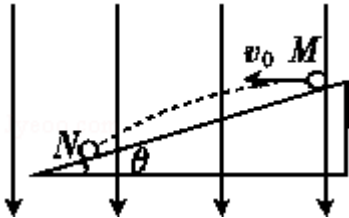


# 北京博飞港澳台联考试题

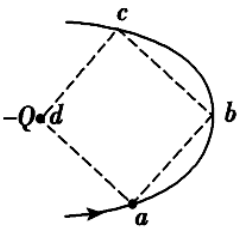
## 物理部分

-----复合场 1

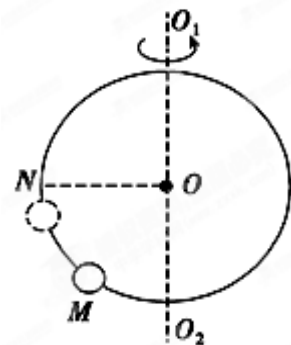
1. 如图所示，空间存在匀强电场，方向竖直向下，从绝缘斜面上的 M 点沿水平方向抛出一带电小球。最后小球落在斜面上的 N 点。已知小球的质量为  $m$ ，初速度大小为  $v_0$ ，斜面倾角为  $\theta$ ，电场强度大小未知。则下列说法正确的是（ ）



- A. 可以断定小球一定带正电荷  
B. 可以求出小球落到 N 点时速度的方向  
C. 可以求出小球到达 N 点过程中重力和电场力对小球所做的总功  
D. 可以断定，当小球的速度方向与斜面平行时，小球与斜面间的距离最大
2. 如图所示，d 处固定有负点电荷  $Q$ ，一个带电质点只在电场力作用下运动，射入此区域时的轨迹为图中曲线 abc，a、b、c、d 恰好是一正方形的四个顶点，则有（ ）

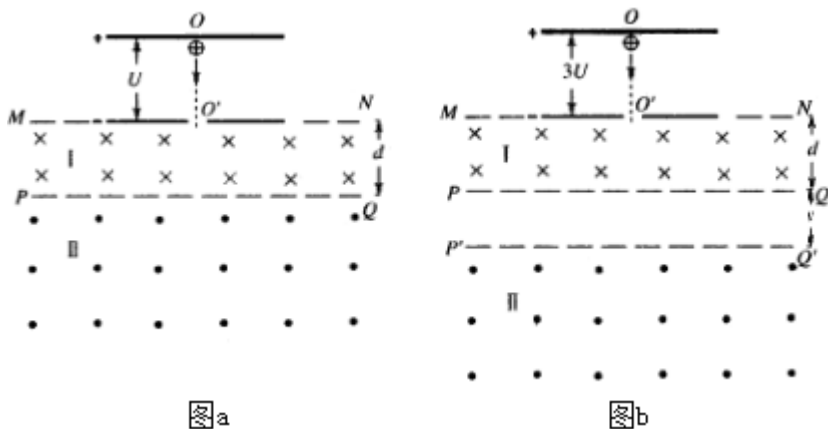


- A. a、b、c 三点处电势高低关系是  $\phi_a = \phi_c > \phi_b$   
B. 质点由 a 到 c，电势能先增加后减小，在 b 点动能最小  
C. 质点在 a、b、c 三点处的加速度大小之比为 2:1:2  
D. 若将 d 处的点电荷改为  $+Q$ ，该带电质点的轨迹仍可能为曲线 abc
3. 如图所示，光滑圆环可绕竖直轴  $O_1O_2$  旋转，在圆环上套一个小球，实验时发现，增大圆环转速，小球在圆环上的位置升高，但无论圆环转速多大，小球都不能上升到与圆心 O 等高的 N 点。现让小球带上正电荷，下列措施可以让小球上升到 N 点的是（ ）



- A. 在空间加上水平向左的匀强磁场  
B. 在空间加上竖直向上的匀强电场  
C. 在空间加上方向由圆心 O 向外的磁场  
D. 在圆心 O 点放一个带负电的点电荷

4. 如图 a 所示,  $O$  为加速电场上极板的中央, 下极板中心有一小孔  $O'$ ,  $O$  与  $O'$  在同一竖直线上。空间分布着有理想边界的匀强磁场, 其边界  $MN$ 、 $PQ$  (加速电场的下极板与边界  $MN$  重合) 将匀强磁场分为 I、II 两个区域, I 区域高度为  $d$ , II 区域的高度足够大, 两个区域的磁感应强度大小相等, 方向如图。一个质量为  $m$ 、电荷量为  $+q$  的带电粒子从  $O$  点由静止释放, 经加速后通过小孔  $O'$ , 垂直进入磁场 I 区。设加速电场两极板间的电压为  $U$ , 粒子不计重力。

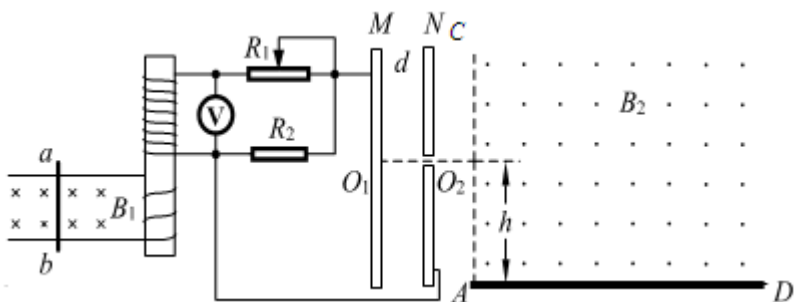


- (1) 求粒子进入磁场 I 区时的速度大小;
- (2) 若粒子运动一定时间后恰能回到  $O$  点, 求磁感应强度  $B$  的大小;
- (3) 若将加速电场两极板间的电压提高到  $3U$ , 为使带点粒子运动一定时间后仍能回到  $O$  点, 需将磁场 II 向下移动一定距离 (如图 b 所示), 求磁场 II 向下移动的距离  $y$  及粒子从  $O'$  进入磁场 I 到第一次回到  $O'$  点的运动时间  $t$ 。

5. 如图所示, 匀强磁场  $B_1$  垂直水平光滑金属导轨平面向下, 垂直导轨放置的导体棒  $ab$  在平行于导轨的外力  $F$  作用下做匀加速直线运动, 通过两线圈感应出电压, 使电压表示数  $U$  保持不变。已知变阻器最大阻值为  $R$ , 且是定值电阻  $R_2$  的三倍, 平行金属板  $MN$  相距为  $d$ 。在电场作用下, 一个带正电粒子从  $O_1$  由静止开始经  $O_2$  小孔垂直  $AC$  边射入第二个匀强磁场区, 该磁场的磁感应强度为  $B_2$ , 方向垂直纸面向外, 其下边界

$AD$  距  $O_1O_2$  连线的距离为  $h$ 。已知场强  $B_2 = B$ , 设带电粒子的电荷量为  $q$ 、质量为  $m$ , 则高度  $h = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{mU}{2q}}$ ,

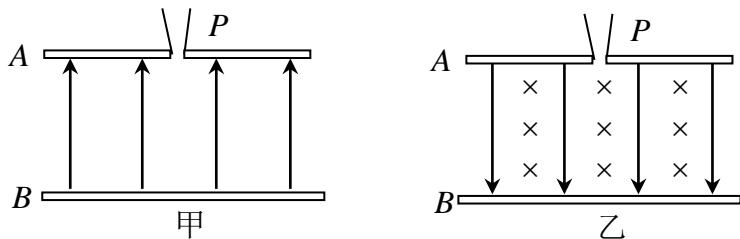
请注意两线圈绕法, 不计粒子重力。求:



- (1) 试判断拉力  $F$  能否为恒力以及  $F$  的方向 (直接判断);
- (2) 调节变阻器  $R$  的滑动头位于最右端时,  $MN$  两板间电场强度多大?
- (3) 保持电压表示数  $U$  不变, 调节  $R$  的滑动头, 带电粒子进入磁场  $B_2$  后都能击中  $AD$  边界, 求粒子打在  $AD$  边界上的落点距  $A$  点的距离范围。

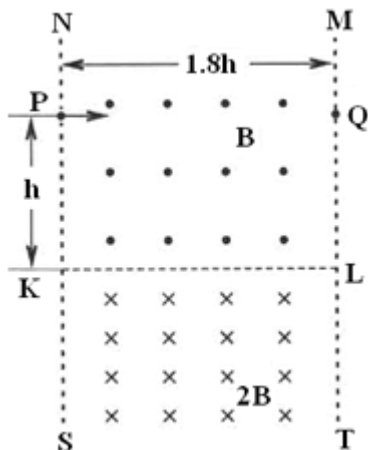
6. 静电喷漆技术具有效率高、浪费少、质量好、有益于健康等优点, 其装置可简化如图。  $A$ 、 $B$  为水平

放置的间距  $d=1.6\text{m}$  的两块足够大的平行金属板，两板间有方向由  $B$  指向  $A$  的匀强电场，场强为  $E=0.1\text{V/m}$ 。在  $A$  板的中央放置一个安全接地的静电油漆喷枪  $P$ ，油漆喷枪可向各个方向均匀地喷出初速度大小均为  $v_0=6\text{m/s}$  的油漆微粒，已知油漆微粒的质量均为  $m=1.0\times 10^{-6}\text{kg}$ 、电荷量均为  $q=-1.0\times 10^{-8}\text{C}$ ，不计油漆微粒间的相互作用、油漆微粒带电对板间电场和磁场的影响及空气阻力，重力加速度  $g=10\text{m/s}^2$ 。求：



- (1) 油漆微粒落在  $B$  板上所形成的图形面积；
- (2) 若让  $A$ 、 $B$  两板间的电场反向，并在两板间加垂直于纸面向里的匀强磁场，磁感应强度  $B=0.06\text{T}$ ，调节喷枪使油漆微粒只能在纸面内沿各个方向喷出，其它条件不变。 $B$  板被油漆微粒打中的区域的长度；
- (3) 在满足 (2) 的情况下，打中  $B$  板的油漆微粒中，在磁场中运动的最短时间。

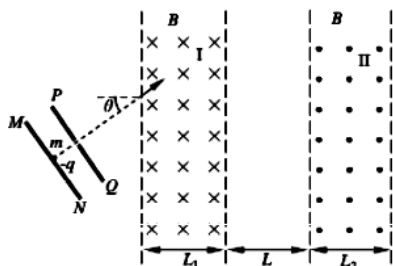
7. 如图所示，在无限长的竖直边界  $NS$  和  $MT$  间充满匀强电场，同时该区域上、下部分分别充满方向垂直于  $NSTM$  平面向外和向内的匀强磁场，磁感应强度大小分别为  $B$  和  $2B$ ， $KL$  为上下磁场的水平分界线，在  $NS$  和  $MT$  边界上，距  $KL$  高  $h$  处分别有  $P$ 、 $Q$  两点， $NS$  和  $MT$  间距为  $1.8h$ 。质量为  $m$ 、带电量为  $+q$  的粒子从  $P$  点垂直于  $NS$  边界射入该区域，在两边界之间做圆周运动，重力加速度为  $g$ 。



- (1) 求该电场强度的大小和方向。
- (2) 要使粒子不从  $NS$  边界飞出，求粒子入射速度的最小值。
- (3) 若粒子能经过  $Q$  点从  $MT$  边界飞出，求粒子入射速度的所有可能值。

8. 扭摆器是同步辐射装置中的插入件，能使粒子的运动轨迹发生扭摆。其简化

模型如图所示，I、II两处为条形匀强磁场，磁场边界竖直，相距为L。其中I区的磁场宽度 $L_1=L$ ，磁感应强度大小相等，方向相反且垂直纸面。一质量为m、电量为-q、重力不计的粒子，从靠近平行板电容器MN板处由静止释放，极板间电压为U。粒子经电场加速后平行于纸面射入I区，射入时速度与水平方向夹角 $\theta=30^\circ$ ，从I区右边界射出时的速度与水平方向夹角也为 $30^\circ$ ，求：

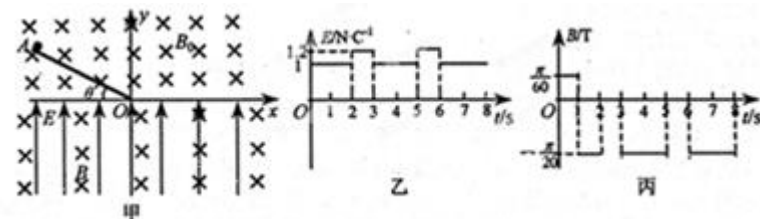


- (1) 粒子射入I区磁场前的速度 $v_0$ 的大小。
- (2) 磁感应强度B的大小。
- (3) 要求粒子不从II区右侧射出，求II区的磁场宽度 $L_2$ 的最小值。

9. 如图甲，直角坐标系xOy在竖直平面内，x轴上方（含x轴）区域有垂直坐标系xOy向里的匀强磁场，

磁感应强度 $B_0 = \frac{\sqrt{3}}{2} T$ ；在x轴下方区域有正交的匀强电场和磁场，场强E随时间t的变化关系如图乙，竖

直向上为电场强度正方向，磁感应强度B随时间t的变化关系如图丙，垂直xOy平面为磁场的正方向。光滑的绝缘斜面在第二象限，底端与坐标原点O重合，与负x轴方向夹角 $\theta=30^\circ$ 。

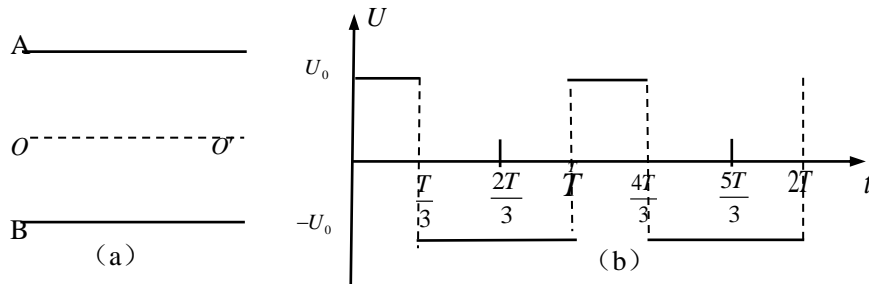


一质量 $m=1 \times 10^{-5} kg$ 、电荷量 $q=1 \times 10^{-4} C$ 的带正电的粒子从斜面上A点由静止释放，运动到坐标原点时恰好对斜面压力为零，以此时为计时起点。求：

- (1) 释放点A到坐标原点的距离L；
- (2) 带电粒子在 $t=2.0s$ 时的位置坐标；
- (3) 在垂直于x轴的方向上放置一俘获屏，要使带电粒子垂直打在屏上被俘获，屏所在位置的横坐标应满足什么条件？

10. 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  $v_0 = \frac{qU_0T}{3dm}$  不断射入, 所有粒子不会撞到金属板且在  $AB$  间的飞行时间均为  $T$ , 不计重力影响。试求:



- (1) 粒子射出电场时的速度大小及方向;
- (2) 粒子打出电场时位置离  $O'$  点的距离范围;
- (3) 若要使打出电场的粒子经某一垂直纸面的圆形区域匀强磁场偏转后, 都能到达圆形磁场边界的同一个点, 而便于再收集, 则磁场区域的最小半径和相应的磁感强度是多大?

#### 参考答案

1. BCD
2. BC
3. B

4. (1) 粒子进入磁场 I 区时的速度大小为  $v\sqrt{\frac{2qU}{m}}$ ; (2) 若粒子运动一定时间后恰能回到  $O$

点, 磁感应强度  $B$  的大小为  $\sqrt{\frac{3mU}{2qd^2}}$ ; (3) 磁场 II 向下移动的距离  $y$  及粒子从  $O'$  进入磁场 I

到第一次回到  $O'$  点的运动时间  $t$  为  $\frac{(5\pi+12\sqrt{3}-12)d}{9}\sqrt{\frac{6m}{qU}}$ .

5. (1)  $F$  不能为恒力,  $F$  方向向左 (2)  $E = \frac{U}{4d}$  (3)  $h \leq S \leq \sqrt{3}h$

6. (1)  $18.1m^2$  (2)  $1.6m$  (3)  $0.31s$

7. (1)  $E = \frac{mg}{q}$ , 方向竖直向上 (2)  $v_{\min} = \frac{(9-6\sqrt{2})qBh}{m}$

- (3)  $v = \frac{0.68qBh}{m}$ ;  $v = \frac{0.545qBh}{m}$ ;  $v = \frac{0.52qBh}{m}$

8. (1)  $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$  (2)  $B = \frac{1}{L}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$  (3)  $\frac{3}{2}L$



9. (1) 0.1m; (2)  $(-\frac{5}{\pi}, -\frac{8-3\sqrt{3}}{\pi})$ ; (3)  $x = \frac{4n+3}{\pi}$  ( $n=0, 1, 2, 3, \dots$ )

10. (1)  $v = \frac{\sqrt{2}qU_0T}{3dm}$ , 方向水平方右下角为  $\theta = 45^\circ$  (2)  $\frac{7qU_0T^2}{18dm} \sim \frac{qU_0T^2}{18dm}$

(3)  $r = \frac{\sqrt{2}qU_0T^2}{9dm}$ ,  $B = \frac{3m}{qT}$