

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)

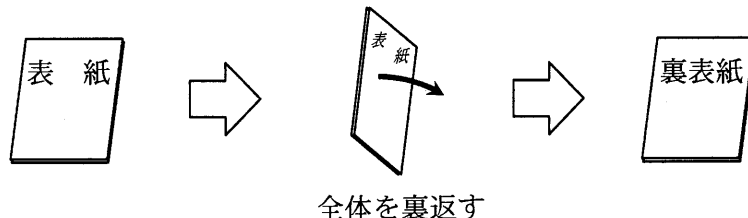
1 時限

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	5～9 ページ
問題 6	電気計測	11～13 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) 図1に示すように、電圧が \dot{E} [V]、角周波数が ω [rad/s] の正弦波交流の定電圧源に、 $2R$ [Ω] の抵抗 R_1 、 R [Ω] の抵抗 R_2 、 C [F] のコンデンサ C_1 、スイッチ A 及びスイッチ B が接続されている。この回路において、スイッチ A 及びスイッチ B を開閉したときの、定常状態における電圧、電流などの値を計算する。ここで、 \dot{E} の大きさを E [V] とし、図に示すインピーダンス以外のインピーダンスは無視する。

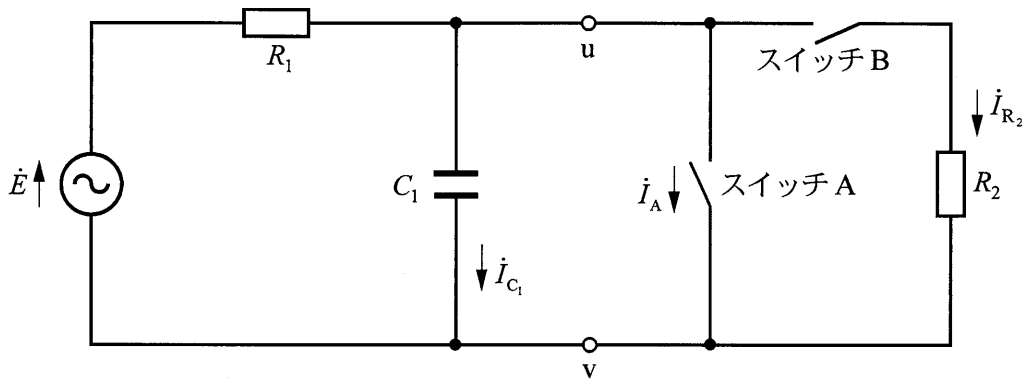


図1

1) スイッチ A とスイッチ B が共に開の状態のとき、端子 u-v 間の電圧 \dot{V}_{uv} は次のように表される。

$$\dot{V}_{uv} = \text{ } \text{ [V]}$$

また、このとき、端子 u-v 間から電源側を見たインピーダンス \dot{Z} は次のように表される。

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

< 及び の解答群 >

- | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------------------|--|
| ア $\frac{\dot{E}}{j\omega C}$ | イ $\frac{\dot{E}}{2R+j\omega C}$ | ウ $\frac{\dot{E}}{1+j2\omega CR}$ | エ $\frac{j\omega C\dot{E}}{1+j2\omega CR}$ |
| オ $\frac{j\omega C\dot{E}}{2R+j\omega C}$ | カ $2R+\frac{1}{j\omega C}$ | キ $\frac{1}{2R}+j\omega C$ | ク $\frac{2R}{1+j2\omega CR}$ |
| ケ $\frac{j2\omega CR}{2R+j\omega C}$ | コ $\frac{j2\omega CR}{1+j2\omega CR}$ | | |

2) スイッチ A が開、スイッチ B が閉の状態のとき、抵抗 R_2 に流れる電流 \dot{I}_{R_2} は次のようになる。

$$\dot{I}_{R_2} = \frac{\dot{E}}{\boxed{3} + j\boxed{4}} \text{ [A]}$$

このとき、抵抗 R_2 で消費される電力 P は次のようになる。

$$P = \boxed{5} \text{ [W]}$$

< $\boxed{3}$ ~ $\boxed{5}$ の解答群 >

ア R

イ $2R$

ウ $3R$

エ ωC

オ $2\omega C$

カ $2\omega CR$

キ $2\omega CR^2$

ク $\frac{E^2}{9+4(\omega CR)^2}$

ケ $\frac{E^2}{9R^2+4(\omega C)^2}$

コ $\frac{E^2}{R\{9+(\omega CR)^2\}}$

サ $\frac{E^2}{R\{9+4(\omega CR)^2\}}$

シ $\frac{E^2}{R\{R^2+4(\omega C)^2\}}$

3) スイッチ A が閉、スイッチ B が開の状態のとき、コンデンサ C_1 に流れる電流 \dot{I}_{C_1} 及びスイッチ A に流れる電流 \dot{I}_A は、それぞれ

$$\dot{I}_{C_1} = \boxed{6} \text{ [A]}$$

$$\dot{I}_A = \boxed{7} \text{ [A]}$$

となる。

< $\boxed{6}$ 及び $\boxed{7}$ の解答群 >

ア 0

イ $\frac{\dot{E}}{R}$

ウ $\frac{\dot{E}}{2R}$

エ $\frac{\dot{E}}{3R}$

オ $\frac{\dot{E}}{j\omega C}$

カ $\frac{\dot{E}}{2R+j\omega C}$

キ $\frac{j\omega C\dot{E}}{1+j2\omega CR}$

問題 4 の (2) は次の 3 頁及び 4 頁にある

(2) 図2に示すように、相電圧が \dot{E}_a [V]、 \dot{E}_b [V]、 \dot{E}_c [V] の対称三相交流電源に、1 相当たり $\sqrt{3} + j3 \Omega$ のインピーダンスを Δ 結線した平衡三相負荷が接続されている。ここで、相回転は a-b-c の順であり、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。

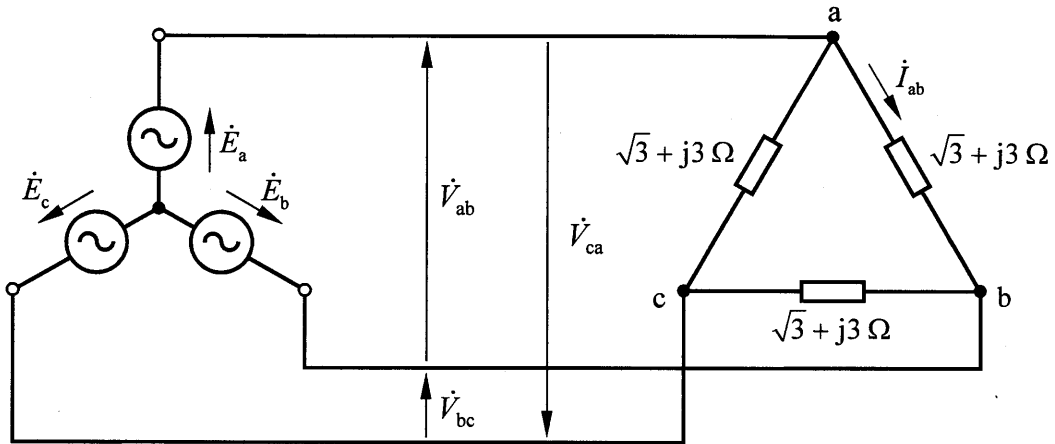


図2

1) 相電圧の大きさが100Vであるとき、線間電圧 \dot{V}_{ab} の位相を位相の基準とすると、各線間電圧 \dot{V}_{ab} 、 \dot{V}_{bc} 及び \dot{V}_{ca} は次のようになる。

$$\dot{V}_{ab} = 100\sqrt{3} + j0 \text{ [V]}$$

$$\dot{V}_{bc} = \boxed{8} \text{ [V]}$$

$$\dot{V}_{ca} = \boxed{9} \text{ [V]}$$

< $\boxed{8}$ 及び $\boxed{9}$ の解答群 >

ア $-50(1+j\sqrt{3})$

イ $-50(1-j\sqrt{3})$

ウ $50\sqrt{3}(1+j\sqrt{3})$

エ $-50\sqrt{3}(1+j\sqrt{3})$

オ $-50\sqrt{3}(1-j\sqrt{3})$

カ $-100\sqrt{3}(1+j\sqrt{3})$

キ $-100\sqrt{3}(1-j\sqrt{3})$

2) 負荷インピーダンスが $\sqrt{3}+j3$ [Ω]であるので、力率 $\cos\theta$ は、

$$\cos\theta = \boxed{10}$$

であり、電流 I_{ab} [A]は次のようになる。

$$I_{ab} = \boxed{11} \text{ [A]}$$

また、三相負荷全体の消費電力 P は次のようになる。

$$P = \boxed{12} \text{ [W]}$$

< $\boxed{10}$ ~ $\boxed{12}$ の解答群 >

ア 0	イ 0.5	ウ $\frac{1}{\sqrt{3}}$	エ 1
オ $\sqrt{3}$	カ 25	キ $\frac{50}{\sqrt{3}}$	ク 2500
ケ $2500\sqrt{3}$	コ 7500	サ $7500\sqrt{3}$	シ $15000\sqrt{3}$
ス $25(1-j\sqrt{3})$	セ $-\frac{50}{\sqrt{3}}(1+j\sqrt{3})$	ソ $25\sqrt{3}(1+j\sqrt{3})$	

(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。

1) 図 1 に示すように電圧 $e(t)$ [V] の電源に、 R [Ω] の抵抗と L [H] のインダクタンスを直列に接続した回路を考える。この回路の電圧 $e(t)$ と電流 $i(t)$ [A] との関係は次のような微分方程式で表される。

$$Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} = e(t) \quad \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

この微分方程式について、ラプラス変換を用いて考える。

式①の両辺をラプラス変換し、 $e(t)$ のラプラス変換を $E(s)$ 、 $i(t)$ のラプラス変換を $I(s)$ で表すとき、すべての初期値を 0 とみなすと、

$$RI(s) + \textcircled{1} = E(s) \quad \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

を得る。

②式において、 $E(s)$ を入力、 $I(s)$ を出力としたときの伝達関数を $G(s)$ とすると、 $G(s)$ は で表され、これは 要素と呼ばれる形をしている。この $G(s)$ のゲイン定数は $\frac{1}{R}$ であり、時定数は である。

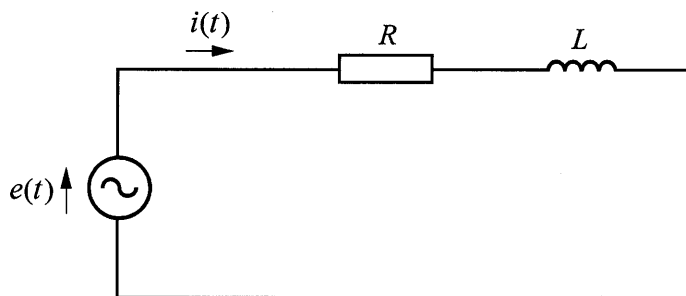


図 1

< ~ の解答群 >

ア $\frac{1}{L}$	イ R	ウ $\frac{1}{R}$	エ $\frac{R}{L}$	オ $\frac{L}{R}$
カ $\frac{1}{R+L}$	キ $\frac{1}{L+sR}$	ク $\frac{1}{R+sL}$	ケ $\frac{s}{L+sR}$	コ $\frac{s}{R+sL}$
サ $LI(s)$	シ $sLI(s)$	ス $s^2LI(s)$	セ $\frac{LI(s)}{s}$	ソ $\frac{sL}{I(s)}$
タ 一次遅れ	チ 積分	ツ 二次遅れ	テ 微分	ト 比例

2) 図2に示すように、電圧 $e(t)$ のラプラス変換を $E(s)$ 、電流 $i(t)$ のラプラス変換を $I(s)$ で表すとき、 $E(s)$ から $I(s)$ までの伝達関数が、 $\frac{3s}{s+2}$ で表せたとする。この系において、 $e(t)$ に入力電圧として1Vのステップ入力を加えると、電流 $i(t)$ は、ある値にステップ的に変化したあと 。

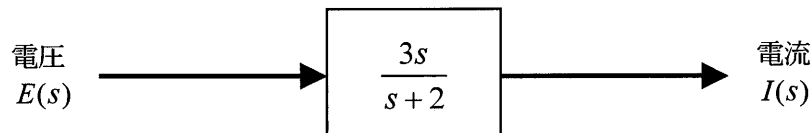


図2

< の解答群 >

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| ア 持続的に振動する | イ その値を維持する |
| ウ 単調に減少して、ある一定値になる | エ 単調に増加して、ある一定値になる |
| オ 単調に増加して ∞ に発散する | |

問題5の(2)~(4)は次の7頁~9頁にある

(2) 次の文章の 及び の中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。

図3にフィードバック制御を行う代表的なシステムのブロック線図を示す。ここで、 $R(s)$ は目標値、 $Y(s)$ は制御量、 $P(s)$ は制御対象、 $C(s)$ は制御器の伝達関数を表している。

一般に、プロセス制御系の場合、システムは非常に複雑でその動特性を厳密に知ることは困難である。しかし、制御対象を次のような伝達関数を持つシステムとして近似し動特性を解析することができる。

$$P(s) = \frac{K_p e^{-sL}}{(1+T_1s)(1+T_2s)} \quad \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

ここで、 K_p 、 L 、 T_1 、 T_2 はある定数である。また、 e^{-sL} は 要素を表している。このようなシステムを制御するために、次のような伝達関数 $C(s)$ を持つ制御器が用いられる。

$$C(s) = K_c \left(1 + \frac{1}{T_3s} + T_4s \right) \quad \dots\dots\dots \textcircled{4}$$

ここで、 K_c 、 T_3 、 T_4 はある定数である。④式において、 $K_c \neq 0$ 、 $\frac{K_c}{T_3} \neq 0$ 、 $T_4 = 0$ の場合を 制御と称している。

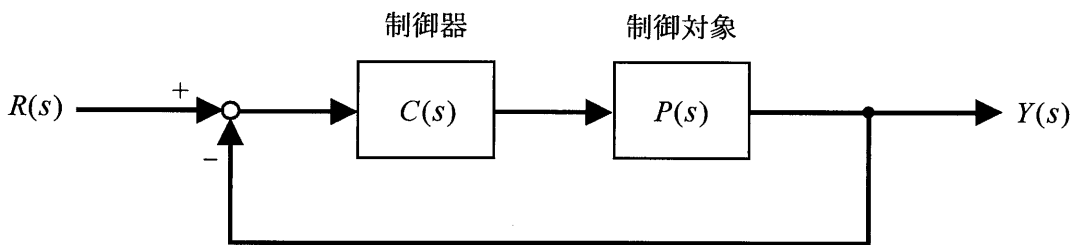


図3

< 及び の解答群 >

- | | | | | |
|--------|------|------|------|--------|
| ア D | イ I | ウ P | エ PD | オ PI |
| カ 近似微分 | キ 積分 | ク 微分 | ケ 比例 | コ むだ時間 |

(3) 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。なお、 は2箇所あるが、同じ記号が入る。

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。

コンピュータなどの情報処理装置では、一般に、情報は2進数に基づいて処理される。1バイトは8ビットであり、1バイトで表現できる2進数を10進数で表すと、非負整数としては、0から までとなる。

ある加熱炉の省エネルギー並びに製品品質の向上を図るために、温度のばらつきを抑えて精度良く温度制御をしたい。そのための方策の一つとして、計測範囲が、10℃から650℃までのアナログ温度データ(連続量)について、従来は1℃刻みで量子化していたのを、0.01℃刻みで量子化し、デジタル量に変換する。そのためには1データ当たり、 ビットが必要で、バイト単位では バイトとなる。計測箇所が10点で、1点当たり バイトの温度データを1秒周期で収集すると、1日のデータ量は $\times 10^6$ バイトとなる。

< ～ の解答群 >

ア 2	イ 3	ウ 4	エ 15	オ 16	カ 17
キ 18	ク 127	ケ 128	コ 255	サ 256	

(4) 次の文章の [11] ~ [14] の中に入れるべき最も適切な字句をく [11] ~ [14] の解答群>から選び、その記号を答えよ。なお、[11] は3箇所、[12] 及び [14] は2箇所あるが、それぞれ同じ記号が入る。

企業などの内部ネットワークをインターネットに接続する場合は、不正アクセス対策として内部ネットワークとインターネットの間に [11] と呼ばれるシステムを置き、[11] を通してのみインターネットとの通信を許可する場合が多い。インターネットに公開するサーバを設置する場合は、内部ネットワークとインターネットの両方からアクセスできる [12] と呼ばれるセグメントを設け、公開用サーバは [12] に設置する方法が採用されることが多い。

また、ネットワークを通じて不正なデータ、大量なデータを送信してサーバやネットワークを正常に利用できないようにする攻撃を受けることがあり、これは [13] 攻撃と呼ばれる。この攻撃への対応としてはデータ送信元を特定し、[11] などでその送信元からのアクセスを禁止するなどの対策を行う。

コンピュータウイルスは、コンピュータの正常な動作を妨げる悪質なプログラムであり、OS (Operating System) やソフトウェアの [14] から侵入し感染するものが多い。このため、ウイルスチェック用ソフトを利用するだけでなく、[14] に対する修正プログラム(パッチ)により、システムを常に最新の状態にしておく必要がある。ウイルスチェック用ソフトを用いる場合は、ウイルス定義ファイルを常に最新のものに更新しておく必要がある。

< [11] ~ [14] の解答群 >

- | | | |
|----------|-------------|------------|
| ア Cookie | イ DCE | ウ DMZ |
| エ DoS | オ DSU | カ P2P |
| キ VPN | ク アップデート | ケ スイッチングハブ |
| コ スパイウェア | サ セキュリティホール | シ パスワード |
| ス ハッキング | セ ファイアウォール | ソ モデム |
| タ リピータ | | |

(空 白)

(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を の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

また、 abc ~ 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。

1) 交流回路に使用する誘導形電力量計の回転子(円板)の回転速度は負荷電力に比例し、回転数を積算することにより電力量が測定できる。電力量計の $1 \text{ kW}\cdot\text{h}$ 当たりの回転子の回転数を 定数といい、単位を $[\text{rev}/(\text{kW}\cdot\text{h})]$ で表す。

$1000 \text{ rev}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ の電力量計で低圧回路の負荷の測定を行ったところ、30 分間の回転数が 400 回転であった。このとき、負荷の 30 分間の平均電力は abc [W] である。

< の解答群 >

ア パルス

イ 回転

ウ 計器

2) 平衡三相負荷回路に、図に示すように計器用変圧器(VT)及び変流器(CT)を介して、電流計、電圧計、力率計及び三相電力量計が接続されている。この計器用変圧器の定格一次電圧は 6600 V 、定格二次電圧は 110 V であり、変流器の定格一次電流は 200 A 、定格二次電流は 5 A である。なお、電圧は線間電圧を表す。

ここで、計器用変圧器及び変流器の二次側において、電圧 v_2 が 112 V 、電流 i_2 が 3 A 、力率が 98% (遅れ)、計測開始からの電力量が $120 \text{ kW}\cdot\text{h}$ であった。

これらの値を一次側に換算すると、次のようになる。

① 電流(I_1) : abc [A]

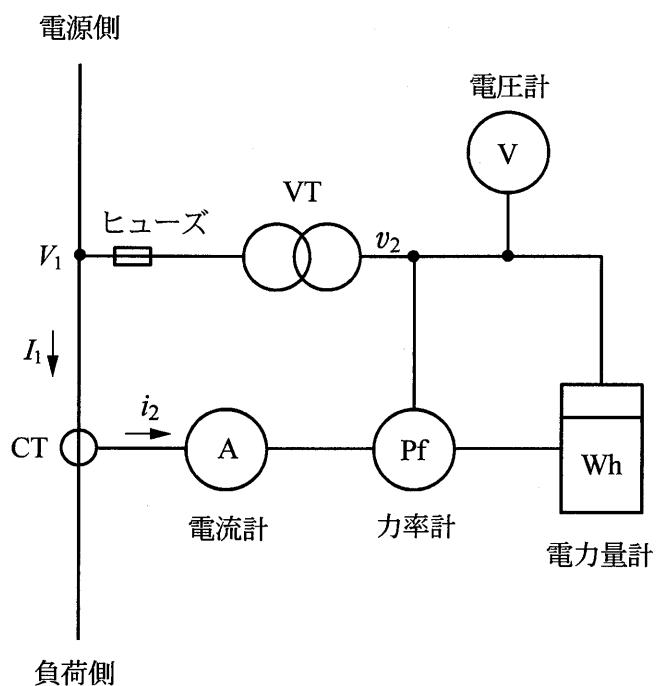
② 電圧(V_1) : abcd [V]

③ 力率 : 98% (遅れ)

④ 電力量 : abc [MW·h]

また、これらの一次側の換算値から、このとき負荷に供給されている電力は a.bc $\times 10^3 \text{ kW}$

と算出される。ここで、 $\sqrt{3}=1.73$ とする。



図

問題 6 の (2) は次の 13 頁にある

(2) 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。

ポンプ、ファンなどの電動力応用設備において、気体や液体の流量測定を行う場合、測定器は測定対象に応じていろいろな方式のものが用いられる。

- ① 差圧式は、 などの絞り機構を設置してその前後の差圧を検出することで、流量がこの差圧の 乗に比例するという原理を利用して流量を求める。特に、気体の流量測定では、圧力や温度により流体の が大きく変動するので、圧力や温度を測定して流量の補正を行うことが多い。
- ② 渦式は、流体中に を設置して、その下流に流速に比例して発生する渦の周波数を測定して流量を求める。この渦は 渦と呼ばれる。
- ③ 超音波式は、管内の流れに対して斜めに超音波を発射すると、その が、超音波の発射方向と流体の流速により変化する性質を利用したものが多く用いられる。超音波式では、測定器を管の外側に設置して、内部の流量を測定することが可能で、これは一般に 形超音波流量計と呼ばれる。

< ～ の解答群 >

ア $\frac{1}{2}$	イ 2	ウ 3	エ オリフィス板
オ カルマン	カ クランプオン	キ コリオリ	ク ダイヤフラム
ケ ベルヌーイ	コ 間接	サ 吸収率	シ 球体
ス 格子状の物体	セ 柱状の物体	ソ 導電率	タ 伝播速度
チ 伝播方向	ツ 粘度	テ 密度	

(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。

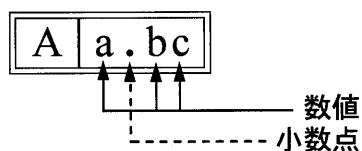
- (2) 既に解答した数値を用いて次の問題以降の計算を行う場合も、解答すべき数値の桁数が同じ場合は、四捨五入後の数値ではなく、四捨五入する前の数値を用いて計算すること。

- (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)

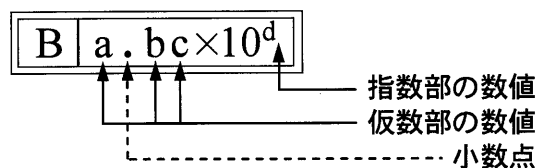
「6.83」に
マークする



A				
	a	.	b	c
			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)

9.183×10^2

↓ 四捨五入

9.18×10^2

(解答)

「 9.18×10^2 」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