

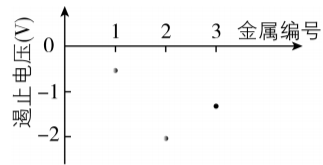


物理

本试卷满分 100 分,考试时间 90 分钟。

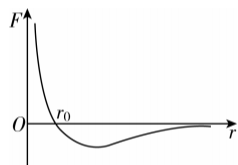
一、单项选择题:本题共 8 小题,每小题 3 分,共 24 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 在光电效应实验中,用频率和强度都相同的单色光分别照射编号为 1、2、3 的金属,所得遏止电压如图所示,关于光电子最大初动能 E_k 的大小关系正确的是 ()



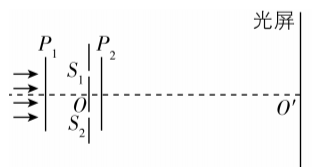
- A. $E_{k1} > E_{k2} > E_{k3}$ B. $E_{k2} > E_{k3} > E_{k1}$
C. $E_{k3} > E_{k2} > E_{k1}$ D. $E_{k3} > E_{k1} > E_{k2}$

2. 分子间作用力 F 与分子间距离 r 的关系如图所示,若规定两个分子间距离 r 等于 r_0 时分子势能 E_p 为零,则 ()



- A. 只有 r 大于 r_0 时, E_p 为正
B. 只有 r 小于 r_0 时, E_p 为正
C. 当 r 不等于 r_0 时, E_p 为正
D. 当 r 不等于 r_0 时, E_p 为负

3. 用如图所示的装置观察光的干涉和偏振现象。狭缝 S_1 、 S_2 关于 OO' 轴对称,光屏垂直于 OO' 轴放置。将偏振片 P_1 垂直于 OO' 轴置于双缝左侧,单色平行光沿 OO' 轴方向入射,在屏上观察到干涉条纹,再将偏振片 P_2 置于双缝右侧, P_1 、 P_2 透振方向平行。保持 P_1 不动,将 P_2 绕 OO' 轴转动 90° 的过程中,关于光屏上的干涉条纹,下列说法正确的是 ()



- A. 条纹间距不变,亮度减小
B. 条纹间距增大,亮度不变
C. 条纹间距减小,亮度减小
D. 条纹间距不变,亮度增大

4. 某同学用不可伸长的细线系一个质量为 0.1 kg 的发光小球,让小球在竖直面内绕一固定点做半径为 0.6 m 的圆周运动。在小球经过最低点附近时拍摄了一张照片,曝光时间为 $\frac{1}{50} \text{ s}$ 。由于小球运动,在照片

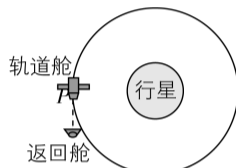
上留下了一条长度约为半径 $\frac{1}{5}$ 的圆弧形径迹。根据以上数据估算小球在最低点时细线的拉力大小为 ()

- A. 11 N B. 9 N C. 7 N D. 5 N

5. 一辆电动小车上的光伏电池,将太阳能转换成的电能全部给电动机供电,刚好维持小车以速度 v 匀速运动,此时电动机的效率为 50% 。已知小车的质量为 m ,运动过程中受到的阻力 $f = kv$ (k 为常量),该光伏电池的光电转换效率为 η ,则光伏电池单位时间内获得的太阳能 ()

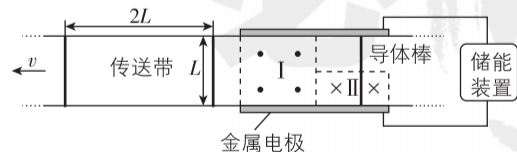
- A. $\frac{2kv^2}{\eta}$ B. $\frac{kv^2}{2\eta}$ C. $\frac{kv^2 + mv^2}{2\eta}$ D. $\frac{2kv^2 + mv^2}{\eta}$

6. 轨道舱与返回舱的组合物,绕质量为 M 的行星做半径为 r 的圆周运动,轨道舱与返回舱的质量比为 $5:1$ 。如图所示,轨道舱在 P 点沿运动方向向前弹射返回舱,分开瞬间返回舱相对行星的速度大小为 $2\sqrt{\frac{GM}{r}}$, G 为引力常量,此时轨道舱相对行星的速度大小为 ()



- A. $\frac{2}{5}\sqrt{\frac{GM}{r}}$ B. $\frac{3}{5}\sqrt{\frac{GM}{r}}$ C. $\frac{4}{5}\sqrt{\frac{GM}{r}}$ D. $\sqrt{\frac{GM}{r}}$

7. 如图为一种交流发电装置的示意图,长度为 $2L$ 、间距为 L 的两平行金属电极固定在同一水平面内,两电极之间的区域 I 和区域 II 有竖直方向的磁场,磁感应强度大小均为 B 、方向相反,区域 I 边界是边长为 L 的正方形,区域 II 边界是长为 L 、宽为 $0.5L$ 的矩形。传送带从两电极之间以速度 v 匀速通过,传送带上每隔 $2L$ 固定一根垂直运动方向、长度为 L 的导体棒,导体棒通过磁场区域过程中与电极接触良好。该装置产生电动势的有效值为 ()

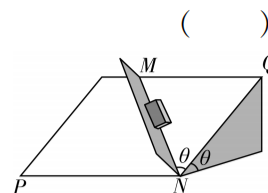


- A. BLv B. $\frac{\sqrt{2}BLv}{2}$ C. $\frac{3BLv}{2}$ D. $\frac{\sqrt{10}BLv}{4}$

8. 工人在河堤的硬质坡面上固定一垂直坡面的挡板,向坡底运送长方体建筑材料。如图所示,坡面与水平面夹角为 θ ,交线为 PN ,坡面内 QN 与 PN 垂直,挡板平面与坡面的交线为 MN , $\angle MNQ = \theta$ 。若建筑材料与坡面、挡板间的动摩擦因数均为 μ ,重力加速度大小为 g ,则建筑材料沿 MN 向下匀加速滑行的加速度大

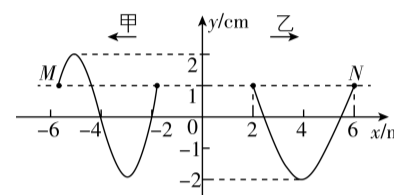
小为 ()

- A. $g\sin^2\theta - \mu g\cos\theta - \mu g\sin\theta\cos\theta$
B. $g\sin\theta\cos\theta - \mu g\cos\theta - \mu g\sin^2\theta$
C. $g\sin\theta\cos\theta - \mu g\cos\theta - \mu g\sin\theta\cos\theta$
D. $g\cos^2\theta - \mu g\cos\theta - \mu g\sin^2\theta$



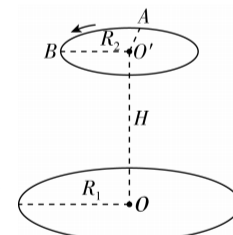
二、多项选择题:本题共 4 小题,每小题 4 分,共 16 分。每小题有多个选项符合题目要求,全部选对得 4 分,选对但不全的得 2 分,有选错的得 0 分。

9. 均匀介质中分别沿 x 轴负向和正向传播的甲、乙两列简谐横波,振幅均为 2 cm ,波速均为 1 m/s , M 、 N 为介质中的质点。 $t = 0$ 时刻的波形图如图所示, M 、 N 的位移均为 1 cm 。下列说法正确的是 ()



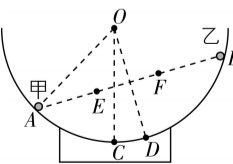
- A. 甲波的周期为 6 s
B. 乙波的波长为 6 m
C. $t = 6 \text{ s}$ 时, M 向 y 轴正方向运动
D. $t = 6 \text{ s}$ 时, N 向 y 轴负方向运动

10. 如图所示,在无人机的某次定点投放性能测试中,目标区域是水平地面上以 O 点为圆心、半径 $R_1 = 5 \text{ m}$ 的圆形区域, OO' 垂直地面,无人机在离地面高度 $H = 20 \text{ m}$ 的空中绕 O' 点、平行地面做半径 $R_2 = 3 \text{ m}$ 的匀速圆周运动, A 、 B 为圆周上的两点, $\angle AO'B = 90^\circ$ 。若物品相对无人机无初速度地释放,为保证落点在目标区域内,无人机做圆周运动的最大角速度应为 ω_{\max} 。当无人机以 ω_{\max} 沿圆周运动经过 A 点时,相对无人机无初速度地释放物品。不计空气对物品运动的影响,物品可视为质点且落地后即静止,重力加速度大小 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。下列说法正确的是 ()



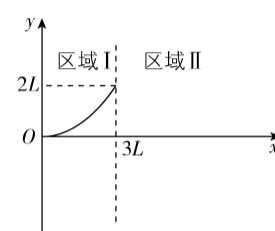
- A. $\omega_{\max} = \frac{\pi}{3} \text{ rad/s}$
B. $\omega_{\max} = \frac{2}{3} \text{ rad/s}$
C. 无人机运动到 B 点时,在 A 点释放的物品已经落地
D. 无人机运动到 B 点时,在 A 点释放的物品尚未落地

11. 球心为 O 、半径为 R 的半球形光滑绝缘碗固定于水平地面上,带电量分别为 $+2q$ 和 $+q$ 的小球甲、乙刚好静止于碗内壁 A 、 B 两点,过 O 、 A 、 B 的截面如图所示, C 、 D 均为圆弧上的点, OC 沿竖直方向, $\angle AOC = 45^\circ$, $OD \perp AB$, A 、 B 两点间距离为 $\sqrt{3}R$, E 、 F 为 AB 连线的三等分点。下列说法正确的是 ()

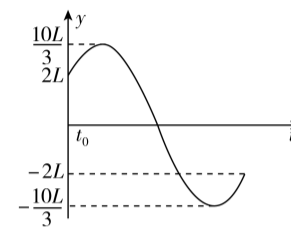


- A. 甲的质量小于乙的质量
B. C 点电势高于 D 点电势
C. E 、 F 两点电场强度大小相等,方向相同
D. 沿直线从 O 点到 D 点,电势先升高后降低

12. 如图甲所示的 Oxy 平面内, y 轴右侧被直线 $x = 3L$ 分为两个相邻的区域 I、II。区域 I 内充满匀强电场,区域 II 内充满垂直 Oxy 平面的匀强磁场,电场和磁场的大小、方向均未知。 $t = 0$ 时刻,质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的粒子从 O 点沿 x 轴正向出发,在 Oxy 平面内运动,在区域 I 中的运动轨迹是以 y 轴为对称轴的抛物线的一部分,如图甲所示。 t_0 时刻粒子第一次到达两区域分界面,在区域 II 中运动的 $y-t$ 图像为正弦曲线的一部分,如图乙所示。不计粒子重力。下列说法正确的是 ()



图甲

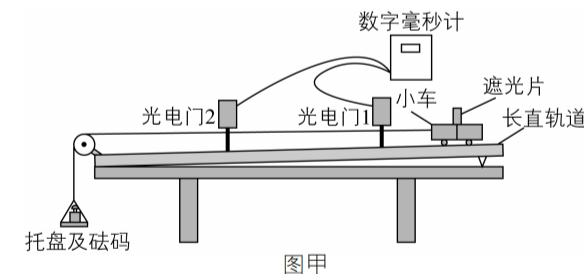


图乙

- A. 区域 I 内电场强度大小 $E = \frac{4mL}{qt_0^2}$, 方向沿 y 轴正方向
B. 粒子在区域 II 内圆周运动的半径 $R = \frac{20L}{3}$
C. 区域 II 内磁感应强度大小 $B = \frac{3m}{5qt_0}$, 方向垂直 Oxy 平面向外
D. 粒子在区域 II 内圆周运动的圆心坐标 $(\frac{17L}{3}, 0)$

三、非选择题:本题共 6 小题,共 60 分。

13. (6 分) 某小组采用如图甲所示的装置验证牛顿第二定律,部分实验步骤如下:

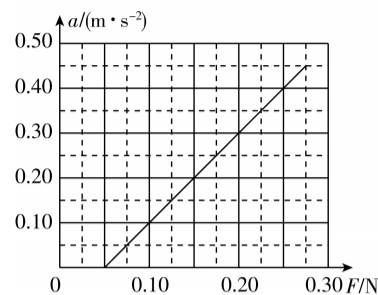


图甲

(1) 将两光电门安装在长直轨道上,选择宽度为 d 的遮光片固定在小车上,调整轨道倾角,用跨过定滑轮的细线将小车与托盘及砝码相连。选用 $d = \underline{\hspace{1cm}} \text{ cm}$ (填“ 5.00 ”或“ 1.00 ”)的遮光片,可以较准确地测量遮光片运动到光电门时小车的瞬时速度。

(2) 将小车自轨道右端由静止释放,从数字毫秒计分别读取遮光片经过光电门 1、光电门 2 时的速度 $v_1 = 0.40 \text{ m/s}$ 、 $v_2 = 0.81 \text{ m/s}$,以及从遮光片开始遮住光电门 1 到开始遮住光电门 2 的时间 $t = 1.00 \text{ s}$,计算小车的加速度 $a = \underline{\hspace{1cm}} \text{ m/s}^2$ (结果保留 2 位有效数字)。

(3)将托盘及砝码的重力视为小车受到的合力 F ,改变砝码质量,重复上述步骤,根据数据拟合出 $a-F$ 图像,如图乙所示。若要得到一条过原点的直线,实验中应_____ (填“增大”或“减小”)轨道的倾角。

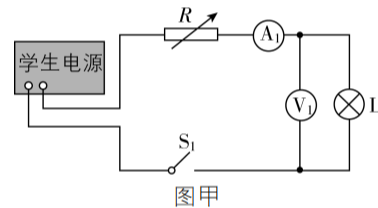


图乙

(4)图乙中直线斜率的单位为_____ (填“kg”或“kg⁻¹”)。

14. (8分)某实验小组为探究远距离高压输电的节能优点,设计了如下实验。所用实验器材为:

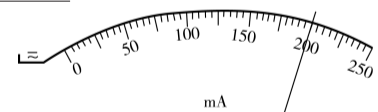
学生电源;
可调变压器 T_1 、 T_2 ;
电阻箱 R ;
灯泡 L (额定电压为 6 V);
交流电流表 A_1 、 A_2 、 A_3 ,交流电压表 V_1 、 V_2 ,开关 S_1 、 S_2 ,导线若干。



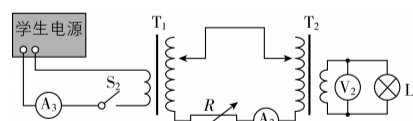
图甲

部分实验步骤如下:

(1)模拟低压输电。按图甲连接电路,选择学生电源交流挡,使输出电压为 12 V,闭合 S_1 ,调节电阻箱阻值,使 V_1 示数为 6.00 V,此时 A_1 (量程为 250 mA) 示数如图乙所示,为_____ mA,学生电源的输出功率为_____ W。



图乙



图丙

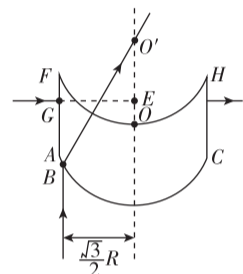
(2)模拟高压输电。保持学生电源输出电压和电阻箱阻值不变,按图丙连接电路后闭合 S_2 。调节 T_1 、 T_2 ,使 V_2 示数为 6.00 V,此时 A_2 示数为 20 mA,则低压输电时电阻箱消耗的功率为高压输电时的_____倍。

(3) A_3 示数为 125 mA,高压输电时学生电源的输出功率比低压输电时减少了_____ W。

15. (8分)由透明介质制作的光学功能器件截面如图所示,器件下表面圆弧以 O 点为圆心,上表面圆弧以 O' 点为圆心,两圆弧的半径及 O 、 O' 两点间距离均为 R ,点 A 、 B 、 C 在下表面圆弧上。左界面 AF 和右界面 CH 与 OO' 平行,到 OO' 的距离均为 $\frac{9}{10}R$ 。

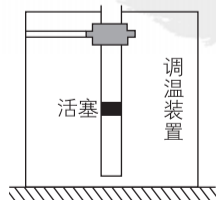
(1) B 点与 OO' 的距离为 $\frac{\sqrt{3}}{2}R$,单色光线从 B 点平行于 OO' 射入介质,射出后恰好经过 O' 点,求介质对该单色光的折射率 n ;

(2)若该单色光线从 G 点沿 GE 方向垂直 AF 射入介质,并垂直 CH 射出,出射点在 GE 的延长线上, E 点在 OO' 上, O' 、 E 两点间的距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2}R$,空气中的光速为 c ,求该光在介质中的传播时间 t 。



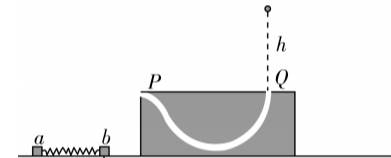
16. (8分)如图所示,上端开口,下端封闭的足够长玻璃管竖直固定于调温装置内。玻璃管导热性能良好,管内横截面积为 S ,用轻质活塞封闭一定质量的理想气体。大气压强为 p_0 ,活塞与玻璃管之间的滑动摩擦力大小恒为 $f_0 = \frac{1}{21}p_0S$,等于最大静摩擦力。用调温装置对封闭气体缓慢加热, $T_1 = 330$ K 时,气柱高度为 h_1 ,活塞开始缓慢上升;继续缓慢加热至 $T_2 = 440$ K 时停止加热,活塞不再上升;再缓慢降低气体温度,活塞位置保持不变,直到降温至 $T_3 = 400$ K 时,活塞才开始缓慢下降;温度缓慢降至 $T_4 = 330$ K 时,保持温度不变,活塞不再下降。求:

(1) $T_2 = 440$ K 时,气柱高度 h_2 ;
(2)从 T_1 状态到 T_4 状态的过程中,封闭气体吸收的净热量 Q (扣除放热后净吸收的热量)。



17. (14分)如图所示,内有弯曲光滑轨道的方形物体置于光滑水平面上, P 、 Q 分别为轨道的两个端点且位于同一高度, P 处轨道的切线沿水平方向, Q 处轨道的切线沿竖直方向。小物块 a 、 b 用轻弹簧连接置于光滑水平面上, b 被锁定。一质量 $m = \frac{1}{2}$ kg 的小球自 Q 点正上方 $h = 2$ m 处自由下落,无能量损失地滑入轨道,并从 P 点水平抛出,恰好击中 a ,与 a 粘在一起且不弹起。当弹簧拉力达到 $F = 15$ N 时, b 解除锁定开始运动。已知 a 的质量 $m_a = 1$ kg, b 的质量 $m_b = \frac{3}{4}$ kg,方形物体的质量 $M = \frac{9}{2}$ kg,重力加速度大小 $g = 10$ m/s²,弹簧的劲度系数 $k = 50$ N/m,整个过程弹簧均在弹性限度内,弹性势能表达式 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ (x 为弹簧的形变量),所有过程不计空气阻力。求:

(1)小球到达 P 点时,小球及方形物体相对于地面的速度大小 v_1 、 v_2 ;
(2)弹簧弹性势能最大时, b 的速度大小 v_b 及弹性势能的最大值 E_{pm} 。



18. (16分)如图所示,平行轨道的间距为 L ,轨道平面与水平面夹角为 α ,二者的交线与轨道垂直,以轨道上 O 点为坐标原点,沿轨道向下为 x 轴正方向建立坐标系。轨道之间存在区域 I、II,区域 I ($-2L \leq x < -L$) 内充满磁感应强度大小为 B 、方向竖直向上的匀强磁场;区域 II ($x \geq 0$) 内充满方向垂直轨道平面向上的磁场,磁感应强度大小 $B_1 = k_1t + k_2x$, k_1 和 k_2 均为大于零的常量,该磁场可视为由随时间 t 均匀增加的匀强磁场和随 x 轴坐标均匀增加的磁场叠加而成。将质量为 m 、边长为 L 、电阻为 R 的匀质正方形闭合金属框 $epqf$ 放置在轨道上, pq 边与轨道垂直,由静止释放。已知轨道绝缘、光滑、足够长且不可移动,磁场上、下边界均与 x 轴垂直,整个过程中金属框不发生形变,重力加速度大小为 g ,不计自感。

(1)若金属框从开始进入到完全离开区域 I 的过程中匀速运动,求金属框匀速运动的速率 v 和释放时 pq 边与区域 I 上边界的距离 s ;
(2)金属框沿轨道下滑,当 ef 边刚进入区域 II 时开始计时 ($t = 0$),此时金属框的速率为 v_0 ,若 $k_1 = \frac{mgR \sin \alpha}{k_2 L^4}$,求从开始计时到金属框达到平衡状态的过程中, ef 边移动的距离 d 。

