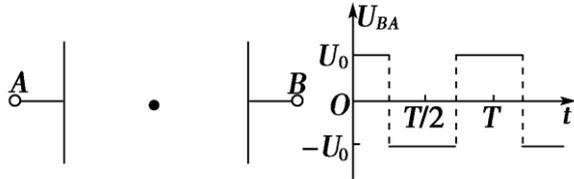


北京博飞港澳台联考试题

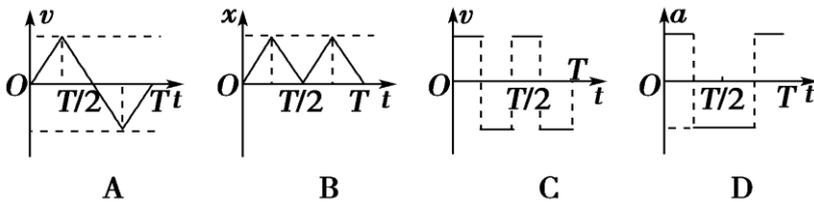
物理部分

-----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 ()

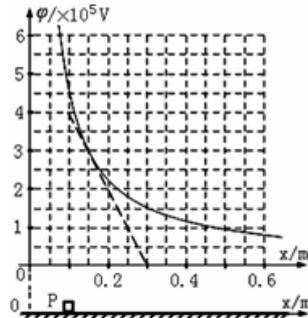


甲 乙

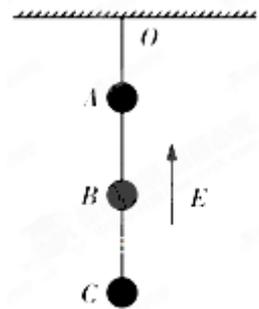


2. 如图所示, 粗糙绝缘的水平面附近存在一个平行于水平面的电场, 其中某一区域的电场线与 x 轴平行, 在 x 轴上的电势 φ 与坐标 x 的关系用图中曲线表示, 图中斜线为该曲线过点 $(0.15, 3)$ 的切线. 现有一质量为 0.20kg , 电荷量为 $+2.0 \times 10^{-8}\text{C}$ 的滑块 P (可视为质点), 从 $x=0.10\text{m}$ 处由静止释放, 其与水平面的动摩擦因数为 0.02 . 取重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$. 则下列说法正确的是:

- 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 0.1m/s
- D. 滑块最终在 0.3m 处停下

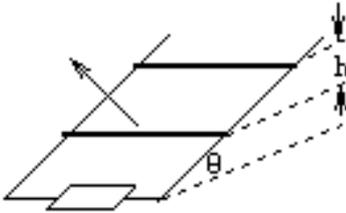


3. 如图所示, A、B、C 三个小球 (可视为质点) 的质量分别为 m 、 $2m$ 、 $3m$, B 小球带负电, 电荷量为 q , A、C 两小球不带电 (不考虑小球间的静电感应), 不可伸长的绝缘细线将三个小球连接起来悬挂在 O 点, 三个小球均处于竖直向上的匀强电场中, 电场强度大小为 E , 以下说法正确的是



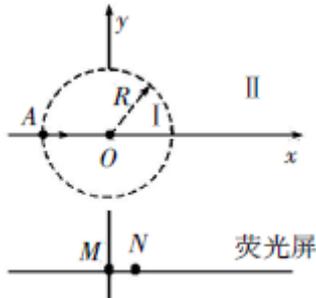
- A. 静止时, A、B 两小球间细线的拉力为 $5mg+qE$
- B. 静止时, A、B 两小球间细线的拉力为 $5mg-qE$
- C. 剪断 O 点与 A 小球间细线的瞬间, A、B 两小球间细线的拉力为 $\frac{1}{3}qE$
- D. 剪断 O 点与 A 小球间细线的瞬间, A、B 两小球间细线的拉力为 $\frac{1}{6}qE$

4. 如图所示，两根光滑平行的金属导轨，放在倾角为 θ 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

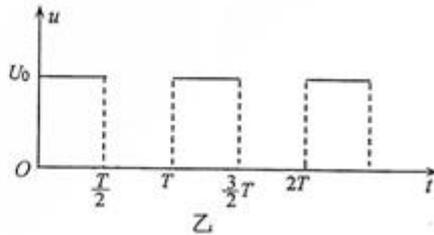
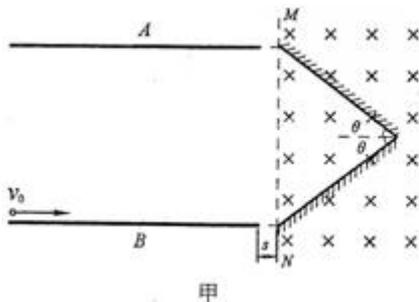
5. 如图所示，圆心为原点、半径为 R 的圆将 xOy 平面分为两个区域，即圆内区域 I 和圆外区域 II。区域 I 内有方向垂直于 xOy 平面的匀强磁场 B_1 。平行于 x 轴的荧光屏垂直于 xOy 平面，放置在坐标 $y = -2.2R$ 的位置。一束质量为 m 、电荷量为 q 、动能为 E_0 的带正电粒子从坐标为 $(-R, 0)$ 的 A 点沿 x 正方向射入区域 I，当区域 II 内无磁场时，粒子全部打在荧光屏上坐标为 $(0, -2.2R)$ 的 M 点，且此时，若将荧光屏沿 y 轴负方向平移，粒子打在荧光屏上的位置不变。若在区域 II 内加上方向垂直于 xOy 平面的匀强磁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

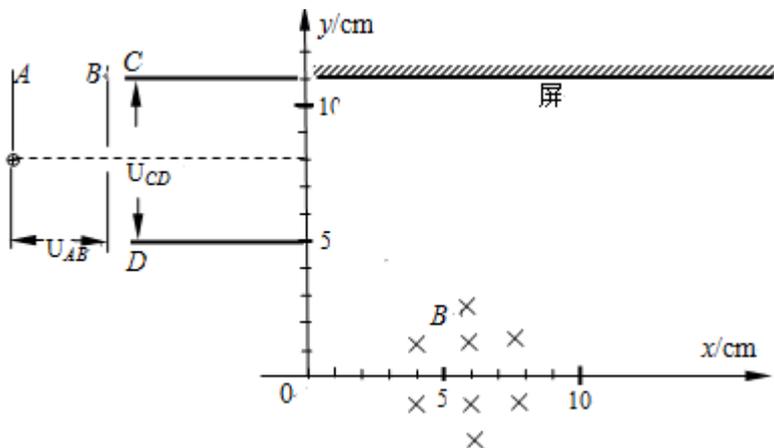
6. A、B 是在真空中水平正对的两块金属板，板长 $L=40\text{cm}$ ，板间距 $d=24\text{cm}$ ，在 B 板左侧边缘有一粒子源，能连续均匀发射带负电的粒子，粒子紧贴 B 板水平向右射入，如图甲所示，带电粒子的比荷为 $\frac{q}{m}=1.0 \times 10^8\text{C/kg}$ ，初速度 $v_0=2 \times 10^5\text{m/s}$ （粒子重力不计），在 A、B 两板间加上如图乙所示的电压，电压的周期 T

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



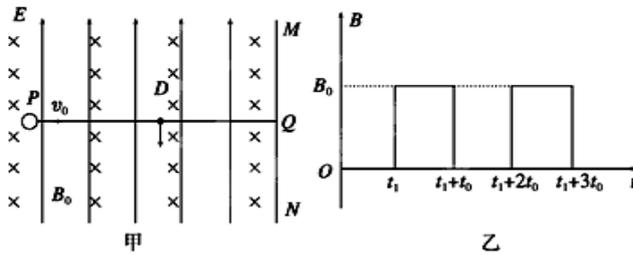
- (1) 带电粒子在 AB 间偏转的最大侧向位移 y_{\max} ;
- (2) 带电粒子从电场中射出到 MN 边界上的宽度 Δy ;
- (3) 经过足够长时间后, 射到荧光板上的粒子数占进入磁场粒子总数的百分比 k 。

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 11cm 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:



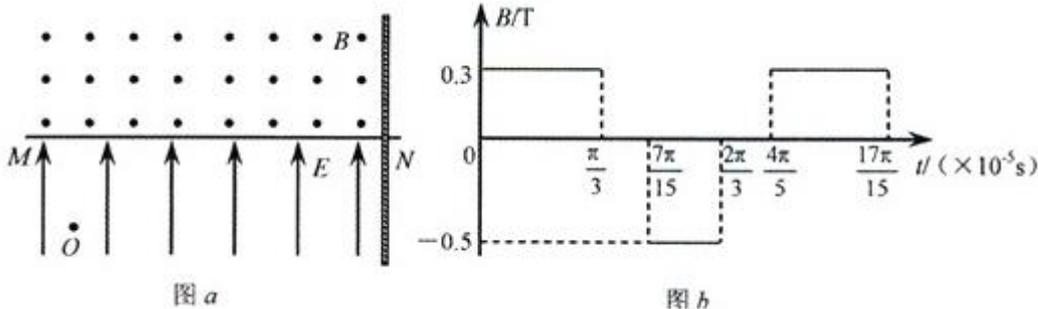
- (1) 该粒子射出偏转电场时速度大小和方向;
- (2) 该粒子打在屏上的位置坐标;
- (3) 若将发射装置整体向下移动, 试判断粒子能否垂直打到屏上? 若不能, 请简要说明理由。若能, 请计算该粒子垂直打在屏上的位置坐标和发射装置移动的距离。

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 $t = t_1$ 时刻在电场所空间中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/π . 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空间中做周期性运动, 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:

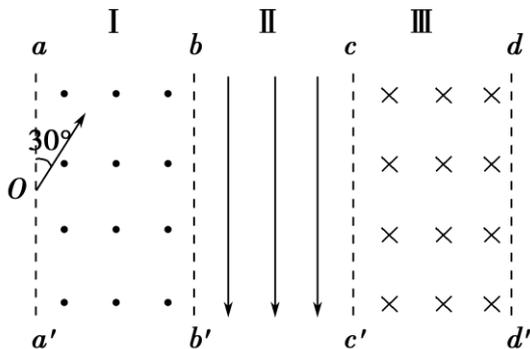


- (1) 匀强电场的电场强度 E 的大小; (保留 2 位有效数字)

(2) 图 b 中 $t = \frac{4\pi}{5} \times 10^{-5}$ s 时刻电荷与 0 点的水平距离;

(3) 如果在 0 点右方 $d = 68$ cm 处有一垂直于 MN 的足够大的挡板, 求电荷从 0 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 Oa 成 30° 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) $y_{\max} = 22.5$ cm; (2) $\Delta y = 15$ cm; (3) $k = 31\%$

7. (1) 2×10^4 m/s, 速度方向与 x 轴正方向夹角 $\theta = 45^\circ$ (2) (17 cm, 11 cm) (3) $S = R = 3$ 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) $B' \geq \frac{4\sqrt{3}+6}{3} B$