2024 年山东

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 $^{90}_{38}\mathrm{Sr}$ 衰变为 $^{90}_{39}\mathrm{Y}$ 的半衰期约为 29 年；$^{238}_{94}\mathrm{Pu}$ 衰变为 $^{234}_{92}\mathrm{U}$ 的半衰期约 87 年。现用相同数目的 $^{90}_{38}\mathrm{Sr}$ 和 $^{238}_{94}\mathrm{Pu}$ 各做一块核电池，下列说法正确的是（　）

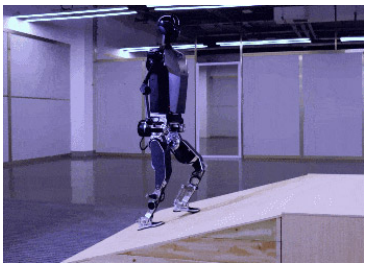
A. $^{90}_{38}\mathrm{Sr}$ 衰变为 $^{90}_{39}\mathrm{Y}$ 时产生 α 粒子

B. $^{238}_{94}\mathrm{Pu}$ 衰变为 $^{234}_{92}\mathrm{U}$ 时产生 β 粒子

C. 50 年后，剩余的 $^{90}_{38}\mathrm{Sr}$ 数目大于 $^{238}_{94}\mathrm{Pu}$ 的数目

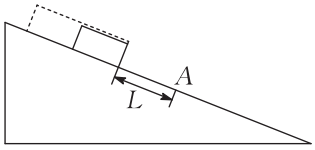
D. 87 年后，剩余的 $^{90}_{38}\mathrm{Sr}$ 数目小于 $^{238}_{94}\mathrm{Pu}$ 的数目

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. $\frac{\sqrt{3}}{2}$

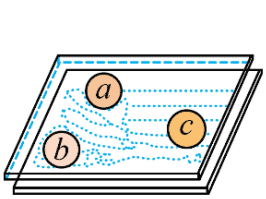
3. 如图所示，固定的光滑斜面上有一木板，其下端与斜面上 A 点距离为 L。木板由静止释放，若木板长度 L，通过 A 点的时间间隔为 Δt_1；若木板长度为 $2L$，通过 A 点的时间间隔为 Δt_2。$\Delta t_2 : \Delta t_1$ 为（　）



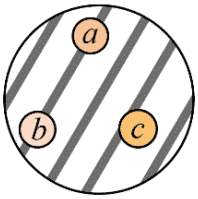
A. $(\sqrt{3}-1):(\sqrt{2}-1)$　　B. $(\sqrt{3}-\sqrt{2}):(\sqrt{2}-1)$

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（　）



图甲



图乙

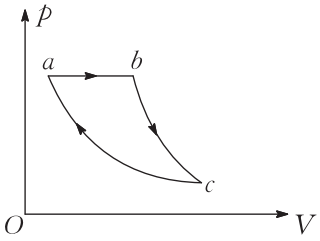
A. 滚珠 b、c 均合格　　B. 滚珠 b、c 均不合格

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，$a \to b$ 过程是等压过程，$b \to c$ 过程中气体与外界无热量交换，$c \to a$ 过程是等温过程。下列说法正确的是（　）



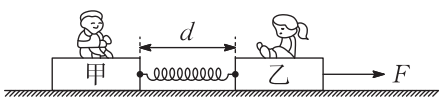
A. $a \to b$ 过程，气体从外界吸收的热量全部用于对外做功

B. $b \to c$ 过程，气体对外做功，内能增加

C. $a \to b \to c$ 过程，气体从外界吸收的热量全部用于对外做功

D. $a \to b$ 过程，气体从外界吸收的热量等于 $c \to a$ 过程放出的热量

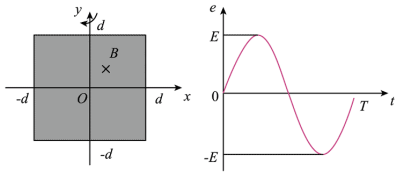
7. 如图所示，质量均为 m 的甲、乙两同学，分别坐在水平放置的轻木板上，木板通过一根原长为 l 的轻质弹性绳连接，连接点等高且间距为 d（$d < l$）。两木板与地面间动摩擦因数均为 μ，弹性绳劲度系数为 k，被拉伸时弹性势能 $E = \frac{1}{2}kx^2$（x 为绳的伸长量）。现用水平力 F 缓慢拉动乙所坐木板，直至甲所坐木板刚要离开原位置，此过程中两人与所坐木板保持相对静止，k 保持不变，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度大小为 g，则 F 所做的功等于（　）



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

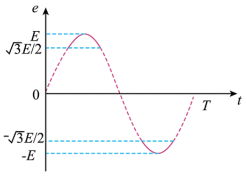
C. $\frac{3(\mu mg)^2}{2k} + 2\mu mg(l-d)$　　D. $\frac{(\mu mg)^2}{2k} + 2\mu mg(l-d)$

8. 如图甲所示，在 $-d \le x \le d$，$-d \le y \le d$ 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（　）

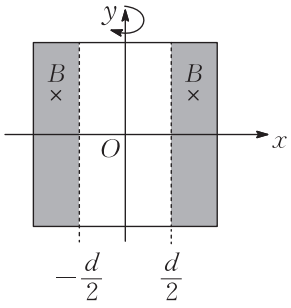


图甲

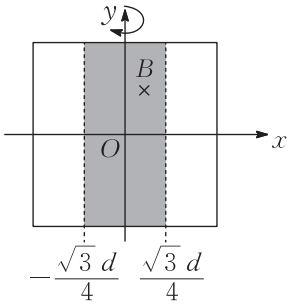
图乙



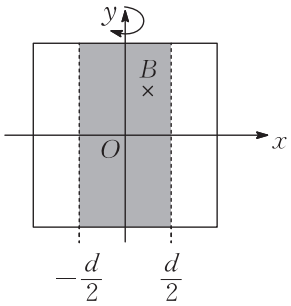
图丙



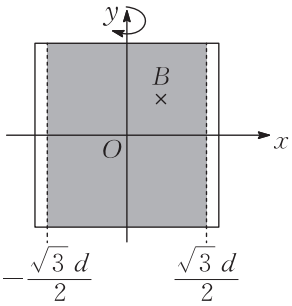
A.



B.

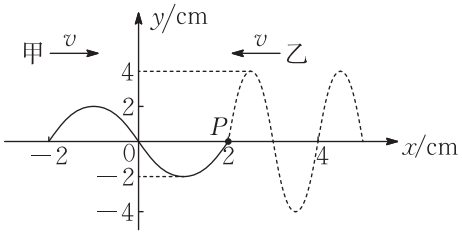


C.



D.

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 $2\,\mathrm{m/s}$。$t=0$ 时刻二者在 $x=2\,\mathrm{m}$ 处相遇，波形图如图所示。关于平衡位置在 $x=2\,\mathrm{m}$ 处的质点 P，下列说法正确的是（　）



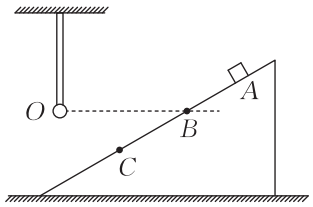
A. $t=0.5\,\mathrm{s}$ 时，P 偏离平衡位置的位移为 0

B. $t=0.5\,\mathrm{s}$ 时，P 偏离平衡位置的位移为 $-2\,\mathrm{cm}$

C. $t=1.0\,\mathrm{s}$ 时，P 向 y 轴正方向运动

D. $t=1.0\,\mathrm{s}$ 时，P 向 y 轴负方向运动

10. 如图所示，带电量为 $+q$ 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（　）



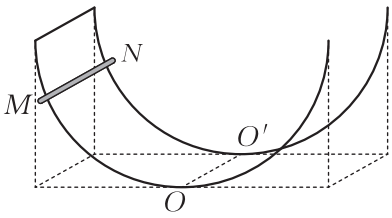
A. OB 的距离 $l=\sqrt{\frac{\sqrt{3}kq^2}{mg}}$

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，两条相同的半圆弧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（　）



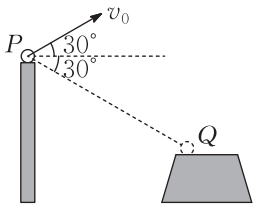
A. MN 最终一定静止于 OO' 位置

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 $20\,\mathrm{m/s}$，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 $10\,\mathrm{m/s^2}$，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 $2\sqrt{3}$ 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

13. 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；

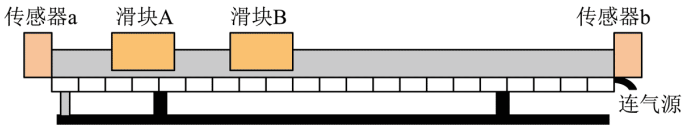
④导出传感器记录的数据，绘制 x_A、x_B 随时间变化的图像，分别如图乙、图丙所示。

回答以下问题：

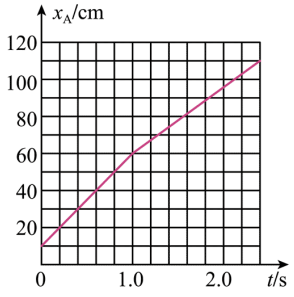
(1) 从图像可知两滑块在 $t=$_____ s 时发生碰撞；

(2) 滑块 B 碰撞前的速度大小 $v=$_____ m/s（保留 2 位有效数字）；

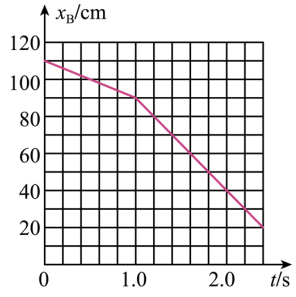
(3) 通过分析，得出质量为 200.0 g 的滑块是_____（填“A”或“B”）。



图甲



图乙



图丙

14. 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 ～ 16 V）；

滑动变阻器（最大阻值 10 Ω，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。

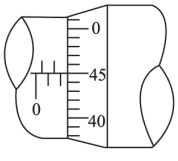
回答以下问题：

(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；

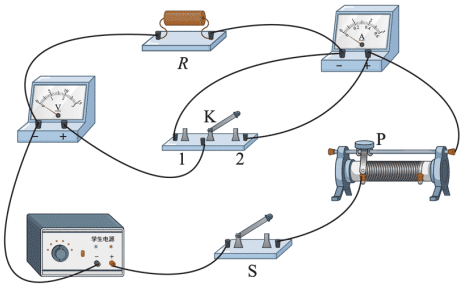
(2) 把待测铅笔芯接入图乙所示电路，闭合开关 S 后，将滑动变阻器滑片由最右端向左调节到合适位置，将单刀双掷开关 K 分别掷到 1、2 端，观察到电压表示数变化比电流表示数变化更明显，则测量铅笔芯电阻时应将 K 掷到_____（填“1”或“2”）端；

(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 $R_Y=$_____ Ω（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 Ω；

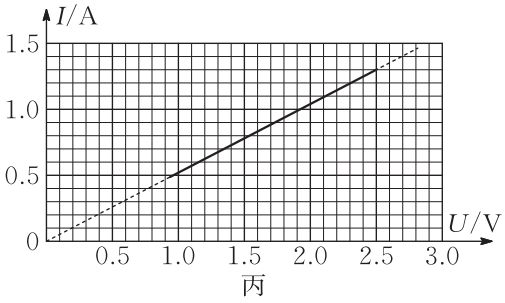
(4) 使用游标卡尺测得 X、Y 型号铅笔芯的长度分别为 40.68 mm、60.78 mm，使用螺旋测微器测得 X、Y 型号铅笔芯直径近似相等，则 X 型号铅笔芯的电阻率_____（填“大于”或“小于”）Y 型号铅笔芯的电阻率。



甲



乙

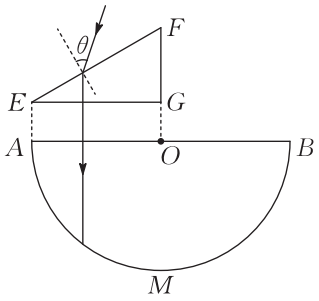


丙

15. 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，$\angle FEG = 30°$。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。

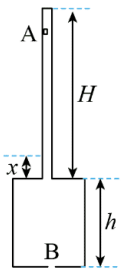


16. 图甲为战国时期青铜汲酒器，根据其原理制作了由中空圆柱形长柄和储液罐组成的汲液器，如图乙所示。长柄顶部封闭，横截面积 $S_1 = 1.0\,\mathrm{cm}^2$，长度 $H = 100.0\,\mathrm{cm}$，侧壁有一小孔 A。储液罐的横截面积 $S_2 = 90.0\,\mathrm{cm}^2$，高度 $h = 20.0\,\mathrm{cm}$，罐底有一小孔 B。汲液时，将汲液器竖直浸入液体，液体从孔 B 进入，空气由孔 A 排出；当内外液面相平时，长柄浸入液面部分的长度为 x；堵住孔 A，缓慢地将汲液器竖直提出液面，储液罐内刚好储满液体。已知液体密度 $\rho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


图甲

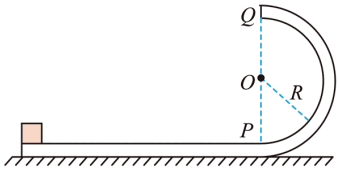


图乙

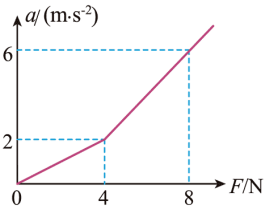
17. 如图甲所示，质量为 M 的轨道静止在光滑水平面上，轨道水平部分的上表面粗糙，竖直半圆形部分的表面光滑，两部分在 P 点平滑连接，Q 为轨道的最高点。质量为 m 的小物块静置在轨道水平部分上，与水平轨道间的动摩擦因数为 μ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力。已知轨道半圆形部分的半径 $R = 0.4\,\mathrm{m}$，重力加速度大小 $g = 10\,\mathrm{m/s}^2$。

(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 $F=8\,\mathrm{N}$，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的速度大小为 $7\,\mathrm{m/s}$。求轨道水平部分的长度 L。



甲



乙

18. 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，$\angle OMN=60°$，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。

