

解 答

令和8年度

専攻科入学者学力選抜検査問題

(専 門 科 目)

生産システム工学専攻 B群

電気回路, 電磁気学, 電子回路,
電子工学, 論理回路

受験番号

(注 意)

- 1 指示があるまで開かないでください。
- 2 問題は1ページから6ページまであります。検査開始の合図のあとで確認してください。
- 3 貸与する電卓を使用しても構いません。
- 4 問題は5問です。その中から3問を選択して解答してください。下の表に、選択した問題番号に丸(○)印をつけてください。なお、選択した問題以外に解答しても採点されません。

問題番号	1	2	3	4	5
選択した番号					

独立行政法人国立高等専門学校機構

福井工業高等専門学校

1 以下の電気回路に関する問題に答えなさい。

図の直流電源 V 、キャパシタンス C_1 、 C_2 、抵抗 R 、スイッチ SW から構成される回路において、以下の問に答えなさい。答えは枠の中に書くこと。電荷 $q_1(t)$ 、 $q_2(t)$ 、電流 $i(t)$ は時間 t の関数である。

ただし、 $\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = C_{12}$ と置き換えてよい。

問1. 端子 $a - b$ 間に接続されて十分時間がたったのち、時刻 $t=0$ にスイッチ SW を切り替えて、端子 $a - c$ 間に接続される。時刻 $t=0$ の瞬間における C_1 に蓄積している電荷 $q_1(0)$ を求めなさい。

$$q_1(0) = C_1 V$$

問2. $t=0$ の瞬間における電流 $i(0)$ を求めなさい。ただし、 $t < 0$ では C_2 の電荷は $q_2(t) = 0$ とする。

$$i(0) = -\frac{V}{R}$$

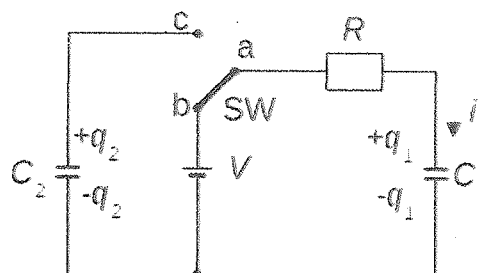


図 スイッチ回路

問3. 十分時間が経ったとき ($t \rightarrow \infty$)、 $q_2(t)$ はある定数 Q_2 に収束する。 Q_2 を式で表しなさい。

$$Q_2 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} V \quad \text{または} \quad C_{12} V$$

問4. $t > 0$ での q_2 を t の関数として表しなさい。

$$q_2(t) = C_{12} V \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{RC_{12}}\right) \right)$$

2 以下の電磁気学に関する問題に答えなさい。

以下は電荷を帯びた球の作る電界に関する記述である。図1のように真空中の原点Oからの距離が r であるとき、 $0 \leq r \leq 2a$ を領域A、 $2a < r \leq 4a$ を領域B、 $r > 4a$ を領域Cとする。

領域Aには電荷密度 $+\rho$ で電荷が一様に分布している。領域Bには電荷密度 $-\frac{\rho}{7}$ で電荷が一様に分布している。また、領域Cに電荷は存在しない。

ただし、 $\rho > 0$ であり、全ての領域の誘電率は真空中の誘電率 ϵ_0 である。

問1 領域Aに存在する電荷の合計を求めなさい。

問2 次のア～ウの場合における、球の中心から距離 r mの位置における r 方向の電界 $E(r)$ を求めなさい。

ア 領域A($0 \leq r \leq 2a$)のとき

イ 領域B($2a < r \leq 4a$)のとき

ウ 領域C($r > 4a$)のとき

問3 $r \rightarrow \infty$ の無限遠点を電位の基準とした場合に、中心O($r = 0$)の電位 V を求めなさい。

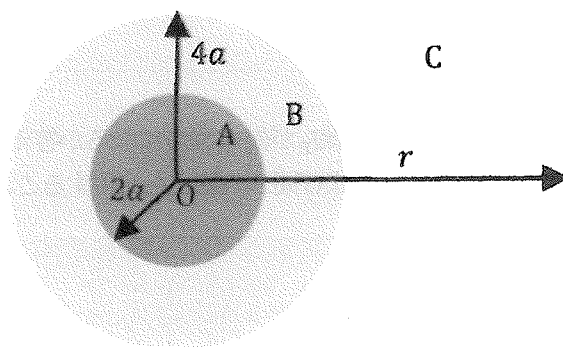


図1 真空中の球状電荷分布

問1	$\frac{32}{3}\pi a^3 \rho$		
問2	ア	イ	ウ
	$\frac{\rho r}{3\epsilon_0}$	$\frac{\rho}{21\epsilon_0} \left(\frac{64a^3}{r^2} - r \right)$	0
問3	$\frac{24\rho a^2}{21\epsilon_0}$		

3 以下の電子回路に関する問題に答えなさい。

問1. 図1の回路におけるベース電圧 V_B が何V程度になるか答えなさい。ただしベースに流れる電流 I_B はコレクタ電流 I_C より十分小さいとする。

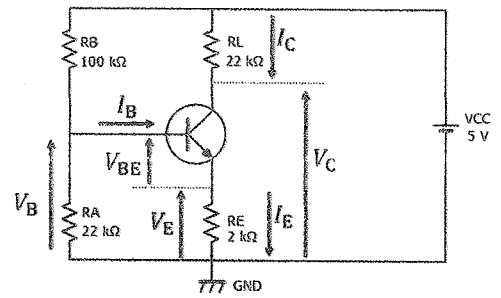


図1. 電流帰還バイアス回路

$$V_B = 0.9V$$

問2. 図1の回路におけるベース・エミッタ間電圧 $V_{BE} = 0.7V$ であった。このときのエミッタ電圧 V_E が何V程度になるか以下の選択肢a~dの中から選び、アルファベット記号を回答欄の中に書きなさい。

- a: 0.2 V
- b: 0.7 V
- c: 1.2 V
- d: 1.7 V

a

問3. 図1の回路におけるエミッタ電流 I_E が何A程度になるか答えなさい。ただし、ベース電圧 V_B とベース・エミッタ間電圧 V_{BE} はそれぞれ問1および問2の答えを使用すること。

$$I_E = 0.1 \times 10^{-3} A$$

問4. 図1の回路におけるコレクタ電圧 V_C が何V程度になるか答えなさい。ただし、エミッタ電流 I_E は問3で求めた値を使うこととし、ベース電流 I_B はエミッタ電流 I_E より十分小さいとする。

$$V_C = 2.8 V$$

4 以下の電子工学に関する問題に答えなさい。

- 問1. 金属と n 形半導体を接合したダイオードの名称を答えなさい。ただし、金属の仕事関数 ϕ_m が半導体の電子親和力 χ_s より十分大きいとする。

ショットキー接合ダイオード

- 問2. 金属の仕事関数を ϕ_m 、半導体の仕事関数を ϕ_s 、電荷素量を e としたとき、 $e\phi_B = e(\phi_m - \phi_s)$ で表されるものの名称を答えなさい。

ショットキー障壁高さ または ショットキー障壁

- 問3. 金属とドナー密度 N_d が一定の n 形半導体を接触させたとき、接触面からの距離 x における半導体の内部電位 V のポワソン方程式を答えなさい。ただし、金属の仕事関数 ϕ_m が半導体の電子親和力 χ_s より十分大きいとし、半導体の誘電率を $\epsilon_s\epsilon_0$ 、電荷素量を e とする。

$$\frac{d^2V}{dx^2} = -\frac{eN_d}{\epsilon_s\epsilon_0}$$

- 問4. 問3のポワソン方程式において、金属と n 形半導体の接触面($x=0$)における境界条件および逆バイアス電圧 V_R を印加したときの空乏層幅 w における境界条件を答えなさい。ただし、拡散電位を V_d とする。

$$\begin{aligned} x=0 \text{ のとき} & \quad V(0) = 0 \\ x=w \text{ のとき} & \quad V(w) = V_d + V_R, \quad \left. \frac{dV}{dx} \right|_{x=w} = 0 \end{aligned}$$

- 問5. 問3および問4から、逆バイアス電圧 V_R を印加したときの空乏層幅 w および空乏層容量 C を求めなさい。

$$w = \sqrt{\frac{2\epsilon_s\epsilon_0}{eN_d}(V_d + V_R)}, \quad C = \sqrt{\frac{\epsilon_s\epsilon_0 e N_d}{2(V_d + V_R)}}$$

5 以下の論理回路に関する問題に答えなさい。

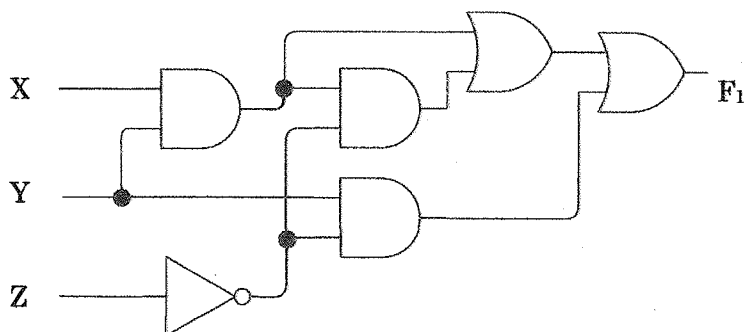
問1. 8ビット2進数で正負の数を表します。このとき、次の2の補数表示の演算の結果を求めなさい。

$$\begin{array}{r} (1) \quad 00110101 \\ - 11101100 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} (2) \quad 00110101 \\ + 11101100 \\ \hline \end{array}$$

(1)	01001001	(2)	00100001
-----	----------	-----	----------

問2. 下の論理回路図と同じ入出力特性を持つ論理式を標準積和形（主加法標準形）で求めなさい。



$$F_1 = XYZ + XY \bar{Z} + \bar{X} Y \bar{Z}$$

問3. 3つの入力 A, B, C のうち、2つ以上が1のときに出力 F₂を1にする論理回路について、論理式 F₂を標準和積形（主乗法標準形）で求めなさい。

$$F_2 = (A+B+C)(A+B+\bar{C})(A+\bar{B}+C)(\bar{A}+B+C)$$

問 4. 以下のカルノー図を満たす論理式 F_3 を最小積和形で求めなさい。ただし、* は don'tcare を表すものとします。

XY		00	01	11	10
ZW	00	1	0	*	1
	01	0	*	1	*
	11	1	0	*	1
	10	*	0	*	1

$$F_3 = X + \overline{Y} Z + \overline{Y} \overline{W}$$

問 5. 下図の順序回路の動作特性を記入しなさい。ただし、各 F F の内部状態変数の初期値はそれぞれ $Q_0=0$, $Q_1=0$ とします。

