



物理试题

本试卷共 100 分,考试时间 90 分钟。

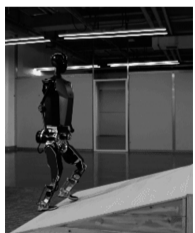
一、单项选择题:本题共 8 小题,每小题 3 分,共 24 分。

每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 2024 年是中国航天大年,神舟十八号、嫦娥六号等已陆续飞天,部分航天器装载了具有抗干扰性强的核电池。已知 $^{90}_{38}\text{Sr}$ 衰变为 $^{90}_{39}\text{Y}$ 的半衰期约为 29 年; $^{238}_{94}\text{Pu}$ 衰变为 $^{234}_{92}\text{U}$ 的半衰期约为 87 年。现用相同数目的 $^{90}_{38}\text{Sr}$ 和 $^{238}_{94}\text{Pu}$ 各做一块核电池,下列说法正确的是 ()

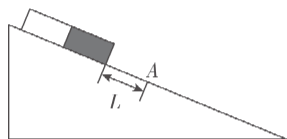
- A. $^{90}_{38}\text{Sr}$ 衰变为 $^{90}_{39}\text{Y}$ 时产生 α 粒子
- B. $^{238}_{94}\text{Pu}$ 衰变为 $^{234}_{92}\text{U}$ 时产生 β 粒子
- C. 50 年后,剩余的 $^{90}_{38}\text{Sr}$ 数目大于 $^{238}_{94}\text{Pu}$ 的数目
- D. 87 年后,剩余的 $^{90}_{38}\text{Sr}$ 数目小于 $^{238}_{94}\text{Pu}$ 的数目

2. 如图所示,国产人形机器人“天工”能平稳通过斜坡。若它可以在倾角不大于 30° 的斜坡上稳定地站立和行走,且最大静摩擦力等于滑动摩擦力,则它的脚和斜面间的动摩擦因数不能小于 ()



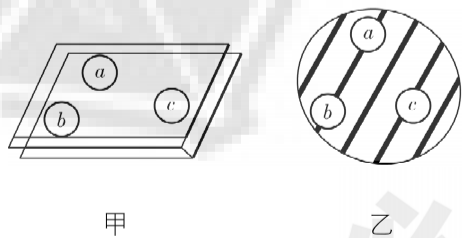
- A. $\frac{1}{2}$
- B. $\frac{\sqrt{3}}{3}$
- C. $\frac{\sqrt{2}}{2}$
- D. $\frac{\sqrt{3}}{2}$

3. 如图所示,固定的光滑斜面上有一木板,其下端与斜面上 A 点距离为 L 。木板由静止释放,若木板长度为 L ,通过 A 点的时间间隔为 Δt_1 ;若木板长度为 $2L$,通过 A 点的时间间隔为 Δt_2 。 $\Delta t_2 : \Delta t_1$ 为 ()



- A. $(\sqrt{3}-1) : (\sqrt{2}-1)$
- B. $(\sqrt{3}-\sqrt{2}) : (\sqrt{2}-1)$
- C. $(\sqrt{3}+1) : (\sqrt{2}+1)$
- D. $(\sqrt{3}+\sqrt{2}) : (\sqrt{2}+1)$

4. 检测球形滚珠直径是否合格的装置如图甲所示,将标准滚珠 a 与待测滚珠 b 、 c 放置在两块平板玻璃之间,用单色平行光垂直照射平板玻璃,形成如图乙所示的干涉条纹,若待测滚珠与标准滚珠的直径相等为合格,下列说法正确的是 ()

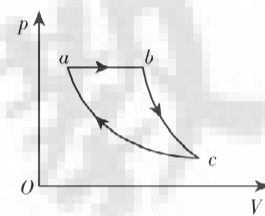


- A. 滚珠 b 、 c 均合格
- B. 滚珠 b 、 c 均不合格
- C. 滚珠 b 合格,滚珠 c 不合格
- D. 滚珠 b 不合格,滚珠 c 合格

5. “鹊桥二号”中继星环绕月球运行,其 24 小时椭圆轨道的半长轴为 a 。已知地球同步卫星的轨道半径为 r ,则月球与地球质量之比可表示为 ()

- A. $\sqrt{\frac{r^3}{a^3}}$
- B. $\sqrt{\frac{a^3}{r^3}}$
- C. $\frac{r^3}{a^3}$
- D. $\frac{a^3}{r^3}$

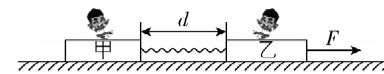
6. 一定质量理想气体经历如图所示的循环过程, $a \rightarrow b$ 过程是等压过程, $b \rightarrow c$ 过程中气体与外界无热量交换, $c \rightarrow a$ 过程是等温过程。下列说法正确的是 ()



- A. $a \rightarrow b$ 过程,气体从外界吸收的热量全部用于对外做功
- B. $b \rightarrow c$ 过程,气体对外做功,内能增加
- C. $a \rightarrow b \rightarrow c$ 过程,气体从外界吸收的热量全部用于对外做功
- D. $a \rightarrow b$ 过程,气体从外界吸收的热量等于 $c \rightarrow a$ 过程放出的热量

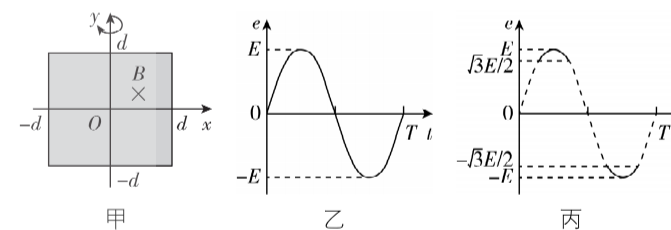
7. 如图所示,质量均为 m 的甲、乙两同学,分别坐在水平放置的轻木板上,木板通过一根原长为 l 的轻质弹性绳连接,连接点等高且间距为 d ($d < l$)。两木板与地面间动摩擦因数均为 μ ,弹性绳劲度系数为 k ,被拉伸时弹性势能 $E = \frac{1}{2}kx^2$ (x 为绳的伸长量)。现用水平力 F 缓慢拉动乙所坐木板,直至甲所坐木板刚要离开原

位置,此过程中两人与所坐木板保持相对静止, k 保持不变,最大静摩擦力等于滑动摩擦力,重力加速度大小为 g ,则 F 所做的功等于 ()



- A. $\frac{(\mu mg)^2}{2k} + \mu mg(l-d)$
- B. $\frac{3(\mu mg)^2}{2k} + \mu mg(l-d)$
- C. $\frac{3(\mu mg)^2}{2k} + 2\mu mg(l-d)$
- D. $\frac{(\mu mg)^2}{2k} + 2\mu mg(l-d)$

8. 如图甲所示,在 $-d \leq x \leq d$, $-d \leq y \leq d$ 的区域中存在垂直 Oxy 平面向里、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场(用阴影表示磁场的区域),边长为 $2d$ 的正方形线圈与磁场边界重合。线圈以 y 轴为转轴匀速转动时,线圈中产生的交变电动势如图乙所示。若仅磁场的区域发生了变化,线圈中产生的电动势变为图丙所示实线部分,则变化后磁场的区域可能为 ()

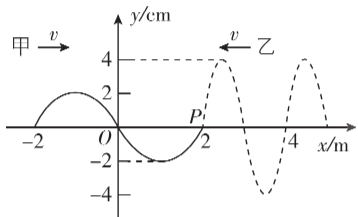


- A.
- B.
- C.
- D.

二、多项选择题:本题共 4 小题,每小题 4 分,共 16 分。

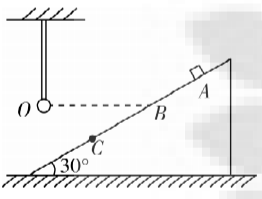
每小题有多个选项符合题目要求,全部选对得 4 分,选对但不全的得 2 分,有选错的得 0 分。

9. 甲、乙两列简谐横波在同一均匀介质中沿 x 轴相向传播,波速均为 2 m/s 。 $t=0$ 时刻二者在 $x=2\text{ m}$ 处相遇,波形图如图所示。关于平衡位置在 $x=2\text{ m}$ 处的质点 P ,下列说法正确的是 ()



- A. $t=0.5\text{ s}$ 时, P 偏离平衡位置的位移为 0
- B. $t=0.5\text{ s}$ 时, P 偏离平衡位置的位移为 -2 cm
- C. $t=1.0\text{ s}$ 时, P 向 y 轴正方向运动
- D. $t=1.0\text{ s}$ 时, P 向 y 轴负方向运动

10. 如图所示,带电荷量为 $+q$ 的小球被绝缘棒固定在 O 点,右侧有固定在水平面上、倾角为 30° 的光滑绝缘斜面。质量为 m 、带电荷量为 $+q$ 的小滑块从斜面上 A 点由静止释放,滑到与小球等高的 B 点时加速度为零,滑到 C 点时速度为零。已知 AC 间的距离为 S ,重力加速度大小为 g ,静电力常量为 k ,下列说法正确的是 ()

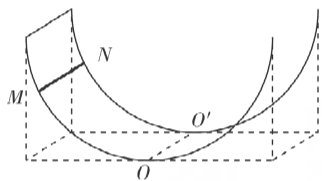


- A. OB 的距离 $l = \sqrt{\frac{\sqrt{3}kq^2}{mg}}$
- B. OB 的距离 $l = \sqrt{\frac{\sqrt{3}kq^2}{3mg}}$

C. 从 A 到 C ,静电力对小滑块做功 $W = -mgS$

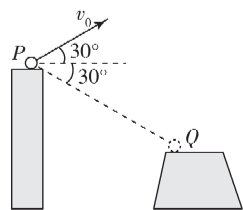
D. AC 之间的电势差 $U_{AC} = -\frac{mgS}{2q}$

11. 如图所示,两条相同的半圆形光滑金属导轨固定在水平桌面上,其所在平面竖直且平行,导轨最高点到水平桌面的距离等于半径,最低点的连线 OO' 与导轨所在竖直面垂直。空间充满竖直向下的匀强磁场(图中未画出),导轨左端由导线连接。现将具有一定质量和电阻的金属棒 MN 平行 OO' 放置在导轨图示位置,由静止释放。 MN 运动过程中始终平行于 OO' 且与两导轨接触良好,不考虑自感影响。下列说法正确的是 ()



- A. MN 最终一定静止于 OO' 位置
- B. MN 运动过程中安培力始终做负功
- C. 从释放到第一次到达 OO' 位置过程中, MN 的速率一直在增大
- D. 从释放到第一次到达 OO' 位置过程中, MN 中电流方向由 M 到 N

12. 如图所示,工程队向峡谷对岸平台抛射重物,初速度 v_0 大小为 20 m/s ,与水平方向的夹角为 30° ,抛出点 P 和落点 Q 的连线与水平方向夹角为 30° ,重力加速度大小取 10 m/s^2 ,忽略空气阻力。重物在此运动过程中,下列说法正确的是 ()

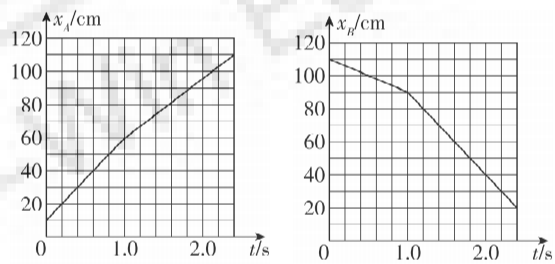
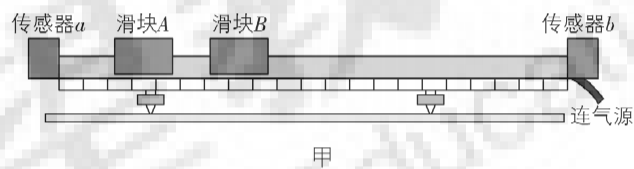


- A. 运动时间为 $2\sqrt{3}\text{ s}$
- B. 落地速度与水平方向夹角为 60°
- C. 重物离 PQ 连线的最远距离为 10 m
- D. 轨迹最高点与落点的高度差为 45 m

三、非选择题:本题共 6 小题,共 60 分。

13. (6 分)在第四次“天宫课堂”中,航天员演示了动量守恒实验。受此启发,某同学使用如图甲所示的装置进行了碰撞实验,气垫导轨两端分别安装 a 、 b 两个位移传感器, a 测量滑块 A 与它的距离 x_A , b 测量滑块 B 与它的距离 x_B 。部分实验步骤如下:

- ①测量两个滑块的质量,分别为 200.0 g 和 400.0 g ;
- ②接通气源,调整气垫导轨水平;
- ③拨动两滑块,使 A 、 B 均向右运动;
- ④导出传感器记录的数据,绘制 x_A 、 x_B 随时间变化的图像,分别如图乙、图丙所示。



回答以下问题:

- (1)从图像可知两滑块在 $t = \underline{\hspace{2cm}}$ s 时发生碰撞;
- (2)滑块 B 碰撞前的速度大小 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s (保留 2 位有效数字);
- (3)通过分析,得出质量为 200.0 g 的滑块是 (填“ A ”或“ B ”)。

14. (8 分)某学习小组对两种型号铅笔芯的电阻率进行测量。实验器材如下:

学生电源(输出电压 $0 \sim 16\text{ V}$);

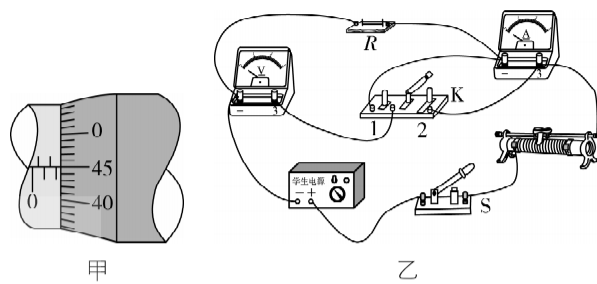
滑动变阻器(最大阻值 $10\ \Omega$,额定电流 2 A);

电压表 V (量程 3 V ,内阻未知);

电流表 A (量程 3 A ,内阻未知);

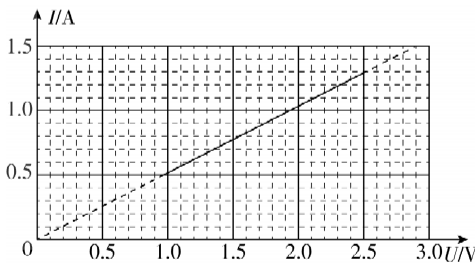
待测铅笔芯 R (X 型号, Y 型号);

游标卡尺、螺旋测微器,开关 S 、单刀双掷开关 K ,导线若干。



回答下列问题:

- (1)使用螺旋测微器测量铅笔芯直径,某次测量结果如图甲所示,该读数为 mm;
- (2)把待测铅笔芯接入图乙所示电路,闭合开关 S 后,将滑动变阻器滑片由最右端向左调节到合适位置,将单刀双掷开关 K 分别掷到 1、2 端,观察到电压表示数变化比电流表示数变化更明显,则测量铅笔芯电阻时应将 K 掷到 (填“1”或“2”)端;
- (3)正确连接电路,得到 Y 型号铅笔芯 $I-U$ 图像如图丙所示,求得电阻 $R_Y = \underline{\hspace{2cm}}\ \Omega$ (保留 3 位有效数字);采用同样方法得到 X 型号铅笔芯的电阻为 $1.70\ \Omega$;

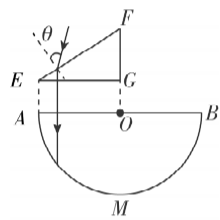


- (4)使用游标卡尺测得 X 、 Y 型号铅笔芯的长度分别为 40.68 mm 、 60.78 mm ,使用螺旋测微器测得 X 、 Y 型号铅笔芯直径近似相等,则 X 型号铅笔芯的电阻率 (填“大于”或“小于”) Y 型号铅笔芯的电阻率。

15. (8分) 某光学组件横截面如图所示, 半圆形玻璃砖圆心为 O 点, 半径为 R , 直角三棱镜 FG 边的延长线过 O 点, EG 边平行于 AB 边且长度等于 R , $\angle FEG = 30^\circ$ 。横截面所在平面内, 单色光线以 θ 角入射到 EF 边发生折射, 折射光线垂直 EG 边射出。已知玻璃砖和三棱镜对该单色光的折射率均为 1.5。

(1) 求 $\sin \theta$;

(2) 以 θ 角入射的单色光线, 若第一次到达半圆弧 AMB 可以发生全反射, 求光线在 EF 上入射点 D (图中未标出) 到 E 点距离的范围。



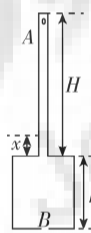
16. (8分) 图甲为战国时期青铜汲酒器, 根据其原理制作了由中空圆柱形长柄和储液罐组成的汲液器, 如图乙所示。长柄顶部封闭, 横截面积 $S_1 = 1.0 \text{ cm}^2$, 长度 $H = 100.0 \text{ cm}$, 侧壁有一小孔 A 。储液罐的横截面积 $S_2 = 90.0 \text{ cm}^2$ 、高度 $h = 20.0 \text{ cm}$, 罐底有一小孔 B 。汲液时, 将汲液器竖直浸入液体, 液体从孔 B 进入, 空气由孔 A 排出; 当内外液面相平时, 长柄浸入液面部分的长度为 x ; 堵住孔 A , 缓慢地将汲液器竖直提出液面。储液罐内刚好储满液体。已知液体密度 $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 重力加速度大小 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 大气压 $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。整个过程温度保持不变, 空气可视为理想气体, 忽略器壁厚度。

(1) 求 x ;

(2) 松开孔 A , 从外界进入压强为 p_0 、体积为 V 的空气, 使满储液罐中液体缓缓流出, 堵住孔 A , 稳定后罐中恰好剩余一半的液体, 求 V 。



甲



乙

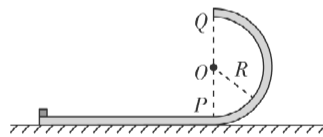
17. (14分) 如图甲所示, 质量为 M 的轨道静止在光滑水平面上, 轨道水平部分的上表面粗糙, 竖直半圆形部分的表面光滑, 两部分在 P 点平滑连接, Q 为轨道的最高点。质量为 m 的小物块静置在轨道水平部分上, 与水平轨道间的动摩擦因数为 μ , 最大静摩擦力等于滑动摩擦力。已知轨道半圆形部分的半径 $R = 0.4 \text{ m}$, 重力加速度大小 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。

(1) 若轨道固定, 小物块以一定的初速度沿轨道运动到 Q 点时, 受到轨道的弹力大小等于 $3mg$, 求小物块在 Q 点的速度大小 v ;

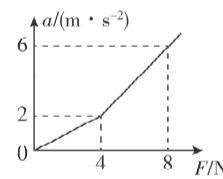
(2) 若轨道不固定, 给轨道施加水平向左的推力 F , 小物块处在轨道水平部分时, 轨道的加速度 a 与 F 对应关系如图乙所示。

(i) 求 μ 和 m ;

(ii) 初始时, 小物块静置在轨道最左端, 给轨道施加水平向左的推力 $F = 8 \text{ N}$, 当小物块到 P 点时撤去 F , 小物块从 Q 点离开轨道时相对地面的速度大小为 7 m/s 。求轨道水平部分的长度 L 。



甲



乙

18. (16分) 如图所示, 在 Oxy 坐标系 $x > 0, y > 0$ 区域内充满垂直纸面向里、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。磁场中放置一长度为 L 的挡板, 其两端分别位于 x, y 轴上 M, N 两点, $\angle OMN = 60^\circ$, 挡板上有一小孔 K 位于 MN 中点。 $\triangle OMN$ 之外的第一象限区域存在恒定匀强电场。位于 y 轴左侧的粒子发生器在 $0 < y < \frac{\sqrt{3}}{2}L$ 的范围内可以产生质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的无初速度的粒子。粒子发生器与 y 轴之间存在水平向右的匀强加速电场, 加速电压大小可调, 粒子经此电场加速后进入磁场。挡板的厚度不计, 粒子可沿任意角度穿过小孔, 碰撞挡板的粒子不予考虑, 不计粒子重力及粒子间相互作用力。

(1) 求使粒子垂直挡板射入小孔 K 的加速电压 U_0 ;

(2) 调整加速电压, 当粒子以最小的速度从小孔 K 射出后恰好做匀速直线运动, 求第一象限中电场强度的大小和方向;

(3) 当加速电压为 $\frac{qB^2L^2}{24m}$ 时, 求粒子从小孔 K 射出后, 运动过程中距离 y 轴最近位置的坐标。

