

令和5年度専攻科入学者選抜学力検査問題

専 門 科 目

(検査時間 9 : 0 0 ~ 1 0 : 3 0)

(注 意)

- 1 配付物は、問題用紙・解答用紙・計算用紙である。
- 2 問題用紙は合図があるまで開かないこと。
- 3 問題用紙は、「電気回路」2ページ、「電磁気学」3ページ、「情報基礎」3ページである。
検査開始の合図のあとで落丁などがいないか確認すること。
- 4 解答用紙は、「電気回路」1枚、「電磁気学」1枚、「情報基礎」2枚である。
- 5 「電気回路」「電磁気学」「情報基礎」の3科目を全て解答すること。
それぞれ専用の解答用紙があるので、対応する解答用紙に答えを記入すること。
- 6 問題用紙・計算用紙は検査終了後持ち帰ること。

検査科目	電気回路
------	------

- 解答用紙には答えのみ記述すること。
- 根号が現れるときは中の数値はなるべく小さい整数にし、根号のまま記述すること。
- 分数での解答を認めるが最も簡単な形に整理すること。根号を含む場合は、有理化をすること。
- 解答には図中及び文中にある記号以外は用いないこと。
- 解答には適切な単位をつけること。
- 電源の内部抵抗は無視できるものとする。

問題1

図1に示す回路について、以下の問いに答えよ。抵抗の値をそれぞれ $R_1 = 6 [\Omega]$, $R_2 = 6 [\Omega]$, $R_3 = 10 [\Omega]$, $R_4 = 4 [\Omega]$, $R_5 = 6 [\Omega]$ とする。

- (1) a-b 間の合成抵抗 R を求めよ。
- (2) a-b 間に 12 V を印加した場合の電流 I の大きさを求めよ。

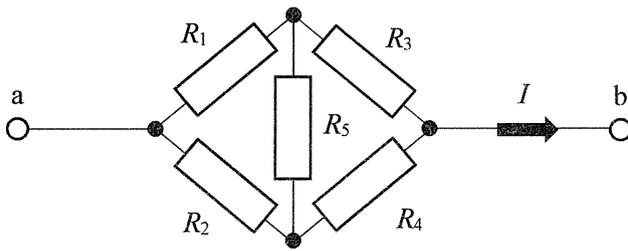


図1

問題2

図2に示す回路について、以下の問いに答えよ。直流電源の起電力をそれぞれ $E_1 = 9 [V]$, $E_2 = 3 [V]$, また、抵抗の値をそれぞれ $R_1 = 3 [\Omega]$, $R_2 = 6 [\Omega]$, $R_3 = 6 [\Omega]$ とする。

- (1) 電流 $I_1 \sim I_3$ を求めよ。各電流の向きは図の通りとする。
- (2) 抵抗 R_3 で消費される電力 P を求めよ。
- (3) 端子 a-b から左をみたときの等価回路を図示し、等価電源の起電力 $E_0 [V]$ と等価抵抗 $R_0 [\Omega]$ を求めよ。
- (4) 抵抗 R_3 を $8 [\Omega]$ に変えた場合の電流 I_3 を求めよ。

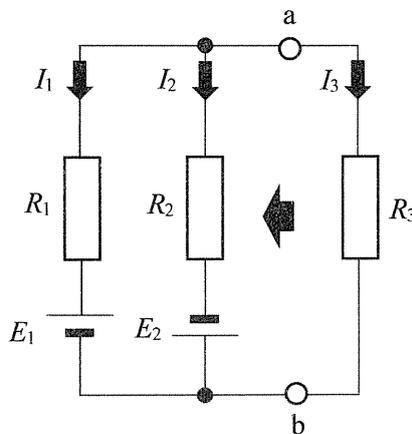


図2

検査科目	電気回路
------	------

問題3

図3に示す回路について、以下の問いに答えよ。抵抗値 $R=10 [\Omega]$ ，誘導性リアクタンス $X_L=20 [\Omega]$ ，容量性リアクタンス $X_C=10 [\Omega]$ とする。

- (1) 端子 a-b から右をみたときの合成インピーダンス Z を複素数表示で求めよ。
- (2) 電流 $i = 5 \angle 0^\circ [\text{A}]$ のとき，電圧 \dot{E} を複素数表示で求めよ。
- (3) 電流 i を基準として，電圧 \dot{E} との位相差 θ を求めよ。

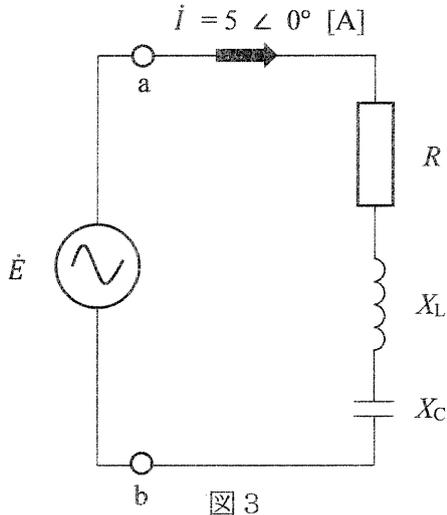


図3

問題4

図4に示す回路で，時刻 $t=0 [\text{s}]$ にスイッチ S を端子 a へ接続し，その後十分に時間が経過した $t=t_1 [\text{s}]$ では回路は定常状態にある。 $t=t_1 [\text{s}]$ に，スイッチ S を端子 b に切り替えた場合について以下の問いに答えよ。ただし，キャパシタ C の静電容量は $10 [\text{nF}]$ である。また，キャパシタ C に蓄えられている電荷 Q は， $t=0 [\text{s}]$ で $Q=0 [\text{C}]$ とする。直流電源の起電力は $E=10 [\text{V}]$ ，各抵抗の値はそれぞれ $R_1=10 [\Omega]$ ， $R_2=40 [\Omega]$ ， $R_3=100 [\Omega]$ とする。なお，自然対数の底は e のネピア数とする。

- (1) $0 \leq t < t_1$ においてキャパシタ両端の電圧 $v_c(t)$ の式を回路記号を用いて示せ。
- (2) $t > t_1$ においてキャパシタ両端の電圧 $v_c(t)$ の式を回路記号を用いて示せ。
- (3) $t=t_1$ においてキャパシタ C に蓄えられている電荷 $Q(t=t_1)$ の値を計算せよ。

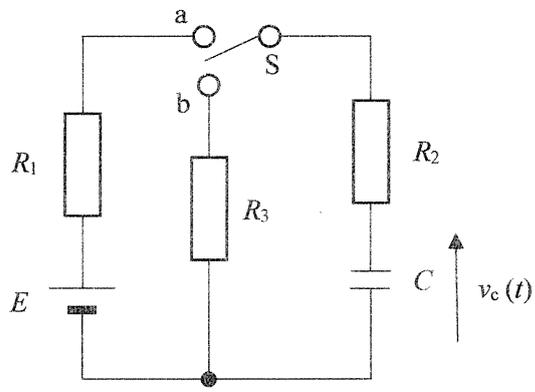


図4

検査科目	電磁気学
------	------

- 空間は真空とし，真空の誘電率と透磁率をそれぞれ ε_0, μ_0 とする。
- 円周率は π とする。
- 電界は電場，磁界は磁場とも呼ぶ。
- 解答欄には最終的な答えを記入すること。

問題1 図1のような半径 a の導体球 A と，A と同心で内半径 b で外半径 c ($a < b < c$) の導体球殻 B がある。導体球 A に Q_A ，導体球殻 B に Q_B の電気量（電荷の量）を一様に与えたとき，以下の問に答えよ。ただし，電気量 $+q$ は正， $-q$ は負とする。

- (1) $Q_A = +q, Q_B = 0$ を与えたとき，中心から r ($r > c$) の位置の電界 E の大きさを求めよ。
- (2) $Q_A = +q, Q_B = 0$ を与えたとき，中心から r ($r > c$) の位置の電位 V を求めよ。
- (3) $Q_A = +2q, Q_B = -q$ を与えたとき，中心から r ($r > c$) の位置の電界 E の大きさを求めよ。
- (4) $Q_A = +2q, Q_B = -q$ を与えたとき，導体球 A と導体球殻 B の間の電位差 V_{AB} を求めよ。
- (5) $Q_A = +2q, Q_B = -q$ を与え，導体球殻 B を接地 ($V_B = 0$) したとき，接地後の導体球殻 B の電気量 Q'_B を求めよ。

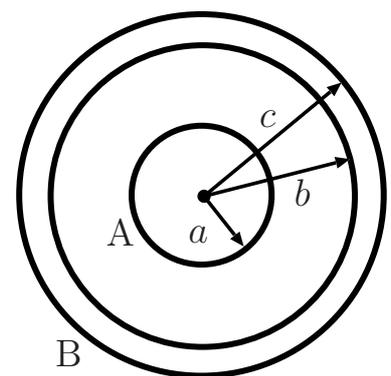


図1

2 ページ目に続く

検査科目	電磁気学
------	------

問題2 図2のように $x \geq 0$ の領域に、大きさ H の一様磁界が z 軸の正方向に存在している。原点 O に大きさが十分に小さい質量 m で電気量 q の点電荷が、 x 軸の正方向に速度 v で入ってきたとき、以下の問に答えよ。ただし、磁界の大きさ H 、電気量 q 、速度 v はいずれも正とする。また、電界、重力、地磁気は無視するものとする。

- (1) 磁界中に入った直後の点電荷 q に働くローレンツ力の大きさ F_L を求めよ。
- (2) (1) の F_L の方向を以下から選択しカタカナで答えよ。

ア. x 軸の正方向	イ. x 軸の負方向	ウ. y 軸の正方向	エ. y 軸の負方向
オ. z 軸の正方向	カ. z 軸の負方向		
- (3) F_L がする仕事 W_L を求めよ。
- (4) 点電荷は円運動をするが、その半径 r を F_L を使って示せ。
- (5) 点電荷が $x = 0$ に戻ってきたときの3次元座標 (x, y, z) を半径 r を使って示せ。

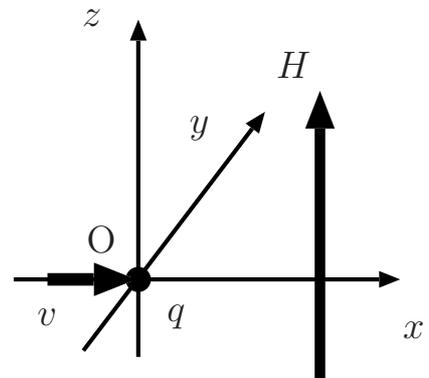


図2

3ページ目に続く

検査科目	電磁気学
------	------

問題3 図3の z 軸上に沿って置かれた太さを無視できる無限長直線導線に、 z 軸の正方向に電流 I が流れている。導線から d の位置の xz 平面上に、一辺の長さが a の正方形領域を考える。以下の問に答えよ。ただし、地磁気は無視できるものとする。また、正方形の一辺は導線と平行であるとする。

(1) 点 $P(d, 0, 0)$ における磁界の大きさ H を求めよ。

(2) (1) の H の方向を以下から選択しカタカナで答えよ。

- ア. x 軸の正方向 イ. x 軸の負方向 ウ. y 軸の正方向 エ. y 軸の負方向
 オ. z 軸の正方向 カ. z 軸の負方向

(3) 一辺の長さが a の正方形領域を貫く磁束 ϕ を求めよ。

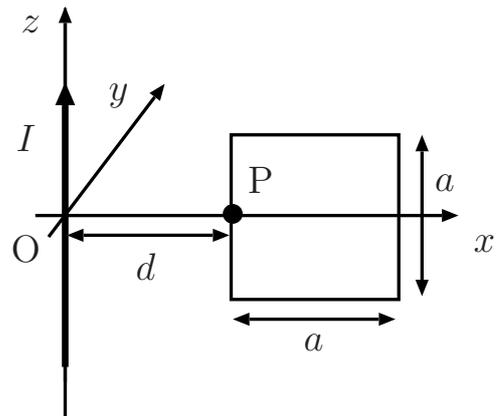


図3

検査科目	情報基礎
------	------

問題 1

以下の問いに答えよ。

- (1) 10進数の -42 を8ビットの2進数で表せ。ただし、負数は2の補数で表現するものとする。
- (2) 集合 U, A, B をそれぞれ $U = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, $A = \{1, 2, 3\}$, $B = \{2, 4\}$ と定める。全体集合を U とするとき、 $A^c \cup B$ に含まれる要素をすべて答えよ。ここで、 A^c は集合 A の補集合を表すとする。
- (3) $n \geq m \geq 0$ を満たす整数 m, n に対し、関数 f が次式のように再帰的に定義されているとする。このとき $f(4, 2)$ の値を答えよ。

$$f(n, m) = \begin{cases} 1 & (m = n \text{ または } m = 0 \text{ の場合}) \\ f(n-1, m) + f(n-1, m-1) & (\text{上記以外の場合}) \end{cases}$$

- (4) 長さ3の文字列 $C_1C_2C_3$ には、長さ2以上の連続した部分文字列として C_1C_2 , C_2C_3 , $C_1C_2C_3$ の3つが含まれる。長さ n の文字列 $C_1C_2 \dots C_n$ に含まれる長さ m 以上の連続した部分文字列の個数を選択肢(ア～オ)からひとつ選び記号で答えよ。ただし $1 \leq m \leq n$ とする。

〈選択肢〉

ア. $\frac{n!}{m!(m-n)!}$ イ. $\frac{n!}{m!}$ ウ. $\frac{(n-m+1)(n-m+2)}{2}$ エ. $\frac{(n+m+1)(n-m)}{2}$ オ. $\frac{mn}{2}$

- (5) C言語における float 型の値などの浮動小数点方式で表現された多数の数値の和を求める場合、絶対値の小さいものから順番に加算していくと精度よく和を計算できる。これはどのような誤差を抑制する方法を述べたものか、選択肢(ア～オ)からもっとも適切なものをひとつ選び記号で答えよ。

〈選択肢〉

ア. 情報落ち イ. けた落ち ウ. マシンイプシロン エ. 打切り誤差 オ. アンダーフロー

検査科目	情報基礎
------	------

問題2

図2-1は各1ビットの信号 A, B, S を入力とし、1ビットの信号 Y を出力するマルチプレクサである。以下の問いに答えよ。ただし、マルチプレクサの出力 Y は次式で与えられるものとする。

$$Y = \begin{cases} A & (S = 0 \text{ の場合}) \\ B & (S = 1 \text{ の場合}) \end{cases}$$

- (1) 表2-1はマルチプレクサの真理値表である。空欄 (a) ~ (e) に入る値をそれぞれ答えよ。
- (2) マルチプレクサの出力 Y を与える論理式を最も簡略化した積和形(最小積和形)で答えよ。
- (3) AND ゲート、OR ゲート、NOT ゲートを用いてマルチプレクサを設計し、その論理回路図を示せ。論理回路図には入力端子 A, B, S および出力端子 Y を明示すること。

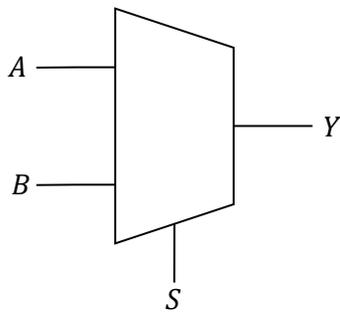


図2-1 マルチプレクサ

表2-1 マルチプレクサの真理値表

S	A	B	Y
0	0	0	0
0	0	1	(a)
0	1	0	(b)
0	1	1	1
1	0	0	(c)
1	0	1	(d)
1	1	0	(e)
1	1	1	1

検査科目	情報基礎
------	------

問題3

選択ソートは配列をソートするアルゴリズムである。 n 個の要素 x_1, x_2, \dots, x_n を非減少順に並び替える選択ソートの手順は次のように与えられる。

次の操作1,2を $n-1$ 回繰り返す。 k 回目の操作($k = 1, \dots, n-1$)では以下のことを行う。

1. 未ソート部分(x_k から x_n まで)の中で最小の値をとる要素 x_{\min} を探す。
2. x_k と x_{\min} の値を交換する。

- (1) 5 個の整数値からなる配列 $x_1 = 3, x_2 = 7, x_3 = 4, x_4 = 2, x_5 = 5$ を選択ソートにより並び替える場合を考える。選択ソートの手順の 2 回目の操作が終了した時点での x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 の値をすべて答えよ。
- (2) n 個の要素を選択ソートによりソートするときの時間計算量をオーダー記法で答えよ。ただし、要素同士の比較操作や交換操作はいずれも定数時間 $O(1)$ で実行されるとする。
- (3) リスト 3-1 は、実数型(double 型)の配列 $x[]$ と整数型(int 型)の値 n を渡すと、配列 $x[]$ の先頭 n 個の要素 $x[0], x[1], \dots, x[n-1]$ を選択ソートによって非減少順に並び替える C 言語の関数 `selection_sort` を定義したソースコードである。ただし、渡される配列 $x[]$ の大きさは n 以上であるとする。このとき、プログラムが正常に動作するようソースコード中の空欄 (a) ~ (e) に記述する適切なコードをそれぞれ答えよ。

リスト 3-1. 選択ソートのプログラムのソースコード(C 言語)

```
void selection_sort(double x[], int n) {
    int min_idx, k, i;
    double tmp;

    for (k = 0; k < n - 1; k++) {
        // 未ソート部分 x[k] ~ x[n-1] の中で最小となる要素 x[min_idx] の
        // インデックス min_idx を探す
        min_idx = (a);
        for (i = k + 1; i < n; i++) {
            if (x[i] < (b)) {
                min_idx = (c);
            }
        }

        // x[k] と x[min_idx] の値を交換する
        tmp = x[k];
        x[k] = (d);
        x[min_idx] = (e);
    }
}
```