

2020年度 神戸大学 前期 物理

I

問1 速度 $v = \frac{dx}{dt} = \omega A \cos(\omega t)$

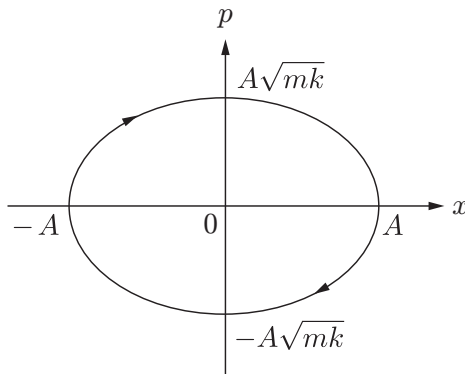
$$\therefore p = mv = \underline{\underline{m\omega A \cos(\omega t)}}$$

問2 力学的エネルギーは

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 \\ &= \frac{1}{2}m\{\omega A \cos(\omega t)\}^2 + \frac{1}{2}k\{A \sin(\omega t)\}^2 \\ &= \frac{1}{2}kA^2 \quad \left(\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \text{より} \right) \end{aligned}$$

となり，保存される。

問3



問4 問3より，

$$\text{「面積」} = \pi \cdot A \cdot A\sqrt{mk} = \underline{\underline{\pi A^2 \sqrt{mk}}} = \frac{1}{2}kA^2 \cdot 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

これは力学的エネルギーと周期の積に等しい。

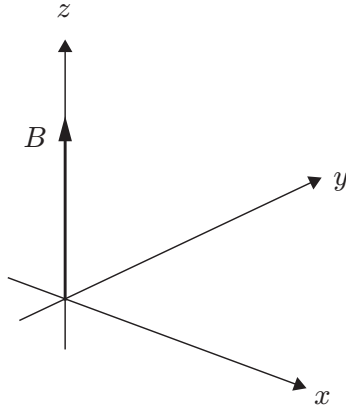
問5 $\frac{A'}{A} = \underline{\underline{2^{\frac{1}{4}}}}$, $\frac{E'}{E} = \frac{1}{\underline{\underline{\sqrt{2}}}}$, $\frac{T'}{T} = \underline{\underline{\sqrt{2}}}$

II

問1 力学的エネルギーの保存より

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = q(-V_0) \quad \therefore v_0 = \sqrt{\frac{2qV_0}{m}}$$

問2 フレミングの左手の法則より下図のようになる。



運動半径を r_0 として、運動方程式をたてると、

$$m\frac{v_0^2}{r_0} = qv_0B \quad \therefore r_0 = \frac{mv_0}{qB}$$

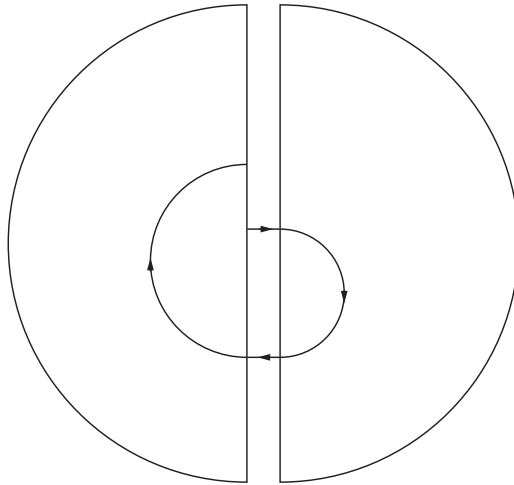
よって、周期は、

$$T_0 = \frac{2\pi r_0}{v_0} = \underline{\underline{\frac{2\pi m}{qB}}}$$

問3 粒子が隙間を3回目通過する直前の速さを v_1 とすると力学的エネルギーの保存より、

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \underline{\underline{-2qV_0}} \quad \therefore v_1 = \sqrt{-\frac{4qV_0}{m}} (> v_0)$$

また、問2より、運動半径は速さに比例して大きくなるので軌跡は下図となる。



問4 運動半径が r になったときの速さ v は、問2と同様にして、 $v = \frac{qBr}{m}$ である。よって、

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{(qBr)^2}{\underline{\underline{2m}}}$$

この運動エネルギーとなるまでに加速された回数 n は、

$$n = \frac{E}{q(-V_0)} = -\frac{qB^2r^2}{2mV_0}$$

周期は速さによらないので、求める時間は、隙間を通過する時間を無視すると、

$$(n-1)\frac{T_0}{2} = \underline{\underline{\left(-\frac{qB^2r^2}{2mV_0} - 1\right)\frac{\pi m}{qB}}}$$

問5 問4の結果を用いて、

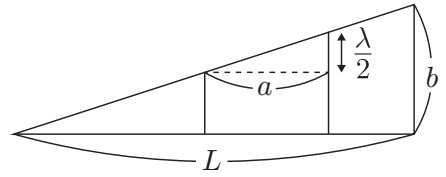
$$E = \frac{(1.6 \times 10^{-19}\text{C} \times 1.0 \times 10^{-1}\text{T} \times 1.0 \times 10^{-1}\text{m})^2}{2 \times 1.6 \times 10^{-27}\text{kg}} = \underline{\underline{8.0 \times 10^{-16}\text{J}}}$$

III

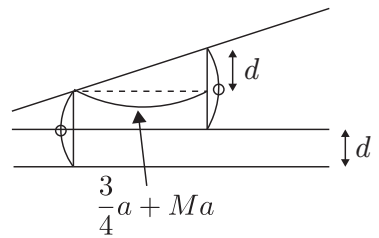
問1 速さ $\frac{c}{n}$, 波長 $\frac{\lambda}{n}$

問2 隣り合う暗線の光路差の差は λ であり, 右図より,

$$\frac{\lambda}{2} : a = b : L \quad \therefore a = \frac{L\lambda}{2b}$$



問3 ある暗線に着目すると, 隙間の長さが同じ場所にずれ, そのずれは $\frac{3}{4}a + Ma$ と表せるので, 右図より,



$$d : \left(\frac{3}{4}a + Ma \right) = b : L$$

$$\therefore d = \left(\frac{3}{4}a + Ma \right) \frac{b}{L} \quad \dots\dots \textcircled{1}$$

問2の結果を代入すると,

$$d = \underline{\underline{\left(M + \frac{3}{4} \right) \frac{\lambda}{2}}}$$

問4 ①で, $\frac{3}{4}a + Ma$ を $\frac{3}{4}Na$ として,

$$d = \frac{3}{4}Na \cdot \frac{b}{L}$$

問2の結果を代入すると,

$$d = \underline{\underline{\frac{3}{8}N\lambda}}$$

問5 問2, 問4の結果より,

$$d = \frac{3}{8}N\lambda = \frac{3ab}{4L}N$$

$N = 1$ として, 数値を代入すると,

$$d = \frac{3 \times 1.5 \times 10^{-3}\text{m} \times 6.0 \times 10^{-5}\text{m}}{4 \times 3.0 \times 10^{-1}\text{m}} \doteq \underline{\underline{2.3 \times 10^{-7}\text{m}}}$$