

平成26年度第1次募集（平成25年10月入学含む。）  
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題

一般入試

（電気情報工学専攻）  
（電気電子工学コース）  
（C2）

専門科目（電気電子工学）

注意事項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 問題冊子は、表紙を含めて全部で4ページある。
- 3 3問すべてを解答すること。
- 4 解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 5 解答が長くなる場合は、解答用紙の裏面を使用してもよい。その場合、裏面に続くことを表面に明記すること。
- 6 受験番号は、各解答用紙の指定された箇所に必ず記入すること。
- 7 解答時間は、120分である。
- 8 下書きは、問題冊子の余白を使用すること。

解答は、別途配布される解答用紙に行うこと。

**[ 1 ]**

図に示すように、平行板電極間に誘電率 $\epsilon_1$ の誘電体が挿入されている。平行板電極は固定されており、誘電体は図の上下方向になめらかに移動できるものとする。誘電体の質量を $m$ 、重力加速度を $g$ 、真空の誘電率を $\epsilon_0$  ( $\epsilon_1 > \epsilon_0$ ) とする。また、電極端部での電界の乱れは無視する。以下の問いに答えよ。

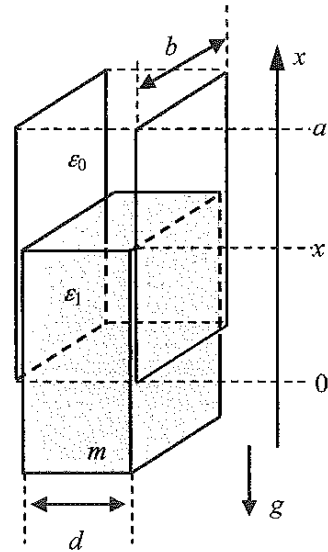
- (1) 誘電体の上端の位置を $x$  ( $x < a$ ) に拘束し、左右の極板に $+Q$  および $-Q$  の電荷を与える。このとき、極板間の静電容量 $C$  は以下の式で書けることを示せ。

$$C = \frac{b}{d} \{ (\epsilon_1 - \epsilon_0)x + \epsilon_0 a \}$$

- (2) (1) のとき、極板間の電界 $E$  および蓄積される静電エネルギー $W$  は以下のように書けることを示せ。

$$E = \frac{Q}{b \{ (\epsilon_1 - \epsilon_0)x + \epsilon_0 a \}}$$

$$W = \frac{d \cdot Q^2}{2b \{ (\epsilon_1 - \epsilon_0)x + \epsilon_0 a \}^2}$$



- (3) (1) のとき、誘電体に加わる力の大きさ $F$  は以下のように書けることを示せ。また、その力の向きを答えよ。

$$F = \frac{d(\epsilon_1 - \epsilon_0) \cdot Q^2}{2b \{ (\epsilon_1 - \epsilon_0)x + \epsilon_0 a \}^2}$$

- (4) (1) の状態で誘電体の拘束を解くと、誘電体の上端の位置が $x_1$  ( $x_1 < a$ ) のところで静止した。このとき、 $Q$  は以下のように書けることを示せ。

$$Q = \sqrt{\frac{2b \{ (\epsilon_1 - \epsilon_0)x_1 + \epsilon_0 a \}^2 \cdot mg}{d(\epsilon_1 - \epsilon_0)}}$$

解答は、別途配布される解答用紙に行うこと。

【2】以下の問いに答えなさい。

(1) 5つの抵抗を図1のように接続した。端子 a・b 間の合成抵抗を求めよ。

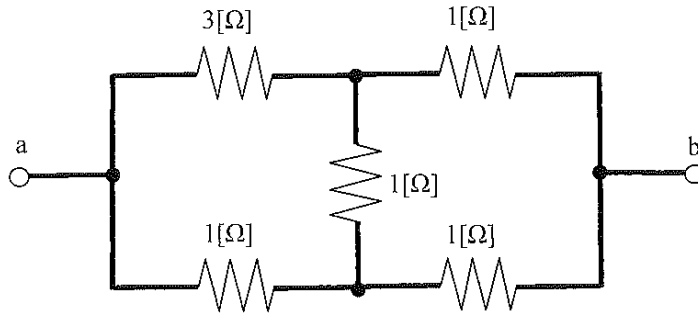


図 1

(2) 開放端子電圧  $V_0$ [V], 内部インピーダンス  $Z_0$ [Ω]の電圧源がある。これと等価な電流源を図示し, 内部インピーダンスと短絡電流の大きさを求めよ。また, この電源にインピーダンス  $Z$ [Ω]を接続した。  $Z_0 = R_0 + jX_0$ ,  $Z = R + jX$  としたとき,  $Z$ で消費される電力を求めよ。

解答は、別途配布される解答用紙に行うこと。

[3] (1)

図1の電子回路について以下の設問に答えなさい。ただし、 $\rho \simeq 100$ である。なお、枠内に記載のトランジスタ回路に関する基礎事項を利用してよい。

- 1) この回路の名称を答えなさい。
- 2) 電圧利得  $A_v = \frac{v_2}{v_1}$  を計算し、簡略化しなさい。
- 3) 出力インピーダンス  $Z_o = \frac{v_2}{-i_e} \Big|_{v_0=0}$  を求めるための等価回路を描きなさい。
- 4)  $Z_o$  を計算し、簡略化しなさい。

トランジスタ回路に関する基礎事項

- 電子回路学では明記しない限り、直流エミッタ電流を1mA程度とする。
- 常温では  $r_e = \frac{0.026}{I_E}$
- $\alpha < 1$  and  $\alpha \simeq 1$
- $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$
- $r_b \in [50, 300]\Omega$
- $r_e \simeq \infty$
- $r_e \ll R_L \ll r_c(1-\alpha)$

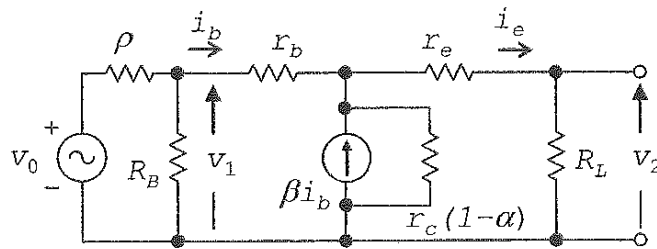


図1: ある電子回路の交流等価回路

[3] (2)

図2のナレータ、ノレータによる直流等価回路について以下の設問に答えなさい。

- 1) エミッタ電位  $V_E$  を求めなさい。
- 2) エミッタ電流  $I_E$  を求めなさい。

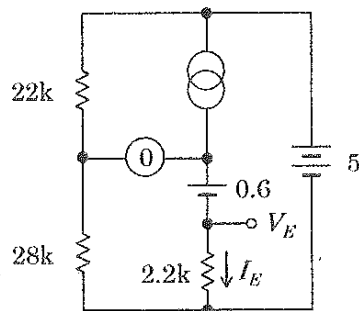


図2: あるトランジスタ回路の直流等価回路