

2024—2025 学年下学期
东北师大附中 **(物理) 科试卷**
高三年级第四次模拟考试

满分： 100 分 考试时长： 75 分钟

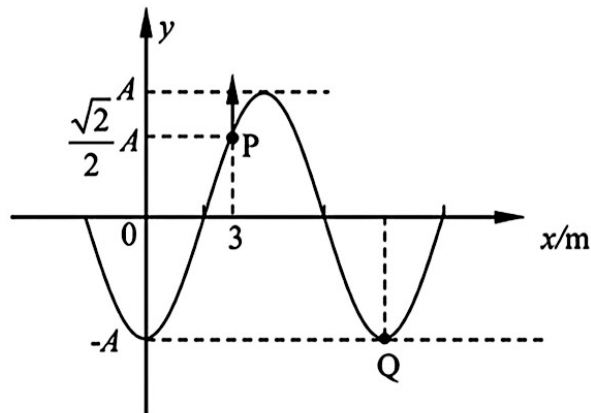
注意事项：

1. 答题前，考生须将自己的姓名、班级、考场/座位号填写在答题卡指定位置上，并粘贴条形码。
 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，再选涂其它答案标号。
 3. 回答非选择题时，请使用 0.5 毫米黑色字迹签字笔将答案写在答题卡各题目的答题区域内，超出答题区域或在草稿纸、本试卷上书写的答案无效。
 4. 保持卡面清洁，不要折叠、不要弄皱、弄破，不准使用涂改液、修正带、刮纸刀。
- 一、选择题：本题共 10 小题，共 46 分。第 1~7 题只有一项符合题目要求，每小题 4 分；第 8~10 题有多项符合题目要求，每小题 6 分，全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。**

1. 2024 年底，哈工大取得了 EUV 光刻机光源技术的重大突破，可直接利用电能生成等离子体，产生波长 13.5 纳米的极紫外光，为 EUV 光刻机的国产化打下了坚实的基础。市面上另一种 DUV 光刻机使用的光源为深紫外光，波长为 193 纳米或 248 纳米。关于波长为 13.5 纳米的极紫外光和波长为 193 纳米的深紫外光，下列说法中正确的是
A. 极紫外光的光子的能量比深紫外光的小
B. 极紫外光的光子的动量比深紫外光的大
C. 在同一介质中极紫外光的传播速度比深紫外光的大
D. 原子核衰变时，可以直接放出极紫外光
2. 下列说法中正确的是
A. 同一电荷在电势越高处电势能一定越大
B. 某位置的通电导线不受安培力时，该位置的磁感应强度一定为 0
C. 某位置的点电荷不受电场力时，该位置的电场强度一定为 0
D. 仅增大 LC 振荡电路中线圈的自感系数，则该电路电磁振荡的频率增大
3. 一质点做匀变速直线运动，在某段时间内其初速度和末速度的方向相反，大小之比为 2: 3，则在这段时间内路程与位移的大小之比为
A. 9: 4
B. 27: 8
C. 9: 5
D. 13: 5

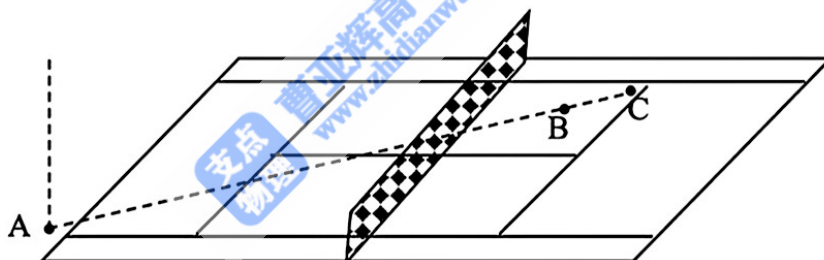
4. 一列简谐横波沿 x 轴传播某时刻的波形图如图所示，图中 P 质点的横坐标为 3m ，纵坐标为 $\frac{\sqrt{2}}{2}A$ (A 为波的振幅)，此时速度

方向沿 y 轴正方向；Q 质点的纵坐标为 $-A$ ，已知从此时刻起经时间 0.5s ，P、Q 两质点离开平衡位置的位移第一次相同，则此列波的传播速度的大小为

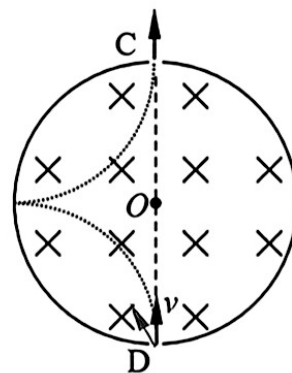


- A. 3m/s
- B. 4m/s
- C. 5m/s
- D. 6m/s

5. 在 2024 年巴黎奥运会上，中国女子网球运动员郑钦文获得单打金牌，取得了历史性突破。郑钦文拥有极高的发球技术，常常发出角度刁钻、速度极快而使对方无法回接的 ACE 球。现将运动员发出的网球在空中的运动视为平抛运动，如图所示，某次在 A 点正上方某高度发出的球擦着球网在对方场地的落点为 B，若仍在 A 点正上方发球，要求发出的球擦着球网在对方场地的落点为 C，则需要

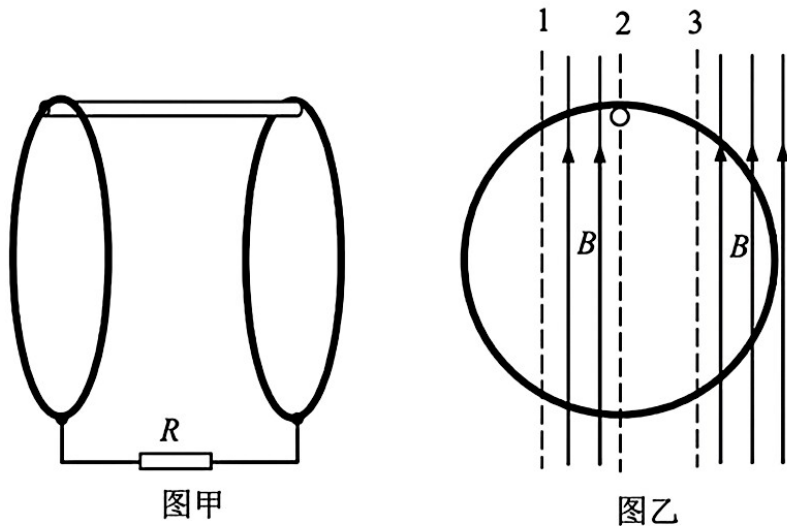


- A. 减小抛出点高度的同时减小初速度的大小
 - B. 增大抛出点高度的同时增大初速度的大小
 - C. 减小抛出点高度的同时增大初速度的大小
 - D. 增大抛出点高度的同时减小初速度的大小
6. 如图所示，有一个弹性绝缘材料制成的圆筒，沿一条直径开有正对的两孔 C 和 D，筒内有匀强磁场，有一不计重力的带正电的粒子从 D 孔以大小为 v 的速度正对圆心入射，与筒壁发生一次弹性碰撞后从 C 孔飞出圆筒，粒子与筒壁碰撞时垂直于筒壁方向的速度等大反向，沿筒壁方向的速度不变。现改变粒子从 D 孔入射的方向，使入射的方向与 CD 成 30° 角，为使粒子与筒壁发生两次弹性碰撞后仍能从 C 孔飞出，则粒子的速度的大小为



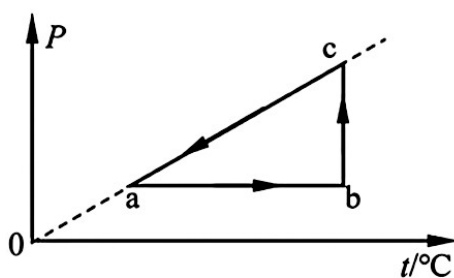
- A. $\frac{\sqrt{3}}{3}v$
- B. $\frac{\sqrt{3}}{2}v$
- C. $\frac{\sqrt{6}}{6}v$
- D. v

7. 如图甲所示，两电阻不计的导体圆环相距为 d 、固定平行放置，圆心的连线与圆环面垂直，圆环间接有阻值为 R 的定值电阻，一根不计电阻、长为 d 的均匀导体棒与位于圆环内侧与圆心连线平行，在空间中加上磁感应强度大小为 B 的匀强磁场，其分布区域如图乙所示（乙图为侧视图），图中 1、2、3 为三条平行的边界线，2 与圆环的直径重合，1、2 间和 2、3 间的距离均为圆环半径的一半，磁场的方向与边界平行。用外力让导体棒紧靠圆环内侧以大小为 v 的速度做匀速圆周运动，则 R 的电功率为



- A. $\frac{B^2 d^2 v^2}{4R}$ B. $\frac{B^2 d^2 v^2}{3R}$ C. $\frac{B^2 d^2 v^2}{3R}$ D. $\frac{B^2 d^2 v^2}{R}$

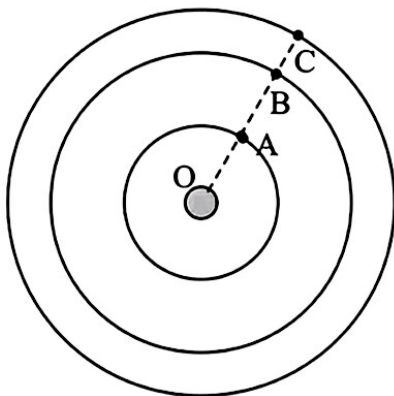
8. 如图所示，为一定质量的理想气体从状态 a 经过状态 b 和状态 c 又回到状态 a 的过程中压强和摄氏温度变化的过程图。其中 ca 的延长线过坐标原点，ab 平行于横轴，bc 平行于纵轴，则下列说法中正确的是



- A. 状态 a 的体积与状态 c 的体积相等
 B. 从状态 a 到状态 b 的过程中，外界对气体做功
 C. 从状态 b 到状态 c 的过程中，气体放出热量
 D. 从状态 c 到状态 a 的过程中，气体分子单位时间与单位面积器壁碰撞的次数减少
9. 2025 年 2 月至 3 月间，天文爱好者都在热议太阳系中的“七星连珠”，是指由于各行星绕太阳的周期不同，会每隔一段时间出现七颗行星在一直线上。如图所示，A、B、C 三颗星体绕一中心天体 O 在同一平面内、半径不同的圆周轨道顺时针做匀速圆周运

动，已知 A、B、C 运动的线速度之比为 $1:\frac{1}{\sqrt{3}}:\frac{1}{\sqrt{5}}$ ，A 运动的周期为 T ，某时刻 O、

A、B、C 四者共线且 A、B、C 在 O 点同侧，则从此时开始



- A. A、B 间距离相邻两次最短的时间小于 B、C 间距离相邻两次最短的时间
- B. A、B 间距离相邻两次最短的时间大于 B、C 间距离相邻两次最短的时间
- C. 再次出现 O、A、B、C 四者共线且 A、B、C 在 O 点同侧的最短时间为 $15T$
- D. 再次出现 O、A、B、C 四者共线且 A、B、C 在 O 点同侧的最短时间为 $7.5T$

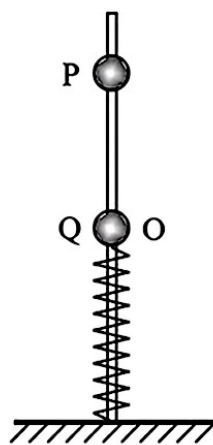
10. 如图所示，一足够长的竖直光滑杆固定在水平地面上，杆上穿有小球 P 和 Q，一劲度系数为 k 的轻弹簧套在杆上，弹簧下端固定，上端与质量为 m 的小球 Q 连在一起，小球 Q 静止时所在位置为 O。另一质量也为 m 的小球 P 从距 O 点某距离位置由静止开始下落，与小球 Q 发生瞬间碰撞后一起（不粘连）向下运动，两球均可视为质点，在运动过程中，弹簧的形变量始终在弹性限度内，且两小球恰好能始终不分离。已知弹簧的形变量为 x 时，

弹性势能为 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ ，重力加速度为 g ，不计空气阻力。则

- A. 碰撞后两球一起向下运动的过程中加速度大小一直变大
- B. P 释放时离 O 点的距离为 $\frac{3mg}{k}$
- C. 若碰撞后两球一起做简谐运动的周期为 T ，则它们从 O 点向上到第

一次返回 O 点的时间为 $\frac{T}{4}$

D. 碰撞后两球一起做简谐运动的周期为 T ，则它们从 O 点向上到第一次返回 O 点的时间为 $\frac{T}{3}$

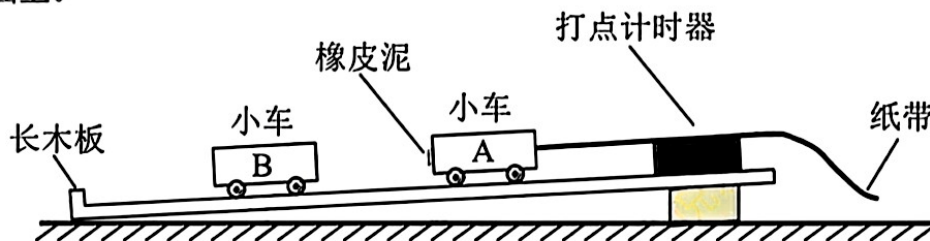


二、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。

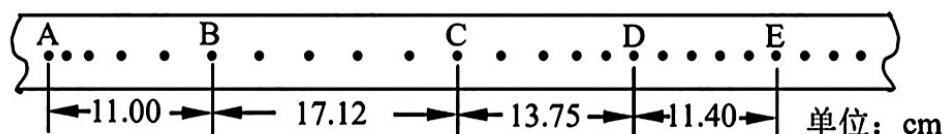
11. (6 分)

某小组同学用如图甲所示的装置验证动量守恒定律，小车 A 前端贴有橡皮泥，后端连接纸带并穿过打点计时器，接通打点计时器的电源后，让小车 A 以某速度做匀速直线运动，与置于木板上静止的小车 B 相碰并粘在一起，继续做匀速直线运动。打点计时器电源的频

率为 50Hz，得到如图乙所示的纸带，A、B、C、D、E 为选取的计数点，各计数点间的距离已标在乙图上。



图甲



图乙

(1) 实验前，_____微调木板的倾斜程度，以平衡摩擦力。(选填“需要”或“不需要”)

(2) 计算两小车碰撞后的速度大小，应选择纸带上的_____段。(选填“BC”、“CD”或“DE”)

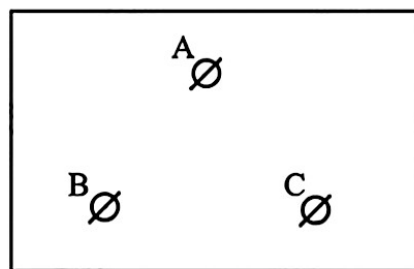
(3) 小车 A 的质量为 0.4kg，小车 B 的质量为 0.2kg，已算出碰前两车的总动量为 0.6848kg·m/s，利用乙图中的数据，碰后两车的总动量为_____kg·m/s。

12. (8 分)

有一个电学黑箱面板上有三个接线柱 A、B 和 C，已知黑箱内只有两个元件，且两个接线柱间只接一个元件，某小组同学进行了如下的操作：

(1) 用多用电表的直流电压档在任意两点间测量，均无示数，说明箱内无电源；

(2) 用多用电表的欧姆档测量：①红、黑表笔在 A、B 间测量，阻值约为 60Ω，反接阻值也约为 60Ω，表明 A、B 间有一阻值约为 60Ω 的定值电阻；②红、黑表笔在 A、C 间测量，指针迅速偏转较大角度后，又慢慢回到阻值无穷大处，反接也是这种现象；③红、黑表笔在 B、C 间测量，指针迅速偏转较大角度后，又慢慢回到阻值无穷大处，反接也是这种现象。表明黑箱内除定值电阻外，另一元件为_____。(选填“二极管”、“电容”或“电感”)



(3) 该小组同学进一步用伏安法测定 A、B 间电阻的阻值 R_x ，实验室提供的器材材料如下：

电源 E (电动势约为 3V)

电流表 A_1 (量程为 0~0.6A，内阻约为 0.1Ω)

电流表 A_2 (量程为 0~0.06A，内阻约为 0.5Ω)

电压表 V (量程为 0~3V，内阻约为 1kΩ)

滑动变阻器 R (阻值范围 0~10Ω)

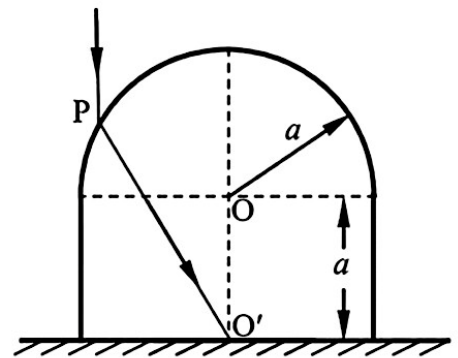
开关 S 及导线若干。

为减小误差和操作方便，电流表应选用_____（选填“ A_1 ”或“ A_2 ”），滑动变阻器采用_____接法（选填“分压”或“限流”），测量电路采用电流表_____法（选填“内接”或“外接”）

13. (10分)

如图所示为用透明介质做成的工件的截面，其上半部分为半径为 a 的半球形，下半部分为半径为 a 、高也为 a 的圆柱体，在图示的平面内，一条光线平行于工件的中心轴线 OO' 从 P 点入射，经折射后刚好射到圆柱底面的中心 O' 点，P 点到中心轴线 OO' 的距离为 $\frac{\sqrt{3}}{2}a$ ，已知真空中的光速为 c ，求：

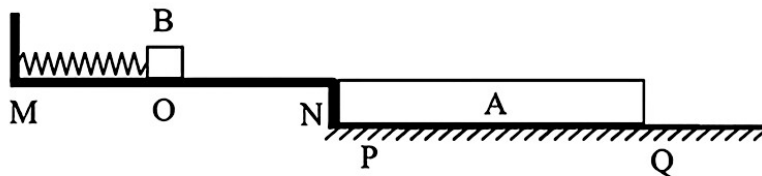
- (1) 该介质的折射率 n ;
- (2) 光从 P 点到 O' 经历的时间 t 。



14. (12分)

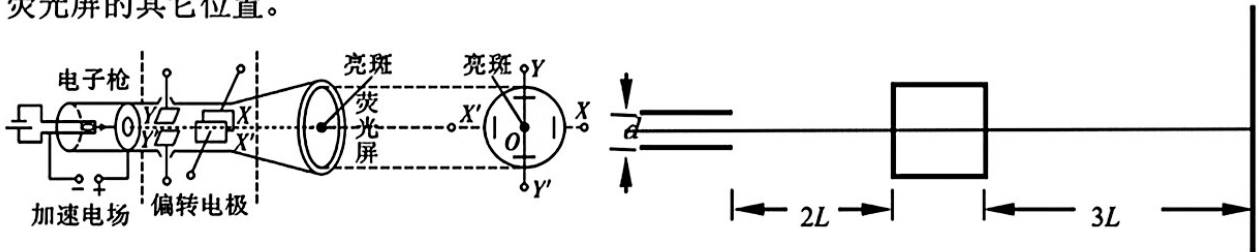
如图所示，足够长的光滑水平面 PQ 左侧有一平台，水平面上的足够长、质量为 $m_A=1\text{kg}$ 的木板 A 的上表面与平台表面相平且紧靠平台，平台上有一轻弹簧左端固定，弹簧的原长大于 MO 间的距离但小于 MN 间距离，平台表面 MN 与可视为质点的物体 B 间的动摩擦因数 $\mu_1=0.4$ ，B 的质量 $m_B=2\text{kg}$ ，用外力将 B 压在弹簧的右端（不拴接）将 B 推至 O 点后由静止释放，O 与平台右边缘 N 点的距离 $l=0.5\text{m}$ ，B 离开弹簧后恰好到达平台的右边缘而未冲上木板；在其它条件都不变的情况下，将 B 换为质量为 $m_C=1\text{kg}$ 、同种材料的物体 C，C 冲过 N 滑上 A 的上表面，相对于 A 滑行距离 $d=0.4\text{m}$ 后相对于 A 静止，取重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ ，求：

- (1) C 刚滑上 A 的速度的大小 v_0 ;
- (2) C 与 A 的上表面间的动摩擦因数 μ_2



15. (18分)

示波器能显示周期性变化的电压的波形，其核心部件为示波管，示波管的结构示意图如图甲所示：电子枪持续释放电子，经过加速电场后，沿中轴线依次经过两对偏转电极后，打在荧光屏上形成亮斑。在两对偏转电极上均不加电压时，亮斑出现在屏光屏的中心O点，若在两对偏转电极上加上极性、数值不同的电压时，电子束偏转后，亮斑会出现在荧光屏的其它位置。

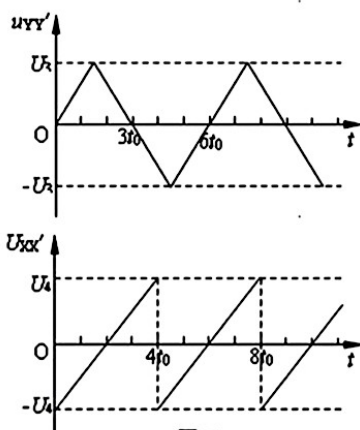


图甲

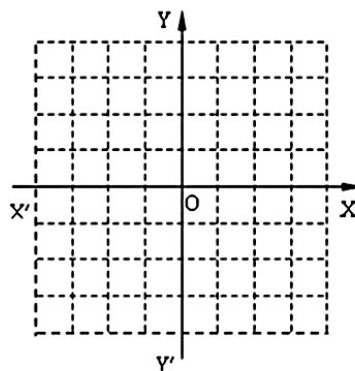
图乙

示波管简化示意图如图乙所示，电极均为边长为 L 的正方形，极板间距均为 d ， YY' 电极的右边缘与 XX' 电极的左边缘的距离为 $2L$ ， XX' 电极的右边缘与荧光屏的距离为 $3L$ 。已知电子的电荷量为 e ，质量为 m ，电子从电子枪出来的初速度、电子所受的重力及电子之间的相互作用力均可忽略不计，不考虑相对论效应及极板外的电场。若加速电场的电压为 U_0 。

- (1) 求电子经加速电场加速后获得的速度大小 v ；
- (2) XX' 间不加电压，电子能飞出 YY' 电极且能从 XX' 间电场右边缘射出，求 YY' 两极间所加电压 U_1 应满足的条件；
- (3) YY' 间加恒定电压 U (Y 接正)， XX' 间加恒定电压 U' (X 接正)，电子最终在荧光屏上的亮斑出现在第一象限的角分线上，求 $\frac{U}{U'}$ ；



图丙



图丁

- (4) 在电极 YY' 间加周期性变化的电压 $u_{YY'}$ ，同时在电极 XX' 间加周期性变化的电压 $u_{XX'}$ ，两周期性电压随时间变化的图象如图丙所示，电子都能飞出两个偏转电场，每个电子通过电场区域的时间远小于周期性电压的周期，荧光屏上有如图丁所示的方格，正方形方格的边长为 a ，荧光屏上的亮斑在 YY' 方向上的偏离中心 O 点的最大距离为 $3a$ ，在 XX' 方向上的偏离中心 O 点的最大距离为 $4a$ ，在图丁上画出屏光屏上光斑运动的轨迹。(不要求计算和论证，作出图即可)。

一、选择题：

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	B	C	D	C	C	D	A	CD	AD	BD

二、非选择题：

11. 需要 (2分) DE (2分) 0.6840 (2分)

12. 电容 (2分) A_2 (2分) 分压 (2分) 内接 (2分)

13. (10分)

(1) 由图可知光线在半球面的折射时入射角 $i=60^\circ$ ，折射角 $r=30^\circ$ (2分)

则介质折射率 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ (1分)

解得 $n = \sqrt{3}$ (1分)

(2) 光在介质中的光速 $v = \frac{c}{n}$ (2分)

P 点到 O' 的距离为 $l = \sqrt{3}a$ (1分)

$t = \frac{l}{v}$ (2分)

解得 $t = \frac{3a}{c}$ (1分)

14. (12分)

(1) 设释放时弹簧的弹性势能为 E ，则

$$E = \mu_1 m_B g l \quad (2分)$$

$$E = \mu_1 m_C g l + \frac{1}{2} m_C v_0^2 \quad (2分)$$

解得 $v_0 = 2\text{m/s}$ (2分)

(2) 设相对静止时，C 与 A 共同的速度大小为 v ，以向右为正方向，由动量守恒定律

$$m_C v_0 = (m_C + m_A) v \quad (2分)$$

由能量守恒

$$\mu_2 m_C g d = \frac{1}{2} m_C v_0^2 - \frac{1}{2} (m_C + m_A) v^2 \quad (2分)$$

解得 $\mu_2 = 0.25$ (2分)

15. (18分)

(1) 由动能定理: $eU_0 = \frac{1}{2}mv^2$ (2分)

$$\text{解得 } v = \sqrt{\frac{2eU_0}{m}} \quad (1 \text{分})$$

(2) YY' 两极间所加电压为 U_1

$$t_y = \frac{L}{v} \quad (1 \text{分})$$

在 YY' 两极间的偏转距离为

$$y = \frac{eU_1}{2md} t_y^2 \quad (1 \text{分})$$

电子能从 YY' 两极间飞出, 则 $y \leq \frac{1}{2}d$, 即 $U_1 \leq \frac{2d^2}{L^2}U_0$ (1分)

电子能从 XX' 间电场右缘边射出, 则

$$\frac{y}{L/2} \leq \frac{L/2}{7L/2} \quad \text{即 } U_1 \leq \frac{2d}{7L}U_0 \quad (1 \text{分})$$

则 U_1 应满足的条件为: 若 $d \geq \frac{L}{7}$, 则 $U_1 \leq \frac{2d}{7L}U_0$; 若 $d \leq \frac{L}{7}$, 则 $U_1 \leq \frac{2d^2}{L^2}U_0$ (1分)

(3) 电子束在两对电极间的偏移量分别为 y 和 x , 则

$$y = \frac{eUL^2}{2mdv^2} \quad (1 \text{分})$$

$$x = \frac{eU'L^2}{2mdv^2}$$

亮斑在荧光屏上的偏移量分别为 y' 和 x' , 则 (1分)

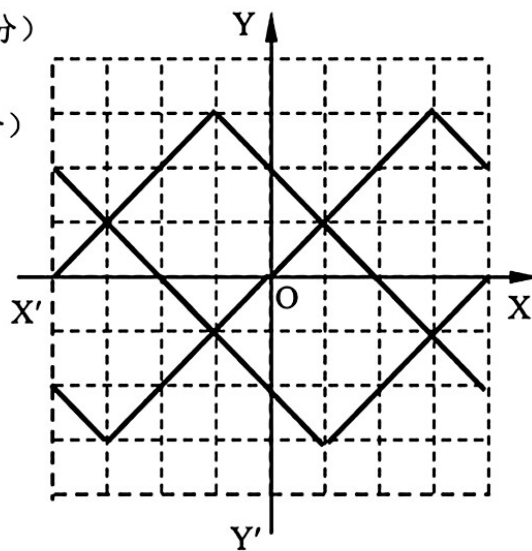
$$\frac{y}{L/2} = \frac{y'}{13L/2} \quad (1 \text{分})$$

$$\frac{x}{L/2} = \frac{x'}{7L/2} \quad (1 \text{分})$$

$$y' = x' \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得 } \frac{U}{U'} = \frac{7}{13} \quad (1 \text{分})$$

(4) (4分)



图丁