

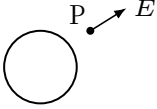
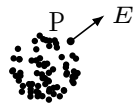
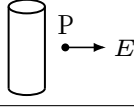
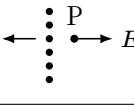
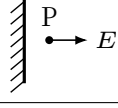
平成15年度

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、電界に関する記述である。A欄に示すような、空間に置かれた帯電導体あるいは電荷分布によって生じる電界の強さ E は、B欄のような式で表される。B欄の に当てはまる係数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、 ϵ は空間の誘電率、 Q は電荷、 ρ は電荷密度、 r は球あるいは円柱においては中心から点Pまでの距離を表す。

A 欄	B 欄
(a) 帯電する導体球外部の点Pにおける電界の強さ 	$E = \text{ (1) } \times \frac{Q}{r^2}$
(b) 半径 a の球状に分布する電荷の球表面上の点Pにおける電界の強さ（電荷分布は一樣） 	$E = \text{ (2) } \times a\rho$
(c) 一様に帯電する無限に長い円柱導体外部の点Pにおける電界の強さ 	$E = \text{ (3) } \times \frac{\rho}{r}$
(d) 無限に広く平面状に分布する電荷による点Pにおける電界の強さ（電荷分布は一樣） 	$E = \text{ (4) } \times \rho$
(e) 一様に帯電する無限に広い平面導体外部の点Pにおける電界の強さ 	$E = \text{ (5) } \times \rho$

[問1の解答群]

(イ) $\frac{1}{3\pi\varepsilon}$

(ニ) $\frac{1}{\varepsilon}$

(ト) $2\pi\varepsilon$

(ヌ) $\frac{1}{4\pi\varepsilon}$

(ワ) 2ε

(ロ) $\frac{2}{\varepsilon}$

(ホ) $\frac{\varepsilon}{2\pi}$

(チ) $\frac{1}{3\varepsilon}$

(ル) $\frac{1}{\pi\varepsilon}$

(カ) 4ε

(ハ) $\frac{1}{2\pi\varepsilon}$

(ヘ) $\frac{3}{4\pi\varepsilon}$

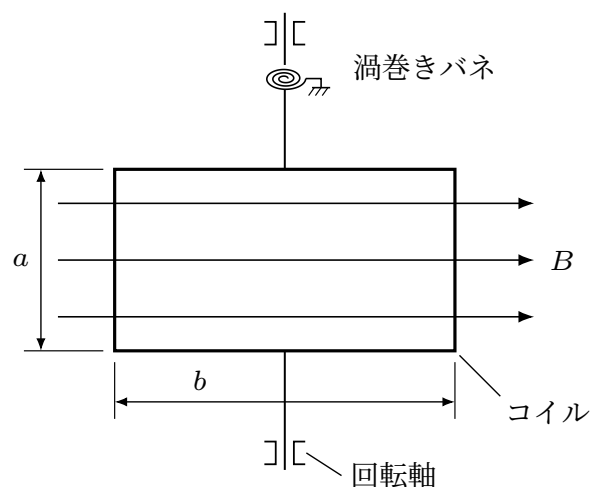
(リ) ε

(ヲ) $3\pi\varepsilon$

(ヨ) $\frac{1}{2\varepsilon}$

問2 次の文章は、コイルに働く電磁力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。

図に示すように、長さ L の導線を用いて、2辺の長さ a 及び b の一巻きの長方形コイル（巻数1）を作り、回転軸と渦巻きバネを取り付ける。これを一様な磁束密度 B の空間に置く。ただし、コイルの面は B に平行であり、導線の太さは無視する。



このコイルに一定の直流電流 I を流して、コイルが角度 θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$)だけ回転して静止したとすれば、コイルに作用しているトルクは

$$T = \text{ (1) } \dots\dots\dots \text{ ①}$$

である。ここで L 、 a 及び b の間には

$$L = \text{ (2) } \dots\dots\dots \text{ ②}$$

の関係があるので、式①と②を用いて b を消去すれば $T = \text{ (3) }$ と表される。このトルクが最大となるのは $a = \text{ (4) }$ のときである。すなわち、コイルの2辺の長さの間に (5) の関係式が成り立つとき、最も大きい回転角となる。

[問2の解答群]

(イ) $a = \frac{b}{2}$

(ロ) $\frac{L}{4}$

(ハ) $2abBI \cos \theta$

(ニ) $2(a+b)$

(ホ) $2(a+b)BI \cos \theta$

(ヘ) $\frac{L}{6}$

(ト) $\frac{L}{8}$

(チ) $a \left(\frac{L}{2} - a \right) BI \cos \theta$

(リ) $a+b$

(ヌ) $abBI \cos \theta$

(ル) ab

(ヲ) $2a(2L-a)BI \cos \theta$

(ワ) $a(L-2a)BI \cos \theta$

(カ) $a = 2b$

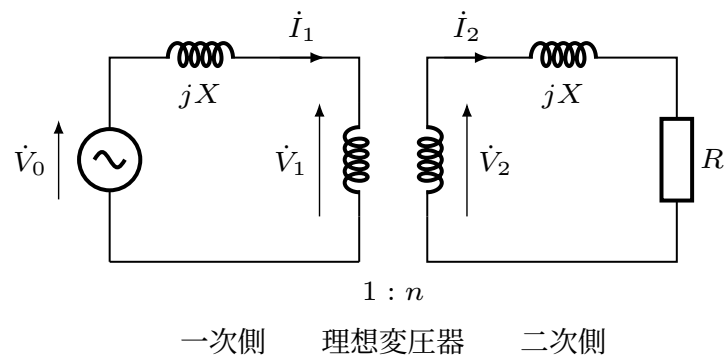
(ヨ) $a = b$

問3 次の文章は、理想変圧器を含む交流回路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。

図の交流回路において、抵抗 R で消費される電力を最大にする理想変圧器の巻数比 n を求めたい。

一次側、二次側の電流をそれぞれ $\dot{I}_1$ 、 $\dot{I}_2$ とすれば、 $\dot{I}_2 = \text{ (1) } \times \dot{I}_1$ である。変圧器の一次側より二次側をみたインピーダンスは $\dot{Z}_1 = \frac{\dot{V}_1}{\dot{I}_1} = \text{ (2) }$ となる。したがって、 $\dot{I}_1 = \text{ (3) }$ と求められる。

抵抗 R で消費される電力は、 $P = R \times |\dot{I}_2|^2 = \text{ (4) }$ となるので、 P を最大にする巻数比は $n = \text{ (5) }$ である。



[問 3 の解答群]

$$(イ) \ R + jX$$

$$(ハ) \ \sqrt{1 + \left(\frac{R}{X}\right)^2}$$

$$(ホ) \ n^2(R + jX)$$

$$(ト) \ \sqrt[4]{1 + \left(\frac{R}{X}\right)^2}$$

$$(リ) \ \frac{R|\dot{V}_0|^2}{n^2 R^2 + (1+n)^2 X^2}$$

$$(ル) \ \sqrt{\frac{R}{2X}}$$

$$(ワ) \ \frac{R|\dot{V}_0|^2}{\frac{1}{n^4} R^2 + \left(1 + \frac{1}{n^2}\right)^2 X^2}$$

$$(ヰ) \ n^2$$

$$(コ) \ \frac{1}{n}$$

$$(ニ) \ \frac{R|\dot{V}_0|^2}{\frac{1}{n^2} R^2 + \left(n + \frac{1}{n}\right)^2 X^2}$$

$$(ヘ) \ \frac{\dot{V}_0}{nR + j(1+n)X}$$

$$(チ) \ \frac{\dot{V}_0}{n^2 R + j(1+n^2)X}$$

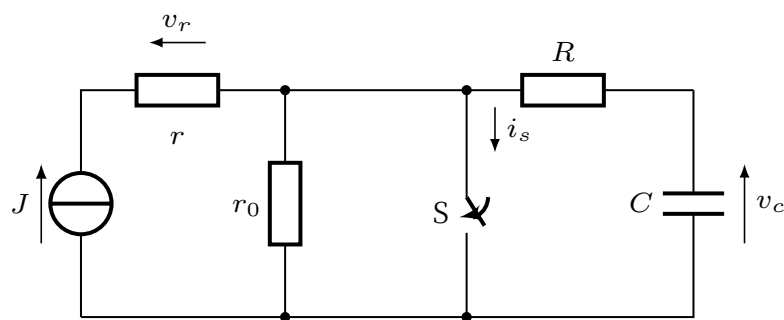
$$(ツ) \ n$$

$$(ヲ) \ \frac{1}{n^2}(R + jX)$$

$$(カ) \ \frac{\dot{V}_0}{\frac{1}{n^2} R + j\left(1 + \frac{1}{n^2}\right) X}$$

問4 次の文章は、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、 J は直流電流源の電流である。スイッチSが開いているとき、定常状態ではコンデンサ C の端子電圧 v_c は (1) であり、抵抗 r の端子電圧 v_r は (2) である。時刻 $t = 0$ においてスイッチSを閉じた瞬間、スイッチSを流れる電流 i_s は((3)) $\times J$ である。この後、コンデンサ C の端子電圧 v_c は時間とともに変化し、 (4) と表される。回路が定常状態になるまでに抵抗 R で消費される全エネルギーは (5) である。



[問4の解答群]

$$(イ) \ RJ$$

$$(ロ) \ r_0 J e^{-\frac{t}{CR}}$$

$$(ハ) \ 1 + \frac{r_0}{r}$$

$$(ニ) \ \frac{rr_0}{r+r_0} J$$

$$(ホ) \ \frac{1}{2} C r^2 J^2$$

$$(ヘ) \ rJ$$

$$(ト) \ r_0 J e^{-CRt}$$

$$(チ) \ r_0 J$$

$$(リ) \ r J e^{-\frac{t}{CR}}$$

$$(ヌ) \ \frac{1}{2} \left(\frac{rr_0}{r+r_0} \right)^2 J^2$$

$$(ル) \ \frac{r_0}{R}$$

$$(ヲ) \ (r+r_0)J$$

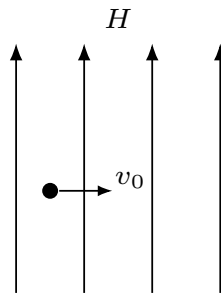
$$(ワ) \ 1 + \frac{r_0}{R}$$

$$(カ) \ \frac{rR}{r+R} J$$

$$(コ) \ \frac{1}{2} C r_0^2 J^2$$

問5 次の文章は、磁界中の電子の運動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、透磁率 μ_0 の真空中で磁界の強さ H の平等磁界に直角に速度 v_0 で電子（質量 m ，電荷 $-e$ ）が運動している。このとき電子は、進行方向に直角で (1) の方向に、大きさ $F =$ (2) の電磁力を受ける。この力によって電子は半径 r の円運動をし、大きさ $F_t =$ (3) の遠心力を受ける。 F と F_t は等しく、電子は毎秒 (4) 回だけ回転する。したがって円運動の1回転に要する時間は電子の速度 v_0 に (5) 。



[問5の解答群]

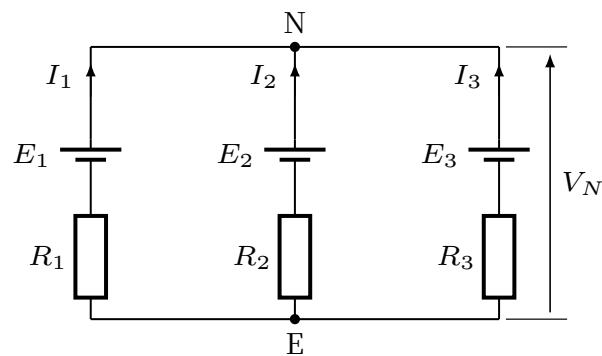
- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| (イ) $\frac{\mu_0 H e}{2\pi m}$ | (ロ) 比例する | (ハ) $\frac{mv_0^2}{r^2}$ |
| (ニ) 反比例する | (ホ) $\frac{mv_0^2}{r}$ | (ヘ) $\frac{\mu_0 H e}{v_0}$ |
| (ト) $\frac{mv_0}{r}$ | (チ) $\mu_0 H v_0^2 e$ | (リ) 紙面表から裏へ |
| (ヌ) 紙面裏から表へ | (ル) $\frac{\mu_0 H v_0^2 e}{2\pi m}$ | (ヲ) 無関係である |
| (ワ) $\mu_0 H v_0 e$ | (カ) 磁界に平行 | (ヨ) $\frac{\mu_0 H e^2}{2\pi m}$ |

問6 次の文章は、直流回路に関する記述である。文中の に当てはまる語句、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。

図のような直流回路があり、各部の電圧、電流の正方向を図の矢印のように定めたとする。 V_N はこの回路のN-E間に生じている電圧である。各枝路について次の関係式が成り立つ。

電流 I_1 が流れる枝路について、

$$V_N = E_1 - R_1 I_1 \quad \dots\dots ①$$



電流 I_2 が流れる枝路について、

$$V_N = \boxed{(1)} \quad \dots\dots ②$$

電流 I_3 が流れる枝路について、

$$V_N = \boxed{(2)} \quad \dots\dots ③$$

他方、節点Nにおいて、

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0 \quad \dots\dots ④$$

が成り立つ。式①、②、③をそれぞれ I_1 、 I_2 、 I_3 について解き、式④に代入すれば、 $V_N = \boxed{(3)}$ と求められる。

ここで、 $E_1 = 4 [\text{V}]$ 、 $E_2 = 2 [\text{V}]$ 、 $E_3 = 1 [\text{V}]$ 、 $R_1 = 0.25 [\Omega]$ 、 $R_2 = R_3 = 0.1 [\Omega]$ とすれば、 I_3 の大きさは $\boxed{(4)}$ [A]であり、その方向は $\boxed{(5)}$ である。

[問6の解答群]

(イ) $R_3 I_3$

(ハ) $E_2 - R_2 I_2$

(ホ) $E_2 + R_2 I_2$

(ト) 19.2

(リ) 5.4

(ル) EからN

(ワ) 9.2

(ヨ) 29.2

(ロ) $\frac{R_2 R_3 E_1 + R_1 R_3 E_2 + R_1 R_2 E_3}{R_1 R_2 R_3}$

(二) NからE

(ヘ) $E_3 + R_3 I_3$

(チ) $E_3 - R_3 I_3$

(ヌ) $E_2 - \frac{I_2}{R_2}$

(ヲ) $\frac{\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$

(カ) $\frac{R_1 E_1 + R_2 E_2 + R_3 E_3}{R_1 + R_2 + R_3}$

問7 次の文章は、オシロスコープやディスプレイ装置に用いられる陰極線管（ブラウン管）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。

陰極線管の陰極部分から射出された (1) は (2) で集束され、
 (3) 上に光点を生じる。

(2) と (3) の間に、静電偏向形陰極線管では2対の (4) が置かれており、電磁偏向形陰極線管では2対の (5) が置かれている。それらに電圧あるいは電流を印加することにより、集束された (1) の進路を変え光点の位置を垂直方向あるいは水平方向に移動させている。

[問7の解答群]

- | | | |
|------------|-----------|-------------|
| (イ) 偏向コイル | (ロ) 反射板 | (ハ) 陽子ビーム |
| (ニ) 光電陰極面 | (ホ) 可動コイル | (ヘ) 電子レンズ |
| (ト) 電気二重層 | (チ) 電子ビーム | (リ) 液晶面 |
| (ヌ) 偏向板 | (ル) 光学レンズ | (ヲ) くま取りコイル |
| (ワ) イオンビーム | (カ) 蛍光面 | (ヨ) 振動板 |

問8 次の文章は、導体内の電気伝導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。

断面積が S 、長さが l の円柱導体の両端に、大きさが V の直流電圧を加えた。この場合、導体を一様に流れる電流の電流密度 i 、伝導電子密度 n 、電子の平均移動速度 v 、電子の電荷量（絶対値） e を用いて、 $i = \text{ (1)}$ が成立する。また、導体の抵抗率を ρ とすれば、 i と V の関係は $i = \text{ (2)}$ と表されるから、この二つの式より $v = \text{ (3)}$ が得られる。

他方、導体中を動く自由電子は、導体中の電界により力 $F = \text{ (4)}$ を受け、電子の質量を m とすれば、その加速度は $a = \text{ (5)}$ と表される。

[問8の解答群]

(イ) $\frac{l}{\rho V}$

(ニ) $\frac{v}{en}$

(ト) $\frac{el}{V}$

(ヌ) $\frac{eV}{ml}$

(ワ) $\frac{\rho V}{enl}$

(ロ) env

(ホ) $\frac{mV}{el}$

(チ) $\frac{V}{\rho l}$

(ル) $\frac{l}{en\rho V}$

(カ) $\frac{eV}{l}$

(ハ) $\frac{V}{el}$

(ヘ) $\frac{V}{en\rho l}$

(リ) $\frac{1}{env}$

(ヲ) $\frac{\rho V}{l}$

(ヨ) $\frac{el}{mV}$