大阪工業大学大学院

＜工学研究科博士前期課程＞

2025年度一般入試問題

電気電子・機械工学専攻

電気電子工学コース

＜第１回入試＞

問　題

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
電気電子工学コース　第１回一般入学試験問題　　　電磁気学
2024/7/6(土)

【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。

問題１．図１－１に示すように、面積 S の平行平板コンデンサの電極の一方に導体のばねを接続し、その両端に電源を接続して一定の電圧 V を印加した。固定された電極１から可動する電極２までの距離を x として、x が振動数 w で変化するとき、x は時刻 t のとき $x = a + b\sin wt$ （$a > b > 0$）で表されるとする。ただし、ばねのリアクタンス成分は無いものとして、極板間は真空（誘電率 ε_0）で電極の面積は十分広く、電極端の電界の乱れは無視できるものとする。このとき、以下の問いに答えよ。解答に際しては、時刻 t の関数として解答すること。

（１）時刻 t における静電容量 $C(t)$ を求めよ。
（２）電極２の表面電荷 $Q_2(t)$ を求めよ。
（３）電極間の電界 $E(t)$ を求めよ。
（４）電極間の電束密度 $D(t)$ を求めよ。
（５）電極間に蓄えられる静電エネルギー $U(t)$ を求めよ。
（６）電極間に働く静電気力 $F(t)$ を求めよ。
（７）電極間を流れる変位電流 $I_D(t)$ を求めよ。

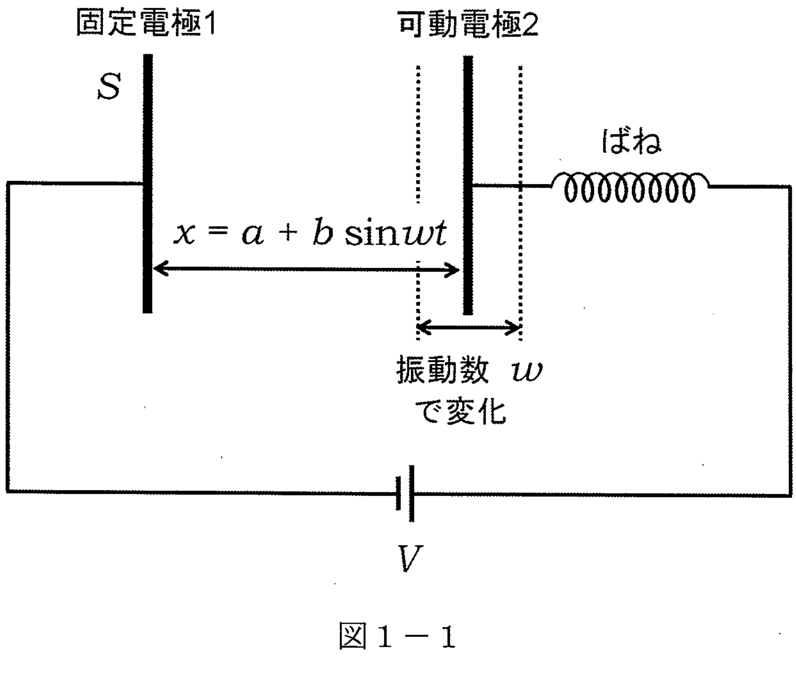

図１－１

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
電気電子工学コース　第1回一般入学試験問題　　電磁気学

2024/7/6(土)

【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。

問題2．以下の問いに答えよ。解答には必ず導出過程と単位を記すこと。
ただし、真空の透磁率はμ_0 [H/m]とする。

（1）電荷 q [C]、質量 m [kg]をもつ粒子が速度 $\boldsymbol{v} = \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ 0 \end{pmatrix}$[m/s]で真空中を等速運動している。空間に磁界$\boldsymbol{B} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ B_z \end{pmatrix}$[Wb/m^2]がかかった時、電荷が磁界から受ける力$\boldsymbol{F}$ [N]をもとめよ。

（2）（1）のとき，一様な xy 方向に電界 $\boldsymbol{E}=\begin{pmatrix} E_x \\ E_y \\ 0 \end{pmatrix}$ [V/m]をかけた場合、磁界中の電荷の受ける力 $\boldsymbol{F}$ [N]をもとめよ。

（3）実際には、物質に低電圧を印加した場合、物質中で加速された電荷は一定時間τ経過後には散乱を受け運動量 $\boldsymbol{p} = m\boldsymbol{v}$ [N·s]を失うとみなすことができる。速度の時間微分が加速度 $\boldsymbol{a}=\frac{\partial}{\partial t}\boldsymbol{v}$ [m/s^2]であることに注意して、速度に関する微分方程式を各成分でもとめよ。

（4）実際の物質中では、平均的にみると電荷一定速度で運動しているように近似できる。この時（3）で求めた式から、E_xおよびE_yをもとめよ。

（5）上記の時、流れる定常電流の電流密度$\boldsymbol{j}$ は$\boldsymbol{j} = nq\boldsymbol{v}$ [A/m^2]とかける。一方で抵抗率 $\boldsymbol{\rho}$ [Ω·m]を用いて$\boldsymbol{E} = \boldsymbol{\rho}\boldsymbol{j}$ともかける。このときの抵抗率 $\boldsymbol{\rho}$ のテンソル各成分を求めよ。この際、z 方向の電流は0とする。

（6）上記のように物質を磁界中において一定方向に電流を流した際に，対角に電圧を生じる。図2－1のように、この性質を利用してキャリア密度やキャリアの種類を判定できる．この現象のことを何というか答えよ。

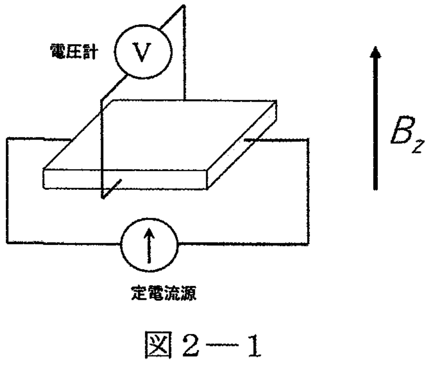

図2―1

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
電気電子工学コース　第１回一般入学試験問題　　　電気回路
2024/7/6(土)

【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。

問題１．図１－１に示す回路について、以下の問に答えよ。

（１）　図１－１の回路は大きさ R および $2R$ の抵抗と、起電力 E の直流電圧源で構成されている。図のようにループⅠ，Ⅱ，Ⅲを設ける。それぞれのループに電流 I_1, I_2, I_3 が流れているとする。このとき、各ループの電気回路網方程式を示せ。

（２）　電流 I_1, I_2, I_3 を求めよ。算出にあたり、必ずしも（１）を用いる必要はない。

（３）　端子 a-b 間の電圧 V_0 を求めよ。電圧の向きは図のとおりとする。また端子 a-b 間の合成抵抗を求めよ。

（４）　図１－２のように、図１－１の端子 a-b に大きさ R の抵抗を取り付けた。この抵抗に流れる電流 I_0 を求めよ。電流の向きは図のとおりとする。

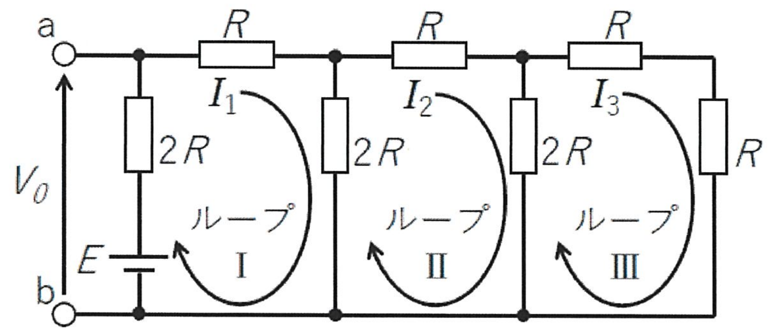

図１－１

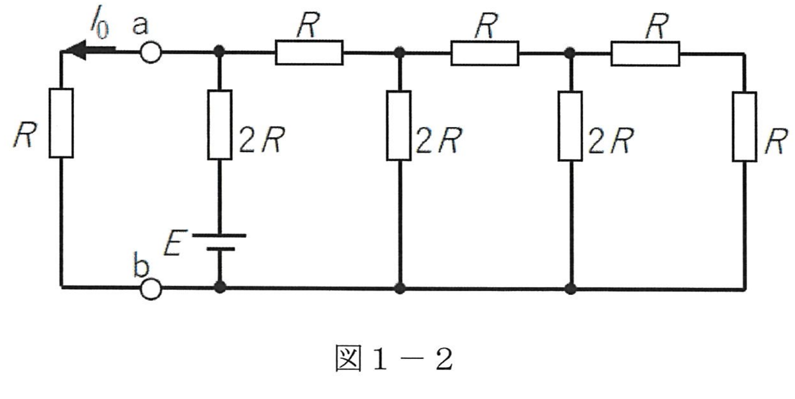

図１－２

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
電気電子工学コース　第１回一般入学試験問題　　電気回路
2024/7/6(土)

【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。

問題２．図２－１に示す角周波数 ω の正弦波交流電気回路について、次の各問いに答えよ。

（１）電流 $i(t)$ が電圧源 $e(t)$ と同相になる角周波数を求めよ。

（２）テブナンの定理を用いて、抵抗 R を流れる電流 $i_R(t)$ のフェーザ表示 $\dot{I}_R$ を求める。ただし、電圧源 $e(t)$ のフェーザ表示を $\dot{E}$ とする。

（ｉ）図２－２に示すように、R 以外の回路を内部インピーダンス Z_i、起電力 $\dot{V}_i$ の電圧源と等価に置き換えることができる。Z_i と $\dot{V}_i$ を求めよ。

（ｉｉ）等価電圧源を用いて、$\dot{I}_R$ を求めよ。

（３）$e(t)=2\sqrt{2}\sin(1000t+45^\circ)$、$C$ = 1mF、L = 1mH、R = 1Ω とする。$i_R(t)$ を求めよ。

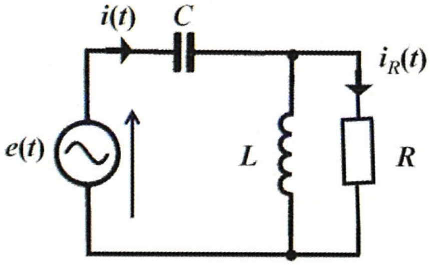

図２－１

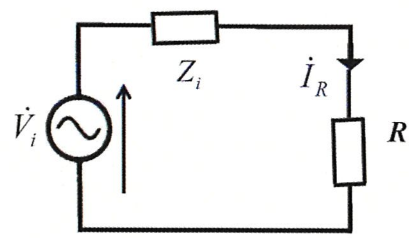

図２－２

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
電気電子工学コース　第１回一般入学試験問題　　電子回路
2024/7/6(土)

【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。

問題１．図 1-1 に示すトランジスタ増幅回路において、以下の問いに答えよ。

（１）　直流における等価回路を描け。

（２）　コレクタ直流電流 I_C とコレクタ・エミッタ間の直流電圧 V_{CE} の関係を式で示せ。ただし、エミッタ直流電流 I_E と I_C は同じと見なしてよい。

（３）　$V_{CC} = 5$ V, $R_A = 1$ kΩ、$R_B = 4$ kΩ、$R_C = 3$ kΩ、$R_E = 320$ Ωのとき、エミッタ直流電圧 V_E、I_C、ベース直流電流 I_B、V_{CE} の値をそれぞれ求めよ。ただし、$h_{FE} = 100$、ベース・エミッタ間の直流電圧 $V_{BE} = 0.6$ V とする。

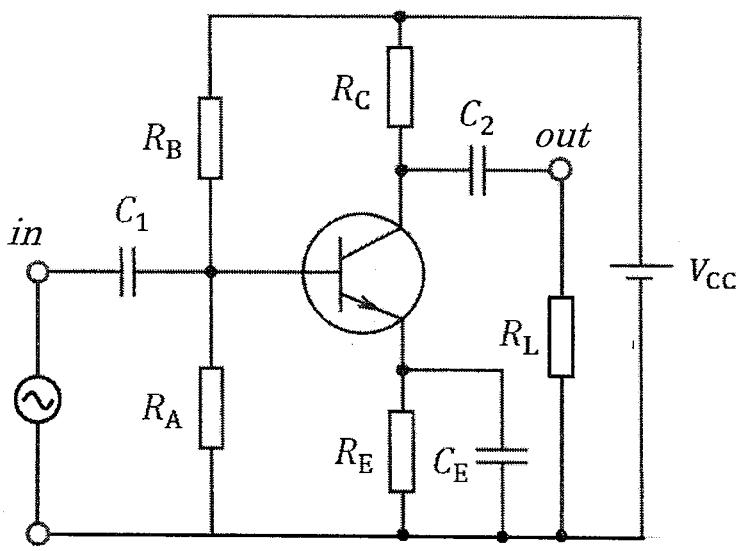

図 1-1

【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。

問題２．下の真理値表で示される回路について、以下の問いに答えよ。

（１）カルノー図を示し、論理式を導出せよ。

（２）加法（積和）標準形を示し、簡単化して（１）の論理式を導出せよ。
導出過程も示すこと。

（３）乗法（和積）標準形を示し、簡単化して（１）の論理式を導出せよ。
導出過程も示すこと。

（４）2入力のNAND、AND、OR、XOR論理記号を5つ以内で用いて、回路を描け。

（５）この回路にふさわしい名称を次の（ア）～（エ）から選べ。

（ア）全加算器　　　（イ）3入力AND回路

（ウ）3入力OR回路　　（エ）3入力多数決回路

入力			出力
A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

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
電気電子工学コース　第１回一般入学試験問題　　電気数学
2024/7/6(土)

【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。

問題１．ベクトル場について次の問いに答えよ。

（１）スカラー関数$\phi(x, y, z)$に対して、ϕの勾配（grad ϕ）は次のような式で表される。

$$\mathrm{grad}\,\phi = \boldsymbol{i}\frac{\partial \phi}{\partial x} + \boldsymbol{j}\frac{\partial \phi}{\partial y} + \boldsymbol{k}\frac{\partial \phi}{\partial z}$$

($\boldsymbol{i}, \boldsymbol{j}, \boldsymbol{k}$はそれぞれ、$x, y, z$軸の正の向きの単位ベクトル)

ここで、

$$\phi = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

とするとき、grad ϕを求めよ。

（２）ベクトル場$\boldsymbol{a}(x, y, z) = a_x\boldsymbol{i} + a_y\boldsymbol{j} + a_z\boldsymbol{k}$に対して、$\boldsymbol{a}$の発散（div $\boldsymbol{a}$）は次のような式で表される。

$$\mathrm{div}\,\boldsymbol{a} = \frac{\partial a_x}{\partial x} + \frac{\partial a_y}{\partial y} + \frac{\partial a_z}{\partial z}$$

（ｉ）div $\boldsymbol{a}$に関する次の記述のうち、適切なものを選べ。

(ア) $\boldsymbol{a}$が電界ベクトルであるとき、$\mathrm{div}\,\boldsymbol{a} > 0$であることは、その点における電荷密度が正であることを示す。

(イ) $\boldsymbol{a}$が磁界ベクトルであるとき、$\mathrm{div}\,\boldsymbol{a} > 0$であることは、その点における電流密度が正であることを示す。

(ウ) $\boldsymbol{a}$が磁界ベクトルであるとき、$\mathrm{div}\,\boldsymbol{a} > 0$であることは、その点における電界が減少していることを示す。

（ｉｉ）$\boldsymbol{a} = \mathrm{grad}\left(1/\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}\right)$であるとき、原点以外でのdiv $\boldsymbol{a}$を求めよ。導出過程も示すこと。

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
電気電子工学コース　第１回一般入学試験問題　　　電気数学
2024/7/6(土)

【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。

問題２．関数$f(t)$のラプラス変換$F(s)$は次式で与えられる。以下の問いに答えよ。

$$F(s) = \mathcal{L}[f(t)] = \int_0^\infty f(t)e^{-st}dt$$

（１）　$f(t) = \cos \omega t$　ラプラス変換を導出せよ。

（２）　$F(s) = \frac{s-2}{s^2+5s+6}$　の逆ラプラス変換を求めよ。

関数$f(t)$の１次導関数、２次導関数をそれぞれ$f'(t)$、$f''(t)$とすると

$$\mathcal{L}[f'(t)] = s\mathcal{L}[f(t)] - f(0)$$

$$\mathcal{L}[f''(t)] = s^2\mathcal{L}[f(t)] - sf(0) - f'(0)$$

となる。この時、以下の問いに答えよ。

（３）　$f(t) = e^{at}\sin \omega t$ のラプラス変換を求めよ。

（４）　$f(t) = (t+\alpha)^4$のラプラス変換を求めよ。