$\boxed{362}$

(1)

(ア)

ローレンツ力 $F=evB$ が向心力となり、円運動する。

円運動の運動方程式より

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

$$\therefore r=\frac{mv}{eB}$$ (ア)

(イ)

$T=\dfrac{2\pi r}{v}$ より

$$T=\frac{2\pi\frac{mv}{eB}}{v}$$

$$\therefore T=\frac{2\pi m}{eB}$$ (イ)

(ウ)

電流の定義は、1sに何[C]の電気量がその断面を通過するか、である。

T[s]に1回 e[C]が通過しているので
1[s]あたりは

$$\frac{e}{T}\Rightarrow\frac{e}{\frac{2\pi m}{eB}}$$

$$=\frac{e^2B}{2\pi m}$$ (ウ)　これがIである。

$\boxed{362}$ 続き

(エ)

円形電流が中心に作る磁場の公式 $H=\frac{I}{2r}$ より

$$H'=\frac{I}{2r}$$

磁束密度と磁場の関係 $B=\mu H$ より

$$B'=\mu_0 H'$$

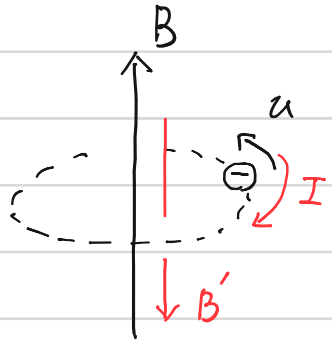
$$=\mu_0\frac{I}{2r}$$

$$=\mu_0\frac{\frac{e^2B}{2\pi m}}{2\cdot\frac{mv}{eB}}$$

$$=\underline{\frac{\mu_0 e^3B^2}{4\pi m^2 v}}_{\,/\!/}\ (エ)$$

(オ)

電流の向きは、⊖の動きと逆向きである。



よって、右ねじの法則より

B'は図の下向きに発生。

⇒ Bと $\underline{逆向き}_{\,/\!/}$ (オ)

362 続き

(カ)

「回転数に等しい振動数の電磁波を放出」という文章を文字式で示すと、

$$\nu = n$$

である。(※回転数 $n = \frac{1}{T}$ である)

よって

$$\nu = \frac{1}{T}$$

$$\Rightarrow \frac{c}{\lambda} = \frac{1}{T}$$

$$\Rightarrow \lambda = cT$$

$$= c \cdot \frac{2\pi m}{eB}$$

$$= \frac{2\pi mc}{eB} \quad /\!/ \text{(カ)}$$

(キ)

エネルギーを失うということは、vが小さくなる、ということなので(ア)の結果より、半径rは小さく // (キ) なる

(2)

(ク)

ド・ブロイ波長の式より

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad /\!/ \text{(ク)}$$

(ケ)

円周の長さ $2\pi r$ が $\lambda = \frac{h}{mv}$ の整数 n 倍なので

$$2\pi r = n\lambda$$

$$\Rightarrow 2\pi \cdot \frac{mv}{eB} = n \cdot \frac{h}{mv} \quad \therefore \quad v = \frac{1}{m}\sqrt{\frac{nheB}{2\pi}} \quad /\!/ \text{(ケ)}$$

$\boxed{362}$ 続き

(コ)

(ア)式より $v = \dfrac{eBr}{m}$, これを(ケ)式に代入して

$$\frac{eBr}{m} = \frac{1}{m}\sqrt{\frac{nheB}{2\pi}}$$

$$\therefore\ r = \underline{\sqrt{\frac{nh}{2\pi eB}}}_{\ //}\ (コ)$$

(サ)

磁束ϕは $\phi = BS$ と計算できるので

$$\phi = B \cdot \pi r^2$$

$$= B \cdot \pi \cdot \frac{nh}{2\pi eB}$$

$$= \underline{\frac{nh}{2e}}_{\ //}\ (サ)$$

(シ)

(サ)の値は

$$\frac{h}{2e} \times \underset{(整数)}{n}$$

と書けるので最小単位は

$$\frac{h}{2e}$$

$$= \frac{6.6 \times 10^{-34}}{2 \cdot 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$\fallingdotseq \underline{2.1 \times 10^{-15}}_{\ //}\ (シ)$$