

2027年度 大阪公立大学

<工学部 電子物理工学科>

専 門 科 目 問 題
(電磁気学・電気回路)

解答時間 150分

注 意 事 項

1. 問題冊子は、監督者が「解答始め」の指示をするまで開かないこと。
2. 解答用紙（6枚）は別に配付する。
3. 解答開始後ただちに、すべての解答用紙の所定欄に、受験番号を丁寧に記入すること。
4. 電磁気学の解答は、青の解答用紙3枚（問1～問3）の所定欄に記入すること。
5. 電気回路の解答は、問1を赤、問2を黒、問3を緑の解答用紙の所定欄に記入すること。
6. 解答用紙の裏面は使用しないこと。下書きには、問題冊子の余白を使用すること。
7. 解答終了後、配付された解答用紙はすべて提出すること。問題冊子は持ち帰ること。
8. 本試験問題の一部あるいは全部について、いかなる方法においても複写・複製など、著作権法上で規定された権利を侵害する行為を禁じる。

2027年度 編入学試験問題 電磁気学

(青の解答用紙3枚に記入すること)

問1 真空中のマクスウェル方程式は次の4つの方程式(a)~(d)で表される。

$$\operatorname{div} \boldsymbol{E} = \rho / \varepsilon_0 \quad (\text{a}) \quad \operatorname{rot} \boldsymbol{E} = -\partial \boldsymbol{B} / \partial t \quad (\text{b})$$

$$\operatorname{div} \boldsymbol{B} = 0 \quad (\text{c}) \quad \operatorname{rot} \boldsymbol{B} = \mu_0 (\boldsymbol{j} + \varepsilon_0 \partial \boldsymbol{E} / \partial t) \quad (\text{d})$$

ここで電場 $\boldsymbol{E}$, 磁場 $\boldsymbol{B}$, 時間 t , 電荷密度 ρ , 電流密度 $\boldsymbol{j}$, 真空の誘電率 ε_0 , 真空の透磁率 μ_0 である。

(1) 4つの方程式(a)~(d)、それぞれの物理的意味を述べよ。

(2) 電荷密度 ρ と電流密度 $\boldsymbol{j}$ が満たす連続の方程式を導け。さらに、定常電流が流れている場合について、導いた連続の方程式の物理的意味を述べよ。必要なら任意のベクトル場 $\boldsymbol{A}$ に対して成り立つ関係式 $\operatorname{div} (\operatorname{rot} \boldsymbol{A}) = \nabla \cdot (\nabla \times \boldsymbol{A}) = 0$ を用いよ。

問2 xy 平面内で点電荷が作る電位と電界について考える。

(1) x 方向に微小な距離 $2a$ だけ離れた2点 $A(a, 0)$, $B(-a, 0)$ に、それぞれ $+Q$, $-Q$ の点電荷を置く。原点 O からの距離 r ($r \gg a$) にある点 $P(x, y)$ の電位 V を求めよ。ただし、微少量 s ($|s| \ll 1$) および実数 β に対して成り立つ近似式 $(1+s)^\beta \sim 1 + \beta s$ を用いて、 a の1次で近似せよ。

(2) (1)の場合に、原点 O から十分離れた点 $(0, y)$ での電界の大きさと向きを求めよ。

(3) 点 A と点 B のどちらにも $+Q$ の点電荷を置くとき、点 P での電位 V を求めよ。ただし、近似式 $(1+s)^\beta \sim 1 + \beta s + \beta(\beta-1)s^2/2$ を用いて、 a の2次で近似せよ。

問3 半径 a 、電流の大きさ i の円電流では、円の中心に大きさ $\mu_0 i / 2a$ の磁束密度が生じる。ここで、真空の透磁率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} [\text{H/m} = \text{Vs}/(\text{A m}) = \text{Wb}/(\text{A m})]$ である。

(1) 半径 5.00 cm の円形の一巻きコイルに 10.0 A の電流が流れている。コイルの中心に生じる磁束密度の大きさを求めよ。

(2) 陽子を中心とする半径 a_B の円周上を電子が v_B の速さで運動している。電子の電荷が円周上に一様に分布しているものとして軌道の中心における磁束密度の大きさを求めよ。なお、円周に沿った単位長さあたりの電荷密度は $\lambda_e = e/(2\pi a_B)$ であり、電流の大きさは $\lambda_e v_B$ で与えられる。また、 $a_B = 5.00 \times 10^{-11} \text{ m}$, $v_B = 2.00 \times 10^6 \text{ m/s}$, 電気素量 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ とする。

2027年度 編入学試験問題 電気回路

(各問に対して1枚の解答用紙(問 1: 赤, 問 2: 黒, 問 3: 緑)に記入すること)

問 1 図1に示す回路について、以下の設問に答えよ。ただし、 $\dot{E}_1, \dot{E}_2$ は交流電圧源、 L は自己インダクタンス、 M は相互インダクタンス、 C はキャパシタンス、 R は抵抗であり、角周波数は ω とする。また、 $L > M$ とする。

- (1) 図1(a)のa-b端子間のインピーダンスを求めよ。
- (2) 図1(a)の電圧 $\dot{V}$ を求めよ。
- (3) 図1(b)のa'-b'端子間のインピーダンスを求めよ。
- (4) 図1(a)のa-b端子と図1(b)のa'-b'端子を接続した。 C を調整すると、回路の消費電力が最大となった。このときの C を求めよ。
- (5) (4)の状態において、電流 $\dot{I}$ と回路の消費電力を求めよ。

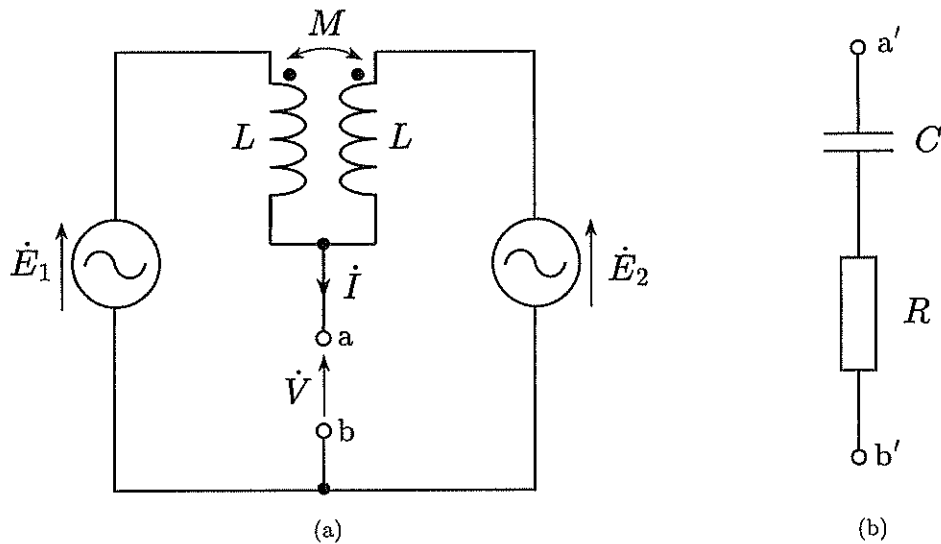


図 1

2027年度 編入学試験問題 電気回路

(各問に対して1枚の解答用紙(問 1:赤, 問 2:黒, 問 3:緑)に記入すること)

問 2 図 2 に示す回路について, 以下の設問に答えよ。ただし, $\dot{E}$ は交流電圧源, R は抵抗, C はキャパシタンスであり, 角周波数は ω とする。また, 2-2' 端子は開放されている。

- (1) 破線で囲んだ四端子回路網における四端子定数を $(\dot{A}, \dot{B}, \dot{C}, \dot{D})$ とする。 $\dot{A}$ の実部と虚部を求めよ。
- (2) ω を変化させて, 2-2' 端子間の電圧 $\dot{V}$ と $\dot{E}$ の位相差を $\pi/2$ にした。このときの ω を, R と C で表せ。
- (3) (2) の状態における $\dot{V}$ を $\dot{E}$ で表せ。

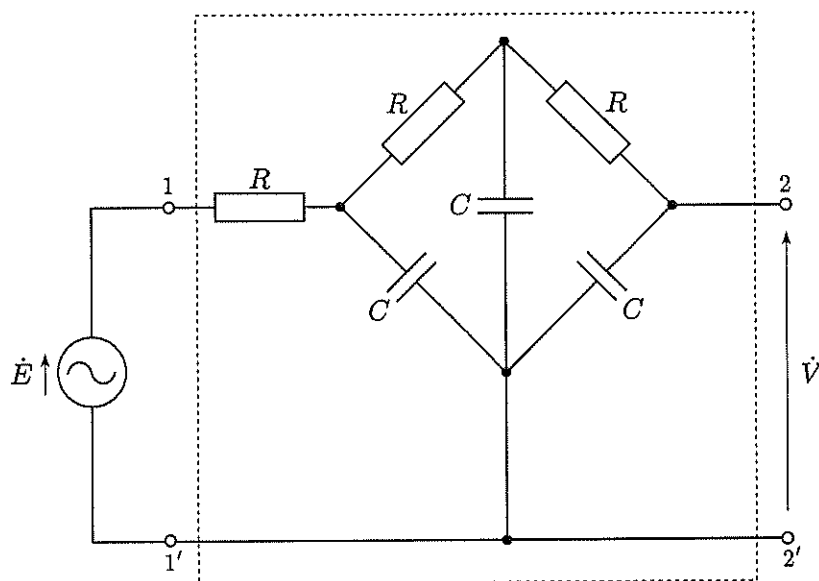


図 2

2027年度 編入学試験問題 電気回路

(各問に対して1枚の解答用紙(問1:赤, 問2:黒, 問3:緑)に記入すること)

問3 図3(a)の回路は, スイッチSが開いた状態で十分時間が経過し, 電流 i は0になっているものとする。時刻 $t=0$ でSを閉じた。以下の設問に答えよ。ただし, R は抵抗, L はインダクタンスである。また, 印加する電圧 e は, 図3(b)に示す周期 $2T$, 大きさ E の長方形波である。

- (1) $0 \leq t \leq T$ における $i(t)$ を求めよ。
- (2) $T \leq t \leq 2T$ における $i(t)$ を求めよ。
- (3) $t = (2n-1)T$ のときの $i(t)$ を I_n , $t = (2n+1)T$ のときの $i(t)$ を I_{n+1} とする($n = 1, 2, 3, \dots$)。 I_{n+1} を I_n で表せ。

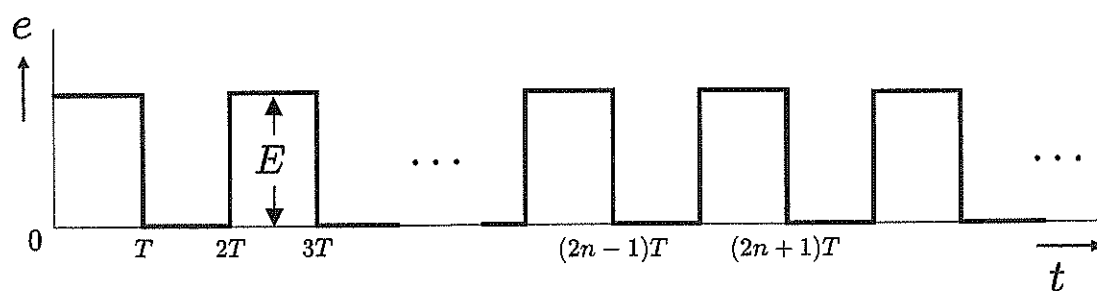
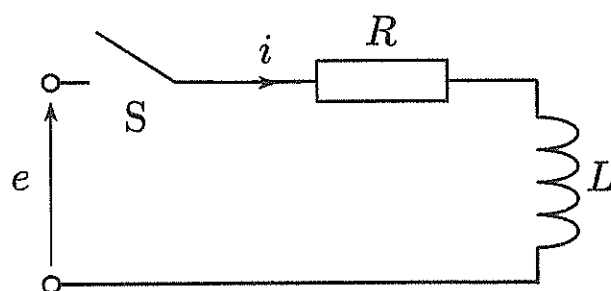


図3

2027年度 大阪公立大学

＜工学部 電子物理工学科＞

基 礎 科 目 問 題
(数学：線形代数、微分方程式、複素関数論)

解答時間 60分

注 意 事 項

1. 問題冊子は、監督者が「解答始め」の指示をするまで開かないこと。
2. 解答用紙（3枚）は別に配付する。
3. 解答開始後ただちに、すべての解答用紙の所定欄に、受験番号を丁寧に記入すること。
4. 解答は、線形代数を赤、微分方程式を緑、複素関数論を黒の解答用紙の所定欄に記入すること。
5. 解答用紙の裏面は使用しないこと。下書きには、問題冊子の余白を使用すること。
6. 解答終了後、配付された解答用紙はすべて提出すること。問題冊子は持ち帰ること。
7. 本試験問題の一部あるいは全部について、いかなる方法においても複写・複製など、著作権法上で規定された権利を侵害する行為を禁じる。

2027年度 編入学試験問題 数学

線形代数 (赤の解答用紙に記入すること)

c を実数とし、4 次正方行列 A と 4 次元ベクトル $\mathbf{b}$ を次式で定める.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -c+4 & -2 & -1 \\ 0 & c-2 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 0 & c+1 \\ 2 & -c+6 & -2 & c^2-c \end{pmatrix}, \quad \mathbf{b} = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 2 \\ -3 \end{pmatrix}$$

- (1) A の階数を求めよ.
- (2) $c = 0$ とする. このとき, $A\mathbf{x} = \mathbf{0}$ を満たす 4 次の実数ベクトル $\mathbf{x}$ のうち, $\|\mathbf{b} - \mathbf{x}\|$ を最小にする $\mathbf{x}$ を求めよ. ただし, $\mathbf{0}$ は 4 次の零ベクトルとし, $\|\mathbf{b} - \mathbf{x}\|$ はベクトル $\mathbf{b} - \mathbf{x}$ の大きさ (ノルム) を表すとする.

2027年度 編入学試験問題 数学

微分方程式 (緑の解答用紙に記入すること)

次の微分方程式を解け。

$$(1) \cos \frac{y}{x} \frac{dy}{dx} = \frac{y}{x} \cos \frac{y}{x} + \sin \frac{y}{x}$$

$$(2) \frac{d^2y}{dx^2} + \frac{dy}{dx} - 2y = x^3$$

2027年度 編入学試験問題 数学

複素関数論 (黒の解答用紙に記入すること)

以下の問いに答えよ。

(1) 次の積分路(a), (b)について、複素積分 $\int_i^{-i} |z| dz$ をそれぞれ求めよ。

(a) $z = i$ と $z = -i$ を結ぶ虚軸上の線分

(b) 単位円の $\operatorname{Re}(z) \geq 0$ である右半円周

(2) 次の関数 $f(t)$ のフーリエ変換を求めよ。

$$f(t) = \begin{cases} 1 & (0 \leq t \leq 1) \\ -1 & (-1 \leq t < 0) \\ 0 & (|t| > 1) \end{cases}$$