

'02 熊本大学

解説

荷電粒子が電場から受ける力はつねに qE の一定方向で、粒子は放物運動をする。磁場から受ける力 $qv_{\perp}B$ は向心力となり粒子は円運動をする。

- (1) 図のように y 軸を定める。陽子は $+x$ 方向に eE の力を電場から受ける。加速度を a とすると、

$$ma = eE \quad \text{より、} \quad x \text{ 方向には} \quad a = \frac{eE}{m} \quad \text{の等加速度運動}$$

をし、 t [s] 後の速度の x 成分 v_x' は

$$v_x' = v \cos \theta + \frac{eE}{m} t$$

y 方向には力を受けないから、等速運動を続ける。その速度の y 成分 v_y' は

$$v_y' = v \sin \theta$$

x 軸となす角が 45° の P 点では

$$\frac{v_y'}{v_x'} = \tan 45^\circ = 1$$

となる。ゆえに $v_x' = v_y'$

$$\text{すなわち} \quad v \cos \theta + \frac{eE}{m} t_0 = v \sin \theta$$

$$\text{よって} \quad t_0 = \frac{mv(\sin \theta - \cos \theta)}{eE} \quad [\text{s}]$$

- (2) 等加速度運動より $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ に、

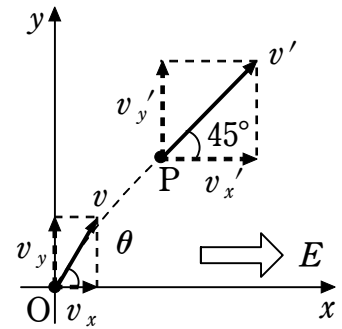
$$t = t_0, \quad v_0 = v \cos \theta, \quad a = \frac{eE}{m} \quad \text{を代入して}$$

$$x = v t_0 \cos \theta + \frac{eE}{2m} t_0^2 \quad [\text{m}]$$

- (3) 磁場に垂直な面内における円運動だから、

$$m \frac{v^2}{r} = evB$$

$$\text{よって} \quad r = \frac{mv}{eB} \quad [\text{m}]$$



'02 熊本大学

(4) 円運動の周期 $T = \frac{2\pi r}{v}$ に(3)の結果を代入して

$$T = \frac{2\pi}{v} \cdot \frac{mv}{eB} = \frac{2\pi m}{eB} \text{ [s]}$$

(5) 陽子の速度 v の，点 O における磁場に平行な成分と，磁場に垂直な成分はそれぞれ， $v\cos\theta$ ， $v\sin\theta$ である。磁場に垂直な面内では(4)と同様に $T = \frac{2\pi m}{eB}$ の周期(速度 $v\sin\theta$ にはよらない)の円運動をする。

x 方向は $v\cos\theta$ の等速運動であるから，

$$\begin{aligned} OQ &= v_x \cdot T = v\cos\theta \cdot \frac{2\pi m}{eB} \\ &= \frac{2\pi m v \cos\theta}{eB} \text{ [m]} \end{aligned}$$

講評

荷電粒子の運動の問題。内容としては標準的な問題で，誘導も丁寧についているので，解きやすかったのではないだろうか。きちんと押えておきたい問題。