

平成31年度 大阪大学基礎工学部編入学試験
 [エレクトロニクスコース専門科目] 試験問題

受験番号	志望学科・コース
	学科
	コース

[エレ専門 - 1]

問題 1 電気回路に関する以下の問に答えよ。

(1) 抵抗 R_i ($i = 1, 2, 3, X$) で構成されたブリッジ回路に、直流電源 E を接続した図1の回路について考える。

(1-1) 図1中に定義されている端子対 $a-a'$ 間の電圧 V_o を求めよ。

(1-2) $V_o = 0$ となるために R_i ($i = 1, 2, 3, X$) が満たすべき条件を求めよ。ただし、 $E > 0$ とする。

(1-3) はじめに R_3 を調整して回路が (1-2) の状態になったとする。その後、 R_X が $R_X + \Delta R_X$ (ただし、 $|\Delta R_X/R_X| \ll 1$) に変化したときの V_o を $\Delta R_X/R_X$ の1次までの近似式として求めよ。解答欄には計算の過程も記述すること。また、必要なら、

$$\frac{1+x}{c+1+x} \simeq \frac{1}{c+1} + \frac{c}{(c+1)^2}x \quad (|x| \ll 1)$$

の関係を使って良い。

(1-4) (1-3) の方法で $\Delta R_X/R_X$ を測定する際に、その感度を最大にするための条件を R_i ($i = 1, 2, 3$) の中から必要なものを用いて答えよ。

(1-5) このようなブリッジ回路を用いた $\Delta R_X/R_X$ の測定法が、図2に示す回路を用いるよりも優れている点を述べよ。

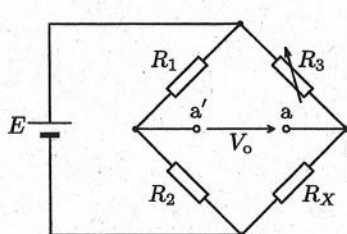


図1

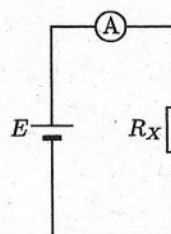


図2

(2) 抵抗 R 、インダクタ L 、キャパシタ C を直列に接続し、角周波数 ω の交流電源 V (複素数表示) を接続した図3の回路について考える。なお、虚数単位を j とする。

(2-1) この回路に流れる電流 I (複素数表示) を求めよ。

(2-2) $|I|$ を最大にする角周波数 ω_r を求めよ。

(2-3) $|I|$ と $\angle I - \angle V$ の ω 依存性の概略を、解答用紙に示されたグラフの中に図示せよ。ただし、 $\angle X$ は複素数 X の偏角である。

(2-4) $\omega = \omega_r$ のときの、 V_R (複素数表示) と V_C (複素数表示) を求めよ。

(2-5) この回路の電源電圧が $v(t) = V_m \cos \omega_r t$ (t は時間、 V_m は正の実数) のとき、図4中に定義される電圧 $v_R(t)$ と $v_C(t)$ の概略を、解答用紙に示されたグラフの中に、 $\omega_r t$ の関数として図示せよ。

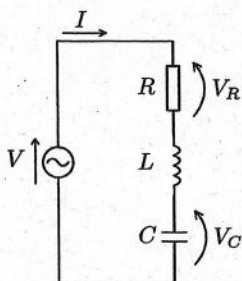


図3

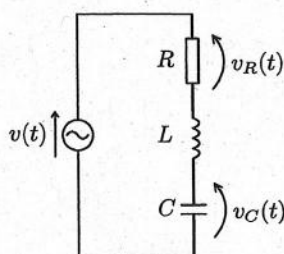


図4

平成31年度 大阪大学基礎工学部編入学試験
 [エレクトロニクスコース専門科目] 試験問題

受験番号	志望学科・コース
	学科
	コース

[エレ専門 - 2]

問題2 半導体に関する以下の問に答えよ。

- (1) GaAs(ガリウム砒素)は、価電子帯の上端と伝導帯の下端の波数が一致している ア 型半導体であることから、価電子帯と伝導帯の間で高効率なキャリアの遷移が生じ易い。従って、 イ などの光デバイスに応用されている。 ア と イ に入る適切な語句を示せ。
- (2) Si のような IV 族真性半導体に不純物を添加(ドーピング)して n 形半導体とした。このとき、添加された不純物は一般的に ウ と呼ばれ、例として エ のような元素が挙げられる。 ウ と エ に入る適切な語句や元素記号を示せ。
- (3) 電界による半導体中の電子の移動について考える。
 結晶中の電子(素電荷 q)が電界 E によって受ける力 F は $F = -$ オ であり、これにより加速されるとき加速度 $\left(\frac{dv}{dt}\right)$ は、運動方程式 $F = m_e^* \frac{dv}{dt}$ (m_e^* は電子の有効質量)から、 $\frac{dv}{dt} = -$ カ となる。
 一方、電子が衝突せずに移動する時間を τ とし、衝突のたびごとに速度を失うとすれば、単位時間当たりに失う速度は $\frac{dv}{dt} = -\left(\frac{1}{\tau}\right)v$ となるので、これを考慮した電子の加速度の式は、 $\frac{dv}{dt} = -$ カ $-\left(\frac{1}{\tau}\right)v$ となる。定常状態では $\frac{dv}{dt} = 0$ であるから、最終的に $v =$ キ E となる。ここで、 キ は電子の移動度と呼ばれ、半導体における最も重要な因子の一つである。
 オ ~ キ に入る適切な式を示せ。
- (4) 右図は、室温付近で、真性半導体の価電子帯から電子が励起され、電子・正孔が共に若干生成している様子を示している。ここで、 E_c , E_F , E_v はそれぞれ、伝導帯の下端、フェルミ準位、価電子帯の上端であり、 $f(E)$ はフェルミ・ディラック分布関数である。この図を参考にして、解答用紙の図中に n 形半導体の伝導帯の電子生成の様子とフェルミ・ディラック分布関数を図示せよ。ただし、フェルミ準位の位置を明示すること。

