

電気分野  
専門区分

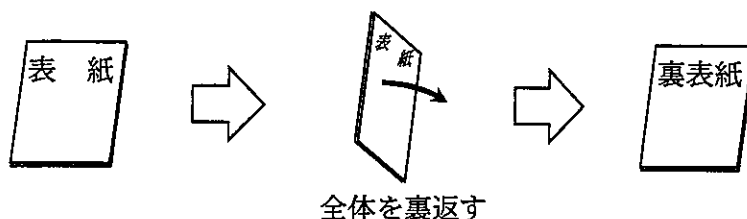
試験時間 11:20～12:50 (90分)

課目Ⅱ 電気の基本

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	5～8 ページ
問題 6	電気計測	9～12 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。

- 答案用紙には、**問題番号**、**生年月日**、**研修地**、**研修番号**を記入すること。
- 答案用紙は、1 問題につき 1 枚を使用すること。
- 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。
- 問題の解答上の注意は、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子全体を裏返して必ず読むこと。



(表紙)

(電気及び電子理論)

問題4 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、解答例にならってその記号を答えよ。

また、 ~  に当てはまる数値を計算し、必ず計算の過程を記述した上で、解答例にならってその結果を有効数字3桁で答えよ。

( 解答例 6 - ソ )  
                  K - 1.23 )

(1) 図1は環状の磁性体であり、その透磁率は $\mu$  [H/m]で、断面積は $S$  [m<sup>2</sup>]、平均磁路長は $l_x$  [m]である。環状磁性体には巻数 $N$ のコイルが巻かれ、その両端には $E$  [V]の電圧源、 $R$  [ $\Omega$ ]の抵抗とスイッチSWが直列に接続されている。スイッチSWが閉じるとコイルに電流 $I$  [A]が流れ、環状磁性体内には磁束 $\phi$  [Wb]が生じる。

なお、磁性体の磁気飽和や漏れ磁束、磁性体内やコイルでのエネルギー損失はないものとする。

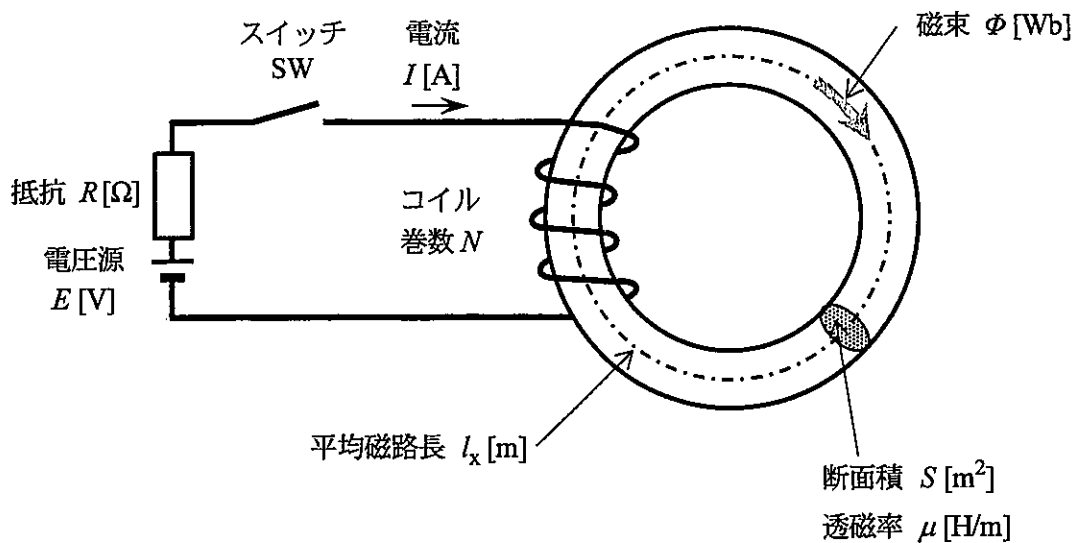


図1

1) コイルに電流  $I$  が流れると起磁力  $F$  が生じ、 $F$  と  $I$ 、コイル巻数  $N$  との関係は次式で表すことができる。

$$F = \boxed{1} \dots\dots\dots ①$$

また、磁束  $\Phi$  の通路の磁気抵抗  $R_m$  は  $\mu$ 、 $S$  及び  $l_x$  を用いて次式で表すことができる。

$$R_m = \boxed{2} \dots\dots\dots ②$$

次に、磁束  $\Phi$  は  $F$  及び  $R_m$  を用いて次式で表すことができる。

$$\Phi = \boxed{3} \dots\dots\dots ③$$

<  $\boxed{1}$  ~  $\boxed{3}$  の解答群 >

- |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ア $NI$                | イ $N^2I$              | ウ $\frac{I}{N}$       | エ $\frac{I}{N^2}$     |
| オ $\frac{\mu l_x}{S}$ | カ $\frac{\mu S}{l_x}$ | キ $\frac{l_x}{\mu S}$ | ケ $\frac{S}{\mu l_x}$ |
| コ $FR_m$              | サ $\frac{F}{R_m}$     | ス $\frac{R_m}{F}$     | セ $\frac{1}{FR_m}$    |

2) コイルの磁束鎖交数を電流  $I$  で除した値を自己インダクタンスといい、 $L$  で表す。ここで、コイルの磁束鎖交数は  $N$  と  $\Phi$  を用いて  $\boxed{4}$  と表されるので、式①、②及び③から  $L$  は次式で表すことができる。

$$L = \boxed{5} \dots\dots\dots ④$$

<  $\boxed{4}$  及び  $\boxed{5}$  の解答群 >

- |                |                  |                        |                          |
|----------------|------------------|------------------------|--------------------------|
| ア $N\Phi$      | イ $N^2\Phi$      | ウ $(N\Phi)^2$          | エ $\sqrt{N\Phi}$         |
| オ $\mu l_x SN$ | カ $\mu l_x SN^2$ | キ $\frac{\mu SN}{l_x}$ | ケ $\frac{\mu SN^2}{l_x}$ |

問題4は次の頁に続く

(2) 図2のように、電圧200V（実効値）の単相交流電源に抵抗 $0.5\Omega$ と誘導性リアクタンス $1.5\Omega$ の直列負荷、抵抗 $0.5\Omega$ と容量性リアクタンス $1.0\Omega$ の直列負荷及び抵抗 $0.25\Omega$ の3並列負荷に誘導性リアクタンス $0.5\Omega$ の負荷が直列に接続された回路がある。

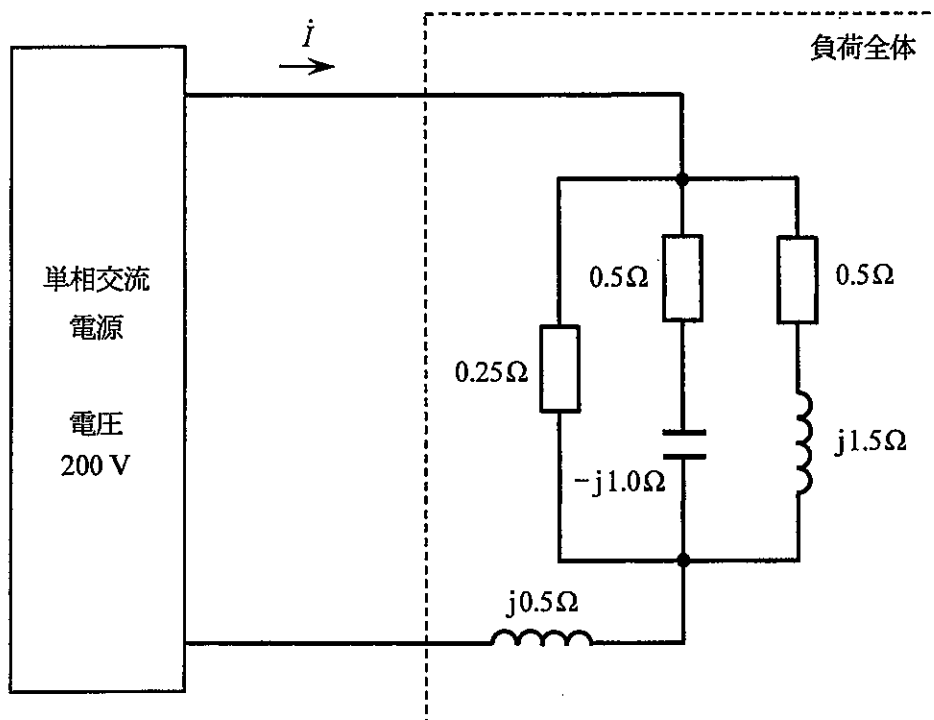


図2

1) 交流電源からみた負荷全体の複素インピーダンス $\dot{Z}$ 、電流ベクトル $\dot{i}$ の大きさ（実効値） $I$ は次の値となる。

$$\dot{Z} = \boxed{A} + j\boxed{B} \text{ } [\Omega]$$

$$I = \boxed{C} \text{ } [A]$$

2) 電源が供給する皮相電力 $S$ 、有効電力 $P$ 及び無効電力 $Q$ は次の値となる。ここで、無効電力については遅れを正、進みを負とする。

$$S = \boxed{D} \text{ } [kV\cdot A]$$

$$P = \boxed{E} \text{ } [kW]$$

$$Q = \boxed{F} \text{ } [kvar]$$

- (3) 図3のように、線間電圧 200V (実効値) の対称三相交流電源の各線路にインピーダンス  $\dot{Z}_1$  が接続され、さらにインピーダンス  $\dot{Z}_1$  が  $\Delta$  結線された平衡負荷が接続されている。ここで、 $\dot{Z}_1 = 3 + j1.5 [\Omega]$  である。

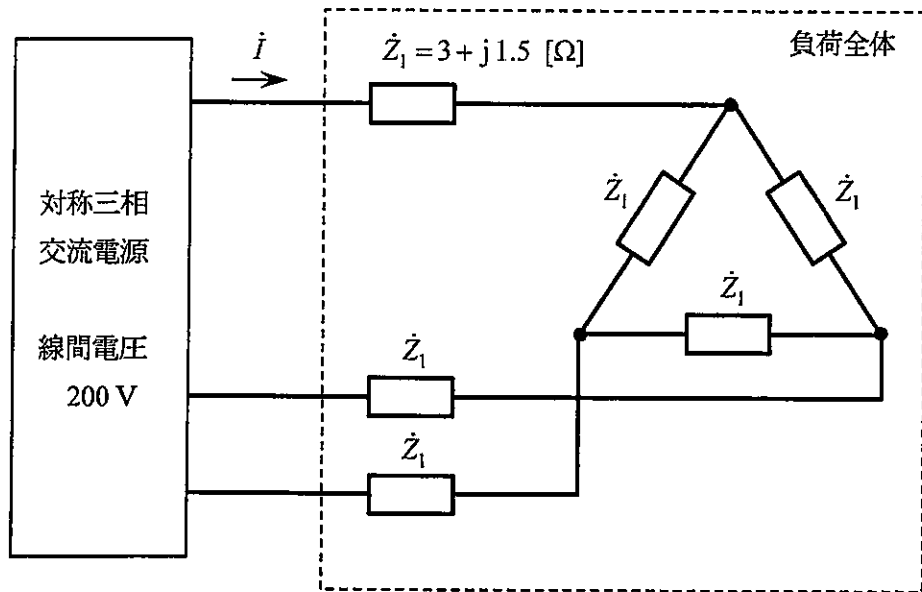


図3

- 1) 電源からみた、三相負荷全体を Y 結線とみなしたときの 1 相当りの複素インピーダンス  $\dot{Z}$ 、及び電源から負荷に向かって流れる電流ベクトル  $\dot{I}$  の大きさ (実効値)  $I$  は次の値となる。

$$\dot{Z} = \boxed{G} + j \boxed{H} [\Omega]$$

$$I = \boxed{I} [\text{A}]$$

- 2) 三相分の有効電力  $P$  は次の値となる。

$$P = \boxed{J} [\text{kW}]$$

(自動制御及び情報処理)

問題 5 次の各文章、図及び表の 1 ~ 14 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、解答例にならってその記号を答えよ。

( 解答例 15 - ソ )

(1) 伝達要素の初期値を全て0とみなして、その出力  $y(t)$  のラプラス変換  $Y(s)$  と入力  $x(t)$  のラプラス変換  $X(s)$  との比  $G(s)$  を、その伝達要素の伝達関数という。

1) 制御演算部の代表的な伝達関数は次のとおりである。

- ① 比例要素 :  $k$  ( $k$  は比例定数)
- ② 1 要素 :  $Ts$  ( $T$  は定数)
- ③ 2 要素 :  $\frac{1}{Ts}$  ( $T$  は定数)

2) 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る。この簡単化に際しては、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。

表 1

演算内容	変更前	変更後
引出し点移動		
フィードバック結合		

< 1 ~ 4 の解答群 >

- |        |          |             |                 |
|--------|----------|-------------|-----------------|
| ア $G$  | イ $2G$   | ウ $G^2$     | エ $\frac{G}{2}$ |
| オ $H$  | カ $G_1H$ | キ $G_1 - H$ | ク $1 \mp G_1H$  |
| コ 一次遅れ | サ 二次遅れ   | ス 積分        | セ 微分            |

(2) フィードバック制御とは、フィードバックによって制御量を目標値と一致させるように操作量を生成する制御であり、フィードバック制御系は、制御対象と制御装置が図1のように結合される。

このような制御系を  動作調節計によって制御すると、一般に、制御量には時間的経過に伴いオフセットが生じ、図2のようになる。比例帯の幅を  くすると、図2のAのように制御量は振動的に変動する。比例帯の幅を  くすると、偏差に対する調節計出力の変化は小さくなるため、図2のBのように制御量は振動的ではなくなり、動きはゆっくりとしたものになる。

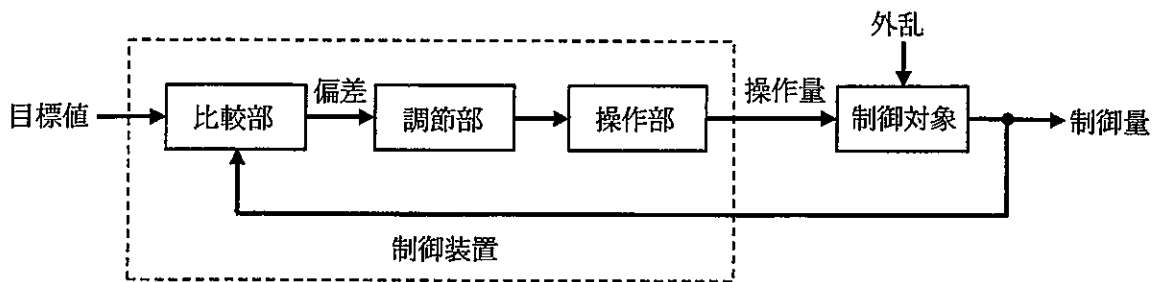


図1

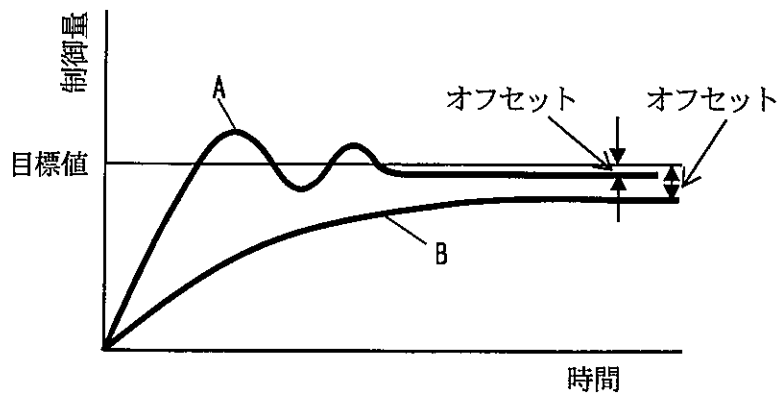


図2

<  ~  の解答群 >

ア 比例 (P)

イ 比例積分 (PI)

ウ 比例積分微分 (PID)

エ 狭

オ 広

問題5は次の頁に続く

(3) 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、EOR (排他的論理和)、NAND (否定論理積)、NOR (否定論理和) など多くの回路を構成することができる。表 2 は代表的な回路とその機能を示したものである。

表 2

論理回路		回路の機能
基本回路	AND 回路	入力 A、B について、 <input type="text" value="8"/> となる。
	OR 回路	入力 A、B について、 <input type="text" value="9"/> となる。
	NOT 回路	入力が 1 のときに出力が 0、入力が 0 のときに出力が 1 となる。
基本回路の 組合せ回路	EOR 回路	入力 A、B について、 <input type="text" value="10"/> となる。
	NAND 回路	入力 A、B について、 <input type="text" value="11"/> となる。

<  ~  の解答群 >

- ア いずれかが 1 のときに出力が 0 となり、それ以外の場合は 1
- イ いずれかが 1 のときに出力が 1 となり、それ以外の場合は 0
- ウ いずれもが 1 のときに出力が 0 となり、それ以外の場合は 1
- エ いずれもが 1 のときに出力が 1 となり、それ以外の場合は 0
- オ 互いに異なるときに出力が 1 となり、それ以外の場合は 0



(4) 企業や組織が保有している顧客情報、財務情報、人事情報などの情報を情報資産という。インターネットが世界的なインフラとなっている現代では、これらの情報資産が世界中からの脅威にさらされ、安全がおびやかされている。安全を確保するという概念がセキュリティであり、情報資産のセキュリティを情報セキュリティという。

情報セキュリティには、次に示す①～③の3つの要素がある。

①  性

ある情報へのアクセスは、許可された利用者だけがその情報へアクセスできる状態を確保すること。

②  性

情報が破壊、改ざん、消去されない状態を確保すること。

③  性

情報へのアクセスを許可された利用者が、必要なときに中断することなく情報にアクセスできる状態を確保すること。

<  ~  の解答群 >

ア 可用

イ 完全

ウ 機密

エ 再現

オ ぜいじゃく脆弱

カ 透明

(電気計測)

問題6 次の各文章の 1 ~ 9 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、解答例にならってその記号を答えよ。

また、A に当てはまる数値を計算し、必ず計算の過程を記述した上で、解答例にならってその結果を有効数字3桁で答えよ。

[

解答例 10 - □  
          B - 1.23

]

(1) 計測は、エネルギー使用状況の把握に不可欠であり、原単位管理を始めとするエネルギー管理を行う上で重要な役割を果たしている。また、計測結果は設備改善や更新時期などに関する経営的判断に際しての貴重な情報源としても活用できる。

ここでは、計測の一つである、三相交流電力の測定について考える。

1) 三相3線式回路の場合、2台の单相電力計を用い、各電力計の指示値の和で三相交流電力を求めることができるので、実務上、三相交流電力の測定には、この二電力計法が用いられることが多い。電流センサが2個で済むことや、計測のための接続配線も少なくなる等のメリットがある。

さらに、計測の対象が図に示すように、対称三相交流電源から平衡三相負荷に電力を供給している場合には、原理的に一電力計法を用いて電力を計測することができる。ここで、各線間の電圧及び線電流は図に示す通りとし、一つの電力計で、a相の電流と、切換えスイッチのA側接続によるa-b間電圧からa-b間電力 $P_{ab}$ を計測、次にB側接続によるa-c間電圧からa-c間電力 $P_{ac}$ を計測し、その合計で負荷電力 $P$ を求める手順を、a-b間の計測を中心に考察する。

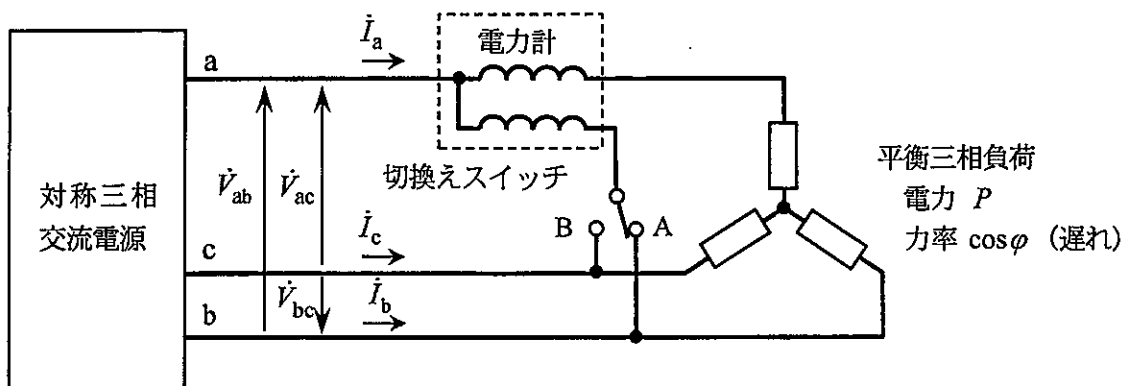


図 一電力計法による電力測定

i) A 側に接続したときの電力計の指示  $P_{ab}$  は、電圧  $\dot{V}_{ab}$  と電流  $\dot{I}_a$  の相差角が  $(30^\circ + \varphi)$  の電力であることから、 $\dot{V}_{ab}$  の大きさを  $V_{ab}$ 、 $\dot{I}_a$  の大きさを  $I_a$  とすると、次式で表すことができる。

$$P_{ab} = \boxed{1} \dots\dots\dots ①$$

<  $\boxed{1}$  の解答群 >

- |   |   |
|---|---|
| ア $V_{ab}I_a \cos \varphi$              | イ $V_{ab}I_a \sin \varphi$              |
| ウ $V_{ab}I_a \cos (30^\circ + \varphi)$ | エ $V_{ab}I_a \sin (30^\circ + \varphi)$ |

ii) 各線間電圧の大きさには  $V_{ab} = V_{ac} = V_{bc}$  ( $V$  で表す)、各線電流の大きさには  $I_a = I_b = I_c$  ( $I$  で表す) の関係があるので、式①を  $V$  及び  $I$  で表し、三角関数の加法定理を用いると、次式となる。

$$P_{ab} = \boxed{2} \dots\dots\dots ②$$

<  $\boxed{2}$  の解答群 >

- |  |  |
|--|--|
| ア $VI \cos 30^\circ (\cos \varphi - \sin \varphi)$               | イ $VI \sin 30^\circ (\cos \varphi - \sin \varphi)$               |
| ウ $VI (\cos 30^\circ \cos \varphi - \sin 30^\circ \sin \varphi)$ | エ $VI (\sin 30^\circ \cos \varphi + \cos 30^\circ \sin \varphi)$ |

問題 6 は次の頁に続く

iii) 一方、平衡三相負荷の消費電力  $P$  は、線間電圧  $V$ 、線電流  $I$  及び負荷の力率  $\cos\phi$  を用いて、次式で表される。

$$P = \boxed{3} \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

式②及び式③より、 $P_{ab}$  を三相負荷の消費電力  $P$ 、及び三相負荷の力率角  $\phi$  で表すと、次式となる。

$$P_{ab} = \boxed{4} \dots\dots\dots \textcircled{4}$$

ここでは、導出過程を省略するが、 $P_{ac}$  についても同様の過程で求めることができ、計測した  $P_{ab}$  と  $P_{ac}$  を合計すると消費電力  $P$  となることが確認できる。

<  $\boxed{3}$  及び  $\boxed{4}$  の解答群 >

- |   |  |   |  |   |   |   |   |
|---|--|---|--|---|---|---|---|
| ア | $\sqrt{3}VI \cos\phi$  | イ | $\sqrt{3}VI \sin\phi$  | ウ | $\frac{VI \cos\phi}{\sqrt{3}}$  | エ | $\frac{VI \sin\phi}{\sqrt{3}}$  |
| オ | $\frac{P(\cos 30^\circ \cos\phi - \sin 30^\circ \sin\phi)}{\sqrt{3} \cos\phi}$ | カ | $\frac{P(\sin 30^\circ \cos\phi + \cos 30^\circ \sin\phi)}{\sqrt{3} \cos\phi}$ | キ | $\frac{\sqrt{3}P(\cos 30^\circ \cos\phi - \sin 30^\circ \sin\phi)}{\cos\phi}$ | ク | $\frac{\sqrt{3}P(\sin 30^\circ \cos\phi + \cos 30^\circ \sin\phi)}{\cos\phi}$ |

2) 例えば、図に消費電力が 30 kW、力率が 0.8 (遅れ) の平衡三相負荷が接続されていた場合、式④及び、 $\sin\phi = 0.6$ 、 $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ 、 $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$  を用いて、電力計の指示  $P_{ab}$  は  $\boxed{A}$  [kW] と計算される。

(2) エネルギー管理や、設備の運用監視、設備の自動制御において重要な役割を担っている測定要素の一つにレベル測定がある。

液位や粉粒面、境界面などを測定するレベル計には、レベル検出器が測定対象に触れる接触タイプと、触れない非接触タイプがある。

1) 接触タイプでよく使用されているレベル計には、 式、圧力式などがある。

〈  の解答群 〉

ア フロート

イ 重量

ウ 放射線

2) 非接触タイプには、 式やマイクロ波式などがある。

〈  の解答群 〉

ア ディスプレーサ

イ 静電容量

ウ 超音波

(3) エネルギー管理において、流量は重要な測定要素である。その対象は、燃料や、熱の媒体となる冷水や温水などの液体、そして気体、蒸気など多岐にわたる。ここでは、流量の測定に用いられるコリオリ式流量計の特徴について確認する。

コリオリ式流量計は、コリオリの力の原理を用いた流量計であり、次のような特徴がある。

① 測定量として流体の  流量を直接測定するものである。

② 精度が非常に高い。

③ 広範な流体の種類に適應でき、固形物を含む液体、高粘度液体、 なども測定可能である。

④ 測定原理から、 の影響を受けやすい。

〈  ~  の解答群 〉

ア 温度

イ 外部振動

ウ 流速分布

エ 質量

オ 体積

カ 積算体積

キ 気泡の含有量が多い液体

ク 高圧気体

(空 白)

(空 白)

(表紙からの続き)

● 解答群からの選択式問題の解答上の注意

□ 1 □、□ 2 □ などの解答は、解答群の字句等 (字句、数値、式、記述、図、グラフ等を含む) から当てはまるものを選択し、対応する記号「ア」、「イ」、「ウ」、「エ」…などを記入すること。

● 計算問題の解答上の注意

1. 問題文中の □ A □、□ B □ などについては、解答の数値を記入すること。その際、以下の条件に従うこと。

(1) 計算の過程の記述を求める問題は、問題ごとにその旨が明記されており、計算結果だけでなく計算の経過も採点対象となるので、必ず答案用紙に計算過程を記述すること。

(2) 有効数字の桁数が指定されている問題については、数値をその桁数で解答すること。また、数値計算を逐次に行う場合、途中の計算過程においては、最終的に求める有効数字桁数より多い桁数で計算し、最後に四捨五入して解答した値が指定された桁数まで有効となるようにすること。

(3) 問題文中で与えられる数値については、記載してある位より下の位は「0」として扱うものとする。

例えば、2.1 kg の 2.1 は、2.100… と考える。

2. □ 1 □、□ 2 □ などの解答のうちで計算を伴うものは、計算結果を基に、解答群の数値から当てはまるものを選択し、対応する記号「ア」、「イ」、「ウ」、「エ」…などを記入すること。なお、問題文中で与えられる数値については、上記1の(3)と同様に扱うものとする。