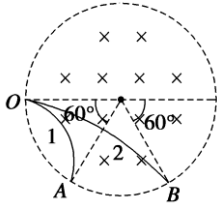


# 北京博飞港澳台联考试题

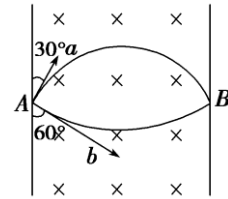
## 物理部分

### -----带电粒子在磁场中的运动 2

1. 如图所示，为一圆形区域的匀强磁场，在 O 点处有一放射源，沿半径方向射出速度为  $v$  的不同带电粒子，其中带电粒子 1 从 A 点飞出磁场，带电粒子 2 从 B 点飞出磁场，不考虑带电粒子的重力，则 ( )



- A. 带电粒子 1 的比荷与带电粒子 2 的比荷比值为 3:1  
 B. 带电粒子 1 的比荷与带电粒子 2 的比荷比值为  $\sqrt{3}:1$   
 C. 带电粒子 1 与带电粒子 2 在磁场中运动时间比值为 2:3  
 D. 带电粒子 1 与带电粒子 2 在磁场中运动时间比值为 1:2
2. 两个电荷量分别为  $+q$  和  $-q$  的带电粒子分别以速度  $v_a$  和  $v_b$  射入匀强磁场，两粒子的入射方向与竖直磁场边界的夹角分别为  $30^\circ$  和  $60^\circ$ ，磁场宽度为  $d$ ，两粒子同时由 A 点出发，同时到达与 A 等高的 B 点，如图所示，则 ( )

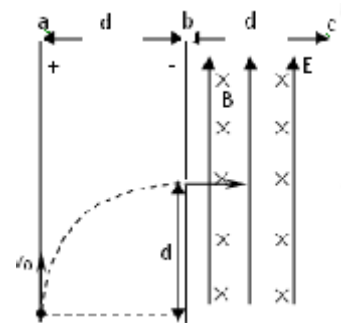


- A. a 粒子带正电，b 粒子带负电  
 B. 两粒子的轨道半径之比  $R_a : R_b = \sqrt{3} : 1$   
 C. 两粒子的质量之比  $m_a : m_b = 1 : 2$   
 D. 两粒子的速度之比  $v_a : v_b = \sqrt{3} : 2$

3. 如图所示，竖直放置的两块很大的平行金属板 a、b，相距为  $d$ ，ab 间的电场强度为  $E$ ，今有一带正电的微粒从 a 板下边缘以初速度  $v_0$  竖直向上射入电场，当它飞到 b 板时，速度大小不变，而方向变成水平方向，且刚好从高度也为  $d$  的狭缝穿过 b 板而进入 bc 区域，bc 宽度也为  $d$ ，所加电场大小为  $E$ ，方向竖直向上，磁感应强度方向垂直于纸面

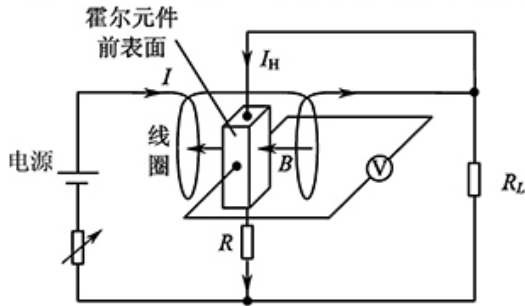
向里，磁感应强度大小等于  $\frac{E}{v_0}$ ，重力加速度为  $g$ ，则下列关于粒子运动的有关说法中正确的 ( )

- A. 粒子在 ab 区域中做匀变速运动，运动时间为  $\frac{v_0}{g}$   
 B. 粒子在 bc 区域中做匀速圆周运动，圆周半径  $r = 2d$   
 C. 粒子在 bc 区域中做匀速圆周运动，运动时间为  $\frac{\pi d}{6v_0}$   
 D. 粒子在 ab、bc 区域中运动的总时间为  $t = \frac{(\pi + 6)d}{3v_0}$



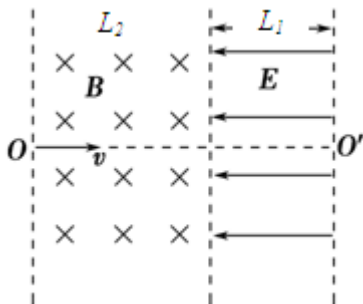


4. 如图所示，导电物质为电子的霍尔元件位于两串联线圈之间，线圈中电流为  $I$ ，线圈间产生匀强磁场，磁感应强度大小  $B$  与  $I$  成正比，方向垂直于霍尔元件的两侧面，此时通过霍尔元件的电流为  $I_H$ ，与其前后表面相连的电压表测出的霍尔电压  $U_H$  满足： $U_H = k \frac{I_H B}{d}$ ，式中  $k$  为霍尔系数， $d$  为霍尔元件两侧面间的距离。电阻  $R$  远大于  $R_L$ ，霍尔元件的电阻可以忽略，则（ ）



- A. 霍尔元件前表面的电势低于后表面
- B. 若电源的正负极对调，电压表将反偏
- C.  $I_H$  与  $I$  成正比
- D. 电压表的示数与  $R_L$  消耗的电功率成正比

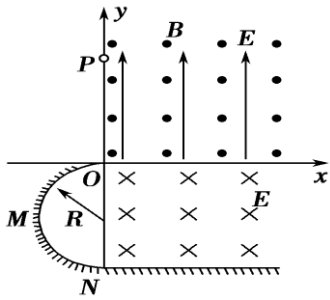
5. 如图所示，足够长、宽度  $L_1=0.1\text{m}$ 、方向向左的有界匀强电场场强  $E=70\text{ V/m}$ ，电场左边是足够长、宽度  $L_2=0.2\text{ m}$ 、磁感应强度  $B=2\times 10^{-3}\text{ T}$  的有界匀强磁场。一带电粒子电荷量  $q=+3.2\times 10^{-19}\text{C}$ ，质量  $m=6.4\times 10^{-27}\text{ kg}$ ，以  $v=4\times 10^4\text{ m/s}$  的速度沿  $OO'$  垂直射入磁场，在磁场中偏转后进入右侧的电场，最后从电场右边界射出。（粒子重力不计）求：



- (1) 带电粒子在磁场中运动的轨道半径和时间；
- (2) 带电粒子飞出电场时的速度大小。

6. 如图所示，竖直平面坐标系  $xOy$  的第一象限，有垂直  $xOy$  面向外的水平匀强磁场和竖直向上的匀强电场，大小分别为  $B$  和  $E$ ；第四象限有垂直  $xOy$  面向里的水平匀强电场，大小也为  $E$ ；第三象限内有一绝缘光滑竖直放置的半径为  $R$  的半圆轨道，轨道最高点与坐标原点  $O$  相切，最低点与绝缘光滑水平面相切于  $N$ 。一质量为  $m$  的带电小球从  $y$  轴上 ( $y>0$ ) 的  $P$  点沿  $x$  轴正方向进入第一象限后做圆周运动，恰好通过坐标原点  $O$ ，且水平切入半圆轨道并沿轨道内侧运动，过  $N$  点水平进入第四象限，并在电场中运动（已知重力加速度为  $g$ ）。

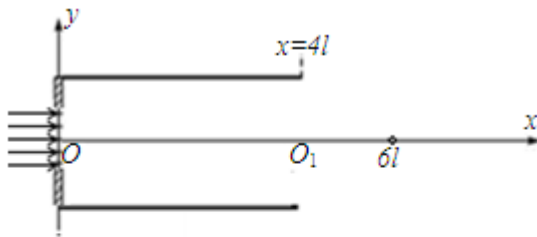




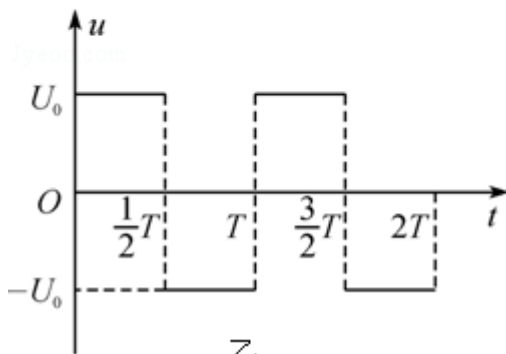
- (1) 判断小球的带电性质并求出其所带电荷量；
- (2) P 点距坐标原点 O 至少多高；
- (3) 若该小球以满足 (2) 中 OP 最小值的位置和对应速度进入第一象限，通过 N 点开

始计时，经时间  $t = 2\sqrt{\frac{R}{g}}$  小球距坐标原点 O 的距离 s 为多远？

7. 如图甲所示，两平行金属板间距为  $2l$ ，极板长度为  $4l$ ，两极板间加上如图乙所示的交变电压 ( $t=0$  时上极板带正电)。以极板间的中心线  $OO_1$  为 x 轴建立坐标系，现在平行板左侧入口正中部有宽度为  $l$  的电子束以平行于 x 轴的初速度  $v_0$  从  $t=0$  时不停地射入两板间。已知电子都能从右侧两板间射出，射出方向都与 x 轴平行，且有电子射出的区域宽度为  $2l$ 。电子质量为  $m$ ，电荷量为  $e$ ，忽略电子之间的相互作用力。



甲



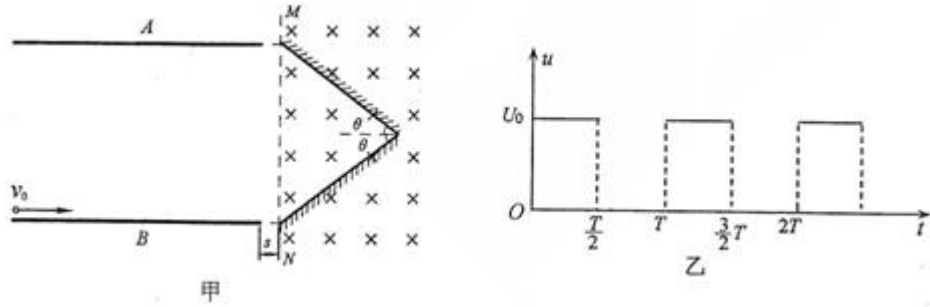
乙

- (1) 求交变电压的周期 T 和电压  $U_0$  的大小；
- (2) 在电场区域外加垂直纸面的有界匀强磁场，可使所有电子经过有界匀强磁场均能会聚于  $(6l, 0)$  点，求所加磁场磁感应强度 B 的最大值和最小值；
- (3) 求从 O 点射入的电子刚出极板时的侧向位移。

8. A、B 是在真空中水平正对的两块金属板，板长  $L=40\text{cm}$ ，板间距  $d=24\text{cm}$ ，在 B 板左侧边缘有一粒子源，能连续均匀发射带负电的粒子，粒子紧贴 B 板水平向右射入，如图甲所示，带电粒子的比荷为  $\frac{q}{m} = 1.0 \times 10^8 \text{C/kg}$ ，初速度  $v_0 = 2 \times 10^5 \text{m/s}$  (粒子重力不计)，在 A、B 两板间加上如图乙所示的电压，电压的周期  $T = 2.0 \times 10^{-6} \text{s}$ ， $t=0$  时刻 A 板电势高于 B 板电势，两板间电场可视为匀强电场，电势差  $U_0 = 360 \text{V}$ ，A、B 板右侧相距  $s = 2 \text{cm}$  处有一边界 MN，在边界右侧存在一垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度  $B = \frac{1}{16} \text{T}$ ，磁场中放置一 “>” 型荧光板，位置如图所示，板与水平方向夹角  $\theta = 37^\circ$ ，

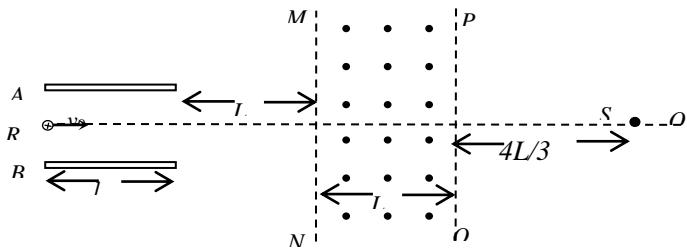


不考虑粒子之间相互作用及粒子二次进入磁场的可能，求：



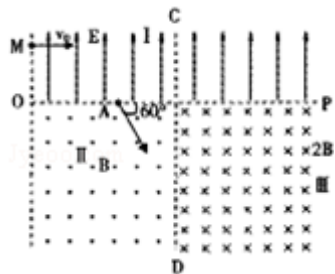
- (1) 带电粒子在 AB 间偏转的最大侧向位移  $y_{\max}$ ;
- (2) 带电粒子从电场中射出到 MN 边界上的宽度  $\Delta y$ ;
- (3) 经过足够长时间后，射到荧光板上的粒子数占进入磁场粒子总数的百分比  $k$ 。

9. 如图所示，两平行金属板 A、B 长  $l=8\text{cm}$ ，两板间距离  $d=8\text{cm}$ ，B 板比 A 板电势高  $300\text{V}$ ，即  $U_{BA}=300\text{V}$ 。一带正电的粒子电量  $q=10^{-10}\text{C}$ ，质量  $m=10^{-20}\text{kg}$ ，从 R 点沿电场中心线垂直电场线飞入电场，初速度  $v_0=2\times 10^6\text{m/s}$ ，粒子飞出平行板电场后经过无场区域后，进入界面为 MN、PQ 间匀强磁场区域，从磁场的 PQ 边界出来后刚好打在中心线上离 PQ 边界  $4L/3$  处的 S 点上。已知 MN 边界与平行板的右端相距为  $L$ ，两界面 MN、PQ 相距为  $L$ ，且  $L=12\text{cm}$ 。求（粒子重力不计）



- (1) 粒子射出平行板时的速度大小  $v$ ;
- (2) 粒子进入界面 MN 时偏离中心线 RO 的距离多远?
- (3) 画出粒子运动的轨迹，并求匀强磁场的磁感应强度  $B$  的大小。

10. 如图所示，区域 I 中有竖直向上的均强电场，电场强度为  $E$ ；区域 II 内有垂直纸面向外的水平均强磁场，磁感应强度为  $B$ ；区域 III 中有垂直纸面向里的水平均强磁场，磁感应强度为  $2B$ 。一质量为  $m$ 、带电量为  $q$  的带负电粒子（不计重力）从左边界 O 点正上方的 M 点以速度  $v_0$  水平射入电场，经水平分界线 OP 上的 A 点与 OP 成  $60^\circ$  角射入 II 区域的磁场，并垂直竖直边界 CD 进入 III 区域的均强磁场中。求：



- (1) 粒子在 II 区域匀强磁场中运动的轨道半径;
- (2) O、M 间的距离;
- (3) 粒子从第一次进入区域 II 到第一次离开区域 III 所经历的时间  $t$ 。





参考答案

1. AD
2. BD
3. ABD
4. CD
5. (1) 0.4m;  $5.2 \times 10^{-6} \text{ s}$ ; (2)  $3 \times 10^4 \text{ m/s}$
6. (1) 正电  $\frac{mg}{E}$  (2)  $\frac{2m\sqrt{Rg}}{qB}$  (3)  $2\sqrt{7}R$
7. (1) 交变电压的周期  $T = \frac{4l}{nv_0}$  ( $n=1, 2, 3\cdots$ ), 电压  $U_0 = \frac{nmv_0^2}{4e}$  ( $n=1, 2, 3\cdots$ ); (2) 所加磁场磁感应强度  $B$  的最大值  $B_{\max} = \frac{2mv_0}{el}$ ; 最小值  $B_{\min} = \frac{2mv_0}{5el}$ ; (3) 从  $O$  点射入的电子刚出极板时的侧向位移为  $\frac{(4k+1)l}{2} - \frac{nv_0 t}{2}$  其中 ( $n=1, 2, 3\cdots, k=0, 1, 2, 3\cdots$ ), 或  $\frac{nv_0 t}{2} - \frac{(4k+3)l}{2}$ , 其中 ( $n=1, 2, 3\cdots, k=0, 1, 2, 3\cdots$ ).
8. (1)  $y_{\max} = 22.5 \text{ cm}$ ; (2)  $\Delta y = 15 \text{ cm}$ ; (3)  $k = 31\%$
9. (1)  $v = 2.5 \times 10^6 \text{ m/s}$  (2)  $y' = 12 \text{ cm}$  (3)  $B = 2.5 \times 10^{-3} \text{ T}$
10. (1)  $R = \frac{2mv_0}{qB}$ ; (2)  $L = \frac{3mv_0^2}{2qE}$ ; (3)  $t = \frac{5\pi n}{6qB}$ ;