

電磁気学 解答例

$$(a) \quad \Delta R = \rho \frac{\text{電流長}}{\text{電流断面積}} = \rho \frac{2\pi r}{h\Delta r}$$

(b) 図1のリングが並列接続されていると考え、さらに $\Delta R \rightarrow dR$ の極限を考えることで

$$\frac{1}{R} = \int \frac{1}{dR} = \int_a^b \frac{h dr}{2\pi \rho r} = \frac{h}{2\pi \rho} \ln \frac{b}{a}$$

よって

$$R = \frac{2\pi \rho}{h \ln \frac{b}{a}}$$

(c) 鎖交磁束 Φ は次式で与えられる.

$$\Phi = B \cdot \pi r^2 = \pi B_0 r^2 \sin \omega t$$

ファラデーの法則より

$$U = \left| -\frac{d\Phi}{dt} \right| = \left| \pi B_0 \omega r^2 \cos \omega t \right|$$

$$(d) \quad \Delta P(t) = \frac{U^2}{\Delta R} = \frac{h\Delta r}{2\pi \rho r} \pi^2 B_0^2 \omega^2 r^4 \cos^2 \omega t = \frac{\pi B_0^2 \omega^2 h r^3 \Delta r}{2\rho} \cdot \frac{1 + \cos 2\omega t}{2}$$

よって時間平均は

$$\Delta P = \frac{\pi B_0^2 \omega^2 h r^3 \Delta r}{4\rho}$$

(e) $\Delta P \rightarrow dP$ の極限を考えることで

$$P = \int dP = \frac{\pi B_0^2 \omega^2 h}{4\rho} \int_a^b r^3 dr = \frac{\pi B_0^2 \omega^2 h (b^4 - a^4)}{16\rho}$$

令和9年度横浜国立大学理工学部編入学試験解答用紙

学科 (EP) : 数物・電子情報系学科 (電子情報システム EP)

試験科目: 専門科目

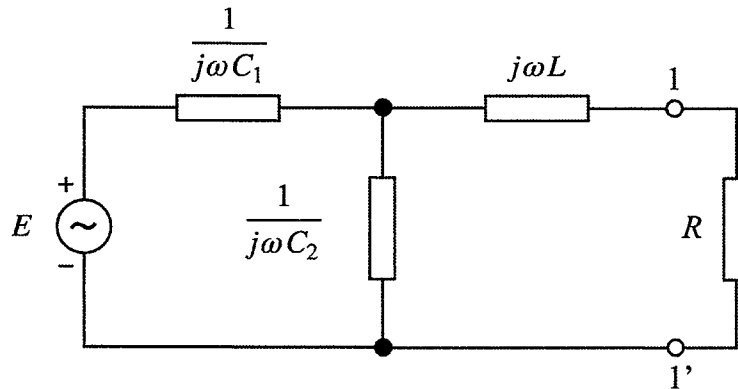
氏名

受験番号

電気回路

(解答はこれより下に記入すること。)

(1) 図1の回路のフェーザ法表現は以下の通りとなる。



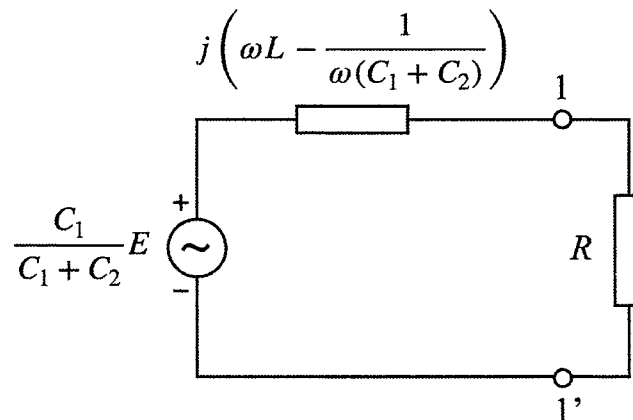
(a) 電圧源を短絡として 1-1' から左を見ると, C_1 と C_2 の並列合成回路と L が直列接続された回路となるため, 合成インピーダンスは次式により表せる。

$$\dot{Z}_{eq} = \frac{1}{j\omega C_1 + j\omega C_2} + j\omega L = j \left(\omega L - \frac{1}{\omega(C_1 + C_2)} \right)$$

(b) 1-1' 開放時の電圧は, C_2 にかかる電圧と同一のため, 次式で表せる。

$$\dot{V}_{oc} = \frac{\frac{1}{j\omega C_2}}{\frac{1}{j\omega C_1} + \frac{1}{j\omega C_2}} \cdot E = \frac{C_1}{C_1 + C_2} E$$

(2) テブナン等価回路は次図の通りとなる。



----- (解答はこれより下に記入すること。) -----

したがって、抵抗にかかる電圧は次式の通り。

$$V_R = \frac{R}{j\left(\omega L - \frac{1}{\omega(C_1 + C_2)}\right) + R} \cdot \frac{C_1}{C_1 + C_2} E$$

V_R が R に依存しないようにするためには、以下の条件が必要。

$$\omega L - \frac{1}{\omega(C_1 + C_2)} = 1$$

$$\therefore \omega^2 L(C_1 + C_2) = 1$$

(3) 抵抗を流れる電流の実効値の複素数表現は、以下の通り。

$$\dot{I}_R = \frac{\frac{C_1}{C_1 + C_2} E}{j\left(\omega L - \frac{1}{\omega(C_1 + C_2)}\right) + R} = \frac{5}{4 + j3}$$

したがって、電流の実効値と位相角 θ はそれぞれ次式の通り。

$$\begin{cases} |\dot{I}_R| = 1 \\ \theta = -\arctan\left(\frac{3}{4}\right) \end{cases}$$

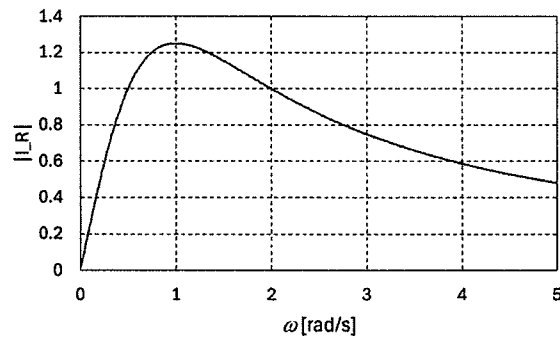
以上より、実電流は次式となる。

$$i(t) = \sqrt{2} \cos\left(2t - \arctan\left(\frac{3}{4}\right)\right)$$

(4) 電流の実効値は次式により表される。

$$|\dot{I}_R| = \left| \frac{5}{j2\left(\omega - \frac{1}{\omega}\right) + 4} \right|$$

したがって、 $\omega=0$ および ∞ で電流は 0 へと漸近し、 $\omega=1$ で最大値 (5/4) となる。概形は以下の通り。



以上

令和9年度横浜国立大学理工学部編入学試験解答用紙

学科 (EP) : 数物・電子情報系学科 (電子情報システム EP)

試験科目: 専門科目

氏名

受験番号

論理回路

問 1.

(解答はこれより下に記入すること。)

(1)

AB \ CD	CD			
	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	1	0	0
11	0	1	0	0
10	1	0	1	1

(2)

$$F = B\bar{C}D + A\bar{B}\bar{D} + A\bar{B}C$$

問 2.

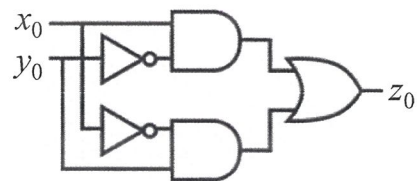
(1)

x_1	x_0	y_1	y_0	z_2	z_1	z_0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	0
0	1	1	0	0	1	1
0	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	1	1
1	0	1	0	1	0	0
1	0	1	1	1	0	1
1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	1	1	0

(2) $z_2 = x_1y_1 + x_1x_0y_0 + x_0y_1y_0$

$$z_0 = \bar{x}_0y_0 + x_0\bar{y}_0$$

(3)

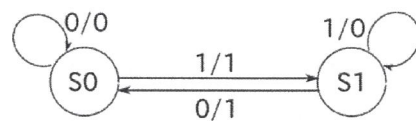


問 3

(1) $T = \bar{I}Q + I\bar{Q}$

(2)

I	Q	Q_+	T	O
0	0	0	0	0
0	1	0	1	1
1	0	1	1	1
1	1	1	0	0



電子工学

(1) $E = V/l$

(2) 電界によって加速されるがおよそ τ 秒後に散乱を受ける。その後再び加速され、散乱されるという運動を繰り返しながら、電界と反対方向に移動する。

(3) $v_d = \frac{e\tau}{m}V$

(4) $j = nev_d = \frac{ne^2\tau}{ml}V$ $I = jS = \frac{ne^2\tau S}{ml}V$

(5) $j = \sigma E$ と前問の j を見比べて、 $\sigma = \frac{ne^2\tau}{m}$

(6) $R = \frac{V}{I} = \frac{1}{\sigma} \frac{l}{S}$ ((4)(5)の解より) $\sigma = \frac{1}{\rho}$ を代入し、 $R = \rho l/S$ を得る

(7) 温度上昇により、子振動エネルギーが増え、電子は散乱されやすくなる。このため抵抗率が増え、電流 I は小さくなる。

アルゴリズム 解答例

正解：1 問 10 点（部分点なし）

- (1) 3, 7, 5, 12
- (2) 5, 7, 19, 12
- (3) 7, 8, 19, 12
- (4) 8 12 19 15
- (5) $O(\log p)$ または $O(\log_2 p)$

このプログラムは、「配列 A の要素の中から最大の k 個を取り出す」処理を、最小ヒープを用いて実現している。具体的には、配列 B の先頭 $B[0]$ に最小値が入るようにする。プログラムの流れは次の通りである。

1. 配列 A の先頭 k 個を配列 B へコピーする（ループ 1）
2. $f2$ により B を最小ヒープに変換する
3. 残りの要素を順に確認する（ループ 2）
4. 現在の最小値 $B[0]$ より大きい値だけをヒープへ入れる
5. 最終的に「大きい値 k 個」が B に残る

(1) 関数 $f2$ 実行直後の配列 B

まずループ 1 によって、

$$B = \{12, 3, 5, 7\}$$

となる。その後 $f2(B, 4)$ を実行して最小ヒープを作る。

- $i = 1$ では変化なし

- $i = 0$ で 12 と 3 を交換
- 続いて 12 と 7 を交換

最終的に,

3 7 5 12

となる。

(2) ループ 2 で $i = 4$ の処理終了時

このとき,

$A[4] = 19$

であり, 現在の最小値 $B[0] = 3$ より大きい。

そのため根を 19 に置き換え,

{19, 7, 5, 12}

となる。その後 f1 によりヒープを調整すると,

{5, 7, 19, 12}

となる。したがって答えは,

5 7 19 12

である。

(3) ループ 2 で $i = 6$ の処理終了時

$i = 5$ では,

$A[5] = 0$

であり, 最小値 5 より小さいため変化しない。

次に $i = 6$ では,

$A[6] = 8$

であり, $8 > 5$ なので根を置き換える。

{8, 7, 19, 12}

その後ヒープ調整を行うと,

{7, 8, 19, 12}

となる。

よって答えは,

7 8 19 12

である。

(4) プログラム終了時の出力

残りの値についても同様に処理する。

- 15 はヒープ内最小値より大きいいため追加
- 6 は最小値より小さいため無視

最終的な B は,

{8, 12, 19, 15}

となる。printf("%d ", B[i]); により各値の後ろに空白が付くため, 出力は

8 12 19 15

となる。

(5) 関数 f1 の最悪時間計算量

f1 はヒープ木を下方方向へたどりながら交換を行う。

ヒープは完全二分木であり, 高さは

$\log p$

である。各段階での処理は定数時間なので, 最悪時間計算量は

$O(\log p)$

となる。