

受験番号	
------	--

令和7年度
専攻科入学者選抜学力検査問題(後期)
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の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、分度器および計算機は用いないこと。
- 4 受験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。

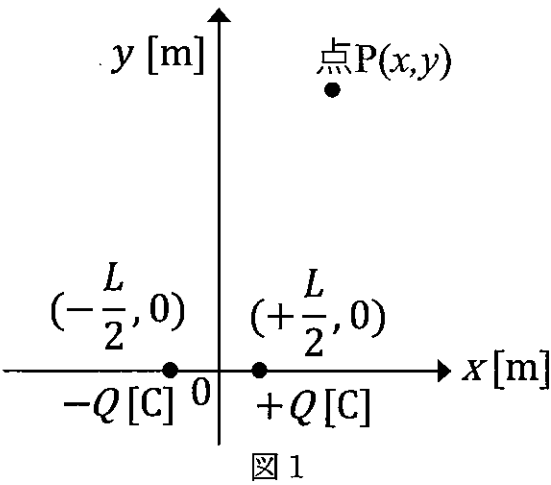
久留米工業高等専門学校

受験番号	
------	--

機械・電気システム工学専攻 専門(電気電子工学系)

得	点

問題 1. 真空中の 2 次元空間上の点 $(+\frac{L}{2}, 0)$ に正電荷 $+Q$ [C]、点 $(-\frac{L}{2}, 0)$ に負電荷 $-Q$ [C]が存在するとき (図 1)、任意の点 $P(x, y)$ における電位を求めたい。ただし、原点から点 P までの距離を r [m]とし、 $r \gg L$ とする。また、無限遠の電位を 0 [V]とし、真空の誘電率は ϵ_0 [F/m]とする。以下の問いに答えよ。(25 点)



(1) $-Q$ から $+Q$ へ向かうベクトルを L としたとき、ベクトル $p = QL$ の名称を答えよ。

(2) 正電荷 $+Q$ [C]のみが存在するとき、点 P の電位を答えよ。

(3) 負電荷 $-Q$ [C]のみが存在するとき、点 P の電位を答えよ。

(4) $+Q$ [C]と $-Q$ [C]の電荷が、両方存在するとき、これらの電荷が点 P に作る電位を答えよ。

(5) a, b を実数とし、 $|a| \ll 1$ のとき、 $(1 \pm a)^b \approx 1 \pm ab$ と近似できる。
この近似式を用いて、(4) の点 P の電位は、 $\frac{QLx}{4\pi\epsilon_0(x^2+y^2)^{\frac{3}{2}}}$ とあらわせることを証明せよ。

得

点

問題2. 気体放電中の電子が熱平衡状態にあり、総数 n の電子のうち速度の大きさが u と $u + du$ (ただし、 $du \ll u$) の間にある電子の数を dn_u とすると、 dn_u と n の比は du に比例し、①式のように書くことができる。ここで、 m は電子の質量、 T は電子の絶対温度、 k はボルツマン定数を表す。

$$\frac{dn_u}{n} = F(u)du = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} u^2 \exp\left(-\frac{mu^2}{2kT}\right) du \quad \text{--- ①}$$



図1

$F(u)$ は、図1に示す速度分布関数である。以下の問いに答えよ。

計算の際には次の積分公式を参考にせよ。ただし、 α は0でない実数の定数である。(25点)

$$\int_0^{\infty} x^2 \exp(-\alpha x^2) dx = \frac{\sqrt{\pi}}{4\alpha^{3/2}} \quad \int_0^{\infty} x^3 \exp(-\alpha x^2) dx = \frac{1}{2\alpha^2} \quad \int_0^{\infty} x^4 \exp(-\alpha x^2) dx = \frac{3\sqrt{\pi}}{8\alpha^{5/2}}$$

(1) $F(u)$ を何の速度分布関数と呼ぶか。最も適切なものを次の(あ)～(え)の中から選び、記号を丸で囲め。

(あ) タウンゼント (い) パッシェン (う) ミーク (え) マクスウェル

(2) 電子の最大確率速度(最も電子の存在確率が大きい速度) u_p を求めよ。

(3) 電子の平均速度 u_m を求めよ。

(4) 電子の実効速度(速度の二乗平均の平方根) u_{eff} を求めよ。

(5) u_p 、 u_m 、 u_{eff} の大小関係として正しいものを次の(あ)～(え)の中から選び、記号を丸で囲め。ただし、 $T > 0$ とする。

(あ) $u_{\text{eff}} < u_m < u_p$ (い) $u_m < u_p < u_{\text{eff}}$ (う) $u_p < u_m < u_{\text{eff}}$ (え) $u_p < u_{\text{eff}} < u_m$

受験番号	
------	--

機械・電気システム工学専攻 専門(電気電子工学系)

得	点

問題 3. 図 1 の抵抗 R と、インダクタンス L 、キャパシタンス C から構成される並列回路を、角周波数 ω の交流電源に接続したところ、電源から電流 i が流出した。この時の各素子に流れる電流は図 1 の通りとし、角周波数 ω は可変であるものとする。以下の問いに答えよ。ただし、解答欄に式を記入する場合には、最終的な式のみを記入すること。(25点)

- (1) 図 1 の回路全体のアドミタンス $\dot{Y}$ を求め、
解答欄 (1) に、その実部 Y_r と虚部 Y_i を表
す式をそれぞれ記入せよ。
- (2) 全体のアドミタンス $\dot{Y}$ にかかる電圧 $\dot{V}$ の大
きさ V を表す式を求め、解答欄 (2) に記
入せよ。ただし、電流 i の大きさを I とする。
- (3) 上記の (2) で求めた電圧の大きさ V が最
大となる角周波数 ω_0 を表す式を求め、 ω_0
の名称とともに解答欄 (3) に記入せよ。

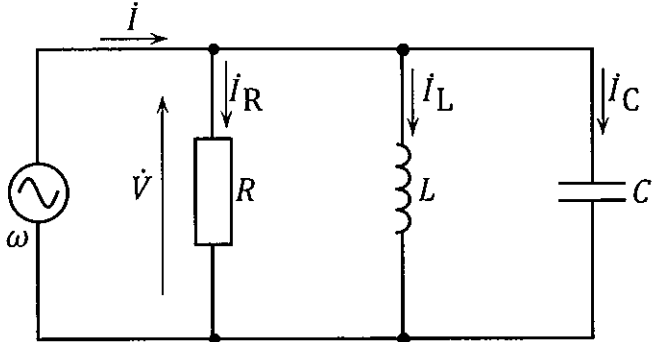


図 1

- (4) 上記の (3) の状態 ($\omega = \omega_0$) の時、3 つの複素電流 $\dot{i}_R, \dot{i}_L, \dot{i}_C$ の関係を、電流 i を基準とするベクトル図で示せ。解答は、解答欄 (4) の複素平面図中に記入せよ。

【解答欄】	
(1) $\dot{Y} = Y_r + jY_i = \left(\quad \quad \quad \right) + j \left(\quad \quad \quad \right)$	
(2) $V =$	
(3) 式 $\omega_0 =$	(4)
名称	

得点

問題4. 図1のオペアンプ(演算増幅器)を用いた回路について、以下の問いに答えよ。ただし、 $R_1 = 1\text{k}\Omega$ 、 $R_4 = 10\text{k}\Omega$ 、 $V_{CC} = 5\text{V}$ 、入力直流電圧 $V_B = 2\text{V}$ とする。 v_{in} は入力交流電圧、 v_{OUT} は出力電圧である。オペアンプは理想特性を持つものとする。(25点)

(1) 図1の回路でのオペアンプは仮想短絡となっているか答えよ。

(ア) 仮想短絡 (イ) 仮想短絡ではない

解答

(2) 図1の回路でのオペアンプの+の入力端子の電圧を V_B と同じ値にしたい。抵抗 R_3 の値をいくらにするか答えよ。

解答

(3) (2)の条件で、図1の回路の入力交流電圧 v_{in} と、出力電圧 v_{OUT} の関係式を求めよ。

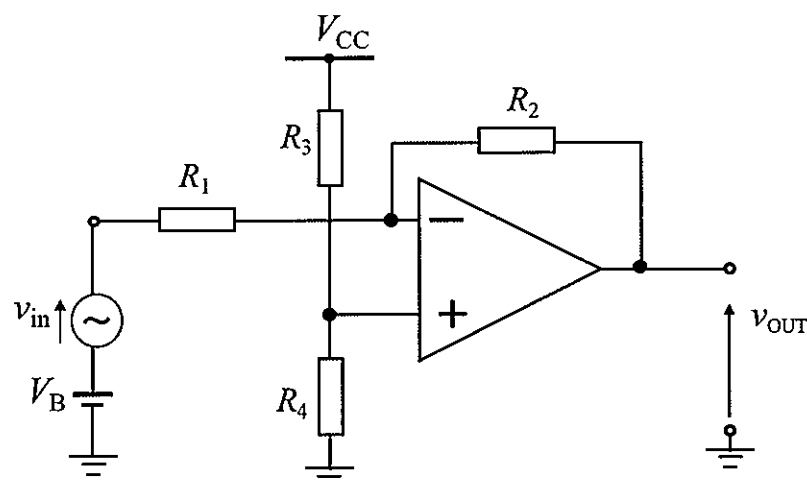


図1

解答

(4) (2)の条件で、入力交流電圧が $v_{in}(t) = 0.2\sin(\omega t) [\text{V}]$ の時、出力の交流成分の振幅が 1V であった。 R_2 の値を答えよ。

解答

得点

問題5. 情報処理に関する次の問いについて、答えを解答群の記号ア～オから一つ選び、記号を丸で囲め。(25点)

(1) 16進数で表された整数1001に等しい10進数はどれか。

【解答群】

ア 257 イ 1025 ウ 4097 エ 16385 オ 65537

(2) 論理式 $Y = A \cdot B + (A \oplus B) + \bar{A} \cdot B$ と等しい論理式はどれか。ただし、論理式の上線 $\bar{}$ は否定(NOT)、 $\cdot$ は論理積(AND)、 $+$ は論理和(OR)、 $\oplus$ は排他的論理和(XOR)を表す。

【解答群】

ア $Y = A \oplus B$ イ $Y = \bar{A} \cdot \bar{B}$ ウ $Y = A \cdot B$ エ $Y = \bar{A} + \bar{B}$ オ $Y = A + B$

(3) 図1はDフリップフロップ3個で構成された論理回路である。 A, B, C は入力、 Q_A, Q_B, Q_C は出力である。この論理回路の名称はどれか。

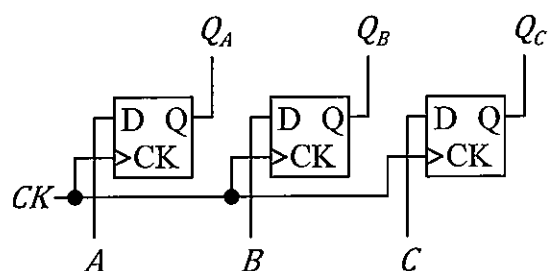


図1

【解答群】

ア レジスタ
イ シフトレジスタ
ウ マルチプレクサ
エ エンコーダ
オ リングカウンタ

(4) 図2はあるプログラミング言語で書かれたプログラムである。3行目の‘while’文は、行内の条件式が成り立つ間、4行目から7行目までを繰り返すループである。このプログラムが実行されたとき、8行目の‘print’関数で出力に表示された数値に最も近いものはどれか。

```

1  x = 0
2  y0 = 0
3  while x <= 1:
4      y = x * (1 - x)
5      if y > y0:
6          y0 = y
7      x += 0.001
8  print(y0)

```

図2

【解答群】

ア 0
イ 1/4
ウ 1/2
エ 3/4
オ 1