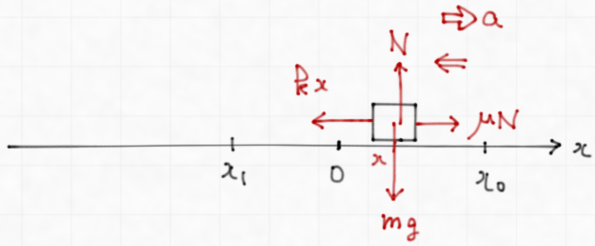
2020 近畿大

I



1　負の向きに動くとき、その進行方向と逆向きの動摩擦力を受ける（上図）

鉛直方向の力はつりあっているので x 軸方向の力のみを考えて.

$$\mu N - kx = \boldsymbol{\mu mg - kx}$$

2　動摩擦力が x 軸負の向きに働く

$$-\mu N - kx = \boldsymbol{-\mu mg - kx}$$

3　$\boldsymbol{\frac{1}{2}kx_0^2}$

4.　摩擦力のした（負の）仕事の分だけ力学的エネルギーは失われ、摩擦熱になった

摩擦力による仕事で失われたエネルギー $= \boldsymbol{\mu mg(x_0 - x_1)}$

5.　$\frac{1}{2}kx_0^2 - \frac{1}{2}kx_1^2 = \mu mg(x_0 - x_1)$ より　$\frac{1}{2}k(x_0+x_1)\cancel{(x_0-x_1)} = \mu mg\cancel{(x_0-x_1)}$

$$x_1 = \boldsymbol{\frac{2\mu mg}{k} - x_0}$$

6.　$\frac{1}{2}kx_1^2 - \frac{1}{2}kx_2^2 = \mu mg(x_2 - x_1)$ より　$x_2 = -\frac{2\mu mg}{k} - x_1 = \boldsymbol{x_0 - \frac{4\mu mg}{k}}$

7.　単振動の半周期　$\boldsymbol{\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}$

8　$\boldsymbol{\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}$

9　$kx_0 > \mu_0 mg$　　$x_0 > \boldsymbol{\frac{\mu_0 mg}{k}}$

10　$|x_N| < \boldsymbol{\frac{\mu_0 mg}{k}}$

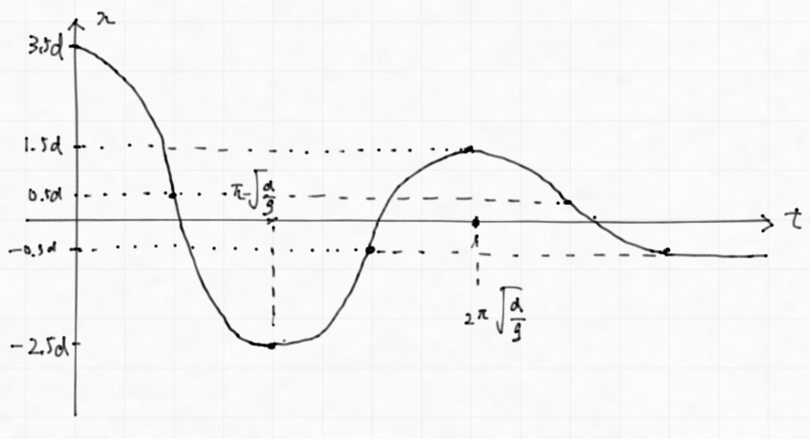
(2)　x_0 から x_1 までの運動の振動の中心は　$x_1 = \frac{2\mu mg}{k} - x_0 = 2\times0.5d - 3.5d = -2.5d$

だから　$\frac{x_0+x_1}{2} = 0.5d$

x_1 から x_2 までは　$\frac{x_1+x_2}{2} = -0.5d.$

また　$\frac{\mu_0 mg}{k} = 1\times d = d.$

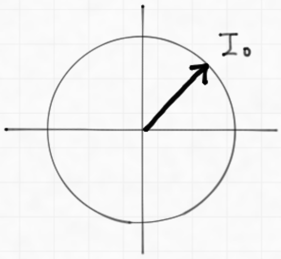
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{d}{g}}$$



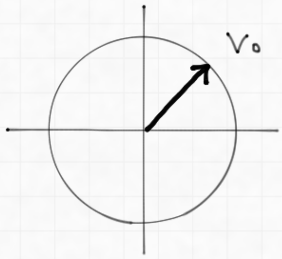
2020 近畿大

II

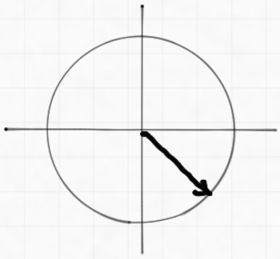
(1) $I_0 = \dfrac{V_0}{R}$



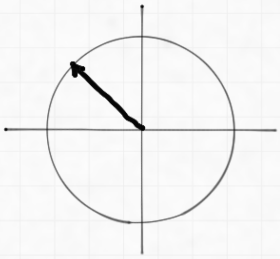
(電圧の位相が下のように与えられていました)



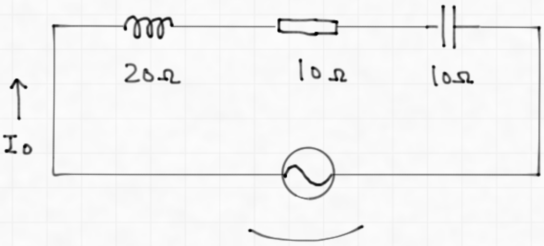
(2) $I_0 = \dfrac{V_0}{\omega L}$



(3) $I_0 = \omega C V_0$

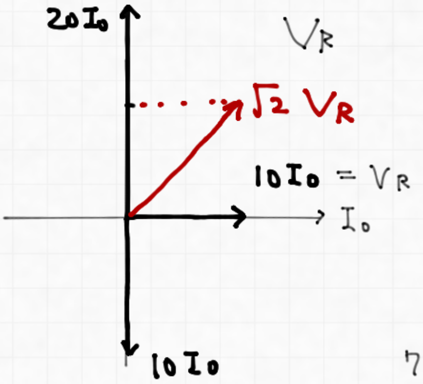


(4)



$\omega_0 L = 1000 \times 2 \times 10^{-2} = 20\ \Omega$

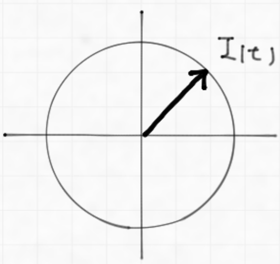
$\dfrac{1}{\omega_0 C} = \dfrac{1}{1000 \times 10^{-4}} = 10\ \Omega$



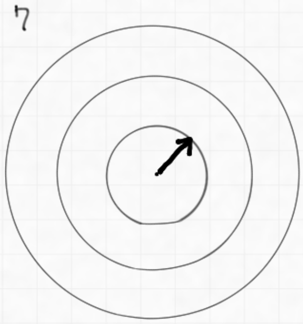
$I_0 \times 10 = V_R$ だから.

$I_0 \omega_0 L = 2V_R$ (I_0よりも$\frac{\pi}{2}$すすんでいる)

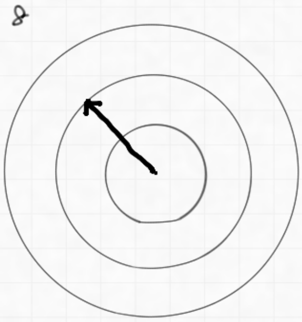
$I_0 \dfrac{1}{\omega_0 C} = V_R$ (I_0よりも$\frac{\pi}{2}$おくれている)



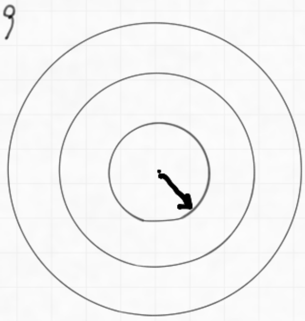
7



8



9

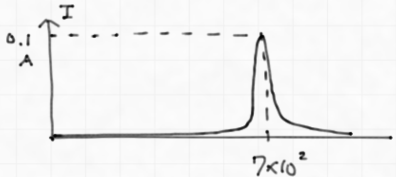


10 $\sqrt{2}\,V_R$

(11) $\omega L = \dfrac{1}{\omega C}$ となるときだから $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = \dfrac{1}{\sqrt{2\times10^{-2}\times 10^{-4}}} = \dfrac{1}{\sqrt{2}}\times10^{3} = \dfrac{\sqrt{2}}{2}\times10^{3} = 7\times10^{2}$

12. $I_0 = \dfrac{V_0}{R} = \dfrac{1}{10} = 0.1$ **0.10 (A)**

13.



2020 近畿大

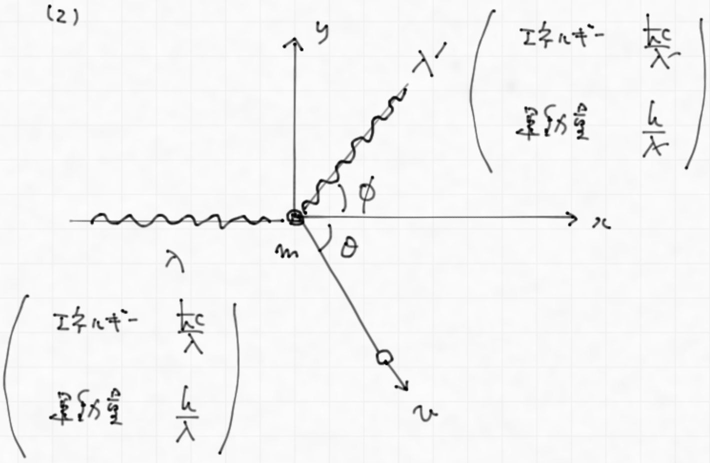
[1] (1) 1 $\frac{v^2}{r}$

2 $m\frac{v_n^2}{r} = k_0\frac{e^2}{r_n^2}$ および $2\pi r_n = \frac{h}{mv_n}\times n$ を連立

$$r_n = \frac{h^2}{4\pi^2 m k_0 e^2} n^2$$

3 $E_n = \frac{1}{2} m v_n^2 - k_0\frac{e^2}{r_n} = -\frac{2\pi^2 m k_0^2 e^4}{h^2}\frac{1}{n^2}$

(2)



6 x方向の運動量保存

$$\frac{h}{\lambda} = \frac{h}{\lambda'}\cos\phi + mv\cos\theta$$

7 y方向の運動量保存

$$0 = \frac{h}{\lambda'}\sin\phi - mv\sin\theta$$

8. エネルギー保存

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda'} + \frac{1}{2}mv^2$$

9. $mv\cos\theta = \frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'}\cos\phi$ および $mv\sin\theta = \frac{h}{\lambda'}\sin\phi$ の平方の和をとると、

$$m^2v^2(\cos^2\theta + \sin^2\theta) = \left(\frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'}\cos\phi\right)^2 + \left(\frac{h}{\lambda'}\sin\phi\right)^2$$

これを整理して $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{h^2}{2m}\left(\frac{1}{\lambda^2} + \frac{1}{\lambda'^2} - \frac{2}{\lambda\lambda'}\cos\phi\right)$

10 8と連立して.

$$hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'}\right) = \frac{h^2}{2m}\left(\frac{1}{\lambda^2} + \frac{1}{\lambda'^2} - \frac{2}{\lambda\lambda'}\cos\phi\right)$$

$$hc\frac{\lambda' - \lambda}{\lambda^2} \fallingdotseq \frac{h^2}{2m}\left(\frac{1}{\lambda^2} + \frac{1}{\lambda^2} - \frac{2}{\lambda^2}\cos\phi\right)$$

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}\times(1 - \cos\phi)$$

11. 原子核に束縛されている電子と、別に自由電子が存在するから。