

平成17年度

第2種 理 論

(第1時限目)

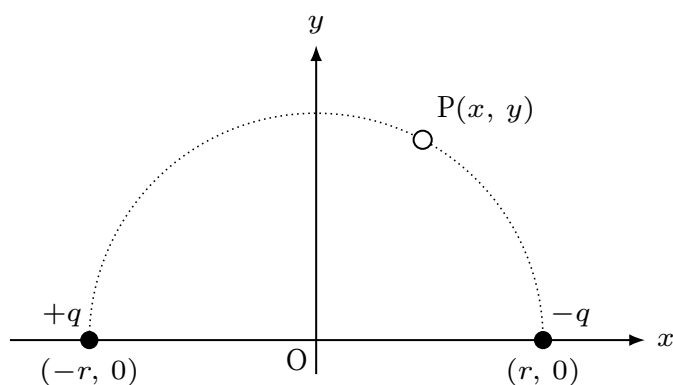
本冊子は、筆者が独自に入手した過去の試験問題を、一般財団法人電気技術者試験センターが公開している過去問題の体裁にならって組み直したものです。同センターが作成・配布したものではありません。

問1 次の文章は、真空中の静電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。

図のように、 xy 平面において、 $(-r, 0)$ の位置に $+q$ の正電荷が、 $(r, 0)$ の位置に $-q$ の負電荷が置かれている。

いま、原点 O を中心とする半径 r の円周上の任意の点 $P(x, y)$ の電界の大きさを求める。ただし、 $-r < x < r$ とし、真空の誘電率を ε_0 とする。

正電荷の位置と点 $P(x, y)$ の間の距離は (1) であり、この正電荷による点 $P(x, y)$ の電界の大きさは x の関数で表すと (2) である。一方、負電荷による点 $P(x, y)$ の電界の大きさは同様に (3) である。両者の電界を合成すると、その合成電界の大きさは (4) となる。したがって、円周上におけるこの合成電界の大きさの最小値は (5) である。



[問 1 の解答群]

$$(イ) \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{-q}{2x(r+x)}$$

$$(ロ) \sqrt{(r+x)^2 - y^2}$$

$$(ハ) \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \sqrt{\frac{1}{(r+x)^2} + \frac{1}{(r-x)^2}}$$

$$(ニ) \frac{\sqrt{2}q}{2\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$(ホ) \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{-q}{r(r-2x)}$$

$$(ヘ) \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r(r-2x)}$$

$$(ト) \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{2x(r+x)}$$

$$(チ) \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$(リ) \sqrt{(r+x)^2 + y^2}$$

$$(ヌ) \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{-q}{2r(r-x)}$$

$$(ル) \sqrt{(r-x)^2 + y^2}$$

$$(ヲ) \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{2r(r+x)}$$

$$(ワ) \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{2r} \sqrt{\frac{1}{(r+x)^2} - \frac{1}{(r-x)^2}}$$

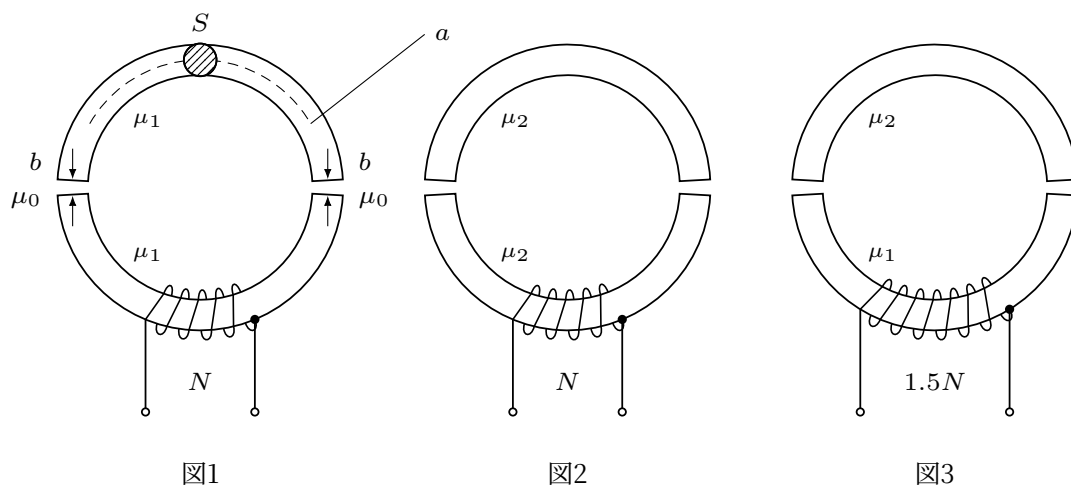
$$(カ) \frac{\sqrt{2}q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$(コ) \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{2r} \sqrt{\frac{1}{(r+x)^2} + \frac{1}{(r-x)^2}}$$

問2 次の文章は、鉄心入り巻線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1から図3のように、三つの巻線がある。これらの巻線の磁路を形成する鉄心は、いずれも半円形で、磁路の長さが a 、円形の断面積が S （直径 $\ll a$ ）であるが、透磁率が異なっている。図1の巻線では透磁率 μ_1 の鉄心を2個使い、図2の巻線では透磁率 μ_2 の鉄心を2個使っている。図3の巻線では、透磁率 μ_1 の鉄心、透磁率 μ_2 の鉄心を各1個使っている。空げきの長さはすべて b であり、その透磁率を μ_0 とする。漏れ磁束、磁気飽和はなく、空げき部の端効果もないものとする。巻数は、図1では N 、図2では N 、図3では $1.5N$ である。

図1の巻線において、磁路の合成磁気抵抗は (1) であり、電流 I を流すとき、磁束は (2) である。また、図2の巻線の自己インダクタンス L_2 は (3) である。図1の巻線の自己インダクタンスを L_1 とする。 $L_1 < L_2$ の関係があるとき、鉄心の透磁率の大小関係は (4) である。図3の巻線の自己インダクタンスは、 L_1 と L_2 を用いて表すと (5) となる。



[問2の解答群]

$$(イ) \frac{4.5L_1L_2}{L_1 + L_2}$$

$$(二) \frac{NI}{\frac{\mu_1 S}{2a} + \frac{\mu_0 S}{2b}}$$

$$(ト) \frac{SN^2}{\frac{2a}{\mu_2} + \frac{2b}{\mu_0}}$$

$$(ヌ) \frac{SNI}{\frac{2a}{\mu_1} + \frac{2b}{\mu_0}}$$

$$(ワ) \mu_1 > \mu_2$$

$$(ロ) \frac{SN^2}{\frac{2a}{\mu_2} + \frac{b}{\mu_0}}$$

$$(ホ) \mu_1 < \mu_2$$

$$(チ) \frac{1.5L_1L_2}{L_1 + L_2}$$

$$(ル) \frac{2a}{\mu_1 S} + \frac{2b}{\mu_0 S}$$

$$(カ) \frac{SN^2}{\frac{a}{\mu_2} + \frac{b}{\mu_0}}$$

$$(ハ) \frac{3L_1L_2}{L_1 + L_2}$$

$$(ヘ) \frac{2a}{\mu_1 S} + \frac{b}{\mu_0 S}$$

$$(リ) \frac{SN^2 I}{\frac{2a}{\mu_1} + \frac{b}{\mu_0}}$$

$$(ヲ) \mu_1 > \mu_2 + \mu_0$$

$$(ヨ) \frac{\mu_1 S}{2a} + \frac{\mu_0 S}{2b}$$

問3 次の文章は、電球の端子電圧と消費電力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1に示すように電球を交流電流源によって点灯している。この電球のフィラメントの電圧・電流特性は図2に示すような特性で、 $v = 2i + 0.1i^3$ [V]と表されるものとし、電流源から供給される電流は $i = 4 \sin 10t$ [A]と表されるものとする。

スイッチSを投入後、定常状態において電球の両端に生じる電圧 v の瞬時値には、基本波成分の他に3倍の高調波成分が含まれる。これを式で表すと、

$$v = (\text{ (1) }) \times \sin 10t + (\text{ (2) }) \times \sin 30t \text{ [V]}$$

となる。

次に、瞬時電力 p は

$$p = (\text{ (3) }) + (\text{ (4) }) \times \cos 20t + (\text{ (5) }) \times \cos 40t \text{ [W]}$$

となる。

これより、平均電力 P_a は

$$P_a = \text{ (3) } \text{ [W]}$$

となる。

参考： $\sin^3 x = \frac{3}{4} \sin x - \frac{1}{4} \sin 3x$

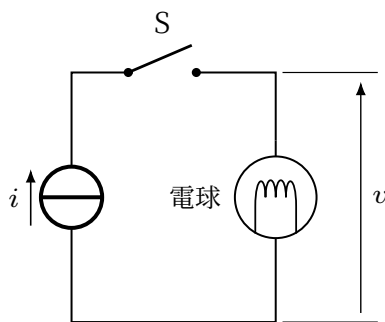


図1

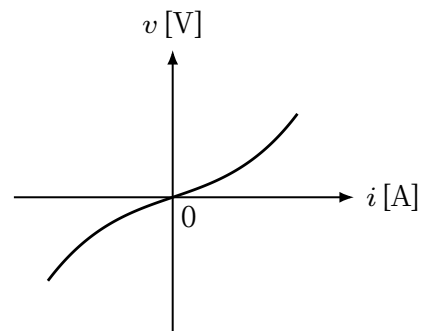


図2

[問3の解答群]

(イ) 6.4

(ロ) -22.4

(ハ) -1.6

(ニ) 3.2

(ホ) 12.8

(ヘ) 51.2

(ト) 25.6

(チ) -3.2

(リ) 14.4

(ヌ) -28.8

(ル) -6.4

(ヲ) 19.2

(ワ) 22.4

(カ) 1.6

(ヨ) -12.8

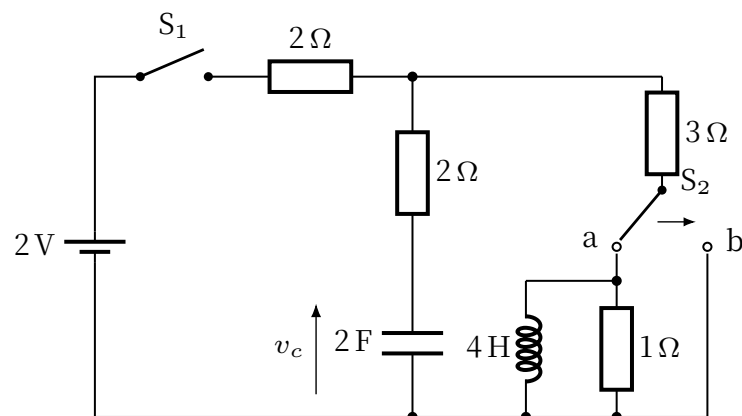
問4 次の文章は、回路の過渡現象に関する記述である。文中の に当てはまる数値を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

図のように、抵抗、インダクタ及びコンデンサを接続した回路がある。

時刻 $t < 0$ では、スイッチ S_1 は閉じた状態、 S_2 はa側にあり、回路は定常状態であったとする。このとき、直流電圧源から流れ出る電流は (1) [A]、コンデンサに蓄えられた電荷は (2) [C]、インダクタに生じる磁束は (3) [Wb] である。ただし、インダクタは空心であるとする。

時刻 $t = 0$ でスイッチ S_1 を開き、同時にスイッチ S_2 をb側に切り替えた。 $t \geq 0$ におけるコンデンサの両端の電圧 v_c の時間的变化は次式で表される。

$$v_c = \text{(4)} \times e^{\text{(5)} \times t} \text{ [V]}$$



[問4の解答群]

(イ) 2

(ニ) $-\frac{1}{4}$

(ト) $\frac{1}{2}$

(ヌ) $\frac{4}{3}$

(ワ) $\frac{12}{5}$

(ロ) $\frac{8}{3}$

(ホ) 10

(チ) $\frac{6}{5}$

(ル) $\frac{4}{5}$

(カ) $\frac{1}{3}$

(ハ) $\frac{1}{10}$

(ヘ) $\frac{8}{5}$

(リ) $-\frac{1}{10}$

(ヲ) 1

(ヨ) $\frac{2}{5}$

問5 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1の回路において、 $1\text{ }[\Omega]$ の抵抗に流れる電流 $I\text{ [A]}$ をテブナンの定理を用いて求めたい。

まず、 $1\text{ }[\Omega]$ の抵抗を取り除いた図2に示す回路において、端子p, q間に現れる電圧 $V_{pq}\text{ [V]}$ を次のようにして求める。 $5\text{ }[\Omega]$ の抵抗に流れる電流は $I_1 =$ (1) [A], $2\text{ }[\Omega]$ の抵抗に流れる電流は $I_2 =$ (2) [A]となる。これらの値を用いると、端子p, q間に現れる電圧は $V_{pq} =$ (3) [V]となる。

次に、電流源の電流と電圧源の電圧を零として端子p, qから回路をみた抵抗は $R =$ (4) $[\Omega]$ となる。したがって、テブナンの定理により $1\text{ }[\Omega]$ の抵抗を流れる電流は $I =$ (5) [A]となる。

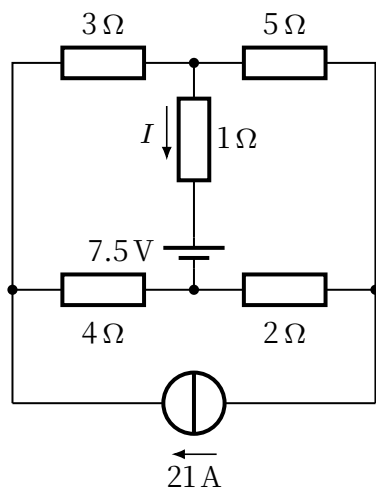


図1

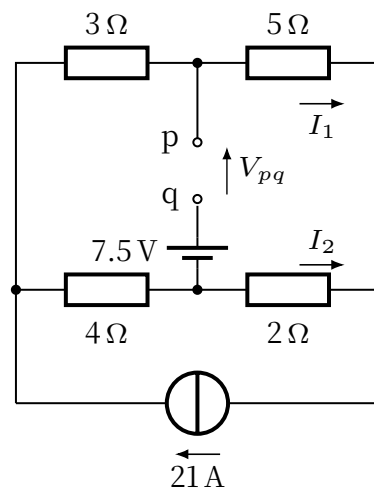


図2

[問5の解答群]

(イ) 3

(ロ) 3.5

(ハ) 28.5

(ニ) 9

(ホ) 2.6

(ヘ) 168

(ト) 14

(チ) 3.2

(リ) 3.8

(ヌ) 4.7

(ル) 6.3

(ヲ) 126

(ワ) 12

(カ) 21

(ヨ) 13.5

問6 次の文章は、電気・電子工学分野の計測に関する記述である。文中の に当てはまる適切な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。

- a. 高周波回路で使用される素子のインダクタンスや静電容量などの測定には (1) が用いられる。
- b. 抵抗の精密な測定には (2) が用いられる。
- c. 電解液の抵抗測定には (3) が用いられる。
- d. 磁束密度の測定用センサには (4) が用いられる。
- e. 誘電正接 ($\tan \delta$) の測定には (5) が用いられる。

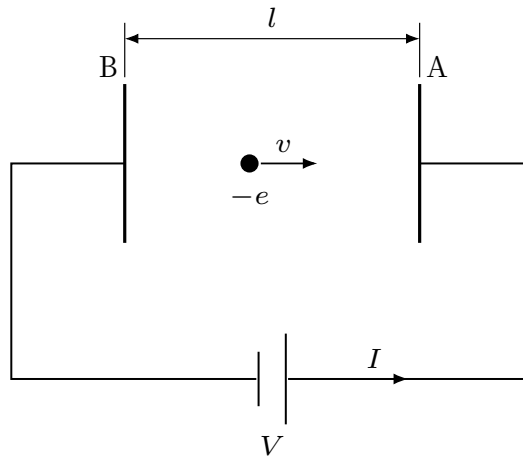
[問6の解答群]

- | | |
|----------------|--------------------|
| (イ) 絶縁抵抗計 | (ロ) コールラウシュブリッジ |
| (ハ) 接地抵抗計 | (ニ) エプスタイン装置 |
| (ホ) ホイトストンブリッジ | (ヘ) 回路計 |
| (ト) シェーリングブリッジ | (チ) <i>LCR</i> メータ |
| (リ) A-D変換器 | (ヌ) オシロスコープ |
| (ル) 周波数カウンタ | (ヲ) ボロメータ |
| (ワ) ペン書きオシログラフ | (カ) レーザカロリメータ |
| (ヨ) ホール素子 | |

問7 次の文章は、真空中の単一電子による電流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。

図において、平行板電極A, Bの作る均一電界 E の中を、1個の電子（電荷量 $-e$ ）が速度 v で電極Aの方向に動いている。この電子が微小時間 Δt の間に電界から得るエネルギーは (1) である。一方、このエネルギーは起電力 V の直流電源から電流 I が流れ出ている回路から見れば (2) に等しい。したがって、電流 I は (3) で表される。

平行板電極間隔を l としたとき、電界 E は (4) である。したがって、電流 I を l , v の関数として表せば (5) となる。



[問7の解答群]

(イ) VI

(ニ) $\frac{1}{2}ev^2\Delta t$

(ト) Vl

(ヌ) $\frac{1}{2} \cdot \frac{ev^2}{V}$

(ワ) evl

(ロ) $\frac{e}{lv}$

(ホ) $\frac{eE}{V}$

(チ) $\frac{ev}{l}$

(ル) $eE\Delta t$

(カ) $\frac{evE}{V}$

(ハ) $\frac{V}{l}$

(ヘ) $eEv\Delta t$

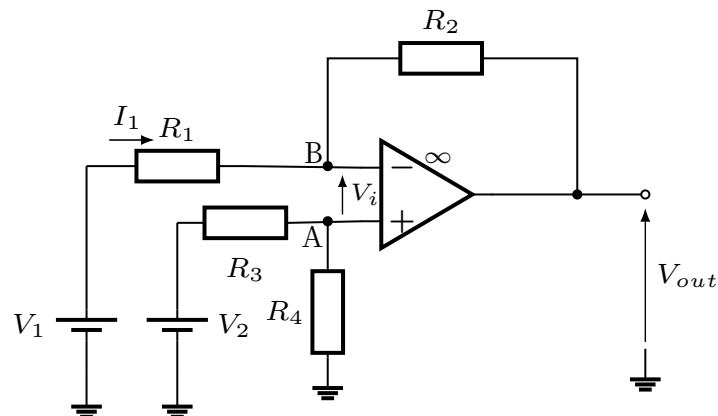
(リ) VI^2

(ヲ) $VI\Delta t$

(ヨ) $\frac{el}{v}$

問8 次の文章は、演算増幅器を用いた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。ただし、演算増幅器の電圧増幅度（差動利得）は無限大であり、また、その入力インピーダンスも無限大であるとし、すべての抵抗の値は等しく、 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ とする。

演算増幅器の入力端子には電流が流れないから、入力端子Aの電圧は (1) である。また、演算増幅器の二つの入力端子間の電圧を V_i とすると、演算増幅器の電圧増幅度は無限大であるから、常に $V_i =$ (2) が成立する。したがって、抵抗 R_1 を流れる電流は、 $I_1 =$ (3) と求められる。この電流はすべて抵抗 R_2 を流れ、 R_2 には電圧降下 $R_2 I_1$ が生じるから、出力電圧は $V_{out} =$ (4) となる。この回路は二つの入力電圧 V_1 と V_2 の (5) を行う回路である。



[問 8 の解答群]

(イ) 加算

(ロ) $\frac{V_1}{R}$

(ハ) $V_1 + V_2$

(ニ) V_2

(ホ) $V_1 - V_2$

(ヘ) $V_1 V_2$

(ト) ∞

(チ) $\frac{V_1 - V_2}{R}$

(リ) 減算

(ヌ) $\frac{V_2}{2}$

(ル) 乗算

(ヲ) 0

(ワ) $V_2 - V_1$

(カ) $\left(V_1 - \frac{V_2}{2}\right) \frac{1}{R}$

(ヨ) $2V_2$