

平成13年度

第2種 理 論

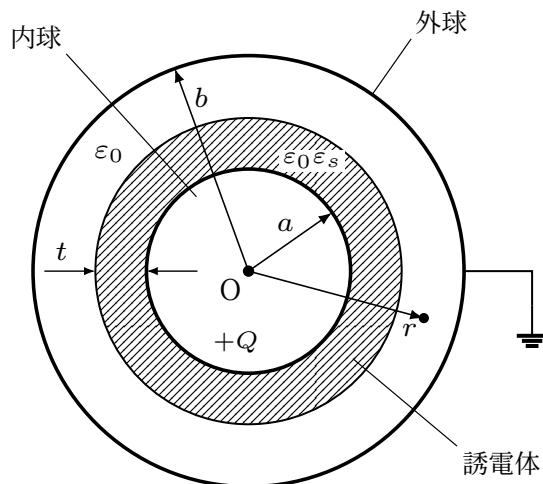
(第1時限目)

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、同心球コンデンサの静電容量に関する記述である。文中の に当てはまる式を解答群の中から選び、マークシートに記入しなさい。

誘電率 ϵ_0 の真空中に図のような同心球コンデンサがあり、その内球及び外球の半径をそれぞれ a 及び b ($a < b$; 導体の厚さは無視する) とする。内球は比誘電率 ϵ_s 、厚さ t の誘電体層で覆われている。

同心球コンデンサの外球を接地し、内球に電荷 Q を与えたとき、球の中心 O から距離 r ($(a + t) < r < b$) の点における電界の大きさは $E_e =$ (1) となる。



また、外球に対する誘電体層表面の電位は $V_e =$ (2) となる。同様に、誘電体層の表面と内球との電位差は $V_i =$ (3) と求まる。したがって、外球に対する内球の電位は $V =$ (4) となり、この同心球コンデンサの静電容量は $C =$ (5) となる。

[問 1 の解答群]

$$(イ) \frac{Qt}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_s(a+t)a}$$

$$(ロ) \frac{Q\{b-(a+t)\}}{2\pi\varepsilon_0(a+t)b}$$

$$(ホ) \frac{Q[\varepsilon_s a\{b-(a+t)\}+bt]}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_s ab(a+t)}$$

$$(ト) \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \log_e \frac{b}{a+t}$$

$$(リ) \frac{Qt}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_s(a+t)a}$$

$$(ル) \frac{2\pi\varepsilon_0 ab \left(1 + \frac{t}{a}\right)}{(b-a) - \left(1 - \frac{b}{\varepsilon_s a}\right) t}$$

$$(ワ) \frac{4\pi\varepsilon_0}{\log_e \frac{b}{a+t} - \frac{1}{\varepsilon_s} \log_e \frac{b+t}{a}}$$

$$(ヨ) \frac{Q\{b-(a+t)\}}{4\pi\varepsilon_0(a+t)b}$$

$$(コ) \frac{Q[\varepsilon_s a\{b-(a+t)\}+bt]}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_s ab(a+t)}$$

$$(セ) \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_s} \log_e \frac{b(a+t)}{a(b+t)}$$

$$(ヘ) \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$(チ) \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_s} \log_e \frac{a+t}{a}$$

$$(ツ) \frac{4\pi\varepsilon_0 ab \left(1 + \frac{t}{a}\right)}{(b-a) - \left(1 - \frac{b}{\varepsilon_s a}\right) t}$$

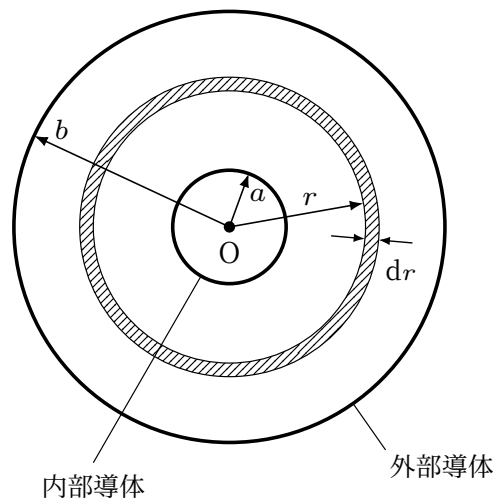
$$(ヲ) \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

$$(カ) \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

問2 次の文章は、同軸ケーブル内の磁界に関する記述である。文中の に当てはまる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。

図のような円筒状の内部導体及び外部導体（いずれも厚さは無視する）からなる無限長同軸ケーブルに往復電流 I が流れている。この内外両導体間の空間部分の透磁率を μ とする。

内部導体の中心 O から距離 r ($a \leq r \leq b$) の位置における磁束密度は $B =$ (1) $\times I$ と求められる。この位置における磁気エネルギー密度は $w =$ (2) $\times B^2$ と表される。



したがって、このケーブルの単位長さ当たりに蓄えられる磁気エネルギー W は、図の斜線部分に蓄えられる磁気エネルギーを積分して、次のように導かれる。

$$W = \int_a^b \left(w \times \text{ (3) } \right) dr = \frac{\mu I^2}{4\pi} \log_e \text{ (4) }$$

したがって、この同軸ケーブルの単位長さ当たりの自己インダクタンスは、 $L =$ (5) となる。

[問2の解答群]

(イ) $\frac{\mu}{\pi} \log_e \frac{b}{a}$

(ニ) $\frac{1}{2\mu}$

(ト) $\frac{1}{\mu}$

(ヌ) $\frac{b}{a}$

(ワ) $2\pi r$

(ロ) $\frac{\mu}{4\pi r}$

(ホ) πr^2

(チ) $\frac{\mu}{2\pi} \log_e \frac{b}{a}$

(ル) $\frac{1}{a} - \frac{1}{b}$

(力) $\frac{\mu}{2\pi r}$

(ハ) $\frac{\mu}{\pi r}$

(ヘ) $\frac{1}{2\pi\mu}$

(リ) $\frac{\mu}{4\pi} \log_e \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$

(ヲ) $4\pi r^3$

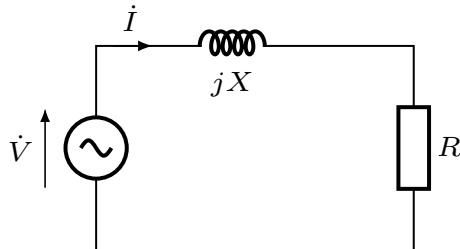
(ヨ) $\frac{a}{b}$

問3 次の文章は、交流回路に関する記述である。文中の に当てはまる数値又は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。

図のように抵抗と誘導性リアクタンスの直列回路に実効値100 [V]の交流電圧 $\dot{V}$ を加える。このとき電圧 $\dot{V}$ と回路を流れる電流 $\dot{I}$ との位相差は $\frac{\pi}{6}$ [rad]であり、抵抗 R で消費される電力は600 [W]であった。

電流 $\dot{I}$ の位相は電圧 $\dot{V}$ に対して (1) 位相となり、その実効値は (2) [A]となる。したがって抵抗の値は $R =$ (3) [Ω]であり、リアクタンスの値は $X =$ (4) [Ω]である。

また、電源から送り出す無効電力の大きさは (5) [var]である。



[問3の解答群]

(イ) 10.0

(ロ) 8.33

(ハ) 346

(ニ) 4.17

(ホ) 12.5

(ヘ) 遅れ

(ト) 16.7

(チ) 600

(リ) 6.93

(ヌ) 進み

(ル) 6.25

(ヲ) 0

(ワ) 7.22

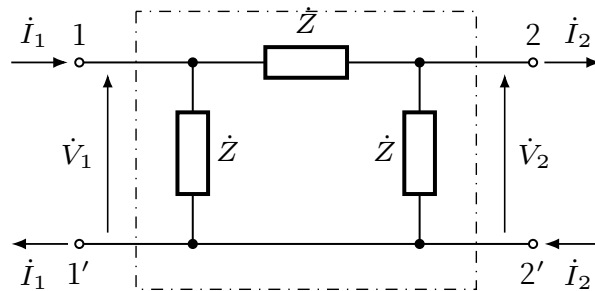
(カ) 1039

(ヨ) 同

問4 次の文章は、二端子対回路に関する記述である。表中及び文中の 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。

図のように3箇の同じインピーダンス $\dot{Z}$ からなる回路がある。

端子1-1'及び2-2'の電圧をそれぞれ $\dot{V}_1$ 及び $\dot{V}_2$ とし、両端子に流れる電流をそれぞれ $\dot{I}_1$ 及び $\dot{I}_2$ とする。



図の一点鎖線で囲まれた回路の四端子定数を $\dot{A}$ 、 $\dot{B}$ 、 $\dot{C}$ 及び $\dot{D}$ とすれば、 $\dot{V}_1$ 、 $\dot{I}_1$ 、 $\dot{V}_2$ 及び $\dot{I}_2$ の関係は次式で表すことができる。

$$\dot{V}_1 = \dot{A}\dot{V}_2 + \dot{B}\dot{I}_2 \quad \cdots \textcircled{1}, \quad \dot{I}_1 = \dot{C}\dot{V}_2 + \dot{D}\dot{I}_2 \quad \cdots \textcircled{2}$$

この回路において、下表のa欄に示す操作を行ったとき、端子1-1'からみたインピーダンスは、同表のb欄あるいはc欄のように求められる。

	a) 操作	b) 四端子定数で表した値	c) 3箇の $\dot{Z}$ の合成で表した値
端子1-1'から	端子2-2'を短絡	 (1)	$\frac{\dot{Z}}{2}$
みたインピーダンス	端子2-2'を開放	$\frac{\dot{A}}{\dot{C}}$	 (2)

他方、図の回路において端子2-2'を短絡したときの $\dot{I}_1$ と $\dot{I}_2$ の関係を求め、端子2-2'を開放したときの $\dot{V}_1$ と $\dot{V}_2$ の関係を求めた後、式①及び②並びに上表の結果を考慮すれば、 $\dot{A} = \dot{D} =$ (3) , $\dot{B} =$ (4) 及び $\dot{C} =$ (5) が求まる。

[問4の解答群]

(イ) 1

(ロ) $2\dot{Z}$

(ハ) $\frac{1}{2\dot{Z}}$

(ニ) $\frac{\dot{Z}}{2}$

(ホ) $\dot{Z}$

(ヘ) $\frac{\dot{C}}{\dot{A}}$

(ト) $\frac{2}{3\dot{Z}}$

(チ) 2

(リ) $\frac{\dot{D}}{\dot{B}}$

(ヌ) $\frac{2\dot{Z}}{3}$

(ル) $\frac{3}{\dot{Z}}$

(ヲ) $\frac{\dot{Z}}{3}$

(ワ) $\frac{\dot{B}}{\dot{D}}$

(カ) $\frac{3\dot{Z}}{2}$

(ヨ) $\frac{1}{2}$

問5 次の表は、図1から図4に示す波形の電圧を可動コイル形電圧計及び可動鉄片形電圧計を用いて測定し、それぞれの指示値をまとめたものである。この表の(1)から(5)までの欄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。

ただし、図1は正弦波電圧を半波整流したもの、図2は同じく全波整流したものであり、各図の波高値はいずれも $E = 1$ [V]、横軸は時間、 T は周期を表す。なお、測定に用いた電圧計は、いずれも各波形の測定に十分適応しているものとする。

	図1	図2	図3	図4
可動コイル形の指示値 [V]	(1)	(2)	$\frac{1}{2}$	(3)
可動鉄片形の指示値 [V]	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	(4)	(5)

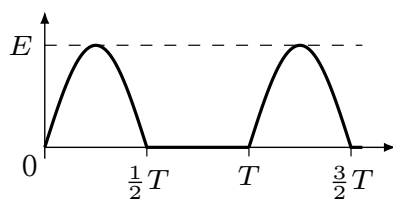


図1

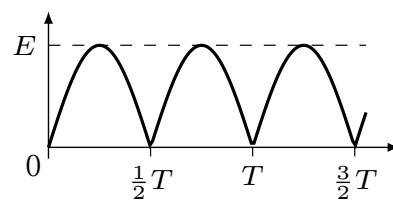


図2

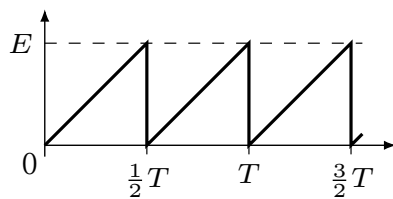


図3

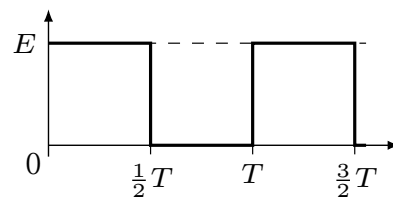


図4

[問5の解答群]

(イ) $\frac{\sqrt{2}}{\pi}$

(ニ) $\frac{\pi}{2}$

(ト) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

(ヌ) $\frac{2}{\pi}$

(ワ) $\frac{1}{\pi}$

(ロ) $\frac{1}{2\pi}$

(ホ) $\frac{2}{\sqrt{3}\pi}$

(チ) $\frac{\pi}{\sqrt{3}}$

(ル) $\frac{1}{\sqrt{2}\pi}$

(カ) $\frac{\pi}{\sqrt{2}}$

(ハ) $\frac{1}{2}$

(ヘ) $\frac{2}{\sqrt{3}}$

(リ) $\frac{1}{2\sqrt{3}}$

(ヲ) $\frac{1}{\sqrt{3}}$

(ヨ) $\frac{1}{3\sqrt{2}}$

問6 次のような各種の物理量を与えられた条件で計算し、 に当てはまる数値（単位は指定されている）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) 静電容量 C と抵抗 R からなる直列回路の時定数 T_1 ：

$$C = 10 [\mu\text{F}], R = 10 [\text{k}\Omega] \text{ の場合, } T_1 = \text{ (1) } [\text{s}]$$

(b) インダクタンス L と抵抗 R からなる直列回路の時定数 T_2 ：

$$L = 1 [\text{H}], R = 1 [\text{k}\Omega] \text{ の場合, } T_2 = \text{ (2) } [\mu\text{s}]$$

(c) インダクタンス L と静電容量 C からなる直列回路の共振周波数 f ：

$$L = \frac{1}{4\pi} [\mu\text{H}], C = \frac{1}{\pi} [\text{pF}] \text{ の場合, } f = \text{ (3) } [\text{GHz}]$$

(d) 抵抗 R に電流 I が流れているときの消費電力 P ：

$$R = 100 [\text{m}\Omega], I = 10 [\text{kA}] \text{ の場合, } P = \text{ (4) } [\text{kW}]$$

(e) 電圧 V に充電された静電容量 C のコンデンサに蓄えられているエネルギー E ：

$$C = 2000 [\mu\text{F}], V = 100 [\text{kV}] \text{ の場合, } E = \text{ (5) } [\text{MJ}]$$

[問6の解答群]

(イ) 10^{-6}

(ロ) 10^{-5}

(ハ) 10^{-4}

(ニ) 10^{-3}

(ホ) 10^{-2}

(ヘ) 10^{-1}

(ト) 1

(チ) 10

(リ) 10^2

(ヌ) 10^3

(ル) 10^4

(ヲ) 10^5

(ワ) 10^6

(カ) 10^7

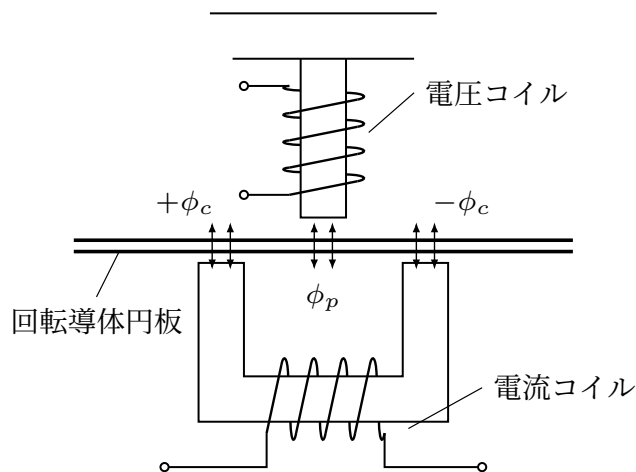
(ヨ) 10^8

問7 次の文章は、誘導形電力量計の動作原理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。

誘導形電力量計では、図のように回転導体円板の上下に二つのコイルが配置されている。

電流コイルには負荷電流を通じ、この電流に (1) した磁束 $+\phi_c$ 及び $-\phi_c$ が円板を貫く。電圧コイルには負荷電圧を加えるが、このコイルの (2) は十分に大きくしてあり、生じる磁束 ϕ_p の位相は電圧より90度遅れる。この場合、二つのコイルによって (3) が生じ、円板上には (4) が生じる。これら両者の間に発生した電磁力が駆動トルクとして働き、円板は回転する。

また、円板の別の位置に (5) があり、円板の回転速度は負荷電力に比例するようになっている。



[問 7 の解答群]

- | | |
|-----------------|---------------|
| (イ) 静電容量 | (ロ) 移動磁界 (磁束) |
| (ハ) 反比例 | (ニ) 始動電流 |
| (ホ) 制動用磁石 | (ヘ) 抵抗 |
| (ト) 比例 | (チ) 軽負荷補償装置 |
| (リ) 円形回転磁界 (磁束) | (ヌ) インダクタンス |
| (ル) 潜動阻止装置 | (ヲ) 変位電流 |
| (ワ) 渦電流 | (カ) くま取りコイル |
| (ヨ) 漏れ磁束 | |

問8 次の文章は、半導体のpn接合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。

n形半導体とp形半導体を接合すると、電子及びホールの拡散により、その接合面に (1) 層が生じる。このようなpn接合をもつ素子においては、
 (2) 形半導体に正の電圧を、他方の半導体に負の電圧を加えたときに、電流が流れる。それとは逆極性の電圧を加えた場合には電流は流れにくく、この場合には、pn接合を (3) として用いることができる。この逆極性の電圧を高めてゆくと、ある電圧値で逆方向の電流が急に増加するようになる。その電圧を (4) 電圧という。

また、pnpn構造を有するスイッチングデバイスを総称して (5) という。

[問 8 の解答群]

- | | | |
|---------------|------------|---------------|
| (イ) 導電 | (ロ) 反転 | (ハ) ホール（正孔） |
| (ニ) 空乏 | (ホ) ショットキー | (ヘ) ツェナー |
| (ト) FET | (チ) p | (リ) n |
| (ヌ) マルチバイブレータ | (ル) 可変抵抗 | (ヲ) 可変静電容量 |
| (ワ) pnp | (カ) サイリスタ | (ヨ) 可変インダクタンス |