

# 太原市 2018—2019 学年第一学期高二年级期末考试

## 物理试卷

一. 单项选择题：本题包含 10 小题，每小题 3 分，共 30 分。请将正确选项前的字母填在下表内相应位置

1. 关于电场强度和磁感应强度，下列说法正确的是 ( )
  - A. 电场强度是反映电场的强弱和方向的物理量，与放入的试探电荷无关
  - B. 由  $E = kQ/r^2$  可知，当  $r$  趋于 0 时，电场强度趋于无限大
  - C. 电流元在磁场中不受安培力则该处磁感应强度为零
  - D. 磁感应强度的方向与垂直磁场方向放入的通电导体受的安培力方向相同

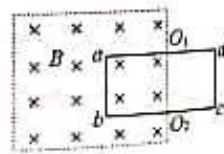
答案：A

考点：场强、点电荷、安培力

解析：场强与放入的试探电荷无关，只与场源电荷和距离有关，故 A 正确；当  $r$  趋于 0 时，场源电荷不能看做点电荷，故 B 错误；电流元在磁场中不受安培力，可能是磁感应强度为零也可能电流元与磁场平行，故 C 错误；磁感应强度的方向与垂直磁场方向放入的通电导体受的安培力方向垂直，故 D 错误。所以 A 正确。

2. 如图，矩形线圈  $abcd$  的长和宽分别为  $2L$  和  $L$ ，虚线内有界匀强磁场的磁感应强度为  $B$ ， $O_1$ 、 $O_2$  分别为  $ab$ 、 $bc$  的中点，下列判断正确的是 ( )

- A. 此时穿过线圈  $abcd$  的磁通量为  $2BL^2$
- B. 线圈绕  $ab$  边向纸外旋转  $60^\circ$  角时，穿过线圈的磁通量为  $BL^2$
- C. 线圈绕  $cd$  边向纸外旋转  $60^\circ$  角时，穿过线圈的磁通量为  $BL^2$
- D. 线圈绕  $bc$  边向纸外旋转  $60^\circ$  角的过程中，穿过线圈的磁通量变化量为  $BL^2$



答案：B

考点：磁通量

解析：题干图示时，磁通量为  $BL^2$ ，故 A 错误；线圈绕  $ab$  边向纸外旋转  $60^\circ$  时，磁通量为  $BL^2$ ，故 B 正确；线圈绕  $cd$  边时，有效面积为零，则磁通量为 0，故 C 错误；在线圈绕  $bc$  边向纸外旋转  $60^\circ$  过程中，磁通量的变化量为  $\frac{1}{2}BL^2$ ，故 D 错误。所以 B 正确。

3. 关于静电力、安培力与洛伦兹力，下列说法正确的是 ( )
  - A. 电荷放入静电场中一定会受静电力，静电力的方向与该处电场强度方向相同
  - B. 通电导线放入磁场中一定受到安培力，安培力的方向与该处磁场方向垂直



- C. 电荷放入磁场中一定受到洛伦兹力，洛伦兹力的方向与该处磁场方向垂直  
 D. 当电荷速度方向与磁场方向垂直时受到的洛伦兹力最大，方向与磁场方向垂直

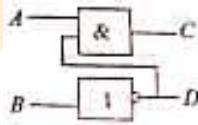
答案：D

考点：静电力、安培力、洛伦兹力

解析：正电荷的受力方向与该点场强方向相同，负电荷的受力方向与该点场强方向相反，故A错误；通电导线与磁场方向平行时，不受安培力，故B错误；运动的电荷的运动方向与磁场方向有夹角时，才会受到洛伦兹力，故C错误。运动电荷的速度方向与磁场方向垂直时，洛伦兹力最大，所以D正确。

4. 如图的逻辑电路中，当A、B端输入均为0时，C、D端的输出信号分别为（ ）

- A. 1和0  
 B. 1和1  
 C. 0和1  
 D. 0和0



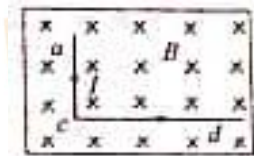
答案：C

考点：门电路

解析：B端信号0经过非门电路，输出端为1，故D端为1，A端信号0与1经过与门电路，输出端为0，所以C正确。

5. 如图，长为 $3L$ 的直导线折成边长 $ab=L$ 、 $cd=2L$ 直角导线，置于与其所在平面相垂直的匀强磁场中，磁感应强度为 $B$ 。当在该导线中通过大小为 $I$ 、方向如图的电流时，该通电导线受到的安培力的大小为（ ）

- A.  $3BIL$   
 B.  $\sqrt{5}BIL$   
 C.  $\sqrt{3}BIL$   
 D.  $BIL$



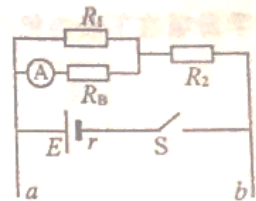
答案：B

考点：安培力计算时的有效长度

解析：计算安培力时，用直线连接导线两端a、d，该长度为有效长度，通过勾股定理可得 $ad = \sqrt{5}L$ ，则该导线受到的安培力为 $F = \sqrt{5}BIL$ ，故B正确。

6. 如图是磁报警装置中的一部分电路，其中 $R_B$ 磁敏传感器，它的电阻随金属异物的出现而减小，a、b接报警器。闭合s，当传感器 $R_B$ 所在处出现金属异物时，则电流表的电流 $I$ 、ab两端的电压 $U$ 将（ ）。

- A.  $I$ 减小， $U$ 减小  
 B.  $I$ 减小， $U$ 增大  
 C.  $I$ 增大， $U$ 减小  
 D.  $I$ 增大， $U$ 增大



答案：C

考点：动态电路分析

解析： $R_B$ 电阻减小，总电阻减小，总电流增大，路端电压减小，流经 $R_1$ 的电流减小，所以 $R_B$ 电流增



大，或根据串反并同也可以判断。

7. 如图，在正三角形 ABC 的 B、C 两点垂直纸面放置电流均为 I 的长直导线，电流方向如图所示，每条直线中电流在 A 点产生的磁感应强度大小均为 B。空间内有平行于三角形 ABC 平面的磁场，磁感应强度为  $B_0$ 。已知 A 点的磁感应强度为零，则 ( )



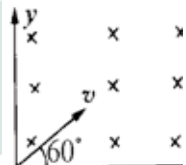
- A. 匀强磁场的方向平行于BC向左
- B. 匀强磁场的方向垂直于BC向下
- C.  $B_0 = \frac{\sqrt{3}}{2}B$
- D.  $B_0 = \sqrt{3}B$

答案：D

考点：磁场强度的矢量计算

解析：根据矢量计算可以得出 BC 的合磁场为  $\sqrt{3}B$ ，方向水平向左，所以  $B_0$  大小也必为  $\sqrt{3}B$ ，方向水平向右。

8. 如图所示，在第一象限内有垂直 xOy 平面(纸面)向里的匀强磁场，正、负电子分别以相同速度沿与 x 轴正方向成  $60^\circ$  角从原点射入磁场，则正、负电子在磁场中运动时间之比为 ( )



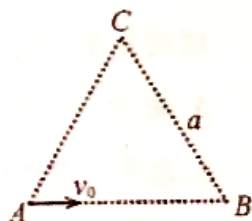
- A. 1:2
- B. 1:1
- C.  $\sqrt{3}:1$
- D. 2:1

答案：A

考点：带电粒子在磁场中的运动

解析：正负电子，比荷相同，周期相同，正电子偏转角为  $60^\circ$ ，负电子偏转角为  $120^\circ$ ，所以时间比为 1:2。

9. 如图所示，质量为 m、电荷量为 q 的带正电粒子，以速度  $v_0$  从 A 点沿 AB 边射入边长为 a 的等边三角形的匀强磁场区域中，磁场方向垂直纸面向里，大小为 B，不考虑粒子的重力，则 ( )





- A. 若  $v_0 = \frac{\sqrt{3}qBa}{3m}$ , 则粒子从 A、C 之间某点离开磁场
- B. 若  $v_0 = \frac{\sqrt{3}qBa}{3m}$ , 则粒子刚好从 C 点离开磁场
- C. 若  $v_0 = \frac{\sqrt{3}qBa}{6m}$ , 则粒子从 B、C 边中点离开磁场
- D. 若  $\frac{\sqrt{3}qBa}{6m} < v_0 < \frac{\sqrt{3}qBa}{3m}$ , 则粒子从 B、C 之间某点射出磁场

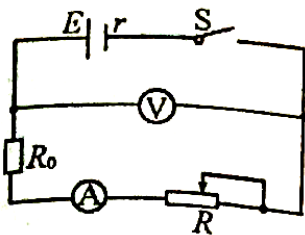
答案: B

考点: 带电粒子在三角形边界磁场的运动

解析: 根据对称性, 可以判断粒子刚好可以从 C 点射出, 找圆心, 求半径  $R = \frac{\sqrt{3}}{3}a$ , 由  $v = \frac{qBr}{m}$

得,  $v_0 = \frac{\sqrt{3}qBa}{3m}$ 。

10. 如图所示的电路中,  $E = 6V$ 、 $r = 10\Omega$ 、 $R_0 = 10\Omega$ , 滑动变阻器  $R(0 - 40\Omega)$ , 不计电表对电路的影响, 以下判断正确的是 ( )



- A. 当  $R = 10\Omega$  时电源的输出功率最大
- B. 在  $R$  的滑片从左向右滑动的过程中, 电源的输出功率先增大后减小
- C. 当  $R = 10\Omega$  时  $R_0$  上消耗的功率最大
- D. 当  $R = 20\Omega$  时滑动变阻器  $R$  上消耗的功率最大

答案: D

考点: 最大功率的计算

解析: 当  $r = R_{外}$  时, 输出功率最大, 但题目中  $r = R_0 = 10\Omega$ , 所以当滑动变阻器在最左端时, 输出功率最大, 所以 ABC 错误。把  $R_0$  等效为内阻时, 当  $R = R_0 + r$  时,  $R$  的功率最大, D 正确。

二、多项选择题: 本题包含 5 小题, 每小题 3 分, 共 15 分。在每小题给出的四个选项中, 至少有两个选项正确。全部选对的得 3 分, 选不全的得 2 分, 有错选或不答的得 0 分。请将正确选项前的字母填在下表内相应位置。

11. 下列说法正确的是 ( )

- A. 奥斯特发现了电流的磁效应
- B. “分子电流假说”认为永磁体的磁场和电流的磁场均由运动电荷产生



- C. 根据“分子电流假说”，磁体受到高温或猛烈撞击时可能会失去磁性  
D. 地球上各个位置的磁偏角均相同且不随时间变化

答案：ABC

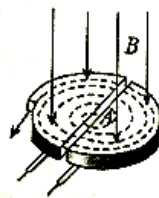
考点：磁场基本知识

解析：奥斯特发现电流磁效应，A 正确。分子电流假说认为磁场由运动电荷产生，B 正确。高温或撞击会使磁体失去磁性，C 正确。地球各地磁偏角不同，D 错误。

故选：ABC

12. 如图是回旋加速器的示意图。匀强磁场的磁感应强度为  $B$ ，交变电压为  $U$ ，D 形盒的半径为  $R$ ，位于 D 形盒圆心处的粒子源 A 能不断放出粒子（初速度可以忽略），粒子的质量为  $m$ 、电荷量为  $q$ ，它们在两盒之间被电场加速。当粒子被加速到最大动能  $E_k$  后被引出，忽略粒子在电场中的运动时间及相对论效应。则（ ）

- A. 增大  $U$  可增大  $E_k$   
B.  $E_k$  与  $R$  成正比  
C. 增大  $U$  可以减少加速次数  
D. 加速比荷小于  $q/m$  的粒子时，需要增大交变电压的周期



答案：CD

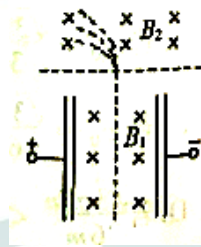
考点：回旋加速器

解析：回旋加速器的最大速度由 D 形盒的半径决定，与加速电压  $U$  无关，A 错误。根据  $Bqv = m\frac{v^2}{r}$  可得  $r = \frac{mv}{Bq}$ ，当  $B$ 、 $q$ 、 $m$  恒定时，最大速度与  $R$  成正比，故动能不与  $R$  成正比，B 错误。每次加速增加动能  $Uq$ ，最大动能由  $R$  决定，故增大  $U$  可减少加速次数，C 正确。加速电压的周期与粒子运动的周期相同。而  $T = \frac{2\pi m}{Bq}$ ，比荷小时，周期增大，D 正确。

故选：CD

13. 如图，一束正离子平行纸面、从两极板中央平行极板射入正交的匀强磁场和匀强电场区域里，离子束保持原运动方向未发生偏转。接着进入另一匀强电场  $B_2$  中，发现这些离子分离成几束。不计离子间的相互作用，可以判断这几束离子（ ）

- A. 质量一定不同  
B. 速率一定相同  
C. 动能一定不同  
D. 比荷一定不同



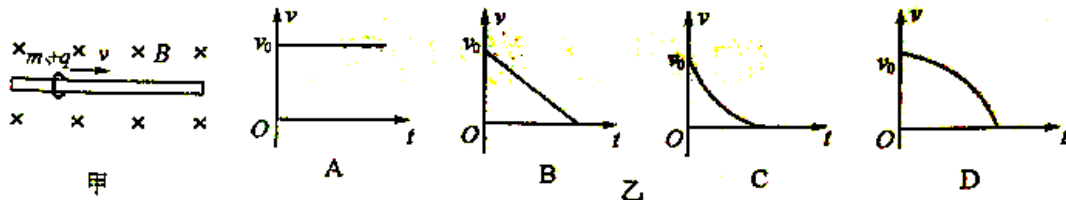
答案：BD



考点：带电粒子在电磁场中的运动

解析：由于在复合场中直线运动，则电场力与洛伦兹力等大反向，即  $Bqv = Eq$ ， $v = \frac{E}{B}$ ，即不同粒子速率相同，B 正确。而在单一磁场中半径不同，根据  $r = \frac{mv}{Bq}$  可知，比荷一定不同，D 正确，比荷不同即可，质量不一定不同，动能不一定不同，AC 错误  
故选：BD

14. 图甲中，质量为  $m$ 、电荷量为  $+q$  ( $q > 0$ ) 的圆环，可在水平放置的足够长的粗糙细杆上滑动，细杆处于磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中。现给圆环向右的初速度  $v_0$  在之后的运动过程中，圆环运动的速度图象可能是图乙中的 ( )



答案：AD

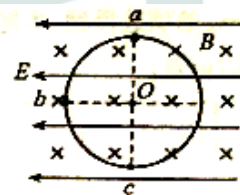
考点：洛伦兹力

解析：根据左手定则，带电圆环所受洛伦兹力竖直向上，若洛伦兹力等于重力，则无支持力和摩擦力，做匀速运动，即为 A 选项。若洛伦兹力小于重力，则受向上支持力和向左摩擦力，减速运动，速度降低则洛伦兹力减小，支持力增大，摩擦力增大，加速度增大，即为 D 选项。BC 错误。

故选：AD

15. 如图，空间存在平行纸面（水平向左）的匀强电场和垂直纸面向里的匀强磁场，电场和磁场相互垂直。一个竖直放置的光滑绝缘圆环，环上套有一个带正电的小球。O 点为圆环的圆心，a、b、c 为圆环上的三个点，a 点为最高点，c 为最低点，Ob 沿水平方向。已知小球所受电场力与重力大小相等。现将小球从环的顶端 a 点由静止释放，下列判断正确的是 ( )

- A. 当小球运动 c 点时，所受洛伦兹力最大
- B. 当小球运动到 bc 中点时，所受洛伦兹力最大
- C. 小球从 a 点运动到 b 点，重力势能减小，电势能增大
- D. 小球从 b 点运动到 c 点，电势能增大，动能先增大后减小



答案：BD

考点：复合场

解析：从 a 运动到 b，重力做正功，电场力做正功，电势能和重力势能均减小，C 错误，从 b 运动到 c，电场力做负功，电势能增大。由于电场力和重力均为恒力，则将二力合成，等效为等效重力，方向指向左下，夹角为  $45^\circ$ 。故运动到等效最低点时速度最大，洛伦兹力最大，等效最低点位于 bc 中点，故 A 错误，BD 正确。





故选：BD

三、实验题：本题包含 2 小题。请将答案填在题中横线上或按要求作答。

16. (8 分) 指针式多用电表是实验室中常用的测量仪器，请根据所学知识填空：

(1) 关于多用电表的使用，下列说法正确的是\_\_\_\_\_。

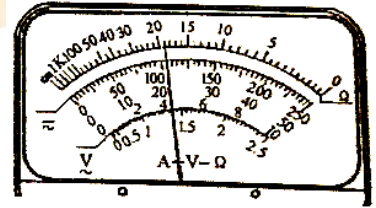
- A. 在测量未知电压时，必须先选择电压最大的量程进行试测
- B. 换用不同倍率测量电阻时，都必须重新进行欧姆调零
- C. 测量电路中的电阻时，不用将该电阻与电源断开
- D. 测量定值电阻时，如果红、黑表笔插错插孔，但不会影响测量结果

(2) 进行某次测量时，指针在表盘的位置如图所示：

若所选挡位为直流 50mA 挡，则示数为\_\_\_\_\_ mA；

若所选挡位为电阻  $\times 100\Omega$  挡，则示数为\_\_\_\_\_  $\Omega$ 。

(3) 某一型号的二极管，其两端分别记为 A 和 B，现用电表的欧姆挡判断其正负极。将多用电表的红表笔与二极管的 A 端、黑表笔与二极管的 B 端相连时，表的指针偏转角度很小；调换表笔连接后，表的指针偏转角度很大，可知该二极管的正极为\_\_\_\_\_ (选填“A”或“B”) 端。



答案：

(1) ABD(2 分)

(2) 21.0 (2 分)； $1.90 \times 10^3$  (19.0 $\times 100, 1900$ ) (2 分)

(3) A (2 分)

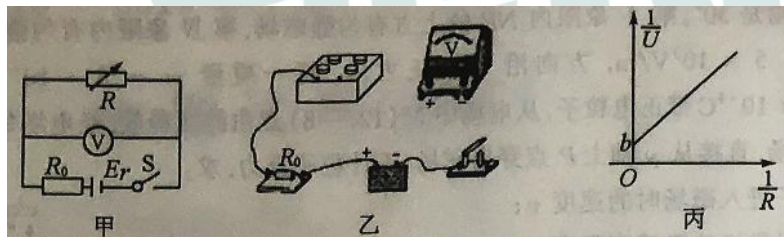
考点：多用电表

解析：(1) 为保证电表安全，在测量未知电压时，必须先选择电压最大量程进行试测，故 A 正确；换用不同倍率时，多用电表内阻发生了变化，故要重新欧姆调零故 B 正确；测量电路的电阻时，应将电路中的电源切断，避免损坏多用电表，故 C 错误。由于红黑表笔只是指明正负极的作用，所以并不影响测量结果，故 D 正确。故选 ABD。

(2) 读数即可

(3) 多用电表的红表笔与内置电源负极相连，黑表笔与内置电源正极相连，将多用电表的红表笔与二极管的 A 端、黑表笔与二极管的 B 端相连时，表的指针偏转角度很小，说明测二极管阻值很大，此时二极管反向偏压，则 A 是二极管正极，B 是二极管负极。

17. (8 分) 为测某新型手机电池的电动势和内阻，某同学设计了如图甲所示的电路，电路中  $R_0$  为定值电阻。



(1) 按电路图完成图乙中实物图的连接。

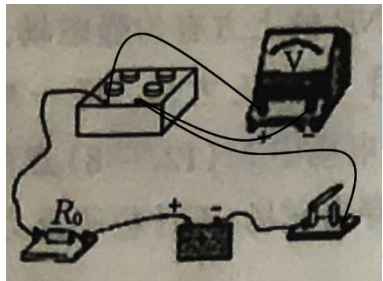
(2) 电路中，定值电阻  $R_0$  的主要作用是\_\_\_\_\_。

(3) 实验中，逐次改变电阻箱接入电路的阻值  $R$ ，读出与  $R$  对应的电压表的示数  $U$ ，绘出如图丙所示



的  $\frac{1}{U} - \frac{1}{R}$  图象。若已知图线的斜率为  $k$ ，纵轴截距为  $b$ ，则所测电池电动势  $E = \underline{\hspace{2cm}}$ ，内阻  $r = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

答案：（1）如图所示，（2分）



（2）保护电源、使电路中电流不要太大（其他正确说法均可）（2分）

（3） $\frac{1}{b}$ （2分）； $\frac{k}{b} - R_0$ （2分）

考点：测量电源电动势和内阻

解析：（1）如图所示

（2）保护电路

（3）由闭合电路欧姆定律： $E = U + I(r + R_0)$

变形： $\frac{1}{U} = \frac{R_0 + r}{E} \cdot \frac{1}{R} + \frac{1}{E}$

则： $k = \frac{R_0 + r}{E}$ ， $b = \frac{1}{E}$

解得： $E = \frac{1}{b}$ ， $r = \frac{k}{b} - R_0$

四、计算题：本题共4小题，共39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）图1是小明爷爷家里的老式手电筒，小明按下开关，小灯泡发光。打开后盖，发现里面装有三节1.5V的相同干电池组成的电池组（总电动势为4.5V）。打开电筒前盖，观察到里面的小灯泡上标有“3.8V, 0.3A”字样。其电路结构简图如图2所示。已知小灯泡恰能正常发光，不计其他部分电阻，求：



图1

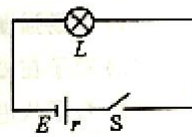


图2

（1）小灯泡正常发光时的电阻；

（2）每节干电池的内阻。

答案：（1） $R = 12.7\Omega$ ；（2） $r_0 = \frac{7}{9}\Omega$ 。

考点：闭合电路欧姆定律

解析：

（1）由欧姆定律可知灯泡正常发光时的电阻为

$$R = \frac{U}{I}$$

$$\text{得 } R = 12.7\Omega$$





(2) 由闭合电路欧姆定律可知

$$E = I(R+r)$$

则每一节干电池的内阻为

$$r = \frac{1}{3}r = \frac{7}{9}\Omega$$

19. (10分) 如图, 两根间距为  $L=0.5m$  的平行光滑金属导轨间接有电动势  $E=3V$ 、内阻  $r=1\Omega$  的电源, 导轨平面与水平面间的夹角  $\theta=37^\circ$ 。金属杆  $ab$  垂直导轨放置, 质量  $m=0.2kg$ 。导轨与金属杆接触良好且金属杆与导轨电阻均不计, 整个装置处于竖直向上的匀强磁场中。当  $R_0=1\Omega$  时, 金属杆  $ab$  刚好处于静止状态, 取  $g=10m/s^2$ ,  $\sin 37^\circ=0.6$ ,  $\cos 37^\circ=0.8$ 。

(1) 求磁感应强度  $B$  的大小;

(2) 若保持  $B$  的大小不变而将方向改为垂直于斜面向上, 求金属杆的加速度。



答案: (1)  $B=2T$ ; (2)  $a=1.5m/s^2$ , 方向平行导轨向上。

考点: 受力分析, 安培力

解析:

(1) 根据共点力平衡可得

$$BIL = mg \tan \theta$$

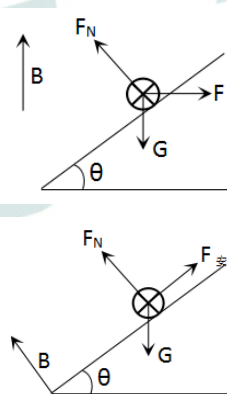
由闭合电路欧姆定律

$$I = \frac{E}{R_0 + r}$$

$$B = 2T$$

(2)  $mg \sin \theta - BIL = ma$

$$a = 1.5m/s^2, \text{ 方向平行导轨向上}$$



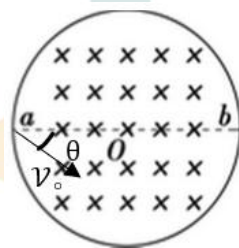
20. (10分) 选做题: 本题包含 A、B 两题, 请任选一题作答。若两题都做, 按 A 题计分。

A. 如图所示, 在真空中半径  $R=3.0 \times 10^{-2}m$  的圆形区域内, 有磁感应强度  $B=0.2T$ 、方向如图的匀强磁场。一带正电的粒子以初速度  $v_0=1.0 \times 10^6 m/s$ , 从磁场边界上直径  $ab$  的一端  $a$  平行纸面射入磁场, 已知

粒子的比荷为  $\frac{q}{m}=1.0 \times 10^8 C/kg$ , 不计粒子重力, 取  $\sin 37^\circ=0.6$ ,  $\cos 37^\circ=0.8$ 。

(1) 求粒子在磁场中运动的轨迹半径和周期。

(2) 若粒子按图示方向入射 ( $\theta=37^\circ$ ) 从  $b$  点出射, 求粒子在磁场中运动的时间。



答案: (1)  $0.05m$ ;  $3.14 \times 10^{-7}s$  (2)  $6.45 \times 10^{-8}s$

考点: 带电粒子在圆边界磁场中的运动, 洛伦兹力, 左手定则

解析:

(1) 由带电粒子做匀速圆周运动, 洛伦兹力提供向心力

$$\text{由 } qv_0 B = m \frac{v_0^2}{r}$$



解得  $r = \frac{mv}{qB} = 0.05m$

粒子在磁场中运动的周期

$$T = \frac{2\pi r}{v_0} = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$T = 3.14 \times 10^{-7} s$$

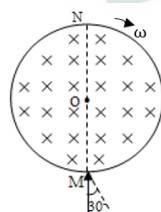
(2)  $\sin \alpha = \frac{R}{r} = \frac{3}{5}, \alpha = 37^\circ$

$$t = \frac{2\alpha}{360^\circ} \times T = 6.45 \times 10^{-8} s$$

B. 一半径为  $R$  的薄圆筒处于磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场中，磁场方向与筒的中心轴线平行，筒的横截面如图所示。图中直径  $MN$  的两端分别开有小孔，筒可绕其中心轴线顺时针转动，转动的角速度大小可以通过控制装置改变。一不计重力的负电粒子，从小孔  $M$  沿着  $MN$  方向以速度  $v$  射入磁场，当筒以某一角速度转过  $90^\circ$  时，该粒子恰好从小孔  $N$  飞出圆筒（不考虑粒子与筒的碰撞）。

(1) 该粒子的比荷是多大？

(2) 保持粒子速率不变，使其入射方向在该截面内且与  $MN$  方向成  $30^\circ$  角，粒子仍然从小孔  $N$  飞出圆筒，则圆筒转动的角速度至少应为多大？



答案：(1)  $\frac{q}{m} = \frac{v}{BR}$  ; (2)  $\frac{v}{2R}$

考点：带电粒子在圆边界磁场中的运动，洛伦兹力，左手定则

解析：

(1) 若粒子沿  $MN$  方向入射

$$qvB = m \frac{v^2}{r}$$

当桶转过  $90^\circ$  时，可知：  $r = R$

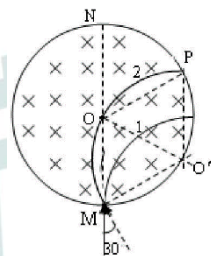
联立各式得：比荷  $\frac{q}{m} = \frac{v}{BR}$

(2) 若粒子与  $MN$  方向成  $30^\circ$  角入射，速率不变，半径仍为  $R$ ，作粒子轨迹 2，如图轨迹 2 圆心为  $O'$ ，则四边形  $MO'PO$  为菱形，

可得  $\angle MO'P = \angle MOP = \frac{2\pi}{3}$ ，所以  $\angle NOP = \frac{\pi}{3}$

则粒子偏转时间：  $t = \frac{T}{3}$

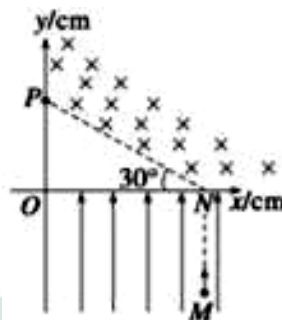
则粒子的角速度至少为：  $\omega = \frac{\pi}{t} = \frac{v}{2R}$



A.如图所示，在xOy坐标系中，x轴上的N点到O点的距离是12cm，虚线NP与x轴负方向的夹角是30°。

第I象限内NP的上方有匀强磁场，第IV象限内有匀强电场，电场强度  $E = 5 \times 10^3 \text{ V/m}$ ，方向沿y轴正方向。将一质量  $m = 8 \times 10^{-10} \text{ kg}$ 、电荷量  $q = 1 \times 10^{-4} \text{ C}$  带正电粒子，从电场中M(12, -8)点由静止释放，经电场加速后从N点进入磁场，又从y轴上P点穿出磁场。不计粒子重力，求：

- (1) 粒子进入磁场时的速度  $v$ ；
- (2) 匀强磁场的磁感应强度  $B$ ；
- (3) 粒子从M点到P点运动的时间  $t$ 。



答案：(1)  $v = 1 \times 10^4 \text{ m/s}$  (2)  $B = 1 \text{ T}$  (3)  $t = 3.3 \times 10^{-5} \text{ s}$

考点：带电粒子在匀强磁场中的运动；带电粒子在匀强电场中的运动。

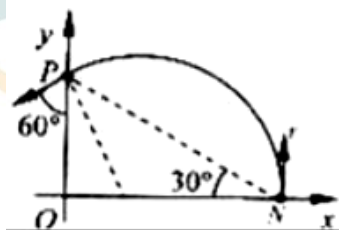
解析：

(1) 粒子从M到N在电场力作用下加速，根据动能定理：

$$qEd_{MN} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = 10^4 \text{ m/s}$$

(2) 粒子在磁场中的轨迹如图，设粒子做圆周运动的轨道半径为  $R$ ，由几何关系，得



$$R + R \sin 30^\circ = ON$$

$$\text{解得： } R = 0.08 \text{ m}$$

$$\text{由： } Bqv = m \frac{v^2}{R}$$

$$\text{得： } B = 1 \text{ T}$$

(3) 粒子在电场中运动时

$$\text{有： } d = \frac{v}{2}t_1$$

$$\text{得： } t_1 = 1.6 \times 10^{-5} \text{ s}$$





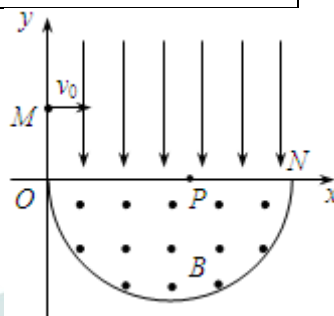
由几何关系得粒子在磁场中运动轨迹所对圆心角为 $120^\circ$ ，

$$\text{有 } t_2 = \frac{120^\circ}{360^\circ} T = \frac{1}{3} \times \frac{2\pi m}{Bq}$$

$$\text{得 } t_2 = 1.7 \times 10^{-5} \text{ s}$$

$$\text{所以M到P的总时间 } t = t_1 + t_2 = 3.3 \times 10^{-5} \text{ s}$$

B. 如图，在平面直角坐标系  $xOy$  内，第 I 象限存在沿  $y$  轴负方向的匀强电场，第 IV 象限以  $ON$  为直径的半圆形区域内，存在垂直于坐标平面向外的匀强磁场，磁感应强度为  $B$ 。一质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带正电的粒子，从  $y$  轴正半轴上  $y=h$  处的  $M$  点，以速度  $v_0$  垂直于  $y$  轴射入电场，经  $x$  轴上  $x=2h$  处的  $P$  点进入磁场，最后以垂直于  $y$  轴的方向射出磁场。不计粒子重力。

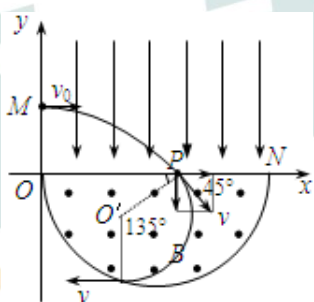


- 求 (1) 电场强度大小  $E$ ;  
 (2) 粒子在磁场中运动的轨道半径  $r$ ;  
 (3) 粒子从进入电场到离开磁场经历的总时间  $t$ 。

答案: (1)  $\frac{mv_0^2}{2qh}$       (2)  $\frac{\sqrt{2}mv_0}{Bq}$       (3)  $\frac{2h}{v_0} + \frac{3\pi m}{4Bq}$

考点：带电粒子在组合场中的偏转问题

解析：粒子的运动轨迹如图所示



(1) 设粒子在电场中运动的时间为  $t_1$ ， $x$  方向匀速直线运动，则有

$$2h = v_0 t_1$$

$y$  方向初速度为零的匀加速直线运动，则有

$$h = \frac{1}{2} a t_1^2$$

根据牛顿第二定律： $Eq = ma$

$$E = \frac{mv_0^2}{2qh}$$

(2) 粒子在电场中运动，设粒子进入磁场时速度为  $v$ ，根据动能定理：

$$Eqh = \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} mv_0^2$$



$$Bvq = m \frac{v^2}{r}$$

$$r = \frac{\sqrt{2}mv_0}{Bq}$$

(3) 粒子在电场中运动的时间:

$$t_1 = \frac{2h}{v_0}$$

粒子在磁场中运动的周期:

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{Bq}$$

设粒子在磁场中运动的时间为  $t_2$ , 由几何关系可以知道粒子的偏转角为  $135^\circ$

$$t_2 = \frac{135^\circ}{360^\circ} T = \frac{3}{8} T$$

$$\text{总时间: } t = t_1 + t_2 = \frac{2h}{v_0} + \frac{3\pi m}{4Bq}$$

