■出題の意図■

専門科目（受験区分コード：53）

電気電子情報系専攻の電子デバイス工学コース及び電子システム工学コースに関わる学問分野である電磁気学、電気回路に関して、理解度を測る。

令和７年１０月入学，令和８年４月入学（第１回） 山口大学大学院創成科学研究科（工学系） 博士前期課程入学試験 受験区分コード５３　専門科目（電磁気学）	受験番号	

電　磁　気　学　（その１）　　Electromagnetics 1

解答用紙 (ANSWER SHEET)

(1) 構造の対称性から電界の方向は無限平面に垂直な方向で，xy 面内では均一(一様)である．

(2)

$$①\ 0=\sigma_1'+\sigma_2',\quad ②\ \varepsilon_0 E_1=\sigma_1'',\quad ③\ \varepsilon_0 E_2=\sigma_1',\quad ④\ \varepsilon_0 E_3=\sigma_2'',$$

$$⑤\ 2\varepsilon_0 E_\infty=\sigma_1+\sigma_2=\sigma_1'+\sigma_1''+\sigma_2'+\sigma_2'',\quad ⑥\ \varepsilon_0 E_\infty-\varepsilon_0 E_1=0,\quad ⑦\ \varepsilon_0 E_\infty-\varepsilon_0 E_3=0.$$

(3)

$$\sigma_1'=\frac{\sigma_1-\sigma_2}{2},\ \sigma_1''=\frac{\sigma_1+\sigma_2}{2},\ \sigma_2'=\frac{\sigma_2-\sigma_1}{2},\ \sigma_2''=\frac{\sigma_1+\sigma_2}{2}. \qquad [\mathrm{C/m^2}]$$

$$E_1=\frac{\sigma_1+\sigma_2}{2\varepsilon_0},\ E_2=\frac{\sigma_1-\sigma_2}{2\varepsilon_0},\ E_3=\frac{\sigma_1+\sigma_2}{2\varepsilon_0}. \qquad [\mathrm{V/m}]$$

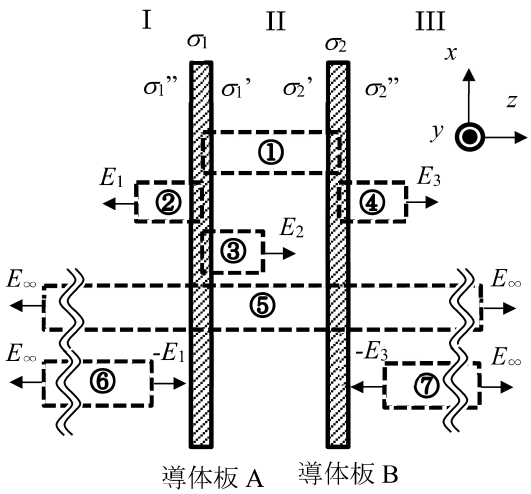

図 1

令和７年１０月入学，令和８年４月入学（第１回） 山口大学大学院創成科学研究科（工学系） 博士前期課程入学試験 受験区分コード５３　専門科目（電磁気学）	受験番号	

電　磁　気　学　（その２）　　Electromagnetics 2

解答用紙 (ANSWER SHEET)

(1) ①

$$|d\boldsymbol{B}_1| = \frac{\mu_0 I\, ds}{5\pi a^2} \quad [\mathrm{T}]$$

②

$$dB_{1//} = \frac{2\mu_0 I\, ds}{5\sqrt{5}\,\pi a^2} \quad [\mathrm{T}]$$

③

$$|\boldsymbol{B}_1| = \frac{4\mu_0 I}{(\sqrt{5})^3 a} \quad [\mathrm{T}]$$

④

$$|\boldsymbol{B}_0| = \frac{8\mu_0 I}{(\sqrt{5})^3 a} \quad [\mathrm{T}]$$

(2) ①

$$|\boldsymbol{B}| = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad [\mathrm{T}]$$

②

$$\Phi = \frac{\mu_0 I a}{\pi}\left(3\ln\frac{3}{2} - \ln 2\right) \quad [\mathrm{Wb}]$$

③

$$M = \frac{\mu_0 a}{\pi}\left(3\ln\frac{3}{2} - \ln 2\right) \quad [\mathrm{H}]$$

令和７年１０月入学，令和８年４月入学（第１回） 山口大学大学院創成科学研究科（工学系） 博士前期課程入学試験 受験区分コード５３　専門科目（電気回路）	受験番号	

電　気　回　路　（その１）　　Electric Circuit 1

解答用紙 (ANSWER SHEET)

解答は，これから上には書かないこと

(1) C_1, L_2 および R からなる回路のインピーダンスは，複素インピーダンス・アドミタンスを $\dot{Y}_1 = j\omega C_1$，$\dot{Z}_2 = j\omega L_2$ とそれぞれ定義して

$$\frac{\dot{Y}_1^{-1}\cdot(\dot{Z}_2+R)}{\dot{Y}_1^{-1}+\dot{Z}_2+R} = \frac{R+j\omega L_2}{1-\omega^2 L_2 C_1 + j\omega C_1 R}.$$

(2) 入力端子対 1-1'から見たインピーダンス$\dot{Z}_{\mathrm{in}}$は，$\dot{Z}_1 = j\omega L_1$とすると，

$$\dot{Z}_{\mathrm{in}} = \dot{Z}_1 + \frac{\dot{Y}_1^{-1}\cdot(\dot{Z}_2+R)}{\dot{Y}_1^{-1}+\dot{Z}_2+R} = j\omega L_1 + \frac{R+j\omega L_2}{1-\omega^2 L_2 C_1 + j\omega C_1 R} = \frac{R(1-\omega^2 L_1 C_1) + j\omega\{L_1(1-\omega^2 L_2 C_1)+L_2\}}{1-\omega^2 L_2 C_1 + j\omega C_1 R}.$$

(3) 負荷電流$\dot{I}_{\mathrm{o}}$は分流の法則により，

$$\dot{I}_{\mathrm{o}} = \frac{E}{\dot{Z}_{\mathrm{in}}}\cdot\frac{(R+\dot{Z}_2)^{-1}}{\dot{Y}_1+(R+\dot{Z}_2)^{-1}} = \frac{E}{R(1-\omega^2 L_1 C_1)+j\omega(L_1+L_2-\omega^2 L_1 L_2 C_1)}$$ となる.

これより，$\omega = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}}$のとき R と無関係となり，その実効値は $I_{\mathrm{o}} = |\dot{I}_{\mathrm{o}}| = \frac{E}{\sqrt{L_1/C_1}}$.

(4) 図１にテブナンの定理を適用して，2-2'から左部分の回路に対する等価電源E'および内部インピーダンス$\dot{Z}_{\mathrm{o}}$は，それぞれ

$$E' = \frac{E}{1-\omega^2 L_1 C_1},\qquad \dot{Z}_{\mathrm{o}} = j\omega L_2 + \frac{j\omega L_1}{1-\omega^2 L_1 C_1} = j\frac{\omega(L_1+L_2-\omega^2 L_1 L_2 C_1)}{1-\omega^2 L_1 C_1}.$$

(5) 前出の設問(3)より，負荷電流 $\dot{I}_{\mathrm{o}}$が電源電圧 E に対して遅れ位相（誘導性負荷）となるためにはその理論式において分母の実数成分，虚数成分ともに正となることが条件であり，

$\omega < \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}} < \sqrt{\left(\frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}}\right)^2 + \left(\frac{1}{\sqrt{L_2 C_1}}\right)^2}$ となる．すなわち，ω が L_1-C_1 の共振角周波数より小さい領域である。

令和７年１０月入学，令和８年４月入学（第１回） 山口大学大学院創成科学研究科（工学系） 博士前期課程入学試験 受験区分コード５３　専門科目（電気回路）	受験番号	

電　気　回　路　（その２）　　Electric Circuit 2

解答用紙 (ANSWER SHEET)

解答は，これから上には書かないこと

(1) $i_{10} = \frac{2E}{3R}$, $i_{20} = \frac{E}{3R}$

(2) $2Ri + (L_1 + L_2)\frac{di}{dt} = E$

(3) $i_{\mathrm{s}} = \frac{E}{2R}$

(4) $i_{\mathrm{h}} = Ae^{-\frac{2R}{L_1+L_2}t}$

(5) $i = \frac{E}{2R} + \frac{E(L_1-L_2)}{6R(L_1+L_2)}e^{-\frac{2R}{L_1+L_2}t}$