

令和7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問題選択欄に○、選択しない問題の解答用紙の問題選択欄に×を明確に記入してください。問題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] 真空の誘電率および透磁率をそれぞれ ϵ_0 [F/m] および μ_0 [H/m] とする。以下の問いに答えよ。

(1) 図1-1に示すように、内部円柱導体（半径 a [m]）と外部円筒導体（内半径 b [m]，外半径 c [m]）からなる無限に長い同軸導体が真空中に置かれている。内部円柱導体および外部円筒導体には、それぞれ大きさ I [A] の電流が互いに逆向きに流れている。電流は導体の内部を一樣に流れているものとする。内部円柱導体の中心からの距離を r [m] とするとき、以下の領域における磁界の大きさを求めよ。導体の透磁率は真空の透磁率と同じで μ_0 とする。

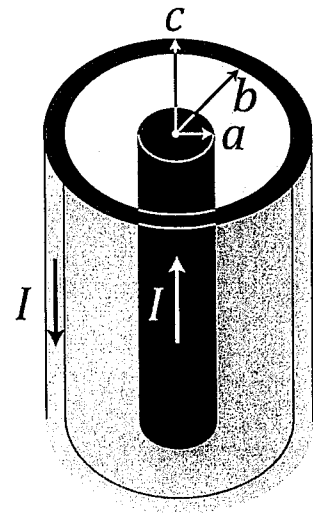


図1-1

ア．外部円筒導体の外側 ($r > c$) の磁界の大きさ H_0 [A/m]

イ．外部円筒導体の内側 ($b < r < c$) の磁界の大きさ H_1 [A/m]

ウ．導体間 ($a < r < b$) の磁界の大きさ H_2 [A/m]

エ．内部円柱導体の内側 ($r < a$) の磁界の大きさ H_3 [A/m]

(2) 図1-2に示すように、真空中に半径 a [m]，誘電率 ϵ_1 [F/m] の誘電体球が置かれている。誘電体球の内部は一樣に帯電しており、総電荷を Q [C] ($Q > 0$) とする。誘電体球の中心からの距離を r [m] とし、無限遠での電位を 0 V とする。

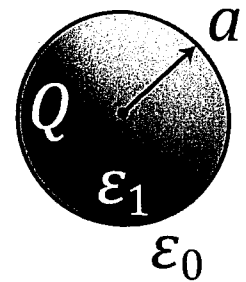


図1-2

ア． $r > a$ における電界の大きさおよび電位をそれぞれ E_0 [V/m] および V_0 [V] とする。 E_0 および V_0 をそれぞれ求めよ。

イ． $r < a$ における電界の大きさおよび電位をそれぞれ E_1 [V/m] および V_1 [V] とする。 E_1 および V_1 をそれぞれ求めよ。

[2] 以下の問いに答えよ。

(1) 図 2-1 に示すように、 $E=100\text{ V}$ の直流電圧源、 $R_1=100\ \Omega$ 、 $R_2=50\ \Omega$ 、 $R_3=100\ \Omega$ 、 $R_4=100\ \Omega$ の 4 つの抵抗、 $L=100\text{ mH}$ のインダクタからなる回路がある。 S_1 および S_2 は閉じた状態である。

ア. 上記の状態が定常状態となったときの回路の合成抵抗 $R[\Omega]$ の値を求めよ。

イ. 問アの状態から時刻 $t=0\text{ s}$ にて S_2 は閉じたままで S_1 のみを開いた。 S_1 のみを開いた後に L に流れる電流 $i[\text{A}]$ の時間変化を求めよ。

ウ. 問イの状態が定常状態になった後、 S_1 は開いたままで S_2 を開いた。端子 a, b 間の開放電圧 $V_0[\text{V}]$ の値を求めよ。

エ. 問ウの状態において電源 E を短絡した場合の端子 a, b よりみた電源側 (図 2-1 の端子 a, b の左側) の等価合成抵抗 $R_0[\Omega]$ の値を求めよ。

オ. 問イの状態が定常状態になった後、 S_2 を開き、 S_1 を閉じた。抵抗 $R_4[\Omega]$ に流れる電流 $I_4[\text{A}]$ の値を求めよ。

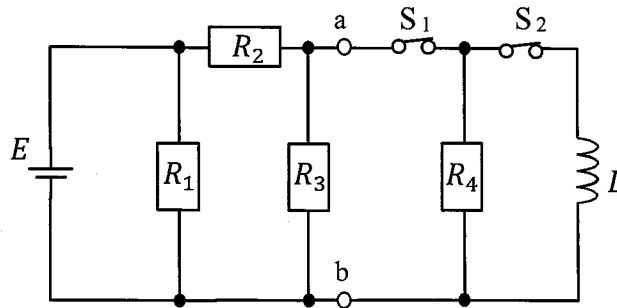


図 2-1

(2) 図 2-2 に示すように、実効値 $|\dot{E}|=100\text{ V}$ (複素数表示: $\dot{E}=100\text{ V}$) の正弦波交流電圧源、各インピーダンス $\dot{Z}_1 \sim \dot{Z}_5 [\Omega]$ からなる回路がある。各インピーダンスは抵抗 R とインダクタ L が直列に接続されている。

ア. 回路の合成インピーダンスの大きさ $|\dot{Z}_0| [\Omega]$ の値を求めよ。

イ. \dot{E} の周波数が 3 倍となった場合の電源から供給される電流の実効値 $|i| = |i_{3f}| [\text{A}]$ の値を求めよ。

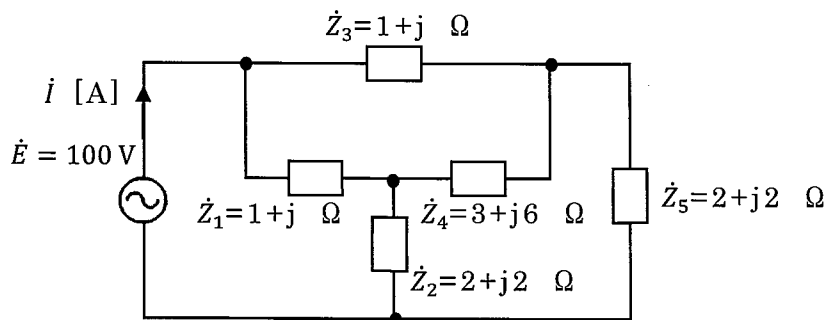


図 2-2

[3] 以下の問いに答えよ。

- (1) 抵抗とダイオードで構成される回路についてそれぞれ答えよ。ただし、電源電圧 $V = 3V$ 、ダイオード D は、しきい値電圧 $0.7V$ の理想ダイオード（一定電圧降下モデル）とする。

ア．図3-1に流れる電流 I の値を求めよ。

イ．抵抗 R を含む図3-2の回路において交流電圧 v_{in} が振幅 $5V$ の正弦波である場合、 v_{out} の波形の概形を作図せよ。

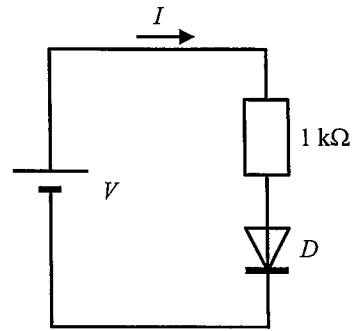


図 3-1

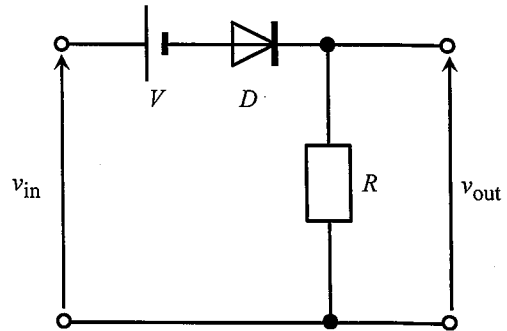


図 3-2

- (2) オペアンプ（差動利得 A_0 ）を含む図3-3の回路について以下の問いに答えよ。

ア． $A_0 \rightarrow \infty$ 、 $V_{in1} \approx V_{in2}$ の場合、

$$\frac{V_{out}}{V_{in}}$$

を R_1 、 R_2 を用いて示せ。

イ． $R_1 = 0\Omega$ 、 $R_2 = \infty$ とするユニティ・ゲイン・バッファ（電圧フォロワ）を構成する。 $V_{in} = 1V$ の場合、 $V_{out} = 0.9999V$ となる A_0 の値を求めよ。

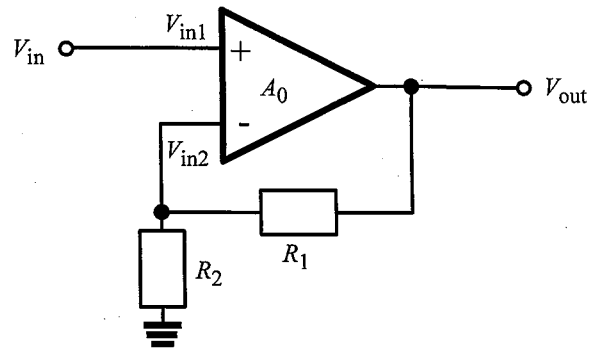


図 3-3

[4]

- (1) t を実数の独立変数として、インパルス応答 $h(t)$ (ただし, $t < 0$ において $h(t) = 0$ を仮定) の線形時不変システムにおける入力信号 $x(t)$ と出力信号 $y(t)$ の関係は

$$y(t) = \int_0^{\infty} x(t-\tau)h(\tau)d\tau \quad (4.1)$$

と表せる。以下の問いに答えよ。

ア. $t < 0$ において $x(t) = 0$ としたとき, 式(4.1)の被積分関数 $x(t-\tau)h(\tau)$ が非ゼロとなる τ の範囲を答えよ。

イ. $x(t)$ および $h(t)$ が, それぞれ以下の場合における $y(t)$ を求めよ。

$$x(t) = \begin{cases} 1 & (t > 0) \\ 0 & (t < 0) \end{cases}, \quad h(t) = \begin{cases} e^{-t} & (t > 0) \\ 0 & (t < 0) \end{cases}$$

ウ. $x(t)$ および $h(t)$ が, それぞれ以下の場合における $y(t)$ を求めよ。

$$x(t) = \begin{cases} 1 & (t > 0) \\ 0 & (t < 0) \end{cases}, \quad h(t) = \begin{cases} te^{-t} & (t > 0) \\ 0 & (t < 0) \end{cases}$$

- (2) n を整数, z を複素数として, 信号系列 $\{x_n\}_{n=-\infty}^{\infty}$ のZ変換 $X(z)$ は

$$X(z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x_n z^{-n} \quad (4.2)$$

と定義される。以下の問いに答えよ。

ア. $x_n = \begin{cases} a^n & (n \geq 0) \\ 0 & (n < 0) \end{cases}$ としたとき, 信号系列 $\{x_n\}_{n=-\infty}^{\infty}$ のZ変換 $X(z)$ を無限級数ではない形で求めよ。ただし, $|a| < |z|$ とする。また, 公式(4.3)を用いてもよい。

$$\frac{1}{1-\xi} = \sum_{n=0}^{\infty} \xi^n \quad (\text{ただし, } |\xi| < 1) \quad (4.3)$$

イ. 信号系列 $\{y_n\}_{n=-\infty}^{\infty}$ のZ変換を $Y(z)$ としたとき, 1ステップ遅らせた信号系列 $\{y_{n-1}\}_{n=-\infty}^{\infty}$ のZ変換を $Y(z)$ を用いて表せ。

ウ. 入力信号系列 $\{x_n\}_{n=-\infty}^{\infty}$ と出力信号系列 $\{y_n\}_{n=-\infty}^{\infty}$ が差分方程式

$$3y_n - y_{n-1} = 2x_n \quad (4.4)$$

を満足する線形時不変システムを考える。ただし, x_n は上記アにおいて $a = 1$ としたものとする。式(4.4)の両辺をZ変換して $Y(z)$ を求めよ。

エ. 問ウで求めた $Y(z)$ を逆Z変換し, $n \geq 0$ における y_n を求めよ。

[5]

- (1) 図5-1のように、体積 V [m^3]の容器1と体積 $2V$ [m^3]の容器2をコックの付いた細管で連結し、コックを開けた状態で、これら全体に n [mol]の単原子分子の理想気体を封入した。このときの気体の温度は T_0 [K]、両容器内圧力は p_0 [Pa]である。気体の体積熱容量を C_V [$\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$]とすると、以下の問いに答えよ。なお細管内の体積は無視できるとする。

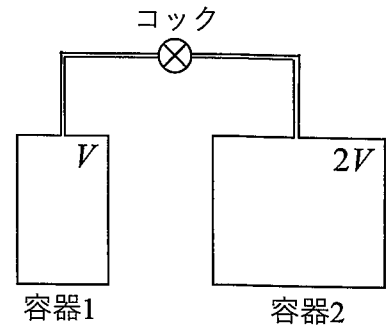


図5-1

ア. コックを開けたまま、容器1を温度 T_0 [K]の恒

温槽に、容器2を温度 $1.5T_0$ [K]の恒温槽にそれぞれ浸けた。十分時間が経って定常状態に達し、容器および容器内の気体の温度が恒温槽の温度と等しくなったとき、容器2内の気体の物質は何 mol か答えよ。

イ. 問アの定常状態においてコックを閉じ、容器2を浸けている恒温槽の温度を T_0 [K]とした。定常状態に達した後の容器2の圧力は p_0 の何倍か答えよ。

ウ. 容器2を恒温槽から出して、容器2内の圧力が p_0 [Pa]となるように熱量 Q [J]を与えた。このとき与えた熱量 Q を n , T_0 , C_V を含む式で答えよ。なお与えた熱は気体の温度上昇のみに使われるとする。

- (2) 直接メタノール型燃料電池について考える。その負極(燃料極)での反応は $\text{CH}_3\text{OH}(\text{液体}) + \text{H}_2\text{O}(\text{液体}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{気体}) + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$ 、正極(空気極)での反応は $6\text{H}^+ + 6\text{e}^- + 1.5\text{O}_2(\text{気体}) \rightarrow 3\text{H}_2\text{O}(\text{液体})$ である。メタノール(液体)、二酸化炭素(気体)、水(液体)の標準状態における標準生成ギブスエネルギーを、それぞれ -166 kJ mol^{-1} , -394 kJ mol^{-1} , -237 kJ mol^{-1} 、ファラデー定数を $9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ とすると、以下の問いに答えよ。解の数値は有効数字3桁で書け。

ア. この電池全体の反応式を書け。

イ. 問アの反応の標準反応ギブスエネルギーの値を求めよ。

ウ. 標準状態における、この電池の起電力を求めよ。