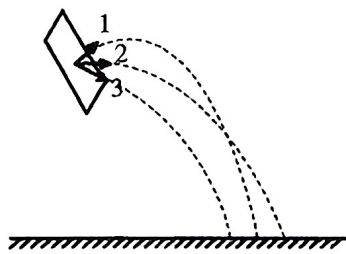
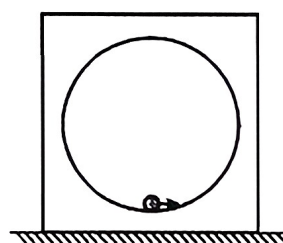


图a



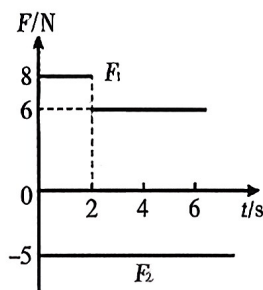
图b

- A. 小铁块 1 和 2 在空中运动时发生了碰撞  
 B. 落地时小铁块 3 的速度最大  
 C. 小铁块 1 在最高点时重力的瞬时功率为零  
 D. 在空中运动的过程,重力对三个小铁块做功的平均功率相等
4. 如图所示,在水平地面上竖直放置一质量为  $6m$  的轨道,外形为正方形,内里是一内壁光滑的圆形轨道。一质量为  $m$  的小球沿内里轨道做圆周运动且刚好能通过轨道最高点,运动过程中轨道始终静止在地面上。已知重力加速度为  $g$ ,则小球经过轨道最低点时,轨道对地面的压力大小为



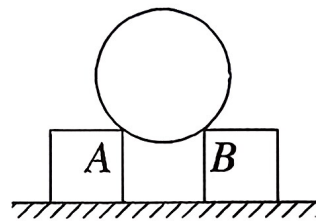
- A.  $6mg$                       B.  $7mg$   
 C.  $10mg$                       D.  $12mg$
5. 随着我国航天事业飞速发展,人们畅想研制一种核聚变能源星际飞行器。从某星球表面发射的星际飞行器在飞行过程中只考虑该星球引力,不考虑星球自转,该星球可视为质量分布均匀的球体,半径为  $R_0$ ,表面重力加速度为  $g_0$ 。质量为  $m$  的飞行器与星球中心距离为  $r$  时,引力势能为  $mg_0 R_0^2 (\frac{1}{R_0} - \frac{1}{r}) (r \geq R_0)$ 。若质量为  $m$  的飞行器自星球表面发射,要使飞行器在距星球表面高度为  $\frac{R_0}{2}$  轨道上做匀速圆周运动,需要对飞行器做功为

- A.  $\frac{1}{3}mg_0R_0$                       B.  $\frac{2}{3}mg_0R_0$                       C.  $mg_0R_0$                       D.  $\frac{4}{3}mg_0R_0$
6. 水平地面上质量为  $1\text{kg}$  的物块受到方向相反的水平拉力  $F_1$ 、 $F_2$  的作用,  $F_1$ 、 $F_2$  随时间的变化如图所示,已知物块在前  $2\text{s}$  内以  $4\text{m/s}$  的速度做匀速直线运动,取  $g=10\text{m/s}^2$ ,则  $0\sim 6\text{s}$  内物块位移的大小为



- A.  $8\text{m}$   
 B.  $10\text{m}$   
 C.  $12\text{m}$   
 D.  $16\text{m}$

7. 小朋友在玩积木时,将两个相同的匀质方形积木放在粗糙的水平地面上。将匀质球形积木放在两方形积木之间,截面图如图所示,接触点分别为A、B。他发现当两方形积木之间的距离大到一定程度时,球形积木放上后两方形积木将发生滑动。已知球形积木的质量为方形积木质量的2倍,它们之间的摩擦忽略不计,球形积木的半径为 $R$ ,两方形积木与地面之间的动摩擦因数均为0.5,设最大静摩擦力等于滑动摩擦力。则球形积木放上后,要使两方形积木不发生滑动,两方形积木之间的最远距离为



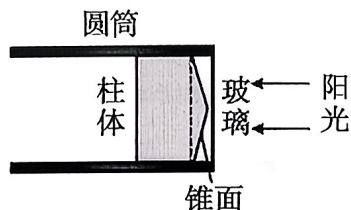
- A.  $1.6R$       B.  $\sqrt{2}R$       C.  $1.2R$       D.  $\sqrt{3}R$
8. 随着低空经济的发展,小型电动飞机将成为人们的通勤选择。如图所示,在平直跑道上,技术人员调整电动飞机动力输出单元,使飞机在恒定水平牵引力作用下由静止开始加速运动。经时间 $t_0$ ,飞机滑行了 $x_0$ 后开始做匀速直线运动。已知飞机的质量为 $m$ ,飞机所受阻力大小 $f = kv$ ,其中 $k$ 为常数,不计飞机轮胎与地面间的滚动摩擦,则飞机所受恒定牵引力的大小为

- A.  $\frac{k^2 x_0}{kt_0 - m}$       B.  $\frac{k^2 x_0}{kt_0 + m}$   
 C.  $\frac{2k^2 x_0}{kt_0 + m}$       D.  $\frac{2k^2 x_0}{kt_0 - m}$



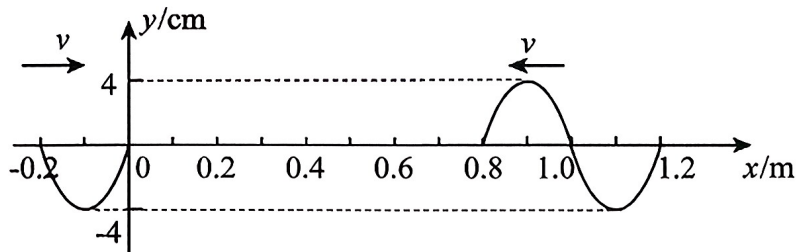
二、多项选择题:本题共4小题,每小题4分,共16分。每小题有多个选项符合题目要求。全部选对得4分,选对但不全的得2分,有选错的得0分。

9. 在很多游乐场都设有“声控万花筒”游戏装置,该装置结构剖面图如图所示,在一个不透明圆筒内置有一个右端面为圆锥面的圆柱体,圆锥面的顶角接近 $180^\circ$ ,锥面反光性能良好,柱体直径略小于圆筒内径,圆筒右端装有平面玻璃,圆锥面与右侧玻璃间有微小间隙。在阳光明媚的天气,当游客对着圆筒左端大声喊叫时,柱体会沿圆筒微微左右振动,此时在玻璃上会看到魔幻般变化的环状彩色条纹。下列说法正确的是

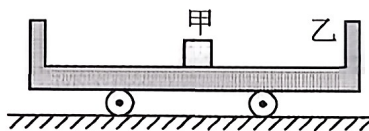


- A. 每个彩色圆环的内缘为红色,外缘为紫色  
 B. 每个彩色圆环的内缘为紫色,外缘为红色  
 C. 柱体向右移动时,玻璃上所有环状条纹会向外扩张  
 D. 柱体向右移动时,玻璃上所有环状条纹会向内收缩

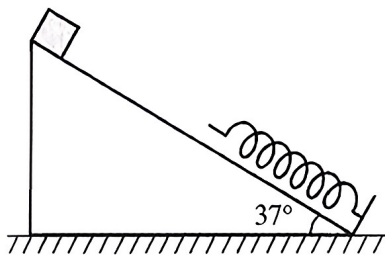
10. 两列简谐横波分别沿  $x$  轴正方向和负方向传播, 两波源分别位于  $x=-0.2\text{m}$  和  $x=1.2\text{m}$  处, 两列波的波速均为  $0.2\text{m/s}$ , 振幅均为  $4\text{cm}$ , 图示为  $t=0$  时刻两列波的图像, 下列说法正确的是



- A. 两列波在  $x = 0.4\text{m}$  第一次相遇      B. 两列波在  $x = 0.5\text{m}$  第一次相遇  
 C.  $x=0.5\text{m}$  处的质点为振动减弱点      D.  $x=0.5\text{m}$  处的质点为振动加强点
11. 如图所示, 两侧带有固定挡板的平板车乙静止在光滑水平地面上, 与平板车质量相同的物块甲(可视为质点)由平板车的某点处以初速度  $v_0$  向右运动, 与两侧挡板多次碰撞后静止在乙上。已知甲、乙之间的动摩擦因数为  $\mu$ , 重力加速度为  $g$ , 忽略甲、乙碰撞过程中的能量损失和碰撞过程所用的时间, 下列说法正确的是



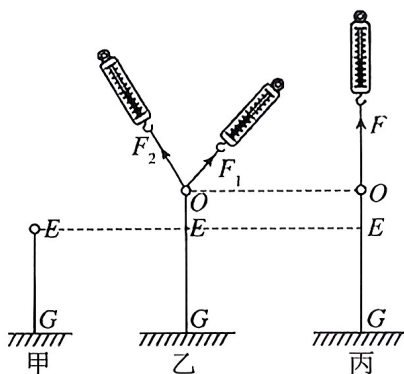
- A. 甲、乙相对滑动的总路程为  $\frac{v_0^2}{2\mu g}$   
 B. 甲、乙相对滑动的总路程为  $\frac{v_0^2}{4\mu g}$   
 C. 甲、乙达到共同速度所需的时间为  $\frac{v_0}{2\mu g}$   
 D. 甲、乙达到共同速度所需的时间为  $\frac{2v_0}{\mu g}$
12. 如图, 一光滑斜面固定在水平地面上, 斜面倾角为  $37^\circ$ , 其底端固定一轻质弹簧, 弹簧轴线与斜面平行, 弹簧的劲度系数为  $k$ , 将质量为  $m$  的物块从斜面顶端由静止释放, 弹簧的最大压缩量为  $\frac{9mg}{5k}$ 。已知弹簧弹性势能公式为  $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ , 其中  $x$  是形变量, 此弹簧振子简谐运动的周期  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ , 重力加速度为  $g$ , 下列说法正确的是



- A. 物块释放点到弹簧顶端的距离为  $\frac{9mg}{10k}$   
 B. 物块释放点到弹簧顶端的距离为  $\frac{3mg}{5k}$   
 C. 物块从与弹簧接触到速度第一次为零所用时间为  $\frac{2\pi}{3}\sqrt{\frac{m}{k}}$   
 D. 物块从与弹簧接触到速度第一次为零所用时间为  $\frac{5\pi}{6}\sqrt{\frac{m}{k}}$

三、非选择题：本小题共6小题，共60分。

13. (6分)某实验小组为了探究两个互成角度的力的合成规律,设计了如下实验,具体操作步骤如下:如图甲,橡皮条的一端固定,另一端连接一轻质小圆环,橡皮条的长度为 $GE$ 。在图乙中,用手通过两个弹簧测力计共同拉动小圆环。小圆环受到拉力 $F_1$ 、 $F_2$ 的共同作用,处于 $O$ 点,橡皮条伸长的长度为 $EO$ ,记录拉力 $F_1$ 、 $F_2$ 的大小和方向。撤去 $F_1$ 、 $F_2$ ,改用一个力 $F$ 单独拉住小圆环,仍使它处于 $O$ 点(如图丙),记录拉力 $F$ 的大小和方向。

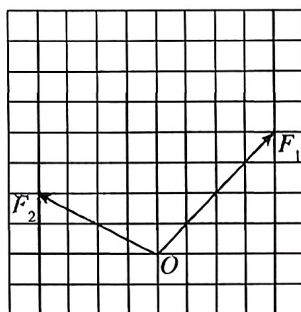


(1)(多选)关于本实验,下列说法正确的有

- A. 不需要记录甲图中 $E$ 点的位置
- B. 乙图中,实验时两细绳必须垂直
- C. 乙图和丙图中小圆环都静止于 $O$ 点主要是为了保证两次的作用效果相同
- D. 应在细绳上用笔尖记录间距较近的两点来确定细绳的方向

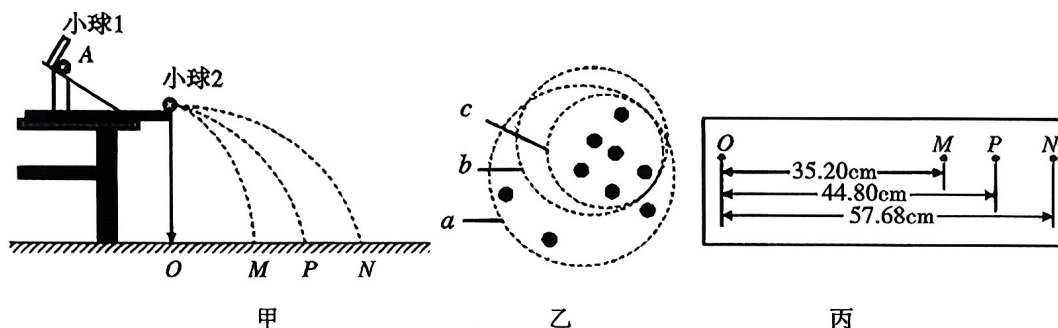
(2)若用两个弹簧测力计共同拉动小圆环,已将结点拉到 $O$ 点,读数时发现右边测力计指针刚好超过量程,观察发现两测力计夹角大于 $90^\circ$ ,此时可以将右边测力计拉着绳子绕 $O$ 点\_\_\_\_\_ (填“顺时针转动”或“逆时针转动”)直到测力计指针回到测量范围内。

(3)该学习小组记录了用两只弹簧测力计拉动小圆环时拉力 $F_1$ 、 $F_2$ 的大小及方向,并将它们的图示画在如图丁所示的方格纸中,已知方格纸上每个正方形小格的边长代表 $1\text{N}$ 。根据图像可知,拉力 $F_1$ 、 $F_2$ 的合力大小为\_\_\_\_\_  $\text{N}$ 。(结果保留两位有效数字)



丁

14. (8分)利用图甲所示的仪器研究动量守恒定律,即研究两个小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系。主要步骤为:



- ①将斜槽固定在水平桌面上,使槽的末端切线水平;
- ②让质量为  $m_1$  的入射小球1多次从斜槽上A位置由静止释放,记录其平均落地点位置P;
- ③把质量为  $m_2$  的被碰小球2静置于槽的末端,再将入射球从斜槽上A位置由静止释放,与被碰球相碰,并多次重复,记录两小球的平均落地点位置M和N;
- ④记录斜槽末端在地面上的垂直投影点O,测出碰撞前后两小球的平均落地点的位置M、P、N与O的距离分别为  $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ 。

(1)(单选)在本实验中,实验室只提供了A、B、C三个小球,则入射小球应该选取\_\_\_\_\_进行实验(填字母代号);

- A. 直径  $d=2\text{cm}$ ,质量  $m=8\text{g}$
- B. 直径  $d=2\text{cm}$ ,质量  $m=24\text{g}$
- C. 直径  $d=3\text{cm}$ ,质量  $m=24\text{g}$

(2)步骤②④用画圆法确定小球落地点,图乙中画出的三个圆中最合理的是\_\_\_\_\_ (选填“a”、“b”或“c”)

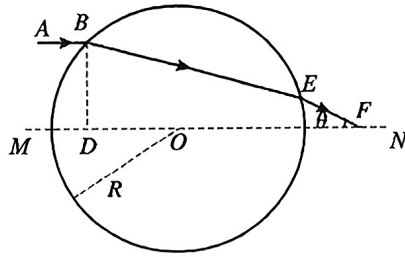
(3)碰撞的恢复系数的定义为  $e = \frac{v_2' - v_1'}{v_1 - v_2}$ ,其中  $v_1$  和  $v_2$  分别是  $m_1$ 、 $m_2$  碰撞前的速度,  $v_1'$ 、 $v_2'$  分别是  $m_1$ 、 $m_2$  碰撞后的速度。经测定,小球落地点的平均位置到O点的距离如图丙所示。利用相关数据可以计算出,本次碰撞的恢复系数  $e =$ \_\_\_\_ (结果保留两位有效数字)。

(4)(单选)若碰撞过程中,两小球组成的系统动量和机械能均守恒,不计空气阻力,则下列表达式中一定正确的是

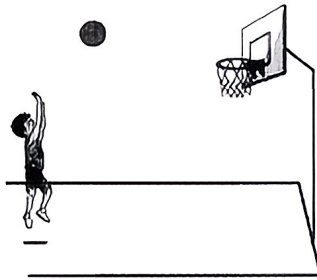
- A.  $x_2^2 + x_1^2 = x_3^2$
- B.  $x_2^2 = x_1^2 + x_3^2$
- C.  $x_3 - x_1 = x_2$
- D.  $x_3 + x_1 = 2x_2$

15. (8分)空间站工作人员在空间站中制作了一个晶莹剔透半径为 $R$ 的液体球,如图所示, $MN$ 是通过球心 $O$ 的一条直线,一单色细光束 $AB$ 平行于 $MN$ 从 $B$ 点射入球体, $AB$ 与 $MN$ 的距离为 $BD = \frac{\sqrt{2}}{2}R$ 。出射光线 $EF$ 与 $MN$ 的交点为 $F$ , $EF$ 与 $MN$ 所成的夹角 $\theta = 30^\circ$ 。已知真空中的光速为 $c$ , $\sin 15^\circ = \frac{\sqrt{6} - \sqrt{2}}{4}$ 。求:

- (1)该液体对此单色光的折射率;  
 (2)该单色光从 $B$ 点传播到 $F$ 点经过的时间。



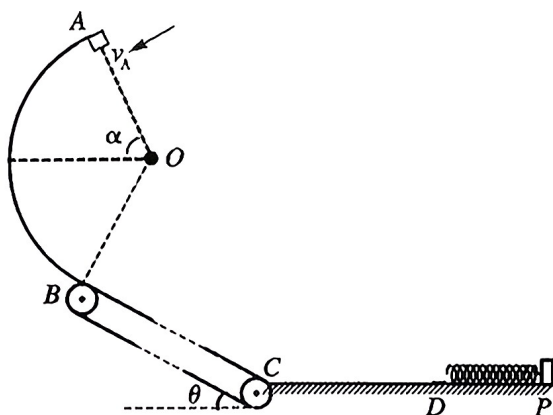
16. (8分)在某次篮球比赛中,罚球队员站在罚球线处,双手将篮球举过头顶后向斜上方抛出,篮球轨迹所在竖直面与篮板垂直,经 $t = 0.7\text{s}$ 击中篮板竖直中分线反弹进入球篮得分。已知罚球线与篮板的水平距离为 $x = 4.2\text{m}$ ,球篮离地高度为 $h_1 = 3.05\text{m}$ ,击中篮板的位置与球篮的竖直距离为 $\Delta h = 20\text{cm}$ ,篮球出手时恰好位于罚球线正上方 $h_2 = 2.20\text{m}$ ,忽略空气阻力, $g$ 取 $10\text{m/s}^2$ 。求
- (1)篮球出手时的速度;  
 (2)篮球击中篮板时篮球速度方向(用与篮板夹角 $\theta$ 的正切值表示)。



17. (14分)如图所示,在竖直平面内固定一半径为 $R = \frac{\sqrt{3}}{4}\text{m}$ 的光滑圆弧轨道,其上端 $A$ 点和圆心 $O$ 的连线与水平方向的夹角 $\alpha = 60^\circ$ ,其下端与一传送带的上端相切于 $B$ 点。传送带下端点 $C$ 与水平面 $CDP$ 平滑连接,其与水平方向的的夹角为 $\theta = 30^\circ$ , $B$ 、 $C$ 间距 $L = 13.5\text{m}$ 。一轻质弹簧的右端固定在水面 $P$ 处,左端位于 $D$ 点处,此时弹簧处于原长, $C$ 、 $D$ 间距 $x = 5.55\text{m}$ , $CD$ 段粗糙、 $PD$ 段光滑。传送带以 $v = 9\text{m/s}$ 的速度顺时针匀速运动。现将质量 $m = 2\text{kg}$ 可看成质点的物块从 $A$ 点以速度 $v_A$ 切入光滑圆弧轨道,此时

对轨道的压力大小为  $F_M = \frac{50\sqrt{3}}{3} \text{N}$ , 随后经  $B$  点滑上传送带, 经  $C$  点进入水平面  $CDP$ , 到达  $D$  点后与弹簧接触并压缩弹簧, 当弹簧的压缩量为  $\Delta x = 50 \text{cm}$  时, 弹簧的压缩量最大, 弹簧一直处于弹性限度内。已知物块与传送带间的动摩擦因数为  $\mu_1 = \frac{\sqrt{3}}{5}$ 、与  $CD$  段间的动摩擦因数为  $\mu_2 = 0.5$ , 重力加速度大小  $g = 10 \text{m/s}^2$ , 弹簧弹性势能公式为  $E_p = \frac{1}{2} kx^2$ 。求:

- (1) 物块到达圆弧轨道  $B$  点时的速度大小  $v_B$ ;
- (2) 物块第一次到  $C$  点的运动过程中, 物块与传送带间因摩擦产生的热量  $Q$ ;
- (3) 弹簧的劲度系数  $k$ 。



18. (16分) 如图所示, 物块  $A$  用轻绳悬挂于  $P$  点, 木块  $B$  放置在木板  $C$  的左端, 木板  $C$  静止于光滑水平地面上且其左端恰好位于  $P$  点正下方, 地面上距离木板  $C$  右端  $d = \frac{1}{9} \text{m}$  处有一竖直固定挡板。初始时轻绳伸直与竖直方向的夹角为  $\theta$ , 现由静止释放物块  $A$ , 当其运动至  $P$  点正下方时, 轻绳恰好断裂, 轻绳所能承受的最大拉力  $F_m = 40 \text{N}$ 。物块  $A$  与  $B$  发生对心碰撞, 碰撞后粘一起在足够长的木板  $C$  上滑动。已知物块  $A$ 、 $B$  的质量分别为  $m_1 = 2 \text{kg}$ 、 $m_2 = 1 \text{kg}$ , 木板  $C$  的质量为  $m_3 = 12 \text{kg}$ , 轻绳的长度  $L = 3.6 \text{m}$ , 物块  $A$ 、 $B$  均可视为质点, 物块  $A$ 、 $B$  与木板  $C$  上表面的动摩擦因均为  $\mu = 0.2$ , 重力加速度  $g = 10 \text{m/s}^2$ , 木板  $C$  与挡板的碰撞为弹性碰撞且碰撞时间忽略不计。求:

- (1) 释放物块  $A$  时轻绳与竖直方向的夹角  $\theta$ ;
- (2) 自物块  $A$  与  $B$  碰撞粘在一起, 到物块  $A$ 、 $B$  与木板  $C$  都达到平衡状态所经历的时间。

