1 I) (1-1) 点Cと点Dは等価だから、CD間に電位差は生じない。

したがって電流も流れない。 $\underline{0\ (A)}$

(1-2)~(1-4)

CD間に電流が流れないのでCD間を切断したとしても、回路を流れる電流に影響は生じない。したがって、4r, 2r, 2rの大きさの抵抗値を持つ回路が並列に接続しているとみなせる。

$R_1 = \underline{4r}$ $R_2 = \underline{2r}$ $R_3 = \underline{2r}$

(1-5) $\frac{1}{4r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} = \frac{5}{4r}$ $\therefore \underline{\frac{4}{5}r}$

II)

(1-6) $\underline{\frac{E}{4r}}$

(1-7) $\underline{\frac{E}{2r}}$

(1-8) $W_{AB} = \left(\frac{E}{4r}\right)^2 \times 4r = \frac{E^2}{4r}$, $W_{AC} = \left(\frac{E}{2r}\right)^2 \times r = \frac{E^2}{4r}$

$\therefore \underline{W_{AB} = W_{AC}}$

(1-9) $W_{AC} = \underline{\frac{E^2}{4r}}$

(1-10) $W_{AB} + W_{AC} \times 4 = \underline{\frac{5E^2}{4r}}$

III)

(1-11) $\underline{CE}$

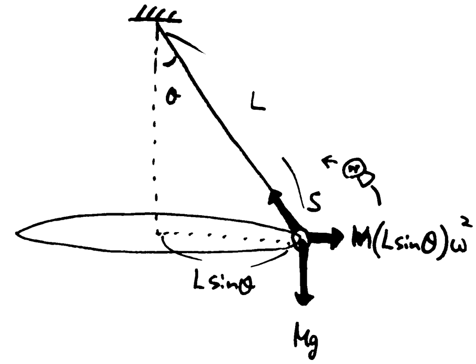
(1-12) $\underline{\frac{1}{2}CE^2}$

(1-13) 4つの抵抗を流れる電流は常に同じ値となるので、4つの抵抗で消費される電気エネルギーは全て同じ値となる。

したがってACで発生したジュール熱は $\frac{1}{2}CE^2 \times \frac{1}{4} = \underline{\frac{1}{8}CE^2}$

2 I)

(2.1) 右図より $\underline{L\sin\theta}$



(2.2) 円運動をしている視点から見る.
(遠心力は $ML\sin\theta\cdot\omega^2$)

$$\begin{cases} S\cos\theta = Mg \\ S\sin\theta = ML\sin\theta\cdot\omega^2 \end{cases}$$

これより $S = \underline{\dfrac{Mg}{\cos\theta}}$

(2.3) $\underline{ML\omega^2\sin\theta}$

(2.4) $\dfrac{\cancel{M}g}{\cos\theta}\cancel{\sin\theta} = \cancel{M}L\omega^2\cancel{\sin\theta}$

$$\omega = \underline{\sqrt{\frac{g}{L\cos\theta}}}$$

(2.5) 半径 $L\sin\theta$ を大きくするためには θを大きくしなければならない. よって高低差は小さくなる (ロ)

(2.6) このとき (2.4) の結果で. $\cos\theta$が小さくなるので ωは大きくなる.

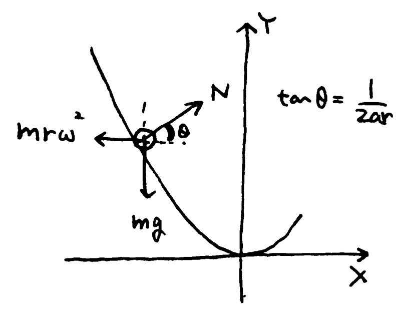
周期 $T = \dfrac{2\pi}{\omega}$ だから. このとき周期は短かくなる. $\underline{(ロ)}$

II) (2.7) (2.8) $Y' = 2aX$

よって $(-r, ar^2)$ における法線は $Y = \dfrac{-1}{2a(-r)}(X-(-r)) + ar^2 = \dfrac{1}{2ar}X + ar^2 + \dfrac{1}{2a}$

$A = \underline{\dfrac{1}{2ar}}$ $B = \underline{ar^2 + \dfrac{1}{2a}}$

(2.9) (2.10)



$$\begin{cases} N\cos\theta = mr\omega^2 \\ N\sin\theta = mg \end{cases}$$

$\tan\theta = \dfrac{1}{2ar}$

$\cos\theta = \dfrac{2ar}{\sqrt{4a^2r^2+1}}$, $\sin\theta = \dfrac{1}{\sqrt{4a^2r^2+1}}$

$N = \dfrac{mg}{\sin\theta} = \underline{mg\sqrt{4a^2r^2+1}}$ (2.9)

$mr\omega^2 = N\cos\theta = \underline{2mgar}$ (2.10)

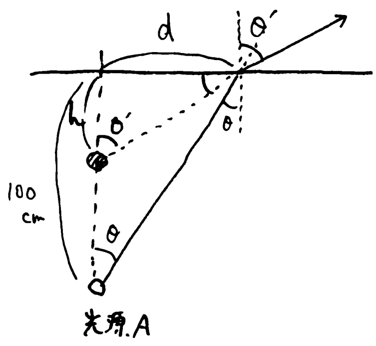
(2.11) (2.10)より. $\omega = \sqrt{2ag}$ となるので. rに依存しない $\underline{(ハ)}$

(2.12) $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \underline{\dfrac{2\pi}{\sqrt{2ag}}}$

(3.1)

$\boxed{3}$ I) 屈折率 n の下では 光速は $\frac{1}{n}$倍になるので $\frac{3\times10^8}{1.33} = 2.25\times10^8 = \underline{2.3\times10^8}$ m/s

(3.2)



左図の ● の位置にあるように見える。

屈折の式より $\frac{\sin\theta}{\sin\theta'} = \frac{1}{1.33}$

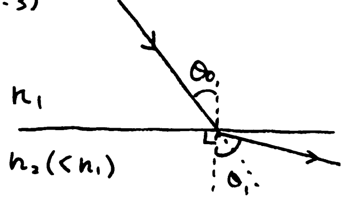
$\frac{d}{100} = \tan\theta \fallingdotseq \sin\theta$, $\frac{d}{h} = \tan\theta' \fallingdotseq \sin\theta'$

を連立して.

$\frac{d}{100} \fallingdotseq \frac{1}{1.33}\times\frac{d}{h}$

$h = \frac{100}{1.33} = \underline{75\ \text{cm}}$

(3.3)



$\frac{\sin\theta_0}{\sin\theta_1} = \frac{n_2}{n_1}$

$\sin\theta_0 = \frac{n_2}{n_1}\sin\theta_1 \leqq \frac{n_2}{n_1}$

臨界角は等号が成り立つときだから $\sin\theta_0 = \underline{\frac{n_2}{n_1}}$

(3.4) 臨界角

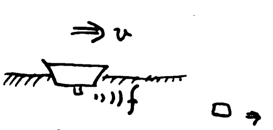
(3.5) 全反射

(3.6) (3.2) の図で $\theta' = 90°$のときの d をもとめる. $\sin\theta = \frac{1}{1.33} = \frac{3}{4}$

$d = 100\tan\theta = 100\times\frac{\frac{3}{4}}{\sqrt{1-\frac{9}{16}}} = \frac{300}{\sqrt{7}} = \frac{300\sqrt{7}}{7} = 114.1\cdots$ $\underline{(0)}$

II)

(3.7)



音源(船)が近付き、観測者(浮遊物)が遠ざかる。音速は c+w になっている

$f' = f\times\frac{c+w-w}{c+w-v} = \underline{\frac{c}{c+w-v}\times f}$

(3.8) 浮遊物が f' の音波を発すると考える (音速は c-w)

$f'' = f'\times\frac{c-w+v}{c-w+w} = \underline{\frac{c-w+v}{c+w-v}}\times f$

(3.9) $u = v-w$ を代入して $f'' = \underline{\frac{c+u}{c-u}}\times f$

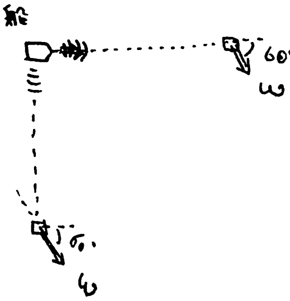
(3.10)　(3.9)より $f'' > f$ だから.

$$\text{振動数シフト} = f \times \frac{0.5}{100} = f'' - f$$

$$\frac{0.5}{100} = \frac{c+u}{c-u} - 1 = \frac{2u}{c-u}$$

$$u = \frac{1}{401} c = 0.00248 \times c \fallingdotseq \underline{2.5 \times 10^{-3} c}$$

(3.11)
(3.12)



$$f_A = f \times \frac{c - w\cos 60^\circ}{c + w\cos 60^\circ} = f\frac{2c - w}{2c + w}$$

$$f_B = f \times \frac{c - w\sin 60^\circ}{c + w\sin 60^\circ} = f\frac{2c - \sqrt{3}w}{2c + \sqrt{3}w}$$

$$\frac{\Delta f_A}{f} = \frac{f_A - f}{f} = -\frac{2w}{2c + w} = -\frac{1}{3000.5}$$

$$= \underline{-3.3 \times 10^{-4}}$$

$$\frac{\Delta f_B}{f} = \frac{f_B - f}{f} = -\frac{2\sqrt{3}w}{2c + \sqrt{3}w} = \frac{1.73}{3000.8} = \underline{5.8 \times 10^{-4}}$$