

令和4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6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 解答にかかる前に、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、半径 a の内部円柱導体と半径 b の外部円筒導体（厚さ無し）から成る無限長の同軸導体が真空中に置かれている。内部円柱導体と外部円筒導体には、それぞれ単位長さあたり $+q$ と $-q$ の正と負の電荷を与え、これらの電荷は導体内で自由に動けるものとする。ここで中心軸からの半径が r で、単位長さの円筒面に注目する。真空の誘電率を ϵ_0 とする。

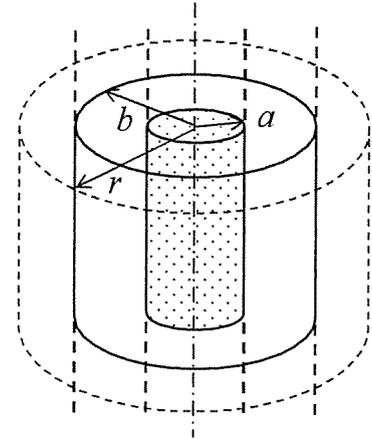


図1-1

ア. r が外部円筒導体と内部円柱導体の間にあるとき($a < r < b$)の電界 E を求めよ。

イ. r が内部円柱導体の内側にあるとき($r < a$)の電界 E を求めよ。

ウ. r が外部円筒導体の外側にあるとき($b < r$)の電界 E を求めよ。

エ. 内部円柱導体と外部円筒導体の間の電位差 V を求めよ。外部導体の電位を基準にすること。

オ. 内部円柱導体表面で電界 E が最も大きくなる。導体間に電位差 V が生じているとき、内部円柱導体表面の電界 E を最小にする a と b の関係を求めよ。

(2) 無限に長いソレノイドを真空中に置き、電流 I を流す。ここで単位長あたりのコイルの巻数を n とする。図1-2に示す閉路の短辺と長辺の長さをそれぞれ s_1 , s_2 とし、真空の透磁率を μ_0 とする。

ア. 閉路ABCDについて、アンペールの法則を使った式を書け。ソレノイド外部の磁束密度 B_1 , B_2 を求めよ。

イ. 閉路A'B'C'D'について、アンペールの法則を使った式を書け。ソレノイド内部と外部の磁束密度 B_3 , B_4 を求めよ。

ウ. 閉路A''B''C''D''について、アンペールの法則を使った式を書け。ソレノイド内部の磁束密度 B_5 と B_6 の関係を述べよ。

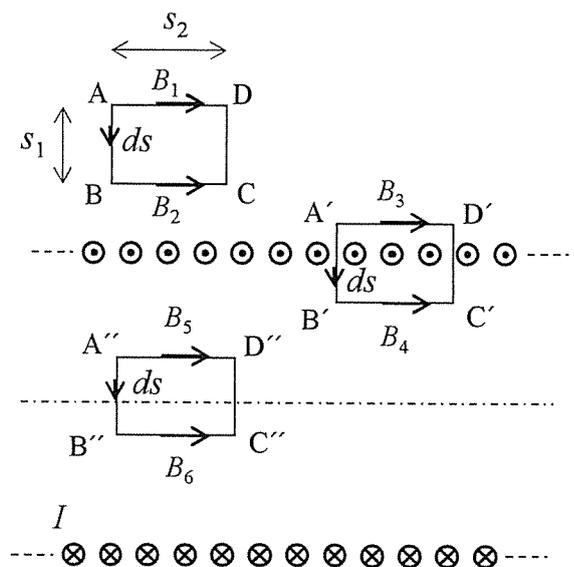


図1-2

[2] 以下の問いに答えよ。

(1) 図2-1に示すように、直流電圧源 $E=10V$ 、および抵抗 $R_1=1\Omega$ 、 $R_2=2\Omega$ 、 $R_3=6\Omega$ 、 $R_4=0.5\Omega$ 、コンデンサ $C=10mF$ からなる回路がある。スイッチ S_1 と S_2 は開いた状態で、コンデンサ C の初期電圧は $0V$ とする。

ア. スイッチ S_1 を端子aにつなぎ、スイッチ S_2 が開いた状態であるときの抵抗 R_4 の電圧 V_4 を求めよ。

イ. スイッチ S_1 を端子aにつなぎ、スイッチ S_2 を閉じ、十分時間が経った後のコンデンサ C の電圧 V_C を求めよ。

ウ. スイッチ S_1 を端子aにつなぎ、スイッチ S_2 を閉じ、十分時間が経った後、スイッチ S_1 を端子bにつなぎかえた。端子bにつないだ時刻を $t=0$ とする。時刻 t におけるコンデンサ C の電圧 $V_C(t)$ を求めよ。

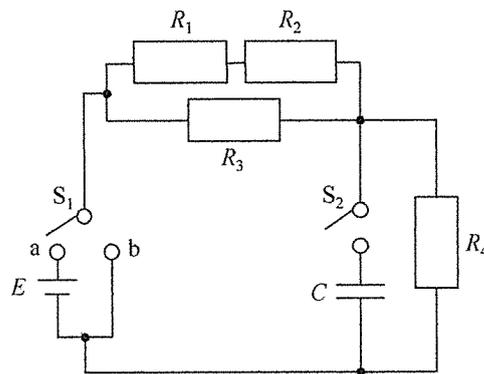


図 2-1

(2) 図2-2に示すように、交流電源および抵抗、インダクタからなる回路がある。交流電源電圧の実効値を E とし、各抵抗の抵抗値を R_1 、 R_2 、インダクタのリアクタンスを X_L とする。

ア. スイッチ S を端子aにつないだときの抵抗値 R_1 の抵抗の電圧を V_1 とする。抵抗値 R_2 を E と V_1 、 R_1 を用いて表せ。

イ. $E=100V$ 、 $R_1=40\Omega$ 、 $R_2=30\Omega$ 、 $X_L=40\Omega$ とする。スイッチ S を端子bにつないだときのインダクタの電圧の実効値 V_L を求めよ。

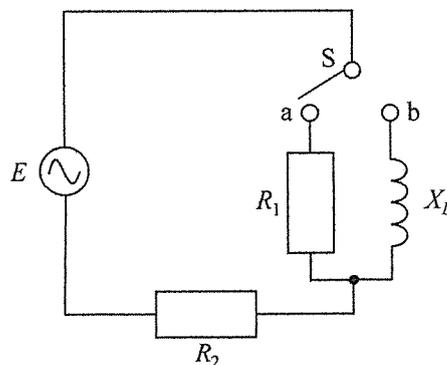


図 2-2

[3] 以下の問いに答えよ。

(1) トランジスタと抵抗 R_1 , R_2 で構成された図 3-1 に示す回路について考える。

トランジスタはベースエミッタ間電圧 $V_{BE} = 0.6V$ で活性状態になり、電流 I_C の大きさによらず V_{BE} は一定とし、電流増幅率を h_{FE} とする。ただし、 I_C は 0 よりも大きいものとする。

ア. トランジスタが遮断状態であるとき、電流 I_1 を V_1 , R_1 , R_2 を用いて示せ。

イ. トランジスタが活性状態であるとき、 I_1 を V_1 , V_{BE} , R_1 , R_2 , h_{FE} を用いて示せ。

ウ. $R_1 = 4k\Omega$, $R_2 = 1k\Omega$, $h_{FE} = 99$ とするとき、 $V_1 - I_1$ 特性はどのようなになるか図示せよ。また遮断状態と活性状態の変化点における電圧値および電流値、電圧 3.5V 印可時の電流値を図中に数値で示せ。

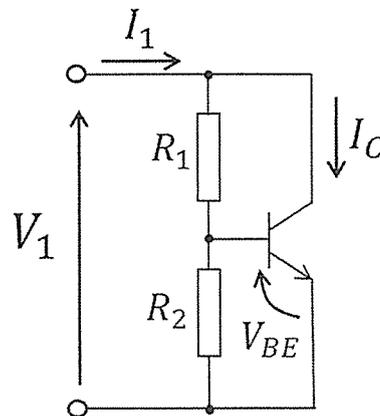


図 3-1

(2) 角周波数 ω の交流電圧源、抵抗 R 、コンデンサ C 、演算増幅器で構成された図 3-2 に示す回路について考える。ただし、演算増幅器は理想的なものとする。

ア. 電位 v_A を入力電圧 v_{in} , R , C , ω を用いて示せ。

イ. 電圧利得 v_{out}/v_{in} を R , C , ω を用いて示せ。

ウ. $|v_{out}/v_{in}|$ を求めよ。

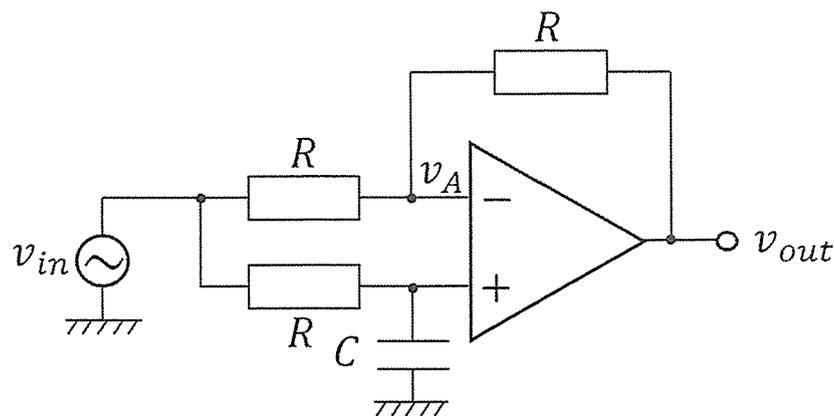


図 3-2

[4] 離散時間の信号系列 $\{x_t\}_{t=0}^{\infty}$ の Z 変換 $X(z)$ は、 z を複素数として、

$$X(z) = \sum_{t=0}^{\infty} x_t z^{-t}$$

と定義される。Z 変換 $X(z)$ は、無限級数を含まない形式を求めることで、信号系列 $\{x_t\}_{t=0}^{\infty}$ の性質を調べるために利用される。以下の問いに答えよ。

(1) 以下の信号系列 $\{x_t\}_{t=0}^{\infty}$ の Z 変換を求めよ。

ア. $x_0 = 1, x_t = 0 (t = 1, 2, \dots)$

イ. $x_0 = 1, x_1 = -1, x_2 = 2, x_t = 0 (t = 3, 4, \dots)$

ウ. a を実数として、 $x_t = a^t (t = 0, 1, \dots)$

(2) 離散時間の信号系列 $\{x_t\}_{t=0}^{\infty}$ を入力した場合の出力系列 $\{y_t\}_{t=0}^{\infty}$ が、以下で与えられるような離散時間の線形時不変システムを考える。

$$y_t = x_t + 3y_{t-1} - 2y_{t-2}$$

ただし、 $t < 0$ の場合は、 $y_t = 0$ とする。入力の信号系列 $\{x_t\}_{t=0}^{\infty}$ が (1) のアで定義したインパルス信号の場合について、以下の問いに答えよ。

ア. 出力系列 $\{y_t\}_{t=0}^{\infty}$ の Z 変換 $Y(z) = \sum_{t=0}^{\infty} y_t z^{-t}$ を求めよ。

イ. $Y(z)$ を部分分数分解せよ。

ウ. 時刻 $t = 0, 1, \dots$ における出力値 y_t を求めよ。

[5] 以下の問いに答えよ。

(1) 25℃で1気圧の条件で、二酸化炭素 CO_2 (分子量44)と水 H_2O (分子量18)からグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (分子量180)と酸素 O_2 (分子量32)を生成する。

ア. 二酸化炭素と水からグルコースと酸素を生成する反応式を答えよ。

イ. 1 gのグルコースを生成するのに必要な二酸化炭素の質量[g]を答えよ。

ウ. 25℃で1気圧の条件で、炭素と水素の燃焼熱は、それぞれ394 kJ/molと286 kJ/molでともに発熱である。また、グルコースの生成熱は1274 kJ/molで発熱である。アで答えた式の反応熱[kJ]を求めよ。また、アでの反応は、発熱であるか吸熱であるかをあわせて答えよ。

(2) ある濃度の酢酸水溶液100 mLを0.100 mol/Lの水酸化ナトリウムで滴定したところ、10.0 mLで終点が得られた。電気伝導度計を用いて、その滴定を追跡すると図5-1のような滴定曲線が得られた。25℃無限希釈溶液でのイオンのモル電気伝導率を表5-1に示す。

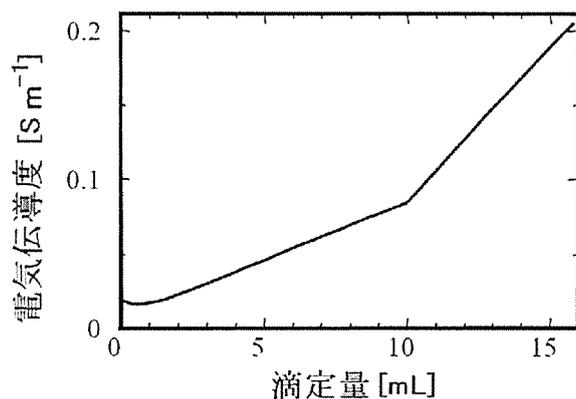


表5-1

イオン	モル電気伝導率
H^+	$35.0 \text{ Sm}^{-1} \cdot (\text{mol/L})^{-1}$
Na^+	$5.0 \text{ Sm}^{-1} \cdot (\text{mol/L})^{-1}$
OH^-	$19.9 \text{ Sm}^{-1} \cdot (\text{mol/L})^{-1}$
CH_3COO^-	$4.0 \text{ Sm}^{-1} \cdot (\text{mol/L})^{-1}$

図5-1

ア. この酢酸水溶液のモル濃度[mol/L]を求めよ。

イ. 終点以降で電気伝導度が急激に増加する理由を答えよ。

ウ. 25℃で滴定前の酢酸水溶液の電気伝導度は 0.0195 Sm^{-1} であった。水素イオンのモル濃度[mol/L]を求めよ。ただし、酢酸水溶液では水素イオンと酢酸イオンのモル濃度は等しく、無限希釈溶液でのモル電気伝導率はその濃度が変わっても変化しないものとして計算せよ。

(3)鉛蓄電池では，図5-2のように希硫酸水溶液の電解液にA極とB極が浸けられている。A極とB極で起こる還元方向の反応式は，それぞれ以下のように記される。このとき，A極の標準電極電位の値はB極の標準電極電位の値より小さい。

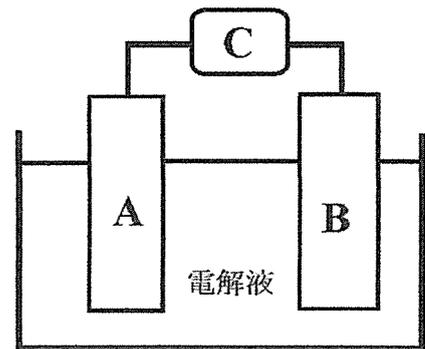
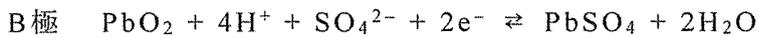
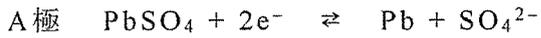


図5-2

- ア．図5-2のCを電球として放電が起こったとき，A極は正極か負極のいずれになるかを答えよ。
- イ．放電が起こるときの電池全体の反応式を答えよ。
- ウ．図5-2のCを外部電源に換え，鉛蓄電池を0.50 Aで3860秒間充電したとき，A極の質量の変化[g]を求めよ。ファラデー定数は96500 C/molとし，質量が増加する場合には正の符号，減少する場合には負の符号をつけて答えよ。H, O, S, Pbのそれぞれの原子量は,1, 16, 32, 207とする。