

令和3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。

(草稿用紙)

[ 1 ] 以下の問いに答えよ。

(1) 図1のように、真空中（透磁率 $\mu_0$ ）に配置された細い無限長直線導体Lに大きさ $I$ の一定電流が流れており、Lを含む平面内において、Lに対して垂直に長さ $a$ の細い棒状導体を配置している。

ア. Lから距離 $x$ だけ離れた位置における磁束密度の大きさ $B$ を求めよ。

イ. 図1に示すように、Lと棒状導体を含む平面内において、棒状導体をLに対して垂直に保ったまま一定の速さ $v$ でLに平行に移動させた。Lから棒状導体中心までの距離が $x$ のとき、棒状導体の両端間に生じる誘導起電力の大きさ $E$ を求めよ。

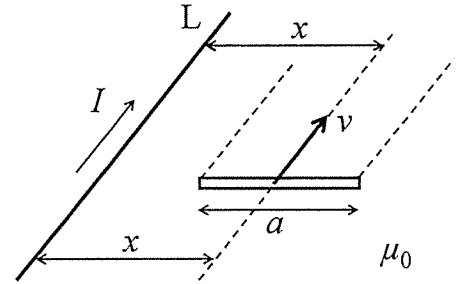


図 1

(2) 図2のように、真空中（誘電率 $\epsilon_0$ ）に置かれた半径 $a$ の金属導体球に正電荷 $Q$ を与え、その周りを内径 $a$ 、外径 $b$ の同心誘電体球殻（誘電率 $\epsilon$ ）で覆っている。

ア. 金属導体球の中心 $O$ からの距離を $r$ とするとき、金属導体球の内部（ $r < a$ ）、誘電体球殻の内部（ $a \leq r < b$ ）、および誘電体球殻の外部（ $r \geq b$ ）における電界の大きさ $E$ を求めよ。

イ. 金属導体球表面（ $r = a$ ）の電位 $V$ を求めよ。

ウ. 金属導体球の静電容量 $C$ を求めよ。

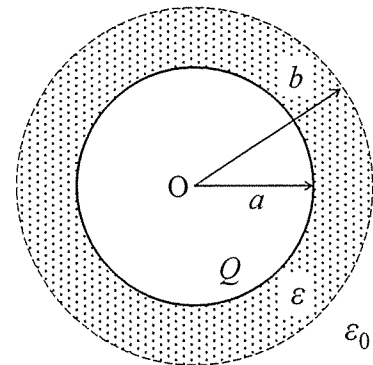


図 2

[ 2 ] 以下の問いに答えよ。

(1) 図1に示すように、直流電圧源  $E_1, E_2$ 、抵抗  $R_1, R_2, R_3$  からなる回路がある。

ア.  $R_3$  の抵抗を取り除いた図2の回路において、端子 a-b 間の電位差  $V_0$  を求めよ。

イ. 端子 a-b から見た回路内部の合成抵抗  $R_0$  を求めよ。

ウ.  $R_1=1\Omega, R_2=5\Omega, R_3=2\Omega, E_1=4V, E_2=2V$  の時、図1の  $I$  の値を求めよ。

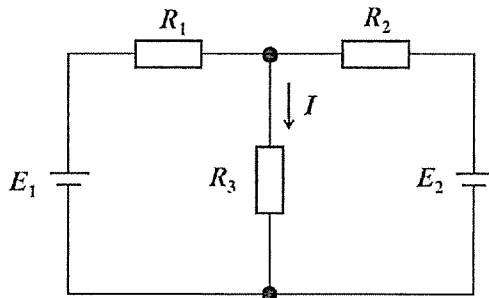


図1

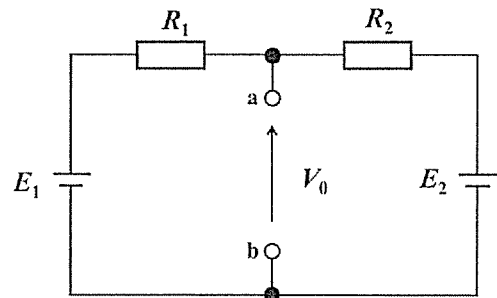


図2

(2) 図3に示すように、直流電圧源  $E$ 、抵抗  $R, 2R$ 、インダクタ  $L$ 、コンデンサ  $C$  からなる回路がある。時刻  $t < 0$  でスイッチ  $S$  は開いており、各素子の電圧、電流は0とする。

ア.  $t=0$  でスイッチ  $S$  を閉じた時、 $t \geq 0$  のインダクタの電流  $i_1(t)$  を求めよ。

イ.  $t=0$  でスイッチ  $S$  を閉じた時、 $t \geq 0$  のコンデンサの電圧  $v_C(t)$  と抵抗  $2R$  の電圧  $v_2(t)$  をそれぞれ求めよ。

ウ. 上記で求めた値より、 $t \geq 0$  の直流電圧源  $E$  を流れる電流  $i(t)$  を求めよ。

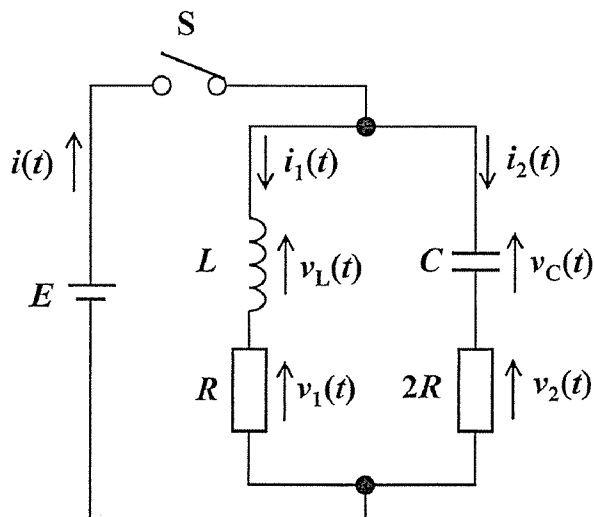


図3

[3] 以下の問いに答えよ。

(1) バイポーラトランジスタについて以下の問いに答えよ。 $i_e$ ,  $i_b$ ,  $i_c$  はそれぞれ、トランジスタのエミッタ電流, ベース電流, コレクタ電流の信号分とする。

ア. エミッタ接地電流増幅率 $\beta$ を $i_b$ ,  $i_c$ を用いて示せ。

イ. ベース接地電流増幅率 $\alpha$ を $i_e$ ,  $i_c$ を用いて示せ。

ウ.  $\beta$ を $\alpha$ を用いて示せ。

(2) 図1の回路において, ダイオード $D_1$ ,  $D_2$ はオン状態とする。ただし, それぞれのダイオードの立ち上がり電圧を $V_F$ , オン抵抗はゼロとする。また, 抵抗 $R_0$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ の大きさはそれぞれ,  $R_0 = R$ ,  $R_1 = 2R$ ,  $R_2 = 4R$ とする。

ア.  $R_1$ に流れる電流を $I_1$ ,  $R_2$ に流れる電流を $I_2$ とした場合,  $I_1$ を $I_2$ を用いて示せ。

イ.  $I_2$ を $R$ , 電圧 $V$ ,  $V_F$ を用いて示せ。

ウ.  $I_1$ を $R$ ,  $V$ ,  $V_F$ を用いて示せ。

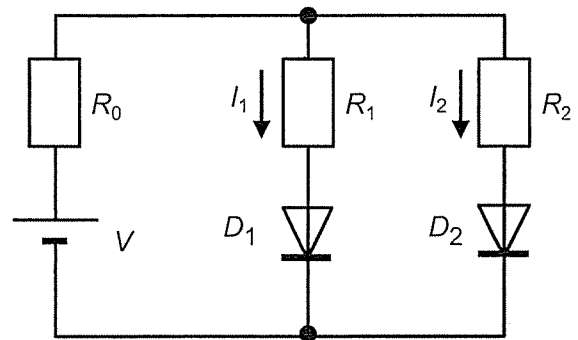


図 1

(3) 図2の回路は電圧 $V$ , 抵抗 $R_0$ の値を変化させても端子電圧 $V_{out}$ がほぼ一定に保たれる回路である。バイポーラトランジスタのしきい値電圧を $V_{th}$ とする場合,  $V_{out}$ を抵抗 $R_1$ ,  $R_2$ ,  $V_{th}$ を用いて示せ。

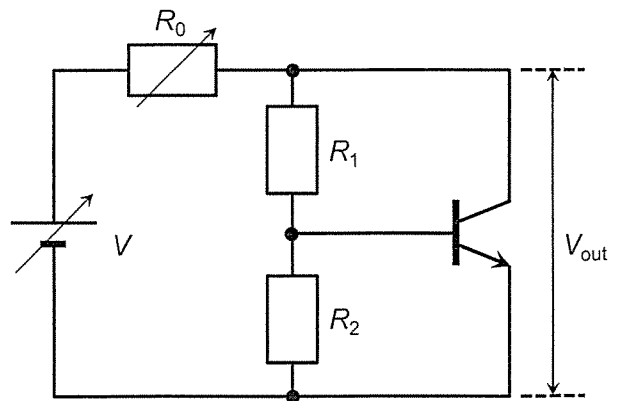


図 2

- [ 4 ] 時刻  $t$  における正弦波信号  $s(t)$  において、振幅を  $A$ 、周波数を  $f_0$ 、位相を  $\theta$  とし、 $s(t) = A \cos(2\pi f_0 t + \theta)$  と書く。また、平均電力は  $P = \frac{1}{T} \int_0^T s^2(t) dt$  と定義する。ここで  $T$  は  $s(t)$  の周期である。次の信号  $x(t)$ 、 $y(t)$ 、 $z(t)$ 、 $g(t)$  について以下の問いに答えよ。

$$x(t) = \sqrt{3} \cos(2\pi t), \quad y(t) = -\sin(2\pi t), \quad z(t) = 2 \cos(6\pi t), \quad g(t) = \begin{cases} 5, & |t| \leq 0.1 \\ 0, & |t| > 0.1 \end{cases}$$

(1) 信号  $x(t) + y(t)$  の振幅、周波数、位相、平均電力を求めよ。

(2) 信号  $x(t)z(t)$  の最高周波数を求めよ。

(3) 信号  $z(t)$  を複素正弦波の和の形  $\sum_{k=-\infty}^{\infty} c_k e^{j2\pi f_k t}$  で表せ。

(4) 信号  $g(t)$  のフーリエ変換を  $G(f) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t) e^{-j2\pi f t} dt$  と表す。

ア. 周波数  $f = 0$  のときの値  $G(0)$  を求めよ。

イ. 信号  $g(t)z(t)$  のフーリエ変換を  $G(f)$  を用いて表せ。

(5) 周波数特性が  $H(f) = \frac{3}{1 + j\sqrt{3}f}$  の線形時不変システムがある。

ア. 周波数  $f = 1$  におけるこのシステムの振幅特性  $|H(f)|$  と位相特性  $\angle H(f)$  を求めよ。

イ. 信号  $1 + x(t)$  をこのシステムへ入力したときの出力信号を求めよ。

[5] 以下の問いに答えよ。

- (1) 次の文で、A, B, C, D, E, Hに下の語群から適当な言葉をあてはめ、FとGには数値を記せ。

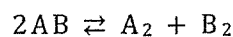
金属結合やイオン結合による結晶では、原子が密になるようにつまっている。原子やイオンを剛体球と考えると空間に配列したとき、剛体球の中心の位置を **A** といい、この **A** の配列を **B** という。構造を形づくる空間の最小の単位を **C** という。各頂点に **A** をもつ立方体を最小とするものを **D** という。**D** の中心に1個の球が位置しているような **C** を **E** という。同じ大きさで互いに隣接する球からできている **D** では、1個の球に隣接する球の数は **F** である。**E** の場合での1個の球に隣接する球の数は **G** である。その際の1個の球に隣接する球の数は、**H** を意味する。

語群：結晶面，結晶格子，結晶中心点，共有結晶，共有点，格子点，単位格子，量論係数，結合次数，配位数，単純立方格子，面心立方格子，体心立方格子，六方最密格子。

- (2) 無限希釈水溶液（水溶液を無限に希釈した極限下での希薄水溶液）では、イオン間の相互作用が無視でき、各イオンは独立に移動することができる。無限希釈水溶液における塩酸、塩化ナトリウム、酢酸ナトリウムのモル電気伝導率を次の表1に示す。

酸または塩	$S\ m^2\ mol^{-1}$
HCl	$426 \times 10^{-4}$
NaCl	$127 \times 10^{-4}$
CH <sub>3</sub> COONa	$91 \times 10^{-4}$

- ア． 無限希釈水溶液における1:1型塩のモル電気伝導率を $\Lambda_0$  [ $S\ m^2\ mol^{-1}$ ]とし、その塩を構成する1価の陽イオンと1価の陰イオンのモル電気伝導率を、それぞれ、 $\Lambda^+$  [ $S\ m^2\ mol^{-1}$ ]と $\Lambda^-$  [ $S\ m^2\ mol^{-1}$ ]と表す。この際の塩とイオンのモル電気伝導率の間にある関係を式で求めよ。
- イ． 無限希釈水溶液中で酢酸(CH<sub>3</sub>COOH)の電離度を記せ。
- ウ． 酢酸の無限希釈水溶液におけるモル電気伝導率 [ $S\ m^2\ mol^{-1}$ ]を求めよ。
- (3) 体積一定の容器内で気体分子ABは、気体分子A<sub>2</sub>とB<sub>2</sub>になり、次式で示される平衡が、温度K [°C]で成り立っている。記号AとBは異なる元素を意味する。すべての気体は完全気体としてふるまうものとする。



- ア． 上記で表される化学反応式で、A<sub>2</sub>の物質量が反応前よりx [mol]だけ増加するとき、反応後のABの物質量の減少量[mol]を記せ。
- イ． 問アと同じ条件でA<sub>2</sub>が増加した時、反応前の全圧をP[Pa]とすると、反応後の全圧[Pa]はいくらになるかを記せ。
- ウ． 最初に容器に3.0[mol]のABだけを含むとき、その反応平衡後に存在するA<sub>2</sub>の物質量[mol]を求めよ。ただし、K[°C]における上記で表される化学反応式の圧平衡定数は $K_p = 4$ である。