

重庆一中高2027届高二上期期中考试

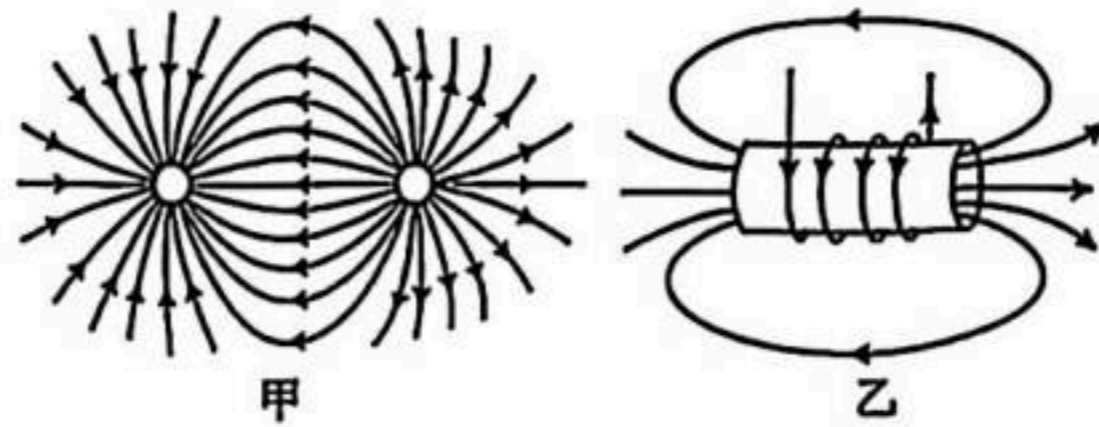
物理试题卷

注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号码填写在答题卡上。
2. 作答时，务必将答案写在答题卡上。写在本试卷及草稿纸上无效。
3. 考试结束后，将答题卡交回。

一、单项选择题：本题共8小题，每小题3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，选对得3分，选错得0分。

1. 图甲所示为两点电荷的电场线分布，图乙所示为通电螺线管的磁感线分布，下列说法正确的是



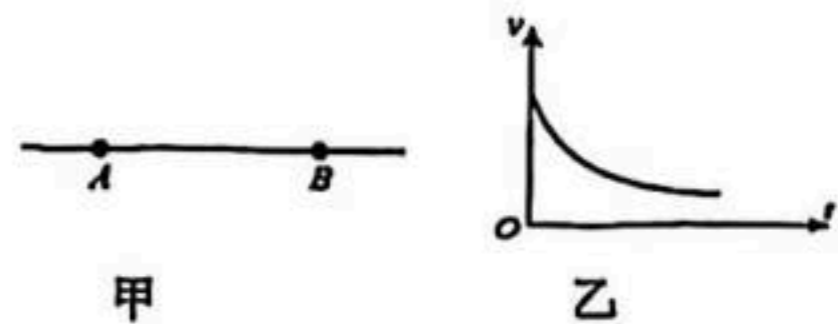
- A. 图甲中两电荷均带正电
- B. 图乙中通电螺线管的左端为N极，右端为S极
- C. 两图中，电场线起始于正电荷止于负电荷，磁感线起始于N极止于S极
- D. 两图中，电场线、磁感线的疏密程度均可代表场的强弱

2. 下列有关磁场的四个表述，说法正确的是

- A. 磁场是客观存在的一种物质，磁感线也是真实存在的
- B. 由定义式 $B = \frac{F}{IL}$ 可知磁感应强度是矢量， B 的方向就是通电直导线在该处的受力方向
- C. 磁场中的一小段通电导线在该处受力为零，此处磁感应强度 B 不一定为零
- D. 地磁场的南北极和地理位置的南北极是重合的

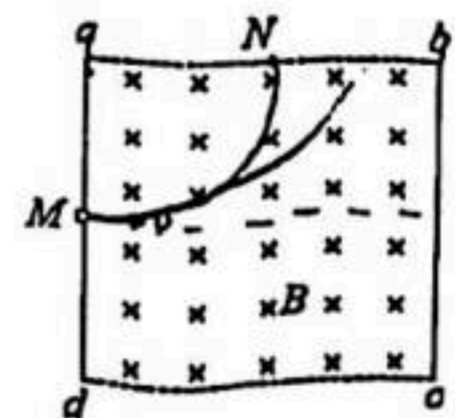
3. 如图甲， AB 是某电场中的一条电场线，一正点电荷仅在电场力作用下从 B 向 A 运动的 $v-t$ 图如乙图所示。则 A 、 B 两点场强大小和电势高低关系是

- A. $E_A > E_B$, $\varphi_A < \varphi_B$
- B. $E_A < E_B$, $\varphi_A > \varphi_B$
- C. $E_A < E_B$, $\varphi_A < \varphi_B$
- D. $E_A > E_B$, $\varphi_A > \varphi_B$

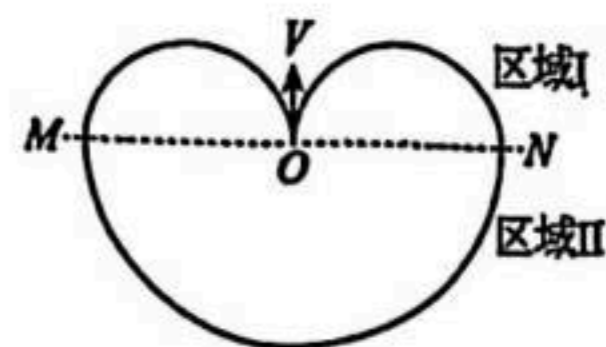


4. 如图，正方形区域 $abcd$ 内存在匀强磁场，磁场方向垂直纸面向里。一带电粒子从 ad 边的中点 M 以速度 v 垂直于 ad 边射入磁场，并恰好从 ab 边的中点 N 射出磁场。不计粒子的重力，下列说法正确的是

- A. 粒子带负电
- B. 若粒子射入磁场的速度增大为 $2v$ ，粒子将从 b 点射出
- C. 若粒子射入磁场的速度增大为 $2v$ ，粒子将从 b 点左侧射出
- D. 若粒子射入磁场的速度增大为 $2v$ ，粒子在磁场中的运动时间将变长



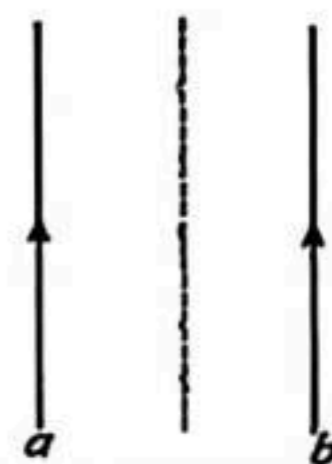
5. 如图所示，虚线 MN 是区域I和区域II的边界，在区域I和区域II分布着磁感应强度大小不同，面积足够大的匀强磁场，磁场的方向均垂直纸面向里。将电子由 O 点以垂直于边界 MN 的速度射入区域I，图中实线所示的“心形”图形是电子的运动轨迹。以下说法正确的是



- A. 电子先通过 M 点再通过 N 点。
- B. 电子在区域I中的速率小于在区域 II 中的速率
- C. 电子在区域I中做圆周运动的周期等于在区域II中的周期
- D. 电子在区域 I、II 中的心形图型轨迹会向左平移

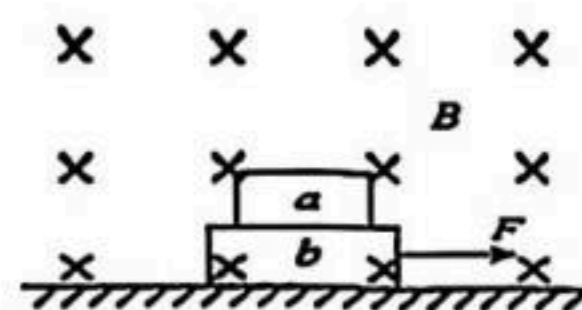
6. 智能手机通过适当的软件，可以利用自身携带的磁传感器测量磁感应强度。如图所示， a 、 b 为两根竖直放置的通电直导线，电流方向均向上，把手机置于两导线间的中线上的 O 点时，测得 O 点的磁感应强度大小为 B_0 ，方向垂直纸面向里；仅将 b 中的电流反向时，测得 O 点的磁感应强度大小为 $4B_0$ 。

已知通电直导线在周围某点产生的磁感应强度大小 $B = k \frac{I}{r}$ ，式中 k 为常数， I 为导线中的电流， r 为该点距导线的距离，则 a 、 b 两导线中的电流 I_a 和 I_b 的大小之比为



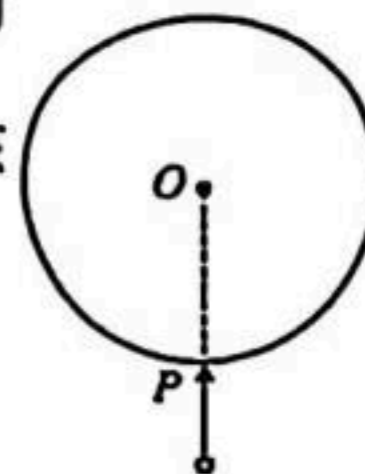
- A. 1:2 B. 1:3
- C. 2:3 D. 5:3

7. 如图所示， a 、 b 两个长方体物块叠放在粗糙水平地面上，物块 a 带负电，物块 b 不带电且为绝缘体，地面上方有垂直纸面向里的匀强磁场，现用水平恒力 F 拉物块 b ，使 a 、 b 一起向右加速运动，则在一起加速的过程中有



- A. a 、 b 一起向右作匀加速运动
- B. 地面对 b 的摩擦力逐渐减小
- C. b 对 a 的摩擦力逐渐减小
- D. b 对 a 的摩擦力逐渐增大

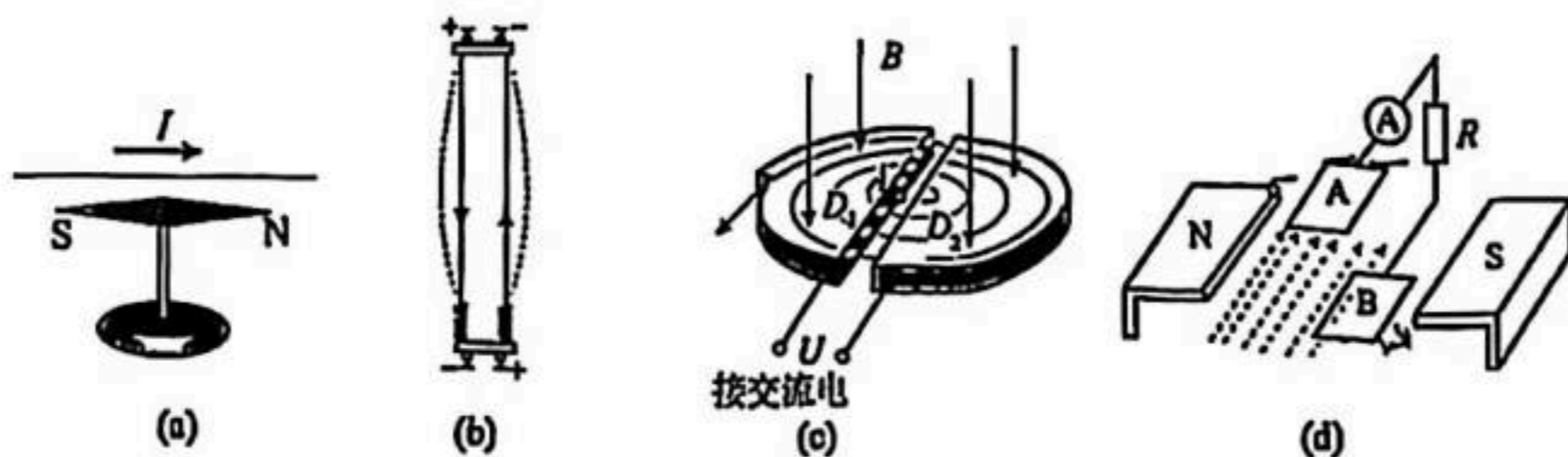
8. 如图所示，半径为 R 的圆形区域内存在着垂直纸面的匀强磁场，圆心为 O ，质子(${}^1_1\text{H}$)和氦原子核(${}^4_2\text{He}$)先后从边界上 P 点沿半径方向飞入磁场。只考虑洛伦兹力作用，它们在磁场中运动的时间相同，其中氦原子核在磁场中做圆周运动的轨迹半径为 $\sqrt{3}R$ 。则质子和氦原子核的速度大小之比约为



- A. $\frac{2}{3}$ B. $\frac{1}{3}$ C. $\frac{1}{6}$ D. $\frac{4}{9}$

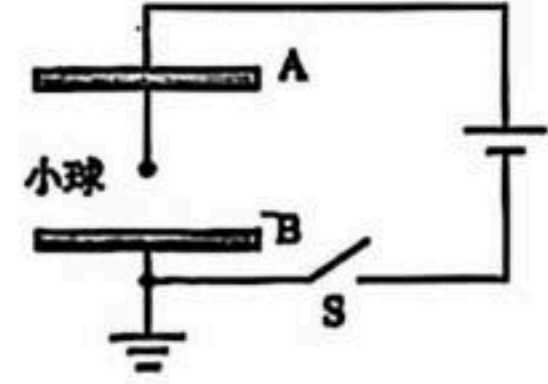
二、多项选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。在每小题给出的四个选项中，有多个选项符合题目要求，全部选对得 4 分，选对但不全得 2 分，有错选得 0 分。

9. 下列关于教科书上的四幅插图，说法正确的是



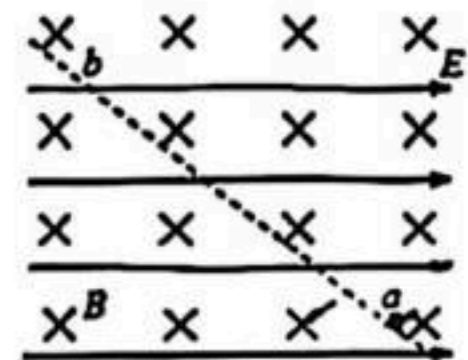
- A. 图 (a) 中的奥斯特实验, 通电导线沿东西放置, 通电后小磁针的偏转效果最显著
- B. 图 (b) 中两根通电方向相反的长直导线相互排斥, 是通过磁场实现的
- C. 图 (c) 中只增大加速电压 U , 粒子可以获得更大的动能
- D. 图 (d) 中大量正负带电粒子, 进入 A、B 极板之间稳定后, A 极板电势低于 B 极板电势

10. 如图所示, 平行板 A、B 水平放置与电源连接, B 板接地, 带电小球 (大小不计) 用绝缘细线悬于两板间, 闭合开关 S, 将 B 板适当向上移 (不与小球相碰), 可以使细线的拉力减小为零, 则下列判断正确的是



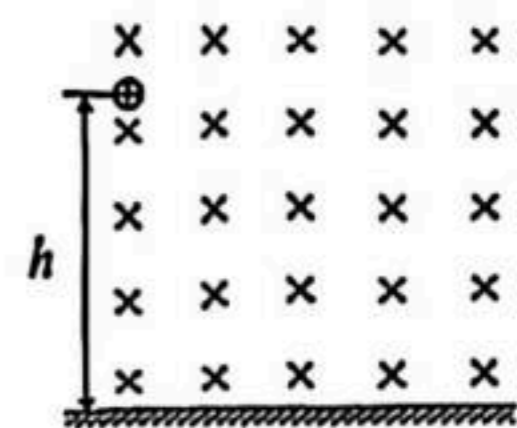
- A. 小球带正电
- B. 闭合开关, B 板上移时, 小球电势能增大
- C. 断开开关, B 板下移时, 两板之间的场强大小不变
- D. 断开开关, B 板下移时, 细线的拉力会增大

11. 如图所示, 某空间存在正交的匀强磁场和匀强电场, 电场方向水平向右, 磁场方向垂直纸面向里, 一带电微粒由 a 点进入电磁场并刚好能沿 ab 直线向上运动, 下列说法正确的是



- A. 微粒一定带负电
- B. 微粒动能一定减小
- C. 微粒的电势能一定增加
- D. 微粒的机械能一定增加

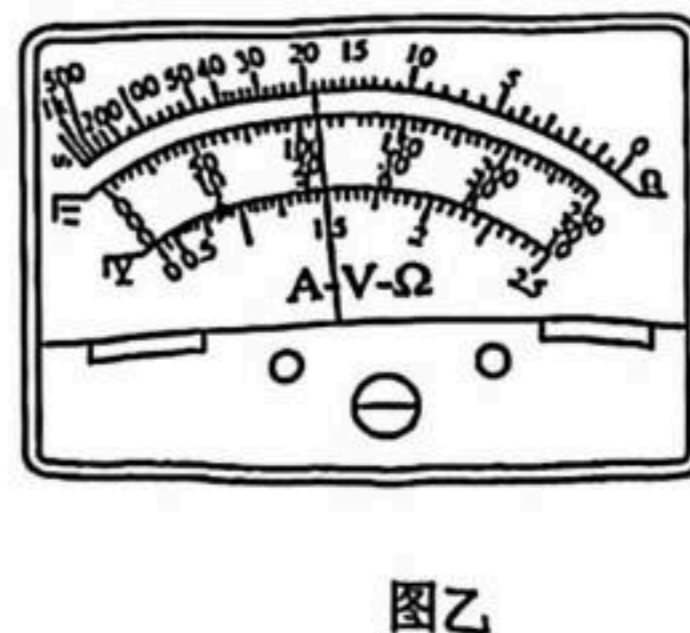
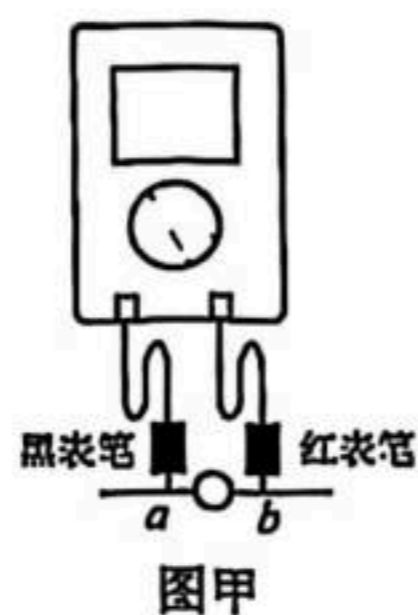
12. 科研人员在实验室开展带电粒子在复合场中运动规律的研究。实验装置如图所示, 水平放置的绝缘实验台上方, 存在范围足够大、方向水平的匀强磁场。一质量为 m 、带电量为 q ($q > 0$) 的带电粒子从台面上方高 h 处由静止释放, 该带电粒子的运动轨迹始终在台面上方, 且刚好不会撞到台面。已知重力加速度为 g , 关于带电粒子从释放到第一次运动到最低点的过程, 下列说法正确的是



- A. 粒子做变速圆周运动
- B. 粒子在最低点的速度大小为 $\sqrt{2gh}$
- C. 匀强磁场的磁感应强度大小为 $\frac{m}{q} \sqrt{\frac{2g}{h}}$
- D. 粒子在最低点的加速度大小为 g

三、实验题: 本题共 2 小题, 共 14 分。第 13 题 6 分, 第 14 题 8 分。

13. 如图甲为多用电表的示意图, 现用它测量一个未知电阻的阻值, 测量步骤如下:



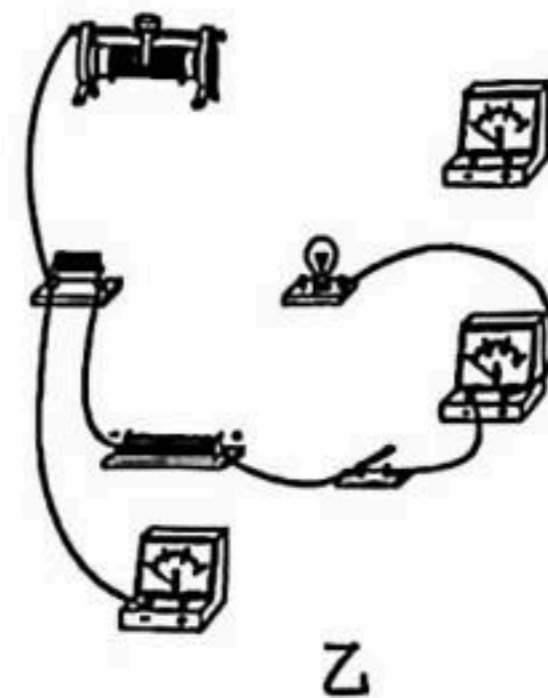
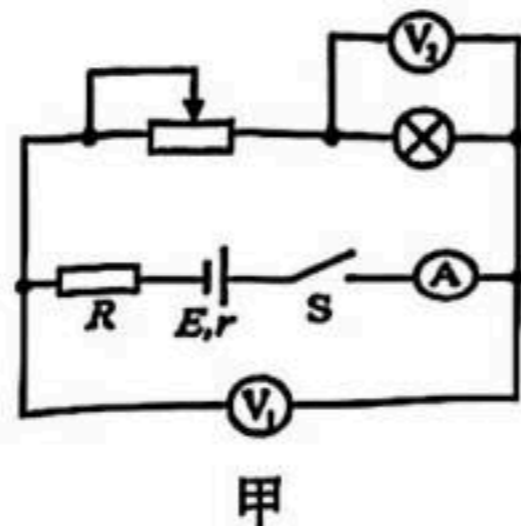
(1)采用多用电表“ $\times 10$ ”挡,欧姆调零后,测量该电阻,发现指针偏转角度如甲图,应将选择开关旋转到电阻挡的_____ (选填“ $\times 1$ ”、“ $\times 100$ ”、“ $\times 1k$ ”)位置。

(2)甲图中,流过电阻的电流方向是_____ (选填“从 a 到 b ”,或“从 b 到 a ”)。

(3)改变挡位后,指针偏转如图乙所示,则电阻的测量值为_____ Ω 。

14. 某同学利用如图甲所示的电路测量电源电动势和内阻,并描绘小灯泡的伏安特性曲线,实验器材有:

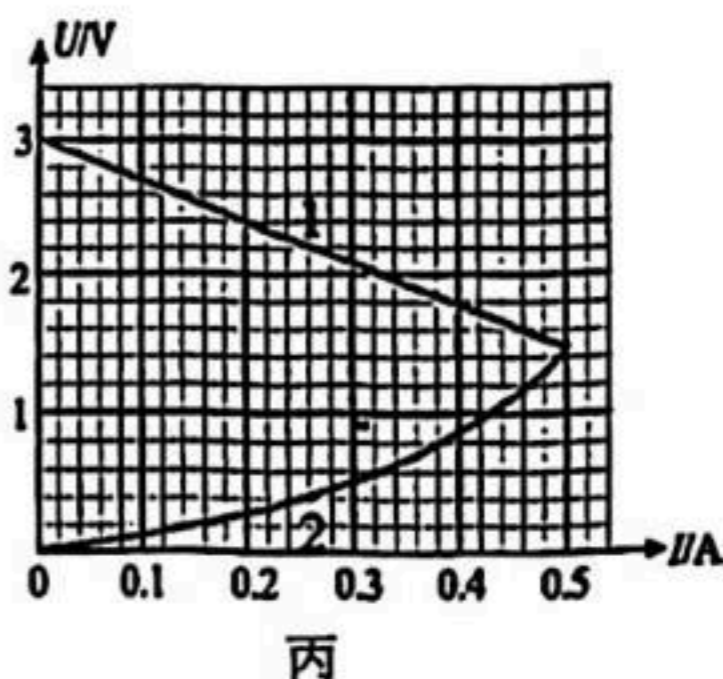
- A. 直流电源 (由两节干电池组成);
- B. 电流表 (量程为 $0\sim 0.6A$, 内阻 $R_g=0.6\Omega$);
- C. 理想电压表 V_1 (量程为 $0\sim 3V$);
- D. 理想电压表 V_2 (量程为 $0\sim 1.5V$);
- E. 定值电阻 ($R=2\Omega$);
- F. 小灯泡 (额定电压 $U_L=1.5V$);
- G. 滑动变阻器 R_1 ($0\sim 10\Omega$);
- H. 开关和导线。



完成下列填空:

(1)按照图甲的实验电路图,请用笔画线代替导线,将如图乙所示的实物图连接完整_____。

(2)闭合开关,调节滑动变阻器,记录两个电压表和电流表的示数,并分别描绘电压表 V_1 、 V_2 的示数与电流表 A 的示数的关系曲线,分别如图丙中 1、2 所示 ($0, 3.0V$)、($0.40A, 1.8V$) 是图线 1 上的两点的坐标。



由图像可知,电源电动势为___V,内阻为___ Ω 。(结果均保留两位有效数字)

(3)若将电路中的滑动变阻器换成一个相同的小灯泡,则电路中每个灯泡的实际功率为_____W (结果均保留两位有效数字)。

四、计算题: 本题共 4 小题, 共 44 分。第 15 题 6 分, 第 16 题 10 分, 第 17 题 12 分, 第 18 题 18 分。

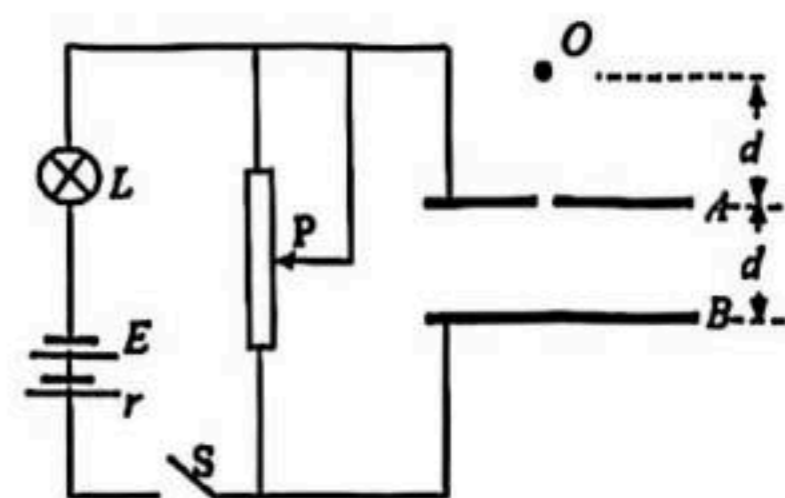
15. 日常带皮套的智能手机是利用磁性物质和霍尔元件等起到开关控制作用。打开皮套, 磁体远离霍尔元件手机屏幕亮; 合上皮套, 磁体靠近霍尔元件屏幕熄灭。如图所示, 一块宽度为 d 、长为 l 、厚度为 h 的霍尔元件, 元件内的导电粒子是电荷量为 e 的自由电子。水平向右大小为 I 的电流通过元件时, 手机套合上, 元件处于垂直于上表面、方向向下且磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中, 元件的前、后表面产生稳定电势差 U , 以此来控制屏幕熄灭。求:

- (1) 自由电子定向移动的速度大小 v ;
- (2) 元件内单位体积的自由电子数 n 。



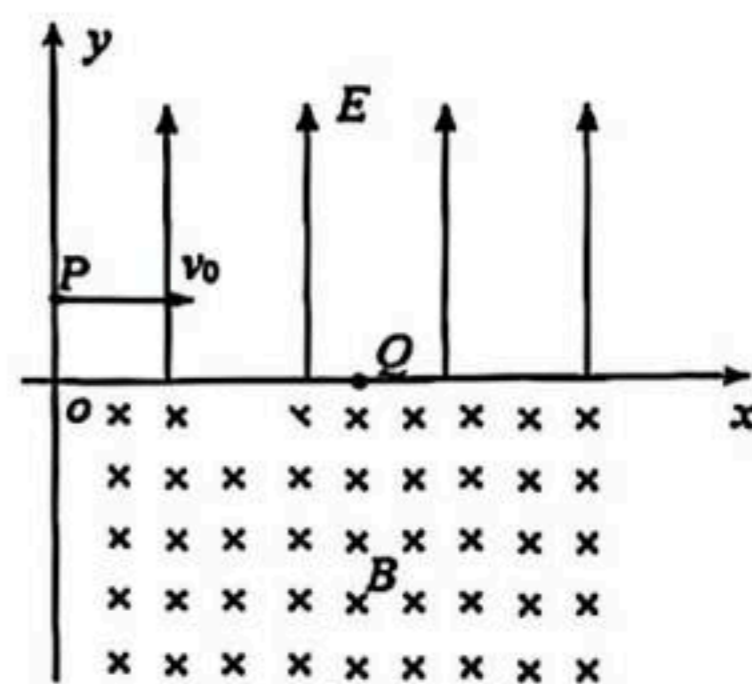
16. 如图所示的电路中，两间距为 d 的金属板 A 、 B 水平正对放置，电源电动势 E ，内阻 r ，调节滑动变阻器滑片 P 到适当位置，闭合开关 S ，小灯泡恰好正常发光。此时将一质量为 m ，带电量为 q ($q > 0$) 的小球（可视为质点）从 A 板小孔正上方的 O 点静止释放， O 点到 A 板的距离也为 d ，且小球恰好能到达 B 板。已知电源内阻 $r = 1\Omega$ ，灯泡额定电压 $U_0 = 3V$ 、额定功率 $P_0 = 6W$ 、小球比荷 $\frac{q}{m} = \frac{2gd}{U_0}$ 、重力加速度 g 。不考虑空气阻力，忽略射入小球对电路的影响。求：（以下结果请用数字表示）

- (1) A 、 B 两极板间电势差 U_{AB} ；
- (2) 滑动变阻器接入电阻 R ；
- (3) 电源的效率 η 。



17. 如图所示，在直角坐标系 xoy 的第一象限内有沿 y 轴正方向的匀强电场，第四象限内(包括 y 轴)有垂直于纸面向里的匀强磁场。一质量为 m 、电荷量为 $-q$ ($q > 0$) 的粒子从 $P(0, \frac{\sqrt{3}}{2}L)$ 点以 v_0 的速度沿 x 轴正方向射入电场，并通过 $Q(3L, 0)$ 点后第一次进入磁场，不计粒子所受的重力。求：

- (1) 粒子第一次经过 Q 点时的速度大小 v_1 ；
- (2) 若粒子刚好不进入第三象限，求满足条件的磁感应强度 B_1 ；
- (3) 若粒子某次由磁场返回电场时恰好经过 x 轴上的 $M(12L, 0)$ 点，求满足条件的磁感应强度 B_2 ；

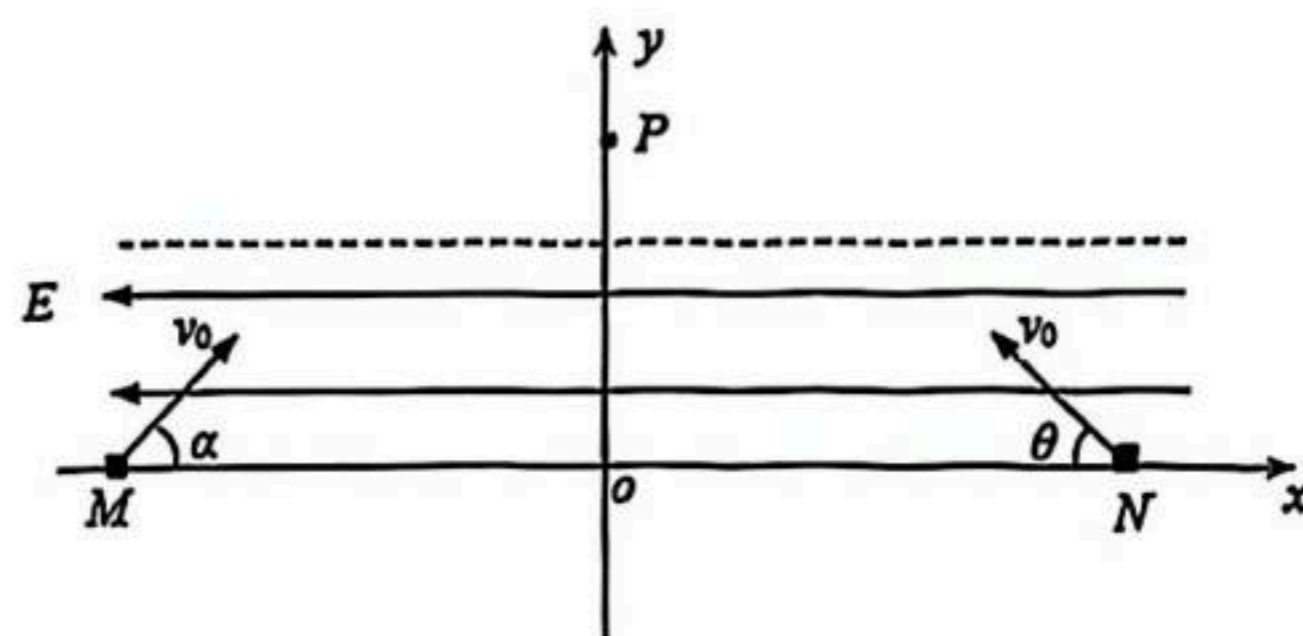


18. 如图所示，在竖直平面内的直角坐标系（ x 轴水平）中，紧贴 x 轴上方的一定宽度的整个空间内存在沿 x 轴负方向的匀强电场， x 轴负半轴上的 M 点固定一发射装置。现有一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电的小球甲从 M 点入射电场，离开电场一段时间后恰能水平经过 y 轴上的 P 点，此时的动能是 M 点动能的 $\frac{1}{8}$ ，且 M 、 P 两点到坐标原点 O 的距离满足 $OM = \frac{5}{4}OP$ 。已知小球在 M 点的速度大小为 v_0 、方向与 x 轴正方向成 $\alpha=45^\circ$ ，重力加速度的大小为 g 。求：

(1) OP 两点之间的距离 h ；

(2) 匀强电场的电场强度大小 E ；

(3) 若在 x 轴正半轴上的 N 点存在另一发射装置，能发射速度大小为 v_0 、方向与 x 轴负方向成 $\theta=45^\circ$ 的小球乙，甲乙两球完全相同，乙球发射时间不早于甲。要求两球能在电场上方空间相碰，求： N 点的横坐标 x 的取值范围以及最晚发射的乙小球的坐标。



题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
答案	D	C	B	C	D	D	C	A	BD	BC	AD	BCD

1. D 2. C 3. B

4. C 【详解】A. 根据左手定则可知粒子带正电, 故 A 错误;

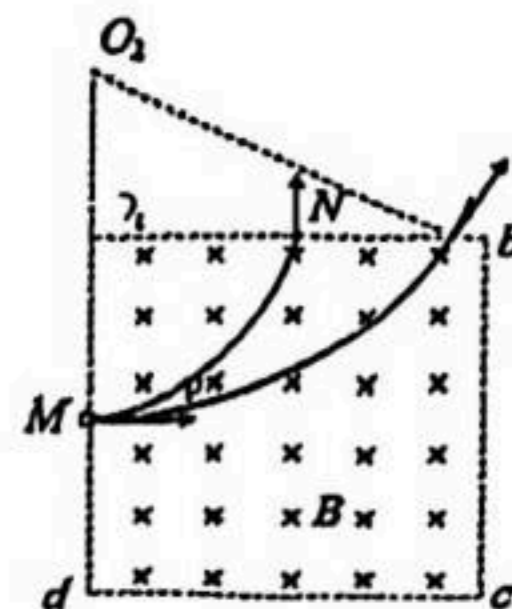
BC. 根据 $qvB = m\frac{v^2}{r}$; 解得 $r = \frac{mv}{qB}$; 设正方形边长为 L , 粒子以速度 v 和速度 $2v$ 进

入磁场, 有 $\frac{L}{2} = \frac{mv}{qB}$, $L = \frac{m \cdot 2v}{qB}$ 轨迹如图

可知若粒子射入磁场的速度增大为 $2v$, 射出的位置在 Nb 之间, 故 B 错误, C 正确;

D. 根据 C 选项分析可知, 若粒子射入磁场的速度增大为 $2v$, 则在磁场中运动的轨迹所对应的圆心角 θ 将变小, 由 $T = \frac{2\pi m}{qB}$ 可得 $t = \frac{\theta}{2\pi} T = \frac{\theta m}{qB}$ 粒子在磁场中的运动

时间将变短, 故 D 错误。故选 C。



5.D 【详解】A. 磁场的方向均垂直纸面向里, 电子带负电, 由左手定则可知电子先通过 N 点再通过 M 点, 故 A 错误; B. 由于洛伦兹力总是与速度方向垂直, 所以粒子的速度大小保持不变, 则电子在区域 I 中的速率等于在区域 II 中的速率, 故 B 错误;

C. 由图可知电子在区域 I 的轨道半径较小, 根据 $r = \frac{mv}{qB}$ 所以区域 I 的磁感应强度大于区域 II 的磁感应强度;

再由周期公式 $T = \frac{2\pi m}{qB}$, 可知, 粒子在区域 I 的圆周运动周期较小;

D. 由题图可知, 电子从 O 点经过一次区域 I 和区域 II 的偏转, 电子向左移动到 M 点, 之后重复周期性的运动, 所以“心形”图形逐渐向左移动, 故 D 正确。

6. D 【详解】设 a 、 b 两导线在 O 点产生的磁感应强度大小分别为 B_1 、 B_2 , b 中电流方向向上时, 有 $B_1 - B_2 = B_0$; b 中电流方向向下时, 有 $B_2 + B_1 = 4B_0$; 联立, 解得 $B_1 = 2.5B_0$, $B_2 = 1.5B_0$;

由 $B = k\frac{I}{r}$; 可知 $B \propto I$; 故有 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{B_1}{B_2} = \frac{5}{3}$; 故选 D。

7. C 由于无相对滑动, 考虑对整体受力分析, a 将受到向下的洛伦兹力的作用, 使得加速过程中地面对 b 的支持力逐渐增大, 则系统所受地面的摩擦力将逐渐增大。根据牛顿第二定律 $F - \mu N = (m_a + m_b)a$

可知加速度将逐渐减小, 接下来隔离 a 列出牛顿第二定律 $f = m_a a$

可知物块 a 、 b 间的静摩擦力逐渐减小。故选 C。

8. A 【详解】设磁感应强度垂直纸面向外, 大小为 B , 质子的质量和带电荷量分别为 m 、 q , 则 α 粒子的质量和带电荷量分别为 $4m$ 、 $2q$, 带电粒子在匀强磁场中做圆周运动的周期公式为 $T = \frac{2\pi m}{qB}$

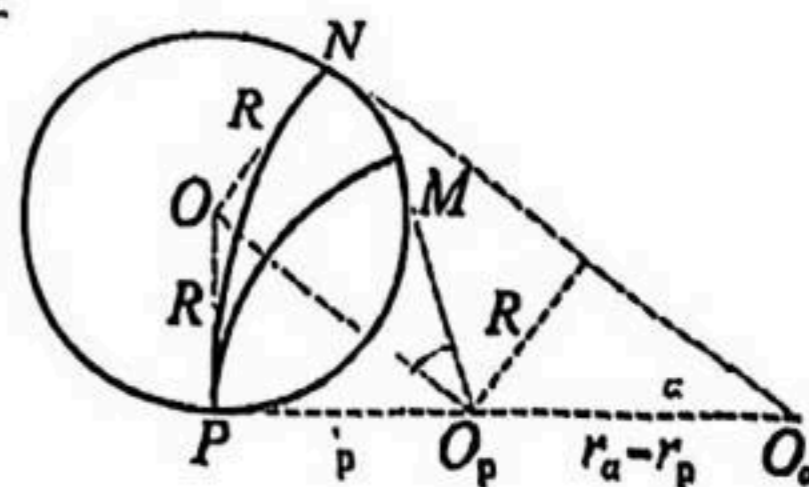
所以质子和 α 粒子在磁场中做圆周运动的周期之比为 $\frac{T_p}{T_\alpha} = \frac{1}{2}$

设质子和 α 粒子在磁场中运动轨迹所对的圆心角分别为 θ_p 和 θ_α , 轨迹半径

分别为 r_p 和 r_α , 它们在磁场中运动的时间相等, 有 $\frac{\theta_p}{2\pi} T_p = \frac{\theta_\alpha}{2\pi} T_\alpha$; 所以

$\frac{\theta_p}{\theta_\alpha} = \frac{2}{1}$; 作出两粒子的运动轨迹如图所示

由几何关系可知 $\tan \frac{\theta_p}{2} = \frac{R}{r_p}$, $\sin \theta_\alpha = \frac{R}{r_\alpha - r_p}$



由题意知 $r_\alpha = \sqrt{3}R$; 可求得 $r_p = \frac{\sqrt{3}R}{3}$

设它们的速度分别为 v_p 和 v_α , 由洛伦兹力提供向心力有 $q_0vB = m_0 \frac{v^2}{r}$

可得 $v = \frac{qBr}{m}$ 质子和 α 粒子的速度大小之比为 2:3; 故选 A。

9. BD 【详解】 A. 小磁针原本受地磁场作用呈南北方向静止; 导线沿东西放置, 在周围产生的磁场也沿南北方向, 则小磁针受力方向也沿南北方向, 小磁针几乎不偏转。故 A 错。

B. (b) 图中, 两根通电方向相反的长直导线相互排斥, 是通过磁场实现的, 故 B 正确;

C. 图 (c) 中, 当粒子在磁场中的轨迹半径等于 D 形盒半径时, 粒子的动能最大, 由洛伦兹力提供向心力得 $qv_m B = m \frac{v_m^2}{R}$; 可得粒子的最大动能为 $E_{km} = \frac{1}{2} m v_m^2 = \frac{q^2 B^2 R^2}{2m}$; 可知只增大电压 U , 粒子不可以获得更大的动能, 故 C 错误;

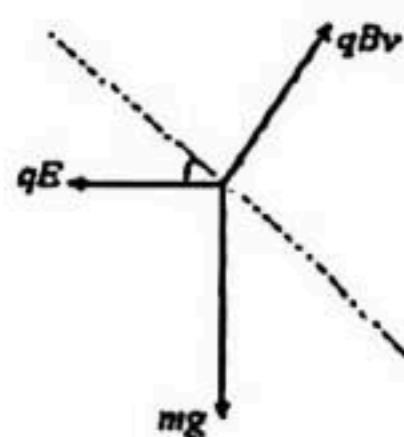
D. 图 (d) 中, 根据左手定则可知, 正离子受到的洛伦兹力向下, 负离子受到的洛伦兹力向上, 则 B 板带正电, A 板带负电, A 极板电势低于 B 极板电势, 故 D 正确。选 BD。

10. BC 【详解】 A. 闭合开关 S, 将 B 板适当向上移 (不与小球相碰), 电压 U 不变, B 板上移, 板间距减小, 根据 $E = \frac{U}{d}$ 可知场强增大, 可以使细线的拉力减小为零, 说明小球受到的电场力竖直向上, 又因电容器 B 板带负电, 则小球带负电, 故 A 错误;

B. 闭合开关稳定后, 电压 U 不变, B 板上移, 根据 $E = \frac{U}{d}$; 电场强度变大, 上板与小球所在位置的电势差即 $U = Ed_{\perp}$ 增大, 而 A 板的电势不变且为正值, 所以小球所在处的电势减小, 根据 $E_p = q\phi$ 可知小球的电势能增大, 故 B 正确;

C. 断开开关, 电容器带电荷量 Q 不变, B 板下移时, 根据 $E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{Cd} = \frac{4\pi kQ}{\epsilon S}$ 可知电场强度保持不变, 细线的拉力不变, 故 C 正确; D 错误

11. AD 【详解】 AB. 首先明确粒子做的直线运动应是匀速直线运动, 所受合力应该为零。若微粒带正电荷, 它受竖直向下的重力, 向右的电场力和斜向右下方的洛伦兹力, 此时合力不可能为零, 故可知微粒不能做直线运动, 据此可知微粒应带负电荷, 且只能做匀速运动, 故 A 正确, B 错误;



CD. 由题意可得微粒受力情况如右图所示, 可知从 a 到 b , 电场力作正功, 电势能减少。故 C 错误, 除重力外电场力作正功, 机械能增加, 故 D 正确

由平衡条件有 $Eq = mg \tan \theta$, $qvB = \frac{mg}{\cos \theta}$; 解得 $E = \frac{mg \tan \theta}{q}$, $B = \frac{mg}{qv \cos \theta}$, 故 C 正确, D 错误。

12. BCD 【详解】 A. 小球在重力和洛伦兹力的作用下, 所受合外力大小和方向都在变, 其运动轨迹不是圆的一部分, 事实上是轮摆线, 故 A 错误;

B. 全程只有重力做功, 由 $mgh = \frac{1}{2} m v^2$ 解得最低点的速度为 $v = \sqrt{2gh}$, 故 B 正确。

C. 将小球的运动分解为水平向右大小为 v_1 的匀速直线运动和初速度水平向左大小为 v_2 的匀速圆周运动。一个分运动有 $qv_1 B = mg$, 得 $v_1 = \frac{mg}{Bq}$; 另一个分运动 $qv_2 B = m \frac{v_2^2}{r}$; 圆周运动得半径为 $r = \frac{m v_2}{Bq}$

若小球刚好不会碰到地面, 则 $h = 2r$; 根据以上几式, 解得匀强磁场的大小为 $B = \frac{m}{q} \sqrt{\frac{2g}{h}}$, 故 C 正确;

D. 最低点有 $qvB - mg = ma$; 代入求得的 B , 解得 $a = g$, 故 D 正确

三、实验题 (共 14 分, 每空 2 分)

13. $\times 1$, 从 a 到 b , 19.0 或 19 (每空 2 分)

14.(1)连图 2分 (2) 3.0 0.40 (3) 0.38 (0.36-0.39 都可)

【详解】(1) 根据电路图连接实物图如图

(2) [1][2]根据闭合电路欧姆定律有 $U_1 = E - I(R + R_g + r)$

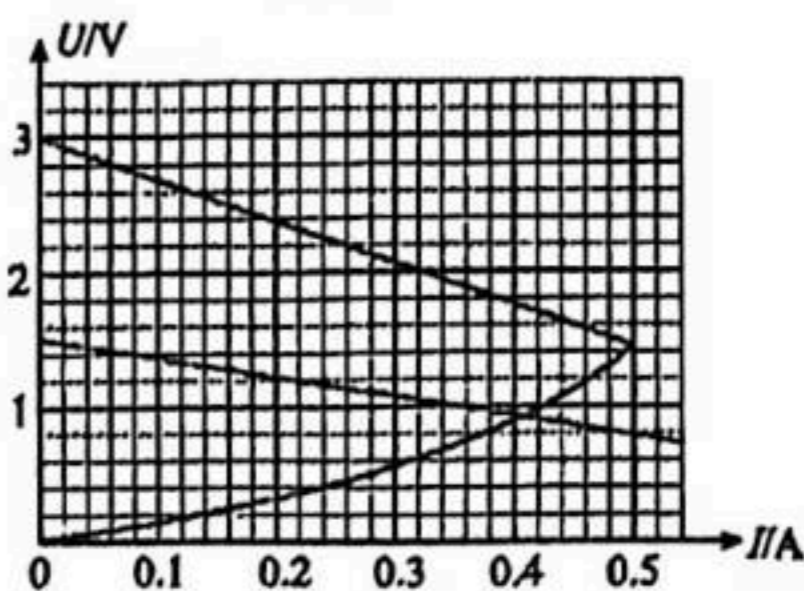
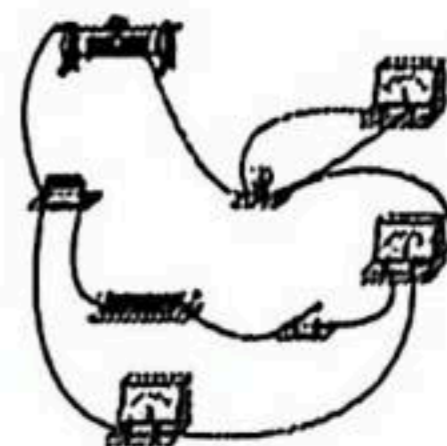
根据图线 1 的截距与斜率可知 $E = 3.0\text{V}$, $R + R_g + r = \frac{3.0 - 1.8}{0.40}\Omega$

解得 $r = 0.40\Omega$

(3) 若将电路中的滑动变阻器换成一个相同的小灯泡, 设每个灯泡的电压为 U , 电流为 I , 则有 $E = 2U + I(R + r + R_g)$;

代入数据变形可得 $U = 1.5 - 1.5I$; 如图

图中交点坐标 $(0.41\text{A}, 0.93\text{V})$ 代表灯泡的实际电流与实际电压, 则功率为 $P = UI = 0.38\text{W}$ (结果保留两位有效数字, 0.36-0.39 都可)



四、计算题

15 题:

1) $evB = Ee$; $E = \frac{U}{d}$ 解得: $v = \frac{U}{dB}$3 分

2) $I = nevS$ $S = hd$ 解得: $n = \frac{IB}{eUh}$3 分

16 题:

1) O 到 B 点: $mg \cdot 2d + U_{AB} \cdot q = 0$ 解得: $U_{AB} = -\frac{2mgd}{q} = -3\text{V}$3 分

2) 对灯泡: $P_0 = U_0 I$ 对滑动变阻器: $I \cdot R = -U_{AB}$ 解得: $R = 1.5\Omega$3 分

3) 对电源: $E = I \cdot r + U_{并}$

效率 $\eta = \frac{U_{并} I}{EI} \times 100\%$

解得: $\eta = 75\%$4 分

17 题:

1) P 到 Q 点类平抛: $v_1 \cdot \cos\theta = v_0$

几何: $\tan\theta = \frac{\sqrt{3}}{3}$ 即 $\theta = 30^\circ$ 解得: $v_1 = \frac{2\sqrt{3}}{3} v_0$3 分

2) 磁场: $qvB_1 = m \frac{v^2}{R}$

几何: $R + R \cdot \sin\theta = 3L$ 解得: $R = 2L$, $B_1 = \frac{\sqrt{3}mv_0}{3Lq}$4 分

3) 磁场: $qvB_2 = m \frac{v^2}{r}$

周期性: $(3L - r) + (6L - r)(n - 1) = 12L$, 其中 $n = 1, 2, 3, 4, \dots$

整理得: $r = \frac{6n - 15}{n} L$, $n = 1, 2, 3, 4, \dots$

考虑实际: $0 < r \leq 2L$ 可得 $\frac{5}{2} < n \leq \frac{15}{4}$

解得: $n = 3$, $B_2 = \frac{2\sqrt{3}mv_0}{3Lq}$5 分

18 题:

1) M 到 P 过程, 竖直方向: $(v_0 \cdot \sin\alpha)^2 = 2gh$ 解得: $h = \frac{v_0^2}{4g}$3 分

2) P点: $E_k = \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{8} \times \frac{1}{2} m v_0^2$ 解得: $v_1 = \frac{\sqrt{2}}{4} v_0$

设M到P过程总时间为t, 其中电场中的时间为t₁, 磁场中的时间为t₂, 则:

$$gt = v_0 \cos\alpha = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 \quad t_1 + t_2 = t$$

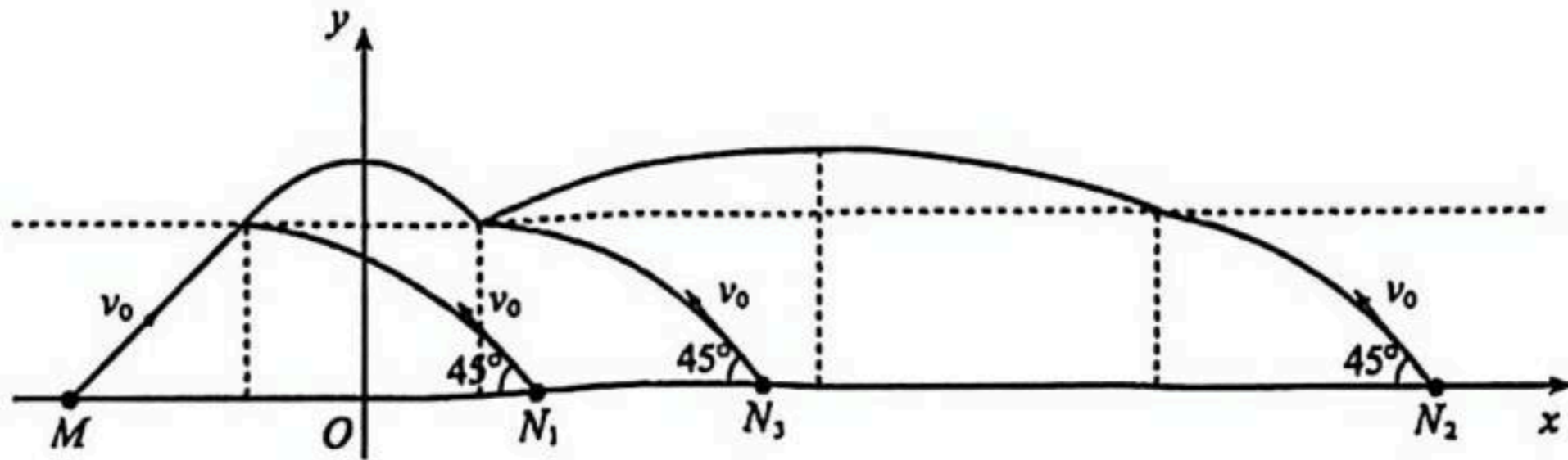
$$OM = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 + \frac{\sqrt{2}}{4} v_0}{2} \cdot t_1 + \frac{\sqrt{2}}{4} v_0 \cdot t_2 = \frac{5}{4} h$$

解得: $t_1 = t_2 = \frac{\sqrt{2} v_0}{4g}$

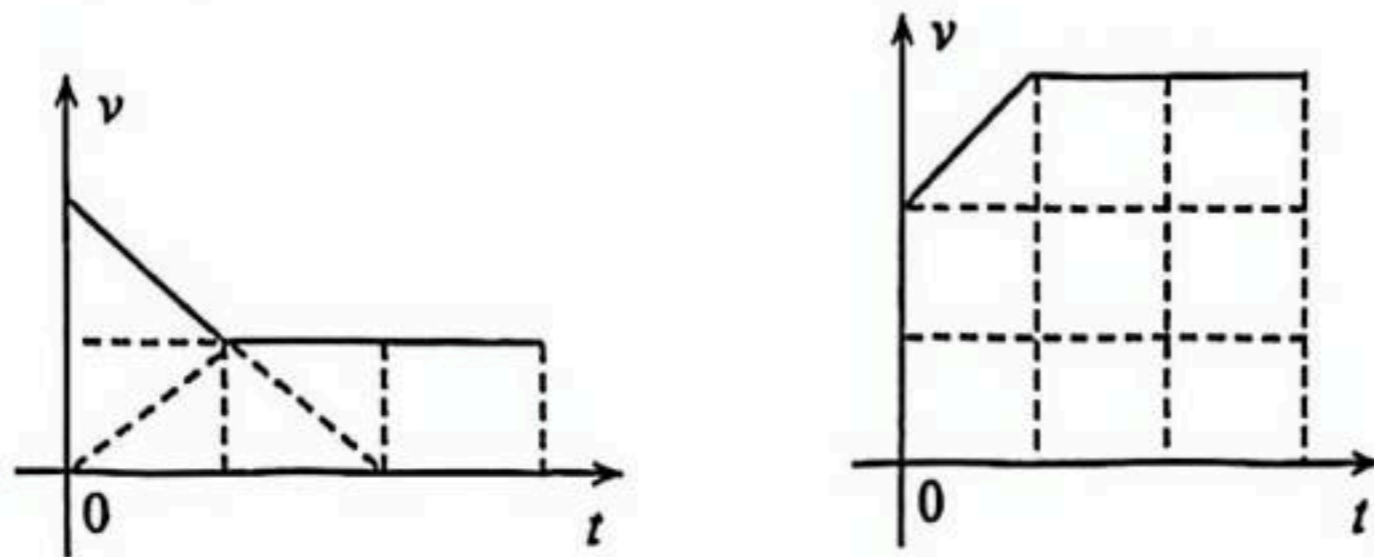
又: $\frac{\sqrt{2}}{4} v_0 = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 \frac{Eq}{m} t_1$

解得: $E = \frac{mg}{q}$ 7分

3) 甲乙两球轨迹图:



甲乙两球水平方向 v-t 图:



结合两球竖直方向: $4\Delta x = h = \frac{v_0^2}{4g}$ 可得: $\Delta x = \frac{v_0^2}{16g}$

i: 两球同时发射且在刚出电场时相遇取得最小值 x₁

$$x_1 = 5\Delta x + 3\Delta x - 5\Delta x = \frac{3v_0^2}{16g}$$

ii: 两球同时发射且在即将落入电场时相遇取得最大值 x₂

$$x_2 = 17\Delta x + 7\Delta x - 5\Delta x = \frac{19v_0^2}{16g}$$

iii: 甲即将落入电场和即将出电场的乙相遇, 对应最大的发射时间差 Δt_m

$$\Delta t_m = \frac{\sqrt{2} v_0}{2g} \quad \text{此时的横坐标 } x_1 = 5\Delta x + 7\Delta x - 5\Delta x = \frac{7v_0^2}{16g}$$

综上: $\frac{3v_0^2}{16g} < x < \frac{19v_0^2}{16g}$, $N_3 (\frac{7v_0^2}{16g}, 0)$ 8分