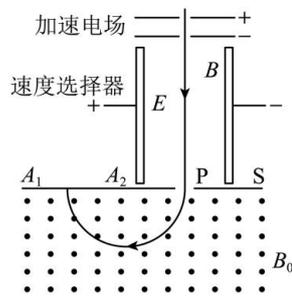


《1.4 质谱仪与回旋加速器》补充练习

1. 质谱仪是分析同位素的重要的仪器，在物理研究中起非常重要的作用。如图是质谱仪的工作原理示意图。粒子源（在加速电场上方，未画出）产生的带电粒子被加速电场加速后，进入速度选择器。速度选择器内相互正交的匀强磁场和匀强电场的强度分别为 B 和 E 。平板 S 上有可让粒子通过的狭缝 P 和记录粒子位置的胶片 A_1A_2 。平板 S 下方有强度为 B_0 的匀强磁场。（不计带电粒子的重



力) 下列表述正确的是 ()

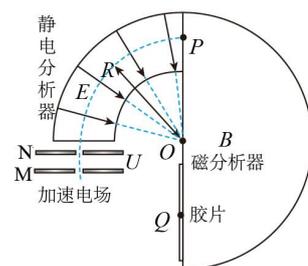
A. 速度选择器中的磁场方向垂直纸面向里

B. 能通过狭缝 P 的带电粒子的速率等于 $\frac{E}{B_0}$

C. 粒子打在胶片上的位置越靠近狭缝 P ，粒子的比荷 ($\frac{q}{m}$) 越小

D. 粒子所带电荷量相同时，打在胶片上的位置越远离狭缝 P ，表明其质量越大

2. 如图，一质谱仪由加速电场、静电分析器、磁分析器构成。静电分析器通道的圆弧中心线半径为 R ，通道内有均匀辐向电场，中心线处的场强大小为 E ；半圆形磁分析器中分布着方向垂直于纸面、磁感应强度为 B 的匀强磁场。要让质量为 m 、电荷量为 q 的粒子（不计重力），由静止开始从 M 板经加速电场加速后沿圆弧中心线通过静电分析器，再由 P 点垂直磁场边界进入磁分析器，最终打到胶片上，则 ()



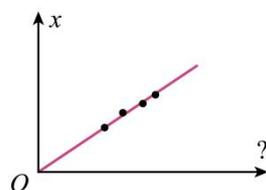
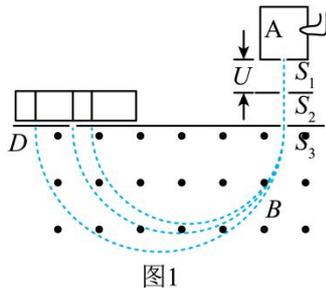
A. 若 $q < 0$ ，则辐向电场的方向与图示方向相反，且磁分析器中磁场方向垂直于纸面向外

B. 电荷量相同的粒子都能打在胶片上的同一点

C. 加速电场的电压 U 需满足的关系为 $U = ER$

D. 粒子打在胶片上的位置 Q 到 P 点的距离为 $\frac{2}{B} \sqrt{\frac{mER}{q}}$

3. 如图 1 所示，让离子流从容器 A 下方的小孔无初速度飘入加速电场，加速后垂直进入磁感应强度大小为 B 的匀强磁场，最后打在照相底片 D 上，形成一系列谱线。某位科学爱好者，经过一系列操作得到图 2 所示的图像，图像纵轴 x 表示“谱线”到离子射入磁场的人射点的距离，而横轴并未作记录，则下列分析判断中正确的是 ()



A. 图像横坐标轴一定表示离子比荷的平方根

B. 图像横坐标轴可能表示离子的比荷

C. 图像横坐标轴可能表示加速电场的电势差

D. 图像横坐标轴可能表示加速电场电势差的平方根

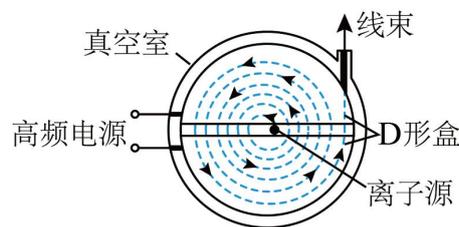
4. 如图所示是医用回旋加速器示意图，其核心部分是两个 D 形金属盒，两金属盒置于匀强磁场中，并分别与高频电源两端相连。现分别加速质子 (${}^1_1\text{H}$) 和氦核 (${}^4_2\text{H}$)，

下列说法中正确的是 ()

A. 它们的最大速度相同

B. 质子的最大动能大于氦核的最大动能

C. 加速质子和氦核所用高频电源的频率相同



D. 仅增大高频电源的电压可以增大粒子的最大动能

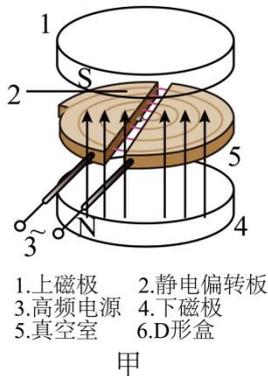
5. 如图甲所示是回旋加速器的主要部件示意图, 如图乙所示是回旋加速器 D 形盒的俯视图, 两盒间的狭缝很小, 粒子穿过的时间忽略不计, 已知垂直盒面的匀强磁场的磁感应强度为 B , D 形盒的半径为 r , 高频电源的频率为 f , 最大电压为 U , 若 A 处的粒子源产生一个带电量为 q 、速率为零的粒子经过电场加速后进入磁场, 能一直被回旋加速最后从 D 形盒出口飞出, 下列说法正确的是 ()

A. 被加速的粒子的比荷为 $\frac{\pi f}{B}$

B. 粒子从 D 形盒出口飞出时的速度为 $2\pi fr$

C. 粒子在 D 形盒中加速的次数为 $\frac{\pi f U r^2}{B}$

D. 当磁感应强度变为原来的 0.5 倍, 同时改变频率 f , 该粒子从 D 形盒出口飞出时的动能为 $\pi f q B r^2$



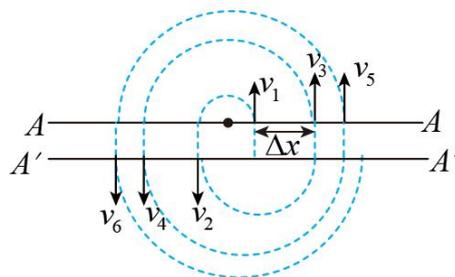
6. 如图为一回旋加速器示意图, AA 、 $A'A'$ 之间为交变加速电场, 电场为匀强电场, 方向随时间周期性变化, 静止释放的带电粒子在经过电场第 5 次加速后速度变为 v_5 , 此次加速在电场中的时间为 t_5 , 在上方的 D 形盒内的匀强磁场中经过半个周期的匀速圆周运动后第 6 次被电场加速后速度为 v_6 , 这次加速在电场中的时间为 t_6 , 则 ()

A. $v_5 : v_6 = \sqrt{10} : \sqrt{12}$

B. $v_5 : v_6 = (\sqrt{5}-2) : (\sqrt{6}-\sqrt{5})$

C. $t_5 : t_6 = \sqrt{5} : \sqrt{6}$

D. $t_5 : t_6 = (\sqrt{5}-2) : (\sqrt{6}-\sqrt{5})$



7. 如图所示, a 、 b 是一对平行金属板, 分别接到直流电源的两极上, 使 a 、 b 两板间产生匀强电场 (场强大小为 E), 右边有一块挡板, 正中间开有一小孔 d , 在较大空间范围内存在着匀强磁场, 磁感应强度大小为 B , 方向垂直纸面向里。从两板左侧中点 c 处射入一束离子 (不计重力), 这些离子都沿直线运动到右侧, 从孔射出后分成三束, 则下列判断错误的是 ()

A. 这三束离子带电可正可负

B. 这三束离子的比荷一定不相同

C. a 、 b 两板间的匀强电场方向一定由 a 板指向 b 板

D. 若这三束离子的比荷变化而其他条件不变, 则仍能从 d 孔

