

湖南省 2021 年普通高中学业水平选择性考试

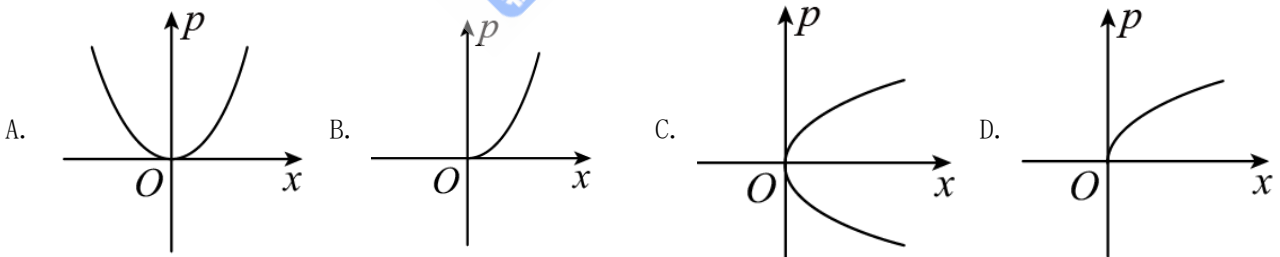
物理

注意事项：

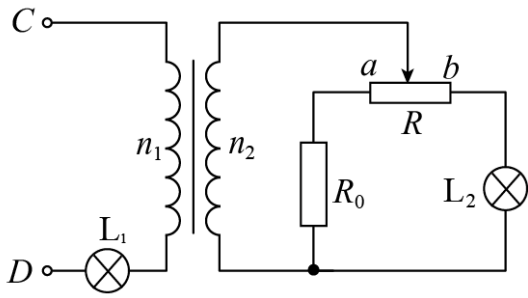
- 1.答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在本试卷和答题卡上。
- 2.回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
- 3.考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

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（ ）



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（ $F_{\text{阻}} = kv$ ， 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 $\frac{3}{4}v_m$



- 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 $\left(\frac{16}{17}\right)^2$ 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 ()

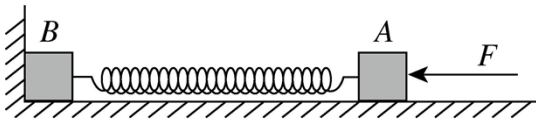


图 (a)

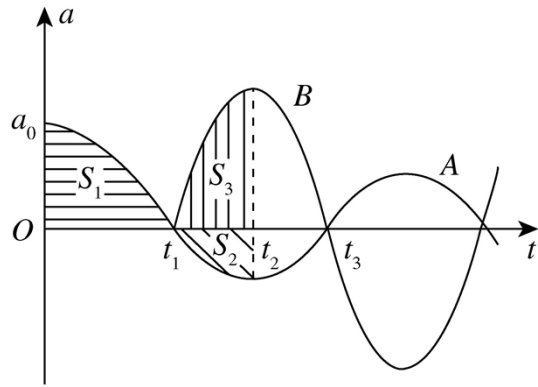
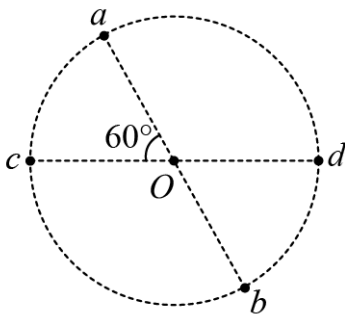


图 (b)

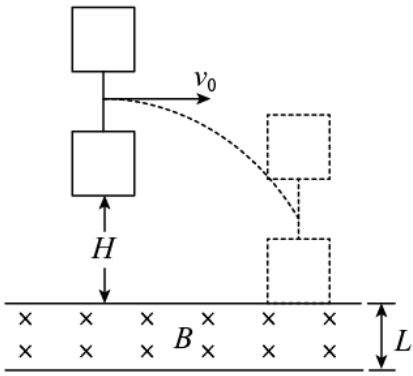
- A. 0 到 t_1 时间内, 墙对 B 的冲量等于 $m_A v_0$
- B. $m_A > m_B$
- C. B 运动后, 弹簧的最大形变量等于 x
- D. $S_1 - S_2 = S_3$

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, 构成如图所示的组合物。距离组合物下底边 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。把该组合物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 ()

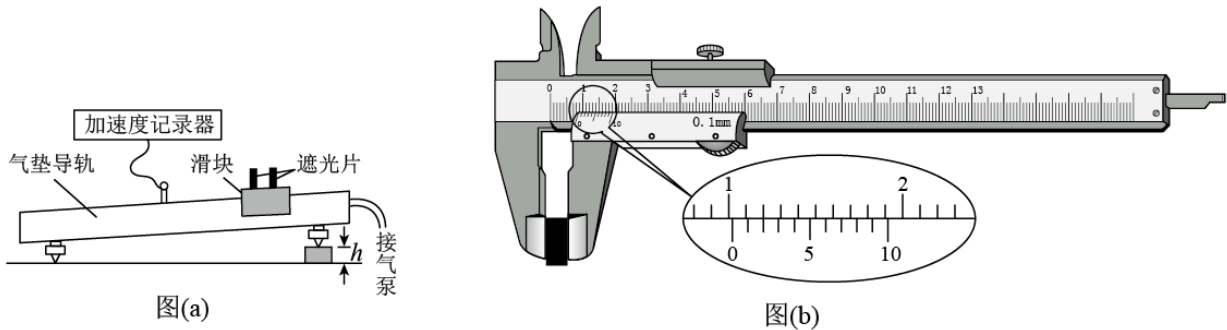


- A. B 与 v_0 无关, 与 \sqrt{H} 成反比
- B. 通过磁场的过程中, 金属框中电流的大小和方向保持不变
- C. 通过磁场的过程中, 组合体克服安培力做功的功率与重力做功的功率相等
- D. 调节 H 、 v_0 和 B , 只要组合体仍能匀速通过磁场, 则其通过磁场的过程中产生的热量不变

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. 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：

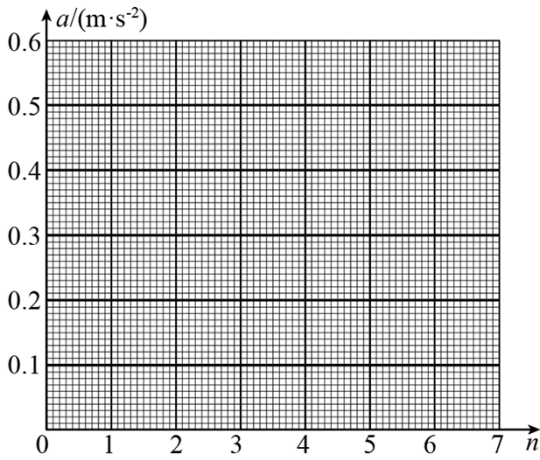


- (1) 用游标卡尺测量垫块厚度 h , 示数如图 (b) 所示, $h =$ _____ cm;
- (2) 接通气泵, 将滑块轻放在气垫导轨上, 调节导轨至水平;
- (3) 在右支点下放一垫块, 改变气垫导轨的倾斜角度;
- (4) 在气垫导轨合适位置释放滑块, 记录垫块个数 n 和滑块对应的加速度 a ;
- (5) 在右支点下增加垫块个数 (垫块完全相同), 重复步骤 (4), 记录数据如下表:

n	1	2	3	4	5	6
-----	---	---	---	---	---	---

$(a / \text{m} \cdot \text{s}^{-2})$	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_____。

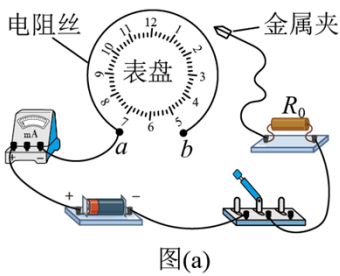


图(c)

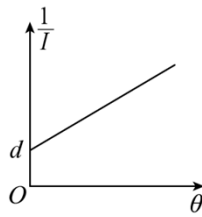
如果表中缺少的第 4 组数据是正确的, 其应该是_____ m/s^2 (保留三位有效数字)。

12. 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:



图(a)



图(b)



图(c)

(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 , 设单位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 $E =$ _____, $r =$ _____ (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)；

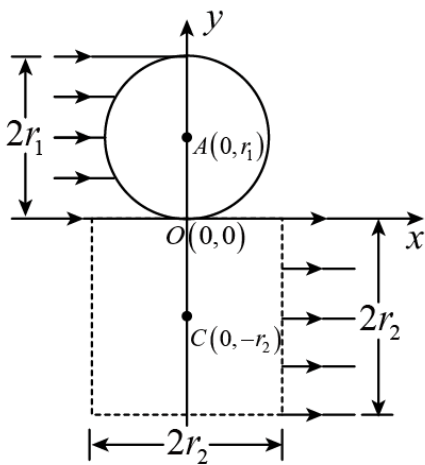
(6) 利用测出的 r_0 ，可得该电池的电动势和内阻。

13. 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。

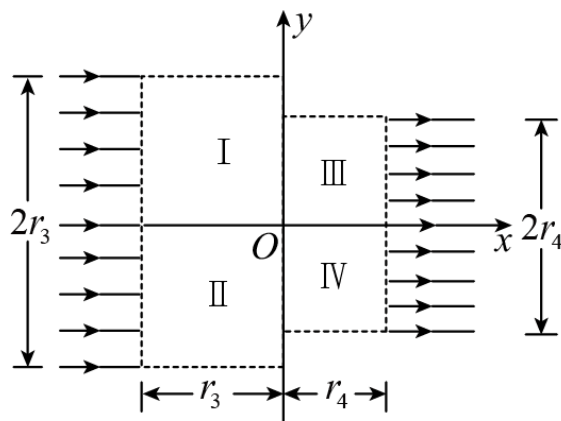
(1) 如图 (a)，宽度为 $2r_1$ 的带电粒子流沿 x 轴正方向射入圆心为 $A(0, r_1)$ 、半径为 r_1 的圆形匀强磁场中，若带电粒子流经过磁场后都汇聚到坐标原点 O ，求该磁场磁感应强度 B_1 的大小；

(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 $C(0, -r_2)O$ 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 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)。



图(a)



图(b)

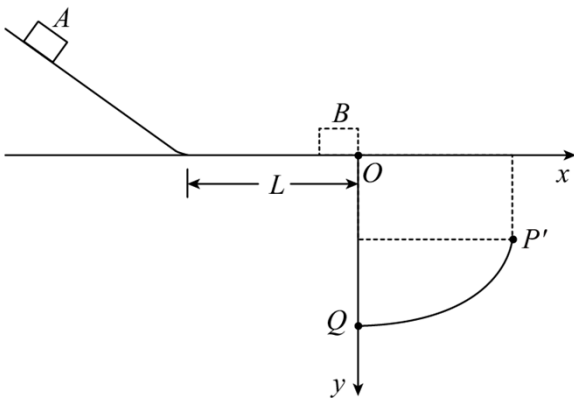
14. 如图，竖直平面内一足够长的光滑倾斜轨道与一长为 L 的水平轨道通过一小段光滑圆弧平滑连接，水平轨道右下方有一段弧形轨道 PQ 。质量为 m 的小物块 A 与水平轨道间的动摩擦因数为 μ 。以水平轨道末端

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 PQ 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；

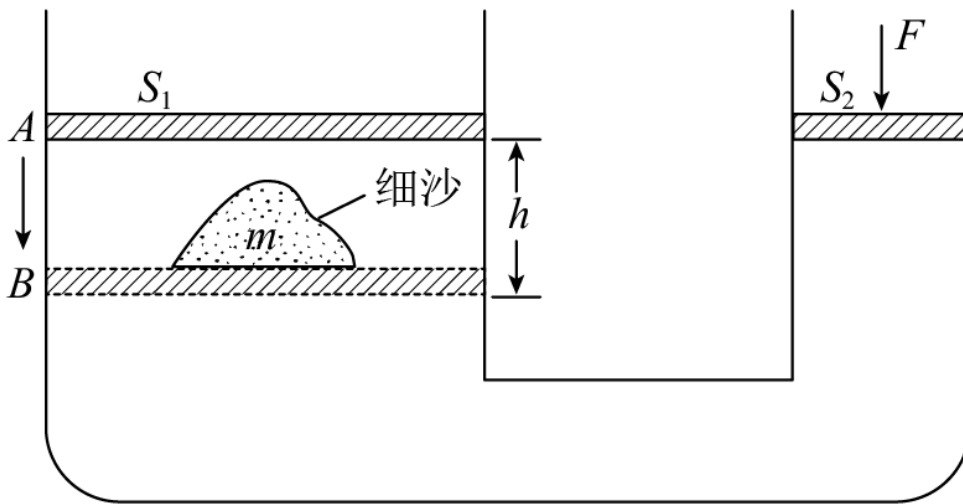
(3) 将质量为 λm (λ 为常数且 $\lambda \geq 5$) 的小物块 B 置于 O 点， A 沿倾斜轨道由静止开始下滑，与 B 发生弹性碰撞 (碰撞时间极短)，要使 A 和 B 均能落在弧形轨道上，且 A 落在 B 落点的右侧，求 A 下滑的初始位置距 x 轴高度的取值范围。



(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。

[物理——选修 3-3]

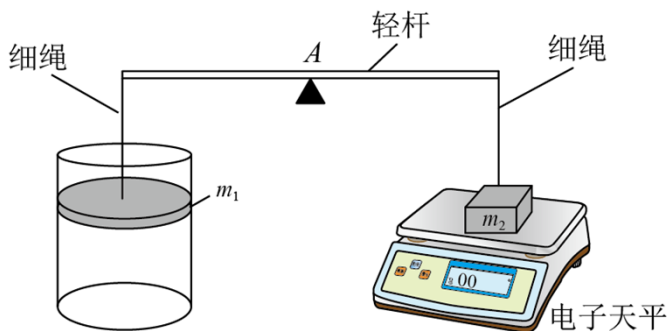
15. 如图，两端开口、下端连通的导热汽缸，用两个轻质绝热活塞 (截面积分别为 S_1 和 S_2) 封闭一定质量的理想气体，活塞与汽缸壁间无摩擦。在左端活塞上缓慢加细沙，活塞从 A 下降 h 高度到 B 位置时，活塞上细沙的总质量为 m 。在此过程中，用外力 F 作用在右端活塞上，使活塞位置始终不变。整个过程环境温度和大气压强 p_0 保持不变，系统始终处于平衡状态，重力加速度为 g 。下列说法正确的是 ()



- 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 $\frac{mgS_2}{S_1}$

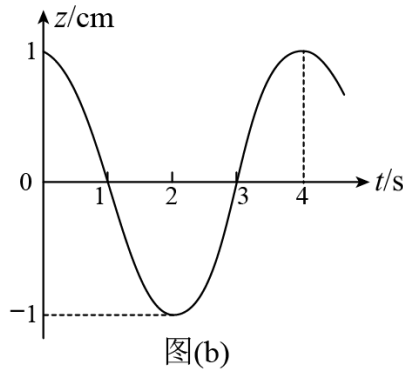
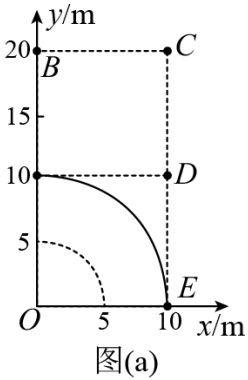
16. 小赞同学设计了一个用电子天平测量环境温度的实验装置，如图所示。导热汽缸开口向上并固定在桌面上，用质量 $m_1 = 600\text{g}$ 、截面积 $S = 20\text{cm}^2$ 的活塞封闭一定质量的理想气体，活塞与汽缸壁间无摩擦。一轻质直杆中心置于固定支点 A 上，左端用不可伸长的细绳竖直悬挂活塞，右端用相同细绳竖直悬挂一个质量 $m_2 = 1200\text{g}$ 的铁块，并将铁块放置到电子天平上。当电子天平示数为 600.0g 时，测得环境温度 $T_1 = 300\text{K}$ 。设外界大气压强 $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ ，重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。

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



[物理——选修 3-4]

17. 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 ()



- A. 该波从 A 点传播到 B 点，所需时间为 4s
- B. $t = 6\text{s}$ 时， B 处质点位于波峰
- C. $t = 8\text{s}$ 时， C 处质点振动速度方向竖直向上
- D. $t = 10\text{s}$ 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

18. 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？

