大阪工業大学大学院

＜工学研究科博士前期課程＞

2025年度外国人留学生入試

解答例

電気電子・機械工学専攻

電気電子工学コース

2025 年度　大阪工業大学大学院工学研究科　電気電子・機械工学専攻
外国人留学生入学試験解答用紙（電磁気学）

受験番号＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

【注意】問題１．と問題２．は各々、別の解答用紙に解答すること。
名前は記入しないこと。記入すると失格になります。

問題１.

（１）　誘電率 ε_1 $(r_1 < r_2)$ の誘電体内の半径 r での電界 E_1 を求めよ。

$$E_1 = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_1 r^2}$$

（２）　誘電率 ε_2 $(r_2 < r_3)$ の誘電体内の半径 r での電界 E_1 を求めよ。

$$E_2 = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_2 r^2}$$

（３）　誘電率 ε_3 $(r_3 < r_4)$ の誘電体内の半径 r での電界 E_3 を求めよ。

$$E_3 = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_3 r^2}$$

（４）　内外導体球間（r_1 と r_4 の間）の電位差 V を求めよ。

$$V = -\int_{r_4}^{r_3} \frac{Q}{4\pi\varepsilon_3 r^2} dr + \left(-\int_{r_3}^{r_2} \frac{Q}{4\pi\varepsilon_2 r^2} dr\right) + \left(-\int_{r_2}^{r_1} \frac{Q}{4\pi\varepsilon_1 r^2} dr\right)$$

$$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon_3}\left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right) + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_2}\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3}\right) + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_1}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

（５）　このコンデンサの静電容量 C を求めよ。

$$C = \frac{4\pi}{\frac{1}{\varepsilon_3}\left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right) + \frac{1}{\varepsilon_2}\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3}\right) + \frac{1}{\varepsilon_1}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)}$$

（６）　コンデンサに蓄えられている静電エネルギー W を求め、電荷 Q を用いて表せ。

$$W = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{\frac{1}{\varepsilon_3}\left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right) + \frac{1}{\varepsilon_2}\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3}\right) + \frac{1}{\varepsilon_1}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)}{4\pi} Q^2$$

$$= \frac{\frac{1}{\varepsilon_3}\left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right) + \frac{1}{\varepsilon_2}\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3}\right) + \frac{1}{\varepsilon_1}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)}{8\pi} Q^2$$

2025 年度　大阪工業大学大学院工学研究科　電気電子・機械工学専攻
外国人留学生入学試験解答用紙（電磁気学）

受験番号＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

【注意】問題１．と問題２．は各々、別の解答用紙に解答すること。
名前は記入しないこと。記入すると失格になります。

問題２.

（１）　半径 r の位置での磁界の大きさ H_1 を求めよ。

アンペアの法則より

$$H_1 = \frac{I}{2\pi r}$$

（２）　円柱形導体内の磁界の大きさ $H_{2\mathrm{in}}$ および円柱形導体外の磁界 $H_{2\mathrm{out}}$ をそれぞれ求めよ。

太さのある導体に流れる電流が I のとき、導体の電流密度 j は半径 r のとき、

$$j = \frac{I}{\pi r^2}$$

と表すことができる。

アンペアの法則から、導体内部の半径 r の点では閉曲面を貫く電流が変化するので、

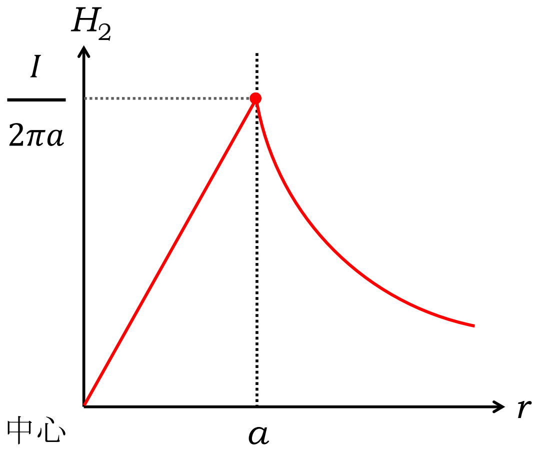
$$\oint_c H \cdot dS = 2\pi r H = \frac{\pi r^2}{\pi a^2} I = \frac{r^2}{a^2} I$$

となる。

導体外部ではアンペアの法則が適用できるため、(１) の解答を用いれば、$H_{2\mathrm{in}}$ および $H_{2\mathrm{out}}$ はそれぞれ以下のように表すことができる。また、半径 r に対する磁界の変化の概形は以下のようになる。

$$H_{2in} = \frac{Ir}{2\pi a^2}\ (r < a)$$

$$H_{2out} = \frac{I}{2\pi r}\ (r > a)$$



H_2
$\frac{I}{2\pi a}$
中心
a
r

2025年度 大阪工業大学大学院工学研究科 電気電子・機械工学専攻 外国人留学生入学試験解答（電気回路）

問題１.

(1) $\frac{R_2}{R_1+R_2}E = \frac{R_4}{R_3+R_4}E$より，$R_1 = \frac{R_2R_3}{R_4} = 12\,\Omega$

(2) テブナンの定理で求める．R_5を取り除いたのちその両端電圧をV_0とすると，

$$V_0 = \frac{6}{3+6}\cdot 30 - \frac{3}{6+3}\cdot 30 = 10\,V$$

ab 間が電圧源であることから短絡し，R_5を取り除いたのちの両端の合成抵抗をR_0とすると

$$R_0 = R_1//R_2 + R_3//R_4 = 2 + 2 = 4\Omega$$

よって

$$I_0 = \frac{10}{4+1} = 2\,A$$

(3) (2)より$P_5 = I_0^2 R_5 = 4\,W$

問題２.

(1) $\dot{Z} = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$より，$\dot{I} = \frac{\dot{E}}{R+j\left(\omega L-\frac{1}{\omega C}\right)} = \frac{\dot{E}\left(R-j\left(\omega L-\frac{1}{\omega C}\right)\right)}{R^2+\left(\omega L-\frac{1}{\omega C}\right)^2}$

(2) 共振の条件は(1)の虚部が零となることから，ω_0を共振の各周波数，f_0を共振の周波数とすると

$$\omega_0 L - \frac{1}{\omega_0 C} = 0 \to \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \to f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

(3) (2)のとき$\dot{Z} = R$

(4) 共振のときに$\dot{I}$の大きさは最大となる．その大きさは$\frac{E}{R}$

(5) $\dot{Z} = 5 + j5\sqrt{2}$より，$\left|\dot{Z}\right| = 5\sqrt{3}\Omega$，$\dot{I} = \frac{10}{5\sqrt{3}} = \frac{2}{\sqrt{3}}\,A$

これより$\cos\phi = \frac{5}{5\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \to \sin\phi = \sqrt{1-\frac{1}{3}} = \sqrt{\frac{2}{3}}$ となるので，

$$P_e = 10\cdot\frac{2}{\sqrt{3}}\cdot\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{20}{3}\,W, \qquad P_r = 10\cdot\frac{2}{\sqrt{3}}\sqrt{\frac{2}{3}} = \frac{20\sqrt{2}}{3}\,var$$