Ⅰ

問1　時刻 t での速度 v は $v = A\omega\cos\omega t$ だから

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

問2　$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ だから $k = m\omega^2$，力学的エネルギー E は

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2x^2$$

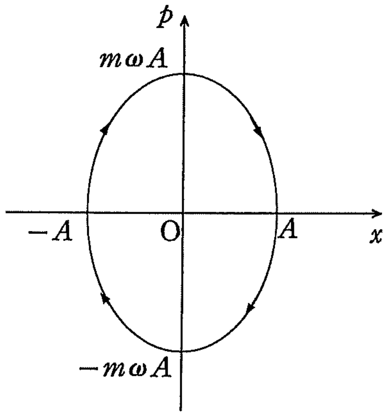
$$= \frac{1}{2}m\omega^2A^2(\sin^2\omega t + \cos^2\omega t) = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$$

となり一定である。

問3

$$\frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2x^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 \text{ より}$$

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{p^2}{(m\omega A)^2} = 1$$



問4

$$「面積」 = \pi A\cdot(m\omega A) = \pi A\cdot m\sqrt{\frac{k}{m}}\cdot A = \underline{\pi A^2\sqrt{km}}$$

周期 T は $T = \frac{2\pi}{\omega}$ だから

$$E\times T = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\times\frac{2\pi}{\omega} = \pi A\times m\omega A = 「面積」$$

問5

$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{m}{k'}}}{2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}} = \sqrt{\frac{k}{k'}} = \underline{\sqrt{2}}$$

また，$\pi m\frac{2\pi}{T}A^2 = \pi m\frac{2\pi}{T'}A'^2$ より，$\frac{A'}{A} = \sqrt{\frac{T'}{T}} = \underline{\sqrt[4]{2}}$

また，$E\times T = E'\times T'$ より，$\frac{E'}{E} = \frac{T}{T'} = \underline{\frac{1}{\sqrt{2}}}$

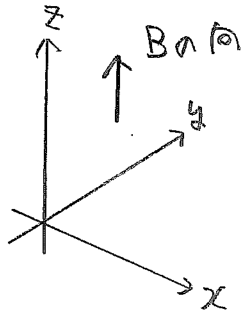
Ⅱ

問1

力学的エネルギー保存則より　$q(-V_0)=\frac{1}{2}mv_0^2$

よって、$v_0=\sqrt{\frac{2q(-V_0)}{m}}$

問2

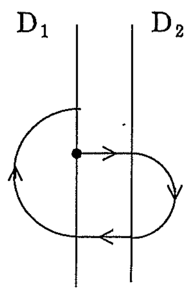


円運動の半径をr_0として、

運動方程式　$m\frac{v_0^2}{r_0}=qv_0B$ より $r_0=\frac{mv_0}{qB}$

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

問3



隙間を2回通過するから、求める運動エネルギーは、

$2q(-V_0)$

問4

半径がrとなったときの速さvは、運動方程式より

$v=\frac{qBr}{m}$ だから　$E=\frac{1}{2}mv^2=\frac{(qBr)^2}{2m}$

加速を行った回数Nは　$N=\frac{E}{q(-V_0)}$

半円をえがく時間は $\frac{T_0}{2}$，半径がrになる直前までに半円をえがく回数は $N-1$

よって、求める最短時間は　$(N-1)\times\frac{T_0}{2}=\left\{\frac{qB^2r^2}{2m(-V_0)}-1\right\}\times\frac{\pi m}{qB}$

問5

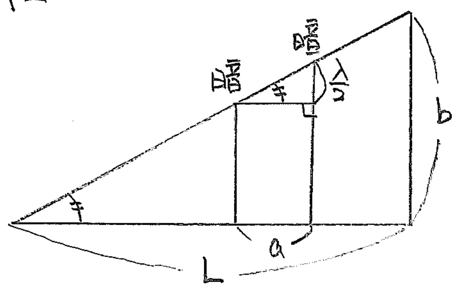
$E=\frac{(1.6\times10^{-19}\times1.0\times10^{-1}\times1.0\times10^{-1})^2}{2\times1.6\times10^{-27}}=8.0\times10^{-16}$〔J〕

III

問1

光の速さ：$\underline{\dfrac{c}{n}}$ //　　光の波長：$\underline{\dfrac{\lambda}{n}}$ //

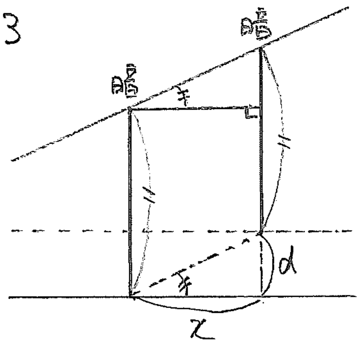
問2



左図より

$$\frac{\frac{\lambda}{2}}{a} = \frac{b}{L} \quad より \quad a = \underline{\frac{L\lambda}{2b}} \text{ //}$$

問3



同じ光路差の暗線の位置がxだけずれたとする

$$x = \frac{3}{4}a + Ma$$

左図より

$$\frac{d}{x} = \frac{b}{L} \quad より \quad x = \frac{dL}{b}$$

$a = \dfrac{L\lambda}{2b}$ を代入して　$d = \underline{\left(M + \dfrac{3}{4}\right)\dfrac{\lambda}{2}}$ //

問4

暗線のずれは　$x = \dfrac{dL}{b} = (N+1)\cdot\dfrac{3}{4}a$

$$\therefore d = (N+1)\frac{3ab}{4L} = \underline{\frac{3(N+1)}{8}\lambda} \text{ //}$$

問5　問4の結果でN=1として

$$d = \frac{2\times 3ab}{4L} = \frac{3\times 1.5\times 10^{-3}\times 6.0\times 10^{-5}}{2\times 3.0\times 10^{-1}} = \underline{4.5\times 10^{-7}\,[\mathrm{m}]} \text{ //}$$