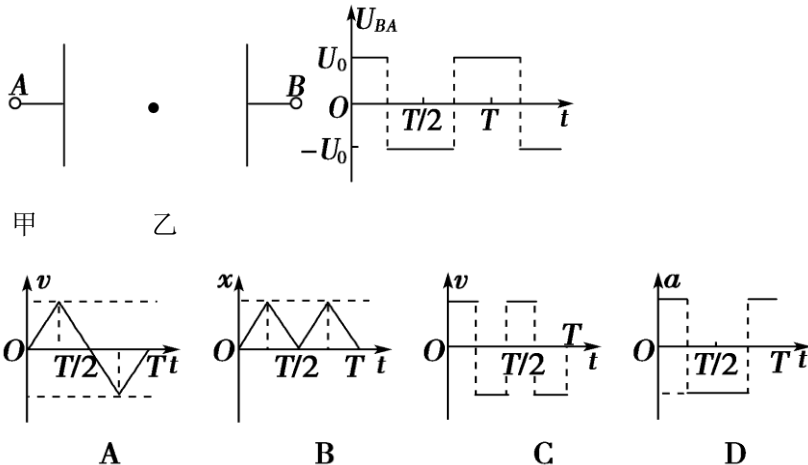


# 北京博飞港澳台联考试题

## 物理部分

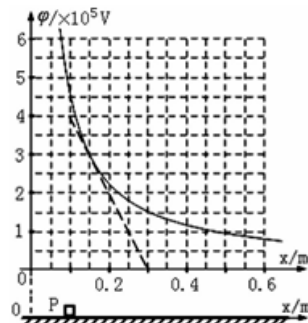
-----复合场 3

1. 如图甲所示, 平行金属板中央有一个静止的电子(不计重力), 两板间距离足够大. 当两板间加上如图乙所示的交变电压后, 在下图中, 反映电子速度  $v$ 、位移  $x$  和加速度  $a$  三个物理量随时间  $t$  的变化规律可能正确的是 ( )



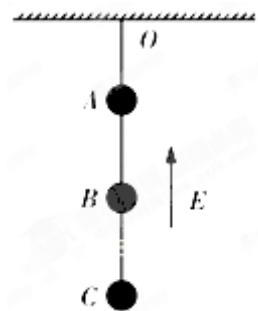
2. 如图所示, 粗糙绝缘的水平面附近存在一个平行于水平面的电场, 其中某一区域的电场线与  $x$  轴平行, 在  $x$  轴上的电势  $\varphi$  与坐标  $x$  的关系用图中曲线表示, 图中斜线为该曲线过点  $(0.15, 3)$  的切线. 现有一质量为  $0.20\text{kg}$ , 电荷量为  $+2.0 \times 10^{-8}\text{C}$  的滑块 P (可视为质点), 从  $x=0.10\text{m}$  处由静止释放, 其与水平面的动摩擦因数为  $0.02$ . 取重力加速度  $g=10\text{m/s}^2$ . 则下列说法正确的是:

- A.  $x=0.15\text{m}$  处的场强大小为  $2.0 \times 10^6\text{N/C}$
- B. 滑块运动的加速度逐渐减小
- C. 滑块运动的最大速度约为  $0.1\text{m/s}$
- D. 滑块最终在  $0.3\text{m}$  处停下

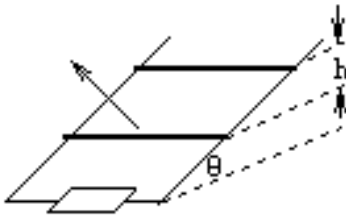


3. 如图所示, A、B、C 三个小球 (可视为质点) 的质量分别为  $m$ 、 $2m$ 、 $3m$ , B 小球带负电, 电荷量为  $q$ , A、C 两小球不带电 (不考虑小球间的静电感应), 不可伸长的绝缘细线将三个小球连接起来悬挂在 O 点, 三个小球均处于竖直向上的匀强电场中, 电场强度大小为  $E$ , 以下说法正确的是

- A. 静止时, A、B 两小球间细线的拉力为  $5mg+qE$
- B. 静止时, A、B 两小球间细线的拉力为  $5mg-qE$
- C. 剪断 O 点与 A 小球间细线的瞬间, A、B 两小球间细线的拉力为  $\frac{1}{3}qE$
- D. 剪断 O 点与 A 小球间细线的瞬间, A、B 两小球间细线的拉力为  $\frac{1}{6}qE$

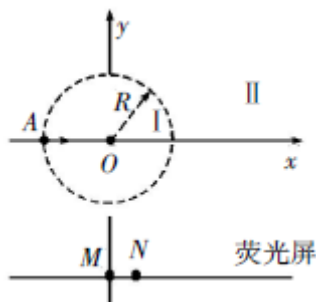


4. 如图所示，两根光滑平行的金属导轨，放在倾角为  $\theta$  的斜面上，导轨的左端接有电阻  $R$ ，导轨自身电阻不计，斜面处在一匀强磁场中，方向垂直斜面向上，一质量为  $m$ 、电阻不计的金属棒，在沿斜面并与棒垂直的恒力  $F$  作用下沿导轨匀速上滑，并上升了  $h$  高度，则在上滑  $h$  的过程中



- A. 金属棒所受合外力所做的功等于  $mgh$  与电阻  $R$  上产生的热量之和
- B. 恒力  $F$  与重力的合力所做的功等于电阻  $R$  上产生的热量
- C. 金属棒受到的合外力所做的功为零
- D. 恒力  $F$  与安培力的合力所做的功为  $mgh$

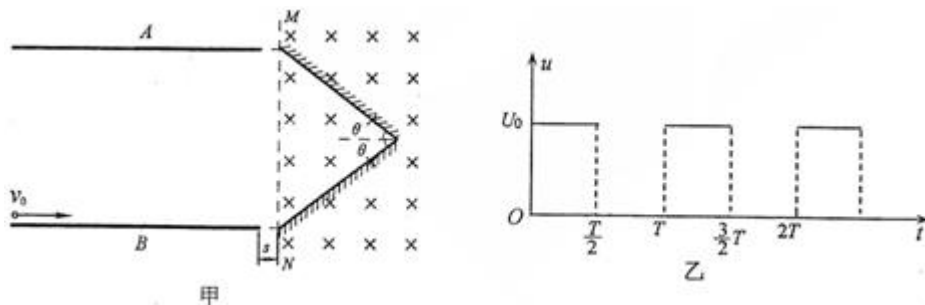
5. 如图所示，圆心为原点、半径为  $R$  的圆将  $xOy$  平面分为两个区域，即圆内区域 I 和圆外区域 II。区域 I 内有方向垂直于  $xOy$  平面的匀强磁场  $B_1$ 。平行于  $x$  轴的荧光屏垂直于  $xOy$  平面，放置在坐标  $y = -2.2R$  的位置。一束质量为  $m$ 、电荷量为  $q$ 、动能为  $E_0$  的带正电粒子从坐标为  $(-R, 0)$  的 A 点沿  $x$  正方向射入区域 I，当区域 II 内无磁场时，粒子全部打在荧光屏上坐标为  $(0, -2.2R)$  的 M 点，且此时，若将荧光屏沿  $y$  轴负方向平移，粒子打在荧光屏上的位置不变。若在区域 II 内加上方向垂直于  $xOy$  平面的匀强磁场  $B_2$ ，上述粒子仍从 A 点沿  $x$  轴正方向射入区域 I，则粒子全部打在荧光屏上坐标为  $(0.4R, -2.2R)$  的 N 点。求：



- (1) 打在 M 点和 N 点的粒子运动速度  $v_1$ 、 $v_2$  的大小。
- (2) 在区域 I 和 II 中磁感应强度  $B_1$ 、 $B_2$  的大小和方向。
- (3) 若将区域 II 中的磁场撤去，换成平行于  $x$  轴的匀强电场，仍从 A 点沿  $x$  轴正方向射入区域 I 的粒子恰好也打在荧光屏上的 N 点，则电场的场强为多大？

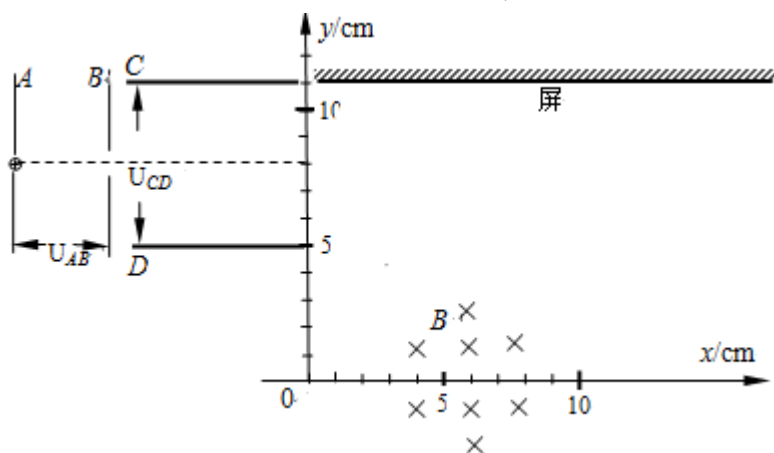
6. A、B 是在真空中水平正对的两块金属板，板长  $L = 40\text{cm}$ ，板间距  $d = 24\text{cm}$ ，在 B 板左侧边缘有一粒子源，能连续均匀发射带负电的粒子，粒子紧贴 B 板水平向右射入，如图甲所示，带电粒子的比荷为  $\frac{q}{m} = 1.0 \times 10^8 \text{C/kg}$ ，初速度  $v_0 = 2 \times 10^5 \text{m/s}$ （粒子重力不计），在 A、B 两板间加上如图乙所示的电压，电压的周期  $T$

$=2.0 \times 10^{-6} \text{ s}$ ,  $t=0$  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:



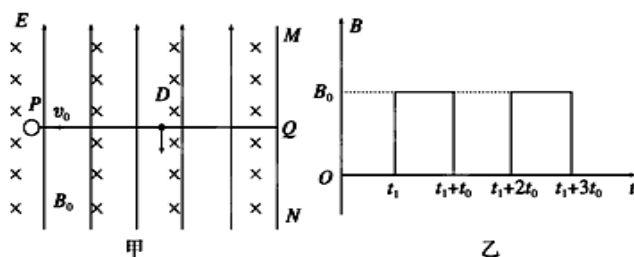
- (1) 带电粒子在 AB 间偏转的最大侧向位移  $y_{\max}$ ;
- (2) 带电粒子从电场中射出到 MN 边界上的宽度  $\Delta y$ ;
- (3) 经过足够长时间后, 射到荧光板上的粒子数占进入磁场粒子总数的百分比  $k$ 。

7. 如图所示, 在  $y$  轴左侧放置一加速电场和偏转电场构成的发射装置, C、D 两板的中心线处于  $y=8 \text{ cm}$  的直线上; 右侧圆形匀强磁场的磁感应强度大小为  $B=\frac{2}{3} \text{ T}$ 、方向垂直  $xoy$  平面向里, 在  $x$  轴上方  $11 \text{ cm}$  处放置一个与  $x$  轴平行的光屏。已知 A、B 两板间电压  $U_{AB}=100 \text{ V}$ , C、D 两板间电压  $U_{CD}=300 \text{ V}$ , 偏转电场极板长  $L=4 \text{ cm}$ , 两板间距离  $d=6 \text{ cm}$ , 磁场圆心坐标为  $(6, 0)$ 、半径  $R=3 \text{ cm}$ 。现有带正电的某种粒子从 A 极板附近由静止开始经电场加速, 穿过 B 板沿 C、D 两板间中心线  $y=8 \text{ cm}$  进入偏转电场, 由  $y$  轴上某点射出偏转电场, 经磁场偏转后打在屏上。带电粒子比荷  $\frac{q}{m}=10^6 \text{ C/kg}$ , 不计带电粒子的重力。求:



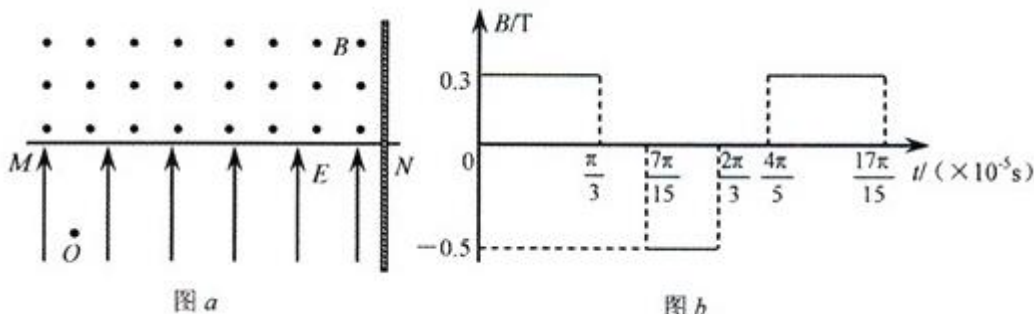
- (1) 该粒子射出偏转电场时速度大小和方向;
- (2) 该粒子打在屏上的位置坐标;
- (3) 若将发射装置整体向下移动, 试判断粒子能否垂直打到屏上? 若不能, 请简要说明理由。若能, 请计算该粒子垂直打在屏上的位置坐标和发射装置移动的距离。

8. 如图所示, 与纸面垂直的竖直面 MN 的左侧空间中存在竖直向上场强大小为  $E$  的匀强电场 (上、下及左侧无界)。一个质量为  $m$ 、电量为  $q = mg/E$  的可视质点的带正电小球, 在  $t = 0$  时刻以大小为  $v_0$  的水平初速度向右通过电场中的一点 P, 当  $t = t_1$  时刻在电场所在空间上加上一如图所示随时间周期性变化的磁场, 使得小球能竖直向下通过 D 点, D 为电场中小球初速度方向上的一点, PD 间距为  $L$ , D 到竖直面 MN 的距离 DQ 为  $L/\pi$ . 设磁感应强度垂直纸面向里为正。



- (1) 试说明小球在  $0 - t_1 + t_0$  时间内的运动情况, 并在图中画出运动的轨迹;
- (2) 试推出满足条件时  $t_1$  的表达式 (用题中所给物理量  $B_0$ 、 $m$ 、 $q$ 、 $v_0$ 、 $L$  来表示);
- (3) 若小球能始终在电场所在空间做周期性运动, 则当小球运动的周期最大时, 求出磁感应强度  $B_0$  及运动的最大周期  $T$  的表达式 (用题中所给物理量  $m$ 、 $q$ 、 $v_0$ 、 $L$  来表示)。

9. 如图 a 所示, 水平直线 MN 下方有竖直向上的匀强电场, 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  $\frac{\pi}{15} \times 10^{-5} \text{ s}$  后, 电荷以  $v_0 = 1.5 \times 10^4 \text{ m/s}$  的速度通过 MN 进入其上方的匀强磁场, 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:

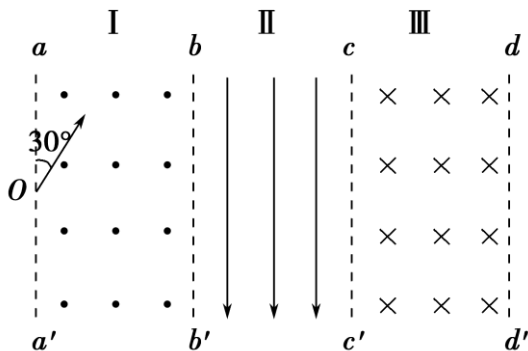


- (1) 匀强电场的电场强度  $E$  的大小; (保留 2 位有效数字)

(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 点出发运动到挡板所需的时间. ( $\sin 37^\circ = 0.60$ ,  $\cos 37^\circ = 0.80$ ) (保留 2 位有效数字)

10. 如图所示,  $aa'$ 、 $bb'$ 、 $cc'$ 、 $dd'$  为区域 I、II、III 的竖直边界, 三个区域的宽度相同, 长度足够大, 区域 I、III 内分别存在垂直纸面向外和向里的匀强磁场, 区域 II 存在竖直向下的匀强电场. 一群速率不同的带正电的某种粒子, 从边界  $aa'$  上的 O 处, 沿着与  $aa'$  成  $30^\circ$  角的方向射入 I 区. 速率小于某一值的粒子在 I 区内运动时间均为  $t_0$ ; 速率为  $v_0$  的粒子在 I 区运动  $\frac{t_0}{5}$  后进入 II 区. 已知 I 区的磁感应强度的大小为  $B$ , II 区的电场强度大小为  $2Bv_0$ , 不计粒子重力. 求:



(1) 该种粒子的比荷  $\frac{q}{m}$ ;

(2) 区域 I 的宽度  $d$ ;

(3) 速率为  $v_0$  的粒子在 II 区内运动的初、末位置间的电势差  $U$ ;

(4) 要使速率为  $v_0$  的粒子进入 III 区后能返回到 I 区, III 区的磁感应强度  $B'$  的大小范围应为多少?

### 参考答案

1. AD
2. ACD
3. AC
4. BCD

5. (1)  $v_1 = v_2 = \sqrt{\frac{2E_0}{m}}$  (2)  $B_1 = \frac{\sqrt{2mE_0}}{qR}$ , 方向垂直  $xOy$  平面向外,  $B_2 = \frac{\sqrt{2mE_0}}{2qR}$ , 方向垂直  $xOy$  平面向里 (2 分) (3)  $\frac{10E_0}{9qR}$

6. (1)  $y_{\max} = 22.5 \text{ cm}$ ; (2)  $\Delta y = 15 \text{ cm}$ ; (3)  $k = 31\%$

7. (1)  $2 \times 10^4 \text{ m/s}$ , 速度方向与  $x$  轴正方向夹角  $\theta = 45^\circ$  (2)  $(17 \text{ cm}, 11 \text{ cm})$  (3)  $S = R = 3 \text{ cm}$

8. (1) 如甲图所示 (2)  $t_1 = \frac{L}{v_0} + \frac{m}{qB_0}$  (3)  $T = \frac{6L}{v_0}$



9. (1)  $7.2 \times 10^3 N/C$  (2)  $4cm$  (3)  $3.9 \times 10^{-4} s$

10. (1)  $\frac{5\pi}{3t_0 B}$  (2)  $\frac{3\sqrt{3}v_0 t_0}{10\pi}$  (3)  $\frac{9t_0 B v_0^2}{10\pi}$  (4)  $B' \geq \frac{4\sqrt{3}+6}{3} B$