

注意事项:

1. 答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在试卷和答题卡上。

2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。回答非选择题时,将答案写在答题卡上,写在本试卷上无效。

3. 考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

一、单项选择题:本题共 7 小题,每小题 4 分,共 28 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

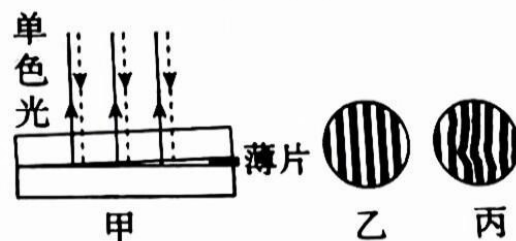
1. 如图甲所示是利用干涉技术检测材料表面缺陷的原理示意图,图乙为某种单色光下观测到的图样,下列说法正确的是

A. 图甲中上板是待检查的光学元件,下板是标准样板

B. 若换用波长更长的单色光,其他条件不变,则图乙中的干涉条纹变密

C. 若出现图丙中弯曲的干涉条纹,说明被检查的光学元件表面上有凹陷

D. 稍微减小薄片的厚度,则图乙中的干涉条纹变密



2. 某物体在一竖直向上的恒定拉力作用下从地面由静止开始竖直向上运动,经过 4 s 到达距离水平地面 40 m 高度处,此时撤掉拉力。不计空气阻力,重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ,下列说法正确的是

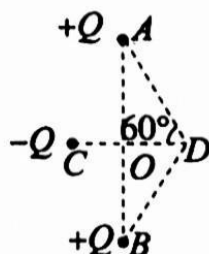
A. 物体前 4 s 内的加速度大小为  $4 \text{ m/s}^2$

B. 物体在 4 s 末的速度大小为  $20 \text{ m/s}$

C. 物体上升过程中距离地面的最大高度为 40 m

D. 物体从开始运动到落回地面的总时间为  $(4+2\sqrt{2}) \text{ s}$

3. 如图所示,A、B 两点各固定一个电荷量为  $+Q$  的点电荷,C 点固定一个电荷量为  $-Q$  的点电荷,AB 连线与 CD 连线相互垂直平分,O 点为交点, $\angle ADO=60^\circ$ ,下列说法正确的是



- A.  $O$  点的场强大于  $D$  点的场强,  $O$  点的电势大于  $D$  点的电势
- B.  $O$  点的场强大于  $D$  点的场强,  $O$  点的电势小于  $D$  点的电势
- C.  $O$  点的场强小于  $D$  点的场强,  $O$  点的电势大于  $D$  点的电势
- D.  $O$  点的场强小于  $D$  点的场强,  $O$  点的电势小于  $D$  点的电势

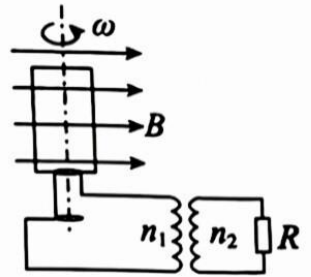
4. 如图所示为某小型交流发电机的示意图, 电阻不计的  $N$  匝矩形线圈绕垂直匀强磁场的轴以角速度  $\omega$  匀速转动, 穿过线圈磁通量的最大值为  $\Phi_m$ 。发电机输出端连接理想变压器, 原、副线圈匝数分别为  $n_1$ 、 $n_2$ , 副线圈连接定值电阻  $R$ , 则变压器原线圈中电流的有效值为

A.  $\frac{n_2^2 N \Phi_m \omega}{R n_1^2}$

C.  $\frac{n_2^2 N \Phi_m \omega}{2 R n_1^2}$

B.  $\frac{\sqrt{2} n_2^2 N \Phi_m \omega}{R n_1^2}$

D.  $\frac{\sqrt{2} n_2^2 N \Phi_m \omega}{2 R n_1^2}$



5. 太阳耀斑爆发是一种发生在太阳大气层中的剧烈太阳活动, 2024 年 5 月 8 日, 太阳发生两次 X 射线强耀斑。若太阳辐射到地球表面的效率为  $\eta$ , 地球表面探测器正对太阳的面积为  $S$ , 探测器到太阳中心的距离为  $L$ , 探测器单位时间内探测到 X 射线的光子数为  $n$ 。已知普朗克常量为  $h$ , X 射线波长为  $\lambda$ , 光速为  $c$ , 太阳均匀地向各个方向辐射 X 射线, 则太阳辐射 X 射线的总功率为

A.  $\frac{4\pi n h c L^2}{\eta \lambda}$

B.  $\frac{4\pi n h c L^2}{\eta S \lambda}$

C.  $\frac{\pi n h c L^2}{\eta \lambda}$

D.  $\frac{4\pi n h c L^2}{3\eta S \lambda}$

6. 2020 年“天问一号”在火星上首次留下了中国印迹, 首次实现了通过一次任务完成火星环绕、着陆和巡视三大目标。已知火星的半径为  $R$ , 自转周期为  $T$ , 若测得在时间  $t$  内, 摆长为  $L$  的单摆在火星两极处可完成  $n$  次全振动, 则在相同时间  $t$  内, 该单摆在火星赤道处可完成全振动的次数为

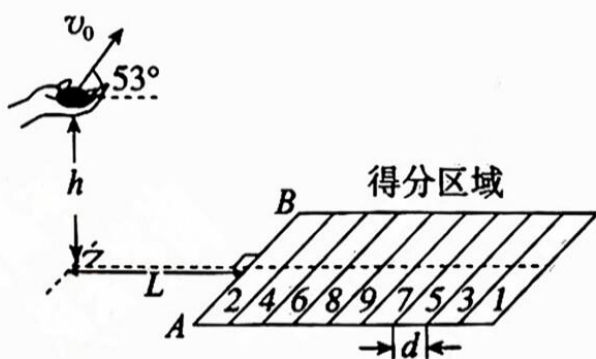
A.  $\sqrt{\frac{T^2 L n^2 - R t^2}{T^2 L}}$

B.  $\sqrt{\frac{R T^2 - t^2 L n^2}{t^2 L}}$

C.  $\sqrt{\frac{T^2 R n^2 - L t^2}{T^2 R}}$

D.  $\sqrt{\frac{L T^2 - t^2 R n^2}{t^2 R}}$

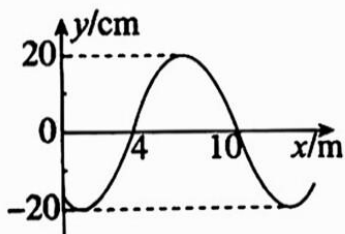
7. 某趣味竞技小组设计了一种比赛规则：参赛者站在离得分区域边界一定的距离外将石块斜向上抛出，石块落地碰撞瞬间认为竖直方向速度减为零，水平方向速度减小，落地后石块滑行一段距离，最终停在得分区域某位置并判断得分。如图所示，某同学比赛时在距地面  $h=1\text{ m}$  的高度以大小  $v_0=5\text{ m/s}$ 、方向与水平地面成  $\alpha=53^\circ$  的初速度将石块斜向上抛出，已知出手点距得分区域边界  $AB$  的水平距离  $L=2.8\text{ m}$ ，每个得分区域的宽度  $d=0.15\text{ m}$ ，石块与水平地面间的动摩擦因数  $\mu=0.25$ ，石块与地面碰撞前、后动能的比值为  $15:1$ ，重力加速度大小  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ ， $\cos 53^\circ=0.6$ ， $\sin 53^\circ=0.8$ ，不计空气阻力，石块轨迹所在平面与边界  $AB$  垂直，则石块最终停止的位置为



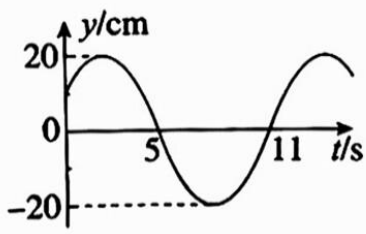
- A. 6分区域  
B. 8分区域  
C. 9分区域  
D. 7分区域

二、多项选择题：本题共3小题，每小题6分，共18分。在每小题给出的四个选项中，有多项是符合题目要求的。全部选对得6分，选对但不全的得3分，有选错的得0分。

8. 一列简谐横波沿  $x$  轴传播，如图甲所示为该简谐横波在  $t=7\text{ s}$  时的波形图，如图乙所示为坐标原点处质点的振动图像，下列说法正确的是



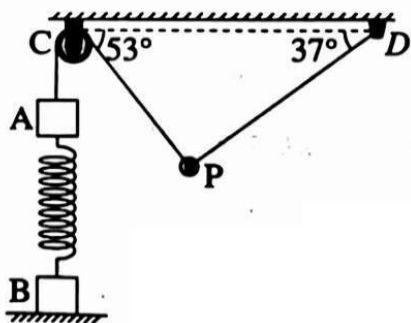
甲



乙

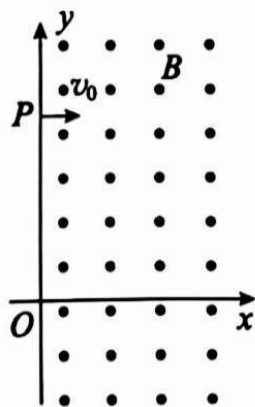
- A. 该简谐横波的波速为  $1\text{ m/s}$   
B. 该简谐横波沿  $x$  轴正方向传播  
C.  $0\sim 7\text{ s}$  内， $x=4\text{ m}$  处的质点经过的路程为  $40\text{ cm}$   
D.  $t=4\text{ s}$  时  $x=10\text{ m}$  处的质点位移为  $20\text{ cm}$

9. 质量相等的物块 A、B 用轻质弹簧连接, 质量为  $m$  的小球 P 用轻质细绳通过理想定滑轮 C 与物块 A 相连, 小球 P 右侧通过轻质细绳拴在 D 点, 整个系统在如图所示位置处于静止状态, 物块 B 和水平地面之间恰好没有弹力。已知绳 DP 长为  $L$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ , 重力加速度为  $g$ , 不计一切摩擦。现将小球 P 托至与 C、D 两点等高的水平线上, 此时两轻绳恰好伸直, 则小球 P 从静止释放至运动到图示位置的过程中, 下列说法正确的是



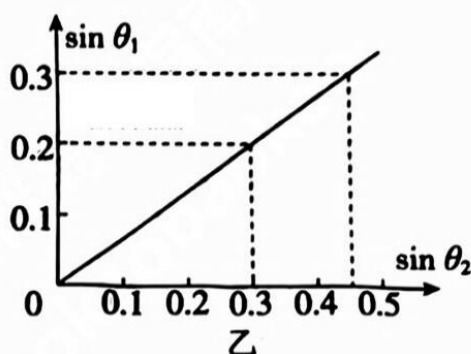
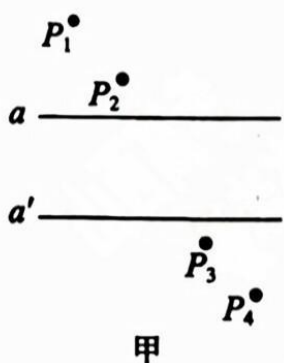
- A. 小球 P 处于超重状态  
 B. 物块 A 的质量为  $0.4m$   
 C. 轻质弹簧的劲度系数为  $\frac{0.16mg}{L}$   
 D. 小球 P 运动到图示位置时的速度大小为  $\sqrt{\frac{4gL}{7}}$
10. 威尔逊云室是显示高能带电粒子径迹的装置。为更好地研究带电粒子的径迹, 某研究小组设计的磁场分布如图所示, 在坐标  $xOy$  平面(纸面)的一、四象限内存在垂直纸面向外的匀强磁场, 磁感应强度大小为  $B$ 。一比荷为  $\frac{q}{m} = \frac{v_0}{BL}$  的带正电的粒子从坐标为  $(0, 2L)$  的 P 点以大小为  $v_0$  的速度垂直  $y$  轴射入磁场, 若粒子进入磁场后受到了与速率成正比、与速度方向相反的阻力, 观察发现该粒子轨迹呈螺旋状并与  $y$  轴相切于 Q 点(未画出)。不计粒子重力, 下列说法正确的是

- A. 粒子由 P 点运动到 Q 点的时间为  $\frac{3\pi L}{2v_0}$   
 B. 粒子由 P 点运动到 Q 点的时间为  $\frac{2\pi L}{3v_0}$   
 C. Q 点的纵坐标为  $L$   
 D. Q 点的纵坐标为  $\frac{3L}{4}$

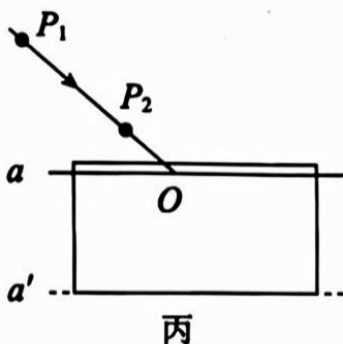


三、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。解答题应写出必要的文字说明、方程式和重要答题步骤，只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

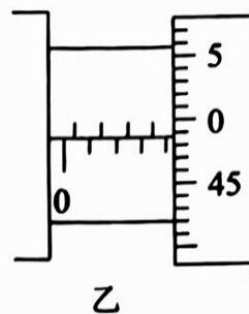
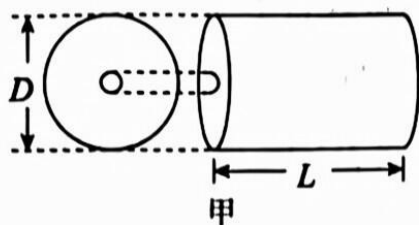
11. (6 分) 某同学用插针法测量平行玻璃砖的折射率，进行了如下操作：用图钉把白纸固定在木板上，在白纸上画一条直线  $a$ ，并在直线  $a$  上方插上  $P_1$ 、 $P_2$  两根大头针；在白纸上放上玻璃砖，使玻璃砖的一条长边与直线  $a$  对齐，并画出另一条长边的对齐线  $a'$ ；眼睛在  $a'$  的一侧透过玻璃砖观察两个大头针并调整视线方向，使  $P_1$  的像被  $P_2$  的像挡住，然后在眼睛这一侧插上大头针  $P_3$ ，使  $P_3$  挡住  $P_1$ 、 $P_2$  的像，再插上  $P_4$ ，使  $P_4$  挡住  $P_1$ 、 $P_2$  的像和  $P_3$ ；移去玻璃砖，拔去大头针。



- (1) 大头针  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $P_4$  的位置如图甲所示，请在图甲中画出光路图。
- (2) 实验中测出了多组入射角  $\theta_1$  与折射角  $\theta_2$ ，并作出了  $\sin \theta_1 - \sin \theta_2$  图像如图乙所示，则实验时，光线是由 \_\_\_\_\_ (选填“空气”或“玻璃”) 射入 \_\_\_\_\_ (选填“空气”或“玻璃”)；该玻璃的折射率为 \_\_\_\_\_。
- (3) 若该同学画出直线  $a$  后，放玻璃砖时稍微向上了一些，但玻璃砖长边仍然和  $a$  平行，导致直线  $a'$  画到如图丙所示的虚线位置，而在作光路图时直线  $a$  仍为开始所画的，则所测得的折射率与真实值相比将 \_\_\_\_\_ (选填“偏大”“偏小”或“不变”)。

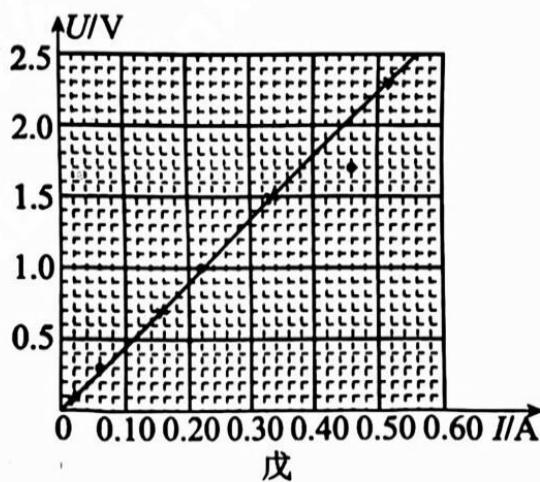
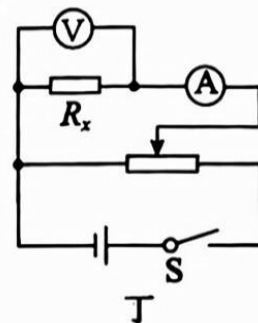
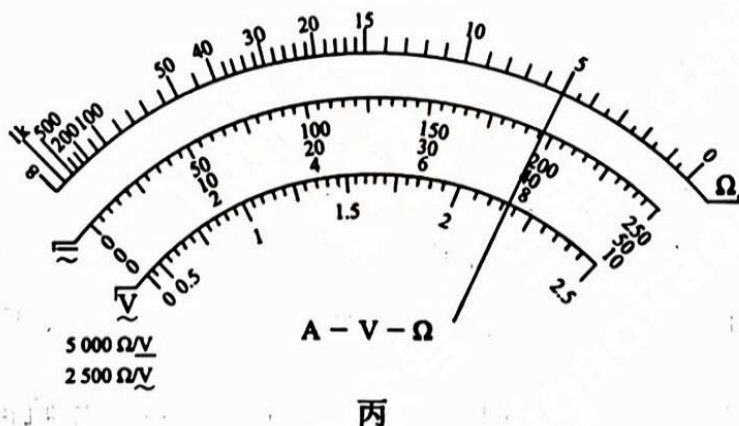


12. (9分) 某实验小组欲通过实验间接测量如图甲所示的一段粗细均匀、中空圆柱形导体中空部分的直径大小, 其横截面和中空部分横截面均为圆形。



(1) 该实验小组先用螺旋测微器测得这段导体横截面的直径  $D$  如图乙所示, 则直径  $D = \underline{\hspace{2cm}}$  mm, 然后又测得该导体的长度为  $L$ 。

(2) 该实验小组接着用欧姆表“ $\times 1$ ”挡粗测这段导体两端面之间的电阻值, 示数如图丙所示, 对应的读数是  $\underline{\hspace{2cm}}$   $\Omega$ 。

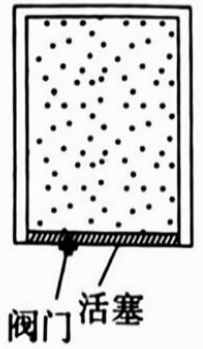


(3) 然后该实验小组设计了如图丁所示的实验电路, 用伏安法较精确地测量这段导体两端面之间的电阻值。该小组在坐标纸上建立  $U$ 、 $I$  坐标系, 利用测量数据描点并绘制出如图戊所示的  $U-I$  图线, 由图像得到金属丝的阻值  $R = \underline{\hspace{2cm}}$   $\Omega$  (保留 2 位有效数字), 测量结果比真实值偏  $\underline{\hspace{2cm}}$  (选填“大”或“小”)。

(4) 查阅资料得到这段导体材料的电阻率为  $\rho$ , 则中空部分直径  $d = \underline{\hspace{2cm}}$  (用  $D$ 、 $L$ 、 $R$ 、 $\rho$  表示)。

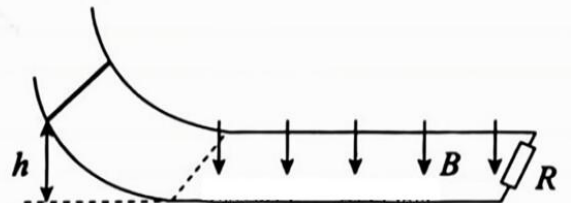
13. (10分) 密闭实验箱中有一内壁光滑、开口朝下且容积为  $1\text{ m}^3$  的薄壁圆柱形导热汽缸, 汽缸开口处有一带阀门的轻质且厚度不计的活塞, 汽缸示意图如图所示。已知汽缸内封闭的理想气体的初始压强为  $4 \times 10^5\text{ Pa}$ , 初始温度为  $300\text{ K}$ 。现将密闭实验箱中的压强缓慢降至  $2 \times 10^5\text{ Pa}$ , 该过程中温度保持不变。

- (1) 为了使活塞在开口处保持静止, 求需从阀门抽出初始状态下气体的体积;
- (2) 若抽气后将汽缸内气体温度缓慢降为  $270\text{ K}$ , 求汽缸内剩余的气体与该气体在压强为  $4 \times 10^5\text{ Pa}$ 、温度为  $300\text{ K}$  状态下的体积比。



14. (13分) 如图所示, 一对半径均为  $r$  的光滑竖直圆弧型金属导轨, 其右端与一对足够长平行且光滑的水平金属导轨平滑连接成固定轨道, 水平导轨的右端接入阻值为  $R$  的电阻, 且水平导轨处于竖直向下的匀强磁场中。现有一质量为  $m$ 、长度为  $L$ 、电阻为  $\frac{R}{2}$  的导体棒从圆弧轨道上  $h$  ( $h < r$ ) 高处由静止释放, 若已知固定导轨间的距离为  $L$ , 匀强磁场的磁感应强度大小为  $B$ , 重力加速度为  $g$ , 金属导轨电阻忽略不计, 运动过程中导体棒始终与导轨垂直且接触良好。求:

- (1) 导体棒恰好到达圆弧导轨底端时对轨道的压力大小;
- (2) 整个过程中, 电阻  $R$  上产生的焦耳热;
- (3) 整个过程中, 导体棒在水平轨道上向右运动的距离。



15. (16分) 如图所示, 处于竖直平面内的轨道, 由圆心为  $O_1$  的圆形轨道  $CD$ 、圆心为  $O_2$  的细圆管轨道  $DE$ 、水平直轨道  $GF$  组成, 各段轨道均光滑且各处平滑连接,  $C$  和  $D$  为轨道间的相切点, 点  $E$ 、圆心  $O_2$  处于同一竖直线上, 圆心  $O_1$ 、 $O_2$  连线与竖直方向夹角  $\theta = 37^\circ$ ,  $C$ 、 $F$ 、 $G$  处于同一水平面上,  $GC$  之间静止着两个小滑块  $A$ 、 $B$ ,  $m_A = 0.1 \text{ kg}$ ,  $m_B = 0.05 \text{ kg}$ , 两滑块间夹有少量炸药。在轨道末端  $G$  的左侧光滑水平轨道  $GH$  上, 紧靠着质量  $M = 0.5 \text{ kg}$ 、长度  $d = 3.2 \text{ m}$  的长木板, 长木板上表面和水平轨道  $GH$  左侧光滑直轨道均与直轨道  $GF$  平齐, 长木板与  $H$  端碰后瞬间会被立刻锁定。点燃炸药后,  $A$ 、 $B$  分离瞬间滑块  $A$  获得向左的速度  $v_A = 6 \text{ m/s}$ , 两滑块都可以看成质点, 炸药的质量忽略不计, 爆炸的时间极短, 爆炸后两个滑块的速度方向在同一水平直线上, 已知轨道  $CD$  和  $DE$  的半径均为  $R$ , 滑块  $A$  与长木板间的动摩擦因数为  $\mu = 0.5$ , 水平轨道  $GH$  长  $L = 3.4 \text{ m}$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ , 不计空气阻力, 重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ 。



(1) 求滑块  $A$  到达  $H$  端时的动能;

(2) 若滑块  $B$  能够到达  $E$  点, 求半径  $R$  的最大值;

(3) 若半径  $R = 0.5 \text{ m}$ , 已知滑块  $B$  每次与直轨道  $GF$  碰撞反弹时, 沿竖直方向的速度大小为碰撞前竖直方向速度大小的一半, 求经过多少次碰撞后滑块  $B$  反弹的高度小于  $0.01 \text{ m}$ 。