

湖南省 2021 年普通高中学业水平选择性考试

物 理

注意事项:

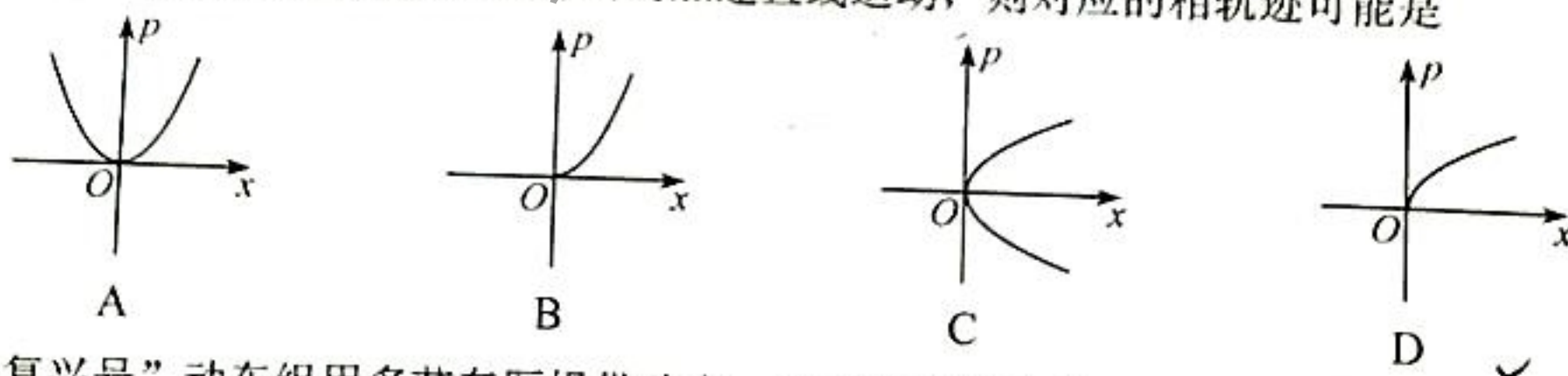
1. 答卷前, 考生务必将自己的姓名、准考证号填写在本试卷和答题卡上。
2. 回答选择题时, 选出每小题答案后, 用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动, 用橡皮擦干净后, 再选涂其他答案标号。回答非选择题时, 将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
3. 考试结束后, 将本试卷和答题卡一并交回。

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

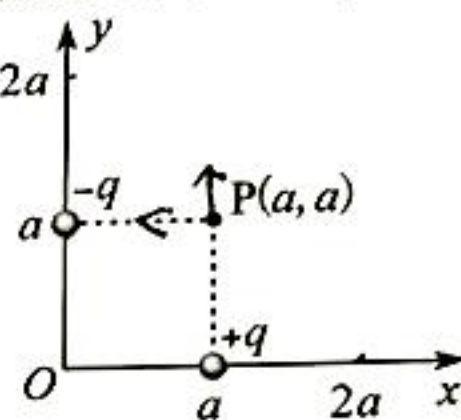
2. 物体的运动状态可用位置 x 和动量 p 描述, 称为相, 对应 $p-x$ 图像中的一个点。物体运动状态的变化可用 $p-x$ 图像中的一条曲线来描述, 称为相轨迹。假如一质点沿 x 轴正方向做初速度为零的匀加速直线运动, 则对应的相轨迹可能是



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

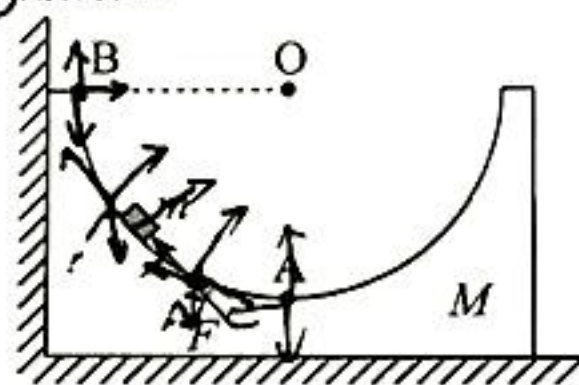
- A. 动车组在匀加速启动过程中, 牵引力恒定不变
- B. 若四节动力车厢输出功率均为额定值, 则动车组从静止开始做匀加速运动
- C. 若四节动力车厢输出的总功率为 $2.25P$, 则动车组匀速行驶的速度为 $\frac{3}{4}v_m$
- D. 若四节动力车厢输出功率均为额定值, 动车组从静止启动, 经过时间 t 达到最大速度 v_m , 则这一过程中该动车组克服阻力做的功为 $\frac{1}{2}mv_m^2 - Pt$

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



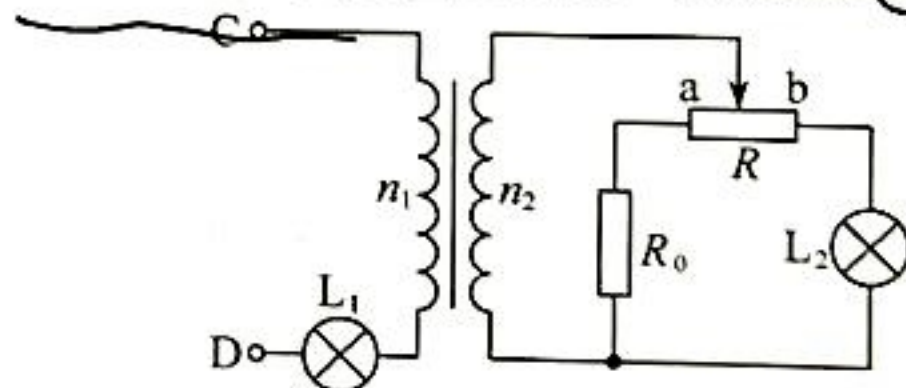
- A. $(0, 2a), \sqrt{2}q$ ✓ B. $(0, 2a), 2\sqrt{2}q$
C. $(2a, 0), \sqrt{2}q$ D. $(2a, 0), 2\sqrt{2}q$

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 7.9 km/s ✓
C. 核心舱在轨道上飞行的周期小于 24 h ✓
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



图 (a)

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

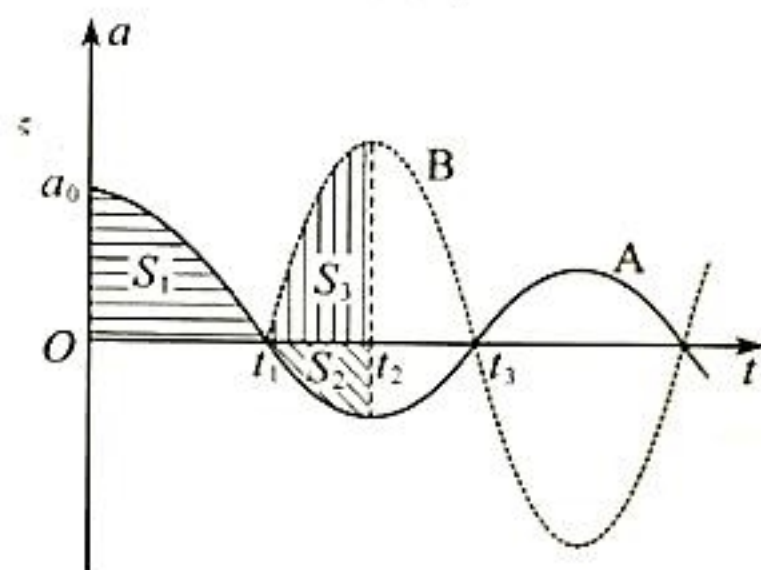


图 (b)

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. $S_1 - S_2 = S_3$

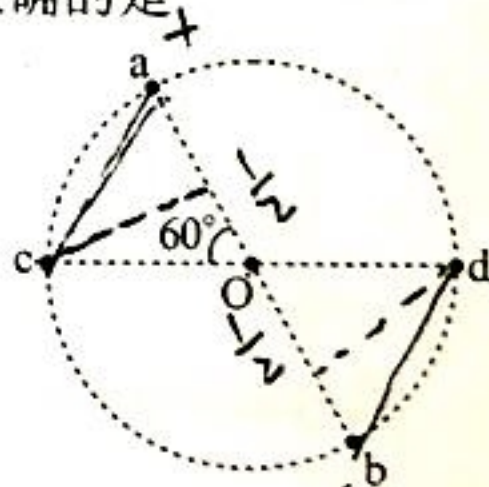
9. 如图, 圆心为 O 的圆处于匀强电场中, 电场方向与圆平面平行, ab 和 cd 为该圆直径。将电荷量为 q ($q > 0$) 的粒子从 a 点移动到 b 点, 电场力做功为 $2W$ ($W > 0$); 若将该粒子从 c 点移动到 d 点, 电场力做功为 W 。下列说法正确的是

A. 该匀强电场的场强方向与 ab 平行

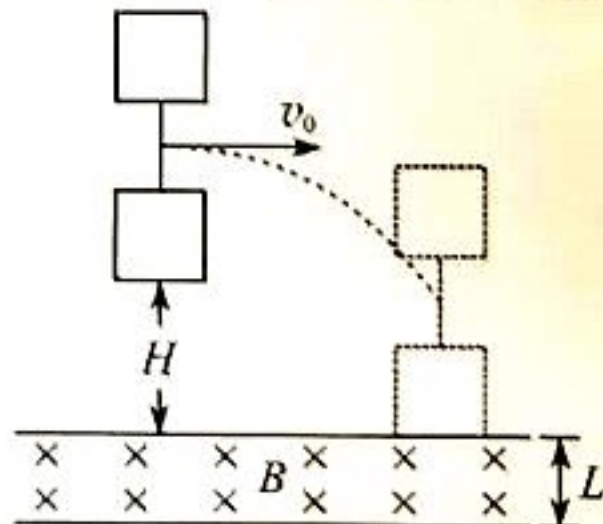
B. 将该粒子从 d 点移动到 b 点, 电场力做功为 $0.5W$

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, 组合物克服安培力做功的功率与重力做功的功率相等

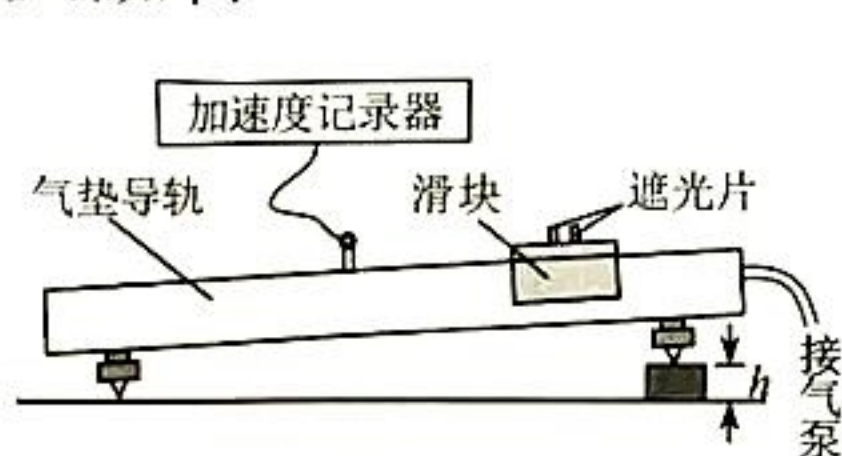
D. 调节 H 、 v_0 和 B , 只要组合物仍能匀速通过磁场, 则其通过磁场的过程中产生的热量不变

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。

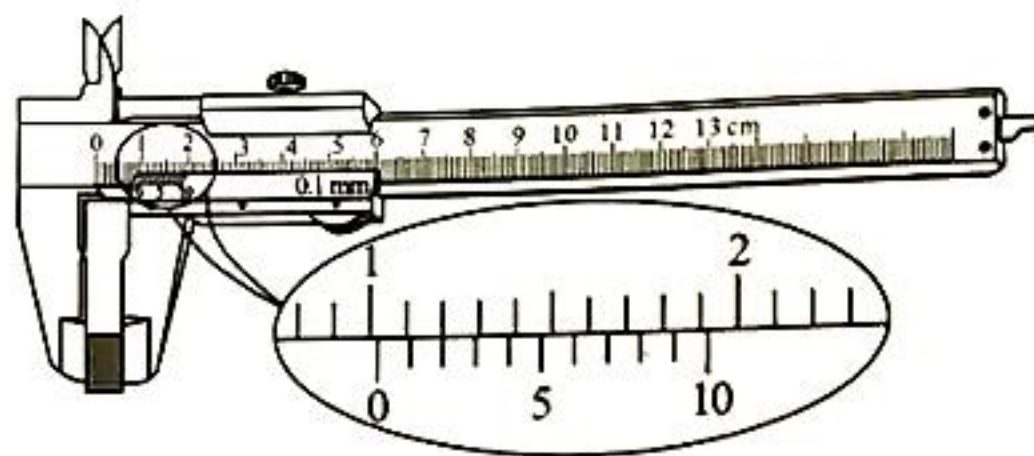
(一) 必考题：共 43 分。

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)

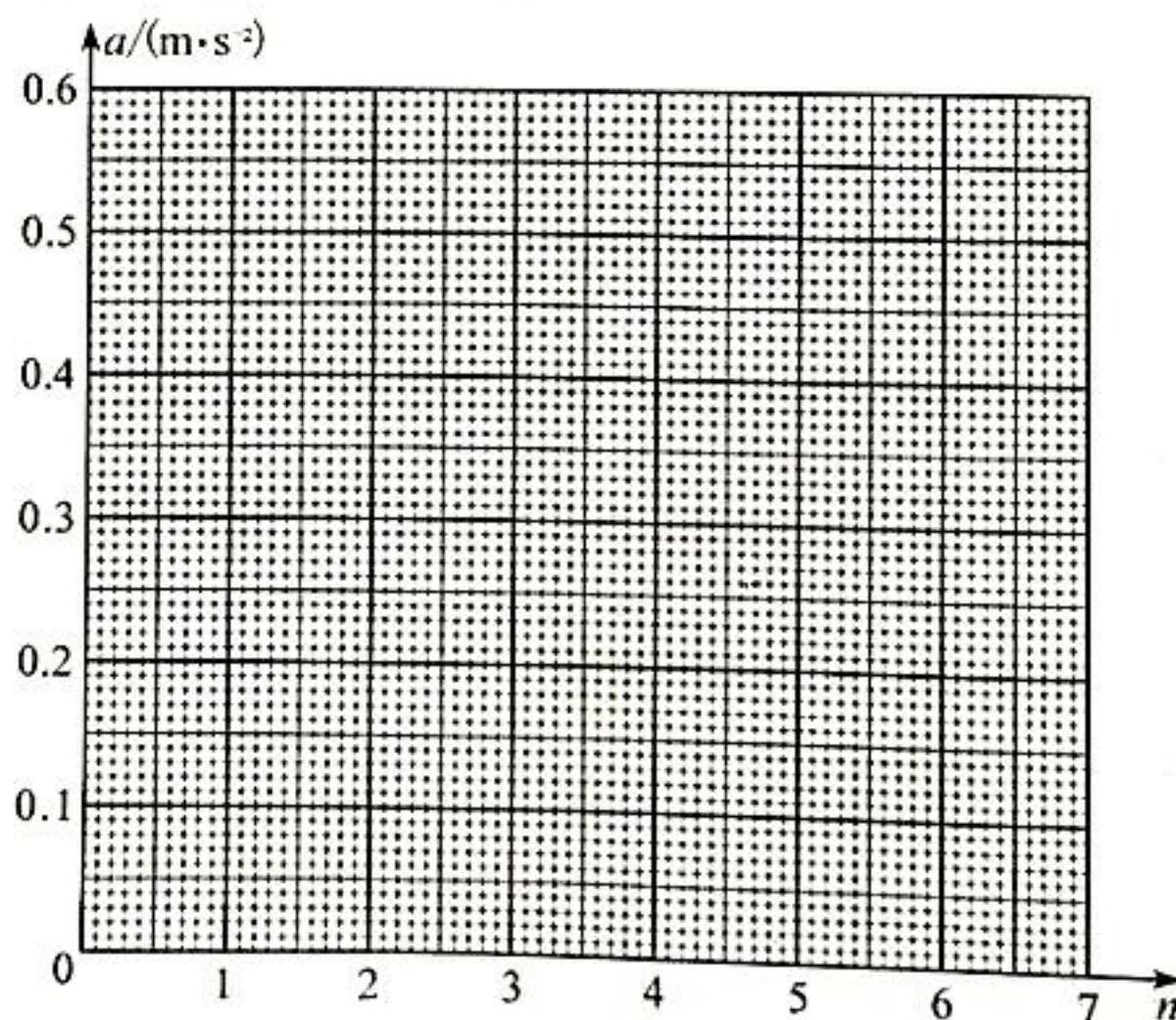


图(b)

- (1) 用游标卡尺测量垫块厚度 h ，示数如图 (b) 所示， $h = 1.20$ 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。



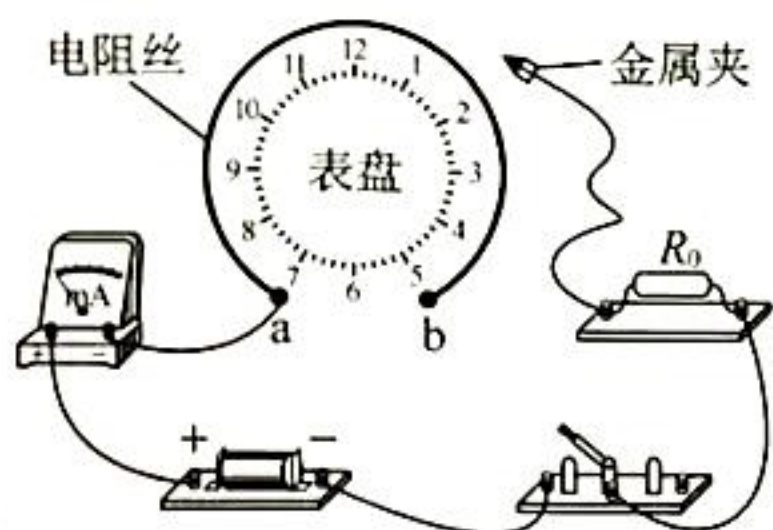
图(c)

如果表中缺少的第 4 组数据是正确的，其应该是 0.343 m/s^2 (保留三位有效数字)。

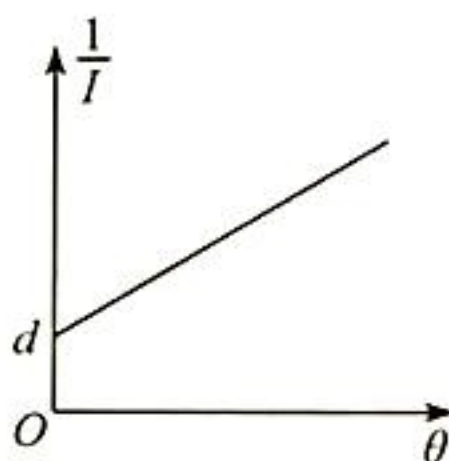
12. (9 分)

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；



图(a)



图(b)



图(c)

(2) 开关闭合前，金属夹应夹在电阻丝的 b 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；

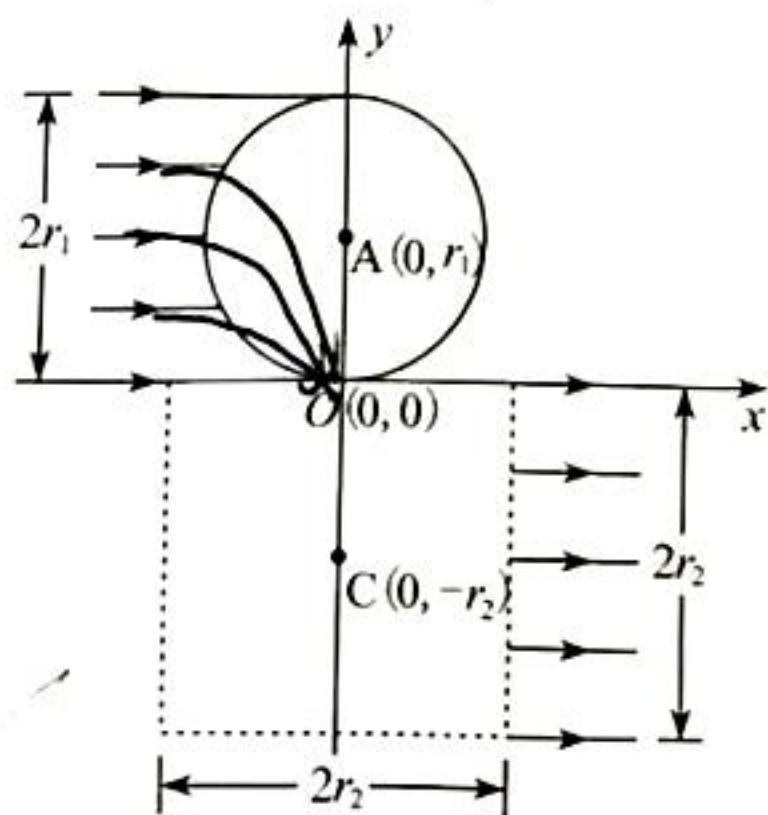
(4) 整理数据并在坐标纸上描点绘图，所得图像如图 (b) 所示，图线斜率为 k ，与纵轴截距为 d ，设单位角度对应电阻丝的阻值为 r_0 ，该电池电动势和内阻可表示为 $E = \frac{r_0 + R_0 + R_A}{d}$ ， $r = \frac{d}{k} - R_0 - R_A$ （用 R_0 、 R_A 、 k 、 d 、 r_0 表示）

(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)

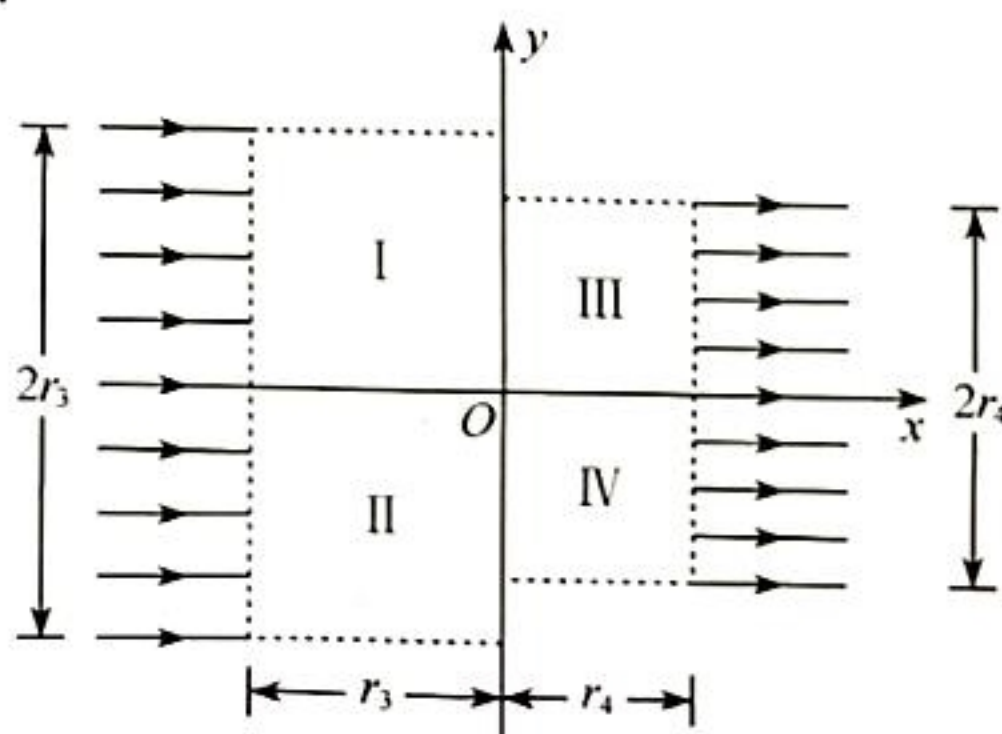
带电粒子流的磁聚焦和磁控束是薄膜材料制备的关键技术之一。带电粒子流（每个粒子的质量为 m 、电荷量为 $+q$ ）以初速度 v 垂直进入磁场，不计重力及带电粒子之间的相互作用。对处在 xOy 平面内的粒子，求解以下问题。



图(a)

$$mg = Bqv$$

$$B = mg$$



图(b)

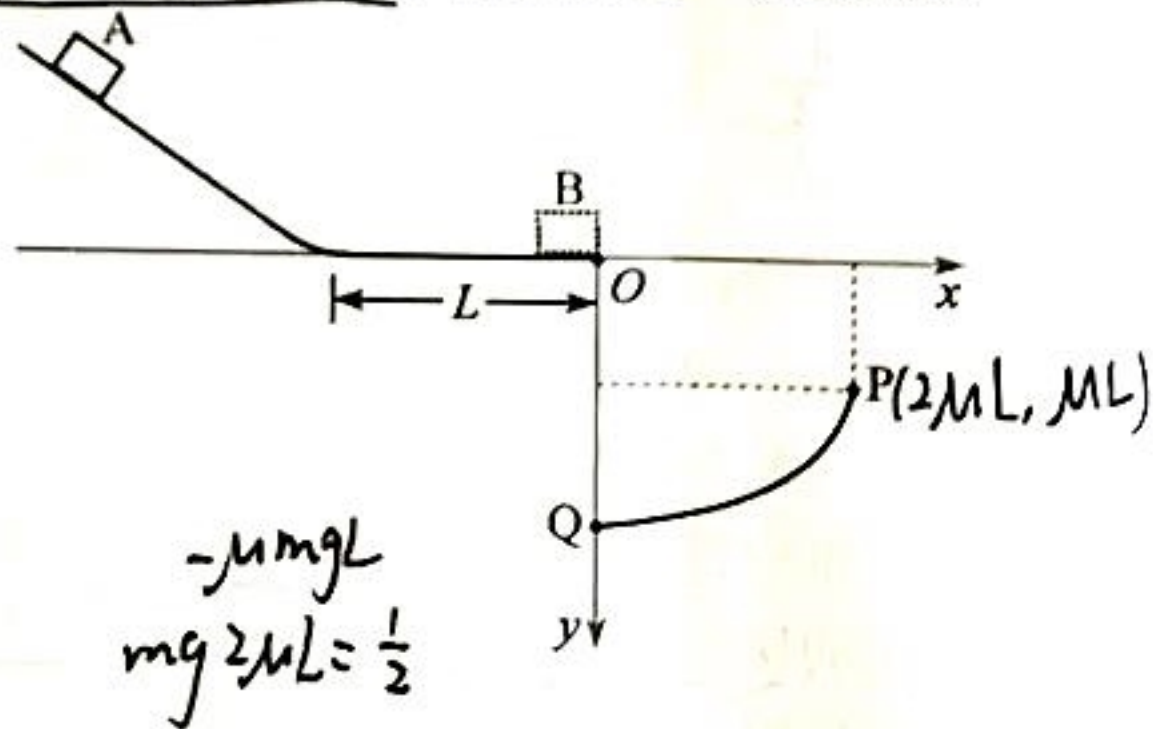
(1) 如图 (a), 宽度为 $2r_1$ 的带电粒子流沿 x 轴正方向射入圆心为 $A(0, r_1)$ 、半径为 r_1 的圆形匀强磁场中, 若带电粒子流经过磁场后都汇聚到坐标原点 O , 求该磁场磁感应强度 B_1 的大小;

(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 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 。



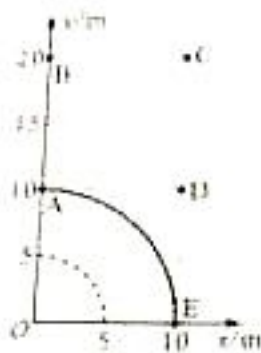
(1) 若 A 从倾斜轨道上距 x 轴高度为 $2\mu L$ 的位置由静止开始下滑, 求 A 经过 O 点时的速度大小;

(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;

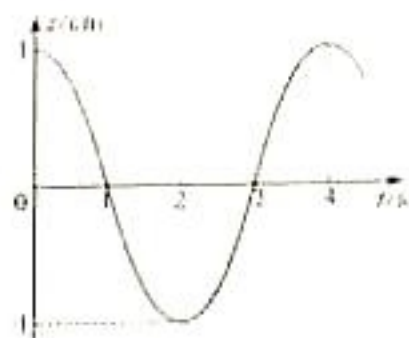
(3) 将质量为 λm (λ 为常数且 $\lambda \geq 5$) 的小物块 B 置于 O 点, A 沿倾斜轨道由静止开始下滑, 与 B 发生弹性碰撞 (碰撞时间极短), 要使 A 和 B 均能落在弧形轨道上, 且 A 落在 B 落点的右侧, 求 A 下滑的初始位置距 x 轴高度的取值范围。

16. [物理——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 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， t 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)



图(a)



图(b)

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

(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？