

令和 9 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 8 枚です。
- 3 問題冊子とは別に解答用紙が 7 枚あります。
- 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。裏面には記入しないでください。
- 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のように、半径 a の導体球と内径 b 、外径 c の導体球殻が同心状に配置されている。導体球と導体球殻以外の領域は真空（誘電率 ε_0 ）であり、導体球殻に導線で繋がれたスイッチ S を閉じることで、導体球殻と大地とを電氣的に接続（接地）することができる。内側の導体球にのみ正電荷 Q （ > 0 ）を与えたとする。

ア．導体球の中心 O からの距離を r とする。

S が開いているときの導体球と導体球殻の間（ $a < r < b$ ）、導体球殻内（ $b < r < c$ ）、導体球殻外（ $r > c$ ）における電界の大きさ E を、それぞれ必要な数値と記号を用いて表せ。

イ． S が開いているときの導体球殻外表面上の電位 V_c を、必要な数値と記号を用いて表せ。

ウ． S が開いているときの導体球上の電位 V_a を、必要な数値と記号を用いて表せ。

エ． S を閉じて導体球殻を接地した状態における V_a 、 V_c を、それぞれ必要な数値と記号を用いて表せ。

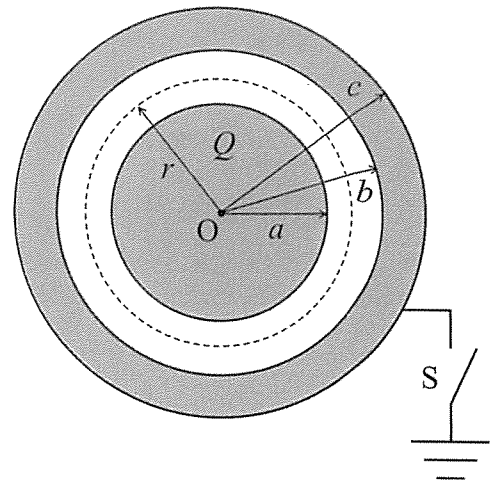


図 1-1

- (2) 図1-2のように、真空中（透磁率 μ_0 ）に置かれた十分に細い無限長直線導線に定電流 I が流れている。この導線の中心軸から距離 d だけ離れた位置に、長辺 a 、短辺 b の十分に細い長方形ループ導線（巻数1）が、無限長直線導線とループ導線の2本の短辺 b が平行かつ同一面上になるように配置されている。なお、長方形ループ導線と、無限長直線導線は重ならないものとする。

ア．直線導線の中心軸から距離 x だけ離れた位置における磁界の強さ H を、必要な数値と記号を用いて表せ。

イ．ループ導線を鎖交する全磁束 Φ を、必要な数値と記号を用いて表せ。

ウ．直線導線とループ導線の間の相互インダクタンス M を、必要な数値と記号を用いて表せ。

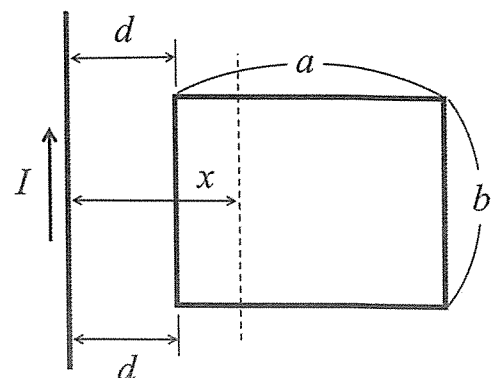


図 1-2

- [2] 線形素子で構成される電気回路（以下、線形回路という）では、各独立電源を単独に作用させたときの応答を代数的に加えることで、全体の応答を求めることができる。この考え方を重ね合わせの理という。重ね合わせの理を適用する際には、ある独立電源のみを作用させ、他の独立電圧源を短絡し、他の独立電流源を開放する。

独立電源が2個である場合、求める応答量を $y(t)$ とし、各独立電源を単独に作用させたときの応答量を $y_1(t)$ 、 $y_2(t)$ とすると、次式が成り立つ。

$$y(t) = y_1(t) + y_2(t)$$

ここで、 $y(t)$ は指定された枝路電流または線形素子の両端電圧を表す。

なお、この関係は、電圧および電流の瞬時値、すなわち時間関数（直流を含む）に対して成立する。

このことを踏まえて、以下の問(1)、(2)に答えよ。

- (1) 図2-1に示す線形回路について、以下の問いに答えよ。ただし、図中の電源はすべて直流であり、同一記号の抵抗はすべて同一抵抗値を表す。また、電圧を $V_g = 12 \text{ V}$ 、電流を $I_g = 8 \text{ A}$ 、抵抗を $R_1 = 2 \text{ } \Omega$ 、 $R_2 = 3 \text{ } \Omega$ 、 $R_3 = 6 \text{ } \Omega$ とする。

ア．電圧源 V_g のみを作用させたとき、 R_1 に流れる電流を I_1' [A]とする。 I_1' [A]を求めよ。

イ．電流源 I_g のみを作用させたとき、 R_1 に流れる電流を I_1'' [A]とする。 I_1'' [A]を求めよ。

ウ．アとイの結果を用いて、 V_g と I_g を同時に作用させたときの R_1 に流れる電流 I_1 [A]を求めよ。

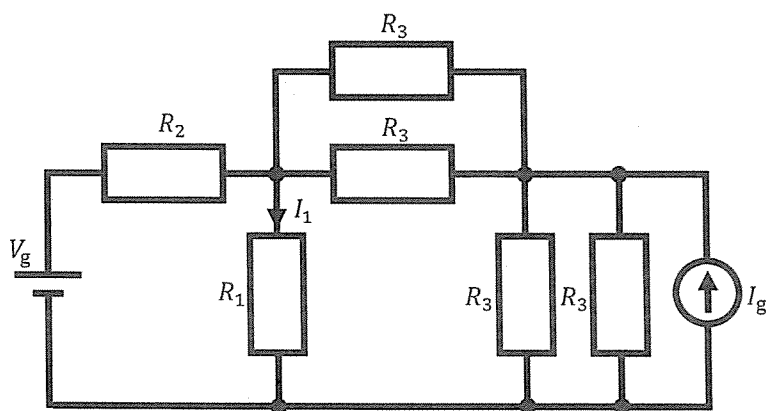


図 2-1

- (2) 図2-2に示す線形回路について、以下の問いに答えよ。ただし、直流電源の電圧を $V_g = 100$ V，正弦波交流電源の瞬時電圧を $v_g(t)$ [V]とする。そして， $v_g(t)$ [V]の実効値を300 Vとし，その複素数(フェーザ)表示を $\dot{E}_g$ [V]とする。また，正弦波交流電源の周波数を $f = \frac{180}{\pi}$ Hz，抵抗を $R = 20$ Ω ，自己インダクタンスを $L = \frac{1}{24}$ Hとする。

ア．直流電圧源のみを作用させたとき，回路に流れる電流を I' [A]とする。十分に時間が経過した定常状態において， I' [A]を求めよ。

イ．交流電圧源のみを作用させたとき，回路に流れる電流の複素数表現を $\dot{i}''$ [A]，その大きさを $|\dot{i}''|$ [A]とする。十分に時間が経過した定常状態において，複素数表示で回路電流 $\dot{i}''$ [A]を求めよ。また，その大きさ $|\dot{i}''|$ [A]を求めよ。ただし， $\dot{E}_g$ [V]の位相を基準とする。

ウ．アとイの結果を用いて，直流電圧源と交流電圧源を同時に作用させたときの回路に流れる電流 $i(t)$ [A]の実効値 I_{rms} [A]を求めよ。ただし，異なる周波数をもつ時間関数の重ね合わせでは，実効値を直接加算できないことに注意して計算せよ。

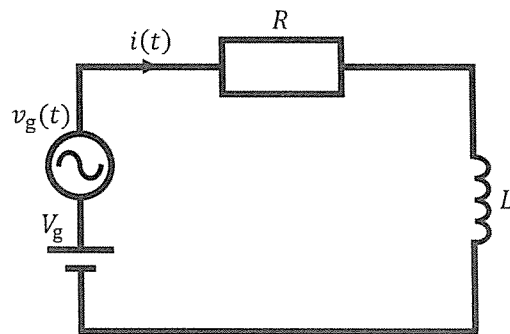


図 2-2

[3] 以下の問いに答えよ。

- (1) 図3-1に示す抵抗とツェナー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、ツェナーダイオード D_z は、ツェナー電圧 $V_z = 3.5\text{ V}$ 、順方向しきい値電圧 $V_D = 0.7\text{ V}$ の理想ツェナーダイオードとする。また、 V_i [V]、 V_o [V] は回路図に示した箇所の電圧とする。

ア. $V_i = 2.0\text{ V}$ のときに抵抗に流れる電流の大きさを求めよ。

イ. 入出力特性 (V_o 対 V_i) の概形を $-5\text{ V} \leq V_i \leq 5\text{ V}$ の範囲で図示せよ。

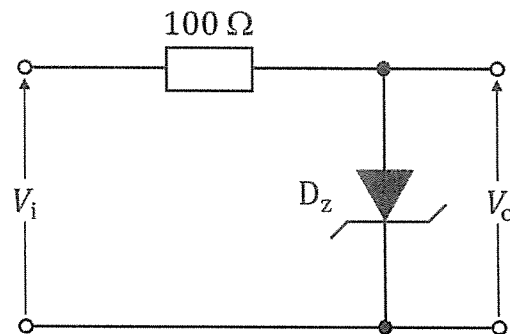


図 3-1

- (2) 図3-2に示す演算増幅器を用いた回路についてそれぞれ答えよ。ただし、演算増幅器は理想的なものとする。また、 v_1 、 v_2 、 v_3 、 v_4 、 v_A 、 v_B は回路図に示した箇所の電圧とし、 R_1 、 R_2 は回路図に示した箇所の抵抗値とする。

ア. v_A を v_2 を用いて表せ。

イ. v_B を v_1 、 v_3 を用いて表せ。

ウ. v_3 を v_1 、 v_2 を用いて表せ。

エ. $v_4 = 200(v_2 - v_1)$ となるように設計した。このときの $\frac{R_2}{R_1}$ の値を求めよ。

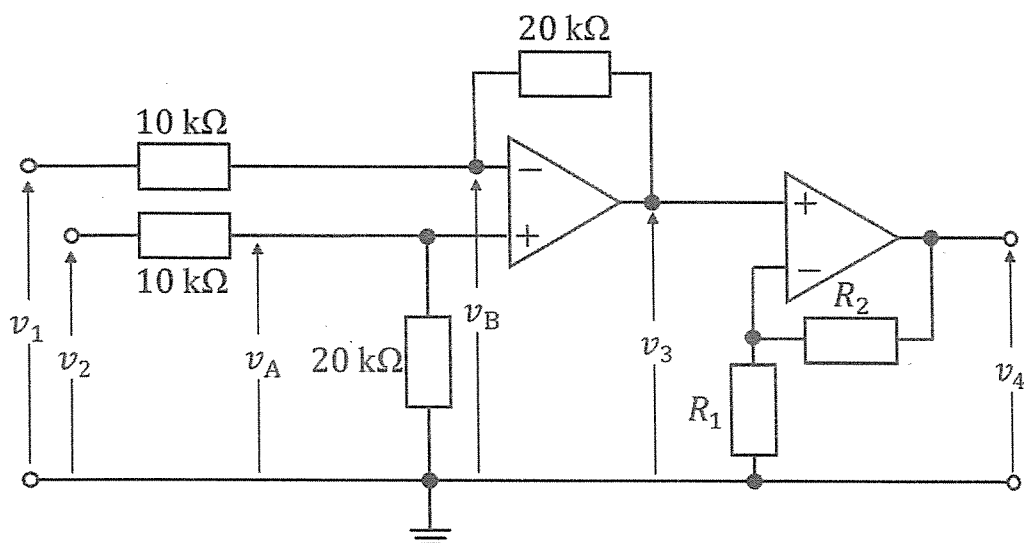


図 3-2

[4] 以下の問いに答えよ。

- (1) ある通信では、1回の送信が成功する確率を p ($0 < p < 1$) とする。各回の送信結果は互いに独立であるとする。
- ア．1回の送信が失敗する確率を、 p を用いて表せ。
 - イ．2回の送信がともに失敗する確率を、 p を用いて表せ。
 - ウ．2回の送信のうち、少なくとも1回成功する確率を、 p を用いて表せ。
- (2) ある通信では、10ビットからなるデータを送信することを考える。各ビットは、送信の過程で独立に確率 q ($0 < q < 1$) で誤るものとする。
- ア．誤りがちょうど1ビット発生する確率を、 q を用いて表せ。
 - イ．誤りがちょうど2ビット発生する確率を、 q を用いて表せ。
 - ウ．10ビット中の誤りビット数 X の期待値 $E[X]$ を、 q を用いて表せ。
- (3) ある通信では、送信が失敗した場合、同じデータをもう一度送信する。成功するまで送信を繰り返すものとする。1回の送信が成功する確率を r ($0 < r < 1$) とし、各回は互いに独立であるとする。
- ア．2回目の送信で初めて成功する確率を、 r を用いて表せ。
 - イ．3回目までに送信が成功する確率を、 r を用いて表せ。
 - ウ．成功するまでに必要な送信回数を Y とする。このとき、 Y の期待値 $E[Y]$ を、 r を用いて表せ。

[5] 以下の問いに答えよ。数値で答える問いについては有効数字2桁で答えよ。
 なお、 $\sqrt{3} = 1.7$ として計算してよい。

- (1) 図5-1の斜線部分は、ある結晶の単位格子の(1 1 1)面を示している。

ア．この単位格子が立方格子であり、格子定数が $3.0 \text{ \AA}$ であるとき、図中に黒丸で示した頂点から(1 1 1)面までの距離 $d [\text{\AA}]$ を求めよ。

イ．この単位格子が、単一元素からなる体心立方格子であるとき、最隣接する二つの原子の中心間距離 $L [\text{\AA}]$ を求めよ。

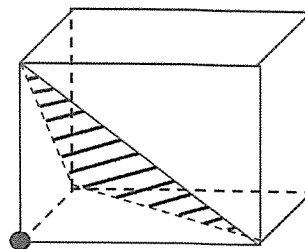


図5-1

- (2) 温度が 27°C で圧力が $1.0 \times 10^6 \text{ Pa}$ のときの、液体の水の活量 a の自然対数 $\ln a$ を求めよ。ただし、液体の水は、密度が 1.0 g mL^{-1} で分子量が 18 g mol^{-1} とし、体積変化はしないものと仮定する。また、 $\ln a = \frac{\bar{V}}{RT}(P - P^\circ)$ の関係式が成り立つとする。ここで、 $\bar{V}$ はモル体積 [$\text{m}^3 \text{ mol}^{-1}$], R は気体定数 ($8.3 \text{ m}^3 \text{ Pa mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$), T は絶対温度[K], P は圧力[Pa], P° は標準圧力 ($1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) である。

- (3) 1.0 m^3 の容器を $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で満たしている理想気体を考える。

ア．この気体を、 $4.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の一定外圧で平衡状態に達するまで等温圧縮した場合の、最終的な体積 $V_1 [\text{m}^3]$ と仕事 $w_1 [\text{J}]$ をそれぞれ求めよ。なお、 $1 \text{ m}^3 \text{ Pa} = 1 \text{ J}$ として計算してよい。

イ．この気体を、まず $3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の一定外圧で平衡状態に達するまで等温圧縮し、その後 $4.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の一定外圧で平衡状態に達するまで等温圧縮した場合の仕事 w_2 を求めよ。また、 w_2 をアで求めた w_1 と比較し、仕事に違いが生じる理由を50~100文字程度で説明せよ。