

電気分野  
専門区分

課目Ⅱ 電気の基礎

試験時間 9:00~10:20 (80分)

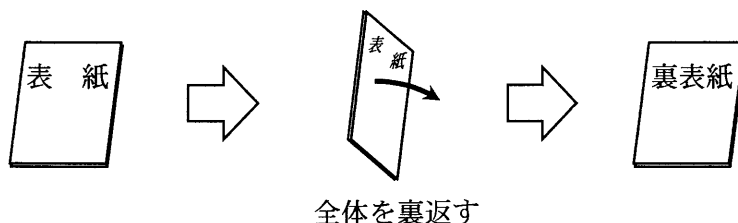
1 時限

問題 4	電気及び電子理論	1～5 ページ
問題 5	自動制御及び情報処理	7～11 ページ
問題 6	電気計測	14～16 ページ

I 全般的な注意

1. 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見ないこと。
2. 試験中に問題の印刷不鮮明、冊子のページの落丁・乱丁などに気付いた場合は、係の者に知らせること。
3. 問題の解答は答案用紙（マークシート）に記入すること。
4. 答案用紙の記入に当たっては、答案用紙に記載の「記入上の注意」に従うこと。「記入上の注意」に従わない場合には採点されない。該当欄以外にはマークや記入をしないこと。
5. 問題冊子の余白部分は計算用紙などに適宜利用してよい。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

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。



指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。  
問題の内容に関する質問にはお答えできません。

(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数値又は式をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。(配点計 50 点)

(1) 交流電源回路に、抵抗を接続したときの電圧及び電流を求める過程を考える。なお、図に示されているインピーダンス以外のインピーダンスは無視するものとする。

1) まず、図1に示すように、電圧  $\dot{E}$  [V] の定電圧源、誘導性リアクタンス  $X_1$  [ $\Omega$ ]、 $X_2$  [ $\Omega$ ] 及び容量性リアクタンス  $X_3$  [ $\Omega$ ] からなる回路を接続した交流電源回路があり、端子 a 及び b は開放されている状態について考える。

このとき、a、b 端子間の電圧  $\dot{V}_0$  は次式のように表される。

$$\dot{V}_0 = \text{} \times \dot{E} \text{ [V]}$$

また、定電圧源  $\dot{E}$  の内部インピーダンスは零であるため、a、b 端子から電源側を見たときのインピーダンス  $\dot{Z}_0$  は、次式のように表される。

$$\dot{Z}_0 = j(\text{)} \text{ [ $\Omega$ ]}$$

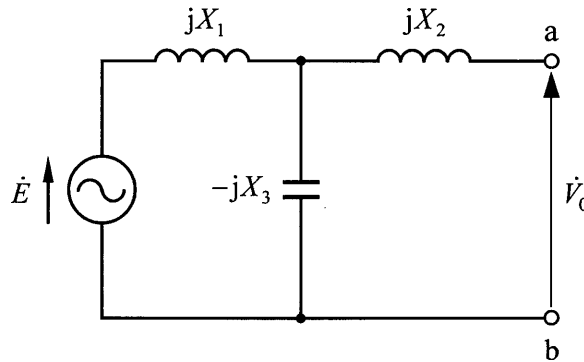


図1

<  及び  の解答群 >

- |                            |                             |                                  |                                  |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| ア $\frac{X_3}{X_1+X_3}$    | イ $\frac{-X_3}{X_1-X_3}$    | ウ $\frac{jX_3}{X_1+X_3}$         | エ $\frac{-jX_3}{X_1-X_3}$        |
| オ $\frac{X_1X_3}{X_1+X_3}$ | カ $\frac{-X_1X_3}{X_1-X_3}$ | キ $X_2 + \frac{X_1X_3}{X_1+X_3}$ | ク $X_2 - \frac{X_1X_3}{X_1-X_3}$ |

2) 次に、図2に示すように、図1の交流電源回路に対して、a、b端子間に抵抗  $R[\Omega]$  を接続したときについて考える。

このとき、 $R$  に流れる電流  $\dot{I}_R$  は、テブナンの定理を用いて次式のように表される。

$$\dot{I}_R = \boxed{3} \text{ [A]}$$

また、このとき  $R$  の両端にかかる  $\dot{V}_R$  は、次式のように表される。

$$\dot{V}_R = \boxed{4} \text{ [V]}$$

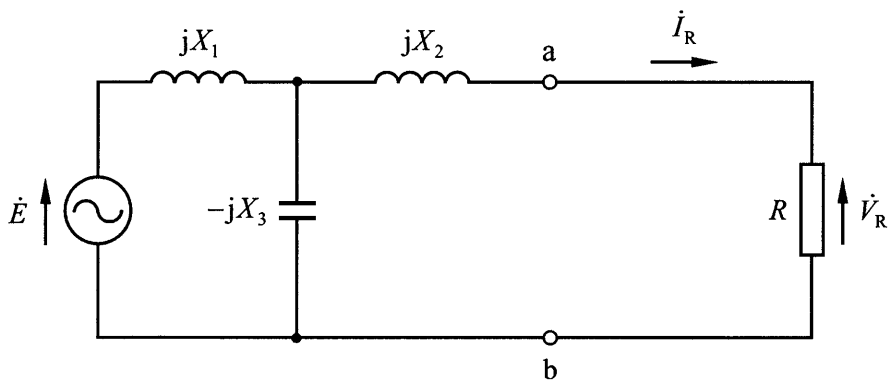


図2

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

- |                                   |                                     |                                     |                                       |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| ア $\dot{V}_0$                     | イ $\frac{\dot{E}}{\dot{Z}_0}$       | ウ $\frac{\dot{V}_0}{R}$             | エ $\frac{R}{\dot{Z}_0} \dot{E}$       |
| オ $\frac{\dot{E}}{\dot{Z}_0 + R}$ | カ $\frac{\dot{V}_0}{\dot{Z}_0 + R}$ | キ $\frac{R}{\dot{Z}_0 + R} \dot{E}$ | ク $\frac{R}{\dot{Z}_0 + R} \dot{V}_0$ |

問題4の(2)は次の3頁～5頁にある

(2) 接地されていない三相3線式交流電力は2台の单相電力計を用いて測定することができる。

簡略化のために、図3に示すような対称三相交流電源に平衡三相交流負荷が接続された回路に、2台の電力計  $W_A$  及び  $W_C$  を接続して三相交流電力  $P_T$  [W] の値を求める過程を考える。ここで、各部の電源及び電流は図3に示すとおりであり、相順は a-b-c とする。また、図3に示されている三相負荷以外のインピーダンスは無視するものとする。

このとき、回路における線間電圧  $v_{ab}$  [V] 及び線電流  $i_a$  [A] を測定すると、図4に示す正弦波の波形であった。

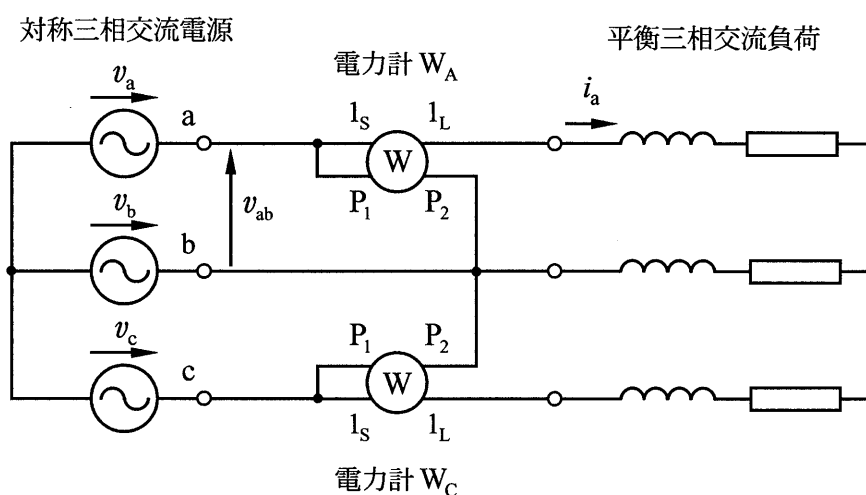


図3

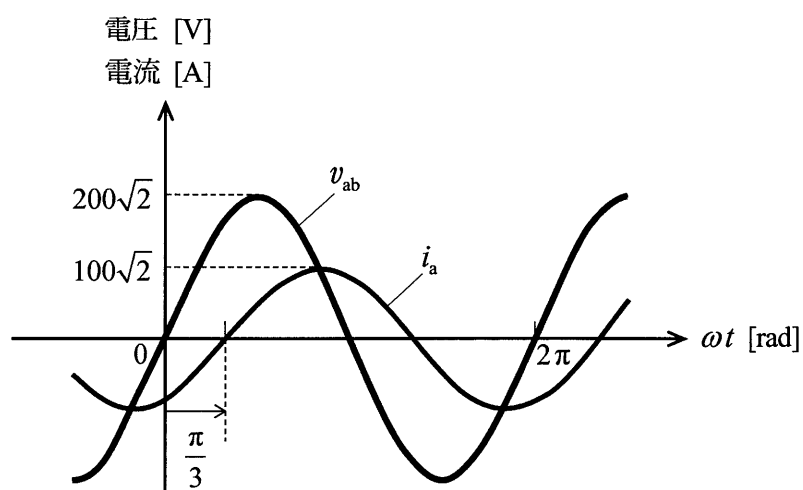


図4

1) まず、測定された線間電圧  $v_{ab}$  は、実効値 200 V で角周波数  $\omega$  [rad/s] の交流電圧であるので、次式のように表されるとする。

$$v_{ab} = 200\sqrt{2} \sin \omega t \text{ [V]}$$

このとき、線電流  $i_a$  及び相電圧  $v_a$  は次式のように表される。

$$i_a = \boxed{5} \text{ [A]}$$

$$v_a = \boxed{6} \text{ [V]}$$

<  $\boxed{5}$  及び  $\boxed{6}$  の解答群 >

ア $100 \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{3} \right)$	イ $100 \sin \left( \omega t - \frac{\pi}{3} \right)$	ウ $\frac{200}{\sqrt{3}} \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{6} \right)$
エ $\frac{200}{\sqrt{3}} \sin \left( \omega t - \frac{\pi}{6} \right)$	オ $100\sqrt{2} \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{3} \right)$	カ $100\sqrt{2} \sin \left( \omega t - \frac{\pi}{3} \right)$
キ $\frac{200\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{6} \right)$	ク $\frac{200\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \sin \left( \omega t - \frac{\pi}{6} \right)$	

2) 瞬時値表示である線間電圧  $v_{ab}$  は、その実効値による複素数表示である  $\dot{V}_{ab}$  [V] に相当する。ここで、 $\dot{V}_a$  [V] の位相を基準の位相とすれば、 $\dot{V}_a = |\dot{V}_a| e^{j0}$  となり、線間電圧  $\dot{V}_{ab}$  及び線電流  $\dot{I}_a$  は次式のように表される。

$$\dot{V}_{ab} = \boxed{7} \text{ [V]}$$

$$\dot{I}_a = \boxed{8} \text{ [A]}$$

このとき、 $\dot{V}_a$  と  $\dot{I}_a$  の間の角度が負荷の力率角である。

<  $\boxed{7}$  及び  $\boxed{8}$  の解答群 >

ア $\frac{200}{\sqrt{3}} e^{j0}$	イ $\frac{200}{\sqrt{3}} e^{j\frac{\pi}{6}}$	ウ $100 e^{j\frac{\pi}{6}}$	エ $100 e^{j(-\frac{\pi}{6})}$	オ $100 e^{j(-\frac{\pi}{3})}$
カ $100\sqrt{2} e^{j(-\frac{\pi}{6})}$	キ $200 e^{j\frac{\pi}{6}}$	ク $200 e^{j(-\frac{\pi}{6})}$	ケ $200\sqrt{2} e^{j\frac{\pi}{6}}$	

問題 4 の (2) 3) 及び 4) は次の 5 頁にある

3) 電力計  $W_A$  の電力表示  $P_A$  [W] は、電力計  $W_A$  に入力される電圧、電流、及びその間の位相差  $\theta_A$  [rad] を用いて、式①のように表される。

$$P_A = \boxed{9} \text{ [W]} \dots\dots\dots \text{①}$$

このときの位相差  $\theta_A$  は、次の値となる。

$$\theta_A = \boxed{10} \text{ [rad]}$$

したがって、式①から求められる電力表示  $P_A$  は、次の値となる。

$$P_A = \boxed{11} \text{ [W]}$$

<  $\boxed{9}$  ~  $\boxed{11}$  の解答群 >

- |   |   |  |                   |
|---|---|--|-------------------|
| ア 0   | イ $\frac{\pi}{6}$   | ウ $\frac{\pi}{3}$                                    | エ $\frac{\pi}{2}$ |
| オ 10 000  | カ $10000\sqrt{3}$   | キ 20 000   | ク 30 000          |
| ケ $ \dot{V}_{ab}  \cdot  \dot{I}_a  \cdot \cos\theta_A$ | コ $\sqrt{3} \dot{V}_{ab}  \cdot  \dot{I}_a  \cdot \cos\theta_A$ | サ $ \dot{V}_a  \cdot  \dot{I}_a  \cdot \cos\theta_A$ |                   |

4) また、電力計  $W_C$  の電力表示  $P_C$  [W] は、電力計  $W_C$  に入力される電圧、電流、及びその間の位相差  $\theta_C$  [rad] を用いて、3) の電力表示  $P_A$  を示す式①と同じように表される。

このときの位相差  $\theta_C$  は、次の値となる。

$$\theta_C = \boxed{12} \text{ [rad]}$$

以上から、 $P_A$  と同様に電力表示  $P_C$  を計算することができるので、求める三相交流電力  $P_T$  は、次の値となる。

$$P_T = \boxed{13} \text{ [W]}$$

<  $\boxed{12}$  及び  $\boxed{13}$  の解答群 >

- |                   |                   |                       |                   |                   |
|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| ア 0               | イ $\frac{\pi}{6}$ | ウ $\frac{\pi}{3}$     | エ $\frac{\pi}{2}$ | オ 10 000          |
| カ $10000\sqrt{3}$ | キ 20 000          | ク $10000(1+\sqrt{3})$ | ケ 30 000          | コ $20000\sqrt{3}$ |

(空 白)

(自動制御及び情報処理)

問題5 次の各問に答えよ。(配点計 50 点)

(1) 次の各文章の  ～  の中に入れるべき最も適切な字句又は式をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

図1に示すように、質量  $m$  [kg] の質点が長さ  $l$  [m] の棒の先についている倒立振子を考える。倒立振子の姿勢やトルクは時間  $t$  の関数で表され、電動機から棒へトルク  $T(t)$  [N·m] を与えることにより、倒立振子を制御する。鉛直上向き方向からの棒の角度を  $\theta(t)$  [rad] とし、摩擦はないものとする。ここで、 $g$  [m/s<sup>2</sup>] は重力の加速度とする。

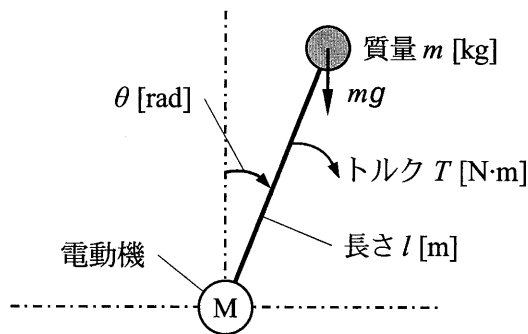


図1

1) 電動機から与えられるトルクと倒立振子の動きの関係は次の運動方程式で表される。

$$J\ddot{\theta}(t) = mgl\sin\theta(t) + T(t) \quad \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

ここで、 $J$  は慣性モーメントである。 $|\theta| \ll 1$  のとき、式①は、

$$J\ddot{\theta}(t) = mgl\theta(t) + T(t) \quad \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

と近似できるので、式②の両辺をラプラス変換し、 $\theta(t)$  のラプラス変換を  $\theta(s)$ 、 $T(t)$  のラプラス変換を  $T(s)$  で表すとき、すべての初期値を零とみなすと、

$$\text{1} = mgl\theta(s) + T(s)$$

と表される。このとき、トルク  $T(s)$  から  $\theta(s)$  までの伝達関数  $G(s)$  は、式  と表される。

<  及び  の解答群 >

- |   |              |   |               |   |                        |   |                        |   |                          |
|---|--------------|---|---------------|---|------------------------|---|------------------------|---|--------------------------|
| ア | $J\theta(s)$ | イ | $sJ\theta(s)$ | ウ | $s^2J\theta(s)$        | エ | $\frac{J}{s}\theta(s)$ | オ | $\frac{J}{s^2}\theta(s)$ |
| カ | $Js^2 + mgl$ | キ | $Js^2 - mgl$  | ク | $\frac{1}{Js^2 + mgl}$ | ケ | $\frac{1}{Js^2 - mgl}$ |   |                          |



2) いま、 $\theta$  の目標値  $\theta_0$  を設定し、速度目標値  $\dot{\theta}_0$  を零にするために、以下のフィードバック制御が考えられる。

$$T(t) = K_1(\theta_0 - \theta(t)) - K_2\dot{\theta}(t) \quad \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

ここで、 $K_1$  及び  $K_2$  はある正の定数である。式③の右辺の二つの項のうち、第一項は 3 と呼ばれる動作、第二項は 4 と呼ばれる動作である。なお、このフィードバック制御を施した系は図2のように示すことができる。

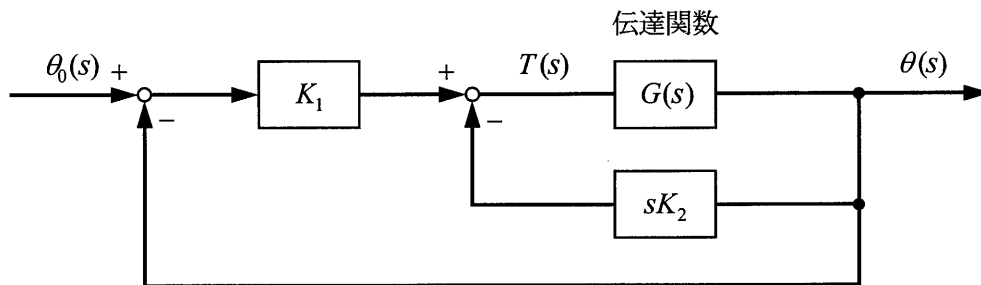


図2

< 3 及び 4 の解答群 >

- ア D動作      イ I動作      ウ P動作      エ ID動作      オ PI動作

3) 2) の図2に示す制御系の  $\theta_0(s)$  から  $\theta(s)$  までの伝達関数を  $\frac{K_1}{s^2 + 4s + K_1 - 2}$  で表せるとすると、

図2は図3のように示される。この系の特性方程式を考慮すると、この系が漸近安定となるための  $K_1$  の条件は 5 である。

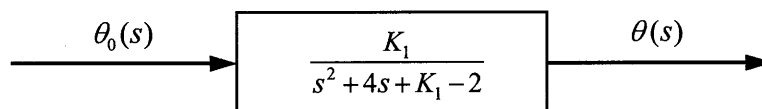


図3

< 5 の解答群 >

- ア  $0 < K_1$       イ  $0 < K_1 < 2$       ウ  $K_1 = 2$       エ  $2 < K_1$       オ  $K_1 = 6$

問題5の(2)～(5)は次の9頁～11頁にある

(2) 次の各文章の  及び  に入れるべき最も適切な字句を  及び  の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

1) 現代制御理論では、システムの制御において、内部情報を状態変数で表し、評価関数という関数を定義して、与えられた拘束条件のもとでそれを最小又は最大にする制御手法がある。このような制御を  制御という。

軌道上の2点間を車両が移動する際に、必要な入力エネルギー量を評価関数とし、それを最小とするための最小エネルギー制御などがその例として挙げられる。

2) システムモデルに基づいた制御設計では、所望の制御性能が得られない場合がある。このようなときには、システムの動特性の変化に対して、制御パラメータの種類若しくは大きさ、又はその両方を変化させ、常に適切な状態で制御を行う。このような制御手法を  制御という。この制御手法では、複雑な演算を行うが、システム内のあいまいさを同定し、パラメータ固定制御では扱えないような大きな特性変化に対しても用いられる。

<  及び  の解答群 >

ア PID	イ シーケンス	ウ フィードフォワード	エ 最小
オ 最大	カ 最適	キ 追従	ク 適応

- (3) 次の文章の [ 8 ] ~ [ 10 ] の中に入れるべき最も適切な字句をく [ 8 ] ~ [ 10 ] の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

近年、コンピュータウイルス感染による情報漏洩<sup>ろうえい</sup>や、サイバー攻撃によるシステム停止が社会問題になっている。それら不正行為の目的の一つとして、標的とするネットワークシステムへの不正接続が挙げられる。

無線 LAN への不正侵入や傍受などの不正接続に対する予防処置の一つに、通信パケットの暗号化がある。その方式の一つである WEP - II は [ 8 ] 方式を使用し、[ 9 ] 及び WEP キーを使用するが、セキュリティ強度が低く脆弱<sup>ぜいじやく</sup>なため、最近では [ 10 ] 機能を備えた WPA、WPA2 など、セキュリティ強度の高い方式が推奨されている。

く [ 8 ] ~ [ 10 ] の解答群 >

- |             |         |         |
|-------------|---------|---------|
| ア HTTP      | イ SSID  | ウ VPN   |
| エ シングルサインオン | オ ユーザ認証 | カ 公開鍵暗号 |
| キ 秘密鍵暗号     | ク 量子暗号  | ケ 平文    |

- (4) 次の文章の [ 11 ] ~ [ 13 ] の中に入れるべき最も適切な字句をく [ 11 ] ~ [ 13 ] の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

エネルギー管理システムの監視操作画面には、インターネットのホームページなどと同じく Web ブラウザを使用するものがある。その画面は [ 11 ] という形式言語で書かれており、画面を表示する際に、[ 12 ] から画面や画像データを受信して表示する。また、画面表示の高速化やデータ通信量削減のため、表示したデータを Web ブラウザ側に保存する [ 13 ] 機能がある。

く [ 11 ] ~ [ 13 ] の解答群 >

- |             |         |       |
|-------------|---------|-------|
| ア HTML      | イ Ruby  | ウ WWW |
| エ Web サーバ   | オ キャッシュ | カ タブ  |
| キ データベースサーバ | ク プラグイン | ケ ルータ |

問題 5 の (5) は次の 11 頁にある

- (5) 次の文章の  ～  の中に入れるべき最も適切な字句又は数値を  ～  の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

コンピュータのメモリにデータを記憶する場合、8 ビットで記憶できる符号付き整数データは 10 進数で  から 127 である。負の値には 2 の補数表現を用い、最  ビットが  となる。

メモリに、2 進数表現で  $(11111110)_2$  のデータが格納されている場合、このデータを符号付き整数データとして扱うとすると、その値は、10 進数において  である。

<  ～  の解答群 >

ア -128	イ -127	ウ -126	エ -2	オ -1
カ 0	キ 1	ク 2	ケ 126	コ 127
サ 128	シ 下位	ス 上位		

(空 白)

(空 白)

(電気計測)

問題6 次の各表の  ～  に入れるべき最も適切な字句又は記述をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。なお、 は2箇所あるが、同じ記号が入る。

(配点計 50 点)

(1) 次の表1は、各種のアナログ式指示電気計器について、その測定対象と測定原理を示したものである。

表1 各種アナログ式指示電気計器

計器の形式	主な測定対象		測定原理
	回路	対象	
<input type="text" value="1"/> 形	・ 500 Hz 程度より低い周波数の交流	電流 電圧	・ 測定電流によって磁化された金属間の吸引・反発力を利用
<input type="text" value="2"/> 形	・ 直流	電流 電圧	・ 永久磁石の磁界とコイルに流れる電流の相互作用を利用
<input type="text" value="3"/> 形	・ 直流 ・ 1kHz 程度までの周波数の交流	電流 電圧 電力	・ 2組のコイルに流れる電流の電磁力を利用
<input type="text" value="4"/> 形	・ 10 Hz から 500 Hz までの交流	電流 電圧 電力 電力量	・ 磁界とそれによって生じる渦電流との相互作用を利用

<  ～  の解答群 >

ア 可動コイル

イ 可動鉄片

ウ 固定コイル

エ 固定鉄片

オ 制御ばね

カ 静電

キ 整流器

ク 電流力計

ケ 誘導

問題6の(2)は次の15頁及び16頁にある

(2) 次の表2及び表3は、各種の流量計について、その測定原理や特徴等を示したものである。

表2 各種流量計（その1）

方式	5 式	容積式	6 式	
測定原理	ベルヌーイの法則	7	羽根車の回転数を計測	
対象・条件等	測定精度	±0.5～±2% フルスケール	±0.5% フルスケール	±0.2～±0.5% 指示値
	測定流体	液体、気体、蒸気	液体	低粘性液体
	温度	-250～650℃	-30～300℃	-250～500℃
	圧力	42 MPa 以下	10 MPa 以下	10 MPa 以下
	圧力損失	大きい	大きい	大きい
特徴	長所	・流体制約が少ない ・構造が簡単で安価	・直管部が不要 ・流体の物性の影響が少ない	・流量に比例したパルスによる計測が可能
	短所	・レンジアビリティが小さい	・8	・旋回流に弱い

〈 5 ～ 8 の解答群 〉

ア コリオリ      イ タービン      ウ 渦      エ 差圧      オ せき      カ 熱

キ カルマン渦の発生数を測定

ク コリオリ力によるチューブの捻れ角を計測

ケ 通過面積を変えて差圧を一定にする

コ ますの回転数を計測

サ 小流量の計測が困難

シ 大流量の計測が困難



表3 各種流量計（その2）

方式		電磁式	超音波式
測定原理		ファラデーの法則	超音波の伝搬時間を計測
対象・条件等	測定精度	±0.5% フルスケール	±1～±2% フルスケール
	測定流体	9	液体、気体
	温度	-10～150℃	-40～80℃
	圧力	4 MPa 以下	
	圧力損失	10	10
特徴	長所	・スラリー測定が可能	・配管外部から測定可能 ・大口径に適応可能
	短所	・低伝導率流体の測定が不可能	・精度が低い ・液体計測の場合、気泡発生に弱い

〈 9 及び 10 の解答群 〉

- ア 導電性液体      イ 導電性気体      ウ 非導電性液体      エ 非導電性気体  
 オ なし              カ 比較的小さい      キ きわめて大きい

(表紙からの続き)

## II 解答上の注意

1. 問題の解答は、該当欄にマークすること。

2. 

1
---

、

2
---

 などは、解答群の字句、数値、式、図などから当てはまる記号「ア、イ、ウ、エ、オ・・・」を選択し、該当欄のその記号を塗りつぶすこと。

3. 

A	a.bc
---	------

、

B	a.bc×10 <sup>d</sup>
---	----------------------

 などは、計算結果などの数値を解答する設問である。a,b,c,d などのアルファベットごとに該当する数字「0,1,2,3,4,5,6,7,8,9」(ただし、aは0以外とする)を塗りつぶすこと。

また、計算をともなう解答の場合は以下によること。

(1) 解答は解答すべき数値の最小位の一つ下の位で四捨五入すること。

このとき、解答すべき数値の計算過程においても、すべて最小位よりも一つ下の位まで計算し、最後に四捨五入すること。

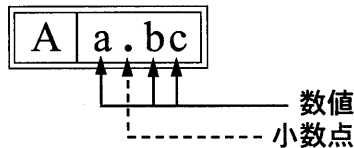
(2) 既に解答した数値を用いて次の問題以降の計算を行う場合も、用いる数値は四捨五入後の数値ではなく、四捨五入する前の数値を用いるなど、(1)の計算条件を満足すること。

(3) 問題文中で与えられる数値は、記載してある位以降は「0」として扱い、「解答は解答すべき数値の最小位の一つ下の位で四捨五入すること。」を満足しているものとする。

例えば、2.1 kg の 2.1 は、2.100...と考える。特に円周率などの場合、実際は $\pi = 3.1415...$ であるが、 $\pi = 3.14$  で与えられた場合は、3.1400...として計算すること。

### 「解答例 1」

(設問)



(計算結果)

6.827.....  
↓ 四捨五入  
6.83

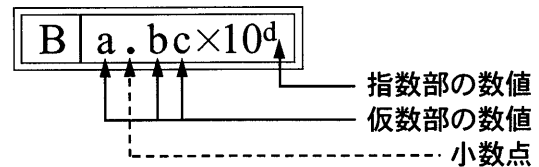
(解答)

「6.83」に  
マークする →

A				
	a	.	b	c
			0	0
①			1	1
②			2	2
③			3	●
④			4	4
⑤			5	5
⑥			6	6
⑦			7	7
⑧			●	8
⑨			9	9

### 「解答例 2」

(設問)



(計算結果)

$9.183 \times 10^2$   
↓ 四捨五入  
 $9.18 \times 10^2$

(解答)

「 $9.18 \times 10^2$ 」に  
マークする →

B						
	a	.	b	c	×10	d
			0	0		0
①			●	1		①
②			2	2		●
③			3	3		③
④			4	4		④
⑤			5	5		⑤
⑥			6	6		⑥
⑦			7	7		⑦
⑧			8	●		⑧
⑨			9	9		⑨