本科 2 期 12 月度

解答

Ｚ会東大進学教室

難関大物理／難関大物理 T

２４章　力学演習

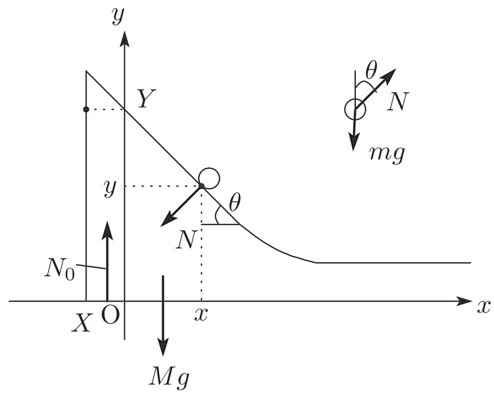
問題

■演習

【1】

《解答》

右図の設定で



$$m\ddot{x} = +N\sin\theta \qquad ①$$

$$m\ddot{y} = +N\cos\theta - mg \qquad ②$$

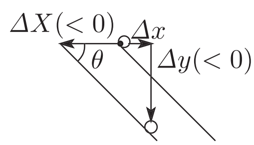
$$M\ddot{X} = -N\sin\theta \qquad ③$$

$$M\ddot{Y} = +N_0 - N\cos\theta - Mg \qquad ④$$

束縛条件は

$$\ddot{Y} = 0$$

右図より



$$\{\Delta x + (-\Delta X)\}\tan\theta = -\Delta y \qquad ⑤$$

$$\therefore \quad (\ddot{x} - \ddot{X})\tan\theta = -\ddot{y} \qquad ⑥$$

(1) ①，②，③より

$$a_x = \underline{+\frac{N}{m}\sin\theta}$$

$$a_y = \underline{+\frac{N}{m}\cos\theta - g}$$

$$b_x = \underline{-\frac{N}{M}\sin\theta}$$

(2) (a) ⑤より

$$\underline{(x_1 - x_2)\tan\theta = h - y_1} \qquad ⑦$$

(b) (1) の答を⑥へ代入し

$$\underline{N = \frac{M}{M + m\sin^2\theta} mg\cos\theta}$$

①+③と初期条件より

$$m\dot{x} + M\dot{X} = 0 \qquad \therefore \quad mx + MX = 0 \qquad ⑧ \quad (\text{初期条件より})$$

$$\therefore \quad mx_1 + Mx_2 = 0 \qquad \therefore \quad x_2 = -\frac{m}{M}x_1 \qquad ⑨$$

⑦，⑨より

$$\frac{y_1 - h}{x_1} = \underline{-\left(1 + \frac{m}{M}\right)\tan\theta}$$

(3) (a)

$$mv + MV = mv' + MV' = 0$$

$$\therefore \quad e = -\frac{v' - V'}{v - V} = -\frac{-\left(\frac{M}{m} + 1\right)V'}{-\left(\frac{M}{m} + 1\right)V} \quad (v',\ v\ \text{消去})$$

$$= -\frac{V'}{V} \qquad \therefore \quad V' = -eV$$

$$\therefore \quad e = -\frac{v' - V'}{v - V} = -\frac{\left(1 + \frac{m}{M}\right)v'}{\left(1 + \frac{m}{M}\right)v} \quad (V',\ V\ \text{消去})$$

$$= -\frac{v'}{v} \qquad \therefore \quad v' = -ev$$

(b) $y = y_{\max}$ で両者静止ゆえ，エネルギー保存より

$$\begin{aligned} mg(h_{\max} - d) &= \frac{1}{2}mv'^2 + \frac{1}{2}MV'^2 \\ &= \frac{1}{2}m(-ev)^2 + \frac{1}{2}M(-eV)^2 \\ &= e^2\left(\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2\right) \\ &= e^2 mg(h - d) \end{aligned}$$

$$\therefore \quad h_{\max} - d = \underline{e^2(h - d)}$$

【2】

《解答》

(1) 水平右向きを速度の正の向きにとる．小物体が B に達したときの小物体，台の速度をそれぞれ v，V とすると，運動量保存則より

$$0 = mv + MV \qquad ①$$

エネルギー保存則より

$$(0 + mga) + (0 + 0) = \left(\frac{1}{2}mv^2 + 0\right) + \left(\frac{1}{2}MV^2 + 0\right) \qquad ②$$

①，②より

$$|v| = \underline{\sqrt{\frac{2Mga}{M+m}}[\mathrm{m/s}]}$$

(2) 台に固定した座標系から観測すると，小物体は，垂直抗力 N，重力 mg，さらに慣性力 $m\dfrac{g}{\sqrt{3}}$ を受け静止している．運動方程式の接線成分は

$$0 = m\frac{g}{\sqrt{3}}\cos\theta_0 - mg\sin\theta_0$$

$$\therefore \quad \tan\theta_0 = \frac{1}{\sqrt{3}} \qquad \therefore \quad \theta_0 = \underline{30^\circ}$$

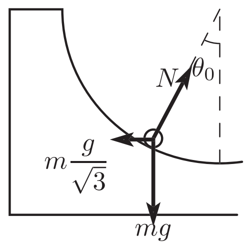


図 1

重力と慣性力を合成すると，図 2 に示すように，大きさ $\dfrac{2}{\sqrt{3}}mg$ の力になる．これを見かけの重力 mg' とみなすと

$$mg' = \frac{2}{\sqrt{3}}mg \qquad \therefore \quad g' = \frac{2}{\sqrt{3}}g$$

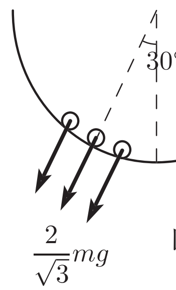


図 2

単振り子の周期 $2\pi\sqrt{\dfrac{a}{g}}$ で $g \to g'$ とすると，周期 T は

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{a}{g'}} = \underline{2\pi\sqrt{\frac{\sqrt{3}a}{2g}}[\mathrm{s}]}$$

《補足》

図 3 で，加速度の接線成分を $b\left(=\dfrac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2}\right)$ とすると，運動方程式の接線成分は

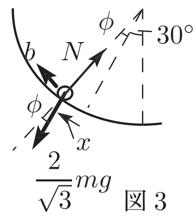


図 3

$$mb = -\frac{2}{\sqrt{3}}mg\sin\phi \fallingdotseq -\frac{2}{\sqrt{3}}mg\phi$$
$$= -\frac{2}{\sqrt{3}}\cdot\frac{mg}{a}x$$

よって，角振動数 ω は

$$\omega = \sqrt{\frac{2g}{\sqrt{3}a}}$$

周期 T は

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \underline{2\pi\sqrt{\frac{\sqrt{3}a}{2g}}[\mathrm{s}]}$$

(3) 図 4 のように，見かけの重力が働く向きを下にとると，B 点から動き出した小物体は同じ高さの点 D まで達する．よって <u>60°</u>.

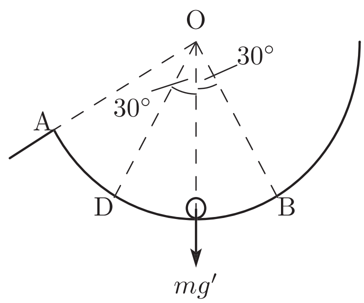


図 4

【3】

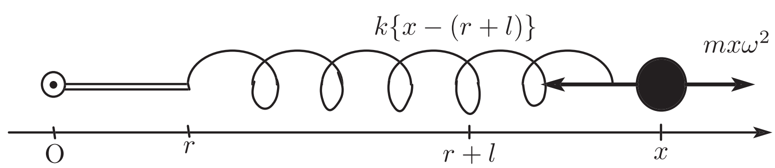
《解答》

(1) 図に示すように，回転軸を原点とし，棒と同じ角速度 ω で回転する x 軸を設定する．この座標系での運動方程式は

$$
\begin{aligned}
m\cdot\ddot{x} &= mx\omega^2 - k\{x-(r+l)\} \\
&= -(k-m\omega^2)\left\{x-\frac{k}{k-m\omega^2}(r+l)\right\} \qquad ①
\end{aligned}
$$

振動中心からの変位に比例した復元力が働くためには

$$
k-m\omega^2>0 \qquad \therefore\quad \underline{\omega<\sqrt{\frac{k}{m}}}
$$



図

(2) 振動の中心では $\ddot{x}=0$ なので

$$
x_0=\underline{\frac{k}{k-m\omega^2}(r+l)}
$$

(3) ① より，単振動の角振動数を ω_0 とすると

$$
\ddot{x}=-\frac{k-m\omega^2}{m}(x-x_0) \qquad \therefore\quad \omega_0=\sqrt{\frac{k-m\omega^2}{m}}
$$

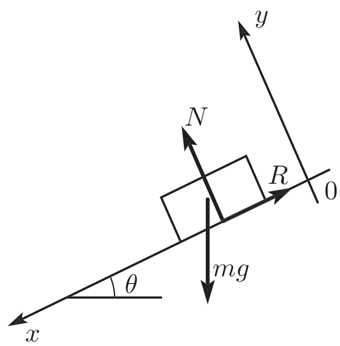
棒に沿った単振動の周期は

$$
T=\frac{2\pi}{\omega_0}=\underline{2\pi\sqrt{\frac{m}{k-m\omega^2}}}
$$

添削課題

《解答》

(1) 右図で，静止のとき，運動方程式の xy 成分は



$$m \cdot 0 = -R + mg\sin\theta$$
$$m \cdot 0 = +N - mg\cos\theta$$

静止ゆえ

$$R \leqq \mu N$$
$$\therefore \quad mg\sin\theta \leqq \mu mg\cos\theta$$
$$\therefore \quad \tan\theta \leqq \mu$$

すべり出した後

$$m \cdot \ddot{x} = -R + mg\sin\theta$$
$$m \cdot 0 = +N - mg\cos\theta$$

運動後ゆえ

$$R = \mu' N = \mu' mg\cos\theta \qquad ①$$
$$\therefore \quad m\ddot{x} = -\mu' mg\cos\theta + mg\sin\theta \qquad ②$$

以上より，

問 1 (a) $N[\mathrm{N}] = \underline{mg\cos\theta[\mathrm{N}]}$

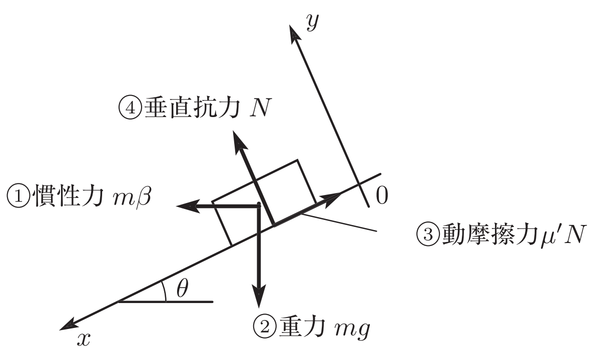
(b) $R[\mathrm{N}] = \mu N = \underline{\mu mg\cos\theta[\mathrm{N}]}$

(c) $\underline{\tan\theta > \mu}$

(d) ② より $\underline{(\sin\theta - \mu'\cos\theta)g[\mathrm{m/s^2}]}$

問 2 ① より $|-\mu' mg\cos\theta \cdot d| = \underline{\mu' mg\cos\theta \cdot d[\mathrm{J}]}$

(2) 問 3　下図



問 4　運動方程式の y 成分より

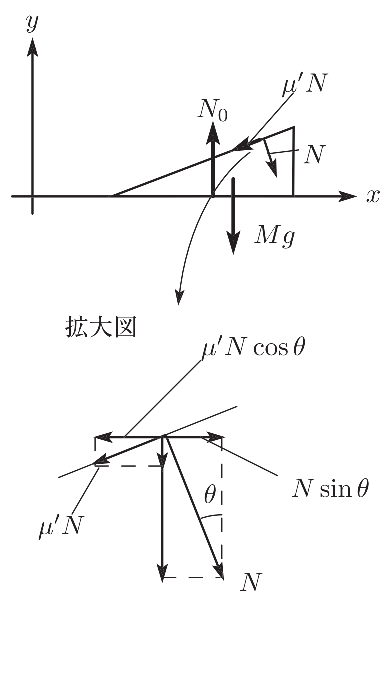
$$\underline{m\cdot 0 = N - mg\cos\theta + m\beta\sin\theta}$$

問 5　運動方程式の x 成分より

$$\underline{m\alpha = -\mu' N + mg\sin\theta + m\beta\cos\theta}$$

問 6　右図で運動方程式の x 成分は

$$\underline{M\beta = +N\sin\theta - \mu' N\cos\theta}$$



配点

(1)　(a)〜(d)　各 5 点　　問 2　20 点

(2)　問 3　完答 20 点

問 4，5　各 10 点

問 6　20 点

２５章　熱力学・波動演習

問題

■演習

【1】

《解答》

(1) B→C，D→A は断熱変化で，$pV^{\gamma}=$(一定) の曲線に沿って状態変化する．いま，$V_{\mathrm{A}}<V_{\mathrm{B}}$ であることから，$V_{\mathrm{C}}>V_{\mathrm{D}}$ である．よって，$p-V$ グラフは図 1A のようになる．

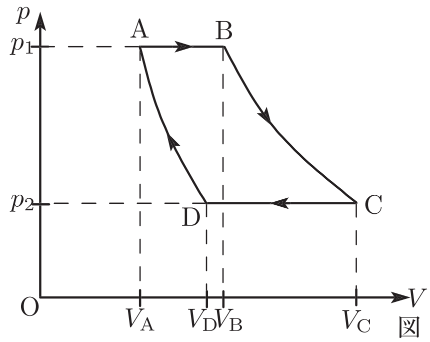


図 1A

(2) (i) で気体の絶対温度は T_{A} から T_{B} に変化しているので，気体のモル数を n とすると

$$U_{\mathrm{AB}}=\frac{3}{2}nR(T_{\mathrm{B}}-T_{\mathrm{A}})$$

気体の状態方程式

$$p_1V_{\mathrm{A}}=nRT_{\mathrm{A}}$$
$$p_1V_{\mathrm{B}}=nRT_{\mathrm{B}}$$

を用いて

$$U_{\mathrm{AB}}=\underline{\frac{3}{2}p_1(V_{\mathrm{B}}-V_{\mathrm{A}})}$$

ここで，気体が外部にする仕事 W_{AB} は，図 2A の斜線部分の面積に等しく

$$W_{\mathrm{AB}}=p_1(V_{\mathrm{B}}-V_{\mathrm{A}})$$

気体が吸収する熱量 Q_{AB} は，熱力学第 1 法則より

$$\begin{aligned}Q_{\mathrm{AB}}&=U_{\mathrm{AB}}+W_{\mathrm{AB}}\\&=\frac{3}{2}p_1(V_{\mathrm{B}}-V_{\mathrm{A}})+p_1(V_{\mathrm{B}}-V_{\mathrm{A}})\\&=\underline{\frac{5}{2}p_1(V_{\mathrm{B}}-V_{\mathrm{A}})}\qquad ①\end{aligned}$$

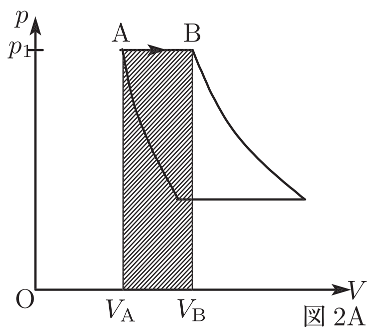


図 2A

(3) 過程 (iii) においても同様にして，U_{CD}，W_{CD}，Q_{CD} を求めると

$$U_{\mathrm{CD}} = \frac{3}{2}nR(T_{\mathrm{D}} - T_{\mathrm{C}}) = \underline{\frac{3}{2}p_2(V_{\mathrm{D}} - V_{\mathrm{C}})} \quad (< 0)$$

$$W_{\mathrm{CD}} = p_2(V_{\mathrm{D}} - V_{\mathrm{C}})$$

$$Q_{\mathrm{CD}} = \underline{\frac{5}{2}p_2(V_{\mathrm{D}} - V_{\mathrm{C}})} \quad (< 0) \qquad ②$$

(4) 熱サイクルを 1 周する際のエネルギーの出入りを考える．熱サイクルを 1 周すると，温度は初めの値に戻るから，内部エネルギーの変化量は 0 である．よって，熱力学第 1 法則より

$$0 = Q_{\mathrm{AB}} + Q_{\mathrm{CD}} - W \qquad ③$$

これに，①，②を代入すると

$$W = Q_{\mathrm{AB}} + Q_{\mathrm{CD}}$$

$$= \underline{\frac{5}{2}\left[p_1(V_{\mathrm{B}} - V_{\mathrm{A}}) + p_2(V_{\mathrm{D}} - V_{\mathrm{C}})\right]}$$

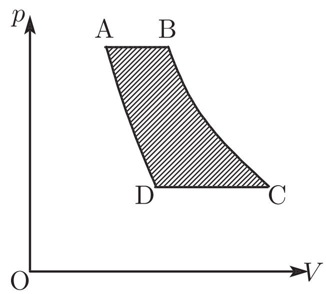


図 3A

この値は，図 3A の斜線の領域の面積に等しい．

(5) B → C，D → A の過程について

$$p_1 {V_{\mathrm{B}}}^{\gamma} = p_2 {V_{\mathrm{C}}}^{\gamma} \qquad ④$$

$$p_1 {V_{\mathrm{A}}}^{\gamma} = p_2 {V_{\mathrm{D}}}^{\gamma} \qquad ⑤$$

が成り立つから⑤÷④より

$$\left(\frac{V_{\mathrm{A}}}{V_{\mathrm{B}}}\right)^{\gamma} = \left(\frac{V_{\mathrm{D}}}{V_{\mathrm{C}}}\right)^{\gamma} \qquad \therefore \quad \frac{V_{\mathrm{A}}}{V_{\mathrm{B}}} = \frac{V_{\mathrm{D}}}{V_{\mathrm{C}}} \qquad ⑥$$

(6) 熱効率は

$$e = \frac{W}{Q_{\mathrm{AB}}} = \frac{Q_{\mathrm{AB}} + Q_{\mathrm{CD}}}{Q_{\mathrm{AB}}} \quad (\because ③)$$

$$= 1 - \frac{(-Q_{\mathrm{CD}})}{Q_{\mathrm{AB}}} = 1 - \frac{p_2(V_{\mathrm{C}} - V_{\mathrm{D}})}{p_1(V_{\mathrm{B}} - V_{\mathrm{A}})} \qquad (\because ①, ②)$$

$$= 1 - \frac{p_2(V_{\mathrm{C}} - V_{\mathrm{D}})}{p_1\left(\dfrac{V_{\mathrm{C}}}{V_{\mathrm{D}}}V_{\mathrm{A}} - V_{\mathrm{A}}\right)} \qquad (\because ⑥)$$

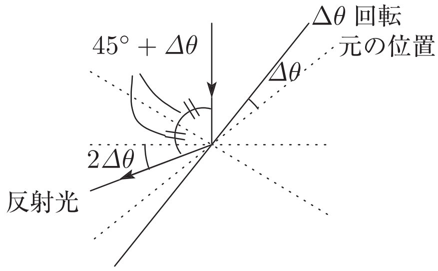
$$= 1 - \frac{p_2 V_{\mathrm{D}}}{p_1 V_{\mathrm{A}}} = 1 - \frac{nRT_{\mathrm{D}}}{nRT_{\mathrm{A}}} = \underline{1 - \frac{T_{\mathrm{D}}}{T_{\mathrm{A}}}}$$

【2】

《解答》

(1)　$\varDelta t=\dfrac{l}{c}+\dfrac{l}{c}=\underline{\dfrac{2l}{c}}$

(2)　右図より，求める角は $2\varDelta\theta$．$\varDelta\theta$ は $\varDelta t$ 間の回転角で

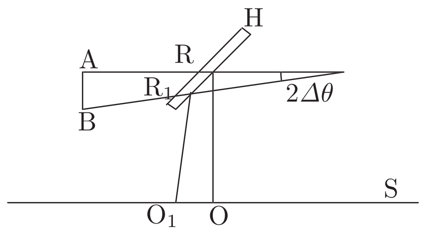


$$\varDelta\theta=2\pi r\varDelta t=2\pi r\frac{2l}{c}$$

よって

$$\angle \mathrm{RPR_1}=2\varDelta\theta=\underline{\frac{8\pi rl}{c}}$$

(3)　右図で



$$\mathrm{RO}=\mathrm{RA}$$
$$\mathrm{R_1O_1}=\mathrm{R_1B}$$

とすると

$$\mathrm{OO_1}=\mathrm{AB}=d\tan 2\varDelta\theta \fallingdotseq d2\varDelta\theta=\underline{\frac{8\pi rld}{c}}$$

(4)　(3) より

$$\mathrm{OO_1}=4.8\times10^{-4}\mathrm{m}=\frac{8\times3.14\times100\,\text{回/s}\times10\mathrm{m}\times6.0\mathrm{m}}{c[\mathrm{m/s}]}$$

$$\therefore\quad c\fallingdotseq\underline{3.1\times10^{8}[\mathrm{m/s}]}$$

(5)

$$\varDelta t'=\left(\frac{l-x}{c}+\frac{x}{c/n}\right)+\left(\frac{x}{c/n}+\frac{l-x}{c}\right)=\underline{\frac{2l+2(n-1)x}{c}}$$

(6)　(2)，(3) と同様に

$$\begin{aligned}\mathrm{OO_2} &= d\tan\cdot\left(2\cdot 2\pi r\cdot\frac{2l+2(n-1)x}{c}\right)\\ &\fallingdotseq d\cdot\left(2\cdot 2\pi r\cdot\frac{2l+2(n-1)x}{c}\right)\\ &= \underline{\frac{8\pi r(l+(n-1)x)}{c}d}\end{aligned}$$

(7)

$$\frac{\overline{\mathrm{OO_2}}}{\overline{\mathrm{OO_1}}} = 1+(n-1)\frac{x}{l} = k$$

$$\therefore\quad n = \underline{1+(k-1)\frac{l}{x}}$$

(8)　(7) より

$$n = 1+(1.16-1)\times\frac{10\mathrm{m}}{2.5\mathrm{m}} \fallingdotseq \underline{1.6}$$

(9)　(6) より，n →大で O からのズレが大きくなる．屈折率は光の波長が短いほど大きくなるので，ズレの大きい順は

紫→黄→赤

【3】

《解答》

(1) $\underline{\lambda}$

(2) (1) の強め合う条件より，

$$d\sin\phi - d\sin\theta = m\lambda \qquad \therefore \quad \sin\phi = \underline{\sin\theta + \frac{m\lambda}{d}}$$

(3) ,(4) $|\phi| < \dfrac{\pi}{2}$ だから，

$$|\sin\phi| < 1$$

これと (I) 式より，

$$\underline{-\frac{d}{\lambda}(1+\sin\theta)} < m < \underline{\frac{d}{\lambda}(1-\sin\theta)}$$

(5) 全反射がない条件より，$\underline{\dfrac{n_2}{n_1}}$

(6) $\underline{\dfrac{n_1}{n_2}\lambda}$

(7) $\underline{1}$

(8) $\dfrac{d}{\lambda}(1-\sin\theta) = 1 \qquad \therefore \quad \lambda = \underline{d(1-\sin\theta)}$

(9) $m = -1$ と (8) の結果を (I) 式に代入して，

$$\sin\phi = \underline{2\sin\theta - 1}$$

(10) $\phi < 0$ だから，ϕ が臨界角より大きい条件は，(9) の結果を用いて，

$$-\sin\phi = 1 - 2\sin\theta \geqq \frac{n_2}{n_1} \qquad \therefore \quad \sin\theta \leqq \underline{\frac{n_1 - n_2}{2n_1}}$$

(11) 上の結果より，$m = -1$ の回折光がなくなる条件は，(3) の結果を用いて，

$$-\frac{d}{\lambda}(1+\sin\theta) \geqq -1 \qquad \therefore \quad \lambda \geqq d(1+\sin\theta)$$

これが入射角 θ によらず成り立つためには，

$$\lambda \geqq \underline{2d}$$

であればよい．

添削課題

《解答》

問 1 (1)

$$l_1 = \underline{\sqrt{L^2 + \left(b - \frac{d}{2}\right)^2}}$$

$$l_2 = \underline{\sqrt{L^2 + \left(b + \frac{d}{2}\right)^2}}$$

(2) 与えられた近似式を用いて

$$l_1 = L\sqrt{1 + \frac{\left(b - \frac{d}{2}\right)^2}{L^2}} \fallingdotseq L\left\{1 + \frac{\left(b - \frac{d}{2}\right)^2}{2L^2}\right\}$$

$$l_2 = L\sqrt{1 + \frac{\left(b + \frac{d}{2}\right)^2}{L^2}} \fallingdotseq L\left\{1 + \frac{\left(b + \frac{d}{2}\right)^2}{2L^2}\right\}$$

よって

$$l_2 - l_1 \fallingdotseq \underline{\frac{db}{L}}$$

(3) 問より，点 P は点 O に一番近い暗線なので

$$l_2 - l_1 = \frac{\lambda}{2}$$

$$\therefore \quad \frac{db}{L} = \frac{\lambda}{2}$$

$$\therefore \quad \lambda = \underline{\frac{2db}{L}}$$

問 2 グラフおよび問題文から，両正弦波について

振幅 $A = 0.30\mathrm{m}$

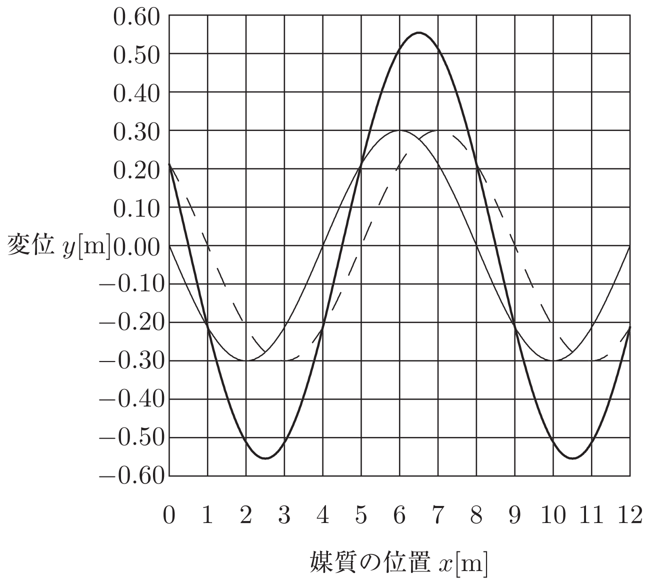
速さ $v = 2.0\mathrm{m/s}$

波長$\lambda = 8.0\mathrm{m}$

振動数 $f = \dfrac{v}{\lambda} = 0.25\mathrm{Hz}$

時間周期 $T = \dfrac{1}{f} = 4.0\mathrm{s}$

を得る．また時刻ゼロでの両波の合成波は以下のようになる．



(1) $2A = \underline{0.6\text{m}}$

(2) 上図より

$$x = \underline{6.5\text{m}}, \quad 6.5 - \frac{\lambda}{2} = \underline{2.5\text{m}}$$

(3) まず，時刻ゼロ以降最初に変位最大となる時刻は，両者が距離 0.5m 移動した時刻で

$$\frac{0.5\text{m}}{v} = 0.25\text{s}$$

以後，定常波の性質より，もとの波の周期の $\dfrac{1}{4}T$ 後，すなわち $0.25\text{s} + 1.0\text{s} = 1.25\text{s}$ に変位は最初に 0 となる．以後，$\dfrac{1}{2}T$ ごとに変位はすべて 0 になるから，求める時刻 t は

$$t = 1.25 + \frac{T}{2} \times n = \underline{1.25}_{(ア)} + \underline{2.00}_{(イ)} \times n$$

(4) 定常波も縦波ゆえ，密度最大の点で合成波の変位が 0 になるので，上図より

$$x = 0.5\text{m} \quad \text{または} \quad 4.5\text{m}$$

このうち，x 軸の負の側で $y > 0$．x 軸の正の側で $y < 0$ となっている点が密となるので

$$x = \underline{0.5\text{m}}$$

配点

問 1　(1) 各 5 点　(2) 20 点　(3) 10 点

問 2　(1) 10 点　(2) 完答 10 点　(3) 各 10 点　(4) 20 点

２６章　電磁気演習

問題

■演習

【１】

《解答》

(1)　ア．$\underline{\dfrac{q}{\varepsilon_0}}$

イ．$E_1 = \underline{\dfrac{q}{\varepsilon_0 S}}$

ウ．$V_1 = E_1 x = \underline{\dfrac{q}{\varepsilon_0 S}x}$

エ．$\underline{Q-q}$

オ．CB 間の電場 E_2 は C → B 向きを正として

$$E_2 = \frac{Q-q}{\varepsilon_0 S}$$

CB 間の電位差 V_2 は，$V_2 = E_2 \times (d-x)$．$V_1 = V_2$ として q について解くと

$$q = \underline{\left(1-\frac{x}{d}\right)Q} \qquad \cdots\cdots\cdots \qquad ①$$

(2)　カ．① より

$$\Delta q = -\frac{Q}{d}\Delta x = \underline{-\frac{Q}{d}v\Delta t}$$

キ．$I = \left|\dfrac{\Delta q}{\Delta t}\right| = \underline{\dfrac{Qv}{d}}$

【2】

《解答》

I (1) 巻き数密度 $n = \dfrac{N}{l}$ のソレノイド内部の磁場なので，強さを H[A/m] とすると

$$H = nI = \underline{\frac{NI}{l}}$$

(2) 磁束密度は $B = \mu_0 H$ と表せるので，コイル 1 巻きを貫く磁束 ϕ[Wb] は

$$\phi = BS = \underline{\frac{\mu_0 NIS}{l}}$$

(3) 時間 $\mathit{\Delta} t$ の間に電流が $\mathit{\Delta} I$ 変化するとき，コイル 1 巻きに発生する起電力 v[V] は

$$v = -\frac{\mathit{\Delta}\phi}{\mathit{\Delta} t} = -\frac{\mu_0 NS}{l}\cdot\frac{\mathit{\Delta} I}{\mathit{\Delta} t}$$

コイル全体に発生する起電力 V[V] は

$$V = Nv = -\frac{\mu_0 N^2 S}{l}\cdot\frac{\mathit{\Delta} I}{\mathit{\Delta} t} \qquad \therefore\quad L = \underline{\frac{\mu_0 N^2 S}{l}}$$

(4) 電流 i[A] のとき，コイルの保有するエネルギーは $\dfrac{1}{2}Li^2$[J] なので

$$\frac{1}{2}L(3I)^2 - \frac{1}{2}LI^2 = \underline{4I^2} \times L$$

II (5) $\mathrm{C_1}$ に生じる起電力を，自己誘導起電力と相互誘導起電力に分けると

$$\begin{cases} \text{自己誘導起電力}\cdots\text{右に流す向きを正として，} - L_1\dfrac{\mathit{\Delta} I}{\mathit{\Delta} t} \\ \text{相互誘導起電力}\cdots\text{左に流す向きを正として，} - M\dfrac{\mathit{\Delta} I}{\mathit{\Delta} t} \end{cases}$$

右に流す向きを正として合計すると，$\mathrm{C_1}$ に生じる起電力 V_1[V] は

$$V_1 = \left(-L_1\frac{\mathit{\Delta} I}{\mathit{\Delta} t}\right) - \left(-M\frac{\mathit{\Delta} I}{\mathit{\Delta} t}\right) = \underline{(M - L_1)} \times \frac{\mathit{\Delta} I}{\mathit{\Delta} t}$$

(6) $\mathrm{C_2}$ に生じる起電力を，(5) と同様に分けると

$$\begin{cases} \text{自己誘導起電力}\cdots\text{左に流す向きを正として，} - L_2\dfrac{\mathit{\Delta} I}{\mathit{\Delta} t} \\ \text{相互誘導起電力}\cdots\text{右に流す向きを正として，} - M\dfrac{\mathit{\Delta} I}{\mathit{\Delta} t} \end{cases}$$

左に流す向きを正として合計すると，$\mathrm{C_2}$ に生じる起電力 V_2[V] は

$$V_2 = \left(-L_2\frac{\mathit{\Delta} I}{\mathit{\Delta} t}\right) - \left(-M\frac{\mathit{\Delta} I}{\mathit{\Delta} t}\right) = \underline{(M - L_2)} \times \frac{\mathit{\Delta} I}{\mathit{\Delta} t}$$

(7) $\mathrm{C_1}$，$\mathrm{C_2}$ に電流 I を流す向きを正とすると，合計の起電力は

$$V_1 + V_2 = -(L_1 + L_2 - 2M)\frac{\mathit{\Delta} I}{\mathit{\Delta} t} \qquad \therefore\quad L = \underline{L_1 + L_2 - 2M}$$

【3】

《解答》

1. 自己誘導
2. $\sin\omega t$
3. $\omega\Delta t$
4. $V_{\mathrm{L}} = -I_0\omega L\sin\omega t = +I_0\omega L\cos\left(\omega t + \dfrac{\pi}{2}\right)$　　よって，$\dfrac{\pi}{2}$進んでいる.
5. $\dfrac{V_{\mathrm{Le}}}{I_{\mathrm{e}}} = \omega L[\Omega]$ ゆえ，抵抗 の働きを示す.
6. 流れにくくなる
7. $\cos\omega t$
8. $V_{\mathrm{C}} = V_0\sin\omega t = V_0\cos\left(\omega t - \dfrac{\pi}{2}\right)$　　よって，$\dfrac{\pi}{2}$遅れている.
9. $\dfrac{V_{\mathrm{Ce}}}{I_{\mathrm{e}}} = \dfrac{1}{\omega C}[\Omega]$
10. 流れやすくなる
11. $V_{\mathrm{C}} = \dfrac{1}{\omega C}I_0\sin\omega t$
12.
$$\begin{aligned} V_{\mathrm{L}} + V_{\mathrm{C}} + V_{\mathrm{R}} &= -\omega L I_0\sin\omega t + \frac{1}{\omega C}I_0\sin\omega t + RI_0\cos\omega t \\ &= -\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)I_0\sin\omega t + RI_0\cos\omega t \end{aligned}$$
13. $\omega L - \dfrac{1}{\omega C} = 0$　　$\therefore\quad \omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$

P3T

難関大物理／難関大物理 T

Z-KAI

会員番号		氏　名	