2022年度 大阪公立大学個別学力検査(一般選抜 公立大学中期日程)
物理「解答例」

第1問 解答の過程

(2) $\nu+\Delta\nu=\dfrac{cn}{2(L+\Delta L)}$ より，

$\Delta\nu=\dfrac{nc}{2L}\left(1+\dfrac{\Delta L}{L}\right)^{-1}-\nu=\nu\left\{\left(1+\dfrac{\Delta L}{L}\right)^{-1}-1\right\}.$

近似式 (i) を用いて，$\Delta\nu=-\dfrac{\nu}{L}\Delta L.$

(6a), (6b), (7)

(6a) $l:h=T:mg$ より，$T=mg\dfrac{l}{h}.$

(6b) 向心力は $mr\omega^2$ であり $r:h=mr\omega^2:mg$ より，$\omega=\sqrt{\dfrac{g}{h}}.$

(7) $v=r\omega$ より，運動エネルギーは，

$E=\dfrac{1}{2}mr^2\omega^2=\dfrac{1}{2}m(l^2-h^2)\dfrac{g}{h}=\dfrac{1}{2}mg\left(\dfrac{l^2}{h}-h\right).$

---

(8), (9a), (9b), (10)

(8) 位置エネルギーは $-mg\Delta h$ だけ変化するので，

$-T\Delta l=\Delta E-mg\Delta h.$

(9a, 9b) 式 (v) より，

$E+\Delta E=\dfrac{1}{2}mg\left\{\dfrac{l^2}{h}\left(1+\dfrac{\Delta l}{l}\right)^2\left(1+\dfrac{\Delta h}{h}\right)^{-1}-(h+\Delta h)\right\}.$

よって，$\Delta E=\dfrac{1}{2}mg\dfrac{l^2}{h}\left\{\left(1+\dfrac{\Delta l}{l}\right)^2\left(1+\dfrac{\Delta h}{h}\right)^{-1}-1\right\}-\dfrac{1}{2}mg\Delta h$

$=-\dfrac{1}{2}mg\left(\dfrac{l^2}{h^2}+1\right)\Delta h+mg\dfrac{l}{h}\Delta l.$

(10) 式 (vi) および (6a) より $mg\dfrac{l}{h}\Delta l=-\Delta E+mg\Delta h$ であるので，

$2\Delta E=-\dfrac{1}{2}mg\left(\dfrac{l^2}{h^2}-1\right)\Delta h$ であり，式 (v) より $2\Delta E=-E\dfrac{\Delta h}{h}.$

---

(11), (12a), (12b)

(11) (6b) より，$\omega+\Delta\omega=\sqrt{\dfrac{g}{h}}\left(1+\dfrac{\Delta h}{h}\right)^{-1/2}$ なので

$\Delta\omega=\sqrt{\dfrac{g}{h}}\left\{\left(1+\dfrac{\Delta h}{h}\right)^{-1/2}-1\right\}=-\dfrac{\omega}{2h}\Delta h.$

(12a) $2\Delta E=-E\dfrac{\Delta h}{h}$ を用いると $\dfrac{\Delta E}{E}=\dfrac{\Delta\omega}{\omega}=\dfrac{\Delta\nu}{\nu}$ であるから，

$E+\Delta E=E\left(1+\dfrac{\Delta\nu}{\nu}\right)=(\nu+\Delta\nu)\dfrac{E}{\nu}$．よって，$\dfrac{E+\Delta E}{\nu+\Delta\nu}=\dfrac{E}{\nu}.$

(12b) (a) より $\dfrac{\Delta E}{E}=\dfrac{\Delta\nu}{\nu}$ であり，式 (iii), (iv) を代入すると，$-\dfrac{cp}{E}\dfrac{\Delta L}{L}=-\dfrac{\Delta L}{L}.$

よって，$p=\dfrac{E}{c}.$

解 答 欄

答	a	b
(1)	$\dfrac{2L}{n}$	$\dfrac{nc}{2L}$
(2)	$-\dfrac{\nu}{L}$	
(3)	$\dfrac{ct}{2L}$	
(4)	$2p$	
(5)	$-cp\dfrac{\Delta L}{L}$	
(6)	$\dfrac{l}{h}mg$	$\sqrt{\dfrac{g}{h}}$
(7)	$\dfrac{1}{2}mg\left(\dfrac{l^2}{h}-h\right)$	
(8)	$\Delta E-mg\Delta h$	
(9)	a: $-\dfrac{1}{2}mg\left(\dfrac{l^2}{h^2}+1\right)$	b: $mg\dfrac{l}{h}$
(10)	$-E\dfrac{\Delta h}{h}$	
(11)	$-\dfrac{\omega}{2h}$	
(12)	$\dfrac{E}{\nu}$	$\dfrac{E}{c}$

第 2 問　解答の過程

(3), (4)

(3) $P = VI = V_0\sin(2\pi ft) \times 2\pi fCV_0\cos(2\pi ft)$.

③より，$P = P_0\sin(4\pi ft) \quad (P_0 = \pi fCV_0^2)$.

よって，$2f$〔Hz〕で振動.

(4) $P = V_0\sin(2\pi ft + \alpha) \times I_0\sin(2\pi ft)$.

②より，$P = -\dfrac{1}{2}V_0I_0\{\cos(4\pi ft + \alpha) - \cos\alpha\}$.

よって，1 周期で平均をとると $\overline{P} = \dfrac{1}{2}V_0I_0\cos\alpha$.

---

(6) $I = I_0\sin(2\pi ft)$ のとき，$V_\mathrm{C} = V_{\mathrm{C}0}\sin\left(2\pi ft - \dfrac{\pi}{2}\right)$.

位相に注意し，(2) を用いて，$V_\mathrm{C} = -\dfrac{I_0}{2\pi fC}\cos(2\pi ft)$.

回路全体の電圧は，

$V = V_\mathrm{R} + V_\mathrm{C} = RI_0\sin(2\pi ft) - \dfrac{I_0}{2\pi fC}\cos(2\pi ft)$.

①より，$V = I_0\sqrt{R^2 + \left(\dfrac{1}{2\pi fC}\right)^2}\sin(2\pi ft + \alpha)$.

よって電圧の最大値は，$V_0 = I_0\sqrt{R^2 + \left(\dfrac{1}{2\pi fC}\right)^2}$.

---

(9), (10), (11), (12)

(9) I_2 に対する V_S および I_3 に対する V_X の位相差の正接が等しいので $-\dfrac{1}{2\pi fC_\mathrm{S}R_\mathrm{S}} = -\dfrac{1}{2\pi fC_\mathrm{X}R_\mathrm{X}}$ より，$C_\mathrm{X} = \dfrac{R_\mathrm{S}}{R_\mathrm{X}}C_\mathrm{S}$.

(10) KL 間のインピーダンスは $\sqrt{R_\mathrm{S}^2 + \left(\dfrac{1}{2\pi fC_\mathrm{S}}\right)^2}$.

$C_\mathrm{X}R_\mathrm{X} = C_\mathrm{S}R_\mathrm{S}$ を用いて，

$$\sqrt{R_\mathrm{S}^2 + \left(\frac{1}{2\pi fC_\mathrm{S}}\right)^2} = \sqrt{R_\mathrm{S}^2 + \left(\frac{R_\mathrm{S}}{2\pi fC_\mathrm{X}R_\mathrm{X}}\right)^2} = \frac{R_\mathrm{S}}{R_\mathrm{X}}\sqrt{R_\mathrm{X}^2 + \left(\frac{1}{2\pi fC_\mathrm{X}}\right)^2}.$$

(11) V_S と V_X の最大値が等しいことから，

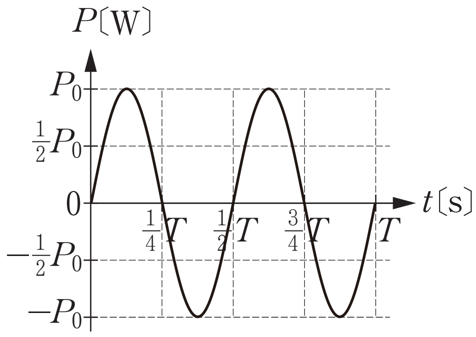
$$I_{2\mathrm{m}}\sqrt{R_\mathrm{S}^2 + \left(\frac{1}{2\pi fC_\mathrm{S}}\right)^2} = \frac{R_3}{R_2}I_{3\mathrm{m}}\frac{R_\mathrm{S}}{R_\mathrm{X}}\sqrt{R_\mathrm{X}^2 + \left(\frac{1}{2\pi fC_\mathrm{X}}\right)^2} = I_{3\mathrm{m}}\sqrt{R_\mathrm{X}^2 + \left(\frac{1}{2\pi fC_\mathrm{X}}\right)^2}$$

より，$\dfrac{R_\mathrm{S}R_3}{R_\mathrm{X}R_2} = 1$. よって，$R_\mathrm{X} = \dfrac{R_\mathrm{S}R_3}{R_2}$.

(12) (9), (11) より

$$C_\mathrm{X} = \frac{R_\mathrm{S}}{R_\mathrm{X}}C_\mathrm{S} = \frac{R_2R_\mathrm{S}}{R_3R_\mathrm{S}}C_\mathrm{S} = \frac{R_2}{R_3}C_\mathrm{S} = \frac{7.5\times10^2}{3.5\times10^2}\times2.2\times10^{-6} = 4.714...\times10^{-6}.$$

解　答　欄

答 (1)	$CV_0\sin(2\pi ft)$
答 (2)	$2\pi fCV_0$
答 (3)	
答 (4)	$\dfrac{1}{2}V_0I_0\cos\alpha$
答 (5)	RI_0
答 (6)	$I_0\sqrt{R^2 + \left(\dfrac{1}{2\pi fC}\right)^2}$
答 (7)	$-\dfrac{1}{2\pi fCR}$
答 (8)	$\dfrac{R_3}{R_2}I_{3\mathrm{m}}$
答 (9)	$\dfrac{R_\mathrm{S}}{R_\mathrm{X}}C_\mathrm{S}$
答 (10)	$\dfrac{R_\mathrm{S}}{R_\mathrm{X}}$
答 (11)	$\dfrac{R_3R_\mathrm{S}}{R_2}$
答 (12)	4.7×10^{-6} F