医学部専門予備校　クエスト　解答速報

聖マリアンナ医科大学（後期）物理　試験日3月3日（火）

1

〔1〕

① 焦点　② 3

③ $\dfrac{1^2}{1^3} = \dfrac{T^2}{9^3}$

$\therefore T = 27$

〔2〕

④ $\Delta Q = eN$

$\therefore N = \dfrac{\Delta Q}{e}$

$= \dfrac{3.2\times10^{-8}\,\mathrm{C}}{1.6\times10^{-19}\,\mathrm{C}}$

$= 2.0\times10^{11}$

⑤ $4\pi k_0 Q$

$= 4\times3.14\times9.0\times10^{9}\,\mathrm{N\cdot m^2/C^2}\times3.2\times10^{-8}\,\mathrm{C}$

$\approx 3.6\times10^{3}$

⑥ 電気力線の定義より、

$E = k_0\dfrac{Q}{r^2}$ [本/m²]

と表せる。

AとBで分子は同じである。

$E_A = k_0\dfrac{Q}{r_A^2}$, $E_B = k_0\dfrac{Q}{r_B^2}$

$\therefore \dfrac{E_B}{E_A} = \left(\dfrac{r_A}{r_B}\right)^2 = 81$

〔3〕

⑦ 2.00

⑧⑨ $y = A\sin\left(\dfrac{2\pi}{T}t - \dfrac{2\pi}{\lambda}x\right)$ と

与式とを比較して、

$$\begin{cases} \dfrac{2\pi}{T} = 3.00 \\ \dfrac{2\pi}{\lambda} = 4.00 \end{cases}$$

$\therefore \lambda = 1.57$, $v = \dfrac{\lambda}{T} = \dfrac{\frac{2\pi}{4.00}}{\frac{2\pi}{3.00}}$

$= 0.750$

〔4〕

⑩〜⑫ 熱力学第1法則（㊉とする）より、

$78 = 2C_p\times1.5$

$\therefore C_p = \dfrac{78}{3} = 26$ ⑪

マイヤーの関係より、

$C_p = C_v + R$

$\therefore C_v = 26 - 8.3$

≈ 18 ⑫

㊉より、

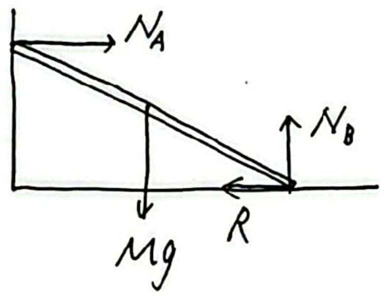
$78 = nC_v\Delta T + W_{した}$

$\therefore W_{した} = 78 - 2\times17.7\times1.5 \approx 25$ ⑩

2

以下では「運動方程式」を「ⓐ」,「力のモーメントのつり合い」を「ⓑ」と略記する.

〔1〕



力の大きさを上図のようにおく.

ⓐより、

$$\begin{cases} 0 = N_A - R & \cdots ① \\ 0 = N_B - Mg & \cdots ② \end{cases}$$

点Bまわりのⓑより、

$$0 = Mg\frac{L}{2}\cos\theta - N_A L\sin\theta \cdots ③$$

③より、

$$N_A = \frac{Mg}{2\tan\theta}$$

〔2〕①より、

$$R = N_A = \frac{Mg}{2\tan\theta}$$

〔3〕②より、

$$N_B = Mg$$

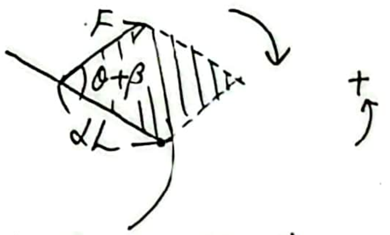
棒がすべらないための条件は、

$$R \leq \mu N_B$$

$$\Leftrightarrow \frac{Mg}{2\tan\theta} \leq \mu Mg$$

$$\therefore \tan\theta \geq \frac{1}{2\mu}$$

〔4〕

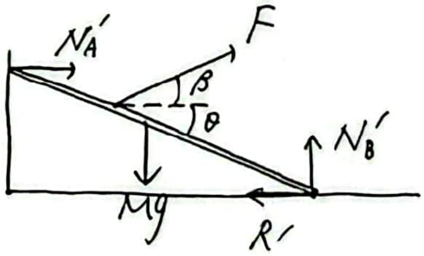


面積 $= F\alpha L\sin(\theta+\beta)$

向きも考慮して、

$$-\alpha FL\sin(\theta+\beta)$$

〔5〕



力の大きさを上図のようにおく.

ⓐより、

$$0 = N_A' + F\cos\beta - R' \cdots ④$$

$$0 = N_B' + F\sin\beta - Mg \cdots ⑤$$

B点まわりのⓑより、

$$0=-\alpha FL\sin(\theta+\beta)+Mg\frac{L}{2}\cos\theta-N_A'L\sin\theta \cdots ⑥$$

⑤より、

$$N_B'=Mg-F\sin\beta \cdots ⑤'$$

よって、

$$R'\text{の最大値}=\mu N_B'=\mu(Mg-F\sin\beta)$$

〔6〕⑥より、

$$N_A'=\frac{1}{\sin\theta}\left(\frac{1}{2}Mg\cos\theta-\alpha F\sin(\theta+\beta)\right)$$

$N_A'\geq 0$ であればよいので、

$$F\leq\frac{\cos\theta}{2\alpha\sin(\theta+\beta)}Mg$$

〔7〕 $\beta=\theta$ と〔6〕の右辺に代入して、

$$F=\frac{\cos\theta}{2\alpha\sin2\theta}Mg=\frac{1}{4\alpha\sin\theta}Mg$$

このとき、$N_A'=0$

よって、④より、

$$R'=F\cos\beta=\frac{\cos\theta}{4\alpha\sin\theta}Mg$$

⑤'より、

$$N_B'=Mg-\frac{1}{4\alpha\sin\theta}Mg\sin\theta=\frac{4\alpha-1}{4\alpha}Mg$$

端Bが床上をすべらないための条件は、

$$R'\leq\mu N_B'$$

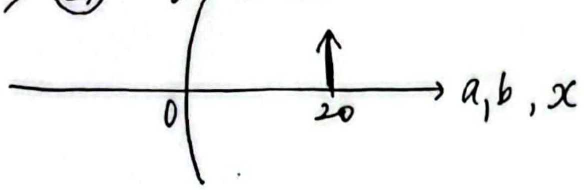
$$\Leftrightarrow\frac{\cos\theta}{4\alpha\sin\theta}Mg\leq\mu\frac{4\alpha-1}{4\alpha}Mg$$

$$\therefore\ \mu\geq\frac{1}{(4\alpha-1)\tan\theta}$$

（$4\alpha-1$ 大 または $\tan\theta$ 大 であればよい。定性的にも納得できるだろうか？）

3

〔1〕 あ　$f=10\,\mathrm{cm}$



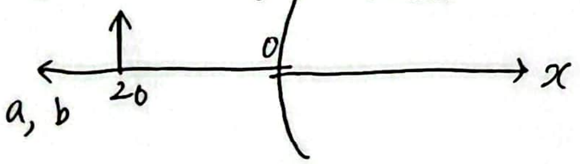
写像公式(以下、cと略記)より、

$$\frac{1}{20}+\frac{1}{b}=\frac{1}{10}$$

$$\therefore\ \underbrace{b=20\,\mathrm{cm}}_{x}$$

$$\text{倍率(以下, mとする)}=\frac{b}{a}=\frac{20\,\mathrm{cm}}{20\,\mathrm{cm}}=1.0$$

い　$f=-10\,\mathrm{cm}$



cより、

$$\frac{1}{20}+\frac{1}{b}=\frac{1}{-10}$$

$$\therefore\ b=-\frac{20}{3}$$

$$m=\left|\frac{b}{a}\right|=\frac{\frac{20}{3}\,\mathrm{cm}}{20\,\mathrm{cm}}\approx 0.33$$

〔2〕 いにおいて $m>1$ となることはないから(なぜ?)、あについてのみ考えればよい。

$$m=2=\left|\frac{b}{a}\right|=\frac{|b|}{a}\quad(\because\ a>0)$$

$$\therefore\ b=\pm 2a$$

(i) $b=2a$ のとき

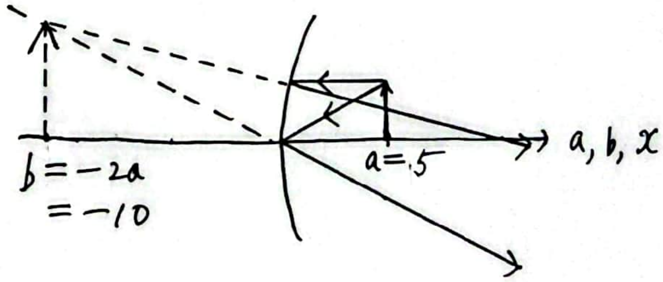
$$\frac{1}{a}+\frac{1}{2a}=\frac{1}{10}$$

$$\therefore\ \underbrace{a=15\,\mathrm{cm}}_{x}$$

(ii) $b=-2a$ のとき

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{-2a}=\frac{1}{10}$$

$$\therefore\ \underbrace{a=5\,\mathrm{cm}}_{x}$$



〔3〕 $m = \dfrac{|b|}{a} = \dfrac{2}{5}$

$\therefore\ b = \pm \dfrac{2}{5}a$

ⓐの場合

(i) $b = \dfrac{2}{5}a$ のとき

$$\frac{1}{a} + \frac{5}{2a} = \frac{1}{10}$$

$\therefore\ \underbrace{a}_{x} = 35\,\mathrm{cm}$ //

(ii) $b = -\dfrac{2}{5}a$ のとき

$$\frac{1}{a} + \frac{-5}{2a} = \frac{1}{10}$$

$\therefore\ a = -15\,\mathrm{cm} < 0$

これは不適

ⓑの場合

この場合は $b<0$ しかない.

$\therefore\ b = -\dfrac{2}{5}a$

$$\frac{1}{a} + \frac{-5}{2a} = \frac{1}{-10}$$

$\therefore\ \underbrace{a}_{-x} = 15$

$\therefore\ x = -15\,\mathrm{cm}$ //

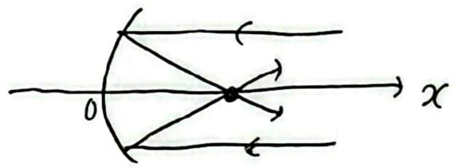
〔4〕 ⓒより、

$$\frac{1}{\infty} + \frac{1}{b} = \frac{1}{10}$$

$\therefore\ b = x = 10\,\mathrm{cm}$ //

光軸に平行な入射光は、焦点の位置で集光することを考慮すると、

(ア) //



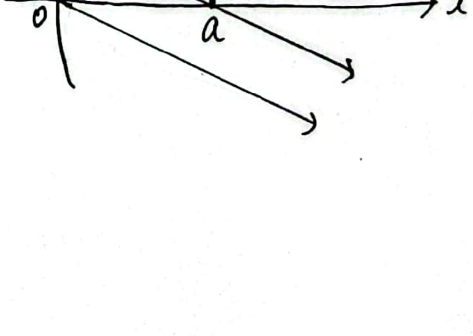
〔5〕 ⓒより、

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{10}$$

$$\therefore\ b = \frac{10a}{a-10}$$

a は $10\,\mathrm{cm}$ に十分近いので、b は十分大きい.

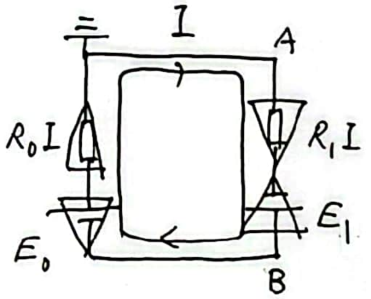
(イ) //



CamScannerでスキャン

4

S_1 ON



上図のように電流をおく.

〔1〕キルヒホッフ第2法則（以下、ⓓと略記）より、

$$E_0 - R_0 I - R_1 I + E_1 = 0$$

$$\therefore\ I = \frac{E_0 + E_1}{R_0 + R_1}$$

$I > 0$ より、向きは上図のとおり.

$\therefore\ E_0 \to E_1$

〔2〕点Bの電位 $\phi_B = R_0 I_0 - E_0$

$$= R_0 \frac{E_0 + E_1}{R_0 + R_1} - E_0$$

$$= \frac{R_0 E_1 - R_1 E_0}{R_0 + R_1}$$

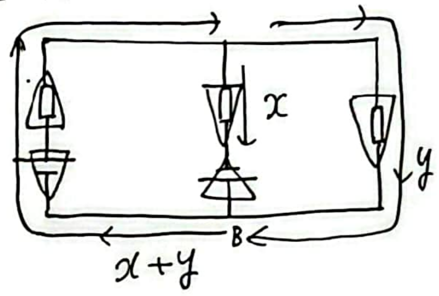
〔3〕点Aの電位 $\phi_A = 0$

$$\phi_B < \phi_A = 0$$

ゆえ、

$$R_1 > \frac{E_1}{E_0} R_0$$

S_2 ON



〔4〕上図のように電流 x, y をおく.

ⓓより、

$$\begin{cases} E_0 - R_0(x+y) - R_2 y = 0 \\ E_1 + R_2 y - R_1 x = 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} E_0 = R_0 x + (R_0 + R_2) y \\ x = \dfrac{E_1}{R_1} + \dfrac{R_2}{R_1} y \end{cases}$$

2式から x を消して、

$$E_0 = \frac{R_0}{R_1} x + \frac{R_0 R_2}{R_1} y + (R_0 + R_2) y$$

$$\therefore\ y = \frac{R_1 E_0 - R_0 E_1}{R_0 R_1 + R_0 R_2 + R_1 R_2}$$

〔3〕より、$y > 0$ だと分かる. つまり、y の向きは上図のとおり.

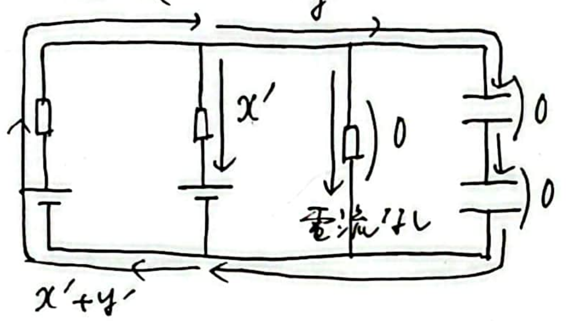
$\therefore\ R_2 \to S_2$

〔5〕 $\phi_B = -R_2 y$

$$= -\frac{R_2 (R_1 E_0 - R_0 E_1)}{R_0 R_1 + R_0 R_2 + R_1 R_2}$$

〔6〕 $\dfrac{C}{2}$

S_3 ON直後



〔7〕

上図のように電流 x', y' をおく。

ⓓより、

$$\begin{cases} E_0 - R_0(x'+y') = 0 \\ -R_1 x' + E_1 = 0 \end{cases}$$

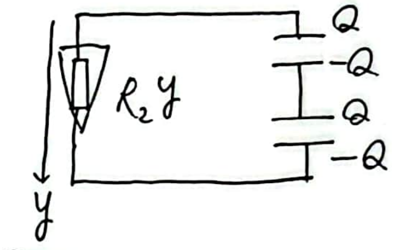
2式から x' を消して、

$$y' = \frac{R_1 E_0 - R_0 E_1}{R_0 R_1}$$

〔3〕より、$y'>0$ だと分かる。つまり、y' の向きは上図のとおり。

$$\therefore\ C_1 \to C_2$$

〔8〕 十分時間経過後



〔4〕と同じ値

ⓓより、

$$\frac{C}{2}Q = R_2 y \left(= |\phi_B|\right)$$

$$\therefore\ Q = \frac{CR_2}{2}\,\frac{R_1 E_0 - R_0 E_1}{R_0 R_1 + R_0 R_2 + R_1 R_2}$$

$\boxed{5}$

① $\rho V g = \rho \frac{4}{3}\pi r^3 g$

② $\rho_0 V g = \rho_0 \frac{4}{3}\pi r^3 g$

③ $[\eta] = \left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m \cdot m/s}}\right]$

$= \left[\frac{\mathrm{kg \cdot m/s^2}}{\mathrm{m \cdot m/s}}\right]$

$= \left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m \cdot s}}\right]$

④ 運動方程式より、

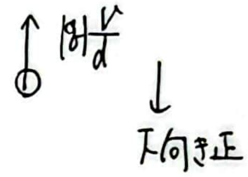
$0 = \rho V g - \rho_0 V g - 6\pi\eta r v_0$

$\Leftrightarrow \frac{4}{3}\pi r^3 (\rho - \rho_0) g = 6\pi\eta r v_0$

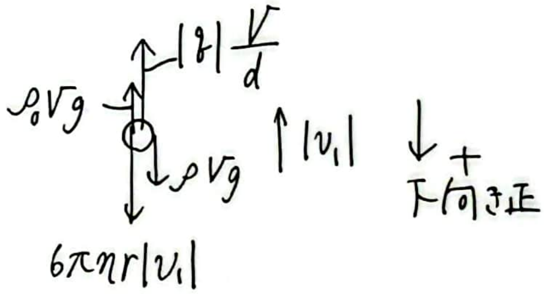
$\therefore r = 3\sqrt{\frac{\eta v_0}{2(\rho - \rho_0) g}}$

⑤ $\frac{V}{d}$

⑥ $q\frac{V}{d}$ (<0)



⑦



運動方程式より、

$0 = \rho V g + 6\pi\eta r|v_1| - \rho_0 V g - |q|\frac{V}{d}$

$\Leftrightarrow |q| = \frac{d}{V}\left((\rho - \rho_0)\frac{4}{3}\pi r^3 g + 6\pi\eta r|v_1|\right)$

$= \frac{d}{V}\left(6\pi\eta r v_0 + 6\pi\eta r|v_1|\right)$

(∵ ④)

$q<0$, $v_1<0$であることを考慮して、

$q = \frac{6\pi\eta r d}{V}(v_1 - v_0)$