

平成11年度

第2種 理 論

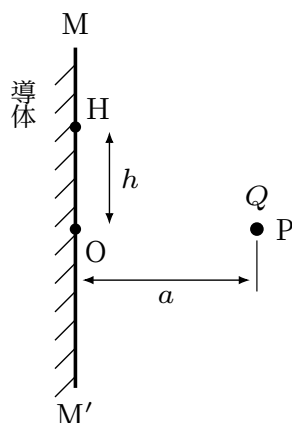
(第1時限目)

本冊子は、筆者が独自に入手した過去の試験問題を、一般財団法人電気技術者試験センターが公開している過去問題の体裁にならって組み直したものです。同センターが作成・配布したものではありません。

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 ϵ_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 σ 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。



[問 1 の解答群]

(イ) $\frac{hQ}{2\pi(a^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}$

(ハ) 点Pと点Hを結ぶ線上

(ホ) $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0(a^2 + h^2)}$

(ト) 導体面に垂直

(リ) $4\pi\epsilon_0$

(ル) $\frac{Q}{16\pi\epsilon_0 a^2}$

(ワ) $\frac{aQ}{2\pi\epsilon_0(a^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}$

(ヨ) $\frac{1}{\epsilon_0}$

(ロ) $\frac{hQ}{2\pi\epsilon_0(a^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}$

(二) $\frac{Q^2}{16\pi a^2}$

(ヘ) ϵ_0

(チ) $\frac{Q}{2\pi(a^2 + h^2)^{\frac{1}{2}}}$

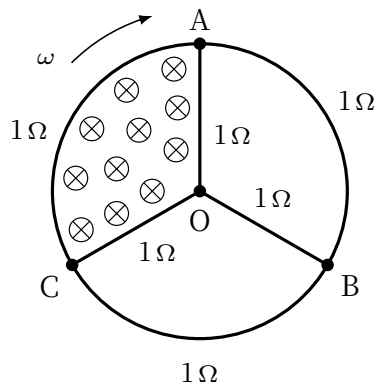
(ヌ) $\frac{aQ}{2\pi(a^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}$

(ヲ) 導体面に並行

(カ) $\frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 a^2}$

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 ω [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..... $E =$ (1)
- その期間にOA部分を通る電流..... $I = B \times$ (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。

[問2の解答群]

(イ) $O \rightarrow A$

(ロ) $\frac{1}{2}B\omega a$

(ハ) 時計回り

(ニ) ω より大きい

(ホ) ω に等しい

(ヘ) $\frac{1}{4}\omega a$

(ト) 2ω に等しい

(チ) $B\omega a^2$

(リ) $\frac{1}{2}\omega a$

(ヌ) ω より小さい

(ル) $\frac{1}{4}\omega a^2$

(ヲ) $\frac{1}{2}B\omega a^2$

(ワ) $A \rightarrow O$

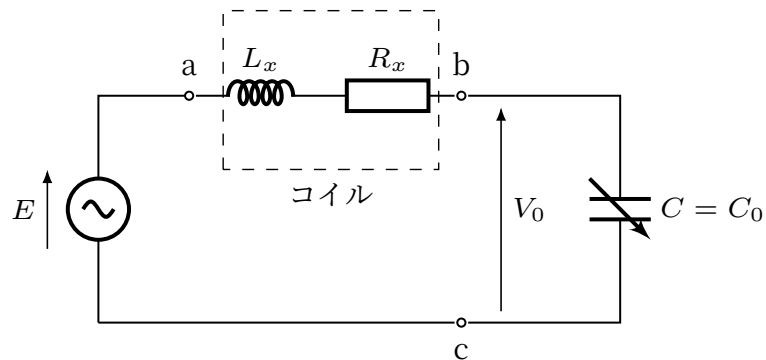
(カ) $\frac{1}{2}\omega a^2$

(ヨ) 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 ω 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。



[問 3 の解答群]

(イ) $\frac{1}{R_x} \sqrt{\frac{C_0}{L_x}}$

(ニ) 並列共振

(ト) 直列共振

(ヌ) $\frac{V_0}{\omega C_0 E}$

(ワ) $\frac{\omega C_0 E}{V_0}$

(ロ) 波高率

(ホ) $\frac{1}{C_0}$

(チ) 飽和度

(ル) 半値幅

(カ) 共振の鋭さ

(ハ) $\frac{1}{\omega C_0}$

(ヘ) $\frac{1}{R_x} \sqrt{\frac{L_x}{C_0}}$

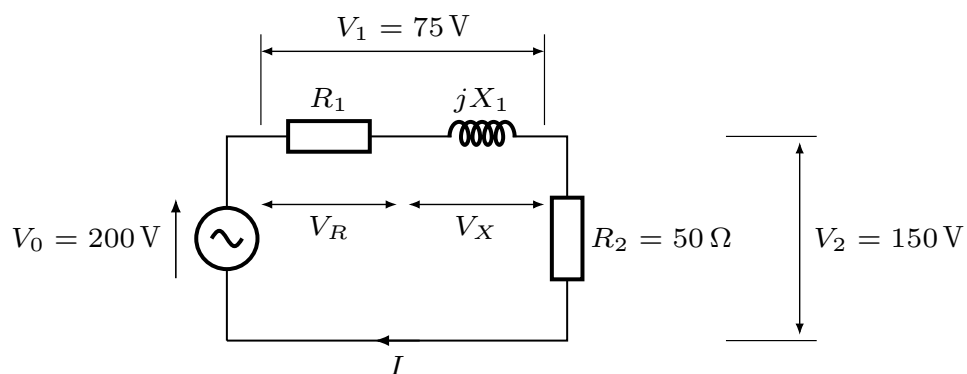
(リ) $\frac{1}{\omega^2 C_0}$

(ヲ) $\frac{E}{\omega C_0 V_0}$

(ヨ) $R_x \sqrt{\frac{C_0}{L_x}}$

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。

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。 $R_1 + jX_1 = Z\angle a [\Omega]$ とおけば、インピーダンスの大きさは $Z =$ (2) $[\Omega]$ となる。角 a については、 V_0 、 V_1 、 V_2 の大きさが分かっているので、 $\cos a =$ (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。



[問4の解答群]

(イ) 0

(ロ) 0.34

(ハ) 0.53

(ニ) 0.69

(ホ) 0.85

(ヘ) 1

(ト) 2

(チ) 3

(リ) 7

(ヌ) 13

(ル) 17

(ヲ) 21

(ワ) 25

(カ) 50

(ヨ) 75

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 $i(t) = I \times$ (1) が流れる。ここで $I =$ (2) である。抵抗で消費される瞬時電力は $p(t) = I^2 R \times$ (3) であり、 $t = 0$ から ∞ までの間に抵抗で失われるエネルギーは $W_R =$ (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、 $W_R/W_C =$ (5) である。

[問5の解答群]

$$(イ) \frac{1}{2}$$

$$(ニ) \frac{E}{R}$$

$$(ト) CE$$

$$(ヌ) \exp\left(-\frac{CR}{2t}\right)$$

$$(ワ) \exp\left(-\frac{Rt}{C}\right)$$

$$(ロ) \exp\left(-\frac{t}{CR}\right)$$

$$(ホ) RE$$

$$(チ) \exp\left(-\frac{2t}{CR}\right)$$

$$(ル) C$$

$$(カ) CR$$

$$(ハ) 2$$

$$(ヘ) \exp\left(-\frac{CR}{t}\right)$$

$$(リ) 1$$

$$(ヲ) \frac{C}{2}$$

$$(ヰ) \exp\left(-\frac{2Rt}{C}\right)$$

問6 次の表のA欄には5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 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。

[問7の解答群]

- | | | |
|-----------|---------|---------|
| (イ) 波形 | (ロ) 電流 | (ハ) 共振 |
| (ニ) ポツケルス | (ホ) 起電力 | (ヘ) 変調 |
| (ト) 起磁力 | (チ) 交流 | (リ) ホール |
| (ヌ) 位相角 | (ル) 周波数 | (ヲ) 磁界 |
| (ワ) 増幅 | (カ) 直流 | (ヨ) ピエゾ |

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 μ とすれば、ドレイン電流 i_d は次式で表される。

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

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 、 μ 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 $v_{ds} = \text{ (5) } \text{ [V]}$ となる。

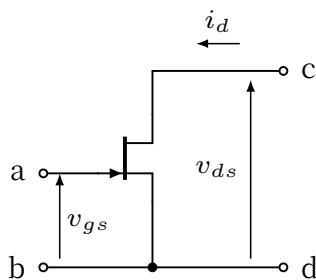


図1

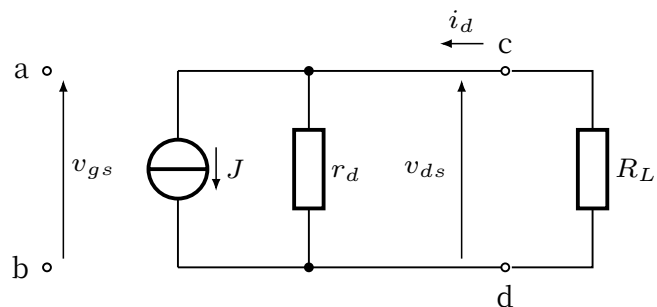


図2

[問8の解答群]

(イ) 6

(ロ) $\frac{1}{g_m}$

(ハ) $\frac{v_{gs}}{g_m}$

(ニ) $\frac{1}{\mu}$

(ホ) $g_m \cdot v_{gs}$

(ヘ) 3

(ト) $\frac{1}{g_m \cdot v_{gs}}$

(チ) g_m

(リ) $\frac{1}{r_d}$

(ヌ) $\mu = r_d \cdot g_m$

(ル) r_d

(ヲ) μ

(ワ) $r_d = \mu \cdot g_m$

(カ) 9

(ヨ) $g_m = r_d \cdot \mu$