

熱分野
専門区分

課目Ⅲ 燃料と燃焼

試験時間 9:00~10:20 (80分)

1 時限

問題 8, 9 燃料及び燃焼管理
問題 10 燃焼計算

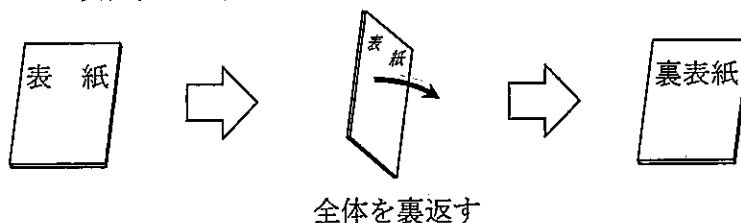
1~4 ページ

5~6 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。

(燃料及び燃焼管理)

問題 8 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句又は数値をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。なお、同じ記号を2回以上使用してもよい。

(配点計 30 点)

(1) 軽油は、その殆どが の燃料として使用されている。排ガス中の粒子状物質の低減、排ガス浄化触媒の被毒回避などのために、2007年に改訂された最新の規格 JIS K 2204:2007 では、軽油中の の質量濃度は、 [%] 以下と規定されている。

< ～ の解答群 >

- | | | | |
|------------|-------------|---------|----------|
| ア 0.0010 | イ 0.0050 | ウ 0.050 | エ ガスタービン |
| オ ガソリンエンジン | カ ディーゼルエンジン | キ 灰分 | ク 硫黄分 |
| ケ 残留炭素分 | コ 芳香族分 | | |

(2) 重油の品種について、JIS K 2205:2006 では、 により1種(A重油)、2種(B重油)及び3種(C重油)の3種類に分類し、1種は更に により1号及び2号に細分している。液体燃料の噴霧燃焼では、燃料の粘度が ほど霧化特性が悪化する。そのため、3種類の重油のうち を噴霧燃焼させる場合には、通常は加熱してバーナに供給している。

< ～ の解答群 >

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ア 1種(A重油) | イ 2種(B重油) | ウ 3種(C重油) |
| エ 流動点 | オ 動粘度 | カ 残留炭素分 |
| キ 硫黄分 | ク 低い | ケ 高い |

(3) 各種の農業廃棄物などから製造される燃料は一般にバイオマス燃料と呼ばれ、これを化石燃料の一部に代替使用することは の排出量を低減する方策の一つとして注目されている。バイオマス燃料のうち はガソリンと混合するなどして既に実用が始められている。また、別種の有望なバイオマス燃料として、軽油相当の性状を有する がある。

< ~ の解答群 >

- | | | |
|-------------------|-------------------|---------------|
| ア CO ₂ | イ NO _x | ウ VOC |
| エ ばいじん | オ バイオエーテル | カ バイオエタノール |
| キ バイオメタノール | ク バイオディーゼルフューエル | ケ バイオサーファクタント |

(4) ある炭化水素系の可燃ガスと空気の混合気を円筒ノズルから大気中に噴出し、点火して火炎を形成しようとする。噴出速度が高過ぎる場合には、火炎が下流側に流れ去り、定在火炎が形成されない。この現象を という。噴出速度が低過ぎる場合には、火炎は円筒ノズル内に入り込み、火炎が安定に形成されない。この現象を という。後者の現象を、混合気中の可燃ガスと空気の混合割合が理論混合比付近、理論混合比より燃料過濃側、理論混合比より燃料希薄側の3ケースについて考える(いずれのケースでも混合気濃度は可燃範囲内とする)。この現象が起こらない最小の噴出速度(それより噴出速度が小さいと、この現象が起きてしまう限界速度)の値が最も大きいのは、可燃ガスと空気の混合割合が のケースである。

< ~ の解答群 >

- | | | |
|-----------------|-----------|------------|
| ア スタグネーション | イ デトネーション | ウ フレームトラップ |
| エ 逆火 | オ 消炎 | カ 吹飛び |
| キ 理論混合比よりも燃料希薄側 | | |
| ク 理論混合比付近 | | |
| ケ 理論混合比よりも燃料過濃側 | | |

(燃料及び燃焼管理)

問題 9 次の各問に答えよ。(配点計 30 点)

(1) 次の各文章の ~ の中に入れるべき最も適切な字句をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。なお、同じ記号を 2 回以上使用してもよい。

1) ボイラや工業炉などの燃焼装置に関する次の記述のうち、明らかに誤っているものは である。

- ① 燃焼室熱負荷を固体燃料と液体燃料で比較した場合、一般に液体燃料の場合の方が高くとれる。
- ② 良好な燃焼が得られる空気比の下限値を、気体燃料と固体燃料で比較すると、一般に気体燃料の場合の方が小さい。
- ③ 火炎検出に用いられる赤外線検出器は、火炎からの赤外線のみを検知するため燃焼監視の誤検知が少ない。
- ④ 燃焼用空気の供給方式には、強制通風方式と自然通風方式がある。
- ⑤ 一般に、平衡通風方式では、炉内圧は大気圧と同程度か、やや低くする。

< の解答群 >

ア ① イ ② ウ ③ エ ④ オ ⑤

2) 気体燃料の燃焼方式に関する次の記述のうち、明らかに誤っているものは である。

- ① 大型工業炉に主として用いられる形式は、乱流予混合方式である。
- ② 予混合方式には、完全予混合方式と部分予混合方式がある。
- ③ 拡散燃焼方式では、燃料と空気を予熱できる。
- ④ 火炎からの放射による加熱の用途には、水素炎は適さない。

< の解答群 >

ア ① イ ② ウ ③ エ ④

3) 液体燃料の噴霧燃焼装置に関する次の記述のうち、明らかに誤っているものは である。

- ① 同一のバーナでは、噴霧粒径を小さくするほど短炎となる。
- ② 高圧気流式では、霧化媒体として空気又は蒸気を使用する。
- ③ 低圧気流式と油圧式の最大容量を比較すると、一般に低圧気流式の場合の方が大きい。
- ④ 油圧式の中では、戻り油式の場合の方が油量調整範囲が広い。

< の解答群 >

ア ① イ ② ウ ③ エ ④

(2) 次の文章の ～ 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。

固体燃料の燃焼方式である火格子燃焼方式は、現在では主として に適用されている。大容量火力発電用ボイラなどに使用されている微粉炭燃焼方式では、灰は大部分が として排出されるが、一部は として排出される。火格子燃焼方式と微粉炭燃焼方式で火炉内の平均ガス流速を比較すると、 。

< ～ の解答群 >

- | | | |
|------------|-----------|------------|
| ア セメント焼成炉 | イ 一般ごみ焼却炉 | ウ 産業用小型ボイラ |
| エ フライアッシュ | オ 炉底灰 | カ 未燃炭素 |
| キ 前者の方が大きい | ク 同程度である | ケ 後者の方が大きい |

(3) 次の表は、連続式の排ガス自動計測器における測定対象のガスと、その主な自動計測器の測定方式を示したものである。表の ～ 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。

測定対象のガス	自動計測器の測定方式
O ₂	<input type="text" value="8"/> 、 <input type="text" value="9"/>
NO	<input type="text" value="10"/> 、 赤外線吸収式
SO ₂	<input type="text" value="11"/> 、 赤外線吸収式、 溶液導電率式

< ～ の解答群 >

- | | | |
|-------------|----------|----------|
| ア ガスクロマトグラフ | イ ジルコニア式 | ウ 赤外線吸収式 |
| エ 紫外線蛍光式 | オ 化学発光式 | カ 磁気式 |

(燃焼計算)

問題 10 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 ～ の解答群から選び、その記号を答えよ。なお、同じ記号を 2 回以上使用してもよい。また、 a.bc ～ ab.c 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。(配点計 50 点)

質量組成が炭素 87%、水素 13% の重油を毎時 100kg/h 燃焼させているボイラがある。ボイラ出口において排ガス分析を行ったところ、乾き排ガス中の CO_2 濃度は体積割合で 12% であり、完全燃焼していることが分かった。このボイラからの CO_2 排出量を低減するため、燃料をメタン(CH_4)に変更することにした。燃料をメタンに変更しても供給する熱量は同じであるが、空気比は 1.1 に低減できるものとして、以下の計算 (1) ～ (4) を行う。ただし、重油の低発熱量を 42.3 MJ/kg 、メタンの低発熱量を $35.8 \text{ MJ/m}^3_{\text{N}}$ とする。

(1) CO_2 排出量を計算する。

炭素 1kg を燃焼させたときに発生する CO_2 量は $[\text{m}^3_{\text{N}}]$ である。このため、重油 1kg を完全燃焼させたときに発生する CO_2 量は a.bc $[\text{m}^3_{\text{N}}/\text{kg-f}]$ となる。これより、重油燃焼時の 1 時間当たりの CO_2 排出量は abc $[\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h}]$ である。

一方、メタン 1 m^3_{N} を燃焼させたときに発生する CO_2 量 V_{CO_2} は $[\text{m}^3_{\text{N}}]$ である。重油燃焼時と同じ熱量を供給するためのメタンの燃焼量は、毎時 abc $[\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h}]$ であるため、メタン燃焼時の 1 時間当たりの CO_2 排出量は abc $[\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h}]$ である。

(2) メタン燃焼時の供給空気量を計算する。

メタン 1 m^3_{N} を燃焼させるのに必要な酸素量、すなわち理論酸素量 V_{O_2} は $[\text{m}^3_{\text{N}}]$ であるため、メタンの理論空気量 V_{A_0} は次のようになる。

$$V_{\text{A}_0} = \frac{V_{\text{O}_2}}{\text{4}} = \text{E } a.bc \text{ } [\text{m}^3_{\text{N}}/\text{m}^3_{\text{N-f}}]$$

メタン燃焼時の空気比は 1.1 であるため、メタン 1 m^3_{N} 当たりの供給空気量 V_{A} は abc $[\text{m}^3_{\text{N}}/\text{m}^3_{\text{N-f}}]$ となり、1 時間当たりの供給空気量は a.bc $\times 10^3 \text{ } [\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h}]$ となる。

(3) メタン燃焼時の排ガス量を計算する。

メタン 1m^3_{N} 当たりの湿り燃焼ガス量 V_G は、 H_2O 発生量を $V_{\text{H}_2\text{O}}$ とすれば、一般に式 5 で表される。メタン 1m^3_{N} を燃焼させたときに発生する H_2O 量は 6 [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{m}^3_{\text{N-f}}$] であるため、この式から V_G を計算すると H | ab.c [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{m}^3_{\text{N-f}}$] となる。

(4) 重油燃焼時の排ガス量を計算する。

乾き燃焼ガス中の CO_2 濃度 (CO_2) は、 CO_2 発生量 V_{CO_2} と乾き燃焼ガス量 V'_G を使って次式で表すことができる。

$$(\text{CO}_2) = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V'_G}$$

重油燃焼時の乾き排ガス中の CO_2 濃度が 12% であることから、乾き燃焼ガス量 V'_G は I | ab.c [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{kg-f}$] となる。

また、水素 1kg を燃焼させたときに発生する H_2O 量は 7 [m^3_{N}] であるため、重油 1kg を完全燃焼させたときに発生する H_2O 量は J | a.bc [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{kg-f}$] となる。このため、重油 1kg を完全燃焼させたときに発生する湿り燃焼ガス量は K | ab.c [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{kg-f}$] となる。

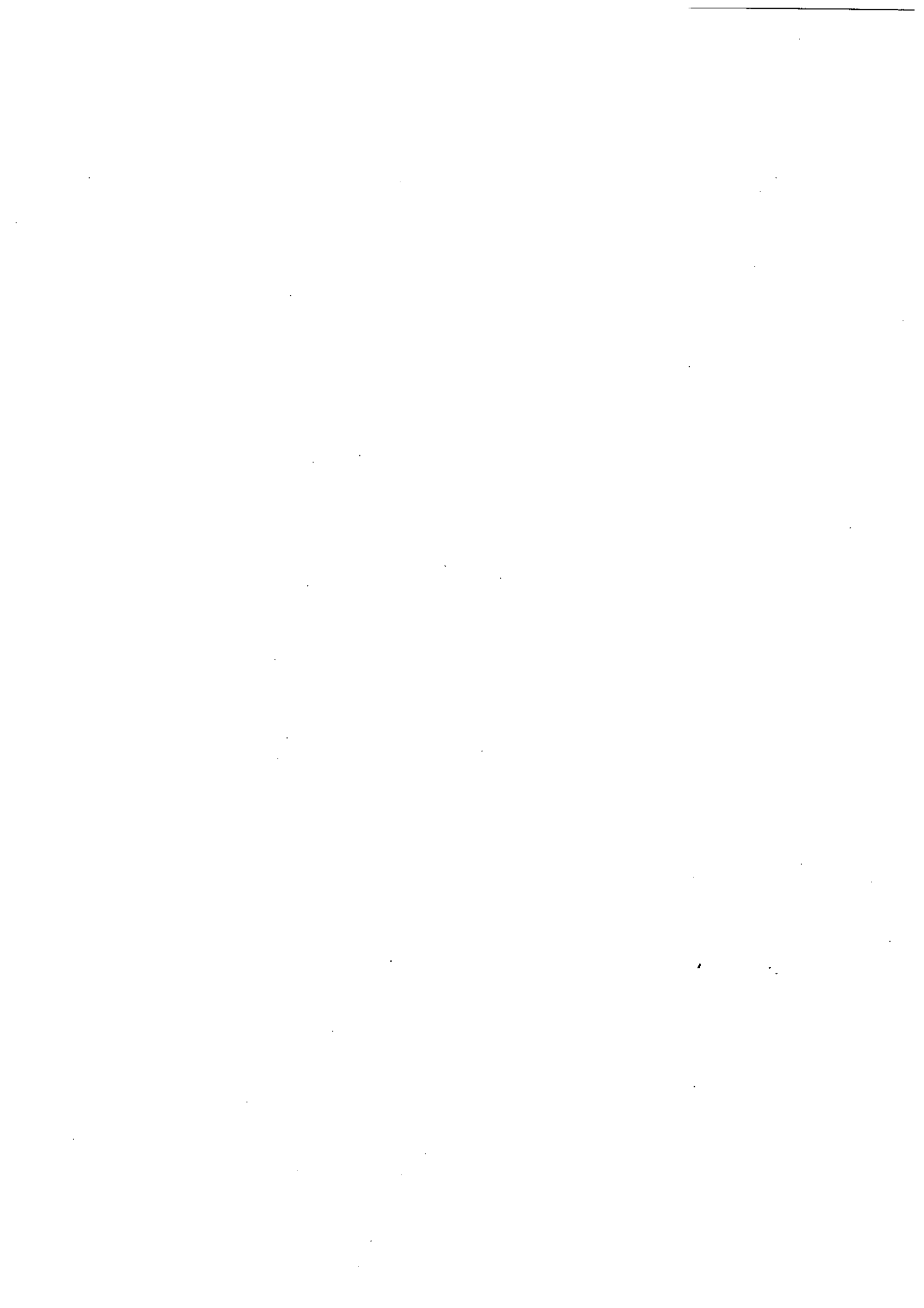
< 1 ~ 7 の解答群 >

ア 0.16	イ 0.18	ウ 0.21	エ 0.25	
オ 1	カ 2	キ 3	ク 4	
ケ 22.4	コ 22.4×2	サ $\frac{22.4}{4}$	シ $\frac{22.4 \times 2}{4}$	ス $\frac{22.4 \times 3}{4}$
セ $\frac{22.4}{12}$	ソ $\frac{22.4 \times 2}{12}$	タ $\frac{22.4}{12 \times 2}$	チ $\frac{22.4}{12 \times 4}$	
ツ $V_{\text{A}_0} - V_{\text{O}_0} + V_{\text{CO}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}$	テ $V_{\text{A}_0} + V_{\text{CO}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}$			
ト $V_{\text{A}} + V_{\text{CO}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}$	ナ $V_{\text{A}} - V_{\text{O}_0} + V_{\text{CO}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}$			









(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)

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。
- (2)

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

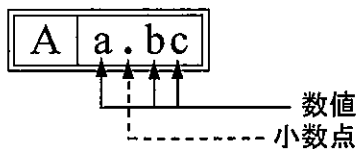
、

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。それぞれ a,b,c 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」を塗りつぶすこと。
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。

「解答例 1」

(設問)



(計算結果)

6.827……

↓ 四捨五入

6.83

(解答)

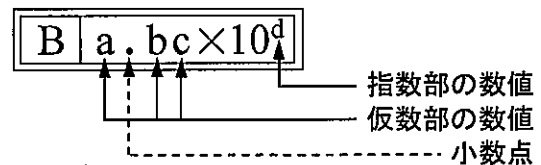
「6.83」に
マークする



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