

太原市 2016—2017 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相应位置。

1. 关于磁感应强度 B , 下列说法正确的是

- A. 根据 $B = \frac{F}{IL}$, 磁感应强度 B 与安培力 F 成正比, 与电流 I 成反比
- B. 磁感应强度是矢量, 方向与电流的方向相同
- C. 磁感应强度是矢量, 方向与安培力的方向相同
- D. 磁感线密集的地方磁感应强度大些, 稀疏的地方磁感应强度小些

解析：本题考察磁感应强度的方向，磁感应强度是磁场自身的特点，与 I 、 F 、 L 无关。 B 是矢量，既有大小，又有方向。所以答案选择 D

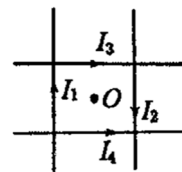
2. 关于静电力与洛伦兹力，以下说法正确的是

- A. 电荷在电场中就会受到静电力；电荷在磁场中就会受到洛伦兹力
- B. 静电力对电荷一定会做功，而洛伦兹力对电荷却不做功
- C. 只有运动的电荷在磁场中才可能受到洛伦兹力的作用
- D. 静电力与洛伦兹力一样，受力方向都沿电场线或磁感线方向

解析：电荷只要处在电场中就会受到电场力；而在磁场中，电荷想要受到洛伦兹力必须有速度，且速度方向不能与磁场方向平行。在电场中，电荷的初末位置之间存在电势差，电场力才做功；在磁场中，洛伦兹力永远不做功。所以答案选择 C

3. 如图所示，同一平面内有四根彼此绝缘且两两平行的通电直导线， O 为其中心，导线中通有大小相等、方向如图的电流 I_1 、 I_2 、 I_3 、 I_4 ，关于它们产生的磁场，下列说法正确的是

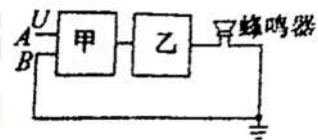
- A. O 点的磁感应强度为 0
- B. O 点的磁感应强度的方向垂直纸面向里
- C. O 点的磁感应强度的方向垂直纸面向外
- D. 若减小电流 I_1 ，则 O 点磁场增强



解析：本题考察右手螺旋定则，判断直导线周围产生的磁场的方向。 B 随 I 成正比，在 O 处叠加即可。所以答案选择 B

4. 如图所示，低电位报警器由两个基本的门电路和蜂鸣器组成。该报警器只有当 A 端输入电压过低时(与 B 相同)，蜂鸣器才会发出警报，则

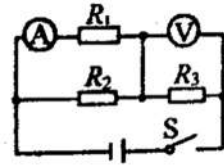
- A. 甲是“或”门，乙是“非”门
- B. 甲是“或”门，乙是“与”门
- C. 甲是“与”门，乙是“或”门
- D. 甲是“与”门，乙是“非”门



解析：乙的输入端和输出端各一个，只能是非门。假设甲是与门，则无论输入高电压还是低电压，蜂鸣器都会响。假设甲是或门，则输入高电压时，或门输出高电压，经过非门输出低电压，则蜂鸣器不响；若输入低电压时，或门输出低电压，经过非门输出高电压，则蜂鸣器不响。所以答案选择 A

5. 在如图的电路中，闭合开关 S 后，由于电阻元件发生短路或断路故障，理想电压表示数减小而理想电流表示数增大，则出现的故障可能

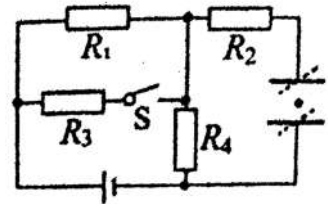
- A. R_1 断路
- B. R_2 断路
- C. R_3 断路
- D. R_1 短路的同时 R_3 断路



解析：本题考察电路故障分析，可以用假设法。A.假设 R_1 断路，则电流表示数减小为 0；B.假设 R_2 断路，则 R_1 和 R_2 并联部分总电阻变大，并联部分分压增多，所以电流表示数增加，电压表示数减小，符合题意。C.若 R_3 断路，则电压表示数会增大至电源电压；D.若 R_1 短路的同时 R_3 断路，电压表示数增大，而电流表示数减小。所以答案选择 B

6. 如图， $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ 。开关断开时，间距为 d 的平行板电容器的水平极板中间有一质量为 m 、电荷量为 q 的小球恰好处于静止状态，则

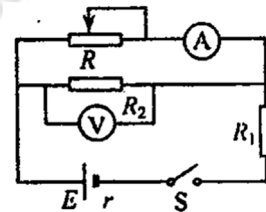
- A. 减小电容器两板间距，小球将向下运动
- B. 将电容器两板以中心为轴转过 30° （图中虚线），小球继续保持静止
- C. 闭合开关，小球继续保持静止
- D. 闭合开关，小球将向上运动



解析：A.开关断开时，两极板间电压为 R_4 分压，小球恰好静止。若减小 d ， U 不变，则 E 会变大，则小球会向上运动；B.电容器转过 30° ，则电场力方向发生变化，二力不平衡，小球一定不可能静止；C、D：闭合开关后，两极板间分压仍然是 R_4 两端的电压，但 R_4 分压增多，则 E 会变大，小球向上运动。所以答案选择 D

7. 如图所示， R 为滑动变阻器， R_1 、 R_2 为定值电阻。闭合电键 S ，当 R 的滑动触头向左移动时，关于理想电压表和理想电流表示数的变化，下列判断正确的是

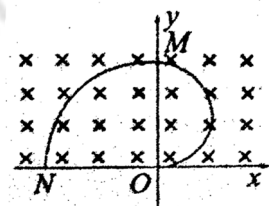
- A. 电压表的示数变小，电流表的示数变大
- B. 电压表的示数变大，电流表的示数变小
- C. 电压表和电流表的示数都变大
- D. 电压表和电流表的示数都变小



解析：本题考察电路动态分析，根据串反并同：当滑片向左移动时， R 的阻值变小，电流表与 R 串联，所以电流表示数变大；电压表与 R 并联，所以电压表示数变小。所以答案选择 A

8. 如图所示，在 x 轴上方的空间存在着垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度大小为 B 。大量相同的离子、以相同的速率 v ，由 O 点沿纸面向各个方向 ($y > 0$) 射入磁场区域。图中曲线表示离子在磁场中运动的区域边界，其中边界与 y 轴交点为 M ，与 x 轴的交点为 N ，且 $OM = ON = L$ 。不计离子受到的重力及离子间的相互影响，则粒子

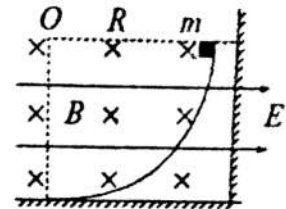
- A. 在磁场中运动的时间最长为 $\frac{\pi L}{2v}$
- B. 沿与 x 轴正方向 30° 角射入的比 45° 射入的在磁场中通过的路程小



- C. 沿与 x 轴正方向成 45° 射入时会经过 $(-\frac{\sqrt{2}}{2}L, 0)$ 点
- D. 沿 x 轴正方向射入时会经过 $(-\frac{L}{2}, 0)$ 点

解析：A. 粒子运动时间最长的即水平向右出射的，做完整的圆周运动， $t = T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{\pi L}{v}$ 。
 B. 单边界磁场多少度进多少度出，则可知 30° 入射的粒子圆心角更大，路程更长。
 C. 求出射点与入射点之间的距离，已知半径，入射角，跟进几何关系可得 $d = \frac{\sqrt{2}}{2}L$ 。
 D. 沿 x 正方向入射，会做一个完整的匀速圆周运动，从 O 点出。所以答案选择 C

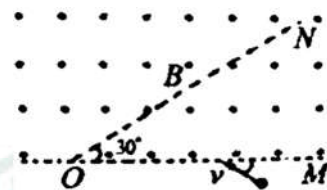
9. 半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 光滑圆槽固定在竖直平面内，处于电场强度为 E 、磁感应强度为 B 的区域内，其方向如图所示。一比荷为 $\frac{g}{2E}$ 的带正电小物块，从圆槽的顶点由静止沿圆槽滑到圆槽的最低点。下列说法中正确的有



- A. 小物块下滑过程中速率越来越大
 B. 小物块下滑过程中受到的洛伦兹力越来越大
 C. 小物块滑到底端时的速度大小为 \sqrt{gR}
 D. 小物块滑到底端时对轨道的压力大小为 $2mg$

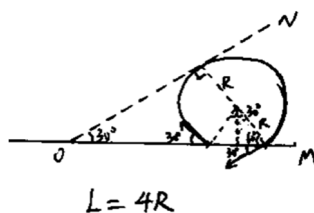
解析：A、B：电场力和重力的合力斜向右下，则合力先做正功，再做负功，动能先大后小；洛伦兹力先大后小。C. 全过程取动能定理，有： $mgR - EqR = \frac{1}{2}mv^2$ ，可得 $v = \sqrt{gR}$ 。D. 滑块在最低点是对其进行受力分析，竖直方向合力提供向心力，有： $F - mg - Bqv = \frac{mv^2}{R}$ ，可得： $F = 2mg + Bqv$ 。所以答案选择 C

10. 平面 OM 和平面 ON 之间的夹角为 30° ，其横截面(纸面)如图所示，平面 OM 上方存在匀强磁场，磁感应强度大小为 B 、方向垂直于纸面向外。一带电粒子的质量为 m ，电荷量为 $q(q > 0)$ 。粒子沿纸面以大小为 v 的速度从 OM 的某点向左上方射入磁场，速度与 OM 成 30° 角。已知该粒子在磁场中的运动轨迹与 ON 只有一个交点，并从 OM 对上另一点射出磁场。不计重力，粒子离开磁场的出射点到两平面交线 O 的距离为



- A. $\frac{mv}{2qB}$ B. $\frac{\sqrt{3}mv}{qB}$
 C. $\frac{2mv}{qB}$ D. $\frac{4mv}{qB}$

解析：由图，根据几何关系可得 D 选项。



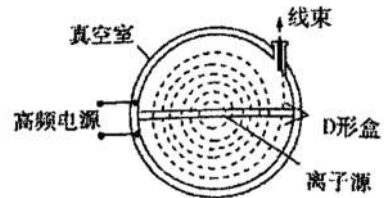
二、多项选择题：本题包含 5 小题，每小题 3 分，共 15 分。在每小题给出的四个选项中，至少有两个选项正确。全部选对的得 3 分，选不全的得 2 分，有错或不答的得 0 分。请将正确选项前的字母填在下表内相应位置。

11. 一个质子穿过某一空间而未发生偏转，则此空间
- A. 可能同时存在电场和磁场，它们的方向与质子运动方向相同
 - B. 可能仅存在磁场，方向与质子运动方向平行
 - C. 可能仅存在磁场，方向与质子运动方向垂直
 - D. 可能存在正交的电场和磁场，它们的方向均与质子速度的方向垂直

解析：本题考查复合场中带电粒子的运动。题目中质子未发生偏转不等于我们之前常见的匀速直线运动，所以 A 选项粒子做匀加速直线运动，可以；B 选项，粒子做匀速直线运动，可以；C 选项，粒子做匀速圆周运动，不可以；D 选项，粒子可能做匀速直线运动，可以。所以答案选择 ABD

12. 如图是医用回旋加速器示意图。其核心部分是两个 D 形金属盒，置于匀强磁场中，并分别与高频电源相连。现用其分别加速氚核 (${}^3_1\text{H}$) 和氦核 (${}^4_2\text{He}$)，下列说法中正确的是

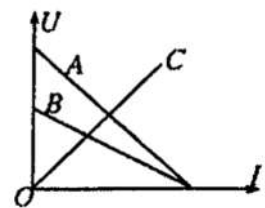
- A. 氦核出射时的最大速度比氚核的大
- B. 氚核在 D 形盒中做圆周运动的周期比氦核大
- C. 氦核和氚核出射的最大动能相同
- D. 仅增大高频电源的频率可增大粒子出射的最大动能



解析：本题考查回旋加速器。根据公式 $v = \frac{qBR}{m}$ ，得 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{q_1 m_2}{q_2 m_1} = \frac{2}{3}$ ，所以氦核速度大；根据公式 $T = \frac{2\pi R}{v}$ ，得 $\frac{T_1}{T_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{3}{2}$ ，所以氚核周期大；根据公式 $E_K = \frac{1}{2}mv^2$ ，得 $\frac{E_{K1}}{E_{K2}} = \frac{m_1 v_1^2}{m_2 v_2^2} = \frac{1}{3}$ ；D 选项最大动能与频率无关，且增大频率同时，需要增大 B。所以所以答案选择 AB

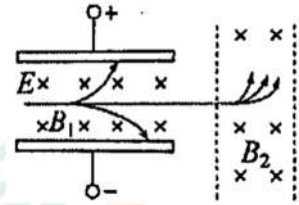
13. 如图，直线 A 为电源 a 的路端电压与电流的关系图线；直线 B 为电源 b 的路端电压与电流的关系图线；直线 C 为定值电阻 R 的电压-电流关系图线。将 R 分别接到 a、b 两电源上，那么

- A. 电源 a 的电动势和内电阻均大于电源 b 的
- B. R 接到 b 上时比接到 a 上时电路中的电流大
- C. R 接到 a 上时比接到 b 上时电源的输出功率大
- D. R 接到 b 上时比接到 a 上时电阻 R 的发热功率大



解析：本题考查 U-I 图象含义。纵截距表示电源电动势，斜率表示内阻，交点表示工作点，面积表示输出功率。A 选项 a 的纵截距和斜率均大于 b，正确；B 选项看交点，a 的工作电流更大，错误；C 选项 a 的工作电流和工作电压均大于 b，输出功率大，正确；D 选项发热功率即为输出功率，与 C 相反，错误。所以所以答案选择 AC

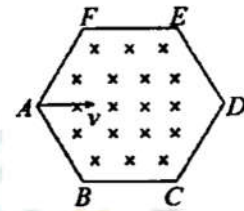
14. 如图所示，一束不同的正离子，垂直 E 、 B_1 方向射入匀强电场和匀强磁场正交的区域，结果发现有些离子保持原来的运动方向未发生任何偏转。如果让这些未偏转的离子垂直于 B_2 方向进入匀强磁场 B_2 中，发现这些离子又分裂成几束。对进入 B_2 的离子，可得出



- A. 它们的速率一定各不相同
- B. 它们的电荷量可能相同
- C. 它们的质量可能相同
- D. 它们的电荷量与质量之比可能相同

解析：本题考查复合场中带电粒子的运动。这些离子在复合场中做匀速直线运动，电场力大小等于洛伦兹力： $qE = qvB$ ，A 速率一定相同；磁场中分裂说明半径不同 $R = \frac{mv}{qB}$ ，B 选项电荷量可能不同，C 选项质量可能相同，正确；D 选项若电荷量与质量之比相同，则半径相同（ v 、 B 均相同），错误。所以所以答案选择 BC

15. 如图所示，在一个边长为 a 的正六边形区域内，存在磁感应强度为 B 、方向垂直于纸面向里的匀强磁场。三个相同的带正电粒子，比荷为 $\frac{q}{m}$ ，先后从 A 点沿 AD 方向以大小不等的速率射入匀强磁场区域，已知粒子只受磁场的作用力，则



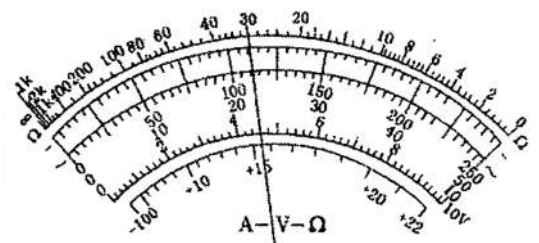
- A. 从 F 点飞出磁场的粒子速度大小为 $\frac{\sqrt{3}Bqa}{m}$
- B. 所有从 AF 边上飞出磁场的粒子，在磁场中的运动时间都相同
- C. 从 E 点飞出磁场的粒子，在磁场中的运动时间为 $\frac{\pi m}{3Bq}$
- D. 从 ED 边上的某一点垂直 ED 飞出磁场的粒子，其轨道半径为 $2\sqrt{3}a$

解析：本题考查边界磁场中带电粒子的运动。A 选项，从 F 点飞出的粒子，速度偏转角 120° ，半径为 $\frac{a}{\sqrt{3}}$ ，根据公式 $R = \frac{mv}{qB}$ ，得 $v = \frac{Bqa}{\sqrt{3}m}$ ；B 选项偏转角都是 120° ，时间相同；C 选项从 E 点飞出的粒子，偏转角为 60° ，根据公式 $t = \frac{\theta m}{qB}$ 知答案正确；D 选项圆心为射线 DE 与过 A 的竖直线的交点，速度偏转角 30° ，半径 $R = \sqrt{3}AD = 2\sqrt{3}a$ ，答案正确。所以所以答案选择 BCD

三、实验题：本题共 2 小题，共 14 分。请将答案填在题中横线上或按要求作答。

16. (6 分) 在用多用电表的欧姆档测量阻值约为几十千欧的电阻 R_x 时，操作步骤如下：

- ①将两表笔短接，调节欧姆档调零旋钮使指针对准欧姆档的零刻度，断开两表笔
- ②将两表笔分别与被测电阻的两端接触，读出 R_x 的值，断开两表笔
- ③旋转选择开关使其尖端对准欧姆档 “ $\times 1k$ ”
- ④旋转选择开关使其尖端对准 “OFF” 档，并拔出两表笔



- (1) 合理的操作顺序为 _____；(填步骤前的字母)
 - (2) 根据图示指针位置，被测电阻的阻值 $R_x =$ _____ Ω ；
 - (3) 用多用电表欧姆档测量定值电阻时，下列说法正确的是 _____。(多选)
- A. 测量时如果指针偏转过大，应将选择开关拨至倍率较小的档位，重新调零后测量

- B. 测量时如果红、黑表笔分别插在负、正插孔，则会影响测量结果
 C. 测量电路中的某个电阻时，应该把该电阻与电路断开
 D. 换用不同倍率测量时都必须重新调零

解析：

- (1) 先选定档位，再进行欧姆调零，测量之后需要仪器归位；
 (2) 第一，欧姆表不估读，第二，注意乘以倍率；
 (3) A 需要理解什么是偏转过大，偏转过大对应的是从左边算起，这样电流较大，阻值较小，换用小倍率。

答案：(1) ③①②④；(2) 3×10^4 ；(3) ACD

17. (8分) 某研究小组收集了两个电学元件：电阻 R_0 (约为 20Ω) 和手机中的锂电池 (E 的标称值为 3.7 V ，最大放电电流为 600 mA)。实验室备有如下器材：

- A. 电压表 V (量程 3 V ，内阻 R_V 约为 $4.0 \text{ k}\Omega$)
 B. 电流表 A_1 (量程 150 mA ，内阻 R_{A1} 约为 3Ω)
 C. 电流表 A_2 (量程 3 A ，内阻 R_{A2} 约为 0.2Ω)
 D. 滑动变阻器 R_1 (量程 3 A ，最大电流 1 A)
 E. 电阻箱 R_2 (99.9Ω)
 F. 开关 S 一只、导线若干

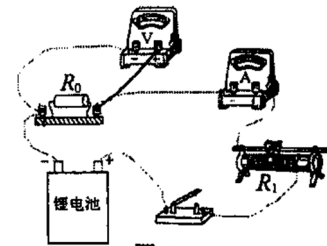


图 1

(1) 为测定电阻 R_0 的阻值，该小组设计了一测量电路，与其对应的实物连接如图 1，图中的电流表 A 应选_____ (选填“ A_1 ”或“ A_2 ”)，并将实物连线补充完整；

(2) 为测量锂电池的电动势 E 和内阻 r ，该小组设计了如图 2 所示的电路图。根据测量数据作出 $\frac{1}{U} - \frac{1}{R_2}$ 图线如图 3 所示。若该图线的斜率为 k ，纵轴截距为 b ，则该锂电池的电动势 $E =$ _____，内阻 $r =$ _____。(用 k 、 b 和 R_2 表示)

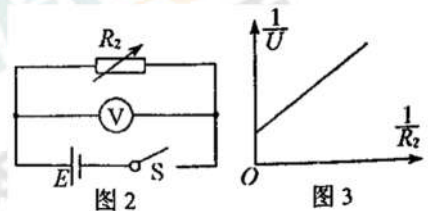


图 2

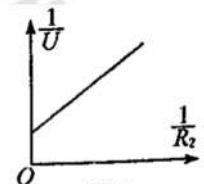


图 3

解析：

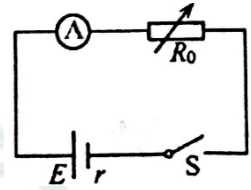
(1) 最大电流 600 mA ，电流表选择小量程，连接实物图时电压表应并在电阻两端，采用外接法；

(2) 根据局部电路欧姆定律公式可得： $U = E \cdot \frac{R_2}{r + R_2}$ ，变形可得： $\frac{1}{U} = \frac{r}{E} \cdot \frac{1}{R_2} + \frac{1}{E}$ ，斜率 $\frac{r}{E} = k$ ，截距 $\frac{1}{E} = b$ ，得 $E = \frac{1}{b}$ ； $r = \frac{k}{b}$

答案：(1) A_1 ；图略；(2) $\frac{1}{b}$ ； $\frac{k}{b}$

四、计算题：本题共 5 小题，共 41 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)在如图的电路中， R_0 为电阻箱。闭合开关，当电阻箱的电阻调为 $R_1 = 14.0\Omega$ 时，电流表的示数为 $I_1 = 0.2\text{ A}$ ；当电阻箱的电阻调为 $R_2 = 9.0\Omega$ 时，电流表的示数为 $I_2 = 0.3\text{ A}$ 。求电源的电动势 E 和内电阻 r 。



解析：

$$E = I_1(R_1 + r)$$

$$E = I_2(R_2 + r)$$

$$E = 3.0\text{ V}; r = 1.0\Omega$$

19.(8分)欧姆表内部使用 1.5 V 干电池一节，将两表笔短接时，表针刚好指于 0Ω 处，此时有 30 mA 的电流流过表笔。如用此挡测某一电阻，指针恰好指在刻度盘的正中间，则：

- (1) 该电阻阻值为多大？
- (2) 若用此挡测两个串联起来的这样的电阻，则通过表笔的电流是多大？

解析：

(1) 表针指于 0Ω 处，此时满偏的有：

$$I_g = \frac{E}{r}$$

指针正指表盘刻度正中，此时半偏有：

$$\frac{I_g}{2} = \frac{E}{R + r}$$

解得： $R = 500\Omega$

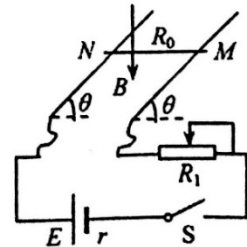
(2) 由闭合电路欧姆定律：

$$I = \frac{E}{r + 2R}$$

$$I = 10\text{ mA}$$

20.(8分)如图所示，两倾斜平行光滑导轨电阻不计，相距为 20 cm ，与水平面的夹角 $\theta = 45^\circ$ 。金属棒 MN 垂直导轨，质量为 10 g ，电阻 $R_0 = 8\Omega$ ；匀强磁场的磁感应强度 $B = 0.8\text{ T}$ ，方向竖直向下；电源电动势 $E = 10\text{ V}$ ，内电阻 $r = 1\Omega$ 。现闭合开关 S ，调节 R_1 为某一值时， MN 恰好平衡。取 $g = 10\text{ m/s}^2$ ，求：

- (1) MN 受到的安培力大小；
- (2) 此时 R_1 的阻值。



解析：

(1) 当 MN 平衡时，有：

$$mg\sin\theta - F\cos\theta = 0$$

解得： $F = 0.1 \text{ N}$

(2) 根据 $F = BIL$

由电路欧姆定律，得 $I = \frac{E}{R_1 + R_0 + r}$

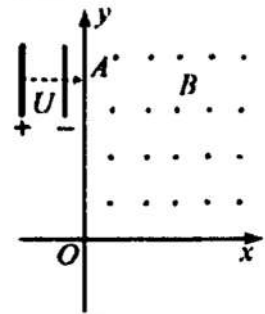
解得： $R_1 = 7 \Omega$

21. (8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，在 xOy 坐标系中，第二象限内存在极板与 y 轴平行的加速电场；在第一象限内，存在磁感应强度为 B 、方向垂直纸面向外的匀强磁场。现有一质量为 m 、电荷量为 q 的粒子由静止经过电压为 U 的电场加速后，从 $A [0, (1 + \sqrt{2})l]$ 点垂直于 y 轴进入磁场，而后从 x 轴上的 D 点离开磁场。

已知 $\frac{q}{m} = \frac{U}{B^2 l^2}$ ，不计重力。求：

- (1) 带电粒子离开加速电场时的速度 v_0 ；
- (2) D 点的坐标。



解析：

(1) 带电粒子在电场中加速，由动能定理有：

$$Uq = \frac{1}{2}mv_0^2$$

解得： $v_0 = \frac{\sqrt{2U}}{Bl}$

(2) 粒子在磁场中作圆周运动，半径为 R ：

$$qv_0B = \frac{mv_0^2}{R}$$

$$R = \sqrt{2}l$$

粒子离开磁场时半径与 y 轴的夹角为 θ ：

$$y_A = R(1 + \cos\theta)$$

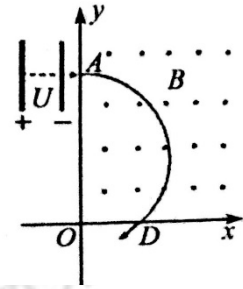
$$x_D = R\sin\theta$$

$$x_D = l$$

D 点得坐标是 $(l, 0)$

B. 如图，在 xOy 坐标系中，第二象限内存在极板与 y 轴平行的加速电场；在第一象限内，存在磁感应强度为 B 、方向垂直纸面向外的匀强磁场。现有一质量为 m 、电荷量为 q 的粒子由静止经过电场加速，从 A 点沿直线以垂直于 y 轴的速度进入磁场，而后经过 x 轴上的 $D(l, 0)$ 点和 y 轴上的 $P(0, -\frac{\sqrt{3}}{3}l)$ 。不计重力，求：

- (1) 带电粒子进入磁场时的速度大小；
- (2) 加速电场的电压。



解析：

粒子从 D 到 P 作匀速直线运动，设粒子在 D 点的速度方向与 x 轴夹角为 θ

$$\tan \theta = \left| \frac{y_P}{x_D} \right|$$

- (1) 粒子在磁场中作圆周运动，由几何关系可得轨道半径为：

$$R = \frac{l}{\sin \theta}$$

$$\text{由 } qvb = \frac{mv^2}{R}$$

$$\text{解得： } v = \frac{2qBl}{m}$$

- (2) 带电粒子在电场中加速，由动能定理有：

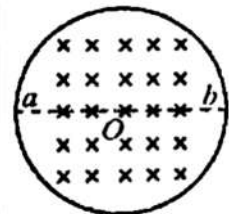
$$Uq = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{解得： } U = \frac{2qB^2l^2}{m}$$

22. (9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，真空中半径 $r = 2.5 \times 10^{-2} \text{ m}$ 的圆形区域内，有 $B = 0.2 \text{ T}$ 、方向如图的匀强磁场，其中 ab 为一直径。比荷为 $\frac{q}{m} = 1.0 \times 10^8 \text{ C/kg}$ 的相同正粒子，以 $v_0 = 1.0 \times 10^6 \text{ m/s}$ 的相同速率，从 a 点沿着各个方向射入磁场，且初速度方向与磁场方向都垂直，不计重力。求：

- (1) 沿 ab 方向入射的粒子射出点与 b 的距离；
- (2) 若粒子从 b 点离开磁场，粒子在磁场中运动的时间。



解析：

- (1) 由牛顿第二定律可求得粒子在磁场中运动的半径：

$$qv_0b = \frac{mv_0^2}{R}$$

解得： $R = 5.0 \times 10^{-2} \text{ m}$

沿 ab 方向入射粒子出射点为 P ，粒子偏转角度为 θ ：

$$\tan \frac{\theta}{2} = \frac{r}{R}$$

$$\sin \frac{\theta}{2} = \frac{bP}{2r}$$

$$bP = \sqrt{5} \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$(2) T = \frac{2\pi R}{v_0} = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$\text{运动时间 } t = \frac{2\alpha}{2\pi} \times T$$

$$\text{又 } \sin \alpha = \frac{r}{R} = 0.5$$

$$t = \frac{\pi}{6} \times 10^{-7} \text{ s} \approx 5.2 \times 10^{-8} \text{ s}$$

B. 如图 1 所示，在第二象限内有水平向右的匀强电场，在第一、第四象限存在随时间做周期性变化的匀强磁场，其 $B-t$ 图像如图 2 所示，以垂直纸面向外为磁场的正方向。一个带电正粒子在该平面内从 x 轴上的 P 点，以垂直于 x 轴的初速度 v_0 进入匀强电场，在 0 时刻恰好经过 y 轴上的 Q 点射出电场，并在 $\frac{T}{2}$ 时刻（ T 的大小未知）第一次经过 x 轴进入第四象限，且进入的速度又恰好垂直于 x 轴。已知 $OP = d$ ， $OQ = 2d$ ，不计重力。求：

- (1) 带电粒子离开电场时速度的大小和方向；
- (2) 交变磁场的周期 T ；
- (3) 带电粒子在 $\frac{3T}{2}$ 时刻的位置坐标。

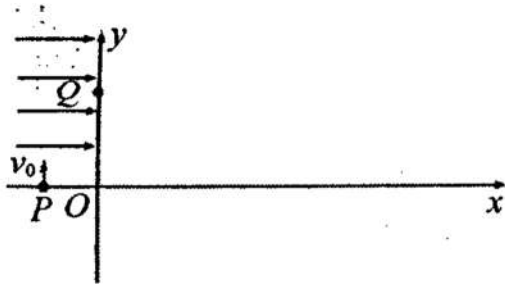


图 1

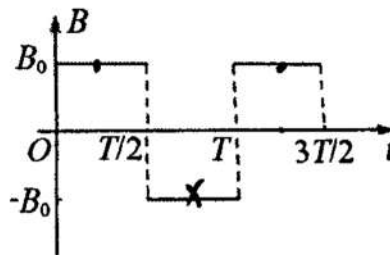


图 2

解析：

(1) 设 Q 点得纵坐标为 h ，到达 Q 点得水平分速度为 v_x

$$2d = v_0 t$$

$$d = \frac{v_x t}{2}$$

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

与 y 轴方向的夹角 $\tan\theta = \frac{v_x}{v_0} = 1$

解得： $\theta = 45^\circ$

粒子在电、磁场中的运动轨迹如图所示。设粒子在磁场中运动的半径为 R ，则由几何关系可知：

$$R = 2\sqrt{2}d$$

交变磁场的周期与轨迹圆周期 T 之间有：

$$\frac{T}{2} = \frac{3}{8}T$$

其中， $T = \frac{2\pi R}{v}$

解得： $T = \frac{3\pi d}{v_0}$

(3) 带电粒子在 $\frac{3T}{2}$ 时刻得位置坐标：

x 坐标： $3R + 6d = (6\sqrt{2} + 6)d$

y 坐标： $-4d$

