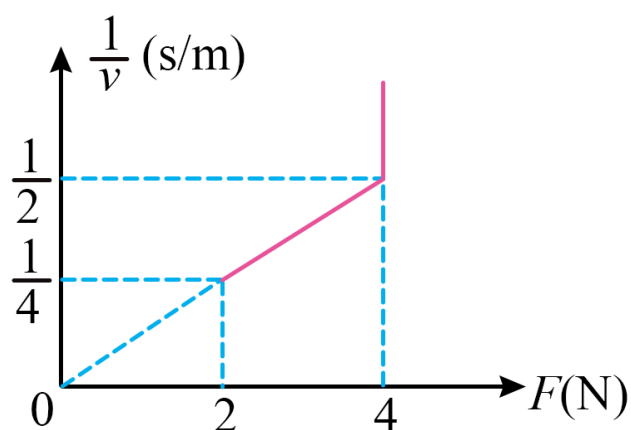
### 偏难题型

姓名：

教师：马祥芸

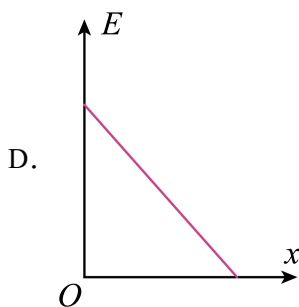
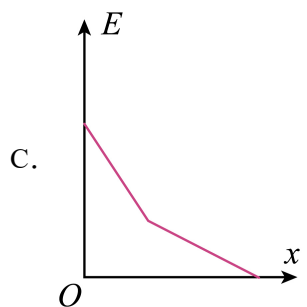
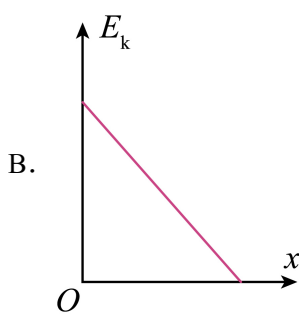
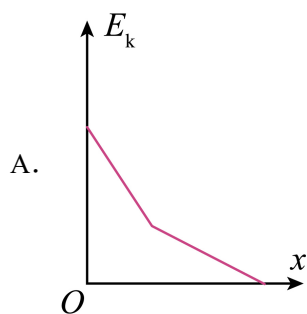
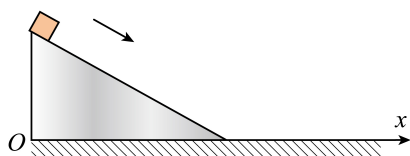
#### 一、 单选题

1. 某实验兴趣小组对新能源车的加速性能进行探究。他们根据自制的电动模型车模拟汽车启动状态，并且通过传感器，绘制了模型车从开始运动到刚获得最大速度过程中速度的倒数  $\frac{1}{v}$  和牵引力  $F$  之间的关系图像  $\left(\frac{1}{v}-F\right)$ ，如图所示。已知模型车的质量  $m=1\text{kg}$ ，行驶过程中受到的阻力恒定，整个过程时间持续 5s，获得最大速度为 4m/s，则下列说法正确的是（ ）

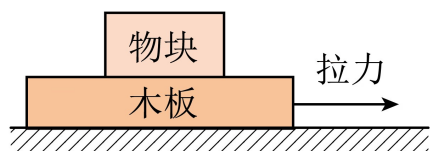


- A. 模型车受到的阻力大小为 1N
- B. 模型车匀加速运动的时间为 2s
- C. 模型车牵引力的最大功率为 6W
- D. 模型车运动的总位移为 14m

2. 如图，一小滑块以某一初动能沿固定斜面向下滑动，最后停在水平面上。滑块与斜面间、滑块与水平面间的动摩擦因素相等，忽略斜面与水平面连接处的机械能损失。则该过程中，滑块的动能  $E_k$ 、机械能  $E$  与水平位移  $x$  关系的图线可能是（ ）

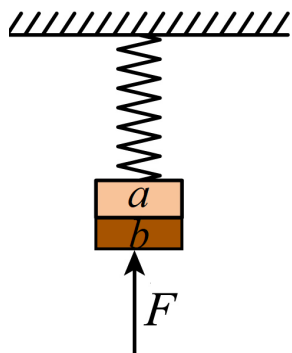


3. 如图所示，放在足够大的水平桌面上的薄木板的质量  $m_1=1\text{kg}$ ，木板中间某位置叠放着质量  $m_2=2\text{kg}$  的小物块，整体处于静止状态，已知木板与桌面间的动摩擦因数  $\mu_1=0.3$ ，物块与木板间的动摩擦因数  $\mu_2=0.25$ ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，取重力加速度大小  $g=10\text{m/s}^2$ ，薄木板足够长，现对木板施加水平向右的恒定拉力  $F=12\text{N}$ ，木板和物块保持相对静止一起向右运动，且运动位移为  $x_1=2\text{m}$  时，撤去拉力  $F$ ，木板和小物块继续运动一段时间后均静止，下列说法正确的是（ ）

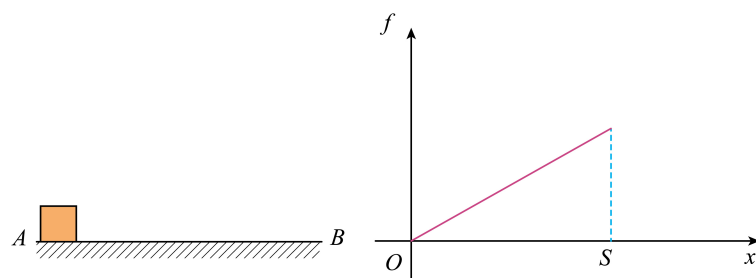


- A. 撤去拉力  $F$  时，木板的速度  $v=3\text{m/s}$   
 B. 撤去拉力  $F$  后，木板继续运动的位移为  $0.8\text{m}$   
 C. 木板与物块之间的滑动摩擦力对两个物体所做的总功为  $0$   
 D. 全过程中产生的总热量为  $24\text{J}$

4. 如图所示，一轻弹质簧上端固定在天花板上，下端与物块  $a$  相连， $a$  下方有一物块  $b$ 。现对物块  $b$  施加竖直向上、大小为  $F = 30\text{N}$  的力，使物块  $a$ 、 $b$  处于静止状态。 $t = 0$  时刻，改变  $F$  的大小，使  $a$ 、 $b$  一起向下做匀加速直线运动：当  $t = 0.4\text{s}$  时，弹簧恢复原长。已知弹簧的劲度系数  $k = 50\text{ N/m}$ ，弹簧始终在弹性限度内，物块  $a$ 、 $b$  的质量分别为  $m_a = 1.5\text{kg}$ 、 $m_b = 0.5\text{kg}$ ，取重力加速度  $g = 10\text{m/s}^2$ 。下列说法正确的是（ ）

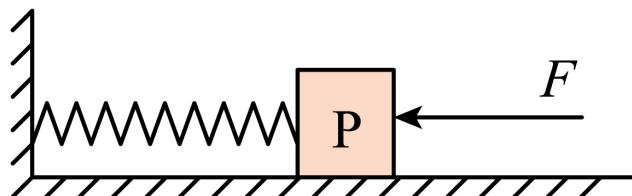


- A.  $t = 0$  时刻，物块  $a$ 、 $b$  之间的作用力大小为  $26.25\text{N}$
- B.  $t = 0.4\text{s}$  时刻，力  $F$  的大小为  $20\text{N}$
- C.  $0 \sim 0.4\text{s}$  时间内，力  $F$  对物块  $b$  做的功为  $4\text{J}$
- D.  $0 \sim 0.4\text{s}$  时间内，物块  $a$ 、 $b$  组成的系统减少的机械能为  $3\text{J}$
5. 有一段粗糙轨道  $AB$  长为  $S$ ，第一次物块以初速度  $v_0$  由  $A$  出发，向右运动达到  $B$  时速度为  $v_1$ ，第二次物块以初速度  $v_0$  由  $B$  出发向左运动。以  $A$  为坐标原点，物块与地面的摩擦力  $f$  随  $x$  的变化如图，已知物块质量为  $m$ ，下列说法正确的是（ ）



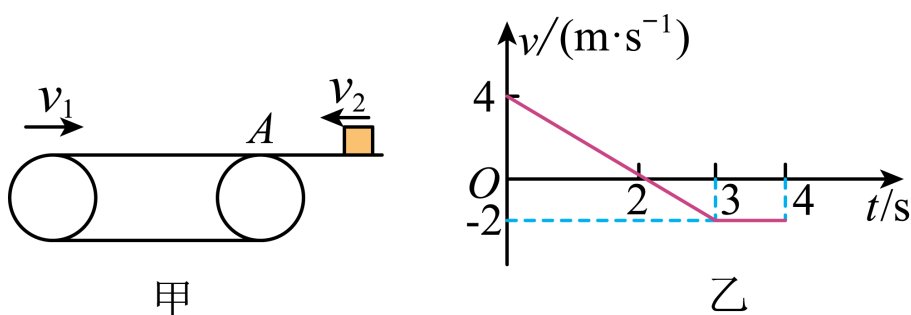
- A. 物块在第一次运动中做匀减速直线运动
- B.  $f$ - $x$  图像的斜率为  $\frac{m}{2s^2}(v_0^2 - v_1^2)$
- C. 第二次能到达  $A$  点，且花费时间较第一次长
- D. 两次运动中，在距离  $A$  点  $\frac{1}{2}s$  处摩擦力功率大小相等

6. 如图所示, 质量为  $m$  物块 P 放置于水平面上, P 和墙间水平拴接着劲度系数为  $k$  的轻弹簧, 且弹簧处于原长状态。已知 P 与水平面间的动摩擦因数为  $\mu$ , 重力加速度为  $g$ 。今用水平力  $F$  向左缓慢压 P, 使 P 向左移动到某一位置, 为了保证撤去水平力  $F$  后, 物块 P 能先向右再向左运动后停止, 下列判断正确的是 ( )



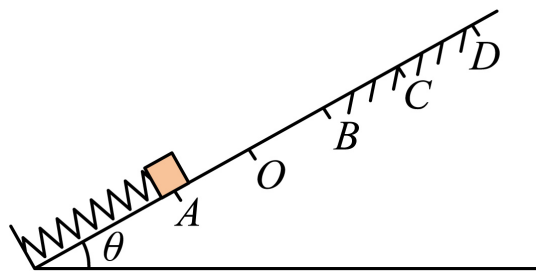
- A. 物体停止时弹性势能一定为零
- B. 力  $F$  的最大值为  $5\mu mg$
- C.  $F$  做的功  $W_F$  的最大值为  $\frac{35\mu^2 m^2 g^2}{2k}$
- D. 物体运动过程中产生的热量  $Q$  应大于  $\frac{5\mu^2 m^2 g^2}{k}$

7. 如图甲所示, 绷紧的足够长的水平传送带始终以恒定速率  $v_1$  运行, 一质量为  $m = 1\text{kg}$ 、水平初速度大小为  $v_2$  的小物块, 从与传送带等高的光滑水平面上的 A 处滑上传送带; 若从小物块滑上传送带开始计时, 小物块在传送带上运动的  $v-t$  图像 (以地面为参考系) 如图乙所示。则 ( )

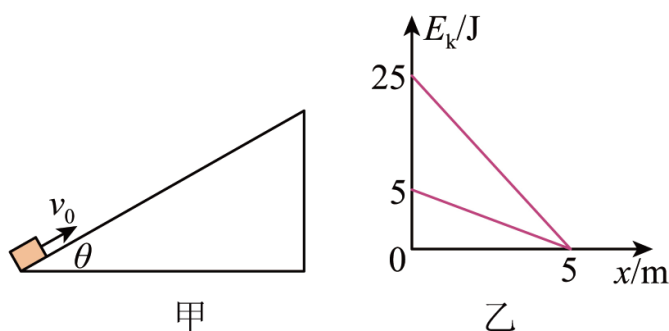


- A. 小物块向左运动的过程中离 A 处的最大距离为 2m
- B. 小物块返回 A 点时动能增加了 6J
- C. 小物块与传送带之间由摩擦产生的热量为 18J
- D. 0~4s 时间内, 传送带克服摩擦力做功为 16J

8. 质量为  $m$  的物块与弹簧上端连接，弹簧的下端固定在档板上， $O$  点是弹簧处于原长状态时上端的位置，物块静止时位于  $A$  点。斜面上另外有  $B$ 、 $C$ 、 $D$  三点， $AO = OB = BC = CD = l$ ，其中  $BD$  段粗糙，其余部分光滑，物块与斜面  $BD$  段间的动摩擦因数为  $\mu = \tan \theta$ ，重力加速度为  $g$ ，物块静止在  $A$  点时弹簧的弹性势能为  $E$ ，用外力将物块拉到  $D$  点由静止释放，第一次经过  $O$  点时的速度大小为  $v$ ，已知弹簧始终在弹性限度内，则下列说法正确的是（ ）

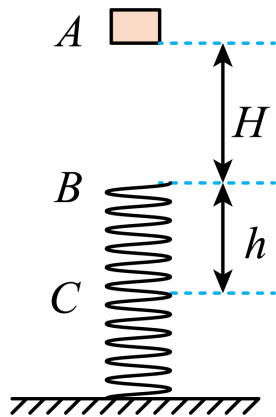


- A. 物块从  $D$  点向下运动到  $A$  点的过程中，最大加速度大小为  $2g \sin \theta$
- B. 物块最终在  $A$ 、 $B$  之间做往复运动
- C. 物块在  $D$  点时的弹性势能为  $\frac{1}{2}mv^2 - mgl \sin \theta$
- D. 物块运动的全过程中因摩擦产生的热量为  $\frac{1}{2}mv^2 + mgl \sin \theta$
9. 如图甲所示，一物体由某一固定的长斜面的底端以初速度  $v_0$  沿斜面上滑，其动能  $E_k$  随离开斜面底端的距离  $x$  变化的图线如图乙所示，斜面与物体间的动摩擦因数  $\mu = 0.5$ ， $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ，不计空气阻力，则以下说法正确的是（ ）



- A. 斜面的倾角  $\theta = 30^\circ$
- B. 物体的质量为  $m = 5 \text{ kg}$
- C. 斜面与物体间的摩擦力大小  $F_f = 2 \text{ N}$
- D. 物体在斜面上运动的总时间  $t = 2 \text{ s}$

10. 如图所示, 质量为  $m$  的物块从  $A$  点由静止开始下落, 加速度是  $\frac{1}{2}g$ , 下落  $H$  到  $B$  后与一轻弹簧接触, 又下落  $h$  后到达最低点  $C$ , 空气阻力恒定, 则 ( )

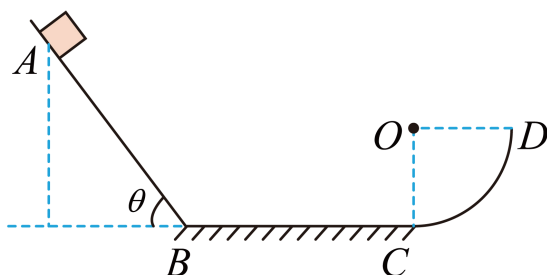


- A. 物块在  $B$  点动能最大
- B. 整个过程系统机械能损失为  $mg(h+H)$
- C.  $B$  到  $C$  的过程, 系统动能和弹性势能的和逐渐变大
- D. 系统最大弹性势能为  $mg(h+H)$

## 二、解答题

11. 如图所示, 光滑固定斜面  $AB$  的倾角  $\theta = 53^\circ$ ,  $BC$  为水平面,  $BC$  长度  $l_{BC} = 1.1\text{m}$ ,  $CD$  为光滑的  $\frac{1}{4}$  圆弧, 半径  $R = 0.6\text{m}$ 。一个质量  $m = 2\text{kg}$  的物体, 从斜面上  $A$  点由静止开始下滑, 物体与水平面  $BC$  间的动摩擦因数  $\mu = 0.2$ , 轨道在  $B$ 、 $C$  两点平滑连接。当物体到达  $D$  点时, 继续竖直向上运动, 最高点距离  $D$  点的高度  $h = 0.2\text{m}$ 。不计空气阻力,  $\sin 53^\circ = 0.8$ ,  $\cos 53^\circ = 0.6$ ,  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ 。求:

- (1) 物体运动到  $C$  点时的速度大小  $v_C$ ;
- (2)  $A$  点距离水平面的高度  $H$ ;
- (3) 物体最终停止的位置到  $C$  点的距离  $s$ 。

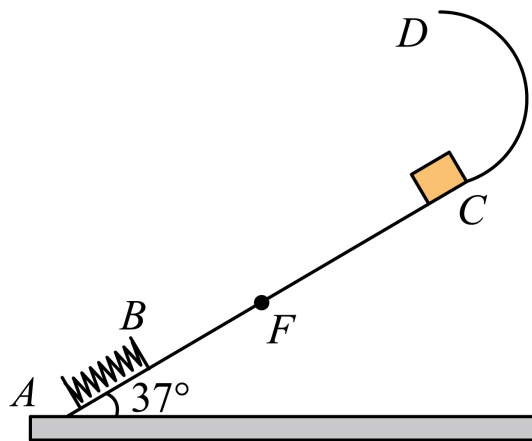


12. 如图，一轻弹簧原长为  $2R$ ，其一端固定在倾角为  $37^\circ$  的固定直轨道  $AC$  的底端  $A$  处，另一端位于直轨道上  $B$  处，弹簧处于自然状态，直轨道与一半径为  $R$  的光滑圆弧轨道相切于  $C$  点， $AC=7R$ ， $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  均在同一竖直面内。质量为  $m$  的小物块  $P$  自  $C$  点由静止开始下滑，最低到达  $E$  点（未画出），随后  $P$  沿轨道被弹回，最高点到达  $F$  点， $AF=4R$ ，已知  $P$  与直轨道间的动摩擦因数  $\mu=0.25$ ，重力加速度大小为  $g$ 。（取  $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ）

（1）求  $P$  第一次运动到  $B$  点时速度的大小；

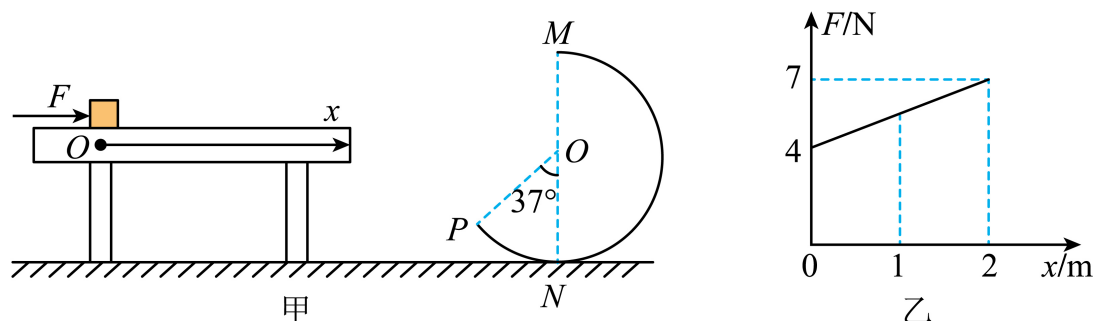
（2）求  $P$  运动到  $E$  点时弹簧的弹性势能；

（3）改变物块  $P$  的质量为  $\frac{1}{3}m$ ，将  $P$  推至  $E$  点，从静止开始释放， $P$  自圆弧轨道的最高点  $D$  处水平飞出，求物块在  $D$  点处离开轨道前对轨道的压力。



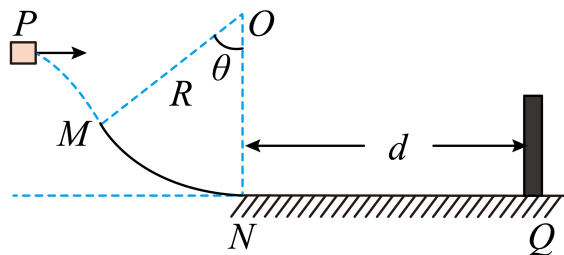
13. 如图甲所示，一物块放置在水平台面上，在水平推力  $F$  的作用下，物块从坐标原点  $O$  由静止开始沿  $x$  轴运动， $F$  与物块的位置坐标  $x$  的关系如图乙所示。物块在  $x = 2\text{m}$  处从平台飞出，同时撤去  $F$ ，物块恰好由  $P$  点沿其切线方向进入竖直圆轨道，随后刚好从轨道最高点  $M$  飞出。已知物块质量为  $0.5\text{kg}$ ，物块与水平台面间的动摩擦因数为  $0.7$ ，轨道圆心为  $O'$ ，半径为  $0.5\text{m}$ ， $MN$  为竖直直径， $\angle PO'N = 37^\circ$ ，重力加速度  $g$  取： $10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ，不计空气阻力。求：

- (1) 物块飞出平台时的速度大小；
- (2) 物块运动到  $P$  点时的速度大小以及此时轨道对铁球的支持力大小；
- (3) 物块在圆轨道上运动时克服摩擦力做的功。



14. 如图所示，粗糙水平面  $NQ$  右侧固定一个弹性挡板，左侧在竖直平面内固定一个半径  $R = 10\text{m}$ 、圆心角  $\theta = 53^\circ$  的光滑圆弧轨道  $MN$ 。半径  $ON$  与水平面垂直， $N$  点与挡板的距离  $d = 12\text{m}$ 。可视为质点的滑块质量  $m = 1\text{kg}$ ，从  $P$  点以初速度  $v_0 = 4.8\text{m/s}$  水平抛出，恰好在  $M$  点沿切线进入圆弧轨道。已知重力加速度  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ， $\sin 53^\circ = 0.8$ 。

- (1) 求滑块经过  $N$  点时对圆弧轨道的压力大小；
- (2) 若滑块与挡板只发生一次碰撞且不能从  $M$  点滑出轨道，求滑块与水平面间的动摩擦因数  $\mu$  的取值范围。

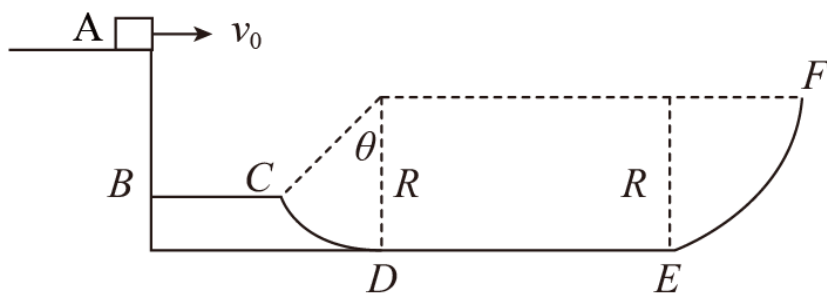




15. 某次滑板比赛中，赛道简化图模型如图所示，平台  $A$  和平台  $BC$  高度相距  $h=3.2\text{m}$ ，粗糙水平轨道  $DE$  与光滑圆弧形轨道  $CD$ 、 $EF$  相切于  $D$ 、 $E$  两点。若运动员与滑板一起（可看作质点）从平台  $A$  以速度  $v_0$  水平飞出，恰好从  $C$  点无能量损失地沿着圆弧切线进入  $CD$  轨道，滑过  $DE$  冲上  $EF$  轨道，然后返回，恰好到  $C$  点速度为零。已知运动员和滑板总质量  $m=60\text{kg}$ ，光滑圆弧  $CD$  对应的圆心角  $\theta=53^\circ$ ，圆弧形轨道半径均为  $R=4\text{m}$ ，滑板与水平轨道  $DE$  间的摩擦可视为滑动摩擦，动摩擦因数  $\mu=0.2$ ，不计空气阻力， $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ， $\sin 53^\circ=0.8$ ， $\cos 53^\circ=0.6$ 。

求：

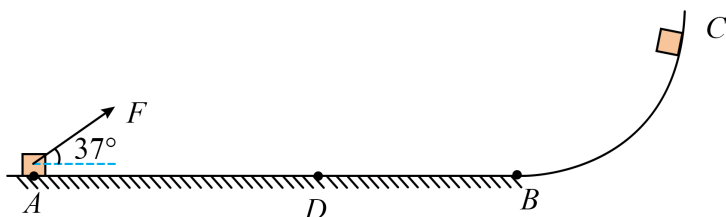
- (1) 运动员的初速度  $v_0$  的大小；
- (2) 运动员第一次经过  $D$  点时对圆弧轨道的压力  $F_N$  的大小；
- (3) 水平轨道  $DE$  的长度  $L$ 。



16. 如图所示，用大小为  $10\text{N}$ ，方向与水平地面成  $37^\circ$  角的拉力  $F$ ，使静止的物体从  $A$  点沿水平粗糙地面运动到相距  $15\text{m}$  的  $B$  点，到达  $B$  点后立即撤去  $F$ ，物体沿光滑圆弧形轨道恰好滑到  $C$  点， $C$  点离地高度  $h=1.8\text{m}$ ，然后又沿圆弧轨道返回水平地面，停在了  $D$  点。物体的质量为  $2\text{kg}$ ，不计物体在  $B$  点的动能损失，（取  $g=10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ）。

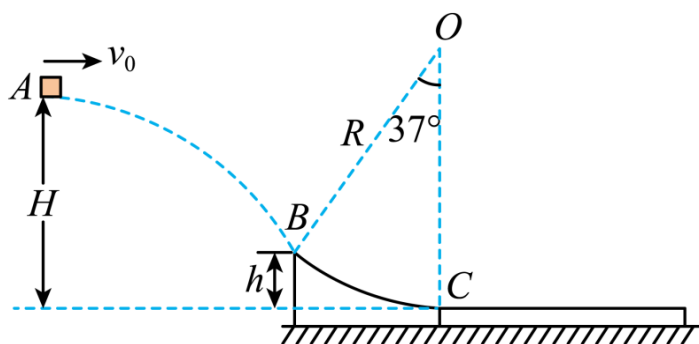
求：

- (1) 物体到达  $B$  点时的速度大小；
- (2) 物体由  $A$  运动到  $B$  的过程中摩擦力做的功；
- (3)  $D$  点到  $B$  点的距离。



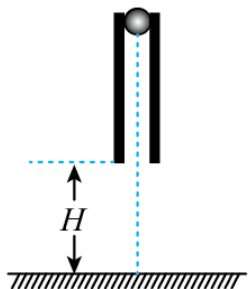
17. 如图所示, 从 A 点以某一水平速度  $v_0$  抛出一质量  $m=1\text{ kg}$  的小物块 (可视为质点), 当物块运动至 B 点时, 恰好沿切线方向进入  $\angle BOC=37^\circ$  的固定光滑圆弧轨道 BC, 经圆弧轨道后滑上与 C 点等高、静止在粗糙水平面上的长木板上, 圆弧轨道 C 端的切线水平。已知长木板的质量  $M=4\text{ kg}$ , A、B 两点距 C 点的高度分别为  $H=0.6\text{ m}$ 、 $h=0.15\text{ m}$ ,  $R=0.75\text{ m}$ , 物块与长木板之间的动摩擦因数  $\mu_1=0.7$ , 长木板与地面间的动摩擦因数  $\mu_2=0.2$ ,  $g=10\text{ m/s}^2$  求: ( $\sin 37^\circ=0.6$ ,  $\cos 37^\circ=0.8$ )

- (1) 小物块的初速度  $v_0$  及在 B 点时的速度大小;
- (2) 小物块滑至 C 点时, 对圆弧轨道的压力大小;
- (3) 长木板至少为多长, 才能保证小物块不滑出长木板。



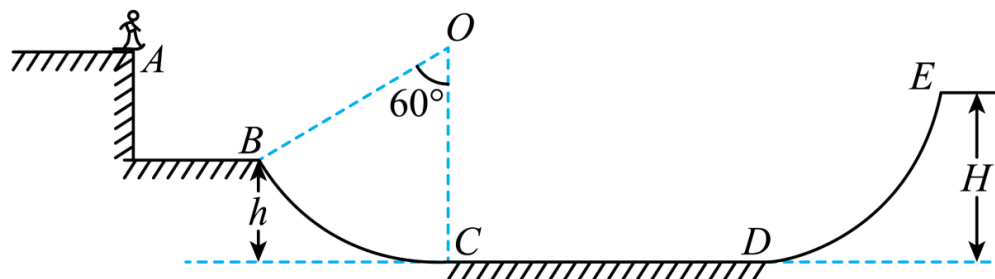
18. 如图, 一竖直圆管质量为  $M$ , 下端距水平地面的高度为  $H$ , 顶端塞有一质量为  $m$  的小球。圆管由静止自由下落, 与地面发生多次弹性碰撞, 且每次碰撞时间均极短; 在运动过程中, 管始终保持竖直。已知  $M=4m$ , 球和管之间的滑动摩擦力大小为  $4mg$ ,  $g$  为重力加速度的大小, 不计空气阻力。

- (1) 求管第一次与地面碰撞后的瞬间, 管和球各自的加速度大小;
- (2) 管第一次落地弹起后, 在上升过程中球没有从管中滑出, 求管上升的最大高度;
- (3) 管第二次落地弹起的上升过程中, 球仍没有从管中滑出, 求圆管长度应满足的条件。



19. 滑板运动是极限运动的鼻祖，许多极限运动项目均由滑板项目延伸而来。如图所示是滑板运动的轨道， $BC$  和  $DE$  是两段光滑圆弧形轨道， $BC$  段的圆心为  $O$  点，圆心角为  $60^\circ$ ，半径  $OC$  与水平轨道  $CD$  垂直，水平轨道  $CD$  段粗糙且长  $8\text{m}$ ，一运动员从轨道上的  $A$  点以  $3\text{m/s}$  的速度水平滑出，在  $B$  点刚好沿轨道的切线方向滑入圆弧形轨道  $BC$ ，经  $CD$  轨道后冲上  $DE$  轨道，到达  $E$  点时速度减为零，然后返回。已知运动员和滑板的总质量为  $60\text{kg}$ ， $B$ 、 $E$  两点与水平面  $CD$  的竖直高度分别为  $h$  和  $H$ ，且  $h=2\text{m}$ ， $H=2.8\text{m}$ ， $g=10\text{m/s}^2$ 。求：

- (1) 运动员从  $A$  运动到达  $B$  点时的速度大小  $v_B$  和在空中飞行的时间  $t_{AB}$ ；
- (2) 轨道  $CD$  段的动摩擦因数  $\mu$ 、离开圆弧轨道末端时，滑板对轨道的压力；
- (3) 通过计算说明，第一次返回时，运动员能否回到  $B$  点？如能，请求出回到  $B$  点时的速度大小；如不能，则最后停在何处？



20. 如图所示，光滑倾斜轨道  $AB$  和水平轨道  $BC$  平滑连接（小球经过时速度大小不变），轨道  $AB$  距地面高  $h$  的  $A$  点有一个质量  $m=1\text{kg}$  的小球无初速释放，小球从  $C$  点向右进入半径  $R=1\text{m}$  的光滑圆形轨道，圆形轨道底部  $C$  处前后错开，小球可以从  $C$  点向右离开圆形轨道，在水平轨道上继续前进。已知小球与水平轨道间的动摩擦因数  $\mu=0.4$ ，水平轨道  $BC$  长  $L=1\text{m}$ ，不计其它阻力，重力加速度  $g=10\text{m/s}^2$ 。

- (1) 若释放点  $A$  高度  $h=3\text{m}$ ，求小球到达  $B$  点的速度大小；
- (2) 要使小球完成圆周运动，则释放点  $A$  的高度  $h$  需要满足什么条件；
- (3) 若小球恰好不脱离轨道，求小球最后静止的位置到圆轨道最低点  $C$  的距离。

