

湖南省 2021 年普通高中学业水平选择性考试

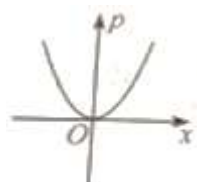
物 理

注意事项：

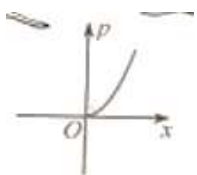
- 1.答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在本试卷和答题卡上。
- 2.回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号，回答非选择题时，将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
- 3.考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

一、选择题；本题共 6 小题，每小题 4 分，共 24 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。

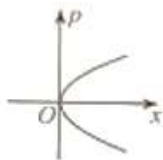
- 1.核废料具有很强的放射性，需要妥善处理。下列说法正确的是
 - A. 放射性元素经过两个完整的半衰期后，将完全衰变殆尽
 - B. 原子核衰变时电荷数守恒，质量数不守恒
 - C. 改变压力、温度或浓度，将改变放射性元素的半衰期
 - D. 过量放射性辐射对人体组织有破坏作用，但辐射强度在安全剂量内则没有伤害
- 2.物体的运动状态可用位置 x 和动量 p 描述，称为相，对应 p - x 图像中的一个点。物体运动状态的变化可用 p - x 图像中的一条曲线来描述，称为相轨迹。假如一质点沿 x 轴正方向做初速度为零的匀加速直线运动，则对应的相轨迹可能是



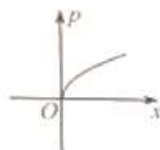
A.



B.



C.



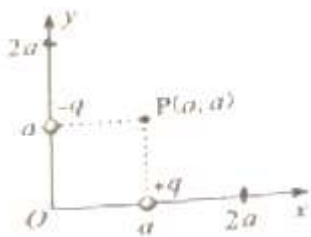
D.

3. “复兴号”动车组用多节车厢提供动力，从而达到提速的目的。总质量为 m 的

动车组在平直的轨道上行驶。该动车组有四节动力车厢，每节车厢发动机的额定功率均为 P ，若动车组所受的阻力与其速率成正比（ $F_m = kv$, k 为常量），动车组能达到的最大速度为 v_m 。下列说法正确的是

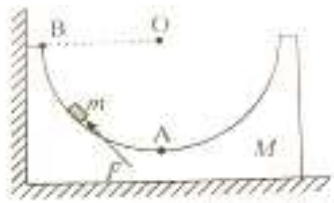
- A. 动车组在匀加速启动过程中，牵引力恒定不变
- B. 若四节动力车厢输出功率均为额定值，则动车组从静止开始做匀加速运动
- C. 若四节动力车厢输出的总功率为 $2.25P$ ，则动车组匀速行驶的速度为 $\frac{3}{4}v_m$
- D. 若四节动力车厢输出功率均为额定值，动车组从静止启动，经过时间 t 达到最大速度 v_m ，则这一过程中该动车组克服阻力做的功为 $\frac{1}{2}mv_m^2 - Pt$

4. 如图，在 $(a, 0)$ 位置放置电荷量为 q 的正点电荷，在 $(0, a)$ 位置放置电荷量为 q 的负点电荷，在距 $p(a, a)$ 为 $\sqrt{2}a$ 的某点处放置正点电荷 Q ，使得 p 点的电场强度为零，则 Q 的位置及电荷量分别为



- A. $(0, 2a)$, $\sqrt{2}q$
- B. $(0, 2a)$, $2\sqrt{2}q$
- C. $(2a, 0)$, $\sqrt{2}q$
- D. $(2a, 0)$, $2\sqrt{2}q$

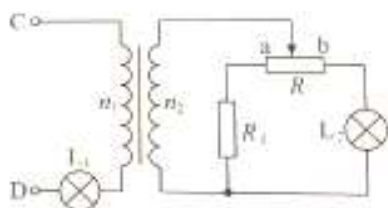
5. 质量为 M 的凹槽静止在水平地面上，内壁为半圆柱面，截面如图所示， A 为半圆的最低点， B 为半圆水平直径的端点。凹槽恰好与竖直墙面接触，内有一质量为 m 的小滑块，用推力 F 推动小滑块由 A 点向 B 点缓慢移动，力 F 的方向始终沿圆弧的切线方向，在此过程中所有摩擦均可忽略，下列说法正确的是



- A. 推力 F 先增大后减小
- B. 凹槽对滑块的支持力先减小后增大
- C. 墙面对凹槽的压力先增大后减小
- D. 水平地面对凹槽的支持力先减小后增大

6. 如图，理想变压器原、副线圈匝数比为 $n_1:n_2$ ，输入端 C 、 D 接入电压有效值

恒定的交变电源，灯泡 L_1 、 L_2 的阻值始终与定值电阻 R_0 的阻值相同。在滑动变阻器 R 的滑片从 a 端滑动到 b 端的过程中，两个灯泡始终发光且工作在额定电压以内，下列说法正确的是



- A. L_1 先变暗后变亮， L_2 一直变亮
- B. L_1 先变亮后变暗， L_2 一直变亮
- C. L_1 先变暗后变亮， L_2 先变亮后变暗
- D. L_1 先变亮后变暗， L_2 先变亮后变暗

二、选择题：本题共4小题，每小题5分，共20分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得5分，选对但不全的得3分，有选错的得0分。

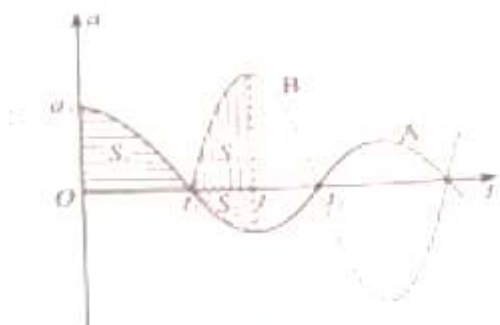
7. 2021年4月29日，中国空间站天和核心舱发射升空，准确进入预定轨道。根据任务安排，后续将发射问天实验舱和梦天实验舱，计划2022年完成空间站在轨建造。核心舱绕地球飞行的轨道可视为圆轨道，轨道离地面的高度约为地球半径的 $\frac{1}{16}$ ，下列说法正确的是

- A. 核心舱进入轨道后所受地球的万有引力大小约为它在地面时的 $(\frac{16}{17})^2$ 倍
- B. 核心舱在轨道上飞行的速度大于7.9km/s
- C. 核心舱在轨道上飞行的周期小于24h
- D. 后续加挂实验舱后，空间站由于质量增大，轨道半径将变小

8. 如图(a)，质量分别为 m_A 、 m_B 的A、B两物体用轻弹簧连接构成一个系统，外力 F 作用在A上，系统静止在光滑水平面上(B靠墙面)，此时弹簧形变量为 x 。撤去外力并开始计时，A、B两物体运动的 $a-t$ 图像如图(b)所示， S_1 表示0到 t_1 时间内A的 $a-t$ 图线与坐标轴所围面积大小， S_2 、 S_3 分别表示 t_1 到 t_2 时间内A、B的 $a-t$ 图线与坐标轴所围面积大小。A在 t_1 时刻的速度为 V_0 。下列说法正确的是



图(a)



图(b)

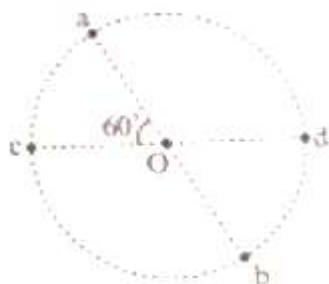
A. 0 到 t_1 时间内，墙对 B 的冲量等 $m_A v_0$

B. $m_A > m_B$

C. B 运动后，弹簧的最大形变量等于 x

D. $S_1 - S_2 = S_3$

9. 如图，圆心为 O 的圆处于匀强电场中，电场方向与圆平面平行，ab 和 cd 为该圆直径，将电荷量为 q ($q > 0$) 的粒子从 a 点移动到 b 点，电场力做功为 $2W$ ($W > 0$)；若将该粒子从 c 点移动到 d 点，电场力做功为 W 。下列说法正确的是



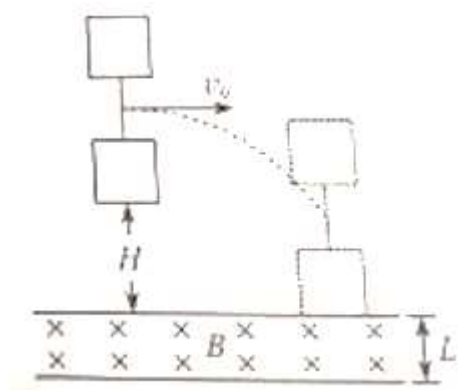
A. 该匀强电场的场强方向与 ab 平行

B. 将该粒子从 d 点移动到 b 点，电场力做功为 $0.5W$

C. a 点电势低于 c 点电势

D. 若只受电场力，从 d 点射入圆形电场区域的所有带电粒子都做曲线运动

10. 两个完全相同的正方形匀质金属框，边长为 L ，通过长为 L 的绝缘轻质杆相连，构成如图所示的合体。距离组合体下底边 H 处有一方向水平、垂直纸面向里的匀强磁场。磁场区域上下边界水平，高度为 L ，左右宽度足够大。把该组合体在垂直磁场的平面内以初速度 v_0 水平无旋转抛出，设置合适的磁感应强度大小 B 使其匀速通过磁场，不计空气阻力。下列说法正确的是



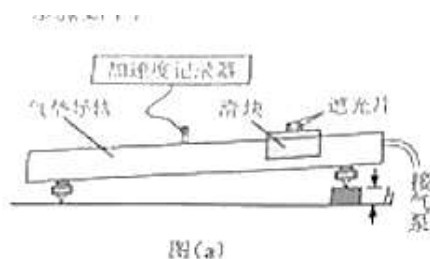
- A. B 与 v_0 无关，与 \sqrt{H} 成反比
 B. 通过磁场的过程中，金属框中电流的大小和方向保持不变
 C. 通过磁场的过程中，组合体克服安培力做功的功率与重力做功的功率相等
 D. 调节 H 、 v_0 和 B ，只要组合体仍能匀速通过磁场，则其通过磁场的过程中产生的热量不变

三、非选择题：共 56 分。第 11~14 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 15、16 题为选考题，考生根据要求作答。

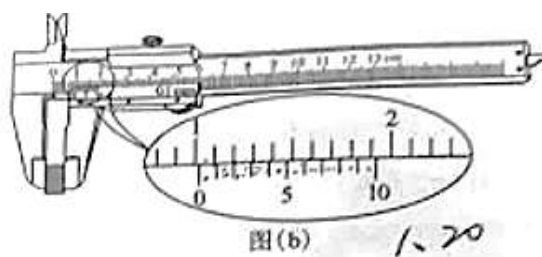
(一) 必考题：共 43 分。

11. (6分)

某实验小组利用图 (a) 所示装置探究加速度与物体所受合外力的关系，主要实验步骤如下：



图(a)

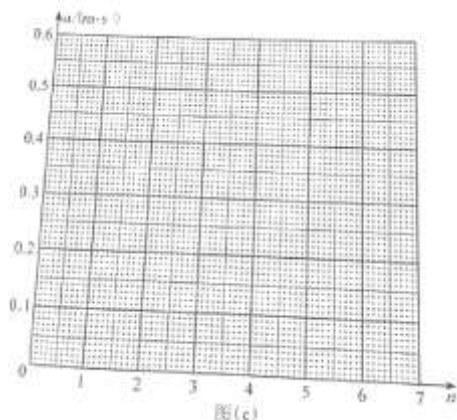


图(b)

- (1) 用游标卡尺测量垫块厚度 h ，示数如图 (b) 所示， $h = \underline{\hspace{1cm}}$ cm；
- (2) 接通气泵，将滑块轻放在气垫导轨上，调节导轨至水平；
- (3) 在右支点下放一垫块，改变气垫导轨的倾斜角度；
- (4) 在气垫导轨合适位置释放滑块，记录垫块个数 n 和滑块对应的加速度 a ；
- (5) 在右支点下增加垫块个数（垫块完全相同），重复步骤 (4)，记录数据如下表；

n	1	2	3	4	5	6
$(a/m \cdot s^{-2})$	0.087	0.180	0.260		0.425	0.519

根据表中数据在图 (c) 上描点，绘制图线。

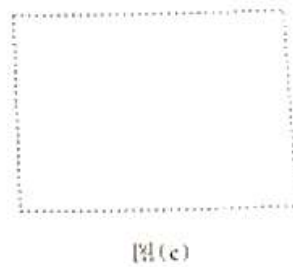
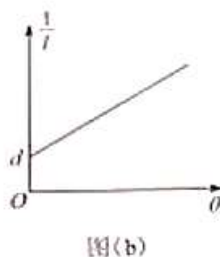
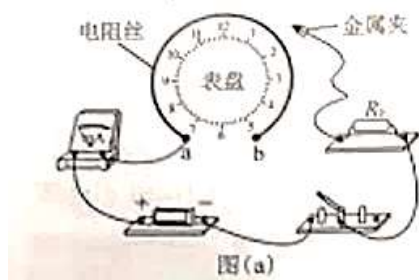


如果表中缺少的第4组数据是正确的，其应该是_____ m/s^2 (保留三位有效数字)。

12. (9 分)

某实验小组需测定电池的电动势和内阻，器材有：一节待测电池、一个单刀双掷开关、一个定值电阻 (阻值为 R_0)、一个电流表 (内阻为 R_A)、一根均匀电阻丝 (电阻丝总阻值大于 R_0 ，并配有可在电阻丝上移动的金属夹)、导线若干。由于缺少刻度尺，无法测量电阻丝长度，但发现桌上有一个圆形时钟表盘。某同学提出将电阻丝绕在该表盘上，利用圆心角来表示接入电路的电阻丝长度。主要实验步骤如下：

(1) 将器材如图 (a) 连接：



(2) 开关闭合前，金属夹应夹在电阻丝的_____端 (填 “a” 或 “b”)；

(3) 改变金属夹的位置，闭合开关，记录每次接入电路的电阻丝对应的圆心角 θ 和电流表示数 I ，得到多组数据：

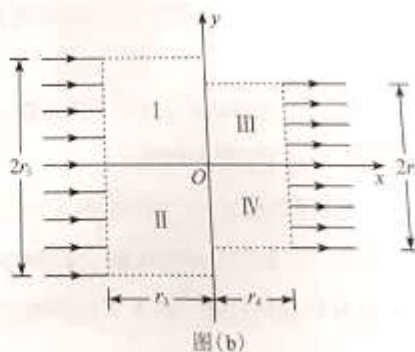
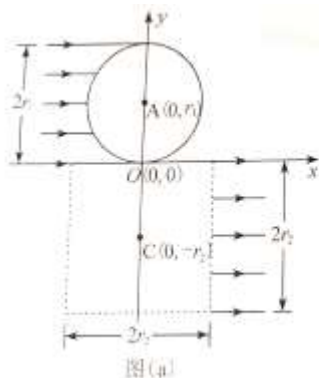
(4) 整理数据并在坐标纸上描点绘图，所得图像如图 (b) 所示，图线斜率为 k ，与纵轴截距为 d ，设单角度对应电阻丝的阻值为 r_0 ，该电池电动势和内阻可表示为 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $r = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 R_0 、 R_A 、 k 、 d 、 r_0 表示)

(5) 为进一步确定结果，还需要测量单位角度对应电阻丝的阻值 r_0 。利用现有器材设计实验，在图 (c) 方框中画出实验电路图 (电阻丝用滑动变阻器符号表示)；

(6) 利用测出的 r_0 ，可得该电池的电动势和内阻。

13. (13 分)

带电粒子流的磁聚焦和磁控束是薄膜材料制备的关键技术之一。带电粒子流 (每个粒子的质量为 m 、电荷量为 $+q$) 以初速度 v 垂直进入磁场，不计重力及带电粒子之间的相互作用。对处在 xOy 平面内的粒子，求解以下问题。



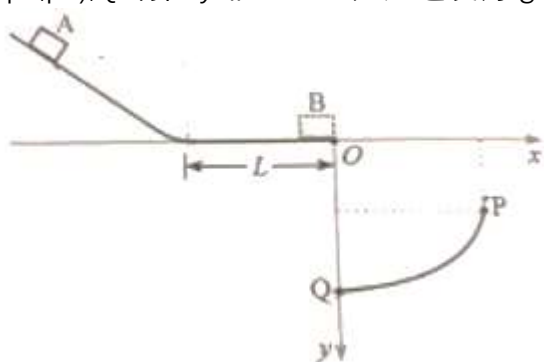
(1)如图 (a),宽度为 $2r_1$ 的带电粒子流沿 x 轴正方向射入圆心为 $A(0, r_1)$,半径为 r_1 的圆形匀强磁场中,若带电粒子流经过磁场后都汇聚到坐标原点 O ,求该磁场磁感应强度 B_1 的大小:

(2)如图 (a),虚线框为边长等于 $2r_2$ 的正方形,其几何中心位于 $C(0, -r_2)$ 。在虚线框内设计一个区域面积最小的匀强磁场,使汇聚到 O 点的带电粒子流经过该区域后宽度变为 $2r_2$,并沿 x 轴正方向射出。求该磁场磁感应强度 B_2 的大小和方向,以及该磁场区域的面积(无需写出面积最小的证明过程);

(3)如图 (b),虚线框和 I 和 II 均为边长等于 r_3 的正方形,虚线框 III 和 IV 均为边长等于 r_4 的正方形。在 I、II、III 和 IV 中分别设计一个区域面积最小的匀强磁场,使宽度为 $2r_3$ 的带电粒子流沿 x 轴正方向射入 I 和 II 后汇聚到坐标原点 O ,再经过 III 和 IV 后宽度变为 $2r_4$,并沿 x 轴正方向射出,从而实现带电粒子流的同轴控束。求 I 和 III 中磁场磁感应强度的大小,以及 II 和 IV 中匀强磁场区域的面积(无需写出面积最小的证明过程)。

14. (15 分)

如图,竖直平面内一足够长的光滑倾斜轨道与一长为 L 的水平轨道通过一小段光滑圆弧平滑连接,水平轨道右下方有一段弧形轨道 PQ。质量为 m 的小物块 A 与水平轨道间的动摩擦因数为 μ 。以水平轨道末端 O 点为坐标原点建立平面直角坐标系 xOy , x 轴的正方向水平向右, y 轴的正方向竖直向下,弧形轨道 P 端坐标为 $(2\mu L, \mu L)$,Q 端在 y 轴上。重力加速度为 g 。



(1)若 A 从倾斜轨道上距 x 轴高度为 $2\mu L$ 的位置由静止开始下滑,求 A 经过 O 点时的速度大小;

(2)若 A 从倾斜轨道上不同位置由静止开始下滑,经过 O 点落在弧形轨道 PQ 上的动能均相同,求 PQ 的曲线方程;

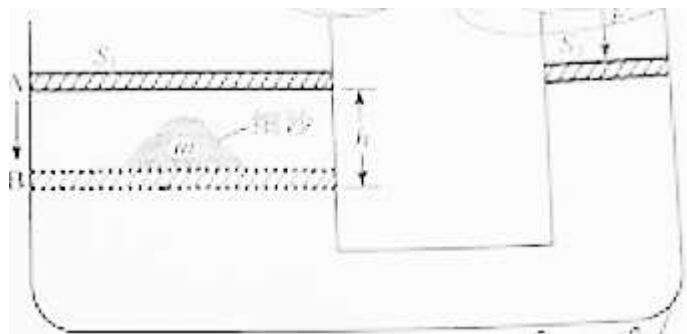
(3)将质量为 λm (λ 为常数且 $\lambda \geq 5$) 的小物块 B 置于 O 点, A 沿倾斜轨道由静止开始下滑,与 B 发生弹性碰撞(碰撞时间极短),要使 A 和 B 均能落在弧形轨

道上，且 A 落在 B 落点的右侧，求 A 下滑的初始位置距 x 轴高度的取值范围。

(二)选考题：共 13 分。请考生从两道题中任选一题作答。如果多做，则按第一题计分。

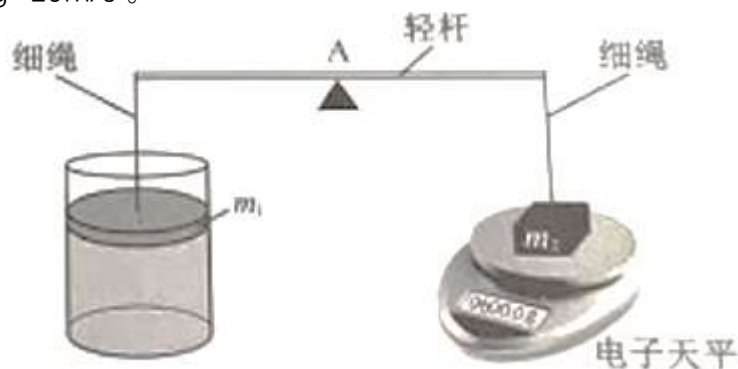
15.[物理－选修 3-3](13 分)

(1)(5 分) 如图，两端开口、下端连通的导热汽缸，用两个轻质绝热活塞（截面积分别为 S_1 和 S_2 ）封闭一定质量的理想气体，活塞与汽缸壁间无摩擦。在左端活塞上缓慢加细沙，活塞从 A 下降 h 高度到 B 位置时，活塞上细沙的总质量为 m ，在此过程中，用外力 F 作用在右端活塞上，使活塞位置始终不变，整个过程环境温度和大气压强(P_0)保持不变，系统始终处于平衡状态，重力加速度为 g 。下列说法正确的是____。(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)



- A. 整个过程，外力 F 做功大于 0, 小于 mgh
- B. 整个过程，理想气体的分子平均动能保持不变
- C. 整个过程，理想气体的内能增大
- D. 整个过程，理想气体向外界释放的热量小于 $(P_0 S_1 h + mgh)$
- E. 左端活塞到达 B 位置时，外力 F 等于 $\frac{mgS_2}{S_1}$

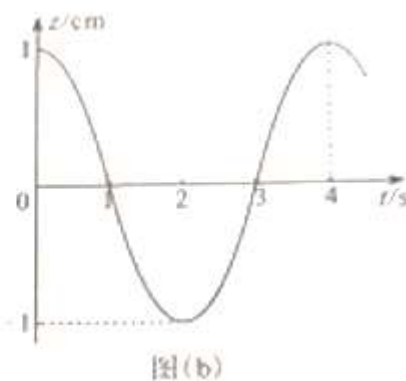
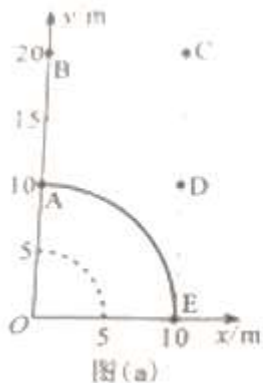
(2)(8 分) 小赞同学设计了一个用电子天平测量环境温度的实验装置如图所示。导热汽缸开口向上并固定在桌面上用质量 $m_1=600g$ 、截面积 $S=20cm^2$ 的活塞封闭一定质量的理想气体，活塞与汽缸壁间无摩擦。一轻质直杆中心置于固定支点 A 上，左端用不可伸长的细绳竖直悬挂活塞，右端用相同细绳 A 细绳同细绳竖直悬挂一个质量 $m_2=1200g$ 的铁块，并将铁块放置到电子天平上。当电子天平示数为 $600.0g$ 时，测得环境温度 $T_1=300K$ 。设外界大气压强 $P_0=1.0 \times 10^5 Pa$ ，重力加速度 $g=10m/s^2$ 。



- (i) 当电子天平示数为 $400.0g$ 时，环境温度 T_2 为多少？
- (ii) 该装置可测量的最高环境温度 T_{max} 为多少？

16. 【物理一选修 3-4】(13 分)

(1) (5 分) 均匀介质中, 波源位于 O 点的简谐横波在 xOy 水平面内传播, 波面为圆, $t=0$ 时刻, 波面分布如图(a)所示, 其中实线表示波峰, 虚线表示相邻的波谷. A 处质点的振动图像如图(b)所示, z 轴正方向竖直向上。下列说法正确的是_____。(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)



- A. 该波从 A 点传播到 B 点, 所需时间为 $4s$
- B. $t=6s$ 时, B 处质点位于波峰
- C. $t=8s$ 时, C 处质点振动速度方向竖直向上
- D. $t=10s$ 时, D 处质点所受回复力方向竖直向上
- E. E 处质点起振后, $12s$ 内经过的路程为 $12cm$

(2) (8 分) 我国古代著作《墨经》中记载了小孔成倒像的实验, 认识到光沿直线传播. 身高 $1.6m$ 的人站在水平地面上, 其正前方 $0.6m$ 处的竖直木板墙上有一个圆柱形孔洞, 直径为 $1.0cm$ 、深度为 $1.4cm$, 孔洞距水平地面的高度是人身高的一半。此时, 由于孔洞深度过大, 使得成像不完整, 如图所示。现在孔洞中填充厚度等于洞深的某种均匀透明介质, 不考虑光在透明介质中的反射。

(I) 若该人通过小孔能成完整的像, 透明介质的折射率最小为多少?

(II) 若让掠射进入孔洞的光能成功出射, 透明介质的折射率最小为多少?