

2020年度専攻科入学者選抜学力検査問題

専 門 科 目

(検査時間 9:00～10:30)

(注 意)

- 1 配付物は、問題用紙・解答用紙である。
- 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」2ページ、「情報基礎」2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」3枚、「電磁気学」2枚、「情報基礎」1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 問題用紙は検査終了後持ち帰ること。

検査科目

電気回路

- ・問題中の抵抗記号は JIS 記号を用いる。
- ・解答には必要に応じて適切な単位をつけること。
- ・電圧源の内部抵抗は十分小さく無視できるものとする。
- ・問題に対する答えがどこに記されているのか明確にすること。

問題 1

図 1 に示す回路について、以下の問いに答えよ。ただし、直流電源の起電力をそれぞれ $E_1 = 7.5[V]$ 、 $E_2 = 2.5[V]$ 、各抵抗の値をそれぞれ $R_1 = 100[\Omega]$ 、 $R_2 = 300[\Omega]$ とする。

- (1) 抵抗 R_1 を流れる電流 I を求めよ。
- (2) 端子 a-b 間の電圧 V を求めよ。
- (3) 端子 a-b 間から回路側を見たときの合成抵抗 R を求めよ。
- (4) 端子 a-b 間に $25[\Omega]$ の抵抗 R_L を接続する。このとき、接続した抵抗 R_L に流れる電流 I_L の大きさを求めよ。
- (5) (4) の状況において、回路全体で消費される電力 P を求めよ。

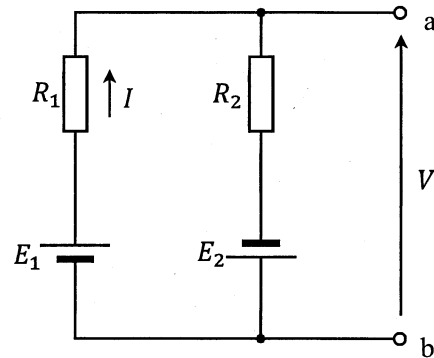


図 1

問題 2

図 2 に示す回路について、以下の問いに答えよ。ただし、交流電源 \dot{E} の大きさを E 、角周波数を ω とする。また、 R の両端の電圧 \dot{V} の大きさを V とする。なお、解答が分数の形となるときは、分母に虚数を含まない形で答えること。

- (1) 交流電源 \dot{E} から見た回路の合成インピーダンス \dot{Z} を求めよ。
- (2) V を求めよ。
- (3) 交流電源 \dot{E} の大きさ E を一定に保ったまま、その角周波数 ω を $0 \sim \infty$ [rad/s] の範囲で変化させる。このとき V の取りうる値の上限 V_{\max} と下限 V_{\min} を求めよ。
- (4) (3) と同様に、交流電源 \dot{E} の大きさ E を一定に保ったまま、その角周波数 ω を変化させたとき、 $V = V_{\max}/\sqrt{2}$ となる角周波数 ω_c を求めよ。
- (5) 横軸を ω 、縦軸を V として、 ω に対する V の変化の概形をグラフに示せ。ただし、(3) と (4) で得られた結果をすべて反映させること。

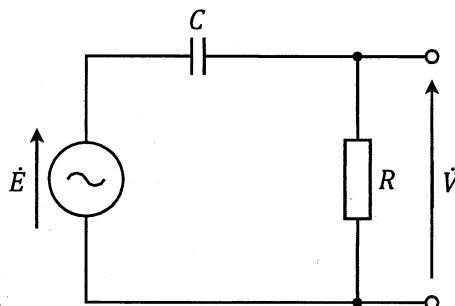


図 2

[1]

2 ページ目に続く

検査科目	電気回路
------	------

問題 3

図 3 に示す回路での過渡現象について、以下の問いに答えよ。ただし、回路は、はじめ定常状態にあり、時刻 $t = 0[s]$ でスイッチ S を閉じることとする。なお、インダクタンス L の巻線抵抗は十分小さく無視できるものとする。

- (1) スイッチ S を閉じた瞬間 ($t = 0[s]$) において、インダクタンス L を流れる電流を求めよ。
- (2) スイッチ S を閉じた後 ($t > 0[s]$) において、時刻 t にインダクタンス L を流れる電流 $i(t)$ の式を求めよ。
- (3) 直流電源の起電力を $E = 10[V]$ 、各抵抗の値をそれぞれ $r = 10[\Omega]$ 、 $R = 30[\Omega]$ 、インダクタンスの値を $L = 150[mH]$ とする。このとき、スイッチ S を閉じた後の回路の時定数を求めよ。
- (4) (2)および(3)の状況において、インダクタンス L を流れる電流 $i(t)$ の時間変化の様子をグラフとして示せ。ただし、初期値や時定数の値がわかるように示すこと。

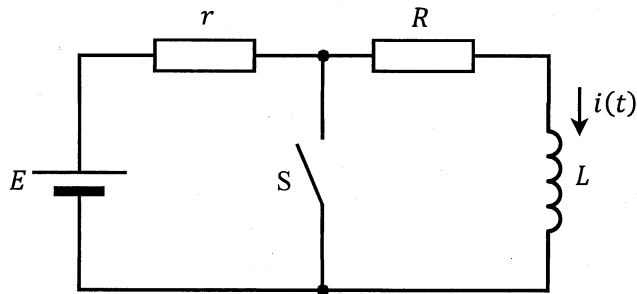


図 3

検査科目	電磁気学
------	------

※以下の設問において、円周率は π とする。また、電場は電界、磁場は磁界とも呼ぶ。

問題 1 真空中に置かれた細い導線が作る磁場に関する以下の設問に答えよ。

- (1) 無限に長い直線状の導線に 0.50 [A] の電流を流したとき、導線から 0.25 [m] の位置に生じる磁場の大きさは何 [A/m] か。
- (2) 半径 0.40 [m] の一重巻の円形コイルに 2.0 [A] の電流を流したとき、コイルの中心に生じる磁場の大きさは何 [A/m] か。
- (3) 文章中の (i) ~ (vii) に適切な式、または数値を記入せよ。

様々な形状の導線に流れる電流が作る磁場は、ビオ・サバールの法則から求めることができる。そこで、図 1 に示す導線で作った半径 a の円形の一重巻コイルについて、導線を流れる電流が中心の原点 O に作る磁場 \vec{H} を、ビオ・サバールの法則を使って次のように求めてみる。

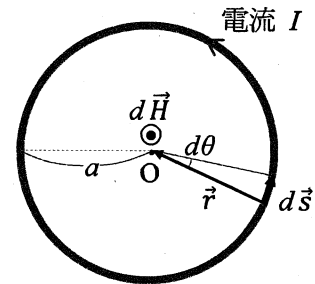


図 1

まず、コイルの導線を流れる円形電流 I において、導線の線素 $d\vec{s}$ を考える。線素 $d\vec{s}$ は、大きさが ds で、向きは線の接線方向である。線素 $d\vec{s}$ から原点までの位置ベクトル \vec{r} は、大きさが a で、向きが円の中心を向く。このことから、線素ベクトルと位置ベクトルの外積 $d\vec{s} \times \vec{r}$ の向きは、紙面の裏から表へ向かう方向で、その大きさは (i) となる。ここで、弧の長さ ds と角度 $d\theta$ と円の半径 a の関係を考えて、 $ds = a d\theta$ と書くことができる。そこで、ビオ・サバールの法則から、円周上の電流素片の大きさ $I ds$ が原点に作る磁場の大きさ $dH = \frac{\mu_0 I ds \sin \theta}{4\pi r^2}$ と示すことができる。この磁場 dH を円に沿って積分し、原点における磁場を求める。

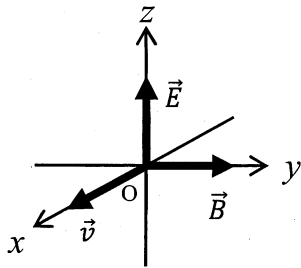
このとき、磁場の大きさ $H = \int \frac{\mu_0 I a \sin \theta}{4\pi a^2} d\theta$ と書くことができ、積分範囲は $0 \leq \theta < 2\pi$ となる。これを計算した結果、円形コイルに流れる電流が中心の点 O に作る磁場の大きさは $H = \frac{\mu_0 I}{2a}$ となる。また、磁場の向きは、紙面の裏から表へ向かう方向である。

検査科目	電磁気学
------	------

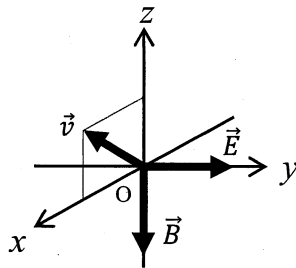
問題2 真空中に一様な電場 \vec{E} と磁束密度 \vec{B} の一様な磁場がある。この電場と磁場の中に、電気量 3.0×10^{-5} [C] に帯電した質量 2.5×10^{-20} [kg] の粒子を、初速度 \vec{v} で入射した。以下に答えよ。ただし、重力の影響は無視できるものとする。また、電場 \vec{E} 、磁束密度 \vec{B} 、初速度 \vec{v} は、それぞれ次のように表されるものとする。

$$\begin{aligned}\vec{E} &= (4.0 \times 10^{-2}, 0, 0) \text{ [N/C]}, \\ \vec{B} &= (0, 3.0 \times 10^{-6}, 3.0 \times 10^{-6}) \text{ [T]}, \\ \vec{v} &= (0, -2.0 \times 10^4, 2.0 \times 10^4) \text{ [m/s]}.\end{aligned}$$

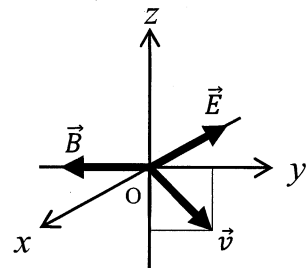
(1) 電場、磁場、速度のそれぞれの向きを正しく表したものを、以下の (a) ~ (f) の中から選べ。尚、図中の矢印の長さは、ベクトルの大きさに対応していない。



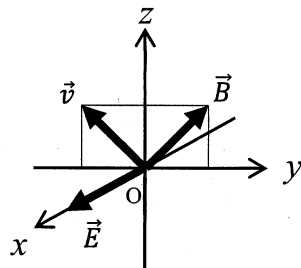
(a)



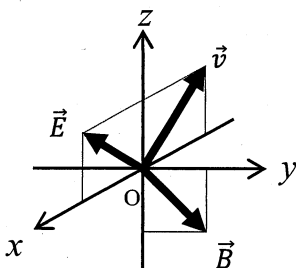
(b)



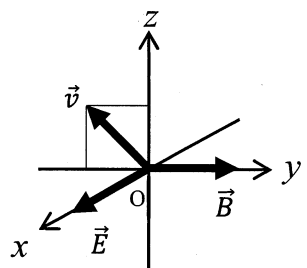
(c)



(d)



(e)



(f)

- (2) 電場が粒子に及ぼす力の大きさを求めよ。また、その力の向きとして正しいものを、解答用紙の選択肢から選べ。
- (3) 入射した瞬間に粒子が磁場から受けた力の大きさを求めよ。また、その力の向きとして正しいものを、解答用紙の選択肢から選べ。
- (4) 入射した直後の粒子の加速度の大きさはどれだけか。

検査科目	情報基礎
------	------

問題 1 数の表現に関する以下の設問に答えよ。

- (1) 10 進数の符号付き整数を 4 ビット 2 進数で表すとき、表現できる最大値と最小値を 10 進数で答えよ。ただし、負数は 2 の補数表現とする。
- (2) 10 進数の 21.65625 を 2 進数で表せ。

問題 2 論理演算に関する以下の設問に答えよ。

- (1) 加法標準形（積和形）の論理式 $A\bar{B} + \bar{A}B$ を乗法標準形（和積形）に変換せよ。
- (2) 3 入力 A, B, C のうち 2 入力以上が 1 のときに $X = 1$ 、それ以外は $X = 0$ を出力する多数決論理回路の論理式は、以下のどれになるか記号で答えよ。

ア. $X = \bar{A}\bar{B} + \bar{B}\bar{C} + \bar{C}\bar{A}$

イ. $X = \bar{A}\bar{B} + B\cdot C + \bar{C}\bar{A}$

ウ. $X = A\cdot B + B\cdot C + C\cdot A$

エ. $X = A\cdot B + \bar{B}\bar{C} + C\cdot A$

検査科目

情報基礎

問題3 図1は、線形合同法^{※1}により0以上 $m-1$ 以下の整数の疑似乱数を生成し、生成した疑似乱数を度数ソート^{※2}により昇順に並び替えて出力するプログラムである。これに関する以下の設問に答えよ。

※1 線形合同法は、 $x_{i+1} = (ax_i + b) \bmod m$ により、0以上 $m-1$ 以下の整数の疑似乱数を生成する方法である。ただし、 $i = 0, 1, 2, \dots$ であり、 x_i, a, b, m はいずれも非負の整数、 \bmod は剰余演算である。

※2 度数ソートは、例えば数列「1, 3, 8, 5, 3, 1, 1」から「1が3回, 3が2回, 5が1回, 8が1回」のような度数分布表を作成し、数を出現回数分だけ順に「1, 1, 1, 3, 3, 5, 8」と出力することで並び替えを行う方法である。ヒストグラムソートともいう。

```
#include <stdio.h>
#define N 20

int main(void)
{
    int i, j, a = 2, b = 1, m = 10, x = 0, hist[m];

    for (i = 0; i < ; i++)
        hist[i] = 0;

    for (i = 0; i < N; i++) {
        x = ;
        hist[x] = ;
        printf("%d ", x);
    }
    printf("\n");

    for (i = 0; i < ; i++)
        for (j = 0; j < ; j++)
            printf("%d ", i);
    printf("\n");

    return 0;
}
```

図1 プログラムリスト (C言語)

- (1) $a = 2, b = 1, m = 10, x_0 = 0$ のとき、線形合同法により x_1, x_2, \dots を計算し、生成した疑似乱数の周期を求めよ。ここで周期とは、例えば「6, 5, 8, 6, 5, 8, 6, 5, 8, …」の場合は3である。
- (2) プログラムが正しく動作するように、空欄 から を埋めよ。