

受験番号	
------	--

令和7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. 厚さ $2d$ の無限に広い平板の内部に、一様な電荷が、単位体積あたりの電荷量が ρ で分布している。ガウスの法則の微分形を用いて、平板内外に生じる電界を求めたい。以下の問いに答えよ。ただし、平板内部および外部の誘電率は ϵ_0 とする。また、座標を図1のように設定し、平板は x 軸に垂直に広がっており、原点 O は、平板の中央に置くとする。(25点)

(1) $x > d$ 、 $x < -d$ の領域において、ガウスの法則を適用したときの、 $E(x)$ についての微分方程式を答えよ。

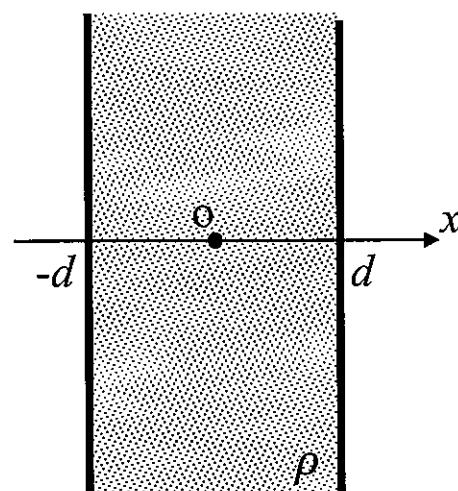


図1

(2) $-d \leq x \leq d$ の領域において、ガウスの法則を適用したときの、 $E(x)$ についての微分方程式を答えよ。

(3) (i) $x < -d$ (ii) $-d \leq x \leq d$ (iii) $x > d$ それぞれの領域での電界 $E(x)$ を答えよ。

(i)

(ii)

(iii)

得

点

問題2. 図1に示すように大気中に平行平板電極を置く。電極間距離を d [m]とし、左側が陰極、右側が陽極となるように電圧が印加され、電極間に発生する電界は一様とする。また、紫外線照射や γ 作用により陰極から電子が放出され、陽極に到達するまでに α 作用により電子と一価の正イオンが発生して増加していくものとする。ただし、電極間では α 作用のみが起こり、電界により電子が単位長さ進むときに α 作用によって生じる電子数を α [m⁻¹] とし、陰極において1個の正イオンの γ 作用によって放出される平均電子数を γ 、ネイピアの定数を e とする。以下の問いに答えよ。
(25点)

- (1) α 作用とは電界で加速された電子によるどのような現象か。以下の中から最も適切な語句を一つ選び、記号を丸で囲め。
(あ) 光電離 (い) 再結合 (う) 負イオン生成 (え) 衝突電離
- (2) 陰極からの距離が x [m] $\sim x + dx$ [m]の間で電子が進む際に、 α 作用により電子数が n 個から $n + dn$ 個に増加すると、 $dn = \alpha n dx$ の関係式が成り立つ。陰極から1個の電子が放出された場合について、陽極に到達する電子数 n_d を α と d で表せ。

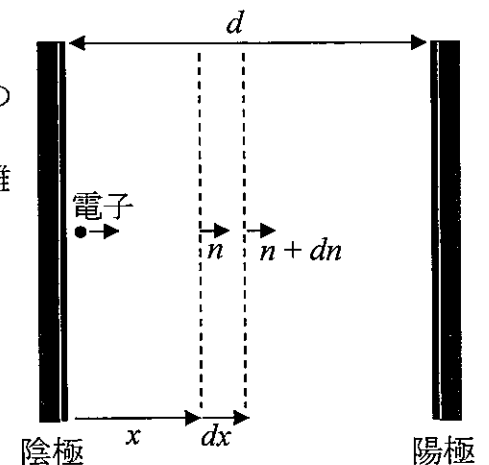


図1

- (3) 陰極から放出された1個の電子が陽極に到達するまでに、電極間で α 作用により生じた正イオンの数 n_p を α と d で表せ。
- (4) 正イオンによって陰極で起こる γ 作用とはどのような現象か。以下の中から最も適切な語句を一つ選び、記号を丸で囲め。
(あ) 光電子放出 (い) 二次電子放出 (う) 電界放出 (え) 再結合放出
- (5) 前問(3)で求めた正イオンが全て陰極に到達すると仮定する。この γ 作用で陰極から放出される電子数 n_2 を、 α 、 d および γ で表せ。
- (6) 前問(5)の結果より、自続放電が起こることを示すタウンゼントの火花条件の式を、 α 、 d および γ で表せ。

得

点

問題3. 図1のように、抵抗 R と、インダクタンス L もしくは、キャパシタンス C との直列回路がスイッチ S を介して直流電源 E に接続されている。スイッチ S を時刻 $t=0$ で閉じたところ、回路に図2のような電流 $i(t)$ が流れた。なお、初期電流・電荷を考える必要のある場合には、両方ともゼロであったとする。以下の問いに答えよ。(25点)

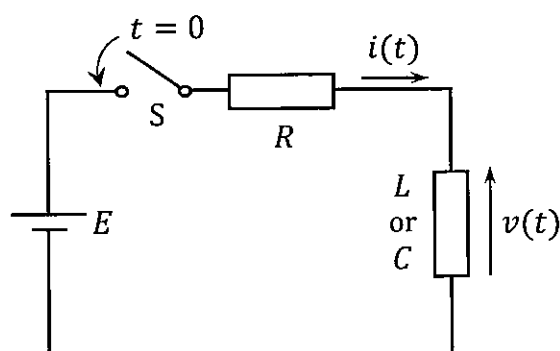


図1

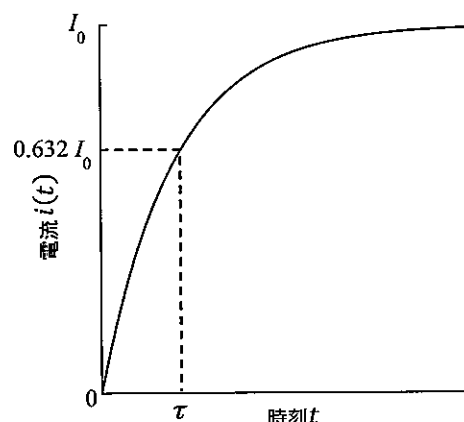


図2

- (1) 図2の電流 $i(t)$ は、最終的に電流値 I_0 に落ち着くことを確認した。この電流が流れる図1の回路は、RL直列回路、RC直列回路のどちらと判断できるか、解答欄(1)に回路名を記入せよ。
- (2) 図2の電流 $i(t)$ を表す式を、 I_0, t, τ を使って求め、最終的な式を解答欄(2)に記入せよ。ただし、 τ は電流 $i(t)$ の時定数を示すものとし、図1の回路は、問題(1)で決定した回路とする。
- (3) 時定数 τ と、問題(1)で決定した回路に使われている素子の値との関係式を、 R, L, C の記号の中から適切なものを使って求め、解答欄(3)に記入せよ。
- (4) 問題(1)で決定した回路において、図1中の端子電圧 $v(t)$ を表す式を、その最大値を V_0 として t, τ を使って求め、解答欄(4)に記入せよ。そして、解答欄(5)には、 $v(t)$ の変化を示す曲線を書き込み、グラフを完成させよ。ただし、 τ は電流 $i(t)$ と同じ時定数を示すものとする。

【解答欄】

(1)	(2)
(3)	(4)
(5)	

得点

問題4. 図1のMOSトランジスタを用いた増幅回路において、 $V_{DD} = 16\text{ V}$ 、 $R_D = 2\text{ k}\Omega$ 、 $V_B = 2\text{ V}$ である。図2の(a)、(b)はMOSトランジスタの特性を示す。(a)はゲート・ソース間電圧 V_{GS} とドレイン電流 I_{DS} の関係、(b)は V_{GS} をパラメータとしたドレイン・ソース間電圧 V_{DS} とドレイン電流 I_{DS} の関係を示す。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種類MOSトランジスタか、下記から選べ。

(あ) デプレッション形 (い) エンハンスメント形

- (2) 図1の回路の直流負荷線を図2(b)に描き、回路の動作点の座標を下記に書け。

動作点 (V_{DS} , I_{DS})

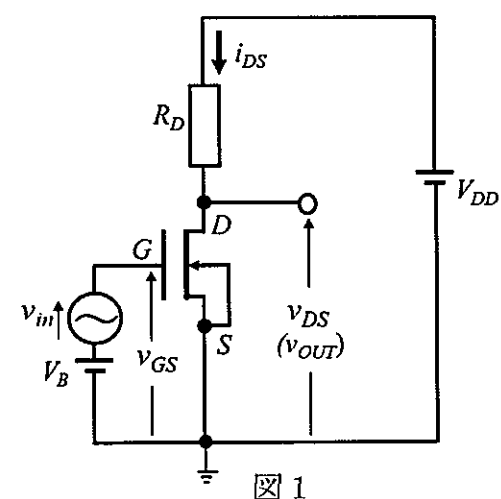


図1

- (3) 図1の回路の交流入力信号を $v_m = 0.5 \sin(0.5\pi t)$ [V]としたとき、 v_{GS} の時間波形が図2(c)(横向き)のようになる。この時の電流 i_{DS} 、および電圧 v_{DS} の時間波形を図2(あ)、図2(い)(横向き)にそれぞれ描け。

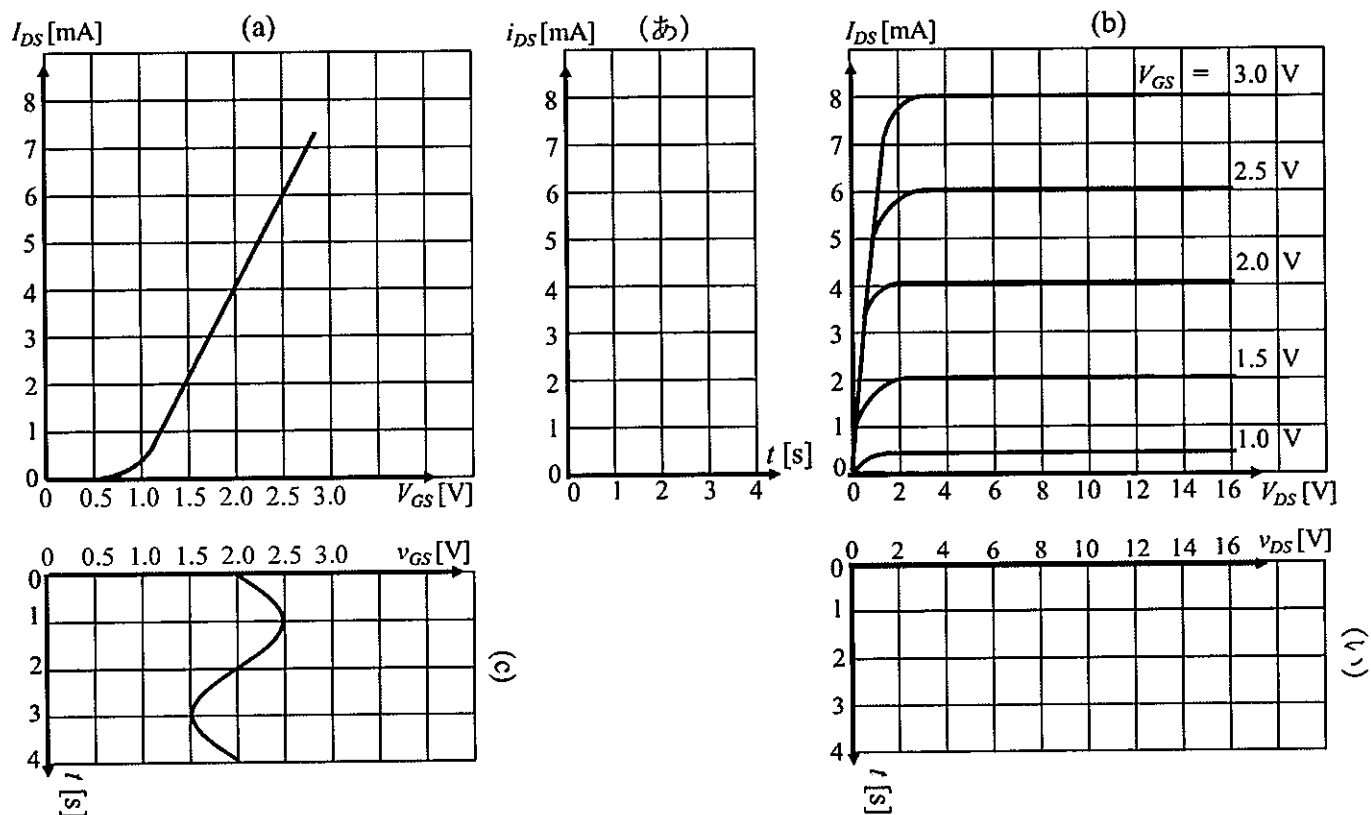


図2

- (4) 図2より、動作点における相互コンダクタンス g_m 、および小信号電圧増幅率 A_v を求めよ。

$g_m =$; $A_v =$

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ビットで表される整数の個数はどれか。

【解答群】

ア 32767 イ 32768 ウ 65535 エ 65536 オ 131071

(2) 論理式 $Y = A$ と等しくない論理式はどれか。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)を表す。

【解答群】

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

(3) 図1はDフリップフロップで構成された順序論理回路である。出力 (Q_0, Q_1, Q_2, Q_3, Q_4) の初期状態が (01110) であるとき、クロックパルス入力 CK にクロックパルスが12個入力された後の出力の状態はどれか。

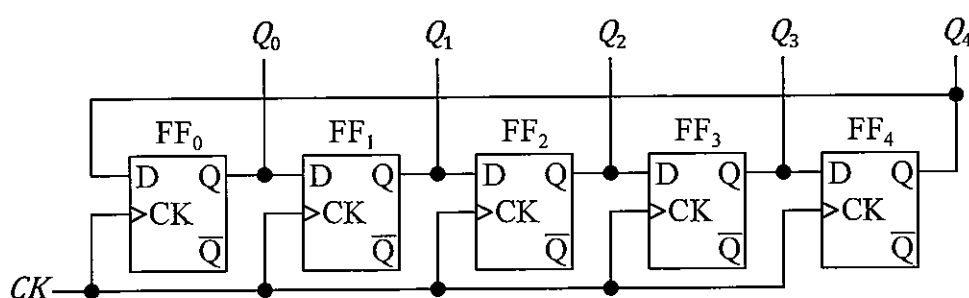


図1

【解答群】

ア (01110)
 イ (00111)
 ウ (10011)
 エ (11001)
 オ (11100)

(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。2行目の **while** 文は、行内の条件式が成立するときに3行目から5行目までを繰り返すループを示す。3行目の **if** 文は行内の条件式が成立するときにだけ4行目を実行する。 **$x \% 3$** は、整数 **x** を整数 **3** で割る整数の除算の余りを計算する。このプログラムが実行されたとき、4行目の **print** 関数で出力に表示された数値に含まれるものはどれか。

```

1  x = 0
2  while x < 15:
3      if x % 3 == 2:
4          print(x + 2)
5      x += 1
    
```

図2

【解答群】

ア 3 イ 8 ウ 9 エ 12 オ 16

「専門(電気電子工学系)」

訂正箇所	
ページ	問題 (1) 2 行目
正	誤
の, <u>電界</u> $E(x)$ について	の, $E(x)$ について