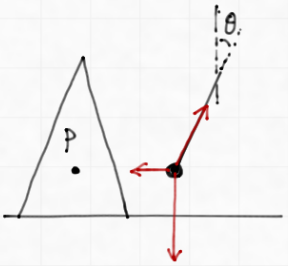
2019 関西医大(後)

1



問1　山の質量を M 地球の質量を M_E おもりの質量を m として

$$\tan\theta = \frac{G\dfrac{mM}{d^2}}{G\dfrac{mM_E}{R^2}} = \frac{M}{M_E}\cdot\frac{R^2}{d^2}$$

$$M_E = \frac{R^2}{d^2\tan\theta}M$$

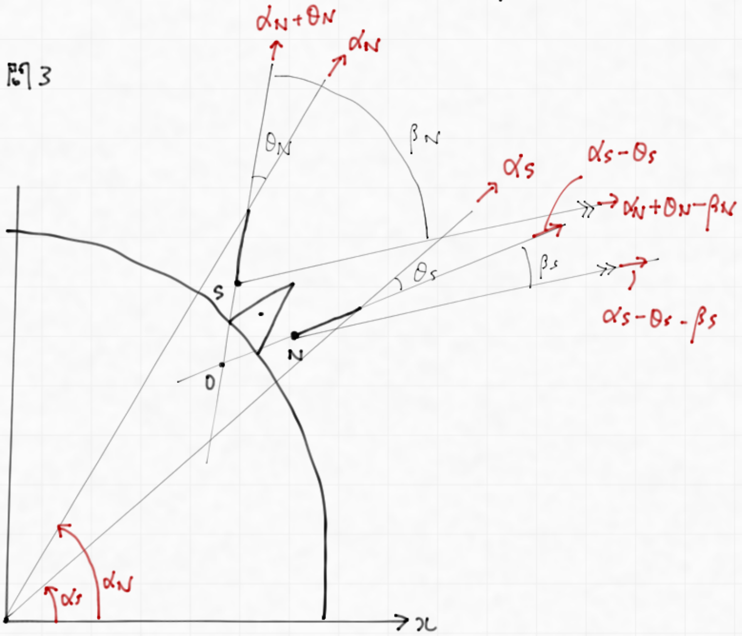
問2　$M_E = \frac{4}{3}\pi R^3\rho_E$, $M = \pi r^2 \times h \times \frac{1}{3}\rho_M = \frac{1}{3}\pi r^2 h\rho_M$

南側　$\cancel{\frac{4}{3}}\cancel{\pi} R^{\cancel{3}}\rho_E = \frac{\cancel{R^2}}{d_2^2\tan\theta_S}\times\cancel{\frac{1}{3}}\cancel{\pi} r^2 h\rho_M$　　$\tan\theta_S = \frac{r^2 h\rho_M}{4Rd_2^2\rho_E} \fallingdotseq \sin\theta_S \fallingdotseq \theta_S$

北側も同様　$\theta_N = \frac{r^2 h\rho_M}{4Rd_1^2\rho_E}$

$$\therefore\ \theta_N + \theta_S = \frac{r^2h\rho_M}{4R\rho_E}\left(\frac{1}{d_1^2}+\frac{1}{d_2^2}\right)$$

問3



左図で x軸正の向きとのなす角をもとめる（偏角）

OSの方向は $\alpha_N+\theta_N$

ON　〃　$\alpha_S-\theta_S$

したがって

$$\angle NOS = \alpha_N+\theta_N-(\alpha_S-\theta_S)$$
$$= \alpha_N-\alpha_S+\theta_N+\theta_S$$

問4　$\alpha_N+\theta_N-\beta_N = \alpha_S-\theta_S-\beta_S$ より　$\theta_N+\theta_S = \alpha_S-\alpha_N+\beta_N-\beta_S$

問2より　$\rho_E = \frac{r^2h\rho_M}{4R}\left(\frac{1}{d_1^2}+\frac{1}{d_2^2}\right)\times\frac{1}{\theta_N+\theta_S}$　に代入して

$$\rho_E = \frac{r^2h\rho_M}{4R(\alpha_S-\alpha_N+\beta_N-\beta_S)}\left(\frac{1}{d_1^2}+\frac{1}{d_2^2}\right)$$

問5　数値を代入

$$\rho_E = \frac{7.2^2\times10^4\times\cancel{10^3}\times2.56\times\cancel{10^3}}{4\times6.4\times\cancel{10^6}(0.988800-0.989000+1.04700-1.04675)}\left(\frac{1}{6.4\times10^2}\right)^2\times2$$

$$= \frac{7.2\times7.2\times2.56\times10^4}{4\times6.4\times0.00005}\times\frac{2}{6.4\times6.4\times10^4} = \frac{81}{32}\times\frac{1}{5}\times10^4 = 5.062..\times10^3$$

$$= 5.1\times10^3$$

2019 関西医大(後)

1

問1　ソレノイド内部の磁束密度　$B = \mu_0 n I$

コイルを貫く磁束　$\Phi = kB \times \pi r^2 = \mu_0 \pi k n r^2 I$

問2　$V = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

電流を増やすと、下向きの磁束が増えるので　それを妨げようとする向きの電流を流そうとする向きの誘導起電力が生じる(右図青色)
これは反時計まわりになるので　$0\sim t_0$ の時間では負の起電力が発生することが分かる。したがって起電力のグラフは D

問3　$V = \left|-\mu_0 \pi k n r^2 \frac{\Delta I}{\Delta t}\right|$　より　$\Delta I = \frac{V\Delta t}{\mu_0 \pi k n r^2}$

問4　N_1 個の並列抵抗の合成抵抗は　$\frac{1}{R_c}\times N_1$ の逆数をとって $\frac{R_c}{N_1}$

$2\pi r N_2$ 個の直列抵抗の合成抵抗は　$\frac{R_c}{N_1}\times 2\pi r N_2$

回路を流れる電流は $\frac{V}{2\pi r \frac{N_2}{N_1} R_c} = \frac{N_1 V}{2\pi r N_2 R_c}$

1つの神経細胞を流れるのは $\frac{1}{N_1}$ だから。　$\frac{V}{2\pi r N_2 R_c}$

問5

$$\frac{1}{2\cancel{\pi}\cancel{r}N_2R_c}\times\mu_0\cancel{\pi}knr^{\cancel{2}}\frac{\Delta I}{\Delta t} = I_c$$

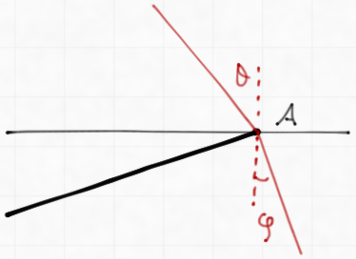
$$\Delta I = I_c\times\frac{2N_2R_c}{\mu_0 knr}\times\Delta t = \frac{2N_2R_cI_c}{\mu_0 knr}\Delta t$$

2019 関西医大(後)

[1] 問1 $v_1 = \sqrt{9.8 \times 0.02} = \sqrt{7^2 \times 2^2 \times 10^{-3}} = 14\sqrt{10} \times 10^{-2} = \mathbf{0.14\sqrt{10}}$

$v_2 = \sqrt{9.8 \times 0.1} = \sqrt{7^2 \times 2 \times 10^{-2}} = \mathbf{0.7\sqrt{2}}$

問2

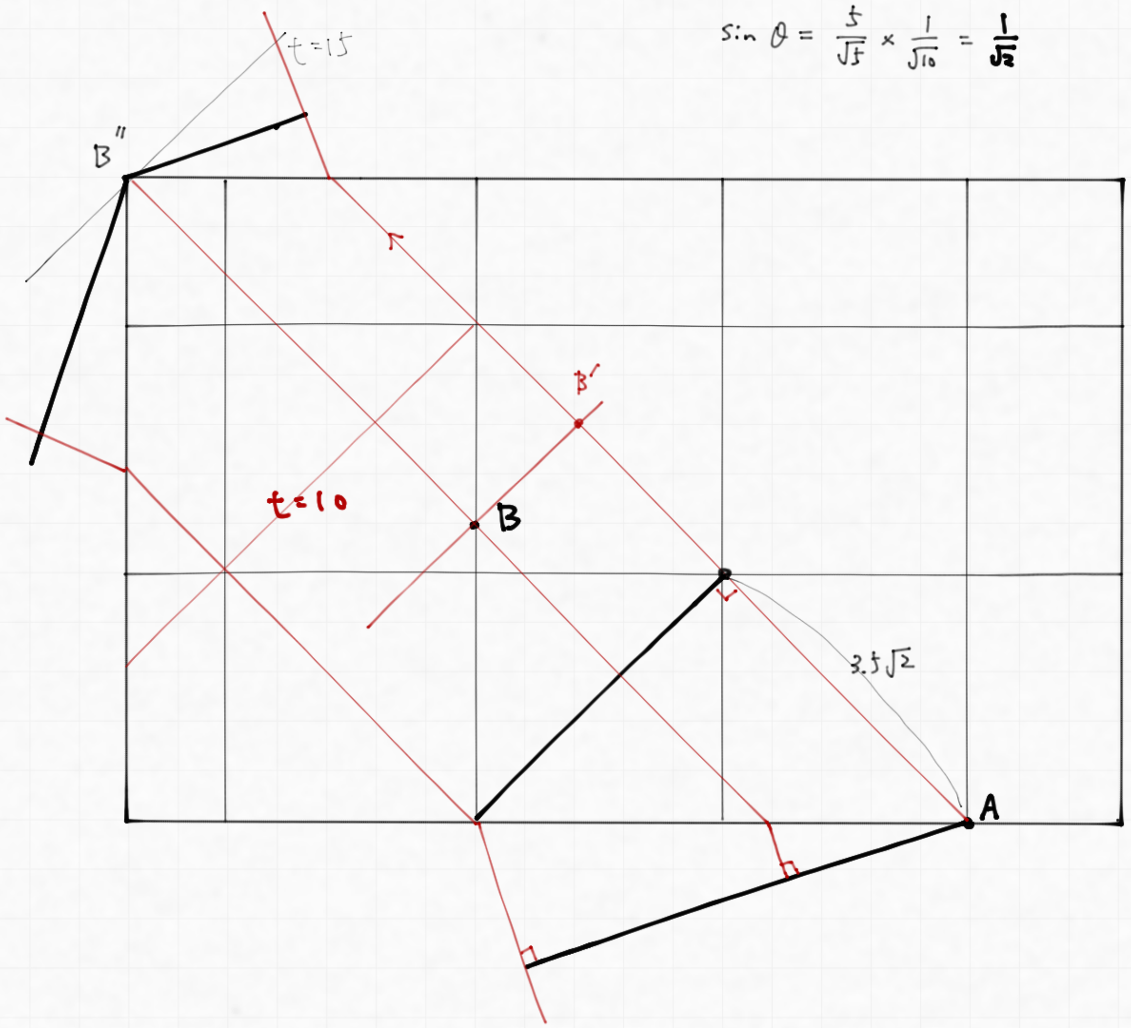


左のように入射角をφとすると

$$\frac{\sin\theta}{\sin\varphi} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{0.7\sqrt{2}}{0.14\sqrt{10}} = \frac{5}{\sqrt{5}}$$

また $\sin\varphi = \dfrac{1}{\sqrt{1^2+3^2}} = \dfrac{1}{\sqrt{10}}$

$$\sin\theta = \frac{5}{\sqrt{5}} \times \frac{1}{\sqrt{10}} = \mathbf{\frac{1}{\sqrt{2}}}$$



問3

5秒ですすむのは

$5v_2 = 3.5\sqrt{2}$

1マス 0.7(m)だから

$5\sqrt{2}$ マス

問5

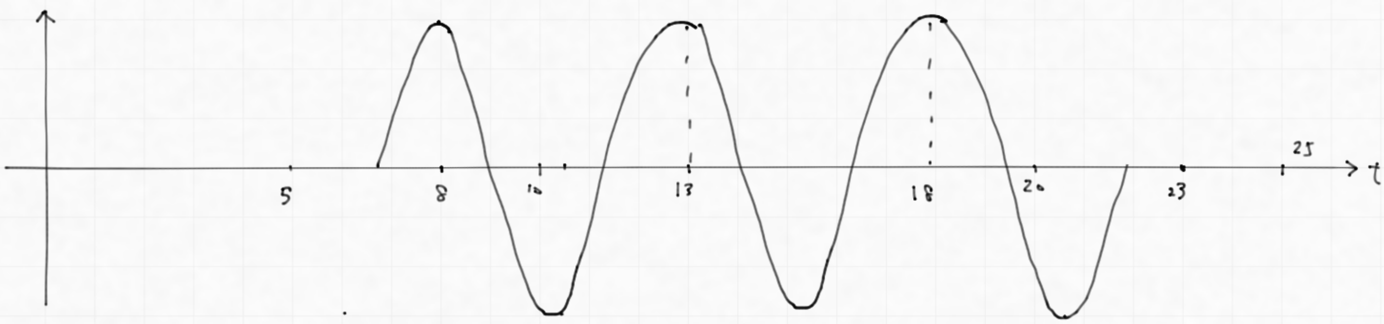
t=15のとき

B''まですすむ。

屈折角は φと同じ。

問4 t=0のときAにあった波の山がBに達するのは、8秒後

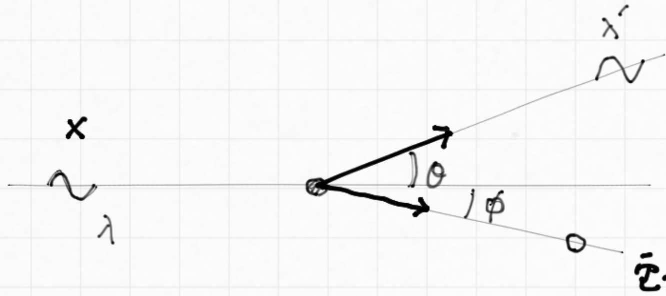
図より領域Ⅰでの波長は $\sqrt{10} \times 0.7$ なので周期は $T = \dfrac{\lambda}{v} = \dfrac{0.7\sqrt{10}}{0.14\sqrt{10}} = 5$



2019 関西医大(後)

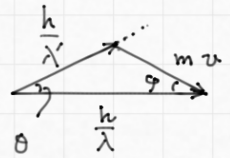
IV

問1



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

イ



$$(mv)^2 = \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{h}{\lambda'}\right)^2 - 2\frac{h^2}{\lambda\lambda'}\cos\theta$$

(別々にたてると…

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

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

ウ

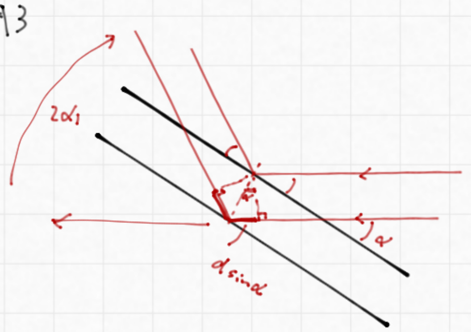
$$\left(\frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'}\right)m = \frac{1}{2}m^2v^2 = \frac{1}{2}\left\{\left(\frac{h}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{h}{\lambda'}\right)^2 - \frac{2h^2}{\lambda\lambda'}\cos\theta\right\}$$

$$\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'} = \frac{h}{2mc}\left(\frac{1}{\lambda^2} + \frac{1}{\lambda'^2} - \frac{2\cos\theta}{\lambda\lambda'}\right)$$

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{2mc}\left(\frac{\lambda'}{\lambda} + \frac{\lambda}{\lambda'} - 2\cos\theta\right) \qquad \therefore\ \Delta\lambda \fallingdotseq \frac{h}{2mc}(2 - 2\cos\theta) = \frac{h}{mc}(1-\cos\theta)$$

問2 $\cos\theta = -1$ のとき $\Delta\lambda$は最大 $\Delta\lambda = \dfrac{h}{mc}(1+1) = \dfrac{2h}{mc}$ $\theta = 180°$

問3



左図より $2d\sin\alpha_1 = \lambda_1$

問4

$\theta = 0°$ のとき $\Delta\lambda = 0$ $(\lambda' = \lambda)$ $2d\sin\alpha_1 = \lambda$ $\sin\alpha_1 = \dfrac{\lambda}{2d}$

$\theta = 45°$ のとき $\Delta\lambda = \dfrac{h}{mc}\left(1 - \dfrac{1}{\sqrt{2}}\right)$ $2d\sin\alpha_2 = \lambda + \dfrac{h}{mc}\left(1-\dfrac{1}{\sqrt{2}}\right)$ $\sin\alpha_2 = \dfrac{\lambda}{2d} + \dfrac{h}{2dmc}\left(1-\dfrac{1}{\sqrt{2}}\right)$

$\theta = 90°$ のとき $\Delta\lambda = \dfrac{h}{mc}$ $\sin\alpha_2 = \dfrac{\lambda}{2d} + \dfrac{h}{2dmc}$

$\theta = 135°$ 〃 $\Delta\lambda = \dfrac{h}{mc}\left(1 + \dfrac{1}{\sqrt{2}}\right)$ $\sin\alpha_3 = \dfrac{\lambda}{2d} + \dfrac{h}{2dmc}\left(1+\dfrac{1}{\sqrt{2}}\right)$