

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)

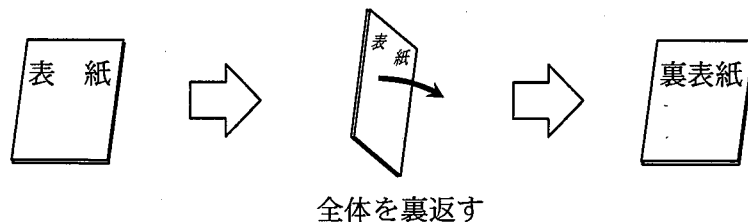
1 時限

問題 4	電気及び電子理論	1～4 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

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 次の各問に答えよ。(配点計 50 点)

- (1) 次の文章の ~ の中に入れるべき最も適切な数値又は式を ~ の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

図1に示すように、電圧 100V の交流電源に、誘導性リアクタンス 3Ω 、容量性リアクタンス 4Ω 及び抵抗 $R[\Omega]$ からなる負荷が接続された回路がある。この回路において、電源電圧と全電流 i [A] とが同相となるときに、抵抗 R で消費される電力 P [kW] は、次の過程で求められる。この回路において、電源から負荷を見た合成インピーダンス $\dot{Z}[\Omega]$ は、次のようになる。

$$\dot{Z} = j3 + \frac{16R - j \text{ }}{16 + R^2} [\Omega]$$

電源電圧と全電流 i を同相とするには、 $R = 4\sqrt{3}\Omega$ とすればよい。

このとき、合成インピーダンス \dot{Z} の大きさ $Z[\Omega]$ は次のようになる。

$$Z = \text{ } [\Omega]$$

したがって、このときの抵抗 R で消費される電力 P は次のようになる。

$$P = \frac{\text{ }}{\sqrt{3}} [\text{kW}]$$

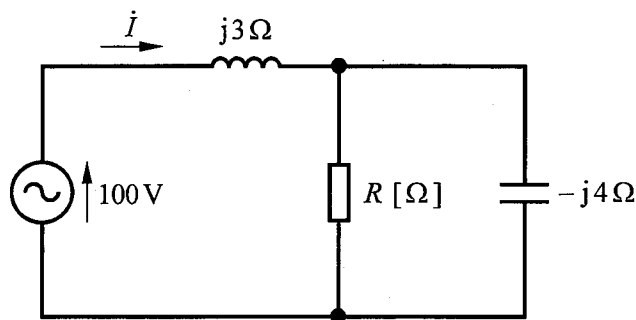


図1

< 1 ~ 3 の解答群 >

ア $\sqrt{3}$

イ 2

ウ 3

エ $2\sqrt{3}$

オ $3\sqrt{3}$

カ 5

キ 10

ク R^2

ケ $4R^2$

コ $(4+R^2)$

問題 4 の (2) は次の 3 頁及び 4 頁にある

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

また、 ~ に当てはまる数値を計算し、その結果を答えよ。ただし、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。

図2に示すように、相電圧が \dot{E}_a [V]、 \dot{E}_b [V]、 \dot{E}_c [V] で、線間電圧が 200 V の対称三相交流電源に、負荷として、インピーダンス $4+j3$ [Ω] を Y 結線した平衡三相負荷 1 と、インピーダンス $3+j4$ [Ω] を Δ 結線した平衡三相負荷 2 とが接続されている。ここで、 \dot{E}_a の位相を位相の基準とし、相回転は a-b-c の順であり、図2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。

図2に示すように、負荷1に流れる電流を \dot{I}_{a1} [A]、負荷2に流れる電流を \dot{I}_{a2} [A] とすると、 \dot{I}_{a1} 及び \dot{I}_{a2} は次のようになる。

$$\dot{I}_{a1} = \text{} \times (4 - j3) \text{ [A]}$$

$$\dot{I}_{a2} = \text{} \times (3 - j4) \text{ [A]}$$

負荷1の三相皮相電力 S_1 [kV·A] 及び負荷2の三相皮相電力 S_2 [kV·A] は次のようになる。

$$S_1 = \text{} \text{ [kV·A]}$$

$$S_2 = \text{} \text{ [kV·A]}$$

また、負荷1と負荷2とで消費される合計の電力 P [kW] は次のようになる。

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

このとき、負荷1と負荷2との合計の無効電力 Q [kvar] は次のようになる。

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

したがって、電源として最小限必要な電源容量 S [kV·A] は次のようになる。

$$S = \text{ } \text{ [kV·A]}$$

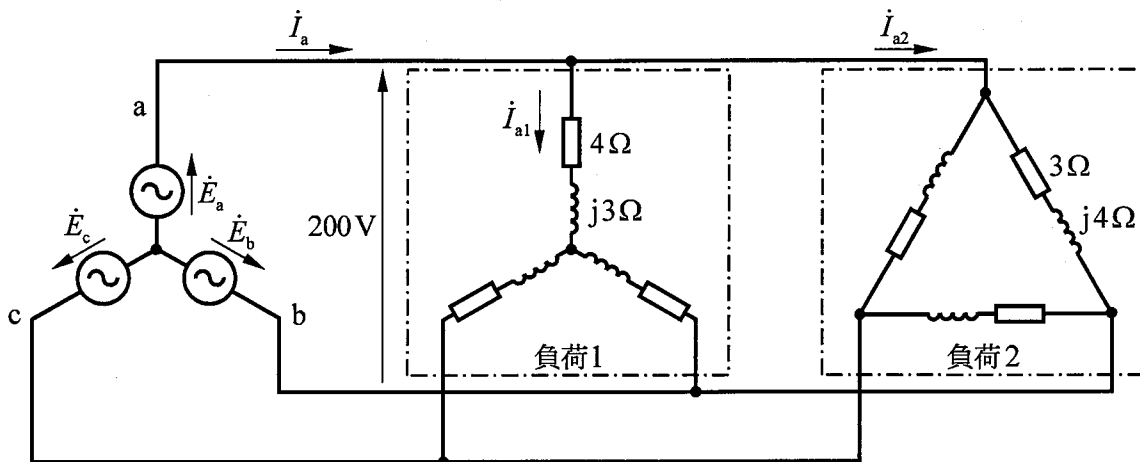


図2

< 4 ~ 7 の解答群 >

ア $\frac{4}{\sqrt{3}}$

イ 4

ウ $\frac{8}{\sqrt{3}}$

エ $3\sqrt{3}$

オ 8

カ 12

キ $8\sqrt{3}$

ク 16

ケ 24

コ 32

サ $\frac{200}{\sqrt{3}}$

シ $200\sqrt{3}$

(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、式、数値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。

質量 M [kg] の物体が、並列接続されたばねとダンパにより、固定された壁につながれており、外力によって直線運動する機械振動系を考える。このシステムは次のような微分方程式で表される。

$$M \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + D \frac{dx(t)}{dt} + Kx(t) = f(t) \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

ここで、時間 t [s] の関数 $x(t)$ [m] は物体の変位、 $f(t)$ [N] は物体にかかる外力を表しており、 D [N·s/m] はダンパの制動係数、 K [N/m] はばね定数である。また、 $x(t)$ と $f(t)$ のラプラス変換を、それぞれ $X(s)$ と $F(s)$ で表す。

- 1) 式 $\textcircled{1}$ の両辺をラプラス変換し、すべての初期値を 0 とみなすと、

$$M \times \text{} + D \times \text{} + KX(s) = F(s)$$

を得る。上式より求められる、 $F(s)$ から $X(s)$ までの伝達関数は式 となり、これは 要素と呼ばれる形をしている。

< ~ の解答群 >

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| ア $X(s)$ | イ $X^2(s)$ | ウ $sX(s)$ |
| エ $sX^2(s)$ | オ $s^2X(s)$ | カ $\frac{1}{Ks^2 + Ds + M}$ |
| キ $\frac{1}{Ds^2 + Ms + K}$ | ク $\frac{s}{Ds^2 + Ms + K}$ | ケ $\frac{1}{Ms^2 + Ds + K}$ |
| コ $\frac{s}{Ms^2 + Ds + K}$ | サ 一次遅れ | シ 二次遅れ |
| ス 比例 | セ 積分 | ソ 微分 |

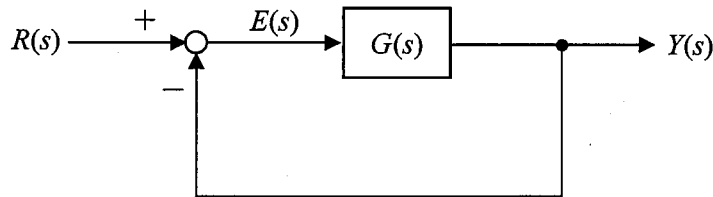
- 2) 伝達関数が $\frac{1}{s^2 + 4s + 3}$ の系に、大きさ 1N のステップ入力を加えると、時間が十分に経ったときの出力値は [m] に収束する。また、 $\frac{1}{s^2 + 4}$ の系に、同様に大きさ 1N のステップ入力を加えると、出力応答は する。

< 5 及び 6 の解答群 >

- ア 0 イ $\frac{1}{4}$ ウ $\frac{1}{3}$ エ $\frac{1}{2}$ オ 1 カ 無限大に発散
 キ 単調増加して、ある一定値に収束 ク 単調減少して0に収束
 ケ 振動しながら、ある一定値に収束 コ 持続的に同じ振幅で振動

(2) 次の文章の 7 ~ 10 の中に入れるべき最も適切な字句、数値又は式を 7 ~ 10 の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

図のように、伝達関数 $G(s)$ の要素を含む制御系がある。ここで、時間 t の関数 $r(t)$ のラプラス変換を $R(s)$ のように表している。この制御系は 7 接続といわれ、 $R(s)$ から $E(s)$ までの伝達関数は 8 である。 $G(s) = \frac{3}{s(s+2)}$ のとき、入力として $r(t) = 1$ のステップ入力を加えたときの定常偏差の値は 9 となる。また、入力として $r(t) = t$ のランプ入力を加えたときの定常偏差の値は 10 となる。



< 7 ~ 10 の解答群 >

- ア 0 イ $\frac{2}{5}$ ウ $\frac{1}{3}$ エ $\frac{2}{3}$
 オ 1 カ $\frac{3}{2}$ キ 2 ク 3
 ケ $1+G(s)$ コ $\frac{1}{1+G(s)}$ サ $\frac{1}{1-G(s)}$ シ $\frac{G(s)}{1+G(s)}$
 ス $\frac{G(s)}{1-G(s)}$ セ フィードバック ソ 直接 タ 間接
 チ 並列 ツ 直列

問題5の(3)及び(4)は次の7頁及び8頁にある

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

近年、普及が進み、長時間スイッチを入れた状態になりがちなコンピュータ、ディスプレイ、プリンタなどの OA 機器のエネルギー消費が問題となっている。これらの OA 機器の消費電力を削減するために生まれた制度として [11] があり、2013 年 4 月 1 日現在、8 品目が対象となっている。この制度では、製品の各動作モードにおける消費電力などについて、省エネルギー性能の基準が設定されている。

コンピュータを例にとると、コンピュータの動作モードのうち、使用者が実質的作業を実行している状態である稼動状態と、それ以外に次の①～③の動作モードが定められている。

- ① オペレーティングシステムやその他のソフトウェアの読み込みが終了し、ユーザプロファイルが作成され、初期設定によって開始する基本アプリケーションに動作が限定されている状態を [12] 状態という。
- ② コンピュータが一定時間使用されないときに、自動的に又は手動選択により入る低電力状態を [13] モードという。この機能を有するコンピュータは、ネットワーク接続又はユーザインターフェース装置に反応して、ウェイクイベントの開始からシステムが完全に使用可能になるまで、5 秒以下の待ち時間で素早く復帰できる。
- ③ コンピュータが主電源に接続され、ネットワーク接続の有無など、指定された使用状態で、コンピュータの電源をオフしたときの、不定時間続く可能性のある最低消費電力状態をオフモードという。

デスクトップ型並びにノートブック型の場合は、稼動状態以外の①～③の各動作モードの時間比率を考慮した概念的標準年間消費電力量を、消費電力基準としている。

< [11] ～ [13] の解答群 >

- | | | |
|--------------|-------------------|------------|
| ア トップランナー基準 | イ 国際エネルギースタープログラム | |
| ウ 省エネラベリング制度 | エ アイドル | オ スクリーンセーバ |
| カ スリープ | キ テスト | ク バックアップ動作 |

(4) 次の文章の [14] ~ [16] の中に入れるべき最も適切な字句又は数値を [14] ~ [16] の解答群から選び、その記号を答えよ。なお、[15] は2箇所あるが、同じ記号が入る。

また、[A] a.bc に当てはまる数値を計算し、その結果を答えよ。ただし、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。

コンピュータで用いられる画像データは、画像を細かい領域(画素)に分割し、色や明るさなどの情報を分割された画素単位で、表現したい精度に必要なビット数のデータを割り当てたもので表現される。画像のうち、静止画にはビットマップ形式など各種の画像データの規格やファイル形式がある。

これらのうち、ビットマップ形式は画素の情報を表すデータを画素数分そのまま集めた形式で、一般的には圧縮されずに用いられるので、データ量が多くなる。画素数 1920×1080 の FHD (Full High Definition) 画面で1画素当たり32ビットのデータ量の場合、バイトの単位を[B]で表すと、総データ量は [A] a.bc $\times 10^6$ [B] となる。

ISOで規格化されたカラー静止画像の圧縮方式の一つとして [14] があり、ビットマップ形式と比較してデータ量が10分の1から100分の1程度に圧縮される。

GIFは、モノクロ [15] 階調、又はカラー [15] 色以下の画像を扱うことができる [16] 圧縮形式であり、複数静止画によるアニメーション機能も提供されている。

< [14] ~ [16] の解答群 >

ア 8	イ 64	ウ 256	エ 65 536	オ GIF
カ JPEG	キ MPEG	ク PDF	ケ PNG	コ WAVE
サ 暗号化	シ 音声	ス 可逆	セ 非可逆	

(電気計測)

問題6 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。なお、 は2箇所あるが、同じ記号が入る。

1) デジタル計器の特徴は、測定結果がデジタルで表示されるため、個人差を含めた読み取り誤差が少ないこと、高度な処理ができること、デジタル処理装置とのインタフェースが容易であることなどである。さらに、入力部はアナログ信号を取り扱うが、入力インピーダンスの 回路が用いられているため、被測定系への影響を少なくすることができ、また、入力部を電源部やインタフェース部などと電氣的に することで、耐ノイズ性を高めることができる。

デジタル計器にアナログ信号を取り込む場合の信号変換には、アナログ/デジタル変換器が用いられる。アナログ/デジタル変換器にはいろいろな種類があるが、図1に示す 式アナログ/デジタル変換器はその典型例である。この変換器は、内部に安定性の高い 発生器があり、この発生器の信号と、測定したい入力電圧を、適切な回路によって に変換して計数し、その比をとることで、入力電圧の大きさを求める。

< ～ の解答群 >

- | | | |
|-------------|------------|------------|
| ア シングルスロープ | イ デュアルスロープ | ウ トリプルスロープ |
| エ パルス数 | オ 電流値 | カ 抵抗値 |
| キ 基準直流抵抗 | ク 基準直流電圧 | ケ 基準直流電流 |
| コ インピーダンス整合 | サ 絶縁 | シ 短絡 |
| ス 高い | セ 低い | |

2) 図1のアナログ/デジタル変換器の動作原理に対するタイムチャートを図2に示す。

まず、スイッチが時間0から一定時間 t_1 [s]まで入力側に接続される。この t_1 は、周波数 f [Hz]のクロックのパルスを、あらかじめ決められた数 $N_1(=f \cdot t_1)$ だけカウンタで計数することで決まる。その間に、積分器の入力抵抗 R [Ω]を介して、測定したい入力電圧 V_x [V]に比例した電流 $\frac{V_x}{R}$ [A]が、

キャパシタ (コンデンサ) C [F] に流れ込んで積分される結果、時間 t_1 において積分器からコンパレータへ出力される電圧は $\frac{-t_1 V_x}{RC}$ [V] となる。

次に、制御回路からの指令により、スイッチが、 $-\alpha$ の値の 6 発生器側に切替えられるとともに、カウンタが計数を開始する。積分器には一定の電流 $\frac{-\alpha}{R}$ [A] が流れ込み、積分器出力電圧が一定の割合で増加して 0 を通過する。この 0 を通過する時間 t_2 [s] をコンパレータで検出して、制御回路に信号を送る。それをきっかけに、 t_1 から t_2 の間にカウンタが計数したパルス数 $N_2 = f \cdot (t_2 - t_1)$ が記憶される。その結果、測定したい入力電圧 V_x は、次式を用いて算出することができる。

$$V_x = \text{7} \text{ [V]}$$

6 発生器には、出力が比較的安定な素子である 8 を用いることが多い。

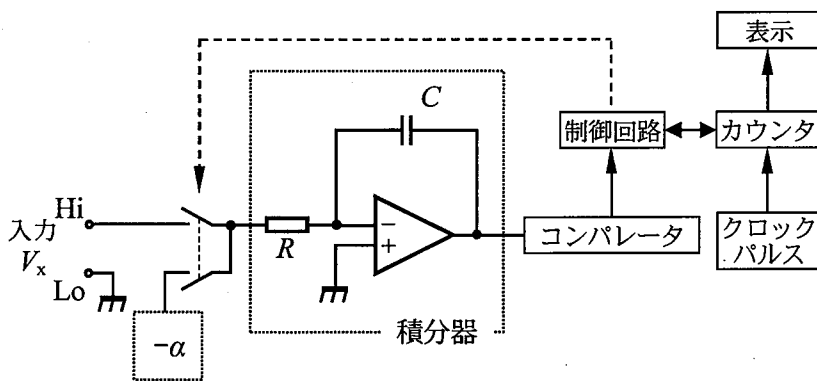


図 1

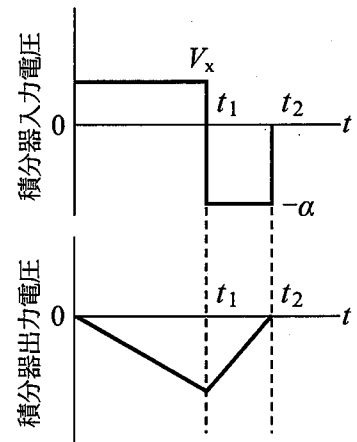


図 2

< 6 ~ 8 の解答群 >

ア $\frac{N_1 \alpha}{N_2}$

イ $\frac{2N_1 \alpha}{N_2}$

ウ $\frac{N_2 \alpha}{N_1}$

エ ジョセフソン素子

オ ツェナーダイオード

カ 量子ホール素子

キ 基準直流抵抗

ク 基準直流電圧

ケ 基準直流電流

問題 6 の (2) は次の 11 頁及び 12 頁にある

(2) 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。

1) 多くの計測器には接地端子が付属している。計測器の接地は、回路の電位の基準を設定するためにも重要であり、また、大電力を利用する装置の場合、 の観点からも重要である。接地電流が大きくなると、接地極と大地の電位差が なる。この電位差と接地電流の比を、その接地電極の接地抵抗という。

< 及び の解答群 >

ア 感電防止 イ 省エネルギー ウ 耐震対策 エ 大きく オ 小さく

2) 図3に示すように、一直線上にあって十分離れた地面 G_1 、 G_2 、 G_3 の3箇所に、接地極が埋設されている。ここで、 G_1 と G_2 の距離を L_{12} [m]、 G_2 と G_3 の距離を L_{23} [m]、 G_1 と大地との間の抵抗を R_1 [Ω]、 G_2 と大地との間の抵抗を R_2 [Ω]、 G_3 と大地との間の抵抗を R_3 [Ω]とする。

これらの接地極に対し図3のとおり電源及び計測器を接続し、接地抵抗の測定を行ったところ、電源からの電流 I [A]と、 G_1 と G_2 の間の電圧 V [V]が得られた。この回路で測定できるのは R_1 、 R_2 、 R_3 のうち であり、その値は、式 で求められる。

接地抵抗計は、原理的にはこのような手法や類似手法で接地抵抗を測定している。ここで、測定には の定電圧電源が用いられる。その理由は、 作用によって生じる電位差による測定誤差を防止するためである。

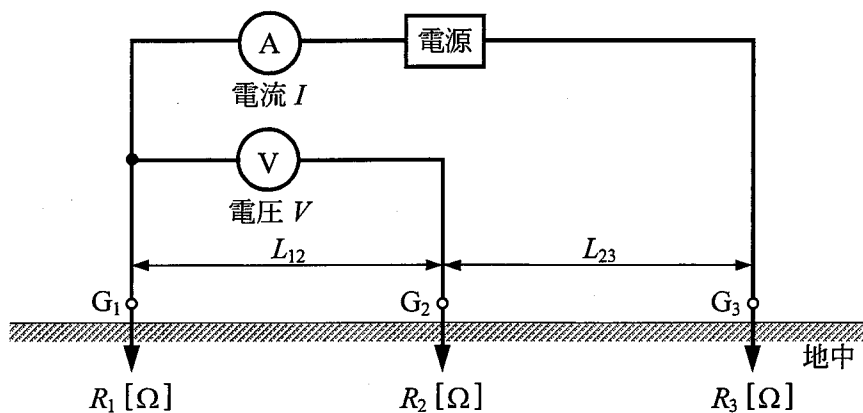


図3

< 11 ~ 14 の解答群 >

ア R_1

イ R_2

ウ R_3

エ $\frac{V}{I}$

オ $\frac{V}{I} \times \frac{L_{12}}{L_{23}}$

カ $\frac{V}{I} \times \frac{L_{23}}{L_{12}}$

キ パルス

ク 交流

ケ 直流

コ 充電

サ 放電

シ 分極

(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 ^d
---	----------------------

 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、計算をとま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。

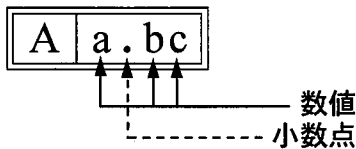
- (2) 既に解答した数値を用いて次の問題以降の計算を行う場合も、解答すべき数値の桁数が同じ場合は、四捨五入後の数値ではなく、四捨五入する前の数値を用いて計算すること。

- (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

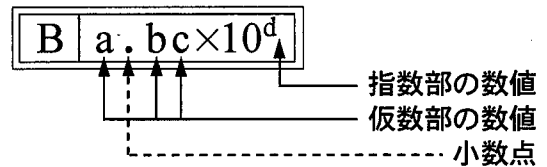
(解答)

「6.83」に
マークする

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

「解答例 2」

(設問)



(計算結果)

9.183 × 10²
↓ 四捨五入
9.18 × 10²

(解答)

「9.18 × 10²」に
マークする

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

(裏表紙)