電気電子工学コース　解答例

問題１　（記載されている解答例は、あくまで一例です。）

問１

①	$\frac{1}{2}r^2\Delta\theta$
②	$f(\theta)^2$
③	$\sqrt{(r\Delta\theta)^2+\Delta r^2}$
④	$\sqrt{f(\theta)^2+\left(\frac{df(\theta)}{d\theta}\right)^2}$
⑤	$1+\left(\frac{df(x)}{dx}\right)^2$

問２

(1)	$\frac{1}{4}(e^{2\pi}-1)$
(2)	$\sqrt{2}(e^{\pi}-1)$

問題２　（記載されている解答例は、あくまで一例です。）

問 1	$I = \frac{2}{5}MR^2$
問 2	$M\frac{dv}{dt} = -\mu Mg$ $I\frac{d\omega}{dt} = \mu MgR$
問 3	$v = v_0 - \mu gt$ $\omega = \frac{\mu MgR}{I}t = \frac{5\mu g}{2R}t$
問 4	$T = \frac{2v_0}{7\mu g}$
問 5	$v(t) = v(T) = \frac{5}{7}v_0$
問 6	$W = \left\|\{E_g(T) - E_g(0)\} + \{E_{rot}(T) - E_{rot}(0)\}\right\| = \left\|\frac{25}{98}Mv_0^2 - \frac{1}{2}Mv_0^2 + \frac{5}{49}Mv_0^2\right\| = \frac{1}{7}Mv_0^2$

問題３　（記載されている解答例は、あくまで一例です。）

<table>
<tr><td>問１</td><td colspan="2">$\frac{9}{\sqrt{181}}$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">問２</td><td colspan="2">$f_0 = \frac{n_1}{n_2}\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\dot{I} = \frac{\dot{V}}{R_1+\frac{n_1^2}{n_2^2}R_2}$</td></tr>
<tr><td rowspan="5">問３</td><td rowspan="2">(1)</td><td>$i_R(t) = \quad 10\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$ [A]</td></tr>
<tr><td>$i(t) = \quad 20\sin\omega t$ [A]</td></tr>
<tr><td rowspan="3">(2)</td><td>（皮相電力）$100 \times \frac{20}{\sqrt{2}} = 1000\sqrt{2}$ VA</td></tr>
<tr><td>（有効電力）$100 \times \frac{20}{\sqrt{2}} \times \cos\frac{\pi}{4} = 1000$ W</td></tr>
<tr><td>（無効電力）$100 \times \frac{20}{\sqrt{2}} \times \sin\frac{\pi}{4} = 1000$ var</td></tr>
</table>

問題 4　（記載されている解答例は、あくまで一例です。）

問 1	（微分方程式） $R_1 \frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{C} q(t) = E$
	$q(0) = Q$
問 2	$q(t) = CE + (Q - CE)e^{-\frac{1}{R_1 C}t}$
	$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = -\frac{1}{R_1 C}(Q - CE)e^{-\frac{1}{R_1 C}t}$
問 3	（微分方程式） $(R_1 + R_2)\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{C} q(t) = 0$
	$q(0) = CE$
問 4	$q(t) = CEe^{-\frac{1}{(R_1+R_2)C}t}$
	$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = -\frac{1}{(R_1+R_2)C} CEe^{-\frac{1}{(R_1+R_2)C}t} = -\frac{E}{R_1+R_2} e^{-\frac{1}{(R_1+R_2)C}t}$
問 5	$T = \frac{(R_1+R_2)C}{2} \log_e 2$
問 6	（R_1で消費されたエネルギー） $\frac{1}{2}CE^2 \frac{R_1}{R_1+R_2}$
	（R_2で消費されたエネルギー） $\frac{1}{2}CE^2 \frac{R_2}{R_1+R_2}$

問題 5　（記載されている解答例は、あくまで一例です。）

問 1

(1)	0
(2)	$-\frac{2}{5}Q$
(3)	$\frac{3Q}{20\pi\varepsilon_0 r^2}$
(4)	$\frac{Q}{20\pi\varepsilon_0 a}$
(5)	$\frac{Q}{10\pi\varepsilon_0}(\frac{1}{a}-\frac{1}{r})$

問 2

(1)	$\frac{24\pi a\varepsilon_1\varepsilon_2}{\varepsilon_1+3\varepsilon_2}$
(2)	$\frac{Q^2(\varepsilon_1+3\varepsilon_2)}{48\pi a\varepsilon_1\varepsilon_2}$
(3)	$\frac{Q^2(\varepsilon_1-\varepsilon_2)}{32\pi a\varepsilon_1\varepsilon_2}$

問題６　（記載されている解答例は、あくまで一例です。）

問 1	$\boldsymbol{E}_{\mathrm{R}}(\boldsymbol{r},t) = \boldsymbol{E}_{0\mathrm{R}}\exp\{\mathrm{i}(-\boldsymbol{k}_{\mathbf{I}}\cdot\boldsymbol{r} - \omega_{\mathrm{I}}t)\}$
問 2	$\boldsymbol{B}_{0\mathrm{I}} = \dfrac{1}{\omega_{\mathrm{I}}}(\boldsymbol{k}_{\mathrm{I}}\times\boldsymbol{E}_{0\mathrm{I}}) = \dfrac{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}{\lvert\boldsymbol{k}_{\mathrm{I}}\rvert}(\boldsymbol{k}_{\mathrm{I}}\times\boldsymbol{E}_{0\mathrm{I}}) = \dfrac{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}{k_{\mathrm{IZ}}}(\boldsymbol{k}_{\mathrm{I}}\times\boldsymbol{E}_{0\mathrm{I}})$
問 3	$\nabla^2\boldsymbol{E}_{\mathrm{I}}(\boldsymbol{r},t) - \mu_0\varepsilon_0\dfrac{\partial^2\boldsymbol{E}_{\mathrm{I}}(\boldsymbol{r},t)}{\partial t^2} = 0$
問 4	横波。 入射波が存在する空間は真空中のため電荷はなく，マクスウェルの方程式の電界に関するガウスの法則の式は，$\nabla\cdot\boldsymbol{E} = 0$である。したがって， $\nabla\cdot\boldsymbol{E} = (i\boldsymbol{k}_{\mathrm{I}})\cdot\boldsymbol{E}_{\mathrm{I}}(\boldsymbol{r},t) = 0$ 上式最後の等式が常に成り立つためには $\boldsymbol{k}_{\mathrm{I}}\cdot\boldsymbol{E}_{\mathrm{I}}(\boldsymbol{r},t) = 0$，即ち $\boldsymbol{k}_{\mathrm{I}}$ と $\boldsymbol{E}_{\mathrm{I}}(\boldsymbol{r},t)$ は直交していなければならず，電界ベクトル $\boldsymbol{E}_{\mathrm{I}}(\boldsymbol{r},t)$ と入射波の進行方向を表す波数ベクトル $\boldsymbol{k}_{\mathrm{I}}$ とが直交しているということは，入射波の電界が横波であることを意味している。
問 5	$v_{\mathrm{IN}} = \dfrac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}$ $v_{\mathrm{TR}} = \dfrac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu_0}}$
問 6	$E_{\mathrm{Ix}} + E_{\mathrm{Rx}} = E_{\mathrm{Tx}}$ $E_{\mathrm{Ix}} - E_{\mathrm{Rx}} = \sqrt{\dfrac{\varepsilon}{\varepsilon_0}}E_{\mathrm{Tx}}$
問 7	$R = \left\lvert\dfrac{1-\sqrt{\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}}}{1+\sqrt{\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}}}\right\rvert^2 = \left\lvert\dfrac{\sqrt{\varepsilon_0}-\sqrt{\varepsilon}}{\sqrt{\varepsilon_0}+\sqrt{\varepsilon}}\right\rvert^2$ $T = \left\lvert\left(\dfrac{2}{1+\sqrt{\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}}}\right)^2\sqrt{\dfrac{\varepsilon}{\varepsilon_0}}\right\rvert = \left\lvert\dfrac{4\sqrt{\varepsilon_0\varepsilon}}{\left(\sqrt{\varepsilon_0}+\sqrt{\varepsilon}\right)^2}\right\rvert$