

受検番号	
------	--

令和2年度(前期)
専攻科入学者選抜学力検査問題
機械・電気システム工学専攻
専門(電気電子工学系)

総 得 点	

出題5問中、4問を選択し解答すること。
なお、選択した問題4問の番号を下の□に記入すること。

選択した4問の番号				
得点欄	※	※	※	※

※印欄は、記入しないでください。

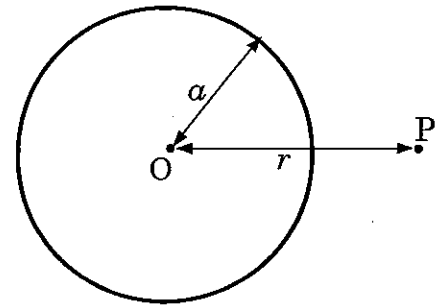
(注 意)

- 1 検査問題用紙は指示があるまで開かないこと。
- 2 検査問題用紙は 1 ページから 5 ページまでである。
検査開始の合図のあとで確かめること。
- 3 定規、コンパス、物差し、分度器及び計算機は用いないこと。
- 4 受検番号は検査問題表紙及び全ての検査問題用紙に記入すること。

久留米工業高等専門学校

得	点

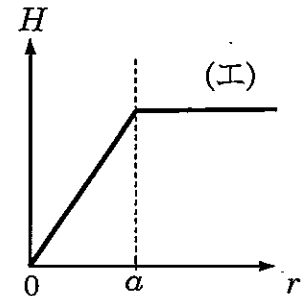
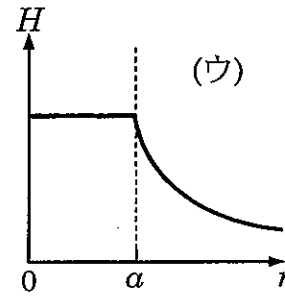
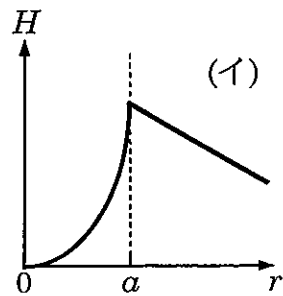
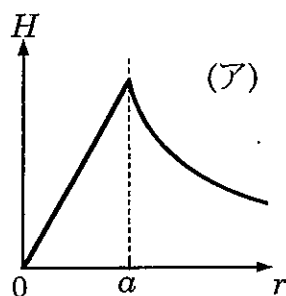
問題1. 半径 a [m] の無限に長い円柱状の均質な導体に一様な定常電流 I [A] が流れている。下図はその断面図であり、図のように円柱の中心軸 O から点 P までの距離を r [m] としたとき、以下の問いに答えよ。(25点)



(1) $0 < r \leq a$ であるときの点 P での磁界の強さ H [A/m] を求めよ。

(2) $a < r$ であるときの点 P での磁界の強さ H [A/m] を求めよ。

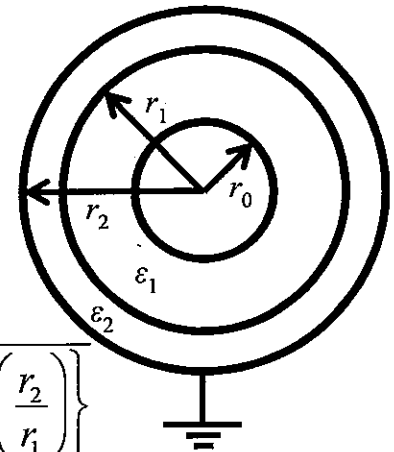
(3) 横軸に r 、縦軸に点 P での磁界の強さ H を記したグラフの概形として最も適当なものを (ア) ~ (エ) の中から一つ選び、その記号を答えよ。



解答

得	点

問題2. 図のような内部導体の半径 r_0 [m]、外部導体の半径 r_2 [m]の無限に長い同軸円筒電極があり、中心から r_1 [m]の距離を境に2種類の誘電体(誘電率が ϵ_1 および ϵ_2)で導体間を満たして段絶縁した。外部導体を接地し、内部導体に電圧 V [V]を印加する。中心からの距離を r [m]とすると、誘電率 ϵ_1 の内側誘電体中の電界 E_1 [V/m]、誘電率 ϵ_2 の外側誘電体中の電界 E_2 [V/m]は、次式で表される。以下の問いに答えよ。(25点)



$$E_1 = \frac{V}{\epsilon_1 r \left\{ \frac{1}{\epsilon_1} \ln \left(\frac{r_1}{r_0} \right) + \frac{1}{\epsilon_2} \ln \left(\frac{r_2}{r_1} \right) \right\}}, \quad E_2 = \frac{V}{\epsilon_2 r \left\{ \frac{1}{\epsilon_1} \ln \left(\frac{r_1}{r_0} \right) + \frac{1}{\epsilon_2} \ln \left(\frac{r_2}{r_1} \right) \right\}}$$

(1) 内側誘電体中と外側誘電体中それぞれについて、電界が最大となる場所を示したものを、次の(ア)～(ウ)の中から選び、記号を丸で囲め。

(ア) $r = r_1, r = r_2$

(イ) $r = r_0, r = r_1$

(ウ) $r = r_0, r = r_2$

(2) 内側誘電体中と外側誘電体中それぞれについて、最大電界 $E_{1\max}$ [V/m]、 $E_{2\max}$ [V/m]を示せ。

(3) $\epsilon_1 = 2\epsilon_2$ としたとき、 $E_{1\max}$ と $E_{2\max}$ が等しくなる r_1 と r_0 の関係を求めよ。さらに、その場合の最大電界 E_{\max} を V, r_0, r_2 で表せ。

(4) 前問(3)で内部導体の半径 r_0 を変えたときに、最大電界 E_{\max} が最も小さくなる場合の r_0 と r_2 の関係を求めよ。ただし、ネピアの定数(自然対数の底)を e とせよ。

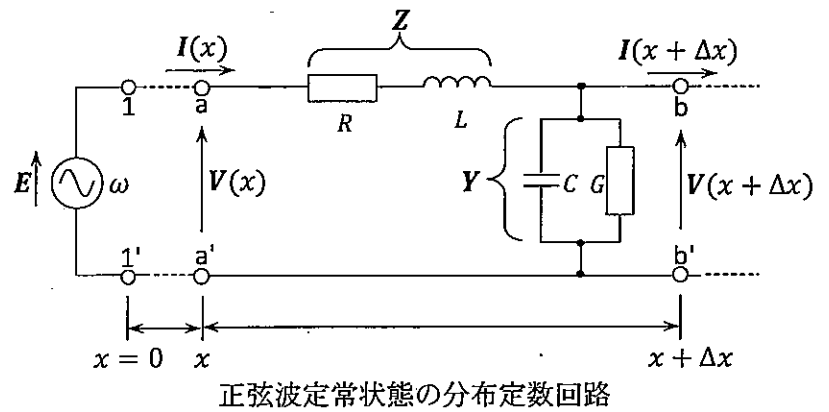
得	点

問題3. 下図は、一様線路の分布定数回路の等価回路である。この分布定数回路の正弦波定常状態（複素数表示、フェーザ表示）を考えると、伝送線路方程式は、

$$\begin{cases} \frac{dV(x)}{dx} = -ZI(x) \\ \frac{dI(x)}{dx} = -YV(x) \end{cases}$$

と表すことができる。この正弦波定常状態の分布定数回路について以下の問いに答えよ。ただし、 Z と Y はそれぞれ直列インピーダンス、並列アドミタンスを表し、電圧、電流、各素子、座標の記号等は下図の通りとする。また、電源角周波数は ω とする。(25点)

- (1) この伝送線路方程式を用いて、伝送線路中の電圧 $V(x)$ と電流 $I(x)$ の波動方程式をそれぞれ求めよ。ただし、伝搬定数を γ として式に用いるものとする。



- (2) 伝搬定数 γ は一般的に複素数である。その実部と虚部の名称と単位を示せ。

- (3) この伝送線路の Z と Y を構成する単位長さ当たりの各素子の大きさが、抵抗 $R = 1 \Omega/m$ 、インダクタンス $L = 1 \text{ mH/m}$ 、コンダクタンス $G = 0.4 \text{ mS/m}$ 、キャパシタンス $C = 0.4 \text{ } \mu\text{F/m}$ であるとする。この時の本伝送線路の特性インピーダンス Z_0 を求めよ。ただし、 $\omega = 1000 \text{ rad/s}$ とする。

得	点

問題4. 図1の固定バイアス回路において、以下の問いに答えよ。(25点)

- (1) 電源電圧 $V_{CC}=12\text{V}$ 、直流時のベース・エミッタ間電圧 $V_{BE}=0.6\text{V}$ 、ベース電流 $I_B=20\mu\text{A}$ である。 R_B を求めよ。
- (2) 問い(1)と同じ条件で、直流時の電流増幅率 $h_{FE} = I_C/I_B = 150$ 、 $R_C=2\text{k}\Omega$ の時の直流動作点(V_{CE} 、 I_C)を求めよ。
- (3) この回路の交流のみを考えた時の等価回路を描け。ただし、 C_1 、 C_2 のインピーダンスが低いいため無視できるとする。トランジスタのみの等価回路は図2を参照せよ。
- (4) 問い(3)の等価回路に基づき、交流時の電圧増幅率を求めよ。
ただし $h_{ie}=2\text{k}\Omega$ 、 $h_{fe}=150$ 、 $R_L=0.5\text{k}\Omega$ とする。

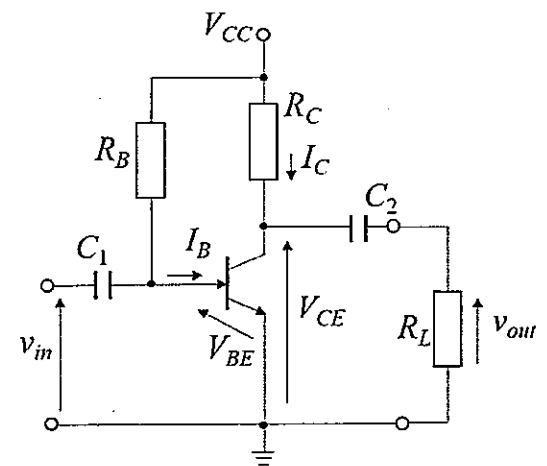


図1

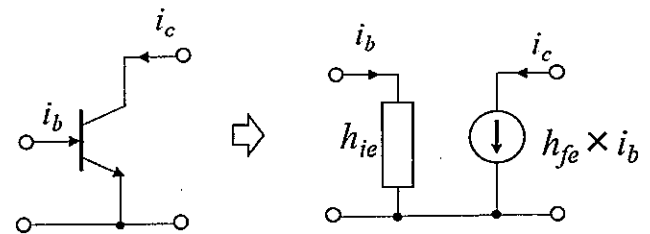


図2

得	点

問題5. 情報処理に関するつぎの問いについて、答えを解答群の記号ア～オから選び、記号を○で囲め。ただし、論理式の・は論理積(AND)、+は論理和(OR)、上線 $\bar{\quad}$ は否定(NOT)である。(25点)

(1) 10進数786を8進数に変換したものはどれか。

【解答群】

ア 312 イ 1400 ウ 1422 エ 2100 オ 2160

(2) 次の論理式を簡単化したものはどれか。

$$\overline{X \cdot \bar{Y}} + X \cdot \bar{Y}$$

【解答群】

ア $X \cdot \bar{Y} + Y \cdot \bar{X}$ イ X ウ Y エ $X \cdot Y + \bar{X} \cdot \bar{Y}$ オ $X + Y$

(3) コンピューター内に数値を2進数で表すレジスタがある。このレジスタに格納されている正の整数 x を10倍する操作は次のうちどれか。ただし、ここで桁あふれは起こらないものとする。

【解答群】

- ア x を左に2ビットシフトした値に x を加算し、さらに左に1ビットシフトする。
- イ x を左に2ビットシフトした値に x を加算し、さらに左に2ビットシフトする。
- ウ x を左に3ビットシフトした値と、 x を左に2ビットシフトした値を加算する。
- エ x を左に3ビットシフトした値に x を加算し、さらに左に1ビットシフトする。
- オ x を左に3ビットシフトした値に x を加算し、さらに右に1ビットシフトする。

(4) 32ビットのコンピューター(例えば32bit ARM)において、メモリーの15番地のワード(memory word 15)のバイトアドレスはどれか。

【解答群】

ア 0xE イ 0x1E ウ 0x3C エ 0x70 オ 0x7E