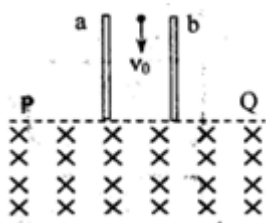


# 北京博飞港澳台联考试题

## 物理部分

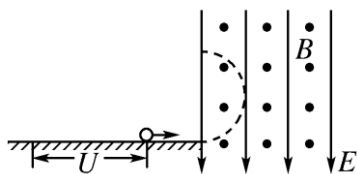
### -----复合场 2

1. 如图所示, a、b 为竖直正对放置的平行金属板构成的偏转电场, 其中 a 板带正电, 两板间的电压为  $U$ , 在金属板下方存在一有界的匀强磁场, 磁场的上边界为与两金属板下端重合的水平面 PQ, PQ 下方的磁场范围足够大, 磁场的磁感应强度大小为  $B$ , 一比荷为带正电粒子以速度为  $v_0$  从两板中间位置与 a、b 平等方向射入偏转电场, 不计粒子重力, 粒子通过偏转电场后从 PQ 边界上的 M 点进入磁场, 运动一段时间后又从 PQ 边界上的 N 点射出磁场, 设 M、N 两点距离为  $x$  (M、N 点图中未画出)。则



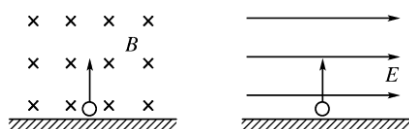
以下说法中正确的是

- A. 只减小磁感应强度  $B$  的大小, 则  $x$  减小  
 B. 只增大初速度  $v_0$  的大小, 则  $x$  减小  
 C. 只减小偏转电场的电压  $U$  的大小, 则  $x$  不变  
 D. 只减小为带电粒子的比荷大小, 则  $x$  不变
2. 如图所示, 已知一带电小球在光滑绝缘的水平面上从静止开始经电压  $U$  加速后, 水平进入互相垂直的匀强电场  $E$  和匀强磁场  $B$  的复合场中 ( $E$  和  $B$  已知), 小球在此空间的竖直面内做匀速圆周运动, 则 ( )



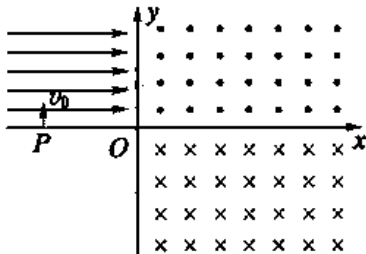
- A. 小球可能带正电
- B. 小球做匀速圆周运动的半径为  $r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2UE}{g}}$
- C. 小球做匀速圆周运动的周期为  $T = \frac{2\pi E}{Bg}$
- D. 若电压  $U$  增大, 则小球做匀速圆周运动的周期变大

3. 带电小球以一定的初速度  $v_0$  竖直向上抛出, 能够达到的最大高度为  $h_1$ ; 若加上水平方向的匀强磁场, 且保持初速度仍为  $v_0$ , 小球上升的最大高度为  $h_2$ ; 若加上水平方向的匀强电场, 且保持初速度仍为  $v_0$ , 小球上升的最大高度为  $h_3$ , 如图所示. 不计空气阻力, 则 ( )



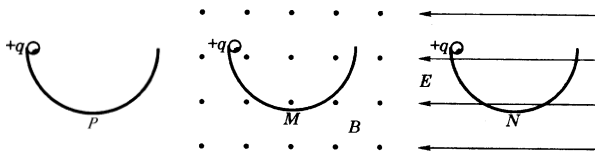
- A.  $h_1 = h_2 = h_3$       B.  $h_1 > h_2 > h_3$   
 C.  $h_1 = h_2 > h_3$       D.  $h_1 = h_3 > h_2$

4. 如图所示，在第二象限内有水平向右的匀强电场，电场强度为  $E$ ，在第一、第四象限内分别存在如图所示的匀强磁场，磁感应强度大小相等。有一个带电粒子以初速度  $v_0$  垂直  $x$  轴，从  $x$  轴上的  $P$  点进入匀强电场，恰好与  $y$  轴成  $45^\circ$  角射出电场，再经过一段时间又恰好垂直于  $x$  轴进入下面的磁场。已知  $OP$  之间的距离为  $d$ ，则带电粒子（ ）



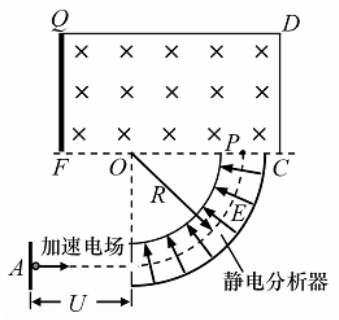
- A. 在电场中运动的时间为  $\frac{2d}{v_0}$
- B. 在磁场中做圆周运动的半径为  $\sqrt{2}d$
- C. 自进入磁场至第二次经过  $x$  轴所用时间为  $\frac{7\pi d}{4v_0}$
- D. 自进入电场至在磁场中第二次经过  $x$  轴的时间为  $\frac{(4+7\pi)d}{2v_0}$

5. 如图所示，三个完全相同的半圆形光滑轨道竖直放置，分别处在真空、匀强磁场和匀强电场中，轨道两端在同一高度上。三个相同的带正电小球同时从轨道左端最高点由静止开始沿轨道运动， $P$ 、 $M$ 、 $N$  分别为轨道的最低点，如图所示，则下列有关判断正确的是

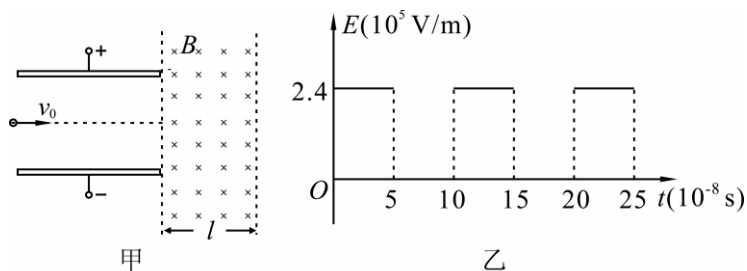


- A. 小球第一次到达轨道最低点的速度关系  $v_P = v_M > v_N$
- B. 小球第一次到达轨道最低点时 对轨道的压力关系  $F_P = F_M > F_N$
- C. 小球从开始运动到第一次到达轨道最低点所用的时间关系  $t_P < t_M < t_N$
- D. 三个小球到达轨道右端的高度都不相同，但都能回到原来的出发点位置
6. 静止于  $A$  处的离子，经加速电压  $U$  加速后沿图中虚线圆弧通过静电分析器，并从  $P$  点垂直  $CF$  进入矩形区域的有界匀强磁场。静电分析器通道内有均匀辐射分布的电场，方向如图所示；已知虚线圆弧的半径为  $R$ ，离子质量为例、电荷量为  $q$ ： $\overline{QF} = a$ 、 $\overline{PF} = 1.5a$  磁场方向垂直纸面向里；离子重力不计。

- (1) 求静电分析器通道内虚线所在位置处的电场强度；
- (2) 若离子最终能打在  $QF$  上，求磁感应强度  $B$  的取值范围。

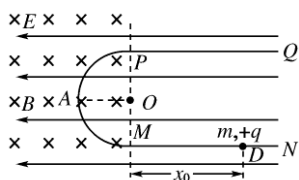


7. 如图甲所示，偏转电场的两个平行极板水平放置，板长  $L=0.08\text{m}$ ，板间距足够大，两板的右侧有水平宽度  $l=0.06\text{m}$ 、竖直宽度足够大的有界匀强磁场。一个比荷为  $\frac{q}{m}=5 \times 10^6 \text{ C/kg}$  的带负电粒子以速度  $v_0=8 \times 10^5 \text{ m/s}$  从两板中间沿与板平行的方向射入偏转电场，若从该粒子进入偏转电场时开始计时，板间场强恰好按图乙所示的规律变化，粒子离开偏转电场后进入匀强磁场并最终垂直磁场右边界射出。不计粒子重力，



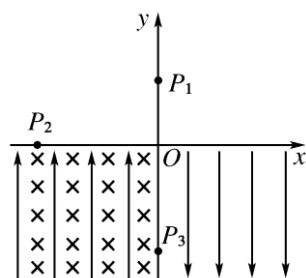
- 求：(1) 粒子在磁场中运动的速率  $v$ ；  
(2) 粒子在磁场中运动的轨道半径  $R$  和磁场的磁感应强度  $B$ ；  
(3) 粒子从进入偏转电场到离开磁场所用的时间。

8. 如图所示的竖直平面内有范围足够大、水平向左的匀强电场，在虚线的左侧有垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度大小为  $B$ ，一绝缘轨道由两段直杆和一半径为  $R$  的半圆环组成，固定在纸面所在的竖直平面内， $PQ$ 、 $MN$  水平且足够长，半圆环  $MAP$  在磁场边界左侧， $P$ 、 $M$  点在磁场边界线上， $NMAP$  段光滑， $PQ$  段粗糙。现有一质量为  $m$ 、带电荷量为  $+q$  的小环套在  $MN$  杆上，它所受到的电场力为重力的  $1/2$ 。现将小环从  $M$  点右侧的  $D$  点由静止释放，小环刚好能到达  $P$  点。



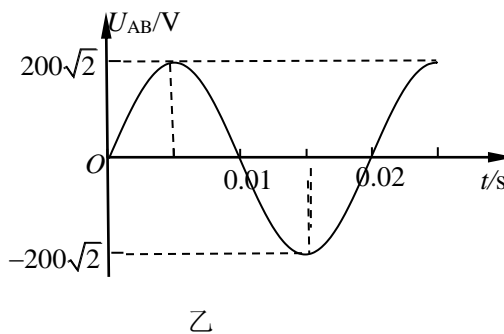
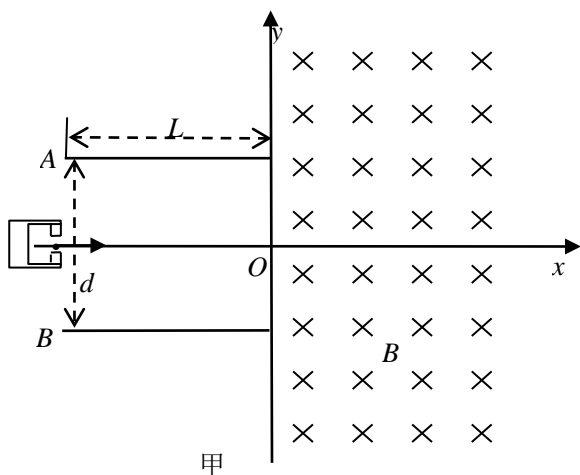
- (1) 求 D、M 间距离  $x_0$ ;
- (2) 求上述过程中小环第一次通过与 O 等高的 A 点时半圆环对小环作用力的大小;
- (3) 若小环与 PQ 间动摩擦因数为  $\mu$  (设最大静摩擦力与滑动摩擦力大小相等), 现将小环移至 M 点右侧  $5R$  处由静止释放, 求小环在整个运动过程中克服摩擦力所做的功.

9. 如图所示的坐标系,  $x$  轴沿水平方向,  $y$  轴沿竖直方向. 在  $x$  轴上方空间的第一、第二象限内, 既无电场也无磁场, 在第三象限内存在沿  $y$  轴正方向的匀强电场和垂直于  $xOy$  平面向里的匀强磁场, 在第四象限内存在沿  $y$  轴负方向、场强大小与第三象限电场强度相等的匀强电场. 一质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带电质点, 从  $y$  轴上  $y=h$  处的  $P_1$  点以一定的水平初速度沿  $x$  轴负方向进入第二象限, 然后经过  $x$  轴上  $x=-2h$  处的  $P_2$  点进入第三象限, 带电质点恰能做匀速圆周运动, 之后经过  $y$  轴上  $y=-2h$  处的  $P_3$  点进入第四象限. 试求:



- (1) 第三象限空间中电场强度和磁感应强度的大小.
- (2) 带电质点在第四象限空间运动过程中的最小速度.

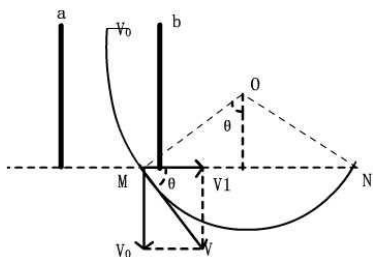
10. 如图甲所示, 两水平放置的平行金属板 A、B 的板长  $L = \frac{\sqrt{3}}{10} \text{ m}$ , 板间距离  $d=0.10 \text{ m}$ , 在金属板右侧有一范围足够大, 方向垂直于纸面向里的匀强磁场, 磁感应强度  $B=1.0 \times 10^{-2} \text{ T}$ , 其左边界为  $y$  轴. 在  $t=0$  时刻, 两金属板间加如图乙所示的正弦交变电压. 现从  $t=0$  开始, 位于极板左侧的粒子源沿  $x$  轴向右以  $1000$  个/秒的数量连续均匀发射带正电的粒子, 粒子均以  $v_0 = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 10^5 \text{ m/s}$  的初速度沿  $x$  轴进入电场, 经电场后部分粒子射入磁场. 已知带电粒子的比荷  $\frac{q}{m} = 1.25 \times 10^7 \text{ C/kg}$ , 粒子通过电场区域的极短时间内, 极板间的电压可以看作不变, 不计粒子重力, 不考虑极板边缘及粒子间相互影响. 试求:



- (1)  $t=0$  时刻进入的粒子，经边界  $y$  轴射入磁场和射出磁场时两点间的距离；
- (2) 每秒钟有多少个粒子进入磁场；
- (3) 何时刻由粒子源进入的带电粒子在磁场中运动时间最长，求最长时间  $t_m$  ( $\pi \approx 3$ ) .

### 参考答案

1. C



2. BC

3. D

4. AD

5. A

$$6. (1) E = \frac{2U}{R} \quad (2) \frac{1}{a} \sqrt{\frac{2mU}{q}} \leq B < \frac{4}{3a} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

$$7. (1) v=1 \times 10^6 \text{ m/s} \quad (2) R=0.1 \text{ m} \quad B=0.2 \text{ T} \quad (3) t+t'=1.645 \times 10^{-7} \text{ s}$$

$$8. (1) 4R \quad (2) qB\sqrt{3gR} + \frac{7}{2}mg \quad (3) \frac{1}{2}mgR$$

$$9. (1) \frac{mg}{q} \quad \frac{m}{q} \sqrt{\frac{2g}{h}} \quad (2) \sqrt{2gh}, \text{ 方向沿 } x \text{ 轴正方向}$$

$$10. (1) 1.38 \text{ m} \quad (2) \text{ 每秒钟有 } 500 \text{ 个粒子进入磁场} \quad (3) t_m = 3.2 \times 10^{-5} \text{ s}$$