

電気分野
専門区分

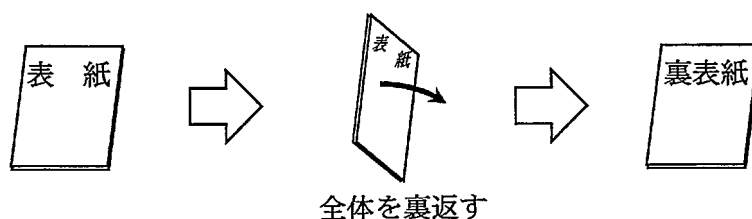
試験時間 11:20～12:50 (90分)

課目Ⅱ 電気の基礎

問題 4	電気及び電子理論	1～ 4 ページ
問題 5	自動制御及び情報処理	5～ 7 ページ
問題 6	電気計測	8～10 ページ

※試験開始の指示があるまで開いてはいけません。
※問題の内容に関する質問にはお答えできません。

- 答案用紙（マークシート）には、**氏名**、**生年月日**、**受験番号**を記入すること。
- 問題の解答は答案用紙に記入すること。記入に当たっては答案用紙に記載の「記入上の注意」に従うこと
- 問題の解答上の注意は、裏表紙にも記載してあるので、この問題冊子全体を裏返して必ず読むこと。
- 答案用紙は、解答未記入の場合も提出すること。
- 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。



(表紙)

(電気及び電子理論)

問題 4 次の各文章の 1 ～ 11 の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

(1) 電流が流れている導体上の電流素から、ある距離にある点の磁界の強さについて考える。

1) 空間上に置かれている電流 I が流れている導体上の任意の点 B から、任意の方向に距離 r 離れた点 A の磁界の強さを考える。ここで、点 B における微小導体長 dl の電流素 $I dl$ による点 A の磁界の強さを dH としたとき、空間中の dl と点 A で形成される平面上に dl と点 A の関係を描くと、図 1 のように表すことができる。このとき、 dl と線分 AB のなす角度を θ とすると、点 A の磁界の強さ dH は式①で表すことができる。

$$dH = \frac{I}{4\pi r^2} dl \cdot \sin \theta \quad \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

これを、1 の法則という。

さらに、 dH の方向は右ねじの法則に従い、図 1 で示す平面の表面から裏面に向う方向となる。

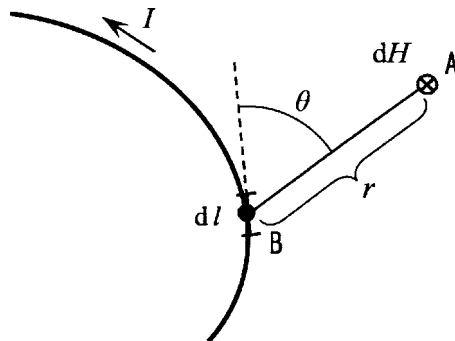


図 1

< 1 の解答群 >

ア アンペアの周回積分 イ ガウス ウ ビオ・サバル エ ファラデー

2) 図2に示すように、水平に置かれた半径 a [m] の円状導体に電流 I [A] が流れているとき、その中心点 O から鉛直線上で距離 b [m] のところにある点 A の磁界の強さ H [A/m] を求める。

磁界の強さ H は、まず 1) で示した法則により導体上の任意の点 B における微小導体長 dl の電流素 $I dl$ による点 A の磁界の強さ dH を求め、次にそれを円状導体に対して周回積分することにより導出することができる。ここで、点 A と点 O を結んだ線分 AO と点 A と点 B を結んだ線分 AB の成す角度を φ [rad] とし、点 A と点 B の距離を r [m] とする。また、線分 AB と dl のなす角度は、1) で示した角度 θ [rad] である。

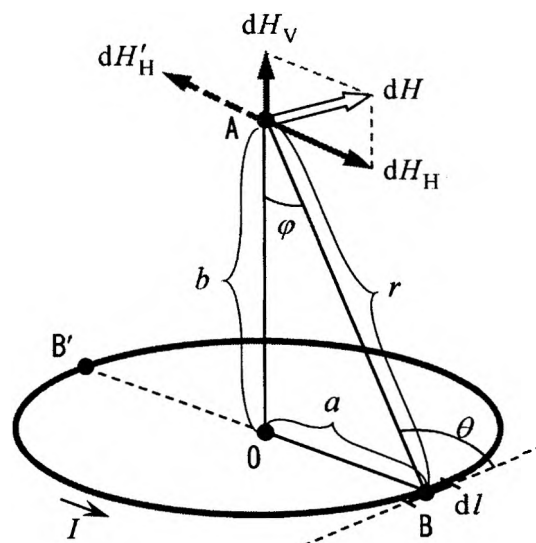


図2

i) 磁界の強さ dH [A/m] を、図2のように鉛直成分の dH_v と水平成分の dH_H に分解して考える。

まず、 dH_H 成分については、1) の法則で示した通り線分 OB 方向のみであり、導体に対して周回積分したときの大きさ H_H は、点 B の電流素 $I dl$ による dH_H が、点 O に対して対称の位置の点 B' にある $I dl$ による磁界 dH'_H と相殺されることから、全周に対しては $H_H = 0$ となる。

次に、 dH_v 成分の磁界を導体に対して周回積分したときの大きさ H_v を求める。 dH_v は、式①を用いて式②で表すことができる。

$$dH_v = dH \cdot \sin \varphi = dH \cdot \frac{a}{r} = \frac{aI}{4\pi r^3} \cdot dl \cdot \sin \theta \quad \text{[A/m]} \quad \dots\dots\dots \text{②}$$

なお、式中の角度 θ は点 A が点 O の鉛直線上にあることから、 $\theta = \boxed{2}$ [rad] である。

問題4は次の頁に続く

したがって、周回積分した H_V は式③で表すことができる。

$$H_V = \int dH_V = \frac{aI}{4\pi r^3} \cdot \int_0^L dl \quad [\text{A/m}] \quad \dots\dots\dots ③$$

ここで、 $L = \boxed{3}$ であり、 $r = \sqrt{a^2 + b^2}$ である。

＜ $\boxed{2}$ 及び $\boxed{3}$ の解答群 ＞

- | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------|
| ア $\frac{\pi}{6}$ | イ $\frac{\pi}{3}$ | ウ $\frac{\pi}{2}$ | エ π |
| オ 2π | カ 4π | キ $2\pi a$ | ク πa^2 |

ii) 最終的に求める磁界の強さ H は、 $H_H = 0$ であることから H_V と等しくなり、式④で表すことができる。

$$H = \boxed{4} \quad [\text{A/m}] \quad \dots\dots\dots ④$$

＜ $\boxed{4}$ の解答群 ＞

- | | | | |
|--|---|---|---|
| ア $\frac{aI}{(a^2 + b^2)^{\frac{3}{2}}}$ | イ $\frac{aI}{2(a^2 + b^2)^{\frac{3}{2}}}$ | ウ $\frac{a^2I}{2(a^2 + b^2)^{\frac{3}{2}}}$ | エ $\frac{a^3I}{4(a^2 + b^2)^{\frac{3}{2}}}$ |
|--|---|---|---|

3) 図2の点Aの磁界の強さ H について、次のような条件で試算してみる。

電流 15 A が流れている半径 3 m の円状導体が水平に置かれており、この円状導体の中心点から鉛直直上 $3\sqrt{3}$ m に点Aがあるとする。

磁界の強さ H の値は、式④から求めることができ、 $H = \boxed{5}$ [A/m] となる。

＜ $\boxed{5}$ の解答群 ＞

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ア 0.104 | イ 0.208 | ウ 0.313 | エ 0.469 |
|---------|---------|---------|---------|

- (2) 図3のように電圧200V（実効値）の交流電源に、負荷として抵抗、コイル及びコンデンサの直並列回路が接続された単相回路があり、電源から電流 $\dot{I}$ [A] が流れている。ここで各回路素子のインピーダンスの値は図3に示すとおりである。

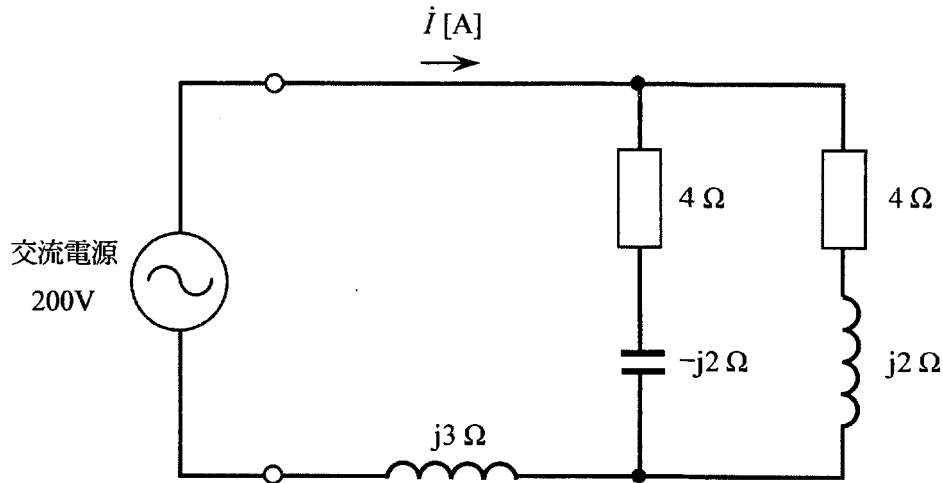


図 3

- 1) 電源からみた負荷の合成インピーダンス $\dot{Z}$ は、 $\dot{Z} = (\boxed{6} + j \boxed{7})$ [Ω] である。

- 2) 電流 $\dot{I}$ の大きさ I （実効値）は、 $\boxed{8}$ [A] である。

< $\boxed{6}$ ～ $\boxed{8}$ の解答群 >

ア 2.0	イ 2.5	ウ 3.0	エ 4.0	オ 5.0	カ 6.0
キ 37.1	ク 45.5	ケ 51.2	コ 59.6		

- 3) 負荷の皮相電力 S は $\boxed{9}$ [kVA] である。さらに、有効電力 P は $\boxed{10}$ [kW] であり、無効電力 Q は $\boxed{11}$ [kvar] である。

< $\boxed{9}$ ～ $\boxed{11}$ の解答群 >

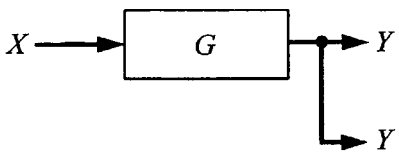
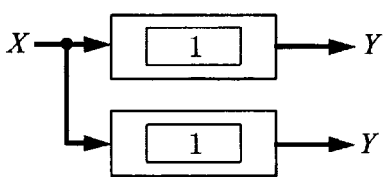
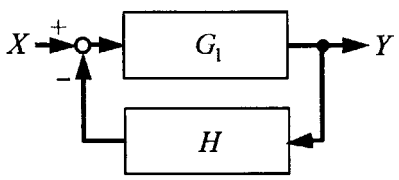
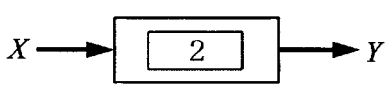
ア 2.76	イ 5.33	ウ 6.15	エ 6.56	オ 6.90	カ 7.43
キ 7.87	ク 9.23	ケ 10.2	コ 10.7	サ 11.0	シ 11.9

(自動制御及び情報処理)

問題5 次の各文章及び表の 1 ～ 12 の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

- (1) 信号の初期値を全て0とみなして、伝達要素への入力 $x(t)$ のラプラス変換を $X(s)$ 、出力 $y(t)$ のラプラス変換を $Y(s)$ とすると、 $G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$ で表される $G(s)$ を、その伝達要素の伝達関数という。いくつかの伝達要素があるとき、要素の動特性を伝達関数で表すことで容易に合成することができ、表1に示す等価変換の法則に従って整理統合することができる。なお、表中の G は $G(s)$ 、 G_1 は $G_1(s)$ 、 H は $H(s)$ を示す。

表1 等価変換の法則の例

演算内容	変換前	変換後
引出し点移動		
フィードバック結合		

〈 1 及び 2 の解答群 〉

- | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ア G | イ $2G$ | ウ G^2 | エ $\frac{G}{2}$ |
| オ $\frac{G_1}{1 + G_1 \cdot H}$ | カ $\frac{G_1}{1 - G_1 \cdot H}$ | キ $\frac{H}{1 + G_1 \cdot H}$ | ク $\frac{H}{1 - G_1 \cdot H}$ |

(2) 図は、プロセス制御で多く使用される、比例積分微分（PID）動作の調節計によるフィードバック制御系を表している。プロセス制御における制御対象の特性は、多くの場合、複数のむだ時間特性と一次遅れ特性が複合されたものと考え、調節計の PID 定数（比例帯、積分時間、微分時間）が決められる。

PID 定数の制御における効果は次の①～③のとおりである。

- ① 比例帯を広くすると、比例動作分の出力の変化量は 。
- ② 積分時間を短くすると、制御系の応答速度は なり、短くしすぎると応答は になる。
- ③ 微分時間を長くすると、微分動作分の出力の変化量は 。

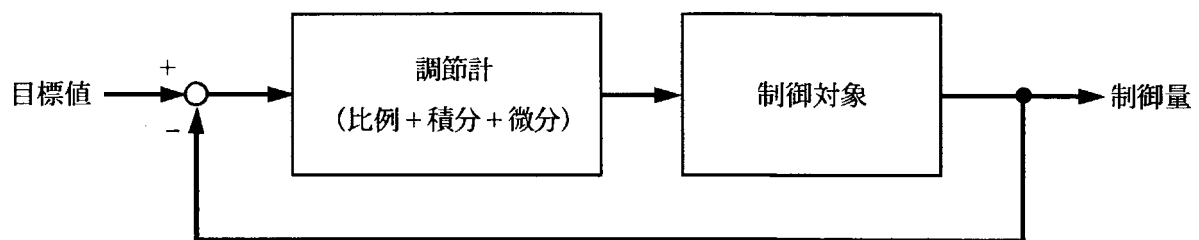


図 フィードバック制御系

< ～ の解答群 >

ア 過制動	イ 振動的	ウ 漸近安定	エ 遅く	オ 速く
カ 大きくなる		キ 小さくなる		

問題 5 は次の頁に続く

- (3) 論理演算、操作を行う回路を論理回路と呼ぶ。論理回路においては、1（真）と0（偽）という2値信号の組み合わせによっていろいろな情報を表現する。論理回路の基本要素は、AND 回路（論理積）、OR 回路（論理和）、NOT 回路（論理否定）の3種類で、これらを組み合わせることにより、多くの回路を構成することができる。

次の表2は、論理回路のうちの 、、 及び の各回路について、論理変数 A、B を入力したときの出力論理値を示した真理値表である。

表2 真理値表

入 力		出 力			
A	B	7	8	9	10
0	0	0	0	1	1
0	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1
1	1	1	1	0	0

< ～ の解答群 >

ア AND イ EOR ウ NAND エ NOR オ NOT カ OR

- (4) コンピュータシステムにおいて、ネットワーク上で接続されたコンピュータの中で、他のコンピュータの要求に応じて各種のサービスを提供するコンピュータを と呼んでいる。これに対して、 にサービスの要求を出し、その提供を受けるコンピュータを と呼んでいる。

< 及び の解答群 >

ア クライアント イ サーバ ウ スレーブ エ マスタ

(電気計測)

問題6 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

(I) 電気の単位と電気の量の標準について考える。

1) 電流：電流1Aとは、1秒間に電気素量の $\frac{1}{1.602\cdots\times 10^{-19}}$ 倍の が流れる電流と定義されている。

2) 電力：電力1Wとは、毎秒1Jのエネルギーを消費又は供給することを意味する。すなわち、電力は を表したものである。

3) 電圧：電圧1Vとは、1Aの一定電流が流れる導体の2点間で消費される電力が1Wであるとき、その2点間の電位差を指すものであり、交流電圧の場合は、 がこれに相当する。

〈 ～ の解答群 〉

ア 最大値	イ 実効値	ウ 平均値	エ 仕事率	オ 仕事量
カ 熱量	キ 磁束	ク 電荷	ケ 原子	

4) 電気単位の定義に従って測定を行うことを 測定といい、その測定によって決められたそれぞれの単位を基礎標準という。基礎標準を安定に維持するために各種の電気の量の標準器がつくられており、それらを用いて電気測定器の校正が行われる。測定器による測定結果が、校正の連鎖を通じて最上位の計量標準までさかのぼって関連付けられる性質のことを という。

〈 及び の解答群 〉

ア トレーサビリティ	イ リライアビリティ	ウ レコーダビリティ
エ 基礎	オ 原理	カ 絶対

問題6は次の頁に続く

(2) 直流電流・電圧の測定の基礎である可動コイル形計器について考える。

1) 図1は電流計を示している。図に示すように分流器（シャント抵抗 R_S ）を接続すれば、電流指示計で測定可能な電流よりも大きな電流を測定することができる。

ここで、電流指示計の内部抵抗 r_A が $1.2\ \Omega$ 、シャント抵抗 R_S が $0.05\ \Omega$ である電流計に、測定対象である電流 I が 3 A 流れたとき、電流指示計に流れる電流 I_A は 6 [mA] である。

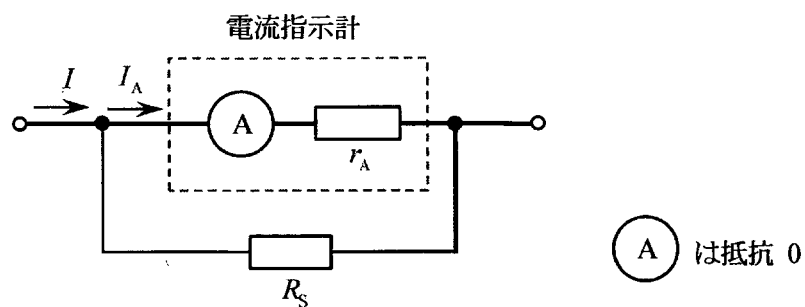


図1 電流計

2) 図2は電圧計を示している。図に示すように倍率器（直列抵抗 R_M ）を接続すれば、電圧指示計で測定可能な電圧よりも高い電圧を測定することができる。

ここで、電圧指示計の内部抵抗 r_V が $6\text{ k}\Omega$ 、直列抵抗 R_M が $75\text{ k}\Omega$ である電圧計で、電圧指示計にかかる電圧 V_V が 12 V であったとき、測定対象である電圧 V は 7 [V] である。

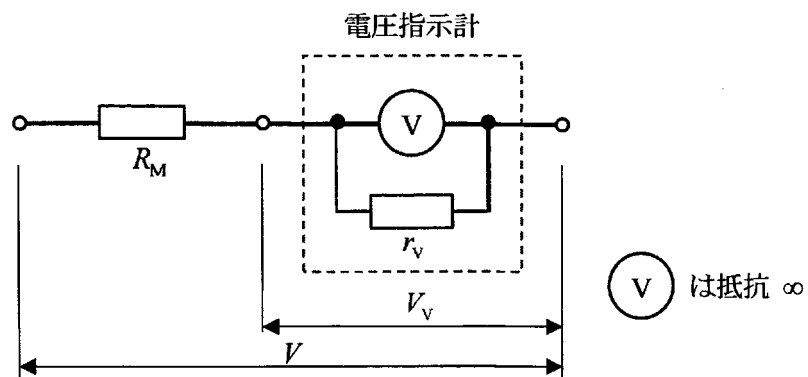


図2 電圧計

< 6 及び 7 の解答群 >

ア 100 イ 120 ウ 125 エ 138 オ 150 カ 162

(3) 測定器には通常、測定誤差がある。測定誤差をできるだけ小さくするためには、測定機器の導入に当たって、その測定原理、仕様などを十分に理解し、測定環境を整えた上で適切に取り扱う必要がある。一例として、次の1)～3)の測定における注意事項について挙げる。

1) 配管内の流体の流量を測定するために差圧式流量計や超音波流量計を設置するとき、両者共通して に注意する必要がある。

2) 配管内の流体の温度を測定するために熱電温度計を設置するとき、熱電対の計測部の に注意する必要がある。

＜ 及び の解答群 ＞

ア 導線抵抗

イ 流体の導電性

ウ 流体の比熱

エ 大きな圧力損失の増加が生じること

オ 十分な挿入長さの確保

カ 流れに乱れのない直管長の確保

3) 物体の温度を測定するために放射温度計を用いるとき、いろいろな要因で変化する測定対象の の変化が測定精度に影響を及ぼすことに注意する必要がある。

＜ の解答群 ＞

ア 移動速度

イ 外部磁界

ウ 放射率

エ 誘電率

1. 不正行為への対処について

次の行為は不正行為とみなす。不正行為者は試験会場から退出させ、全課目の試験結果を無効とするなど厳正に対処する。

- ①使用禁止の電卓、電子機器、通信機器等使用不可のものを使用する。(3. ①参照)
- ②使用不可のものを定められた場所以外に置く。(3. ②③参照)
- ③本、ノート、メモ等を見る。
- ④他の受験者と接触する。(他の受験者の答案を見る、会話をする、物品の貸し借りを行う)
- ⑤試験開始の合図の前に試験問題を見る。
- ⑥試験終了の合図にもかかわらず解答を続ける。

2. 試験中に使用可のもの

- ①試験中に使用してもよいものは以下のものとし、それらのみ机の上に置いておくことができる。
 - ・受験票(必ず置いておくこと)
 - ・筆記用具(HBの鉛筆、鉛筆削り、シャープペンシル、替え芯、プラスチック製消しゴム)
 - ・時計機能のみの時計
 - ・電卓1台(使用禁止ではないもの)
 - ・眼鏡、拡大鏡

3. 試験中に使用不可のもの

- ①試験中に使用してはならないものは以下のものとする。
 - ・携帯電話、スマートフォン、PC、タブレット端末、スマートウォッチ、電子ルーペ等の電子機器
 - ・その他、通信機能を有するすべての機器(スマートグラス、補聴器、小形通信機等)
 - ・使用禁止電卓(関数電卓、携帯電話などの電卓機能、数式等が記憶できる電卓、プログラム機能を有する電卓等)
- ②上記に示す使用不可の物は、試験中は鞆等にしまい、その口を閉め、簡単に取り出せないようにしておくこと。
- ③机の上だけでなく、机の棚板に置くこと、身に付けておくこと(ポケットに入れる、手に持つ等)、その他利用可能な状態になっている場合は不正行為とみなす。
- ④使用禁止のものが使用できないことによる事態には一切配慮しない。

● 試験問題解答上の注意

1. 問題は全て、、 … で示す設問番号付きの空欄の中に当てはまる字句等(字句、数値、式、記述、図、グラフ等を含む)を、該当する解答群から選択する形式であり、一つの設問に対する正答は唯一である。概略数値を当てはめる設問で、「約」が付されている場合も正しい値に最も近い値のみを正答とする。
2. 、 … で示す設問のうち、同じ設問番号付きの空欄が複数箇所ある場合は、同じ設問番号の正答は同じ字句等である。
3. 一つの解答群から同じ字句等を2回以上用いてよい場合は、当該の設問においてその旨が明記されている。
4. 問題の解答は、該当する解答群の字句等から正答を選択し、選択した字句等に付された「ア」、「イ」、「ウ」…の記号を答えるものとし、答案用紙(マークシート)の該当欄のその記号を正しく塗りつぶすこと。答案用紙に記載されている定められた方法で塗りつぶさないと採点されないことがあるので注意すること。
5. 数値計算の結果をもとに解答群から正答を選択する問題においては次の点に留意すること。
 - ① 数値計算においては、十分に大きい有効桁数を確保して正しく計算した値を「計算結果の値」とする。
 - ② 解答群中で「計算結果の値」に最も近い値を数値計算における唯一の正答とする。
 - ③ なお、問題文中で与条件として示されている数値については、記載してある位より下の位は「0」であるものとし、十分に有効桁数が確保されているものとして扱う。例えば、2.1 kg の 2.1 は、2.100… と考える。