

受験番号	
------	--

令和6年度
専攻科入学者選抜学力検査問題(前期)
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

得

点

問題1. 真空中に半径 a [m] の導体球がある。以下の問いに答えよ。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m]、無限遠の電位を 0 [V] とする。(25点)

(1) Q [C] の電荷を導体球に与えた場合を考える。導体球の中心からの距離を r [m] としたとき、導体球内部 ($r < a$) の電界 E_1 [V/m] を答えよ。

(2) Q [C] の電荷を導体球に与えた場合を考える。導体球の中心からの距離を r [m] としたとき、導体球外部 ($r \geq a$) の電界 E_2 [V/m] を答えよ。

(3) Q [C] の電荷を導体球に与えた場合を考える。導体球の中心からの距離を r [m] としたとき、導体球外部の点 P ($r \geq a$) の電位 V [V] を答えよ。

(4) この導体球の静電容量 C [F] を答えよ。

(5) 単位体積あたりの電界 E [V/m] のエネルギーは、 $\frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$ で与えられる。 Q [C] の電荷を、導体球に与えた時に生じる電界の全エネルギー U [J] を求めたい。以下の問いに答えよ。

(i) 厚みが微小 dr [m] の半径 r [m] の同心球殻のエネルギー dU [J] を答えよ。

(ii) 電界の全エネルギー U [J] を答えよ。

得 点

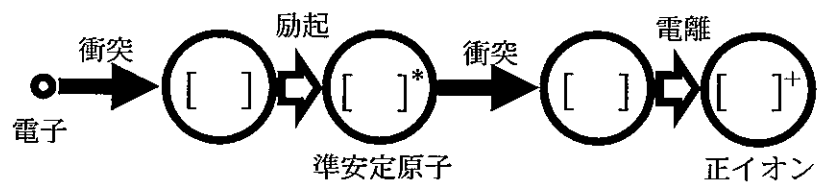
問題2. 放電中の電離・励起・光放出について、以下の問いに答えよ。ただし、(1)～(5)は電離電圧 20 eV、準安定電圧 15 eV、最低励起電圧 10 eV の気体原子について答えよ。また、電子の質量を 9.0×10^{-31} kg、電子の電荷量を 1.6×10^{-19} C、プランク定数を 6.6×10^{-34} J·s、光速を 3.0×10^8 m/s とする。(25点)

- (1) 基底状態の気体原子を電離するために最低必要なエネルギー W_i [J] を求めよ。
- (2) 基底状態の気体原子を光電離する場合について、電離可能な光の波長 λ [nm] の範囲を求めよ。
- (3) 気体原子が最低励起状態から基底状態に遷移した際に放出される光の波長 λ [nm] を求めよ。
- (4) 基底状態の気体原子を電子衝突により電離できる電子の最小運動速度 v_{\min} [m/s] を求めよ。
- (5) 準安定状態の気体原子を電子衝突により電離できる電子の最小運動速度 v_{\min} [m/s] を求めよ。

(6) 電子衝突により生じた準安定原子は、他の原子に衝突して電離を起こす可能性がある。表1に示したアルゴン原子 (Ar) とネオン原子 (Ne) の電離電圧 V_i と準安定電圧 V_m を確認し、この現象を表した図1中の各 [] 内に当てはまる原子記号 (Ar あるいは Ne) を書け。さらに、この現象の名称を (ア)～(エ) の選択肢の中から選び、記号を丸で囲め。

表1

原子記号	V_i [eV]	V_m [eV]	
Ar	15.8	11.5	11.7
Ne	21.6	16.6	16.7



- 【選択肢】 (ア) ホール効果 (イ) 光電効果 (ウ) ペニング効果 (エ) ショットキー効果

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は、特性インピーダンス $Z_{01} = 75 [\Omega]$ の半無限長の伝送線路1と、特性インピーダンス $Z_{02} = 300 [\Omega]$ の半無限長の伝送線路2を端子b-b'で接続したものである。伝送線路の反射に関する以下の問いに答えよ。(25点)

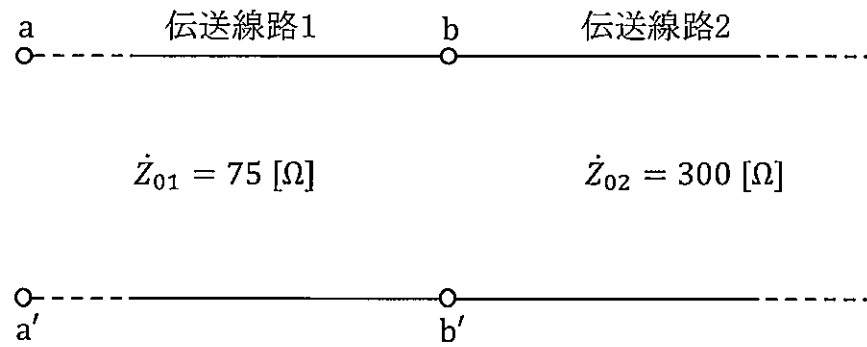


図1

- (1) この回路の端子a-a'から見た伝送線路1の電圧反射係数 R_V を求めて答えよ。解答は適切な数値を下枠の選択肢から1つ選び、解答欄(1)に記号を記入せよ。
- (2) 上記の(1)の時の定在波比 ρ を求めて答えよ。解答は適切な数値を下枠の選択肢から1つ選び、解答欄(2)に記号を記入せよ。
- (3) 端子a-a'から見たときに、反射がゼロとなるように端子b-b'間に適切な値の純抵抗 R を接続したい。この純抵抗 R の値を何 $[\Omega]$ にすれば良いか求めて答えよ。解答は適切な数値を下枠の選択肢から1つ選び、解答欄(3)に記号を記入せよ。

【解答欄】

(1)	(2)	(3)

【選択肢】

- | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|----------|
| (ア) 0 | (イ) 0.2 | (ウ) 0.4 | (エ) 0.6 | (オ) 0.8 |
| (カ) 1 | (キ) 2 | (ク) 3 | (ケ) 4 | (コ) 5 |
| (サ) 6 | (シ) 7 | (ス) 8 | (セ) 9 | (ソ) 10 |
| (タ) 20 | (チ) 25 | (ツ) 30 | (テ) 35 | (ト) 40 |
| (ナ) 50 | (ニ) 60 | (ヌ) 70 | (ネ) 80 | (ノ) 90 |
| (ハ) 100 | (ヒ) 200 | (フ) 300 | (ヘ) 400 | (ホ) 500 |
| (マ) 600 | (ミ) 700 | (ム) 800 | (メ) 900 | (モ) 1000 |

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4. 図1のMOSトランジスタを用いた回路において、 $V_{DD} = 20V$ 、 $R_1 = 320\text{ k}\Omega$ 、 $R_2 = 680\text{ k}\Omega$ 、 $R_L = 5.0\text{ k}\Omega$ である。 C_1 、 C_2 の値は限りなく大きいとする。 V_{GS} 、 I_D は直流バイアス成分を表す。以下の問いに答えよ。(25点)

(1) 図1の回路のMOSトランジスタはどのトランジスタか、以下から選び、記号を丸で囲め。

- (ア) nMOSトランジスタ (イ) pMOSトランジスタ

(2) 図1の回路において、直流成分のみを考えた回路を描け。

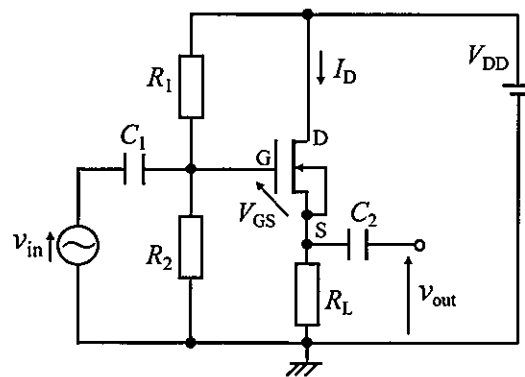


図1

(3) 図1の回路において、ドレインバイアス電流 $I_D = 2.0\text{ mA}$ としたときのゲートソース間電圧 V_{GS} を求めよ。

(4) 図1の回路の小信号等価回路を描け。ただし、図2を参照せよ。

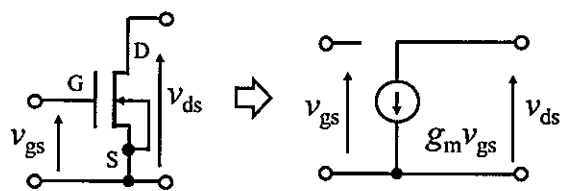


図2

(5) 前問(4)の等価回路より回路の入力インピーダンス Z および小信号電圧増幅率 A_v を数値で答えよ。ただし、 $g_m = 20\text{ mS}$ とする。

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。ただし、論理式の上線 $\bar{\quad}$ 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。(25点)

(1) 12ビットで表される整数の範囲になりうるものはどれか。

【解答群】

- ア $0 \rightarrow +1023$ イ $-2048 \rightarrow +2047$ ウ $-4096 \rightarrow +4095$
 エ $0 \rightarrow +16383$ オ $-32768 \rightarrow +32767$

(2) 論理式 $Y = \overline{A \oplus B}$ と等しくない論理式はどれか。

【解答群】

- ア $Y = \overline{A} \cdot \overline{B} + A \cdot B$ イ $Y = \overline{\overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}}$ ウ $Y = (\overline{A} + B) \cdot (A + \overline{B})$
 エ $Y = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot A \cdot B}$ オ $Y = \overline{\overline{A+B}} + \overline{A+B}$

(3) 図1はダイオードとバイポーラトランジスタを用いて構成された論理ゲート回路である。ダイオードの順電圧は無視できるものとする。高電位で論理値1、低電位で論理値0を表すとき、回路の入力A、Bと出力Yの関係を表す論理式はどれか。

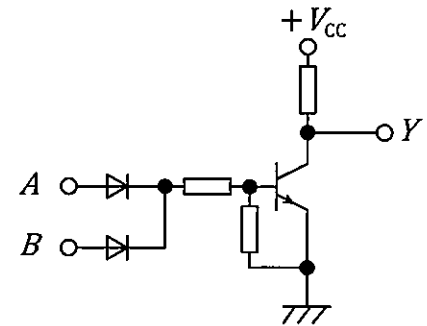


図1

【解答群】

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

(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'for'文は4行目から7行目までを'n'回繰り返すループを示す。'random'関数は区間[0,1)の一樣乱数を返す。演算子 '**' は累乗を表す。6行目の'if'文は行内の条件式が成立するときだけ7行目を実行する。このプログラムが実行されたとき、9行目の'print'関数で出力に表示された数値である可能性が最も高いものはどれか。

```

1  n = 10000
2  sum = 0
3  for i in range(n):
4      x = random()
5      y = random()
6      if x**2 + y**2 < 1:
7          sum += 1
8  mean = sum / n
9  print(mean)
    
```

図2

【解答群】

- ア 0.2169
 イ 0.4384
 ウ 0.7847
 エ 1.5656
 オ 3.1368