

令和6年度 豊橋技術科学大学第3年次入学者選抜学力検査問題

専 門 科 目 （ 2 : 電 気 ・ 電 子 情 報 工 学 ）

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図まで、この問題冊子と解答用紙を開いてはいけません。
- 2 問題冊子の枚数は表紙、草稿用紙を含めて7枚です。
- 3 問題冊子とは別に解答用紙が8枚あります。解答は用紙の裏面にまわってはいけません。
- 4 問題は[1]～[5]の5問より3問を選択して解答してください。  
選択する問題の解答用紙の選択欄に○、選択しない問題の解答用紙の選択欄に×を明確に記入してください。選択欄が未記入の場合、または、記入が明確でない場合は×とみなします。  
**なお、問題を4問以上選択した場合は、全問0点となりますので注意してください。**
- 5 試験開始の合図の後すぐに、すべての解答用紙の所定の箇所に受験番号を記入してください。
- 6 解答は必ず各問題別の解答用紙の所定の欄に記入してください。
- 7 落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあれば、ただちに申し出てください。
- 8 問題冊子の余白は草稿用として使用しても構いません。
- 9 試験終了時刻まで退出してはいけません。
- 10 問題冊子は持ち帰ってください。

(草稿用紙)

[1] 以下の問いに答えよ。

(1) 図1-1に示すように、導体球Aと同心の導体球殻Bが真空中に置かれている。導体球Aの半径は $a$ [m]であり、導体球殻Bの内半径は $b$ [m]、外半径は $c$ [m]である。導体球Aには電荷を与えず、導体球殻Bのみに $+Q$ [C]の正電荷を与える。導体球Aの中心からの距離を $r$ [m]とし、電位の基準は無遠慮にとる。ここで、真空の誘電率を $\epsilon_0$ [F/m]とする。

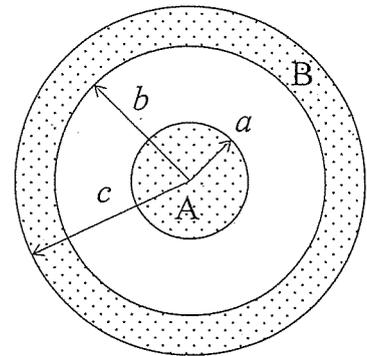


図1-1

ア. 4本以上の矢印を用いて電気力線を図示せよ。

イ. 導体球Aの表面から導体球殻Bの内半径までの位置 $r$  ( $a < r < b$ )の電界の大きさ $E_{rA}$ [V/m]を求めよ。

ウ. 導体球殻Bの外側の位置 $r$  ( $r > c$ )の電界の大きさ $E_{rB}$ [V/m]を求めよ。

エ. 導体球Aの表面の電位 $V_a$ [V]を求めよ。

(2) 図1-2に示すように、真空中において無限に長い導体3本が1辺 $d$ [m]の正三角形の頂点に平行に配置している。導体Aに直流電流 $2I$ [A]を流し、導体Bおよび導体Cには導体Aの電流とは反対方向にそれぞれ直流電流 $I$ [A]を流す。ここで、真空の透磁率を $\mu_0$ [H/m]とする。

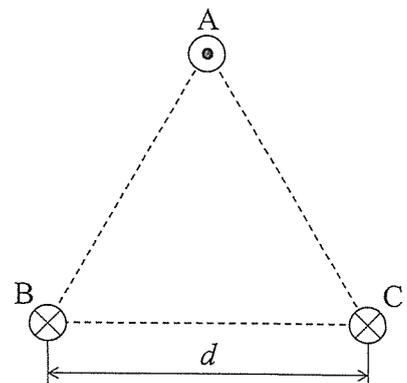


図1-2

ア. 正三角形の中心の磁界の向きを図示せよ。

イ. 正三角形の中心の磁界の大きさ $H_{cen}$ [A/m]を求めよ。

ウ. 導体Aに作用する単位長さ当たりの力の大きさ $F_A$ [N/m]を求めよ。

[ 2 ] 以下の問いに答えよ。

- (1) 図2-1に示すように、電圧源  $E$ 、および電流源  $I$ 、コンデンサ  $C$ 、抵抗  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ からなる回路がある。スイッチ  $S_1$ は閉じており、 $S_2$ は開いた状態であった。コンデンサ  $C$ の初期電圧は  $0\text{ V}$ である。
- ア. 回路全体の合成抵抗  $R_0$ を求めよ。
  - イ. 抵抗  $R_3$ にかかる電圧  $V_3$ を求めよ。
  - ウ. スwitch  $S_2$ も閉じた。抵抗  $R_3$ にかかる電圧  $V_3$ を求めよ。
  - エ.  $S_2$ を開けた後、スイッチ  $S_1$ を開けた。 $S_1$ を開けた時刻を  $t=0$ とする。時刻  $t$ における電圧  $V_1(t)$ を、合成抵抗  $R_0$ を用いて求めよ。

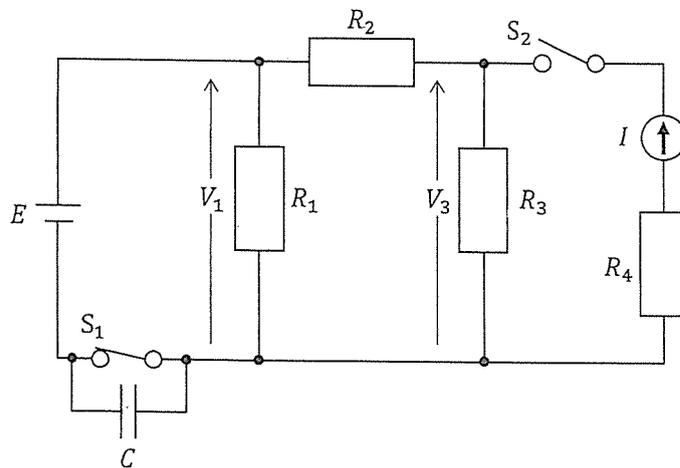


図 2-1

- (2) 図2-2に示すように、交流電源電圧  $E_1$ 、 $E_2$ 、および自己インダクタンス  $L$ からなる回路がある。各周波数は  $\omega$ とする。
- ア. 端子 a-bから見た合成インピーダンス  $Z_0$ を複素数で示せ。
  - イ. 図2-2に示す端子 a-b間に抵抗  $R$ をつないだ図2-3の回路において、テブナンの定理を用いて抵抗  $R$ に流れる電流  $I$ を求め、複素数で示せ。分母に虚数が含まれる場合は有理化せよ。

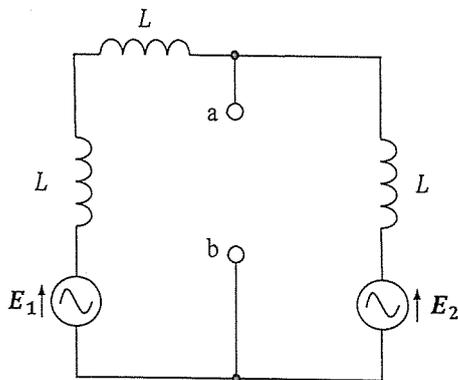


図 2-2

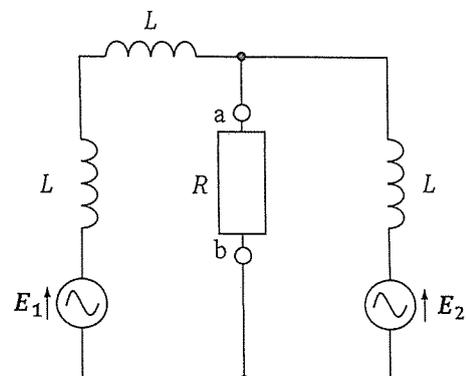


図 2-3

[ 3 ] 以下の問いに答えよ。

- (1) 図3-1に示すバイポーラトランジスタ回路において、 $I_C=1\text{mA}$ 、 $V_C=3\text{V}$ 、 $V_E=1\text{V}$ となるようにバイアスを設定したい。次の問いに答えよ。
- ア. この回路の  $R_C$ 、 $R_E$ 、 $V_B$  の値を求めよ。ただし  $V_{CC}=5\text{V}$ 、 $V_{BE}$  (ベース・エミッタ間電圧)  $=0.8\text{V}$ 、ベース電流は流れないものとする。
- イ. 上記の計算にもとづき、 $R_1/R_2$  の値を求めよ。

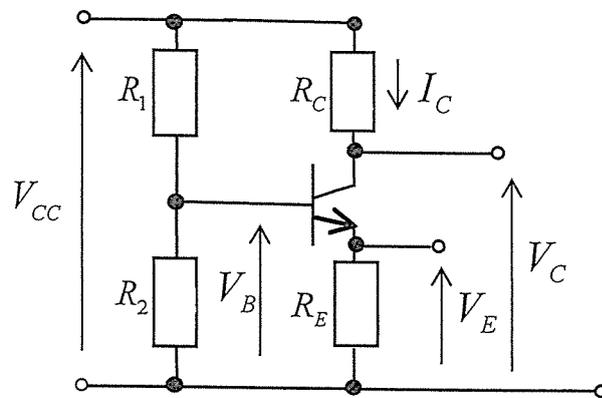


図3-1

- (2) 図3-2に示す反転増幅器について次の問いに答えよ。ただし、抵抗  $R_1=1\text{k}\Omega$ 、 $R_2=5\text{k}\Omega$ 、 $v_1=0.3\text{V}$ とする。
- ア. 演算増幅器の差動利得  $A_d$  を無限大と仮定したときの、出力電圧  $v_{out}$  と抵抗に流れる電流  $i_1$  の値を求めよ。
- イ. 演算増幅器の差動利得  $A_d$  が100倍のときの出力電圧  $v_{out}$  の値を求めよ。

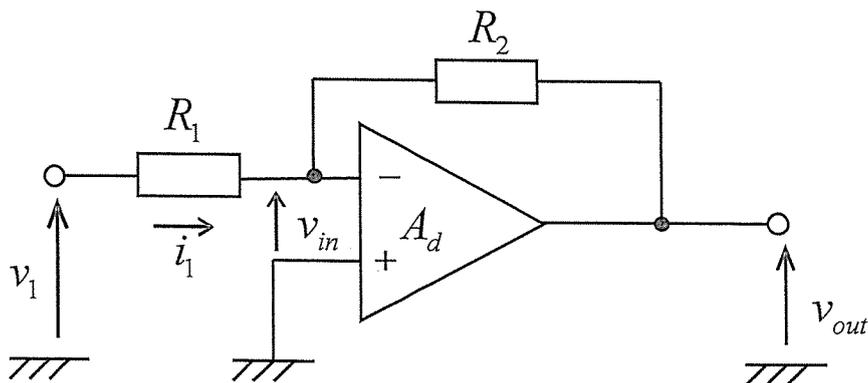


図3-2

[4] 以下の問いに答えよ。

- (1) 非周期性を有する連続時間信号 $f(t)$ の角周波数成分 $F(\omega)$ を調べるため、次式で表現されるフーリエ変換が利用される。

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt$$

- ア.  $t = 0$  において $\infty$ の振幅を、 $t \neq 0$ では0の振幅を有する連続時間信号 $a(t)$ をフーリエ変換せよ。  
 イ.  $t = 0$  から $t = 1$ まで1の振幅を、それ以外では0の振幅を有する連続時間信号 $b(t)$ をフーリエ変換せよ。  
 ウ.  $t \geq 0$  において $e^{-at}$ の振幅( $a > 1$ )を、 $t < 0$ では0の振幅を有する連続時間信号 $c(t)$ をフーリエ変換せよ。

- (2) 連続時間における線形時不変システムに連続時間信号 $x(t)$ が入力されたとき、線形時不変システムのインパルス応答 $g(t)$ が既知であれば次式によって線形時不変システムの出力信号 $y(t)$ を求めることができる。

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) g(t - \tau) d\tau$$

$t = 0$  から $t = 2$  まで1の振幅を、それ以外では0の振幅を有するインパルス応答 $g(t)$ を持つ線形時不変システムに、(1) イ. に示される連続時間信号 $b(t)$ が入力されたときの出力信号 $y(t)$ を求めたい。

- ア. 上記の積分式を使って出力信号 $y(t)$ を求めるには、入力される連続時間信号 $b(t)$ とインパルス応答 $g(t)$ の関係を下記の5つに場合分けして考える。

(a)  $t < 0$ , (b)  $0 \leq t < 1$ , (c)  $1 \leq t < 2$ , (d)  $2 \leq t < 3$ , (e)  $3 \leq t$

各場合分けに応じた出力信号 $y(t)$ を求めよ。

- イ. (2) ア. で求めた出力信号 $y(t)$ の時間波形を描け。

[5] ピストンの付いたシリンダーの中に理想気体Aを封入した。封入時の気体の圧力は $6.0 \times 10^5$  Pa, シリンダーの体積は $0.010$  m<sup>3</sup>, 温度は $300$  Kであった。この状態を状態Iとする。このとき, 以下の問いに答えよ。

ただし, ピストンは滑らかに動きシリンダーとの摩擦はなく, すべての変化は準静的に起こるものとする。また, 気体定数 $R$ は $8.3$  Pa m<sup>3</sup> K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>, 定積熱容量 $C_v$ を $12.5$  J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>, 定圧熱容量 $C_p$ を $20.8$  J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>とし, 有効数字二桁で答えよ。

必要であれば以下の数値を用いてよい。

$$\log_e 10 = 2.3, \log_e 15 = 2.7$$

- (1) 封入されたAの物質量を求めよ。
- (2) 状態IにあるAを, 圧力一定のままシリンダーの体積を $0.015$  m<sup>3</sup>に変化した。この時のシリンダー内の温度及び変化させるために加えた熱量を求めよ。
- (3) 状態IにあるAを, 温度一定のままシリンダーの体積を $0.015$  m<sup>3</sup>に変化した。この時のシリンダー内の圧力及び変化させるために加えた熱量を求めよ。