

# 湖南省 2021 年普通高中学业水平选择性考试

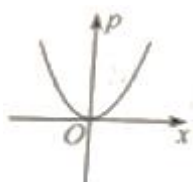
## 物 理

### 注意事项:

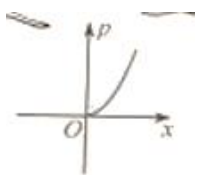
1. 答卷前, 考生务必将自己的姓名、准考证号填写在本试卷和答题卡上。
2. 回答选择题时, 选出每小题答案后, 用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动, 用橡皮擦干净后, 再选涂其他答案标号, 回答非选择题时, 将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
3. 考试结束后, 将本试卷和答题卡一并交回。

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.



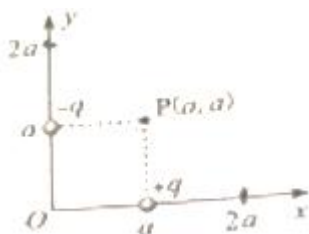
D.

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

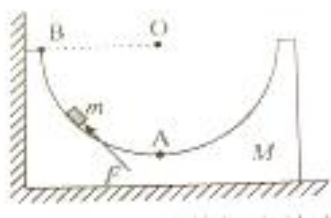
- A. 动车组在匀加速启动过程中，牵引力恒定不变
- B. 若四节动力车厢输出功率均为额定值，则动车组从静止开始做匀加速运动
- C. 若四节动力车厢输出的总功率为 $2.25P$ ，则动车组匀速行驶的速度为 $\frac{3}{4}v_m$
- D. 若四节动力车厢输出功率均为额定值，动车组从静止启动，经过时间 $t$ 达到最大速度 $v_m$ ，则这一过程中该动车组克服阻力做的功为 $\frac{1}{2}mv_m^2 - Pt$

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



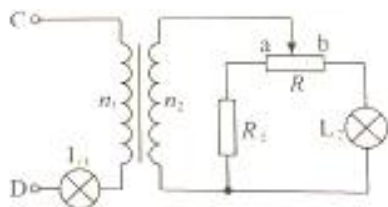
- A.  $(0, 2a)$ ,  $\sqrt{2}q$
- B.  $(0, 2a)$ ,  $2\sqrt{2}q$
- C.  $(2a, 0)$ ,  $\sqrt{2}q$
- D.  $(2a, 0)$ ,  $2\sqrt{2}q$

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。

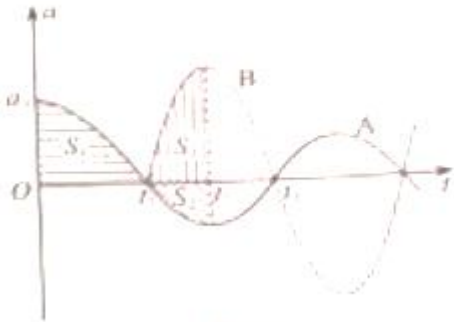
7. 2021 年 4 月 29 日，中国空间站天和核心舱发射升空，准确进入预定轨道。根据任务安排，后续将发射问天实验舱和梦天实验舱，计划 2022 年完成空间站在轨建造。核心舱绕地球飞行的轨道可视为圆轨道，轨道离地面的高度约为地球半径的  $\frac{1}{16}$ ，下列说法正确的是

- 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)

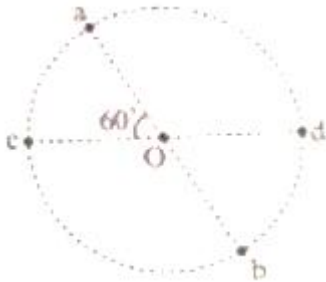
A.0 到  $t_1$  时间内，墙对 B 的冲量等  $m_A v_0$

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



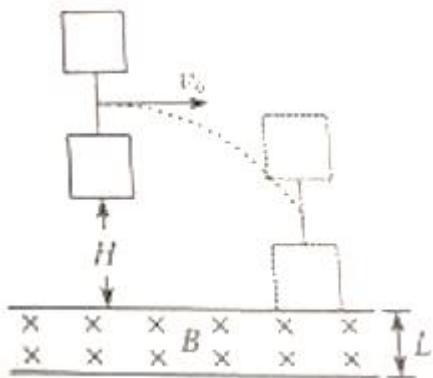
A.该匀强电场的场强方向与 ab 平行

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

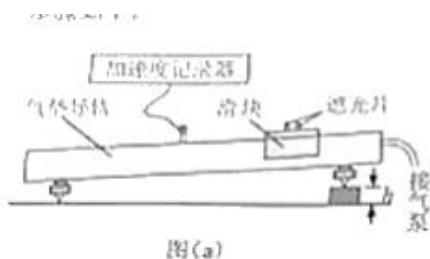
D. 调节 $H$ 、 $v_0$ 和 $B$ , 只要组合体仍能匀速通过磁场, 则其通过磁场的过程中产生的热量不变

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。

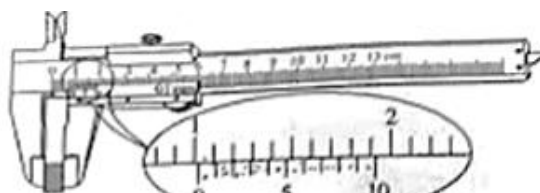
(一) 必考题: 共 43 分。

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,  $h=$ \_\_\_\_\_cm;

(2)接通气泵, 将滑块轻放在气垫导轨上, 调节导轨至水平;

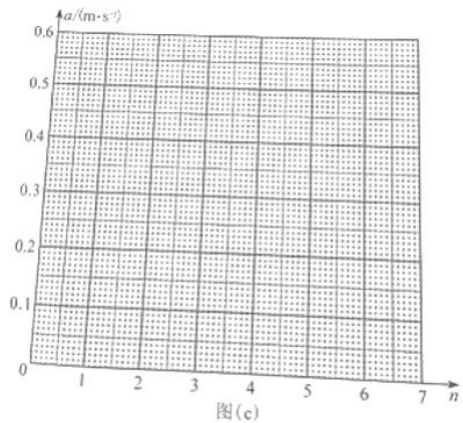
(3)在右支点下放一垫块, 改变气垫导轨的倾斜角度;

(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。

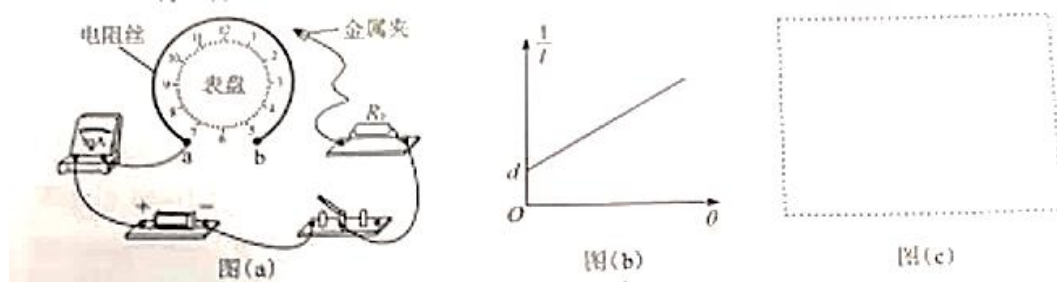


如果表中缺少的第4组数据是正确的，其应该是\_\_\_\_\_m/s<sup>2</sup>(保留三位有效数字)。

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 $\theta$ 和电流表示数 $I$ ，得到多组数据：

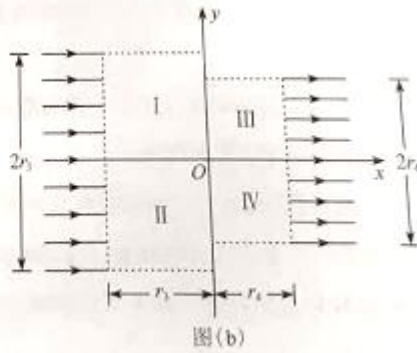
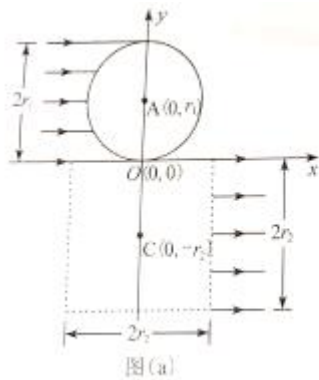
(4)整理数据并在坐标纸上描点绘图，所得图像如图(b)所示，图线斜率为 $k$ ，与纵轴截距为 $d$ ，设单角度对应电阻丝的阻值为 $r_0$ ，该电池电动势和内阻可表示为 $E=_____$ ， $r=_____$ (用 $R_0$ 、 $R_A$ 、 $k$ 、 $d$ 、 $r_0$ 表示)

(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. (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。



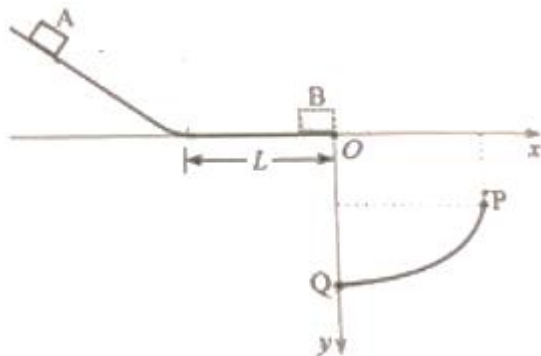
(1)如图 (a),宽度为  $2r_1$ 的带电粒子流沿  $x$  轴正方向射入圆心为  $A(0, r_1)$ ,半径为  $r_1$ 的圆形匀强磁场中,若带电粒子流经过磁场后都汇聚到坐标原点  $O$ ,求该磁场磁感应强度  $B_1$ 的大小:

(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  $C(0, -r_2)$ 。在该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  $\mu$ 。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  $g$ 。



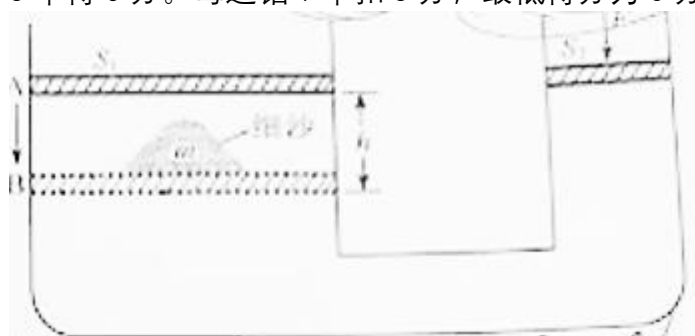
(1)若  $A$  从倾斜轨道上距  $x$  轴高度为  $2\mu L$  的位置由静止开始下滑,求  $A$  经过  $O$  点时的速度大小;

(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  $\lambda m$  ( $\lambda$  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。

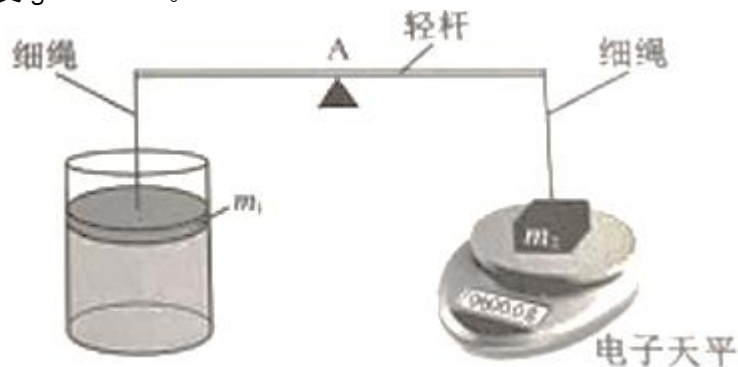
15. [物理—选修 3-3] (13 分)

(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 and 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  $g = 10m/s^2$ 。



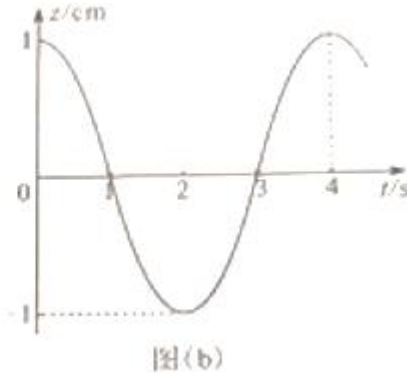
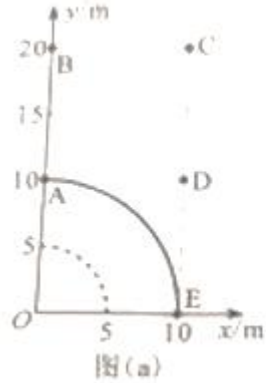
(i) 当电子天平示数为  $400.0g$  时, 环境温度  $T_2$  为多少?



(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?