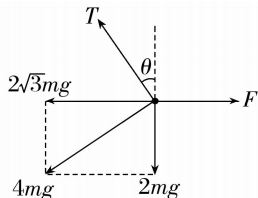


## 物理试题参考答案

1. B 选项 A, 热量的国际单位是焦耳(J), 而 K(开尔文)是热力学温度的单位. 故 A 错误; 选项 B, 磁通量是标量(无方向). 国际单位是韦伯(Wb), 故 B 正确; 选项 C, 冲量是力(矢量)与时间(标量)的乘积, 属于矢量(有方向). 国际单位是  $N \cdot s$ , 故 C 错误; 选项 D, 动量是矢量(有方向). 国际单位是  $kg \cdot m/s$ , 故 D 错误.
2. D 选项 A, 纸飞机在空中飞行时, 除了重力, 还会受到空气阻力的作用(因纸飞机在空气中滑翔, 空气阻力不可忽略), 故 A 错误; 选项 B, 加速度由合外力决定. 纸飞机受重力和空气阻力, 而空气阻力的大小、方向会随纸飞机的速度(大小、方向)变化, 导致合外力不恒定, 因此加速度也不恒定, 故 B 错误; 选项 C, 平均速度的定义是位移与时间的比值, 纸飞机从抛出点出发, 最终落在抛出点正下方, 说明有竖直向下的位移, 位移不为零, 因此平均速度不为零, 故 C 错误; 选项 D 研究纸飞机的飞行轨迹时, 纸飞机的大小和形状对轨迹的研究影响可忽略, 因此可将其视为质点, 故 D 正确.
3. D 选项 A, 斜抛运动中, 根据机械能守恒, 动能相同(速率相同), 但速度是矢量, 甲、乙抛射角不同, 入框时速度方向不同, 因此速度不同, 故 A 错误; 选项 B, 竖直方向上, 运动时间由竖直分运动决定, 高度越高, 故运动时间越长, 所以乙的运动时间  $t$  更长, 故 B 错误; 选项 C, 若两球同时抛出, 乙竖直方向的分初速度更大, 故乙先到达 P 点, 故 C 错误; 选项 D, 机械能包括动能和重力势能, 出手时两球速率相同(动能相同)、高度相同(重力势能相同), 机械能相等, 运动过程中, 忽略空气阻力, 机械能守恒, 因此同一时刻两球对应的机械能始终相等, 故 D 正确.
4. C A. 在甲图中, 原子核 A 裂变成原子核 B 和原子核 C 的过程属于裂变反应, 核子的平均质量减小, 该反应过程要放出能量, 故 A 错误; B. 乙图中, 一个处于第 5 能级的氢原子, 最多可以辐射 4 种频率的光, 分别对应于  $5 \rightarrow 4, 4 \rightarrow 3, 3 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 1$ , 选项 B 错误; C. 丙图中, 卢瑟福通过分析  $\alpha$  粒子散射实验结果, 提出了原子的核式结构模型, 故 C 正确; D. 丁图中, 汤姆孙通过对阴极射线的研究发现了电子, 指出原子还可以再分, 故 D 错误. 故选 C.
5. A A. 由于  $G \frac{Mm}{r^2} = ma, a = G \frac{M}{r^2}$ , 且方向也相同, 故 A 正确; B. 根据  $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ , 解得  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ , 轨道 I 的半径小于轨道 III 的半径, 所以飞船在轨道 I 上的速度大于天和核心舱在轨道 III 上的速度, 故 B 错误; C. 应先变轨到较轨道 III 略低的轨道, 然后再通过加速完成与天和核心舱对接, 故 C 错误; D. 点火后, 飞船在轨道 II 上从 A 向 B 运行做离心运动, 只受万有引力处于完全失重状态, 故 D 错误. 故选 A.
6. C A. 在 LC 振荡电路 a 到 b 过程中, 电流在减小, 说明电容器正在充电, 电量在增大, 故 A 错误; B. 状态 b 到状态 c 过程中,  $E = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ , 电流随时间的变化率在减小, 自感线圈 L 的自感电动势在变小, 故 B 错误; C. 状态 d 之后, 电流增大, 说明电容器正在放电, 电流为正方向, 则电容器 C 的上极板带负电, 下极板带正电, 故 C 正确; D. 根据 LC 振荡电路周期公式  $T = 2\pi \sqrt{LC}$ , C 增大, T 增大, 故 D 错误.
7. C 选项 A, 有效切割长度最大值为线框边长  $2r = 0.2 \text{ m}$ , 感应电动势最大值  $E_m = BLv = 0.5 \times 0.2 \times 1 \text{ V} = 0.1 \text{ V}$ , 电流最大值  $I_m = \frac{E_m}{R} = 0.5 \text{ A}$ , 故 A 错误; 选项 B,  $q = \frac{B \cdot \Delta S}{R} = \frac{B\pi r^2}{R} = \frac{\pi}{40} \text{ C}$ , 故 B 错误; 选项 C,  $0.05 \text{ s}$  时, 瞬时电动势  $E = \sqrt{3}rBv$ , 故  $P = \frac{E^2}{R} = 0.0375 \text{ W}$ , 故 C 正确; 选项 D, 通过回路的电流为正弦式交流电, 整个过程中只有进入和离开磁场时产生电流(各  $0.2 \text{ s}$ ), 焦耳热  $Q = I^2 R t_{\text{总}} = \left(\frac{0.5}{\sqrt{2}}\right)^2 \times 0.2 \times 0.4 \text{ J} = 0.01 \text{ J}$ , D 错误. 故选 C.

8. D A. 闭合  $S_1$ , 根据右手螺旋定则  $M$  线圈内部产生向左的磁场, 在  $N$  线圈内部向左的磁通量增加, 产生的感应电流从右端流入电流计, 故 A 错误; B. 滑动变阻器的滑片  $P$  向下移动,  $M$  中的电流增大, 线圈内部产生向左的磁场磁感应强度增强, 在  $N$  线圈内部向左的磁通量增加, 产生的感应电流从右端流入电流计, 故 B 错误; C. 先闭合  $S_1$ , 再闭合  $S_2$  磁通量没有改变, 不会产生感应电流; D. 若开关  $S_2$  断开, 在闭合  $S_1$  瞬间, 磁通量增加, 线圈  $N$  会产生感生电动势, 其两端的电势差不为零.

9. B 以两个小球组成的整体为研究对象, 分析受力, 如图, 根据平衡条件得知: 静电力与重力的合力始终为  $4mg$ , 方向与竖直方向夹角为  $60^\circ$ , 与拉力  $T$  垂直, 则当  $F$  与该合力等大反向时,  $F$  有最小值,  $F$  的最小值为  $4mg$ , 所以  $F$  的大小不可能小于  $4mg$ , 由于  $2\sqrt{3}mg$  小于  $4mg$ , 故选 B.



10. D A. 碰撞时间极短, 可认为碰撞过程满足动量守恒, 则有  $m_B v_1 = (m_B + m_A) \frac{v_1}{2}$ , 解得  $m_B = 1 \text{ kg}$ , 故 A 错误; B.  $t = 1.0 \text{ s}$  时, 物块速度最大时合力

为零, 弹力向上, 弹簧处于压缩状态, 故 B 错误; C.  $B$  与  $A$  一起运动过程属于简谐振动, 故图乙中  $B$  物体的

速度时间图线为正弦函数关系, 设振动周期为  $T$ , 由数学知识可得  $\frac{v_1}{2} = v_1 \sin\left(\frac{2\pi}{T}t_1 + \varphi_0\right)$ ,  $-v_1 =$

$v_1 \sin\left(\frac{2\pi}{T}t_2 + \varphi_0\right)$ , 可得  $\frac{2\pi}{T}t_1 + \varphi_0 = \frac{\pi}{6}$ ,  $\frac{2\pi}{T}t_2 + \varphi_0 = \frac{3}{2}\pi$ , 则有  $t_2 - t_1 = \frac{2}{3}T$ , 设  $B$  速度为零时刻为  $t$ , 则有  $0 =$

$v_1 \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right)$ , 可得  $\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0 = \pi$ , 则有  $t_2 - t = \frac{T}{4}$ , 联立解得  $t = \frac{5t_2 + 3t_1}{8} = 0.6625$ , 故当  $t = 0.6625 \text{ s}$  时  $B$

速度为零, 故 C 错误; D. 单独把  $A$  放上弹簧时, 静止时弹簧的压缩量  $x_A = \frac{mg}{k} = 0.1 \text{ m}$ , 若把  $AB$  一起静止放

上弹簧, 当弹簧压缩量也等于  $x_A = 0.1 \text{ m}$  时,  $AB$  一起的速度  $v$  满足  $2mgx_A = \frac{1}{2} \times 2mv^2 + \frac{1}{2}kx_A^2$ , 解得  $v =$

$\sqrt{1.5} \text{ m/s} > 0.5 \text{ m/s}$ , 故弹簧在振动过程中不会恢复原长, 故 D 正确.

11. AC 选项 A, 根据光电效应方程, 遏止电压越大, 光的频率越大, 故  $a$  光频率高、波长短;  $b$  光频率低、波长长. 因此  $b$  光对应的条纹更宽, 选项 A 正确. 选项 B, 由图可知,  $d$  金属的截止频率大于  $c$  金属的截止频率. 若  $a$  光照射  $c$  能发生光电效应, 但  $d$  不一定能发生光电效应, 选项 B 错误. 选项 C, 图丙是分子速率分布曲线, 曲线与速率轴围成的“面积”表示所有分子速率的概率和, 其值恒为 1 (因为所有分子的概率总和为 1). 因此, 氧气分子的速率分布图线与速率轴围成的面积相等, 选项 C 正确. 选项 D, 由理想气体状态方程可知, 温度  $T$  越高,  $pV$  乘积越大, 等温线离原点越远, 故  $T_1 > T_2$ , 选项 D 错误.

12. CD A. 由题图甲、乙可知两列波的周期均为  $T = 4 \text{ s}$ ,  $B$  处质点的振动形式传到  $O$  点所用时间  $t_1 = \frac{L_{OB}}{v_2} =$

$100 \text{ s}$ ,  $A$  处质点的振动形式传到  $O$  点所用时间  $t_2 = \frac{L_{AO}}{v_1} = 200 \text{ s}$ , 可知  $B$  处质点的振动形式先传到  $O$  点, 故  $O$

点起振时刻为  $t = 100 \text{ s}$ , A 错误; B. 波上质点本身不会随波迁移, 而是在平衡位置附近上下振动, 故漂浮物

无法到达陆地, B 错误; C.  $A$  处质点的振动形式传到  $C$  点所用时间  $t_3 = t_2 + \frac{L_{OC}}{v_2} = 250 \text{ s}$ ,  $B$  处质点的振动形式

传到  $C$  点所用时间  $t_4 = \frac{L_{BC}}{v_2} = 50 \text{ s}$ , 时间差  $\Delta t' = 200 \text{ s} = 50T$ , 因为两列波起振方向相反, 故  $C$  点为振动减

弱点, 当  $A$  处质点的振动形式传到  $C$  点时,  $C$  点不再振动, 所以  $C$  点持续振动的时间为  $\Delta t' = 200 \text{ s}$ , C 正确;

D.  $A$ 、 $B$  波形传到  $O$  的时间差  $\Delta t = 100 \text{ s} = 25T$ , 因  $A$ 、 $B$  两处波起振方向相反, 故  $O$  点为振动减弱点, 陆地间的波长为  $12 \text{ km}$ , 相邻减弱点间距为半个波长  $6 \text{ km}$ , 故  $OC$  之间 (不包括  $OC$ ) 有 24 个减弱点, 故 D 正确. 故选 CD.

13. AB 选项 A, 定义折射率  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ . 质子水平速度恒为  $v$ , 故入射速度  $v_1 = \frac{v}{\sin \alpha}$ , 出射速度  $v_2 = \frac{v}{\sin \beta}$ . 由动能定理:  $qU = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$ , 代入  $U = -\frac{mv^2}{2q}$ , 得  $v_1^2 = v_2^2 + v^2$ . 联立得  $n = \cos \alpha$ , 选项 A 正确. 选项 B, “全反射”类比光学, 当折射角  $\beta = 90^\circ$  时发生全反射(此时质子沿  $cd$  边运动, 竖直分速度为 0). 此时  $\sin \beta = 1, v_2 = v$  (水平速度). 代入动能定理:  $qU = \frac{1}{2}m(v_1^2 - v^2)$ , 又  $v = v_1 \sin \alpha_{\text{临}}$ , 即  $v_1 = \frac{v}{\sin \alpha_{\text{临}}}$ , 代入  $U = -\frac{mv^2}{2q}$ , 得:  $q \cdot \frac{mv^2}{2q} = \frac{1}{2}m \left( \frac{v^2}{\sin^2 \alpha_{\text{临}}} - v^2 \right)$ , 化简得  $\sin \alpha_{\text{临}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ , 选项 B 正确. 选项 C, 恰好发生全反射时, 临界角为  $45^\circ$ , 质子水平运动距离  $s = vt$  ( $t$  为运动时间), 竖直方向初速度  $v_y = v_x = v$ , 由于全反射故竖直方向末速度为零, 加速度  $a = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{mL}$ , 由于全反射总时间  $t = \frac{2v}{a}, s = vt = \frac{2mLv^2}{qU}$ ,  $45^\circ$  时水平位移最大, 故  $s \leq 2 \frac{mLv^2}{qU} = 4L$ , 选项 C 错误. 选项 D, 当  $v_y = 0$  时发生全反射,  $(v_1 \cos \alpha_{\text{临}})^2 = 2aL = 2 \frac{qU}{mL}, (v_1 \cos \alpha_{\text{临}})^2 = 2 \frac{qU}{m}$ , 当  $U$  增大, 其它条件不变,  $\alpha_{\text{临}}$  则减小, 故临界角减小, 选项 D 错误. 综上, 正确答案为 AB.

14 - I. (1) 4.076/4.077/4.078 mm/4.079 mm (1 分) (2) 0.0980 (1 分) 0.104 (1 分) (3) BD (2 分)

$$(4) mgL = m \left( \frac{d}{2\Delta t} \right)^2 + M \left( \frac{d}{\Delta t} \right)^2 \quad (2 \text{ 分})$$

解析: (1) 螺旋测微器的读数在 4.076 mm ~ 4.078 mm 都对;

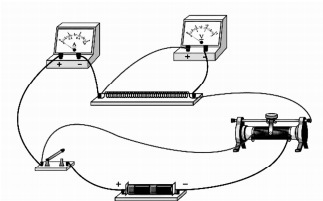
(2) 系统重力势能的减少量为  $\frac{1}{2}mgL = 0.0980 \text{ J}$ ; 系统动能的增加量为  $\frac{1}{2}m \left( \frac{d}{2\Delta t} \right)^2 + \frac{1}{2}M \left( \frac{d}{\Delta t} \right)^2 = 0.104 \text{ J}$ ;

(3) 发现系统重力势能的减少量为小于系统动能的增加量, 故选 BD;

(4) 满足重力势能的减少量等于系统动能的增加量, 即  $\frac{1}{2}mgL = \frac{1}{2}m \left( \frac{d}{2\Delta t} \right)^2 + \frac{1}{2}M \left( \frac{d}{\Delta t} \right)^2$ .

14 - II. (1) 13 (1 分) (2) ① D (1 分) ② 作图 (2 分) ③ 偏小 (1 分) (3)  $\frac{\pi d^2 (b-c)}{4a}$  (2 分)

解析: (1) 倍率应该选“ $\times 1$ ”, 故读数为 13  $\Omega$ .



(2) ① 由于电阻丝的总阻值大约为 13  $\Omega$ , 图乙电路图滑动变阻器采用分压式接法, 为了调节方便, 滑动变阻器选用最大阻值和被测电阻相近的  $R_1$ , 故选 D.

② 为使电阻的测量结果尽量准确且在调节电路的过程中电压表示数的变化范围足够大, 应选择分压式接法的电路, 电流表采用外接法, 所以电路图连线如图.

③ 外接法电流测量值偏大, 根据  $R = \frac{U}{I}$  可知, 电阻测量值偏小.

(3) 根据欧姆定律有  $R_x + R_A = \frac{U}{I}$ , 由电阻定律有  $R_x = \rho \frac{l}{S} = \frac{4\rho l}{\pi d^2}$ , 可得  $\frac{U}{I} = \frac{4\rho l}{\pi d^2} + R_A$ ,

由图像斜率可得  $\frac{b-c}{a} = \frac{4\rho}{\pi d^2}$ , 解得  $\rho = \frac{\pi d^2 (b-c)}{4a}$ .

15. 解析:(1)气体压强等于大气压强与水银柱产生的压强之差,即: $p_1 = p_0 - \rho g x_1$

以 cmHg 为单位直接叠加: $p_1 = 75 \text{ cmHg} - 15 \text{ cmHg} = 60 \text{ cmHg}$  (2分)

(2)气体做等容变化,由查理定律 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$  (1分)

其中 $T_1 = t_1 + 273 \text{ K} = 300 \text{ K}$ ,

$p_2 = p_0 - \rho g x_2 = (75 - 12) \text{ cmHg} = 63 \text{ cmHg}$ . (1分)

代入查理定律得: $T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} = 300 \text{ K} \cdot \frac{63}{60} = 315 \text{ K}$  (1分)

摄氏温度: $t_2 = T_2 - 273 \text{ K} = (315 - 273)^\circ\text{C} = 42^\circ\text{C}$  (1分)

(3)大于 (2分)

16. 解析:(1)物块  $a$  滑到  $B$  点时对轨道的压力

物块  $a$  从  $A$  到  $B$ ,由机械能守恒定律: $mgR = \frac{1}{2}mv_B^2$  (1分)

代入  $m = 1 \text{ kg}$ ,  $R = 0.45 \text{ m}$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,解得: $v_B = \sqrt{2gR} = 3 \text{ m/s}$

在  $B$  点,由牛顿第二定律(向心力由支持力与重力的合力提供): $F_N - mg = m \frac{v_B^2}{R}$  (1分)

代入数据: $F_N = mg + m \frac{v_B^2}{R} = 30 \text{ N}$

由牛顿第三定律,物块  $a$  对轨道底端的压力为  $30 \text{ N}$  (1分)

(2)物块在传送带上的运动时间和到达右端的速度

物块  $a$  滑上传送带时速度  $v_B = 3 \text{ m/s} > v_0 = 2 \text{ m/s}$ ,故先做匀减速直线运动,加速度由摩擦力提供  $a = \mu g = 2 \text{ m/s}^2$

设减速到  $v_0$  的时间为  $t_1$ ,由运动学公式  $v_0 = v_B - at_1$ ,解得: $t_1 = \frac{v_B - v_0}{a} = 0.5 \text{ s}$  (1分)

减速阶段的位移  $x_1 = v_B t_1 - \frac{1}{2}at_1^2 = 1.25 \text{ m}$  (1分)

由于  $x_1 = 1.25 \text{ m} < L = 1.5 \text{ m}$ ,剩余位移  $x_2 = L - x_1 = 0.25 \text{ m}$  做匀速直线运动,

匀速时间  $t_2 = \frac{x_2}{v_0} = (\frac{0.25}{2}) \text{ s} = 0.125 \text{ s}$

总时间  $t = t_1 + t_2 = (0.5 + 0.125) \text{ s} = 0.625 \text{ s}$  (1分)

(3)物块  $a$  的最小速度和弹簧的最大弹性势能

碰撞过程( $a$  与  $b$  黏合),动量守恒  $mv_C = (m+m)v_{ab}$

代入数据得: $v_{ab} = \frac{mv_C}{2m} = 1 \text{ m/s}$  (1分)

弹簧最大弹性势能: $a$ 、 $b$  与  $c$  通过弹簧相互作用,当三者共速时弹性势能最大.

由动量守恒: $(m+m)v_{ab} = (m+m+m)v_{共}$

代入数据得: $v_{共} = \frac{2}{3} \text{ m/s}$  (1分)

由机械能守恒,弹性势能等于系统动能的减少量: $E_p = \frac{1}{2}(2m)v_{ab}^2 - \frac{1}{2}(3m)v_{共}^2$

代入数据: $E_p = \frac{1}{3} \text{ J}$  (1分)

物块  $a$  的最小速度: $a$ 、 $b$  压缩弹簧后,弹簧恢复原长时  $a$ 、 $b$  的速度最小.设此时  $a$ 、 $b$  速度为  $v_1$ ,  $c$  速度为  $v_2$ ,

由动量守恒: $2mv_{ab} = 2mv_1 + mv_2$

机械能守恒:  $\frac{1}{2} \cdot 2m \cdot v_{ab}^2 = \frac{1}{2} \cdot 2m \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2$  (1分)

代入  $m=1 \text{ kg}$ 、 $v_{ab}=1 \text{ m/s}$ , 解得:

$v_1 = \frac{1}{3} \text{ m/s}$ , 即物块  $a$  的最小速度为  $\frac{1}{3} \text{ m/s}$ . (1分)

17. 解析: (1) 0 至 5 s 内通过导体棒的电量及  $OP$  间的距离

① 电量计算:

由  $I-t$  图像可知, 电量是  $I-t$  图像与时间轴围成的面积, 即:  $q=1.25 \text{ C}$  (1分)

②  $OP$  间距离计算:

电磁感应中, 电量公式为  $q = \frac{BLx_{OP}}{R_{\text{总}}}$ . 外电路总电阻  $R_{\text{总}} = r + \frac{R}{2} = 4 \Omega$  (1分)

代入得:  $x_{OP} = \frac{qR_{\text{总}}}{BL} = 2.5 \text{ m}$  (1分)

(2) 水平力  $F$  随时间变化的表达式

由  $I = \frac{BLv}{R_{\text{总}}}$ , 得速度  $v = \frac{IR_{\text{总}}}{BL} = 0.2t \text{ m/s}$ , 加速度  $a = \frac{dv}{dt} = 0.2 \text{ m/s}^2$  (1分)

安培力  $F_{\text{安}} = BIL = 0.2t \text{ N}$  (1分)

由牛顿第二定律  $F - F_{\text{安}} = ma$ , 得:  $F = 0.2t + 0.1 \text{ N}$  (1分)

(3) 导体棒在无磁场区域内运动的时间  $t_1$

导体棒在  $P$  点的速度  $v_P = 1 \text{ m/s}$ .

进入右侧磁场后, 由动量定理  $\frac{B^2 L^2}{R_{\text{总}}} \cdot x = m v_Q$ , 代入数据得  $v_Q = 6.2 \text{ m/s}$ . (1分)

无磁场区域内,  $F = 0.2t + 0.1 \text{ N}$ ,

对应图像的面积表示冲量, 可得外力冲量  $I_F = 0.1t_1^2 + 1.1t_1$  (1分)

由动量定理  $I_F = m(v_Q - v_P)$

$0.1t_1^2 + 1.1t_1 = 0.5 \times (6.2 - 1) \text{ kg} \cdot \text{m/s} \Rightarrow t_1 = 2 \text{ s}$  (1分)

(4) 整个过程中导体棒  $a$  产生的焦耳热

左侧磁场中: 外力做功  $W_F = 1.92 \text{ J}$ , 动能变化  $\Delta E_{k1} = 0.25 \text{ J}$

总焦耳热  $Q_{\text{总}1} = 1.67 \text{ J}$

导体棒产生的焦耳热  $Q_1 = 0.835 \text{ J}$  (1分)

右侧磁场中: 动能变化  $\Delta E_{k2} = 9.61 \text{ J}$ , 总焦耳热  $Q_{\text{总}2} = 9.61 \text{ J}$ .

导体棒产生的焦耳热  $Q_2 = 4.805 \text{ J}$  (1分)

总焦耳热:  $Q = Q_1 + Q_2 = 5.64 \text{ J}$  (1分)

18. 解析: (1) 设电子经加速电场加速后的速度大小为  $v_0$ ,

根据动能定理  $eU_0 = \frac{1}{2}mv_0^2$  (1分)

解得  $v_0 = \sqrt{\frac{2eU_0}{m}} = \frac{2h}{t_0}$

则板长为  $L = v_0 \times 2t_0 = 4h$  (1分)

(2) 从  $t=0$  时刻进入  $M, N$  板间的电子在垂直于极板方向先做匀加速运动后做匀减速运动, 设电子运动的加速度为  $a$ , 则有  $eE_1 = ma_1$  (1分)

又  $E_1 = \frac{U_0}{d}$  (1分)

根据题意有  $\frac{1}{2}d = 2 \times \frac{1}{2}a_1 t_0^2$  (1分)

解得,  $M, N$  板间的距离为  $d = t_0 \sqrt{\frac{2eU_0}{m}} = 2h$  (1分)

(3) 由于所有电子经过  $M, N$  板的运动时间均为  $2t_0$ , 因此所有电子出  $M, N$  间电场时, 速度均沿水平方向, 且速度大小均为  $v_0 = \frac{2h}{t_0}$

要使所有电子均不从  $AC$  边射出, 则从  $M$  板边缘飞出的电子在电场中的运动轨迹刚好与  $AC$  相切. 设电场强度的大小为  $E_2$ , 则粒子在该电场中运动的加速度为  $a_2 = \frac{eE_2}{m}$

根据题意, 从  $M$  边缘飞出的电子运动到刚好与  $AC$  相切的位置时, 速度与水平方向夹角为  $53^\circ$ , 根据类平抛规律有  $\tan 53^\circ = \frac{a_2 t_2}{v_0}$  (1分)

$x = v_0 t_2, y = \frac{1}{2} a_2 t_2^2$  (1分)

根据几何关系有  $\tan 37^\circ = \frac{x}{h+y}$  (1分)

联立解得,  $BAC$  区域内的匀强电场的电场强度至少为  $E_2 = \frac{16U_0}{9h} =$

$\frac{32mh}{9e t_0^2}$  (1分)

(4) 设从距离  $M$  板为  $d_y$  的  $P$  点进入磁场的电子轨迹恰好与  $AC$  相切,

此时满足的几何关系为  $\sin 37^\circ = \frac{r}{h+d_y+r}$  (1分)

洛伦兹力提供向心力:  $e v_0 B = \frac{m v_0^2}{r},$

解得轨道半径  $r = \frac{m v_0}{e B} = \frac{9}{4} h$  (1分)

解得:  $d_y = \frac{1}{2} h$

又  $d = 2h,$

故从  $AC$  边界射出磁场的电子占比为  $\eta = \frac{d_y}{d} = 25\%.$  (1分)

