



## 太原市 2017-2018 学年第一学期高二期末考试

一、**单选选择题**: 本大题共 10 小题, 每小题 3 分。请将正确选项填在括号中

1. 关于洛伦兹力, 下列说法正确的是

- A. 带电粒子在磁场中运动时, 一定受到洛伦兹力的作用
- B. 由于安培力是洛伦兹力的宏观表现, 所以洛伦兹力也会做功
- C. 洛伦兹力方向一定与电荷运动方向垂直, 但磁场方向不一定与电荷运动方向垂直
- D. 若运动电荷在空间某点不受洛伦兹力, 则该点的磁感应强度一定为零

**考点:** 洛伦兹力

**解析:** 速度方向与磁场方向平行时不受洛伦兹力; 洛伦兹力永远与速度方向垂直, 不做功。

**难度:** ☆

**答案:** C

2. 关于磁感应强度的定义式  $B = \frac{F}{IL}$ , 下列理解正确的是

- A. 电流元在磁场中某处所受的磁场力为零时, 该处的磁感应强度一定为零
- B. 磁场中某处的磁感应强度的方向与电流元在该处所受安培力的方向一致
- C. 磁场中某处的磁感应强度 B 与 F 成正比, 跟 I 和导线长度 L 的乘积成反比
- D. 当在匀强磁场中的通电导线与磁场垂直时, 它受的安培力与电流 I 和导线长度 L 的乘积成正比

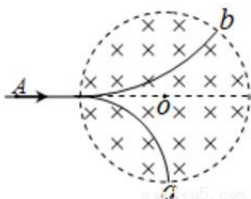
**考点:** 磁感应强度定义式的理解

**解析:** 当电流元与磁场平行时不受安培力; 安培力的方向与电流和磁场构成的平面垂直; 磁感应强度是磁场自身的性质, 与电流元无关。

**难度:** ☆

**答案:** D

3. 两个质量相同、带等量异号电荷的带电粒子 a、b, 以不同的速率对准圆心 O 沿着 AO 方向射入圆形匀强磁场区域, 其轨迹如图所示。不计粒子的重力, 下列说法正确的是



- A. a 粒子带正电, b 粒子带负电
- B. a 粒子在磁场中所受洛伦兹力较大
- C. b 粒子的动能较大
- D. b 粒子在磁场中运动时间较长

**考点:** 带电粒子在磁场中的运动



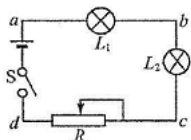


解析: 根据左手定则, a 带负电; b 带正电; 由两粒子的半径可知, b 的半径大于 a 的半径, 则相同带电粒子速度大的半径大, 可知 b 粒子速度大, 动能大。根据圆心角大小可知 b 的圆心角小, 运动时间短。

难度: ☆☆

答案: C

4. 在图示的电路中, 当开关 S 闭合后, 两个标有“3V 0.3A”的灯泡均不发光, 用电压表测得  $U_{ad} = U_{cd} = 6V, U_{ac} = 0V$ 。如果各段导线及接线处均无故障, 这说明



- A. 滑动变阻器 R 的电阻丝断了
- B. 灯泡 L2 的灯丝断了
- C. 灯泡 L1 的灯丝断了
- D. 开关 S 未接通

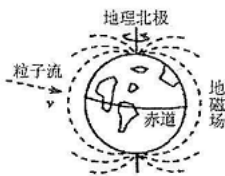
考点: 电路故障分析

解析: 滑变处断路, 则电阻无穷大, 全部的电源电动势都加在 R 的两端, 其余部分不分电压。

难度: ☆☆

答案: A

5. 从太阳和其他星体发射出的高能粒子流, 在射向地球时, 由于地磁场的存在, 改变了运动方向, 对地球起到了保护作用。如图为地磁场的示意图(虚线, 方向未标出), 赤道上方的磁场可看成与地面平行。若有来自宇宙的一束粒子流, 其中含有  $\alpha$ 、 $\beta$  (电子)、 $\gamma$  (光子, 不带电) 射线以及质子, 沿与地球表面垂直的方向射向赤道上空, 则在地磁场的作用下



- A.  $\alpha$  射线沿直线射向赤道
- B.  $\beta$  射线向西偏转
- C.  $\gamma$  射线向东偏转
- D. 质子向北偏转

考点: 地磁场及带电粒子在磁场中的运动

解析: 地磁场方向由地理南极指向北极, 磁感线垂直穿手心, 四指指向正电荷的移动方向 (负电荷定向移动反方向), 拇指即为洛伦兹力; 可知正电荷向东偏, 负电荷向西偏, 光子不偏转。

难度: ☆☆

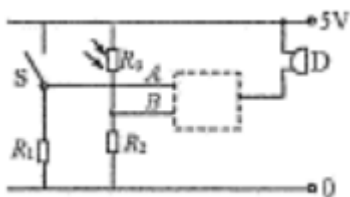
答案: B





6.如图是一个由逻辑电路、按钮开关 S、光敏电阻  $R_0$ 、蜂鸣器 D 等元件组成的一个简单防盗报警器的电路图,R。被光照时电阻减小。当 S 未闭合或 R。无光照时蜂鸣器 D 不报警;当放在地面的 S 被踩下闭合、同时安装在保险箱内的 R。被光照射时,蜂鸣器就会发出鸣叫声。则该报警器使用的门电路是

- A.与门
- B.或门
- C.与非门
- D.或非门



考点： 逻辑电路

解析： 报警器应该是与门和非门的叠加，所以选与非门。

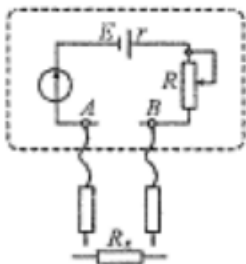
难度：☆☆

答案：C

7.如图为一简单欧姆表原理示意图,其中电流表的满偏电流为  $200\mu\text{A}$ 、内阻为  $100\Omega$ ,可变电阻的最大阻值为

$10\text{k}\Omega$ ,电池的电动势是  $1.5\text{V}$ ,内阻是  $1\Omega$ 。关于该欧姆表的中值电阻( $I_g/2$  对应的电阻值),下列说法正确的是

- A.该欧姆表的中值电阻为  $7500\Omega$
- B.该欧姆表的中值电阻为  $10101\Omega$
- C.仅更换电池,使电动势增加,中值电阻不变
- D.仅更换电流表,使满偏电流增大,中值电阻增大



考点： 欧姆表内部结构

解析： 当表头满偏时对应的内阻为  $R_{内}$ ；当半偏时内阻和待测电阻相等，即为中值电阻。

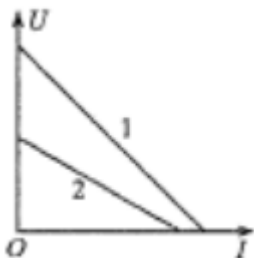
难度：☆☆☆

答案：A





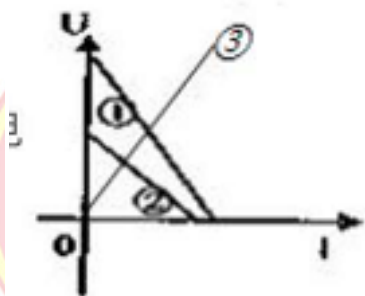
8.如图为两电源的 U-I 图象,则下列说法正确的是



- A. 电源 1 的电动势比电源 2 的大,内阻比电源 2 的小
- B. 当外接相同的电阻时,电源 2 的效率(输出功率与总功率的比值)更高
- C. 当外接相同的电阻时,电源 2 的输出功率更大
- D. 当外接相同的电阻时,两电源的输出电流可能相等

考点： 闭合电路 U-I 图像

解析： 闭合电路 U-I 图像中图线与 U 轴的交点为电源电动势；斜率代表内阻。可知 1 的电动势大，内阻大。接入相同的电阻时，如下图中 3，可知电流不可能相等；1 的输出功率更大；2 的效率更高。

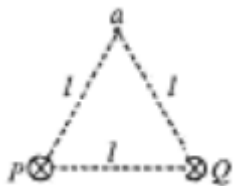


难度：☆☆

答案：B

——做最感动客户的专业教育组织

9.如图,在磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中,两长直导线 P 和 Q 垂直于纸面固定放置,两者之间的距离为 L。在两导线中均通有方向垂直于纸面向里的电流 I 时,纸面内与两导线距离均为 L 的 a 点处的磁感应强度为零。如果让 P 中的电流反向、其他条件不变,则 a 点处磁感应强度的大小为



- A. 0
- B.  $\frac{\sqrt{3}}{3}B$
- C.  $\frac{2\sqrt{3}}{3}B$
- D. 2B





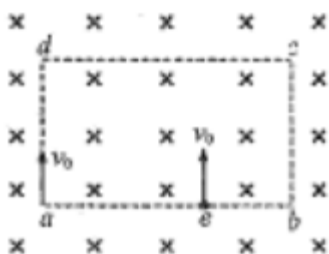
考点：磁感应强度的矢量叠加

解析：根据右手螺旋定则，判断直导线在 a 处产生的磁感应强度，再矢量叠加即可。

难度：☆

答案：C

10. 如图所示, 矩形区域  $abcd$  的  $ab$  边长为  $(\sqrt{2} + 1)L$ ,  $bc$  边长为  $L$ , 处于方向垂直纸面向里、磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场中。两相同带电粒子(重力不计) 以平行于  $ad$  的相同速度  $v_0$ , 分别从  $ab$  边上的  $a$  点和  $e$  点射入矩形区域, 两粒子都恰好通过  $c$  点, 则



A. 粒子在磁场中运动的轨道半径为  $L$

B. 粒子从  $a$  点到  $c$  点的时间为  $\frac{3\sqrt{2}\pi L}{8v_0}$

C. 粒子的比荷为  $\frac{\sqrt{2}v_0}{LB}$

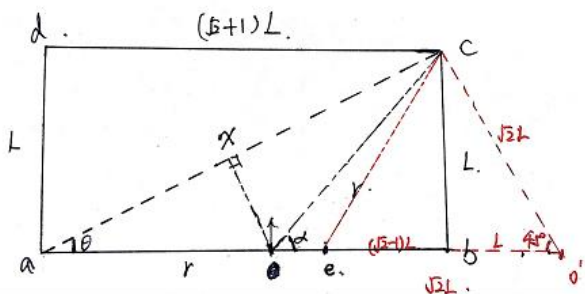
D.  $e$  点与  $a$  点的距离为  $2L$

# 工大教育

——做最感动客户的专业教育组织

考点：带电粒子在磁场中的运动

解析：



如上图, 设  $ac$  边为  $x$ , 可知  $r = \frac{x/2}{\cos\theta}$

$$\cos\theta = \frac{(\sqrt{2} + 1)L}{x}$$

$$x = \sqrt{L^2 + (\sqrt{2} + 1)^2 L^2}$$

综上, 可得:  $r = \sqrt{2}L$





$$r = \frac{mv_0}{Bq} = \sqrt{2}L \quad \text{可得核质比: } \frac{q}{m} = \frac{\sqrt{2}v_0}{2BL}$$

$$\text{由图 } \alpha = 45^\circ \quad \text{则圆心角为 } 135^\circ, \quad t_{ac} = \frac{\theta r}{v_0} = \frac{\frac{3}{4}\pi\sqrt{2}L}{v_0} = \frac{3\sqrt{2}\pi L}{4v_0}$$

由 e 点出发的粒子半径也为  $\sqrt{2}L$ ，有几何关系，可知  $d_{eb} = (\sqrt{2} - 1)L$

则 ae 间距离为  $2L$

难度：☆☆☆

答案：D

二、多项选择题：本题包含 5 小题，每小题 3 分，共 15 分。在所给的选项中最少有两个选项正确。全部选对的得 3 分，选不全的得 2 分，选错的不得分。

11. 我国西电东送“大动脉”——超高压银东直流输电工程西起宁夏银川，东至山东青岛，线路全长 1333 公里，额定输送量 400 万千瓦。设某段沿东西方向的两条平行输电线在同一水平面内，且与电源、负载组成闭合回路，已知这段输电线所在处的地磁场方向与地面平行，则
- A 两条输电线中电流间相互作用的安培力为斥力
  - B 两条输电线中电流间相互作用的安培力为引力
  - C 地磁场对两条输电线中电流的作用力方向均竖直向上
  - D 地磁场对两条输电线中电流的作用力方向相反

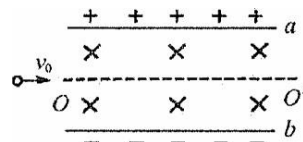
考点：平行通电导线的作用力

解析：由于是闭合回路，则两条输电线的电流不同，则两条输电线中作用力相反，为斥力，则答案选 AD。

难度：☆

答案：AD

12. 如图所示，带等量异种电荷的平行金属板 a、b 处于匀强磁场中，磁场方向垂直纸面向里。不计重力的带电粒子沿  $OO'$  方向从左侧垂直于电磁场入射，从右侧射出 a、b 板间区域时动能比入射时小。要使粒子射出 a、b 板间区域时的动能比入射时大，可采用的措施是



- A. 适当增大两金属板间的距离
- B. 适当减小两金属板的正对面积
- C 适当减小匀强磁场的磁感应强度
- D 使带电粒子的电性相反

考点：速度选择器

解析：适当减小金属板正对面积，场强增加，B 选项正确。减小磁感应强度 B，电场力可能大于洛伦兹力，电场力做正功，C 选项正确。

难度：☆☆

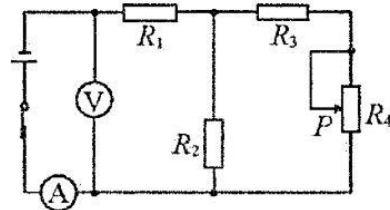
答案：BC





13, 如图所示,  $R_1=1\Omega, R_2=R_3=6\Omega$ , 滑动变阻器  $R_4$  的总电阻为  $6\Omega$ , 电源内阻  $r=1\Omega$  则在变阻器的滑动触头  $p$  从最上端滑至最下端的过程中 (电表均为理想电表)

- A. 电源的输出功率始终增大
- B.  $R_1$  消耗的功率先增大后减小
- C. 电源的效率 (输出功率与总功率的比值) 始终减小
- D. 电压表与电流表的示数均先增大后减小



考点: 考察电容器的动态分析

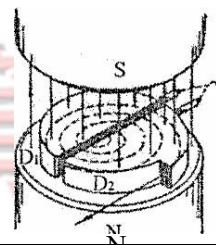
解析:  $p$  下滑, 外电路阻值减小, 则总阻值减小, 由于外电路阻值大于内阻, 则功率始终增大; 外电压始终减小, 所以电源效率始终减小, 故答案选 AC.

难度: ☆☆

答案: AC

14, 回旋加速器是用来加速带电粒子的装置, 如图所示。它的核心部分是两个 D 形金属盒, 两盒相距很近, 分别和高频交流电源相连接, 两盒放在匀强磁场中, 磁场方向垂直于盒底面, 带电粒子由加速器的中心附近进入加速器, 直到达到最大圆周半径时通过特殊装置被引出。如果用同一回旋加速器分别加速氘核和  $\alpha$  粒子 (氘核和  $\alpha$  粒子质量比为 3: 4, 电荷量之比为 1: 2), 则以下说法正确的是

- A. 加速氘核与加速  $\alpha$  粒子的交流电源的周期之比为 2: 3
- B. 氘核与  $\alpha$  粒子获得的最大动能之比为 1: 3
- C. 若增大加速电压, 氘核获得的最大动能增大
- D. 若增大加速电压, 氘核在加速器中运动的总时间变短



考点: 回旋加速器

解析: 周期之比为 3:2, A 选项错误; 最大动能之比为 1:3, B 选项正确。改变电压不影响最大动能, C 选项错误;

若增大加速电压, 加速的次数减少, 故加速时间减小, D 正确。

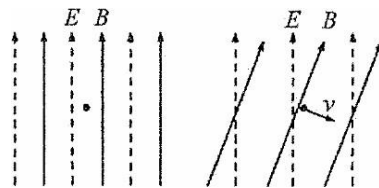
难度: ☆☆☆

答案: BD

15, 如图所示, 空间存在竖直向上的匀强磁场和匀强电场, 磁感应强度为  $B$ 、电场强度为  $E$ 。质量为  $m$

的带电小球在场中恰好处于静止状态。现将磁场方向顺时针旋转  $30^\circ$ , 同时给小球一个垂直磁场方向斜向下的速度  $V$ , 则关于小球之后的运动, 下列说法正确的是

- A. 小球运动过程中的加速度不变
- B. 小球运动过程中电势能与机械能之和一直不变
- C. 小球运动的最高点与最低点的高度差为  $vE/gB$
- D. 小球第一次运动到最低点历时  $\pi E/2gB$



考点: 三场叠加问题

解析: 小球处于静止状态说明  $Eq=mg$ , 改变磁场方向之后小球做匀速圆周运动, 加速度方向时刻改变; 在该复合场中, 只有电场力和重力做功, 则电势能与机械能之和一直不变; 计算可得 CD 选项正确。



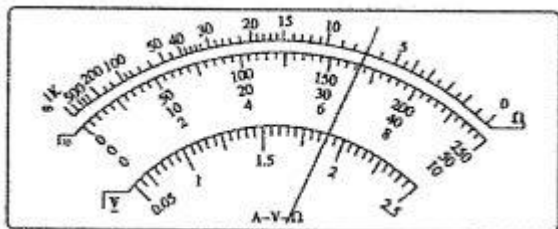


难度: ☆☆☆☆

答案: BCD

三、实验题: 本题包含 2 个小题, 共 15 分。请将答案填在题中横线上或按要求作答。

16, (4 分) 在用多用电表粗测某元件的电阻  $R_x$  时, 选用 “ $\times 10$ ” 倍率的电阻挡后, 应先进行\_\_\_\_, 然后再进行测量。若多用电表的示数如图所示则该元件的电为\_\_\_\_  $\Omega$



解析: (1) 欧姆调零 (2) 70 (70.0)

难度: ☆ ☆

17. (11 分) 某实验小组用图 1 的电路测量电阻的阻值。图中  $R$  为电阻箱,  $R'$  为滑动变阻器, 电源  $E$  的电动势约为 6V,  $S$  为单刀双掷开关, 电流表量程为 0.6A, 内阻较小为  $R_A$  不可忽略。

(1) 若将滑动变阻器的全部电阻接入电路中对电流表起保护作用, 则最适合的总阻值为\_\_\_\_\_。

- A. 1  $\Omega$
- B. 10  $\Omega$
- C. 100  $\Omega$
- D. 1k  $\Omega$

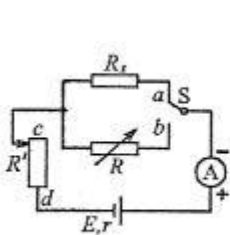


图 1

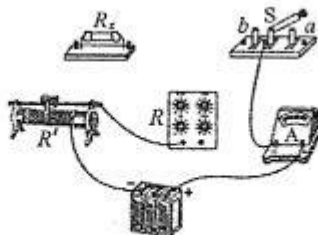


图 2

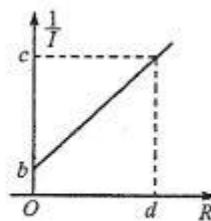


图 3

(2) 在图 2 中以笔画线代替导线按实验原理图将实物图补充完整。





(3) 实验小组测量电阻  $R_x$  的步骤主要如下, 完成步骤中的填空:

- ①将开关  $s$  掷于\_\_\_位置, 记下电流表的示数  $I_0$ ;
- ②将开关  $s$  掷于\_\_\_位置, 调节\_\_\_, 使电流表示数也达到  $I_0$
- ③此时电阻箱示数为  $R_0$ , 则  $R_x$  阻值为\_\_\_。

(4) 小组中一同学用图 1 的电路测电源的电动势  $E$  和内电阻  $r$ , 其操作如下:

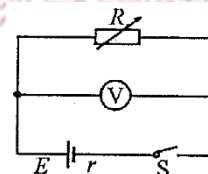
- ①将开关掷于  $b$  位置, 调节  $R$  的滑动头至  $d$  端;
- ②改变电阻箱的阻值  $R$ , 记录对应的电流表示数  $I$
- ③多次重复步骤②, 测得多组  $R$ 、 $I$  的值, 绘出  $\frac{1}{I}$ — $R$  图线如图 3 所示;
- ④由图线可求得电源的电动势为\_\_\_, 内阻为\_\_\_。

解析: (1) B  
 (2) 图略  
 (3) ①a②b, R ③ $R_0$   
 (4) ④ $d/c-b$ ;  $(bd/c-b) - R_A$

难度: ☆☆

四、计算题: 本题包含 4 小题, 共 40 分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤, 只写出最后答案的不能得分, 有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位。

18. (8分) 如图所示,  $R$  为电阻箱,  $V$  为理想电压表。当电阻箱读数为  $R_1=1.5\Omega$  时, 电压表读数为  $U_1=3V$ ; 当电阻箱读数为  $R_2=4\Omega$  时, 电压表读数为  $U_2=4V$ 。求: 电源的电动势  $E$  和内阻  $r$ 。



解析:  
 由闭合电路欧姆定律:

$$E = U_1 + \frac{U_1}{R_1} r$$

$$E = U_2 + \frac{U_2}{R_2} r$$

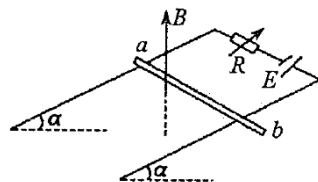
联立以上两式并代入数据得:  $E=5V$ ,  $r=1\Omega$





19. (10分) 如图所示,在磁感应强度 $B=1.0\text{T}$ ,方向竖直向下的匀强磁场中,有一个与水平面成 $\theta=37^\circ$ 的平行光滑金属导轨,两导轨间距 $L=0.5\text{m}$ , 导轨上端通过滑动变阻器接在 $E=12\text{V}$ ,内阻可忽略的电源上。将质量 $m=0.2\text{kg}$ 的金属杆 $ab$ 垂直导轨放置, 不计金属导轨与 $ab$ 杆的电阻, 调节滑动变阻器, 恰好可使 $ab$ 在导轨上保持静止, 求 ( $g$ 取 $10\text{m/s}^2$ ,  $\sin 37^\circ=0.6$ ,  $\cos 37^\circ=0.8$ )

- (1) 滑动变阻器接入电路的阻值
- (2) 若改变磁场的方向, 使之垂直导轨平面向上, 但大小不变, 欲使 $ab$ 仍保持静止, 变阻器接入电路的阻值应调成多大。



解析:

(1) 设此时金属棒受到的安培力为 $F_1$ , 由金属棒静止有:

$$F_1 = mgtan\alpha$$

其中:  $F_1 = BI_1L$

根据闭合电路欧姆定律:  $E = I_1R_1$

解得:  $R_1 = 4\Omega$

(2) 设此时金属棒受到的安培力为 $F_2$ , 由金属棒静止有:

$$F_2 = mgsin\alpha$$

其中:  $F_2 = BI_2L$

根据闭合电路欧姆定律:  $E = I_2R_2$

解得:  $R_2 = 5\Omega$

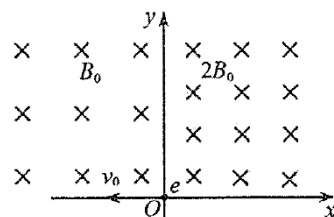
# 工大教育

——做最感动客户的专业教育组织

20. (11分) 选做题: 本题包含 A、B 两题, 请任选一题做答。如两题都做, 按 A 题计分。

A. 如图, 空间存在方向垂直于纸面( $xOy$ 平面)向里的磁场。在 $x \geq 0$ 区域磁感应强度的大小为 $2B_0$ ,  $x < 0$ 区域, 磁感应强度的大小为 $B_0$ 。质量为 $m$ 、电荷量为 $e$ 的电子以速度 $v_0$ 从坐标原点 $O$ 沿 $x$ 轴负方向射入磁场, 从此刻开始计时, 求(不计重力)

- (1) 电子在 $x < 0$ 和 $x \geq 0$ 区域内的轨道半径
- (2) 当电子的速度方向再次沿 $x$ 轴负方向时, 电子运动的时间及与 $O$ 点间的距离。



解析:

(1) 在匀强磁场中, 电子做圆周运动, 洛伦兹力提供向心力。设在 $x < 0$ 区域, 轨迹半径为 $R_1$ ; 在 $x \geq 0$ 区域, 轨迹半径为 $R_2$ 。则有:

$$eB_0v_0 = m \frac{v_0^2}{R_1}$$





$$2eB_0v_0 = m \frac{v_0^2}{R_2}$$

可得:

$$R_1 = \frac{mv_0}{eB_0}; R_2 = \frac{mv_0}{2eB_0}$$

(2) 粒子在两部分磁场中的运动均为半个圆周, 所以,  
在  $x < 0$  区域运动用时:

$$t_1 = \frac{T_1}{2} = \frac{\pi m}{eB_0}$$

在  $x \geq 0$  区域运动用时:

$$t_2 = \frac{T_1}{2} = \frac{\pi m}{2eB_0}$$

所求时间为:

$$t = t_1 + t_2 = \frac{3\pi m}{2eB_0}$$

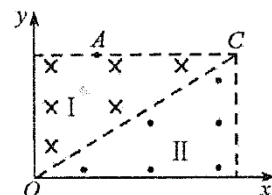
粒子离开  $x < 0$  区域时的坐标为  $(0, 2R_1)$ , 离开  $x \geq 0$  区域时距  $(0, 2R_1)$  点为  $2R_2$ , 所以所求距离为:

$$d = 2R_1 - 2R_2 = \frac{mv_0}{eB_0}$$

B. 如图所示, 在直角坐标系  $xOy$  的第一象限中, 两个相同的直角三角形区域 I、II 内存在匀强磁场, 其方向相反、磁感应强度大小均为  $B$ . 两区域交点  $C$  点的坐标为  $(8L, 6L)$ . 一质量为  $m$ 、电荷量为  $+q$  的粒子, 从磁场边界上的  $A(3L, 6L)$  点以一定的速度沿  $y$  轴负方向进入磁场, 并从  $x$  轴上的  $D$  点(图中未画出)垂直  $x$  轴离开磁场, 不计重力.

(1) 求粒子进入磁场区域 I 时的速度及在磁场 I 中运动的时间

(2) 若将区域 II 内的磁场换成沿  $x$  轴负方向的匀强电场, 该粒子仍从  $A$  点以原速度进入磁场区域 I, 并最终仍能垂直  $x$  轴离开, 求匀强电场的场强.



(1) 根据对称性可知, 粒子从  $OC$  中点  $O'$  进入磁场区域 II, 从  $D$  点离开, 且  $AC = OD$ , 则  $D$  点坐标为  $(5L, 0)$

$$2r = 10L$$

设粒子在磁场中的运动半径为  $r$ , 在磁场 I 中的轨迹所对的圆心角  $\theta$ :

$$r \sin \theta = 3L$$

解得:  $\sin \theta = 0.6, \cos \theta = 0.8, r = 5L$

粒子在磁场中做圆周运动

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

解得:





$$v = \frac{5qLB}{m}, t = \frac{37\pi m}{180qB}$$

(2) 设粒子在电场中的运动时间为 $t$ , 加速度大小为 $a$ , 将速度分解到 $x$ 方向与 $y$ 方向:

$$v \sin \theta = at$$

$$vt \cos \theta = 3L$$

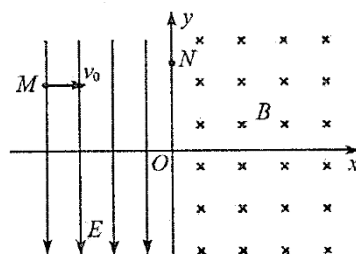
其中:  $qE = ma$

解得:

$$E = \frac{4qB^2L}{m}$$

解21. (11分) 选做题: 本题包含A、B两题, 请任选一题作答。如两题都做, 按A题计分。

A.如图, 在 $xOy$ 平面内,  $x < 0$ 的区域存在沿 $y$ 轴负方向的匀强电场;  $x \geq 0$ 的区域存在垂直于 $xOy$ 平面向里、磁感应强度大小为 $B$ 的匀强磁场。一质量为 $m$ 、电荷量为 $+q$ 的粒子, 从 $M$ 点以速度 $v_0$ 沿 $x$ 轴正方向射出, 第一次通过 $y$ 轴时从坐标原点 $O$ 进入第IV象限; 第二次通过 $y$ 轴时从 $N$ 点离开磁场。已知 $M$ 的坐标为 $(-2h, \sqrt{3}h)$ , 不计重力, 求



(1) 电场强度的大小

(2) 坐标原点 $O$ 与 $N$ 点之间的距离 $d$

(3) 粒子从 $M$ 点运动到 $N$ 点的总时间 $t$ .

解析: (1) 粒子在电场中运动的时有:

$$qE = ma$$

$$\sqrt{3}h = \frac{1}{2}at_1^2$$

$$2ht_1 = v_0t_1^2$$

解得:

$$t_1 = \frac{2h}{v_0}, E = \frac{\sqrt{3}v_0^2m}{2hq}$$

进入磁场中的速度 $v$ 与 $x$ 轴夹角为 $\alpha$ :

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2}$$

$$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_0}$$

由 $v_y = at_1$ 得:

$$\alpha = 60^\circ, v = 2v_0$$

(2) 设粒子在磁场中运动半径为 $R$ , 根据牛顿定律:

$$qvB = \frac{mv^2}{R}$$

根据几何关系可知 $O$ 与 $N$ 之间的距离为:

$$d = R = \frac{2mv_0}{qB}$$

(3) 粒子在磁场中运动的周期:





$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

设粒子在磁场中从 O 到 N 用时:

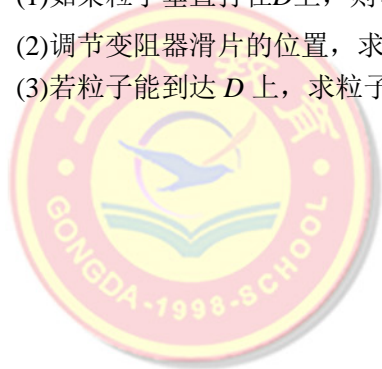
$$t_2 = \frac{2\pi - \alpha}{2\pi} T$$

粒子从 M 点运动到 N 点的时间:

$$t = t_1 + t_2 = \frac{2h}{v_0} + \frac{5\pi m}{3qB}$$

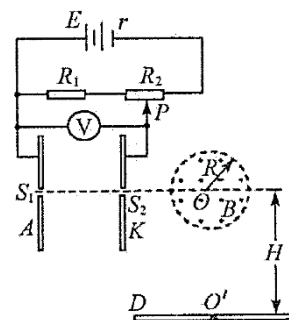
B. 如图所示, 在以 O 为圆心, 半径为  $R=10\sqrt{3}\text{cm}$  的圆形区域内, 有水平(垂直纸面向外)的匀强磁场, 磁感应强度大小  $B=0.10\text{T}$ . 在磁场的左侧, 两竖直平行放置的金属板 A、K 接在如图的电路中,  $S_1$ 、 $S_2$  为 A、K 板上的两个小孔, 且  $S_1$ 、 $S_2$  跟 O 在同一水平直线上. 在磁场的下方, 有一水平放置的足够长的荧光屏 D, O 与 D 间的距离  $H=3R$ . 已知电源电动势  $E=91\text{V}$ , 内阻  $r=1.0\Omega$ , 定值电阻  $R_1=10\Omega$ , 滑动变阻器  $R_2$  的最大阻值为  $80\Omega$ , 比荷  $\frac{q}{m}=2.0 \times 10^5\text{C/kg}$  的带正电的粒子, 从  $S_1$  飘入电场加速后, 穿过  $S_2$  进入磁场, 最后打到荧光屏 D 上. 忽略粒子进入电场的速度, 不计重力.

- (1) 如果粒子垂直打在 D 上, 则电压表的示数是多大?
- (2) 调节变阻器滑片的位置, 求粒子打到 D 上范围的长度.
- (3) 若粒子能到达 D 上, 求粒子在磁场中运动的最短时间.



# 工大教育

——做最感动客户的



解析: (1) 设粒子由电场射出后进入磁场时的速度为  $v$ , 因粒子是沿圆心 O 的方向射入磁场, 离开磁场后、垂直打在荧光屏  $O'$  点上, 则在磁场中速度方向偏转了  $90^\circ$ . 由几何知识可知, 粒子在磁场中做圆周运动的半径:

$$r' = R = 10\sqrt{3}\text{cm}$$

设粒子进入磁场时的速度为  $v$ , 有

$$qvB = \frac{mv^2}{R}$$

设两金属板间的电压为  $U$ , 粒子在电场中加速, 由动能定理有:

$$qU = \frac{1}{2}mv^2$$

代入数据得:

$U=30\text{V}$ , 也就是电压表示数为  $30\text{V}$





(2)当滑动变阻器滑动头在左端时, 由欧姆定律:

$$U_1 = \frac{E}{R_1 + R_2 + r} R_1 = 10V$$

$$qU_1 = \frac{1}{2}mv_1^2, \quad r_1 = \frac{mv_1}{qB}$$

解得:  $r_1 = 10\text{cm}$ ,

由于

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{r_1}{R} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

故  $\alpha = 60^\circ$ , 偏转角  $\theta_1 = 120^\circ$

此时打在荧光屏上最左侧的 M 点:

$$MO' = \frac{H}{\sqrt{3}} = 30\text{cm}$$

当滑动头在右端时, 由欧姆定律得:

$$U_2 = \frac{E}{R_1 + R_2 + r} R_2 = 90V$$

$$qU_2 = \frac{1}{2}mv_2^2, \quad r_2 = \frac{mv_2}{qB}$$

解得:  $r_2 = 30\text{cm}$ ,

由于

$$\tan \frac{\beta}{2} = \frac{r_1}{R} = \sqrt{3}$$

故  $\beta = 30^\circ$ , 偏转角  $\theta_2 = 60^\circ$

此时打在荧光屏上最右侧的 N 点:

$$O'N = \frac{H}{\sqrt{3}} = 30\text{cm}$$

故粒子打在荧光屏上的范围为 60cm

(3)粒子在磁场中的运动周期为:

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

当粒子在磁场中的偏转角最小是, 运动时间最短

$$t_m = \frac{60}{360} T = 5.02 \times 10^{-5} s$$



# 工大教育

——做最感动客户的专业教育组织

