

専 門 科 目

「電気電子情報工学」

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題用紙を開いてはいけません。
- 2 問題用紙は12ページ、解答用紙は9ページあります。試験開始の合図があったから確かめなさい。
- 3 監督者の指示に従い、解答用紙の全てのページに受験番号を記入しなさい。氏名を書いてはいけません。
- 4 文字などの印刷に不鮮明なところがあった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 5 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。ただし、「総得点欄」「採点欄」「得点欄」に記入してはいけません。
- 6 問題用紙の余白は下書きとして利用してかまいません。
- 7 試験終了後、配付された問題用紙、下書用紙は持ち帰りなさい。

8 受験生は問題1～3の3題の中から2題のみを選択し解答しなさい。なお、選択した問題を明らかにするため、選択した問題の解答用紙の□にチェック（☑）を入れなさい。また、同様に下記の□にチェックを入れなさい。

- ☐ 問題1 電気回路
- ☐ 問題2 電気磁気学
- ☐ 問題3 情報数学

問 題 用 紙

（「電気電子情報工学」電気回路）

問題 1 電気回路に関する次の問い（A，B）に答えなさい。

A 直流回路について，次の問い（問 1～3）に答えなさい。

問 1 図 1－1 に示す回路において，電流計 A に 2 A の電流が流れた。次の問い（(1)，(2)）に答えなさい。ただし，電流計 A の内部抵抗は無視できるものとする。

(1) 回路全体を流れる電流 I_1 [A] を求めなさい。

(2) 電源電圧 V [V] を求めなさい。

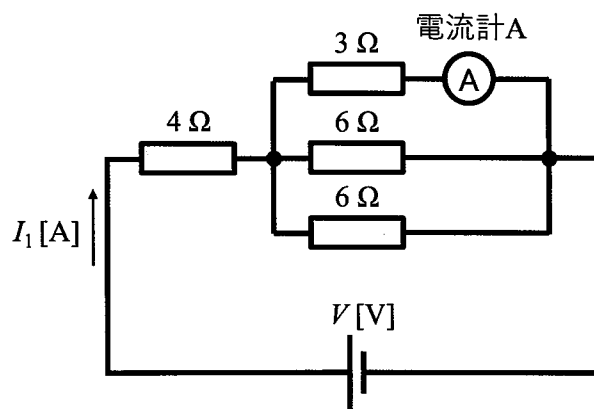


図 1－1

問 題 用 紙
(「電気電子情報工学」電気回路)

問 2 図 1－2 に示す回路において、端子 a, b 間の合成抵抗[Ω]を求めなさい。

問 3 24 V の電源電圧と、 9Ω の抵抗 10 個で構成される図 1－3 の回路について、次の問い (1), (2) に答えなさい。

(1) 端子 a, b 間の合成抵抗[Ω]を求めなさい。

(2) 回路全体に流れる電流 I_2 [A]を求めなさい。

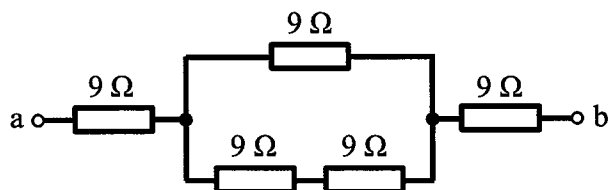


図 1－2

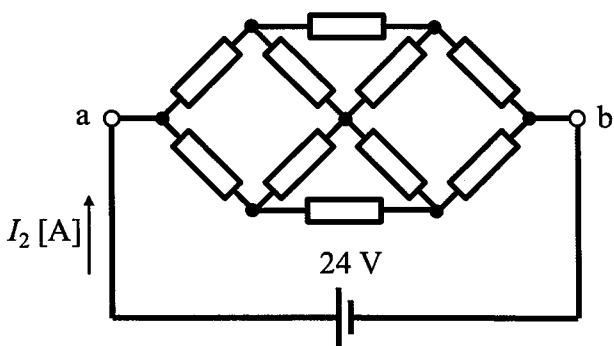


図 1－3

問 題 用 紙
(「電気電子情報工学」電気回路)

B 交流回路について、下の問い（問4・問5）に答えなさい。ただし、虚数単位を j とする。

問4 図1-4に示す回路について、次の問い（1）、（2）に答えなさい。

- (1) 端子a, b間の複素インピーダンス Z を角周波数 ω , 抵抗 R , インダクタンス L , 静電容量 C を用いた式で表しなさい。
- (2) 端子a, b間の複素インピーダンスが周波数と無関係な、定抵抗回路となる抵抗 R をインダクタンス L と静電容量 C を用いた式で表しなさい。

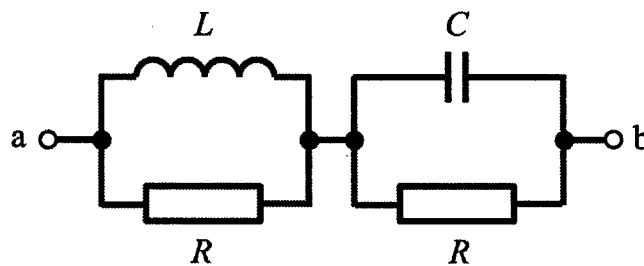


図1-4

問題用紙

(「電気電子情報工学」電気回路)

問 5 図 1－5 に示す回路は、抵抗 $R_0 = 1 \Omega$ 、静電容量 $C_0 = 5 \mu\text{F}$ 、交流電源 $E_1 \cos \omega_1 t$ [V], $E_2 \cos \omega_2 t$ [V] から構成されている。ただし、 $E_1 = 10 \text{ V}$ 、 $E_2 = 8 \text{ V}$ 、 $\omega_1 = 10^5 \text{ rad/s}$ 、 $\omega_2 = 2 \times 10^5 \text{ rad/s}$ である。この回路について記述された次の文章中の空欄 a～d に当てはまる最も適当な語句等を、解答群から一つずつ選んでア～タの記号で答えなさい。ただし、同じ記号を複数回使用してもよい。

図 1－5 に示す回路で消費される電力は を応用すると、図 1－6 と図 1－7 に示すそれぞれの回路で求めた電力の合成により求めることができる。ここで、図 1－6 に示す回路で消費される電力は であり、図 1－7 で示す回路で消費される電力は となることから、図 1－5 に示す回路で消費される電力は となる。

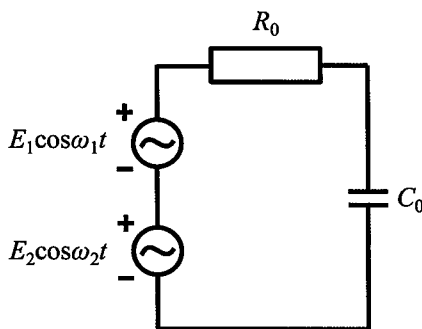


図 1－5

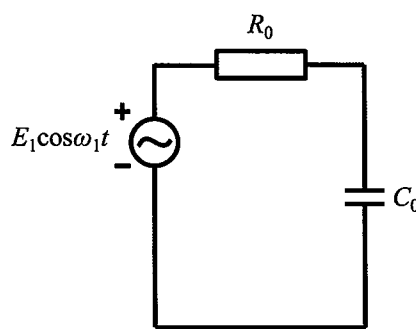


図 1－6

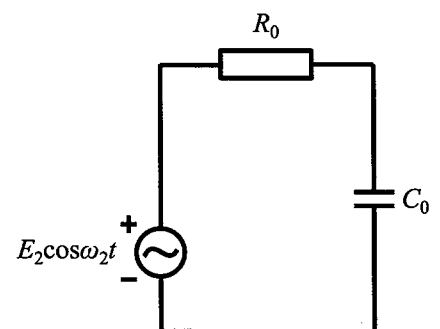


図 1－7

解答群：

ア) 10 W イ) 16 W ウ) 20 W エ) 26 W オ) 30 W

カ) 32 W キ) 42 W ク) 46 W ケ) 52 W コ) 56 W

サ) 鳳・テブナンの定理 シ) ノートンの定理 ス) ミルマンの定理

セ) 重ね合わせの理 ソ) オームの法則 タ) キルヒホッフの法則

問 題 用 紙

(「電気電子情報工学」電気磁気学)

問題 2 電気磁気学に関する次の文章 (A, B) を読み、下の問い (問 1・問 2) に答えなさい。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 、真空の透磁率を μ_0 とする。文章 A と文章 B は互いに独立した現象を扱っているものとする。

A 図 2-1 のような真空中の xy 平面上で、点 $A(a, 0)$ に点電荷 $+q$ 、点 $B(-a, 0)$ に点電荷 $-q$ が固定されている。この座標系の原点を $O(0, 0)$ とし、原点から y 軸の正の方向に a だけ離れた位置に点 $C(0, a)$ を考える。ただし、 $a > 0$ および $q > 0$ とする。

問 1 生じる現象を説明した次の文章中の空欄 a~q に当てはまる最も適当な語句等を、解答群から一つずつ選んでア~への記号で答えなさい。ただし、同じ記号を複数回使用してもよい。

点 A と点 B に固定された点電荷が点 C につくる電場ベクトルをそれぞれ E_{AC} 、 E_{BC} とする。 の法則および $AC = BC =$ $\cdot a$ より、 $|E_{AC}| = |E_{BC}| =$, E_{AC} の向きは , E_{BC} の向きは である。点 C における電場ベクトル E_C は、二つの点電荷によってつくられる電場ベクトルの で表されるので、その大きさは $|E_C| =$ となり、その向きは となる。点 C に新たな点電荷 $+q$ を置いた場合、この点電荷にはたらく力の大きさは $F =$, その向きは となる。

続けて電位について考える。最初は点 C に電荷がなく、電位の基準は無限遠にとるものとする。点 A と点 B に固定された点電荷が点 O につくる電位は、それぞれ $V_{AO} =$, $V_{BO} =$ である。このとき点 O における電位は、二つの点電荷によってつくられる電位の に等しいので、 となる。同様に考えると、点 C における電位は であり、点 C と点 O の間の電位差は となる。点 C に新たな点電荷 $+q$ を置いた場合、この点電荷を点 O まで移動させるのに必要な仕事は となる。

問 題 用 紙

(「電気電子情報工学」電気磁気学)

解答群：

ア) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a^2}$ イ) $\frac{q}{8\pi\epsilon_0 a^2}$ ウ) $\frac{q}{4\sqrt{2}\pi\epsilon_0 a^2}$ エ) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a}$ オ) $-\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a}$

カ) $\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2}$ キ) $\frac{q^2}{8\pi\epsilon_0 a^2}$ ク) $\frac{q^2}{4\sqrt{2}\pi\epsilon_0 a^2}$ ケ) $\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a}$ コ) $-\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a}$

サ) ∞ シ) 0 ス) 1 セ) 2 ソ) $\sqrt{2}$

タ) 上方向 チ) 下方向 ツ) 左方向 テ) 右方向 ト) 左斜め上方向

ナ) 右斜め上方向 ニ) 左斜め下方向 ヌ) 右斜め下方向

ネ) 掛け合わせ ノ) 足し合わせ

ハ) クーロン ヒ) ファラデー フ) アンペール ヘ) ローレンツ

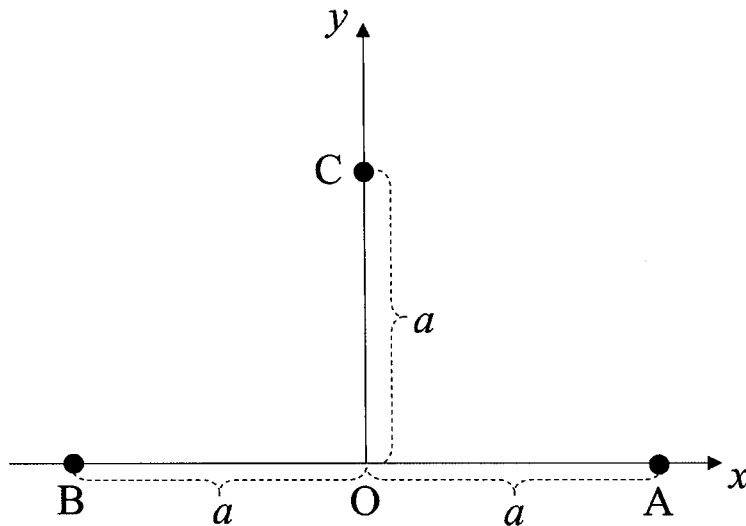


図 2 - 1

問 題 用 紙

(「電気電子情報工学」電気磁気学)

B 図2-2のように、真空中で無限に長い直線導線が紙面内に固定され、その中を大きさ I の定常電流が矢印の向きに流れている。紙面内で直線導線の右側には、抵抗値 R の抵抗 R 、2本の金属レール、および長さ l の金属棒から構成された回路があり、金属棒以外は固定されている。2本の金属レールは距離 l で平行に置かれ、直線導線に対して垂直である。金属棒は両方の金属レールに接した状態で、直線導線と平行を保ちながら動くことができる。金属棒に外力を加え、金属棒を一定の速さ v で紙面内の右向きに運動させた。ただし、金属棒が金属レールの右端に達することなく、回路において抵抗 R 以外の抵抗および自己誘導の影響は無視できるものとする。

問2 生じる現象を説明した次の文章中の空欄 a～m に当てはまる最も適当な語句等を、解答群から一つずつ選んでア～ノの記号で答えなさい。ただし、同じ記号を複数回使用してもよい。

直線導線上の任意の点を中心とし、直線導線に対して垂直な半径 r の円板を考えると、円周上の磁束密度の大きさ $B(r)$ を a の法則

$$B(r) \cdot \text{b} = \mu_0 I$$

から求めることができる。よって、磁束密度の大きさは直線導線からの距離に対して変化する。紙面内で直線導線より右側の領域では、磁束密度は c 向きに生じる。

金属棒が直線導線から距離 r の位置にあるとき、金属棒中の単位電荷 (1 C の正電荷) は磁束密度 $B(r)$ から d 力を受ける。この力の金属棒に平行な成分は、e の大きさを f 向きになる。よって、金属棒には g の大きさを h 向きに誘導起電力が生じ、回路に流れる電流の大きさは $i = \text{g}/R$ となる。このとき、誘導起電力の仕事率は g $\cdot i$ である。

金属棒には、電流 i が i 向きに流れる。このとき、金属棒の長さ方向に運動する多数の電荷が磁束密度 $B(r)$ から d 力を受けるので、それらの力の総和として電流 i

問題用紙

(「電気電子情報工学」電気磁気学)

は磁束密度 $B(r)$ から の大きさで 向きに力を受ける。この力の金属棒に対する仕事率は である。これを誘導起電力の仕事率と比較すると、磁束密度 $B(r)$ による 力は現象全体において ことを確認できる。

解答群：

ア) クーロン イ) アンペール ウ) ローレンツ

エ) πr^2 オ) $2\pi r$ カ) $1/(4\pi r^2)$ キ) $vB(r)$ ク) $rB(r)$ ケ) $B(r)l$

コ) $vB(r)l$ サ) $rB(r)l$ シ) $iB(r)l$

ス) $iB(r)lv$ セ) $-iB(r)lv$ ソ) $vB(r)lr$ タ) $-vB(r)lr$

チ) 紙面の表から裏の ツ) 紙面の裏から表の

テ) 紙面内の上 ト) 紙面内の下 ナ) 紙面内の左 ニ) 紙面内の右

ヌ) 正の仕事をしている ネ) 負の仕事をしている ノ) 仕事をしていない

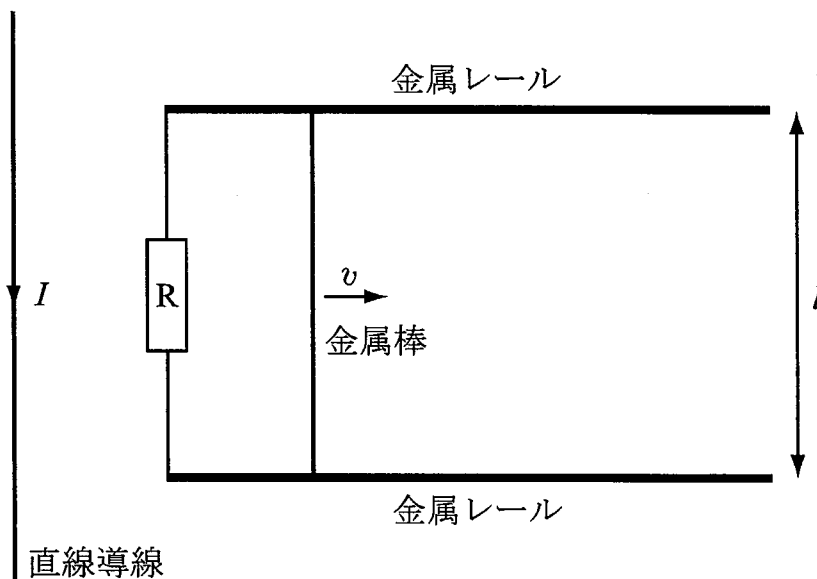


図 2 - 2

問題用紙

(「電気電子情報工学」情報数学)

問題3 情報数学に関する次の問い (A, B) に答えなさい。

A ブール代数に関する下の問い(問1～5)に答えなさい。なお、記法として、 A の NOT(否定)は $\bar{A}$ と表し、 A と B の AND(論理積)を $A \cdot B$, OR(論理和)を $A + B$, NAND(否定論理積)を $\overline{A \cdot B}$, XOR(排他的論理和)を $A \oplus B$ と表すとする。右の真理値表は、論理変数 A, B, C に対する出力 X, Y を表している。

真理値表

論理変数			出力	
A	B	C	X	Y
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1

問1 出力 X を示す論理式を A, B, C の積和標準形(加法標準形)で表しなさい。積和標準形とは AND 項の OR 接続で各項が全ての論理変数を含むものである。

問2 解答用紙のカルノー図を完成させて、問1で求めた出力 X の論理式を簡略化しなさい。ただし、項数を最も少なく、各項に含まれる論理変数の数も最も少なくしなさい。

問3 次の文章中の空欄 a～f に当てはまる適当な論理式を答えなさい。

出力 Y は論理変数の“1”の個数が奇数なら 1 となるパリティビットである。 Y を示す論理式を問1と同様に A, B, C の積和標準形(加法標準形)で表すと $Y = \boxed{\text{a}}$ である。分配則を利用して a を $\bar{A}$ および A でまとめると $Y = \bar{A} \cdot (\boxed{\text{b}}) + A \cdot (\boxed{\text{c}})$ と表すことができる。ここで $XOR\ B \oplus C$ は、 $B \oplus C = \bar{B} \cdot C + B \cdot \bar{C} = \overline{\bar{B} \cdot \bar{C} + B \cdot C}$ と表すこともできるので、 b と c は AND と OR を利用せずに、それぞれ $\boxed{\text{d}}$, $\boxed{\text{e}}$ と表すことができる。同様に、AND と OR を利用せずに Y を表現すると、 $Y = \boxed{\text{f}}$ となる。

問 題 用 紙

（「電気電子情報工学」情報数学）

問4 次の文章中の空欄 g, h に当てはまる適当な論理式を答えなさい。

X の論理関数を NAND と NOT のみで表現したい。ここでド・モルガンの定理より

$\overline{B \cdot C + B \cdot \bar{C}} =$ g $であるので、問2で求めた論理式は OR を用いずに$

$X =$ h $と表現することもできる。$

問5 問4の h を利用して, NAND 素子と NOT 素子のみに X の回路図を作りなさい。ただし, NAND 素子の数は三つ以下で, NOT 素子の数は二つ以下とする。

問 題 用 紙

(「電気電子情報工学」情報数学)

B 事象 A_k ($k=1, 2, \dots, n$) が互いに排反で,

$$A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_n = \Omega, \quad P(A_k) > 0$$

とする。ただし、 Ω は全事象である。このとき、 $P(B) > 0$ である事象 B について、次の定理が成り立つ。

$$P_B(A_k) = \frac{P(A_k) P_{A_k}(B)}{P(B)} \quad (1)$$

$$= \frac{P(A_k) P_{A_k}(B)}{\sum_{i=1}^n P(A_i) P_{A_i}(B)} \quad (2)$$

ここで、 $P_B(A_k)$ は事象 B が起こったという条件のもとで事象 A_k の起こる条件つき確率である。次の問 6 ～ 11 に答えなさい。

問 6 式(1), (2)で表される定理の名称として最も適当な語句を、解答群から一つだけ選んでア～エの記号で答えなさい。

解答群：

- ア) 中心極限定理 イ) ベイズの定理 ウ) オイラーの定理
エ) ド・モアブルの定理

問 7 式(1)について説明した次の文章中の空欄 a, b に当てはまる最も適当な語句を、解答群から一つずつ選んでア～エの記号で答えなさい。

式(1)の右辺に現れる $P(A_k)$ は a , 式(1)の左辺の $P_B(A_k)$ は b と呼ばれる。

解答群：

- ア) 同時確率 イ) 事前確率 ウ) 事後確率 エ) 周辺化

問題用紙

(「電気電子情報工学」情報数学)

問 8 $P_B(A_k)$ を条件つき確率の定義にしたがって変形した式として最も適当なものを、解答群から一つだけ選んでア～エの記号で答えなさい。

解答群：

ア) $P_B(A_k) = \frac{P(B \cup A_k)}{P(B)}$

イ) $P_B(A_k) = \frac{P(B \cap A_k)}{P(B)}$

ウ) $P_B(A_k) = \frac{P(B \cup A_k)}{P(A_k)}$

エ) $P_B(A_k) = \frac{P(B \cap A_k)}{P(A_k)}$

問 9 $P_B(A_k)$, $P_{A_k}(B)$ を条件つき確率の定義に従って変形し、式(1)が成り立つことを示しなさい。

問 10 事象 X , Y について次の全確率の公式が成り立つ。

$$P(X) = P(X \cap Y) + P(X \cap \bar{Y})$$

ただし、 $\bar{Y}$ は Y の余事象である。全確率の公式を用いて、式(2)に関して

$$P(B) = \sum_{i=1}^n P(A_i) P_{A_i}(B)$$

が成り立つことを示しなさい。

問 11 迷惑メールとそれ以外の一般メールを振り分ける迷惑メールフィルタを考える。これまでのメールのうち、迷惑メールの割合は 3 割であった。また、「未納料金」という単語が、迷惑メールには 0.2 の確率で、一般メールには 0.01 の確率で含まれていた。このとき、「未納料金」という単語が含まれているメールが、迷惑メールである確率を小数点以下第 2 位まで求めなさい。