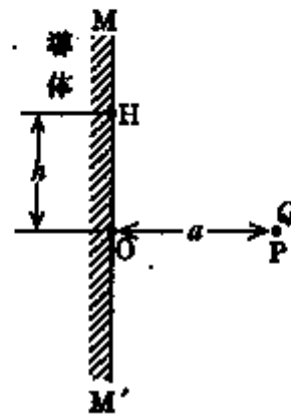


## A問題

問1 次の文章は、真空中の導体平面と点電荷により形成される静電界に関する記述である。文中の  に当てはまる語句又は式を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

図のように無限導体平面  $MM'$  上の点  $O$  から距離  $a$  の点  $P$  に点電荷  $Q$  がある。

いま点  $O$  から距離  $h$  の導体面上の点  $H$  の電界の方向は  (1) であり、真空の誘電率を  $\epsilon_0$  とすれば、その大きさは  $E_1 =$   (2) と表される。点  $H$  に誘起される表面電荷密度を  $\sigma$  とすれば、その電荷によって生じる電界の大きさは  $E_2 =$   (3)  $\times \sigma$  となる。 $E_1$  と  $E_2$  とを等しいとおけば、 $\sigma =$   (4) と求まる。また、電荷  $Q$  の受ける吸引力の大きさは  $f =$   (5) となる。

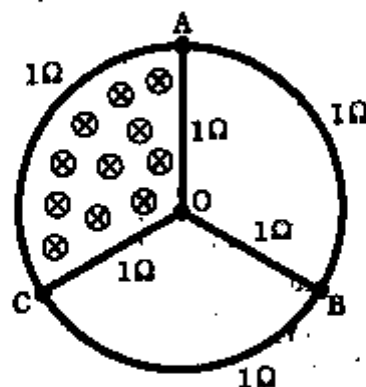


[解答群]

- |  |   |                                     |   |
|--|---|-------------------------------------|---|
| (1) $\frac{hQ}{2\pi(a^2+h^2)^{\frac{3}{2}}}$           | (11) $\frac{hQ}{2\pi\epsilon_0(a^2+h^2)^{\frac{3}{2}}}$ | (1) 点Pと点Hを結ぶ線上                      | (2) $\frac{Q^2}{16\pi a^2}$                 |
| (2) $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0(a^2+h^2)}$                | (12) $\epsilon_0$                                       | (1) 導体面に垂直                          | (3) $\frac{Q}{2\pi(a^2+h^2)^{\frac{1}{2}}}$ |
| (3) $4\pi\epsilon_0$                                   | (13) $\frac{aQ}{2\pi(a^2+h^2)^{\frac{3}{2}}}$           | (4) $\frac{Q}{16\pi\epsilon_0 a^2}$ | (3) 導体面に並行                                  |
| (4) $\frac{aQ}{2\pi\epsilon_0(a^2+h^2)^{\frac{3}{2}}}$ | (14) $\frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 a^2}$                  | (3) $\frac{1}{\epsilon_0}$          |   |

問2 次の文章は、回転する磁束による電磁誘導に関する記述である。文中の  に当てはまる語句又は式を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

図のように半径  $a$  (m) の円形導体 ABC があって、互いに  $120$  度をなす3本の導体 OA、OB 及び OC がそれと接続されている。この導体系の中心 O に軸があって、全体が回転できるようになっている。各接続点間の導体の抵抗はすべて  $1$  ( $\Omega$ ) であり、導体のインダクタンス及びこの機構の機械的損失は無視するものとする。



いま、磁束密度  $B$  (T) の磁束が扇形領域 OAC にあって、円形面に垂直に上から下へ向かって貫通している。この磁束が O を中心にして角速度  $\omega$  (rad/s) で時計回りに回転している。

- 円形導体を固定した場合、磁束が扇形領域 OAB に移りつつある期間に、OA の部分に生じる誘導起電力 .....  $\mathcal{E} =$   (1)
- その期間に OA 部分を流れる電流 .....  $I = B \times$   (2)
- その方向 .....  (3)
- 円形導体の固定を外した場合、この円形導体の回転方向 .....  (4)
- 最終的な回転角速度 .....  (5)

ただし、この誘導電流によって磁束密度  $B$  は影響を受けないものとする。

【解答群】

(i)  $O \rightarrow A$       (v)  $\frac{1}{2} B \omega a$       (A) 時計回り      (c)  $\omega$  より大きい

(k)  $\omega$  に等しい      (A)  $\frac{1}{4} \omega a$       (b)  $2\omega$  に等しい      (f)  $B \omega a^2$

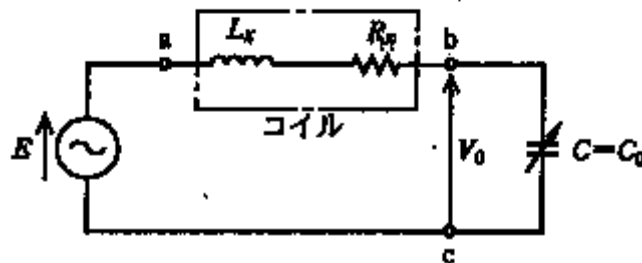
(l)  $\frac{1}{2} \omega a$       (x)  $\omega$  より小さい      (k)  $\frac{1}{4} \omega a^2$       (7)  $\frac{1}{2} B \omega a^2$

(7)  $A \rightarrow O$       (k)  $\frac{1}{2} \omega a^2$       (3) 反時計回り

問3 次の文章は、回路素子のインピーダンスの測定原理に関する記述である。

文中の  に当てはまる語句又は式を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

実効値  $E$  で角周波数  $\omega$  の電圧源をもつ図のような回路において、インピーダンス未知のコイルが端子  $a$ 、 $b$  間に接続されている。可変コンデンサ  $C$  を調整したところ、その値が  $C_0$  のとき、端子  $b$ 、 $c$  間の電圧が最大値  $V_0$  となった。このとき回路は、 (1) の状態にあり、コイルのインダクタンスは  $L_x =$   (2)、抵抗は  $R_x =$   (3) と求められる。 $V_0$  の  $E$  に対する比を  (4) という。この値は、 $L_x$ 、 $R_x$  及び  $C_0$  を用いれば  (5) と表される。

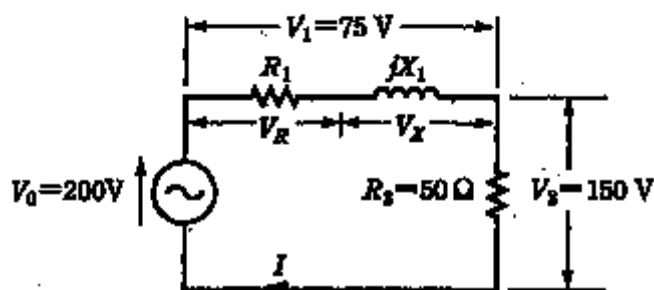


【解答群】

- |  |                     |  |
|--|---------------------|--|
| (イ) $\frac{1}{R_x} \sqrt{\frac{C_0}{L_x}}$ | (ロ) 波高率             | (ウ) $\frac{1}{\omega C_0}$                 |
| (ニ) 並列共振                                   | (キ) $\frac{1}{C_0}$ | (ク) $\frac{1}{R_x} \sqrt{\frac{L_x}{C_0}}$ |
| (ホ) 直列共振                                   | (ケ) 飽和度             | (コ) $\frac{1}{\omega^2 C_0}$               |
| (サ) $\frac{V_0}{\omega C_0 E}$             | (セ) 半値幅             | (カ) $\frac{E}{\omega C_0 V_0}$             |
| (シ) $\frac{\omega C_0 E}{V_0}$             | (ソ) 共振の鋭さ           | (キ) $R_x \sqrt{\frac{C_0}{L_x}}$           |

問4 次の文章は、交流回路に関する記述である。文中の  に当てはまる数量を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

図の回路において、 $V_0$ 、 $V_1$ 、 $V_2$ の大きさは、それぞれ 200 [V]、75 [V]、150 [V] である。 $R_2 = 50$  [ $\Omega$ ] ならば、回路を流れる電流は  $I =$   (1) [A] である。 $R_1 + jX_1 = Z \angle \alpha$  [ $\Omega$ ] とおけば、インピーダンスの大きさは  $Z =$   (2) [ $\Omega$ ] となる。角  $\alpha$  については、 $V_0$ 、 $V_1$ 、 $V_2$ の大きさが分かっているので、 $\cos \alpha =$   (3) のように定まる。これらの結果から、 $R_1 =$   (4) [ $\Omega$ ]、 $X_1 =$   (5) [ $\Omega$ ] が求まる。



〔解答群〕

- |        |          |          |          |          |
|--------|----------|----------|----------|----------|
| (イ) 0  | (ロ) 0.34 | (ハ) 0.53 | (ニ) 0.69 | (ホ) 0.85 |
| (ヘ) 1  | (ト) 2    | (チ) 3    | (リ) 7    | (ス) 13   |
| (ケ) 17 | (セ) 21   | (コ) 25   | (カ) 50   | (ク) 75   |

B問題

問5 次の文章は、電気回路の過渡現象に関する記述である。文中の  に当てはまる式又は数値を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

抵抗値  $R$  の抵抗と静電容量  $C$  のコンデンサ（初期電荷は零）とを直列に接続した回路に、時間  $t = 0$  において直流電圧  $E$  を加えると、回路には過渡電流  $i(t) = I \times \text{ (1)}$  が流れる。ここで  $I = \text{ (2)}$  である。抵抗で消費される瞬時電力は  $p(t) = I^2 R \times \text{ (3)}$  であり、 $t = 0$  から  $\infty$  までの間に抵抗で失われるエネルギーは  $W_R = \text{ (4)} \times E^2$  である。また、 $t = \infty$  においてコンデンサに蓄積されるエネルギーを  $W_C$  とすると、 $W_R / W_C = \text{ (5)}$  である。

〔解答群〕

(1)  $\frac{1}{2}$

(ii)  $e^{-\frac{t}{CR}}$

(N) 2

(2)  $\frac{E}{R}$

(M)  $RE$

(V)  $e^{-\frac{CR}{t}}$

(I)  $CE$

(F)  $e^{-\frac{2t}{CR}}$

(Y) 1

(3)  $e^{-\frac{CR}{2t}}$

(A)  $C$

(7)  $\frac{C}{2}$

(7)  $e^{-\frac{2t}{C}}$

(K)  $CR$

(3)  $e^{-\frac{2R}{C}}$

問6 次の表のA欄には五つの物理量とそのSI単位が示されている。これらの物理量は他の物理量の組合せとしても表すことができる。A欄の各物理量に対応するB欄の単位記号の組合せとして正しいものを(イ)～(ト)より選び、それをマークシートに記入しなさい。

A 欄	B 欄
(1) 電気量 [C]	(イ) C/V
(2) 電位 [V]	(ロ) N/(A·m)
(3) 静電容量 [F]	(ハ) V·s
(4) 磁束密度 [T]	(ニ) F/m
(5) インダクタンス [H]	(ホ) Wb/A
	(ヘ) A·s
	(ト) W/A

問7及び問8は選択問題ですから、このうちから1問を選んで解答してください。

(選択問題)

問7 次の文章は、水晶振動子に関する記述である。文中の  に当てはまる語句を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

水晶から切り出した平面板の両面に電極をつけて外部から水晶にひずみを与えると、そのひずみ量に比例した  (1) が電極間に生じる。これが  (2) 効果と呼ばれる現象である。逆に電極に電圧を加えると平面板にひずみが生じる。このような現象を応用したものが水晶振動子である。その電極に  (3) 電圧を加えると、平面板はひずみと起電力発生を繰り返すが、その電圧の  (4) が水晶平面板の固有振動数に一致すると、大きな振幅で振動する。このとき、両者は  (5) しているという。

[解答群]

- |         |         |         |           |
|---------|---------|---------|-----------|
| (イ) 波形  | (ロ) 電流  | (ハ) 共振  | (ニ) ポッケルス |
| (ホ) 起電力 | (ヘ) 変調  | (ト) 起振力 | (チ) 交流    |
| (リ) ホール | (ス) 位相角 | (セ) 周波数 | (ツ) 磁界    |
| (ル) 増幅  | (ケ) 直流  | (コ) ピエゾ |           |

(選択問題)

問 8 次の文章は、電界効果トランジスタを用いたソース接地増幅回路に関する記述である。文中の  に当てはまる式又は数値を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

- a. 図 1 はソース接地増幅回路の小信号分に対する簡略化した回路を示している。このトランジスタの相互コンダクタンスを  $g_m$ 、ドレイン抵抗を  $r_d$ 、増幅率を  $\mu$  とすれば、ドレイン電流  $i_d$  は次式で表される。

$$i_d = \text{(1)} \times v_{gs} + \text{(2)} \times v_{ds}$$

ただし、 $v_{gs}$  はゲート・ソース間電圧、 $v_{ds}$  はドレイン・ソース間電圧で、いずれも小信号分である。

したがって、図 1 の回路は、電流源  $J$  を用いて図 2 の等価回路で表され、 $J$  は小信号電圧  $v_{gs}$  を用いて次式で与えられる。

$$J = \text{(3)}$$

また、 $g_m$ 、 $r_d$ 、 $\mu$  の間には、 (4) の関係がある。

- b. 図 2 の回路で端子 c、d 間に負荷抵抗  $R_L = 30 \text{ [k}\Omega\text{]}$  を接続し、 $g_m = 25 \text{ [mS]}$ 、 $r_d = 20 \text{ [k}\Omega\text{]}$  とすれば、 $v_{gs} = 20 \text{ [mV]}$  の小信号を加えたとき、出力電圧は  $v_{ds} = \text{(6)} \text{ [V]}$  となる。

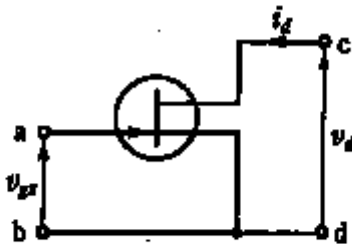


図 1

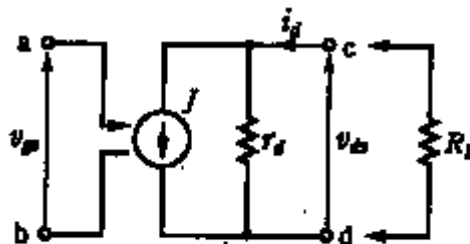


図 2

[解答群]

(1) 6      (n)  $\frac{1}{g_m}$       (l)  $\frac{v_{gs}}{g_m}$       (c)  $\frac{1}{\mu}$       (k)  $g_m \cdot v_{gs}$       (v) 3

(t)  $\frac{1}{g_m \cdot v_{gs}}$       (f)  $g_m$       (j)  $\frac{1}{r_d}$       (x)  $\mu = r_d \cdot g_m$       (h)  $r_d$

(y)  $\mu$       (7)  $r_d = \mu \cdot g_m$       (i) 9      (z)  $g_m = r_d \cdot \mu$