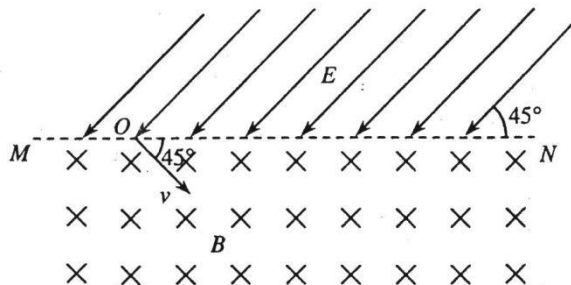


带电粒子在复合场中的运动一

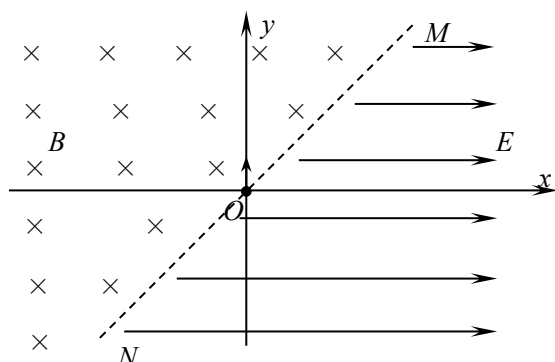
- 1、如图，直线 MN 上方有平行于纸面且与 MN 成 45° 的有界匀强电场，电场强度大小未知； MN 下方为方向垂直于纸面向里的有界匀强磁场，磁感应强度大小为 B 。今从 MN 上的 O 点向磁场中射入一个速度大小为 v 、方向与 MN 成 45° 角的带正电粒子，该粒子在磁场中运动时的轨道半径为 R 。若该粒子从 O 点出发记为第一次经过直线 MN ，而第五次经过直线 MN 时恰好又通过 O 点。不计粒子的重力。求：



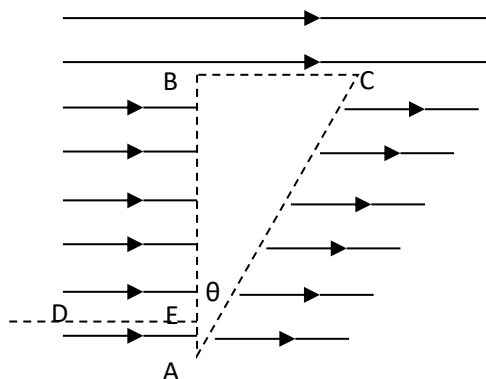
- (1) 电场强度的大小；
- (2) 该粒子再次从 O 点进入磁场后，运动轨道的半径；
- (3) 该粒子从 O 点出发到再次回到 O 点所需的时间。

- 2、如图所示， xoy 为竖直平面直角坐标系， MN 为第 I、第 III 象限的平分线，在 MN 的左侧有垂直于坐标平面水平向里的匀强磁场，磁感应强度 $B=0.1\text{T}$ ，在 MN 右侧有水平向右的匀强电场，电场强度大小 $E=2\text{N/C}$ 。现有一个带负电的微粒，从坐标原点 O 沿 y 轴正方向以 $v_0=80\text{m/s}$ 的初速度射入磁场，已知微粒的带电量为 $q=2\times 10^{-12}\text{C}$ ，质量为 $m=5\times 10^{-16}\text{kg}$ ，试求：

- (1) 带电微粒第一次离开磁场区时的位置坐标；
- (2) 带电微粒第一次越过 y 轴时的位置坐标；
- (3) 带电微粒从 O 点射出到第一次越过 y 轴时所经历的时间是多长。

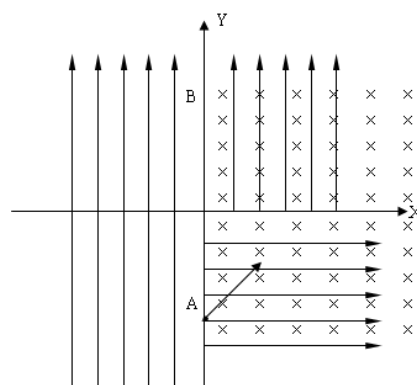


3、如图所示，ABC 是顶角 $\theta=37^\circ$ 的直角三角形，AB 边长为 $8.5L$ ，在三角形内部有垂直纸面向外的匀强磁场（图中未画出），磁感应强度的大小为 B ，在三角形区域外部有水平向右的匀强电场，强弱未知。虚线 DE 垂直于 AB，E 为垂足，A 点与 DE 的距离为 L ，现有一带电量大小为 q ，质量为 m 的负电荷，从 DE 上距离 E 点 L 处静止释放，电荷进入磁场后恰好不从 AC 边离开。求：



- (1) 电场强度 E 的大小
- (2) 求带点粒子到达 AC 延长线的时间

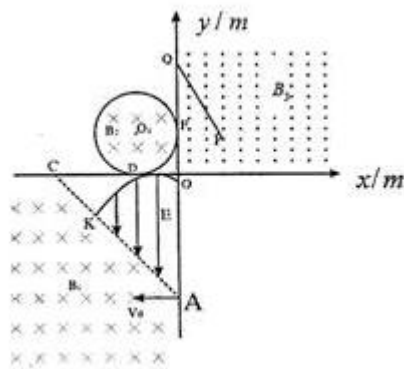
4、某直角坐标系中，在第四象限有一平行与 X 轴正方向相同的匀强电场，其余的所有区域也存在同样大小的匀强电场，但方向与 Y 轴正方向相同，同时在 X 轴的正半轴有垂直纸面向里的匀强磁场。现一质量 m 、电量 q 的电荷以速度 v ， 45° 夹角进入该直角坐标系中，如图所示，先做直线运动，后做曲线运动与 X 轴垂直相交于 B 点。



- (1) 判断电荷的电性，
- (2) 电场强度和磁场强度的大小分别是多少
- (3) AB 间的距离是多少

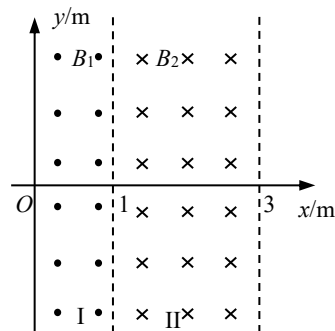
(4) 为了让电荷能做周期性的运动，在 X 轴的负半轴设计了一个____
有界的匀强磁场即可，试求此磁场的面积。

- 5、如图所示，在 xOy 坐标系中分布着四个有界场区，在第三象限的 AC 左下方存在垂直纸面向里的匀强磁场 $B_1=0.5\text{T}$ ，AC 是直线 $y=-x-0.425$ （单位：m）在第三象限的部分，另一沿 y 轴负向的匀强电场左下边界也为线段 AC 的一部分，右边界为 y 轴，上边界是满足 $y=-10x^2-x-0.025$ （单位：m）的抛物线的一部分，电场强度 $E=2.5\text{N/C}$ 。在第二象限有一半半径为 $r=0.1\text{m}$ 的圆形磁场区域，磁感应强度 $B_2=1\text{T}$ ，方向垂直纸面向里，该区域同时与 x 轴、 y 轴相切，切点分别为 D、F。在第一象限的整个空间存在垂直纸面向外的匀强磁场，磁感应强度 $B_3=1\text{T}$ 。另有一厚度不计的挡板 PQ 垂直纸面放置，其下端坐标 P（0.1m，0.1m），上端 Q 在 y 轴上，且 $\angle PQF=30^\circ$ 。现有大量 $m=1\times 10^{-6}\text{kg}$ ， $q=-2\times 10^{-4}\text{C}$ 的粒子（重力不计）同时从 A 点沿 x 轴负向以 v_0 射入，且 v_0 取 $0 < v_0 < 20\text{m/s}$ 之间的一系列连续值，并假设任一速度的粒子数占入射粒子总数的比例相同。



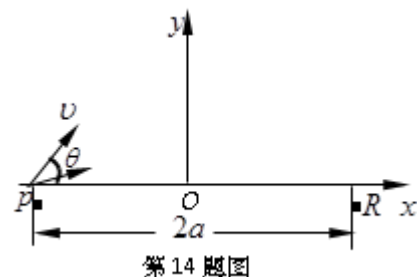
- (1) 求所有粒子从第三象限穿越 x 轴时的速度；
- (2) 设从 A 点发出的粒子总数为 N ，求最终打在挡板 PQ 右侧的粒子数 N'

- 6、如图所示，在平面直角坐标系 O 点处有一粒子源，该粒子源可向 $x \geq 0$ 的范围内发射比荷 $\frac{q}{m}=1\times 10^8\text{C/kg}$ 的带正电粒子，粒子速度范围为 $\frac{c}{10} \sim \frac{c}{3}$ (c 为真空中的光速)，在 $0 \leq x < 1\text{m}$ 的 I 区域存在垂直于坐标平面向外、磁感强度 $B_1=1\text{T}$ 的匀强磁场，在 $1\text{m} \leq x \leq 3\text{m}$ 的 II 区域存在垂直坐标平面向里、磁感强度 $B_2=0.5\text{T}$ 的匀强磁场，不计粒子重力。



- (1) 速度多大的粒子不可能进入 II 区域？并指出这些粒子在 y 轴上射出的范围。
- (2) 对能从 (1m, 0) 点进入 II 区域的粒子，它在 O 点发射速度的方向(用与 x 轴正向夹角 θ 表示)与其大小满足的什么关系？在 O 点发射的什么方向范围内的粒子才有可能经过 (1m, 0) 点？
- (3) 对在 O 点与 $+y$ 方向成 45° 角入射的粒子，在答题卡的图上用圆规和直尺作出它们在 $x=3\text{m}$ 边界上射出的范围，并在各射出点标出速度矢量(要求你画的图能表明各速度的矢量长短关系及方向关系)。(图中要留下清晰的作图痕迹，使阅卷者能看得清你的作图过程，不要求写出作图依据和作图过程)

7、如图所示， P 点与 R 点关于坐标原点对称，距离为 $2a$ 。有一簇质量为 m 、电量为 q 的离子，在 xoy 平面内，从 P 点以同一速率 v ，沿与 x 轴成 θ （ $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ）的方向射向同一个垂直于 xoy 平面的有界匀强磁场，磁感应强度为 B ，这些离子的运动轨迹对称于 y 轴，聚焦到 R 点。



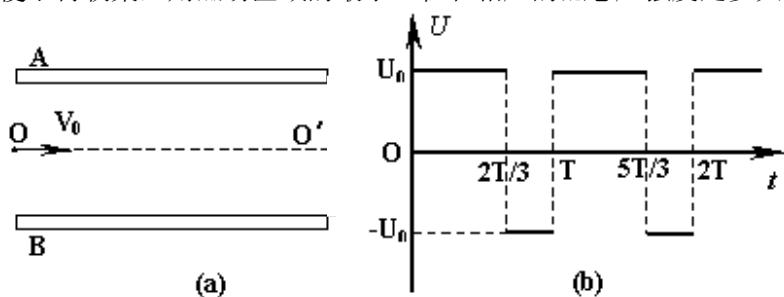
- (1) 求离子在磁场中运动的轨道半径 r
- (2) 若离子在磁场中运动的轨道半径为 a 时，求与 x 轴成 30° 角射出的离子从 P 点到达 R 点的时间 t
- (3) 试推出在 $x > 0$ 的区域中磁场的边界点坐标 x 与 y 之间满足的关系式

8、如图(a)所示，平行金属板A和B间的距离为 d ，现在A、B板上加上如图(b)所示的方波形电压， $t=0$ 时A板比B板的电势高，电压的正向值为 U_0 ，反向值也为 U_0 ，现有由质量为 m 的带正电且电荷量为 q 的粒子组成的粒子束，从AB的中点O以平行于金属板方向 OO' 的速度 $v_0 = \frac{\sqrt{3}qU_0T}{3dm}$ 射入，所有粒子在AB间的飞行时间均为 T ，不计重力影响。

(1) 求粒子打出电场时位置离 O' 点的距离范围

(2) 求粒子飞出电场时的速度

(3) 若要使打出电场的粒子经某一圆形区域的匀强磁场偏转后都能通过圆形磁场边界的一个点处，而便于再收集，则磁场区域的最小直径和相应的磁感应强度是多大？

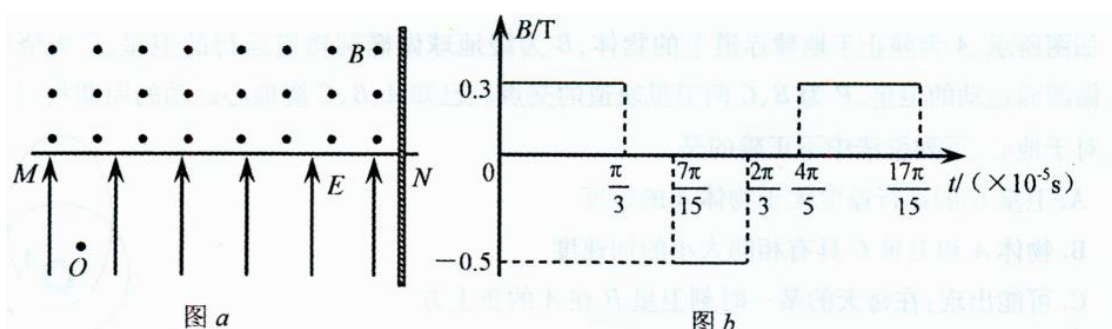


9、如图 a 所示，水平直线 MN 下方有竖直向下的匀强电场，现将一重力不计、比荷 $\frac{q}{m} = 10^6 \text{ C/kg}$ 的正电荷置于电场中的 O 点由静止释放，经过 $\frac{\pi}{15} \times 10^{-5} \text{ s}$ 时间以后电荷以 $v_0 = 1.5 \times 10^4 \text{ m/s}$ 的速度通过 MN 进入其上方的均匀磁场，磁场与纸面垂直，磁感应强度 B 按图 b 所示规律周期性变化（图 b 中磁场以垂直纸面向外为正。以电荷第一次通过 MN 时为 $t=0$ 时刻）。求：

（1）匀强电场的电场强度 E；

（2）图 b 中 $t = \frac{4\pi}{5} \times 10^{-5} \text{ s}$ 时刻电荷与 O 点的水平距离；

（3）如果在 O 点正右方 $d = 68 \text{ cm}$ 处有一垂直于 MN 的足够大的挡板，求电荷从 O 点出发运动到挡板的时间。



10、质谱分析技术已广泛应用于各前沿科学领域。汤姆孙发现电子的质谱装置示意图如图，M、N为两块水平放置的平行金属极板，板长为 L ，板右端到屏的距离为 D ，且 D 远大于 L ， $O'O$ 为垂直于屏的中心轴线，不计离子重力和离子在板间偏离 $O'O$ 的距离。以屏中心 O 为原点建立 xOy 直角坐标系，其中 x 轴沿水平方向， y 轴沿竖直方向。

(1) 设一个质量为 m_0 、电荷量为 q_0 的正离子以速度 v_0 沿 $O'O$ 的方向从 O' 点射入，板间不加电场和磁场时，离子打在屏上 O 点。若在两极板间加一沿 $+y$ 方向场强为 E 的匀强电场，求离子射到屏上时偏离 O 点的距离 y_0 ；

(2) 假设你利用该装置探究未知离子，试依照以下实验结果计算未知离子的质量数。

上述装置中，保留原电场，再在板间加沿 $-y$ 方向的匀强磁场。现有电荷量相同的两种正离子组成的离子流，仍从 O' 点沿 $O'O$ 方向射入，屏上出现两条亮线。在两线上取 y 坐标相同的两个光点，对应的 x 坐标分别为 3.24mm 和 3.00mm ，其中 x 坐标大的光点是碳12离子击中屏产生的，另一光点是未知离子产生的。尽管入射离子速度不完全相同，但入射速度都很大，且在板间运动时 $O'O$ 方向的分速度总是远大于 x 方向和 y 方向的分速度。

