

令和2年度第1次募集（令和元年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5ページある。
- 3 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。
- 4 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。
- 5 解答時間は，120分である。
- 6 下書きは，問題冊子の余白を使用すること。

- [1-1] 真空中に図1に示すように1辺の長さが $a$ の正方形ABCDの頂点A及び頂点Cの位置に点電荷 $-Q_1$ ，頂点B及び頂点Dの位置に点電荷 $+Q_2$ が配置されている。以下の問に答えよ。ただし，真空の誘電率を $\epsilon_0$ とする。

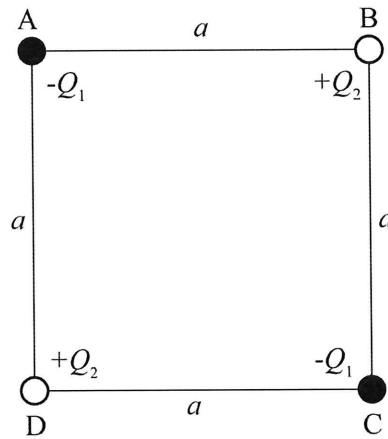


図1

- (1) 頂点Aの位置にある点電荷と頂点Bの位置にある点電荷との間に働く力の大きさ $F_{AB}$ とその向きを求めよ。
- (2) 頂点Aの位置にある点電荷と頂点Cの位置にある点電荷との間に働く力の大きさ $F_{AC}$ とその向きを求めよ。
- (3) 頂点Aの位置にある点電荷に働く力が釣り合う条件を $F_{AB}$ 及び $F_{AC}$ を用いて示せ。
- (4) 頂点Aの位置にある点電荷に働く力が釣り合っているときの $Q_1$ と $Q_2$ の関係を示せ。

[1-2] 図2に示すような無限長ソレノイドコイル（コイルA）の外側に1ターンコイル（コイルB）が同軸上に配置されている。コイルAの半径及び単位長さ当たりのターン数をそれぞれ $a$ 及び $n$ 、コイルBの半径を $b$ とする。コイルAに、時間 $t$ の関数である電流 $I(t)$ （正方向を $+z$ 方向とする）を流す。ただし、空間の透磁率を真空の透磁率 $\mu_0$ とする。

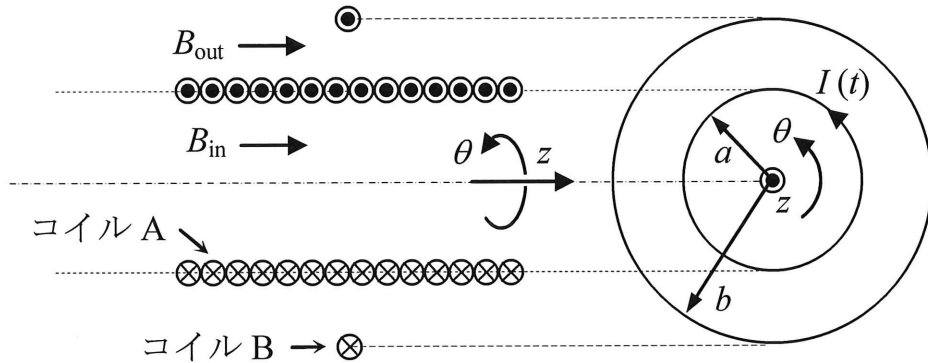


図2

$I(t) = I_0 \sin(\omega t)$ （振幅 $I_0$ 、角周波数 $\omega$ の正弦波交流電流）のとき、以下の問（1）～（3）に答えよ。

- (1) コイルAの内側と外側に発生する磁束密度 $B_{in}$ 及び $B_{out}$ （正方向を $+z$ 方向とする）を求めよ。
- (2) コイルAに発生する単位長さ当たりの誘導起電力 $V_A$ （正方向を $+z$ 方向とする）を求めよ。
- (3) コイルBに発生する誘導起電力 $V_B$ （正方向を $+z$ 方向とする）を求めよ。

$I(t)$ の波形が図3に示すような台形波のとき、以下の問（4）に答えよ。

- (4) コイルBに発生する $V_B$ の波形を、横軸 $t$ 、縦軸 $V_B$ として、 $0 \leq t \leq 1.0$ の範囲で示せ。

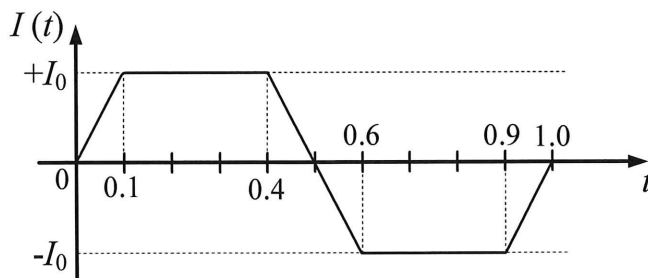


図3

[2-1] 図4のような電圧源及び抵抗で構成された回路がある。以下の間に答えよ。

- (1) 電圧源から出力される電流値を求めよ。
- (2)  $4\Omega$ の抵抗に印加される電圧を測定するための電圧計を書き加えた回路図を書け。
- (3) 電圧源から出力される電流を測定するための電流計を書き加えた回路図を書け。
- (4) 上問の電圧計及び電流計を接続した状態において、電圧計は $11.8\text{V}$ を示し、電圧計の内部抵抗値は $40\Omega$ であった。電流計の内部抵抗値を求めよ。ただし、有効数字は3桁とせよ。
- (5) 一般的な測定において、電圧計及び電流計の各内部抵抗は測定対象の抵抗と比べて、どのようにするのが最適であるか説明せよ。

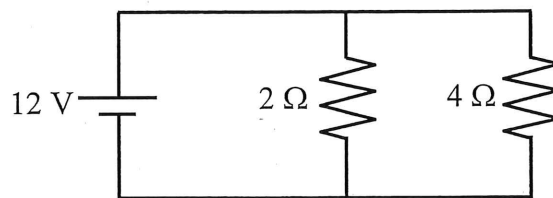


図4

[2-2] 図5のように、二端子対回路が二つ接続されている。それぞれの  $F$  パ

ラメータを  $\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}$ ,  $\begin{pmatrix} A' & B' \\ C' & D' \end{pmatrix}$  とする。以下の問に答えよ。

- (1) 全体の回路の  $F$  パラメータを求めよ。
- (2) 端子 1-1'間に起電力  $E$  の交流電圧源を接続する。端子 3-3'から左側を見た全体を電圧源として考えたとき、その起電力と内部インピーダンスを求め、等価電圧源回路を示せ。
- (3) 端子 1-1'間に出力電流  $J$  の交流電流源を接続する。端子 3-3'から左側を見た全体を電流源として考えたとき、その出力電流と内部アドミタンスを求め、等価電流源回路を示せ。

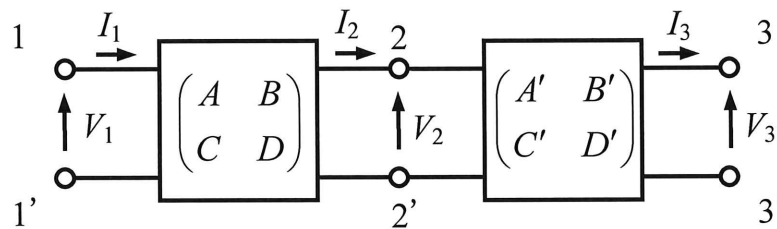


図5