

受験番号	
------	--

構造

特級ボイラー技士免許試験問題 ボイラーの構造に関する知識

指示があるまで、試験問題を開かないでください。

〔注意事項〕

- 1 本紙左上の「受験番号」欄に受験番号を記入してください。
- 2 解答用紙の全ページの右上に受験番号と氏名を記入しましたか（確認）。
- 3 解答方法
 - (1) 試験問題は問1～問6です。
 - (2) 解答は、解答用紙に、各問の指示に基づき記入してください。
 - (3) 問4及び問5は五肢択一問題で、正答は一間につき一つだけです。二つ以上選択した場合は得点としません。
 - (4) 問6は五つの選択肢のうち指示されたものを二つ選ぶ問題です。二つとも正しい場合にのみ正答となります。
 - (5) 問1の解答スペースが不足する場合は解答用紙の裏面に続きを書いてもよいが、その場合は、必ず、その箇所に「裏面に続く」と書いてください。
 - (6) 解答以外のメモなどは、解答用紙に書かずに、この試験問題の余白を利用してください。なお、この試験問題の余白に記入したメモなどは採点されません。
 - (7) 筆記具は、HB又はBの鉛筆又はシャープペンシルを使用して明瞭に記入してください。訂正するときは、消しゴムできれいに消してから書き直してください。
- 4 受験票には何も記入しないでください。
- 5 試験時間は1時間です。試験開始後、30分以内は退室できません。
- 6 試験時間終了前に退室するときは、着席のまま無言で手を上げてください。試験監督員が席まで伺います。なお、退室した後は、再び試験室に入ることはできません。
- 7 試験問題と解答用紙は回収します。持ち帰ることはできません。
受験票は、次に受験する科目にお持ちください（受験科目がすべて終了した方はお持ち帰りください）。

問1 廃棄物焼却炉に付設した廃熱ボイラー(ドラム運転圧力 $P=3.92\text{MPa}$ 、飽和温度 $t_s=214.87^\circ\text{C}$ 、過熱器出口蒸気温度 $t_h=280^\circ\text{C}$)があり、このボイラーは、排ガス高温部では蒸発器、中温部には過熱器(並流式熱交換)、低温部は蒸発器及びエコノマイザで構成されている。実際運転では、高温部蒸発器への想定を超える溶融ダストの付着が認められたため熱吸収量(熱交換量)が減り、過熱器入口ガス温度 T_{g1a} の上昇とともに過熱器出口蒸気温度 t_{ha} の上昇をもたらし、更に低温蒸発器出口ガス温度 T_{g3a} も高くなり、蒸発量も当初計画値に対して未達となっている。スートブローの増強も考えられたが、スートブロー実施前後の改善効果も少ない(排ガス温度の変化が小さい)ため、伝熱面積の増減を含めたボイラー改造の検討をすることとした。

この改造に際し、次ページの(1)～(4)の間に答えよ。

検討の計算に際しては、表1～表3の記号及びデータ数値によることとし、それぞれ本問で使用された記号を用いた計算式及び計算の過程を示し、答の端数処理はそれぞれの設問の指示に従うこと。なお、排ガス量は計画値同等とし、また、排ガス及び過熱蒸気の比熱の温度依存性はなく一定、各伝熱管の熱貫流率は、管内の過熱蒸気及び飽和蒸気・飽和水混合物支配のためそれぞれで一定値で、増減は全て当初計画値を基準とした次式による汚れ係数 C_d で評価するものとする。

$$K_a = C_d \times K_p$$

ここで、 K_a は実際運転時の熱貫流率、 K_p は当初計画の熱貫流率である。

表1 各部温度データ(°C)

各部温度	当初計画	実際運転	改造計画
過熱器入口ガス温度	T_{g1} 510	T_{g1a} 590	T_{g1r} 590
過熱器出口ガス温度	T_{g2} 380	T_{g2a} 445	T_{g2r} 460
過熱器入口蒸気温度	t_s 214.87	t_s 214.87	t_s 214.87
過熱器出口蒸気温度	t_h 280	t_{ha} 300	t_{hr} 280
低温蒸発器入口ガス温度	T_{g2} 380	T_{g2a} 445	T_{g2r} 460
低温蒸発器出口ガス温度	T_{g3} 300	T_{g3a} 360	T_{g3r} 300

表2 ガス側と蒸気(水)側の対数平均温度差(°C)

	当初計画	実際運転	改造計画
過熱器	Δt_{msp} 180.31	Δt_{msa} ※1	Δt_{msr} 265.74
低温蒸発器	Δt_{mvp} 120.75	Δt_{mva} 184.38	Δt_{mvr} ※2

(注) ※1 (1)の問で求める値 ※2 必要な場合にこの値を求めて使用すること。

問1 (つづき)

表3 自然対数の真数と対数

真数	1.7033	1.9960	2.2735	2.3446	2.5871	2.7033	2.8795
対数	0.5326	0.6911	0.8213	0.8521	0.9505	0.9945	1.0576

(計算に際しては最も近い真数を用いること)

- (1) 過熱器について、実際運転でのガス側と蒸気側の対数平均温度差 Δt_{msal} はいくらか。(小数点以下第2位を四捨五入)
- (2) 実際運転の過熱器での熱交換では、当初計画値に比した熱貫流率の増減を示す汚れ係数 C_d (小数)はいくらか。(小数点以下第4位を四捨五入)
- (3) 使用材料の耐熱・耐食性の観点から、過熱器の伝熱面積は、この汚れを評価しても低減する(または熱吸収を抑える)必要がある。過熱器の熱吸収量(熱交換量)を当初計画どおり(過熱器出口蒸気温度を280℃)とするために、改造計画の過熱器の伝熱面積 A_{sr} は如何にすべきか。当初計画の過熱器の伝熱面積 A_{sp} に対しての比率 A_{sr}/A_{sp} (小数、または%)で示せ。
(小数点以下第4位を四捨五入、%表示では小数点以下第2位を四捨五入)
- (4) 上記(3)により過熱器伝熱面積の増減調整後、過熱器出口ガス温度 T_{g2r} は、熱吸収量(熱交換量)が当初計画値どおりと予想されるため、460℃と想定できる。低温蒸発器の汚れは当初計画値どおり($C_d=1.0$)と仮定した場合、当初計画どおりの蒸発量を得るために改造計画の低温蒸発器の伝熱面積 A_{vr} は如何にすべきか。その増減について当初計画の低温蒸発器の伝熱面積 A_{vp} に対しての比率 A_{vr}/A_{vp} (小数、または%)で示せ。
(小数点以下第4位を四捨五入、%表示では小数点以下第2位を四捨五入)

問2 ボイラーの性能を表す次の(1)～(4)について、その性能値を算出する計算式をそれぞれ記せ。但し、計算式には次の記号を用いること。

なお、必要な場合は、計算式に下記以外の所定の係数(定数)を使用すること。

また、気体の体積は標準状態(0℃, 101.325kPa)に換算した値とする。

H_l : 燃料の低発熱量(kJ/kg(または m^3))

Q : 燃料の顕熱、空気の顕熱など燃料の低発熱量以外に入熱の合計
(kJ/kg(または m^3))

W : 燃料1kg(または m^3)当たりの蒸気発生量(kg/kg(または m^3))

h_1 : 給水の比エンタルピ(kJ/kg)

h_2 : 発生蒸気の比エンタルピ(kJ/kg)

L_l : 燃料の燃焼によって生じる排ガス熱、(設備の)放散熱、未燃分などによる熱損失の合計(kJ/kg(または m^3))

E_s : 毎時蒸発量(kg/h)

F : 毎時燃料消費量(kg(または m^3)/h)

h_x : ボイラー本体出口における飽和蒸気の比エンタルピ(kJ/kg)

h_e : ボイラー本体入口における給水の比エンタルピ(kJ/kg)

S_b : ボイラー伝熱面積(m^2)

(1) 入出熱法によるボイラー効率 η_1 (%)

(2) 熱損失法によるボイラー効率 η_2 (%)

(3) 毎時換算蒸発量 E_e (kg/h)

(4) ボイラー伝熱面熱負荷 H_b (kJ/($m^2 \cdot h$))

問3 次の文中の□内に入る適切な語句、数値などを答えよ。

(1) ボイラー材料には炭素鋼や合金鋼が用いられる。炭素鋼の性質は、主として炭素量で左右され、炭素量が多くなると、一般的に硬度、強度は□①し伸びは□②するが、溶接部は焼入れされて□③し、割れが発生しやすいため、ボイラーの溶接を行う部分の材料は炭素量を□④%以下とすることが定められている。また低炭素鋼が高温環境に長時間さらされると、はじめは Fe_3C として存在していた炭素が黒鉛粒子を形成して□⑤するなどの材質変化をおこすことも多く、応力の存在によって促進され、温度の影響も著しい。これらの炭素鋼の諸性質を改良し、耐食性などの特殊な性質を与えるために、各種合金元素を適当量添加したものを合金鋼といい、合金元素量の大小により低合金鋼と高合金鋼に分けられる。低合金鋼で、合金元素モリブデンは□⑥を増すうえで有効であり、合金元素クロムは耐酸化性で□⑥を改善し、□⑦を要求される合金鋼ではほとんど必ず添加される。また、ニッケルは強度とともに□⑧を増す特徴があり、その他マンガン、けい素、バナジウムなども少量添加することもあるが、一般的に焼きが入りやすいので□⑨が悪く、予熱、焼鈍に注意する必要がある。合金元素の量を多くした高合金鋼では、金属組織も変わり、特殊な性質をもっているため、用途によって最適な鋼種を選定する必要がある。

(2) 自然循環式の水管ボイラーでは、蒸気ドラムから取り出される飽和蒸気は多少の水滴を伴うが、□⑩、水面の広さ及び水面の高さによって蒸気の□⑪に影響する。水面を通過して上昇する蒸気はかなりの水滴を含むが、蒸気とともに蒸気ドラムから出る水滴の量は、□⑩当たりの蒸発量の限界値までは極めて少なく、この限界値を超えると急に著しく増大する。この現象を□⑫というが、実際のボイラーでは水処理などによって□⑬などを含むため、ボイラー水中に溶解又は懸濁していることで泡立ちが生じやすく、これら溶解又は懸濁している物質及び水分が水蒸気とともに運び出されるいわゆるキャリーオーバー現象などを引き起こし、この限界値は著しく減少する。気水分離するには、蒸気と水との□⑭が大きいほど容易であるが、高圧になるほど□⑭が小さくなるため分離しにくくなり、またドラムの構造上□⑩にも限界があるため、□⑮や波形板などのドライヤを備えることが多い。

問4 ボイラーの材料、構造などに関する次のAからEまでの記述のうち、誤っているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

A ドラムと多数の水管で構成される水管ボイラーにおいて、ドラムの長手方向に一直線に管穴が配置される管穴部の長手効率に対し、ドラムの周方向に管穴が配置される管穴部の周効率は、長手効率の1/2以下になるよう周方向の管穴ピッチを定める。

B 中底面に圧力を受ける皿形鏡板において、内部の圧力によって生じる応力は、すみの丸みの部分において最も大きい。この応力は子午線方向と緯線方向に生じるものがあるが、前者の方が大きい。また、すみの丸みの半径が小さいほど応力は大きくなる。

C 鉄鋼材料が、繰返し荷重により繰返し応力が生じ、引張強さよりも低い応力で破壊することを材料の疲れといい、繰返し応力がある値以下では破断しない。この限界の応力を材料の疲れ限度という。一般的な鉄鋼材料の疲れ限度は、引張強さの0.4～0.6程度である。

D 材料の降伏点は炭素鋼では明らかであるが、合金鋼や非鉄金属では明らかではない。後者の場合は、通常、0.2%の永久ひずみを生じる応力をもって降伏応力とみなし、これを耐力という。

E ボイラーの部分に温度差があると高温部は低温部より伸びようとするが、この伸びが拘束されるとそこに応力が生じ、この応力を熱応力という。この値は、炭素鋼では温度差4℃につき約1.0N/mm²程度である。

(1) A, C (2) A, E (3) B, C (4) B, D (5) D, E

問5 ボイラーの附属設備、附属装置、附属品に関する次のAからEまでの記述のうち、誤っているものみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A エコノマイザや空気予熱器を設置することによって、排ガス温度を下げることで排ガス熱を回収し、ボイラー効率を改善させることができる。排ガス温度を10℃下げるとボイラー効率を約1%高めることができるが、エコノマイザを設置する場合には、使用材料によって、燃料・燃焼排ガス性状や給水温度との関係でエコノマイザ単独で改善できる効率には限界がある。
- B 過熱器の蒸気温度特性は、放射形過熱器ではボイラーの負荷が増大すると過熱温度が下降する傾向になるが、対流形過熱器では逆の特性になる。これを適当に組み合わせれば、負荷の変化に対し影響の少ない過熱器特性が得られる。
- C 低温ガスもしくは低温空気、またはそれらの両方と接触する空気予熱器の低温部は、硫酸腐食や水蒸気露点の低pH凝縮水による腐食が懸念されるため、他の熱源を用いてでもあらかじめ空気を予熱する蒸気式空気予熱器などを設置することは腐食を防止するために有効である。
- D 蒸気ボイラーの胴に取り付けられた安全弁の吹出し圧力は、少なくとも1個はボイラーの最高使用圧力以下とするが、そのほかに安全弁がある場合は、ボイラーの最高使用圧力の3%増以下に調整することができる。過熱器に取り付けられた安全弁は、ボイラーの胴の安全弁より低い圧力で吹出すよう調整する必要がある。
- E 安全弁の入口側の圧力が増加して出口側で流体の微量な流出が検知される際の入口側の圧力を吹き始め圧力といい、安全弁がポッピングするときの入口側の圧力を吹出し圧力という。また、入口側の圧力が減少して弁体が弁座と再接触するとき(リフトが0ゼロになったとき)の入口側の圧力を吹下り圧力という。

(1) A, C (2) A, E (3) B, C (4) B, D (5) D, E

問6 ボイラーの自動制御に関する次のAからEまでの記述のうち、誤っているもののみを二つ選べ。

- A ボイラー制御において、制御量が操作量の変化にどう追従するか動特性を考える必要があるが、入力に変化してから出力の変化が認められるまでの時間 L をむだ時間、初期の変化速度がそのまま持続すると仮定した場合に最終平衡値に達するまでの時間 T を時定数としたとき、制御の安定度は時定数 T とむだ時間 L の比 T/L の値が小さい場合は制御が容易であり、逆にこの値が大きい場合は制御が難しい。
- B ボイラーへの燃料供給量を操作したときの蒸気圧力の応答は、燃焼遅れや伝熱遅れの影響によって決まる炉内時定数 T_r や、ボイラー内の水の蓄熱量によって決まるボイラー時定数 T_b に左右される。この比である T_b/T_r は、使用燃料を含めたボイラー系全体の時定数 T とむだ時間 L の比 T/L に相当する。
- C ボイラーの圧力制御方式において、比率制御方式は、蒸気圧力を検出してそれによって燃料量と空気量を同時に調節する方式であり、並列制御方式は、蒸気圧力のほかに燃料量と空気量を検出して、それによって空燃比が適正な値となるよう燃料量と空気量を調節する方式である。
- D 自然循環水管式ボイラーにおけるドラム水位の逆応答は、ドラム内で気水分離がよく行われている構造のものではその現象の程度が少なくなり、高圧ボイラーに比べボイラー水中の蒸気の体積率の大きい低圧ボイラーほど逆応答の傾向は著しくなる。
- E 過熱器蒸気温度の制御における操作量としては、注水式過熱低減器における注水量、過熱器を通過する燃焼ガスの一部をバイパスさせるときのバイパスガス量、ボイラー後部の低温ガスを火炉に再循環させるときの再循環ガス量、火炉の吸収熱を変えるとときのバーナ噴射角度などがある。

(終り)

受験番号	
------	--

取扱

特級ボイラー技士免許試験問題 ボイラーの取扱いに関する知識

指示があるまで、試験問題を開かないでください。

〔注意事項〕

- 1 本紙左上の「受験番号」欄に受験番号を記入してください。
- 2 解答用紙の全ページの右上に受験番号と氏名を記入しましたか（確認）。
- 3 解答方法
 - (1) 試験問題は問1～問6です。
 - (2) 解答は、解答用紙に、各問の指示に基づき記入してください。
 - (3) 問4及び問5は五肢択一問題で、正答は一間につき一つだけです。二つ以上選択した場合は得点としません。
 - (4) 問6は五つの選択肢のうち指示されたものを二つ選ぶ問題です。二つとも正しい場合にのみ正答となります。
 - (5) 問1の解答スペースが不足する場合は解答用紙の裏面に続きを書いてもよいが、その場合は、必ず、その箇所に「裏面に続く」と書いてください。
 - (6) 解答以外のメモなどは、解答用紙に書かずに、この試験問題の余白を利用してください。なお、この試験問題の余白に記入したメモなどは採点されません。
 - (7) 筆記具は、HB又はBの鉛筆又はシャープペンシルを使用して明瞭に記入してください。訂正するときは、消しゴムできれいに消してから書き直してください。
- 4 受験票には何も記入しないでください。
- 5 試験時間は1時間です。試験開始後、30分以内は退室できません。
- 6 試験時間終了前に退室するときは、着席のまま無言で手を上げてください。試験監督員が席まで伺います。なお、退室した後は、再び試験室に入ることはできません。
- 7 試験問題と解答用紙は回収します。持ち帰ることはできません。
受験票は、次に受験する科目にお持ちください（受験科目がすべて終了した方はお持ち帰りください）。

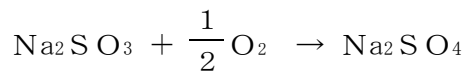
問1 給水に軟化水を使用するボイラーにおいて、溶存酸素を亜硫酸ナトリウム (Na_2SO_3) で除去しようとしている。給水中の全蒸発残留物濃度 A は 120mg/L 、給水中の溶存酸素濃度 D_0 は 6mg/L とし、ボイラー水の溶存酸素濃度は 0mg/L とする。

また、ボイラー水の亜硫酸イオン (SO_3^{2-}) 濃度 S_0 を 15mg/L に保持すべく、給水量に対するブロー率 b を 10% にて連続ブローを行う。

この条件で給水量 1 トンに対し、下記の問に答えよ。

答は、いずれも、計算式及び計算の過程を示し、計算結果は小数点以下第2位を切り上げよ。計算式は本問で用いられている記号、及び、物質の分子量(式量)については当該物質の化学式を用いて表すこと。

なお、亜硫酸ナトリウムと酸素の反応式は次のとおりとする。



また、各元素の原子量は下表のとおりとする。

元素	O	Na	S
原子量	16	23	32

- (1) 給水の脱酸素に必要な亜硫酸ナトリウムの量 C [g] はいくらか。
- (2) 亜硫酸ナトリウムによる給水の脱酸素で全蒸発残留物の増加量 C_s [g] はいくらか。
- (3) 給水量に対するブロー率 10% にてボイラー水の亜硫酸イオン濃度 $S_0 = 15\text{mg/L}$ 保持に必要な亜硫酸ナトリウムの量 E [g] を求めよ。
- (4) 給水量に対するブロー率 10% にて亜硫酸ナトリウム注入後の給水の全蒸発残留物の量 S [g] を求めよ。
- (5) この条件で、ボイラー水の全蒸発残留物濃度 B [mg/L] を求め、 B を 2000mg/L 以下に保持できるかどうか答えよ。

問2

(1) 水管式ボイラーでのスートファイヤーの現象と防止対策に関する次の記述の[]内に入る最も適切な語句を下表の語群の中から選び、その記号を記入せよ。

a スートファイヤーとは、煙道などにたい積した[①]などの[②]が燃焼して、[③]の加熱部、[④]、[⑤]、[⑥]等を過熱焼損させる現象をいう。特に[③]が鋼塊と化すほどの激しい場合がある。スートファイヤーはボイラー停止後2～3時間までに発生する例が多いが、運転中に突然発生することもある。

b 防止対策としては、ボイラー、煙道、[③]などには[①]などの[②]をできる限りたい積させないようにする。また、再燃焼に要する[⑦]の漏入を防ぐこと。

c 更に、[③]の整備を十分に行い、空気の[⑧]側への[⑨]防止につとめること。

d 大型ボイラーでは、燃焼を停止した際に急速な[⑩]は行わず、徐々に[⑪]することが望ましい。

語群

あ：誘引ファン	い：押込ファン	う：空気予熱器		
え：エコノマイザ	お：過熱器	か：煙突	き：鋼板製煙道	
く：灰分	け：可燃物	こ：未燃物	さ：ケーシング	
し：加熱	す：冷却	せ：空気	そ：ダンパー	た：換気
ち：送風	つ：すす	て：未燃ガス	と：燃焼ガス	
な：短絡	に：二次空気			

問2 (つづき)

(2) 蒸気配管におけるウォータハンマの現象と防止対策に関する次の記述の
[]内に入る適切な語句を答えよ。

- a ウォータハンマは蒸気管内の水に接する蒸気が急激に [①] され
[②] 状態になり、管壁に衝撃を与える。
- b ドレンのたまり易い位置に弁を設けるときは、ドレン抜き配管を設け、
[③] 前に必ずドレン抜きを行う。
- c 大型弁を設ける場合、 [④] 配管をしてドレン抜きを行った後、
[⑤] 操作を行う。
- d 蒸気配管は、通常 [⑥] こう配をとり、適当な位置にドレン抜き
配管を設ける。
- e 弁の開閉操作は、努めて [⑦] に行う。

問3 エコノマイザの取扱いに関する次の記述の[]内に入る適切な語句を答えよ。

- (1) エコノマイザに安全弁または逃し弁が設置される場合には、吹出し圧力を胴の安全弁より [①] 調整しておかなければならない。
- (2) エコノマイザの給水側に沈殿物や [②] 物が生じると、 [③] 抵抗が大きくなり、 [④] 率も低下する。この傾向は、エコノマイザ出入口の圧力計及び温度計の指示値で推測することができる。
- (3) エコノマイザの内面腐食は、給水に溶解した [⑤] によることが多いので、給水は [⑥] することが必要である。
- (4) エコノマイザの低温腐食は、エコノマイザの伝熱面温度が排ガスの [⑦] 温度より低くなり、 [⑧] が結露することによって生じる。その対策として、 [⑨] の燃料を使用することや [⑩] 燃焼を心がけること、また、エコノマイザの入口給水温度を高めて [⑪] 温度を高めることが必要である。
- (5) エコノマイザの前に蒸発管群がある場合は、燃焼ガスを通し始めてエコノマイザ内の水の温度が上昇して [⑫] が発生しても、そのままボイラーへ [⑬] する。
- (6) 放射形ボイラーでは蒸発管群がなく、エコノマイザ入口ガス温度が高いため、燃焼ガスを通し始める前に、 [⑭] をエコノマイザ入口に供給してエコノマイザ内を [⑮] させる。

問4 ボイラーの停止または休止時の保存方法として採用される満水保存法のうち、短期満水保存法に関する次のAからDまでの記述のうち、正しいもののみをすべて挙げた組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A ボイラー停止の数時間前にボイラー水の分析を行い、pH、りん酸イオン、ヒドラジン、亜硫酸イオン等を制限値の範囲以内で上限近くに保持する。
- B ボイラーを停止し、圧力が0.2～0.3MPaまで低下したら、マッド、スラッジなどの沈殿物を排出するため、底部よりブローを行う。次いで薬液注入を併用しながら給水を行い満水にする。
- C ガス側伝熱面に結露が生じた場合、結露がなくなるまで温風や電熱器で加熱する。
- D 排水できない過熱器がある場合は、軟化水により満水にし、亜硫酸ナトリウムの注入を行う。

- (1) A, B
- (2) A, B, C
- (3) A, D
- (4) B, C, D
- (5) C, D

問5 ボイラーの運転中の留意事項に関する次のAからEまでの記述のうち、誤っているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 燃焼ガス温度が負荷変動による通常の変動範囲より異常に低い場合、ボイラー各部から気水が漏れているおそれがあるので炉内その他のボイラー内各部を調査、点検する。
- B ボイラーの負荷が上昇したときは、所定の蒸気圧力を維持するため、燃料供給量を先に増やしてから空気量を増やす。
- C 通風損失が突発的に変動する場合はれんが積みバッフルなどの崩落による燃焼ガス通路の閉そくや燃焼ガスのショートパスが考えられる。
- D ボイラーの負荷が急激に増加すると、ボイラー圧力が下がりドラム水位も一時的に下がる。
- E 複数のバーナを備えたボイラーで、負荷が下がりバーナの最低燃焼量を下回るおそれがある時は、運転しているバーナの数量を減じる。

- (1) A, C
- (2) A, E
- (3) B, C
- (4) B, D
- (5) D, E

問6 ボイラーの水管理に関する次のAからEまでの記述のうち、誤っているものを二つ選べ。

- A 溶解性蒸発残留物の濃度と電気伝導率は正比例するので、電気伝導率から溶解性蒸発残留物の正確な濃度がわかる。
- B 高圧ボイラーでのアルカリ処理は、ボイラー水のpHが高くなり、防食に役立っている保護被膜(四酸化三鉄(Fe_3O_4))を溶解させるおそれがある。
- C 固体も気体も水の温度が高くなると溶解度が増す。
- D 給水中の溶存酸素は、金属材料を腐食させる主な不純物である。一方、鋼表面に薄い、ち密な難溶性の酸化鉄(ヘマタイトなど)の被膜を保持する目的で、高純度な給水中に微量の酸素を溶存させる酸素処理がある。
- E 亜硫酸塩系脱酸素剤は、約 $280^{\circ}C$ 以上で熱分解し、硫酸ナトリウム(Na_2SO_4)や二酸化硫黄(SO_2)を発生し、復水pHの低下や腐食の因子となる。このため蒸気圧力 $5.0MPa$ 以上のボイラーでの使用は避けるべきである。

(終り)

受験番号	
------	--

燃料

特級ボイラー技士免許試験問題 燃料及び燃焼に関する知識

指示があるまで、試験問題を開かないでください。

〔注意事項〕

- 1 本紙左上の「受験番号」欄に受験番号を記入してください。
- 2 解答用紙の全ページの右上に受験番号と氏名を記入しましたか（確認）。
- 3 解答方法
 - (1) 試験問題は問1～問6です。
 - (2) 解答は、解答用紙に、各問の指示に基づき記入してください。
 - (3) 問4及び問5は五肢択一問題で、正答は一間につき一つだけです。二つ以上選択した場合は得点としません。
 - (4) 問6は五つの選択肢のうち指示されたものを二つ選ぶ問題です。二つとも正しい場合にのみ正答となります。
 - (5) 問1の解答スペースが不足する場合は解答用紙の裏面に続きを書いてもよいが、その場合は、必ず、その箇所に「裏面に続く」と書いてください。
 - (6) 解答以外のメモなどは、解答用紙に書かずに、この試験問題の余白を利用してください。なお、この試験問題の余白に記入したメモなどは採点されません。
 - (7) 筆記具は、HB又はBの鉛筆又はシャープペンシルを使用して明瞭に記入してください。訂正するときは、消しゴムできれいに消してから書き直してください。
- 4 受験票には何も記入しないでください。
- 5 試験時間は1時間です。試験開始後、30分以内は退室できません。
- 6 試験時間終了前に退室するときは、着席のまま無言で手を上げてください。試験監督員が席まで伺います。なお、退室した後は、再び試験室に入ることはできません。
- 7 試験問題と解答用紙は回収します。持ち帰ることはできません。
受験票は、次に受験する科目にお持ちください（受験科目がすべて終了した方はお持ち帰りください）。

問1 メタン (CH_4) (体積含有割合 $ch_4 = 1$ (100%)) を完全燃焼させた場合、次の間に答えよ。

ただし、燃焼用空気は体積比で O_2 が21%、 N_2 が79%で、気体の体積は標準状態 (0°C , 101.325kPa) に換算した値とする。

(1) このメタンの燃焼反応式を示せ。

(2) このメタンを空気比 $m = 1.1$ で燃焼させる場合、①～⑤の値を求めよ。

答は、本問で使用している記号を用いた計算式及び計算の過程を示し、結果は、①～④は小数点以下第3位を四捨五入し、⑤は小数点以下第2位を四捨五入せよ。

- ① 理論空気量 A_o [m^3/m^3 (燃料)]
- ② 理論乾き燃焼ガス量 V_{do} [m^3/m^3 (燃料)]
- ③ 実際の乾き燃焼ガス量 V_d [m^3/m^3 (燃料)]
- ④ 実際の湿り燃焼ガス量 V_w [m^3/m^3 (燃料)]
- ⑤ 実際の乾き燃焼ガス中の酸素の体積割合 [%]

問3 ばいじんの抑制対策と除去に関する次の記述について、文中の[]内に入る適切な語句を答えよ。

なお、同じ語句を複数回使用してもよい。

ばいじん抑制の基本的な考えは、液体燃料の場合、燃料の[①]と空気との[②]を良くし、燃焼のための[③]を十分にとることが重要である。また、燃料油中に水を混入してエマルジョン（油中水滴形）として燃焼させると、燃焼の際に油滴中の水が急激に[④]し、油滴がはじけて更に小さくなり、[①]を促進することでばいじんが低減する。

ばいじんを除去する装置として、比較的簡易な装置では、重力集じん装置、[⑤]集じん装置、遠心力集じん装置がある。重力式集じん装置は、粒子を自然沈降によって分離するもので、沈降室内のガス流速はできる限り[⑥]する。[⑤]集じん装置は、気流の急激な方向転換によるもので、適当なダストボックスの形状と大きさが必要である。遠心力集じん装置は含じんガスに旋回力を与え、粒子に作用する遠心力で粒子をガスから分離捕集する装置で、一般的にはサイクロン集じん装置と呼ばれている。ガスの流れから、[⑦]式と軸流式がある。集じん効率はサイクロン径が[⑧]、[⑨]が大きいくほど良くなる。処理ガス量が多い場合には、多数並べた[⑩]と呼ばれる装置が利用される。

大形の集じん装置では、[⑪]集じん装置、ろ過集じん装置、電気集じん装置がある。ベンチュリスクラバなどの水による[⑪]集じん装置では有害ガスも除去できるが、[⑫]の費用が高くなる。ろ過集じん装置はバグフィルタとも呼ばれ、一般的にろ布の材質により耐用温度が定まり、木綿で80℃、化学繊維で100～150℃、[⑬]で250℃が上限である。電気集じん装置は高圧の直流電源によってコロナ放電を起こさせ、ガス流れ中の粒子に電荷を与え、これを[⑭]力によって集じん極に捕集するもので、集じん効率は極めて高く、[⑮]も少ないので、大形ボイラーに使用される。

問4 硫黄酸化物抑制対策等に関する次のAからEまでの記述のうち、誤っているものみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 高煙突化により、ボイラー排ガス中の硫黄酸化物は拡散され、着地濃度は薄められ、 SO_x の許容排出量は大となるが、現在では、総量規制が行われている。
- B 産業用ボイラーでは、設備が簡易で建設費の低い、マグネシウム法、ソーダ法が多く用いられる。ソーダ法では、水酸化ナトリウム(苛性ソーダ)が炭酸カルシウム(石灰石)や水酸化マグネシウム(水マグ)より安価なため、ランニングコストが低くなる。
- C 脱硫方式には、石灰スラリを排ガスに直接噴射し、硫黄酸化物を吸収した固形分を下流の集じん装置で捕集する方法がある。
- D 燃料が燃焼すると、その中の硫黄分は SO_2 となるが、これは燃焼技術によって低減することが可能である。
- E 燃焼ガス中の SO_x が煙突から排出されると、大気中の水蒸気と結合し、硫酸を生成して「酸性雨」となり、地球環境を破壊する。

- (1) A, C
(2) A, D
(3) B, D
(4) B, E
(5) C, E

問5 燃料の燃焼形態に関する次のAからEまでの記述のうち、誤っているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 予混合火炎は拡散火炎に比べて不安定で、ガス流速をある範囲より大きくすると、火炎はバーナ口より離れ、更に大きくすると吹消える。反対に流速をある範囲より小さくすると、火炎はバーナの中に逆火する。
- B 液体燃料は、通常、バーナによって微粒化され、空気流に乗せられて炉内に運ばれ、粒子群全体として大きな予混合火炎となって燃焼する。
- C 気体燃料は不輝炎のため、燃焼室での火炎からの熱放射は少ないが、燃焼ガス中の水蒸気分が多いので、ガス高温部の伝熱管群内での不輝炎放射は大きい。
- D 都市ゴミ、RDF、RPFなどを燃料として用いられる流動層燃焼では、層全体が流動して、燃料、媒体、空気などの成分が均一となり、比較的低温燃焼が可能となるので、窒素酸化物の抑制にも効果が大きい。
- E 微粉炭は、可燃成分のほか灰分と称される不燃成分を含み、この灰分があることで可燃成分への酸素の供給を促し、拡散燃焼を促進する役割を果たす。

- (1) A, C
- (2) A, D
- (3) B, D
- (4) B, E
- (5) C, E

問6 燃焼室等に関する次のAからEまでの記述のうち、誤っているもののみを二つ選べ。

- A 燃焼室の機能は、燃料の安定した着火と燃焼を完結させることにある。バーナ燃焼では、燃焼室内空間で燃料と空気が混合し、着火して燃焼を完結させるため、これに必要な時間、火炎は燃焼室に滞留する必要がある。
- B 燃焼室の寸法決定に当たっては、一般に、燃焼室内で燃焼が完了すること、燃焼室出口におけるガス温度を適当に選ぶことによって、燃焼室の水循環を確保すること、の2点が重要であり、燃焼室出口のガス温度は、主として燃焼室の単位体積あたりの熱負荷によって決まる。
- C バーナと燃焼室の関係では、例えば、油バーナの場合、噴霧機構により火炎形状も大きく異なり、狭角バーナでは奥行きが長い燃焼室形状が要求され、広角バーナでは、燃焼室の幅が狭い場合には、油滴が未燃焼のまま壁面に衝突する可能性が大きくなって、幅の大きな燃焼室が要求される。
- D 燃焼室熱負荷は、容量の大きなボイラーの方が小さな値となるのが一般的な傾向であるが、NO_x低減対策のために燃焼室熱負荷を大幅に下げる場合もあって、実際の値は広い幅を持っている。燃焼室熱負荷の概略値は、20t/h前後の油^だ焚きボイラーで500～1800 kW/m³程度である。
- E ボイラー入熱に対するボイラー周壁からの放射熱損失の割合は、容量の小さいボイラーほど、また、負荷率が小さくなるほど小さくなる。

(終り)

受験番号	
------	--

法令

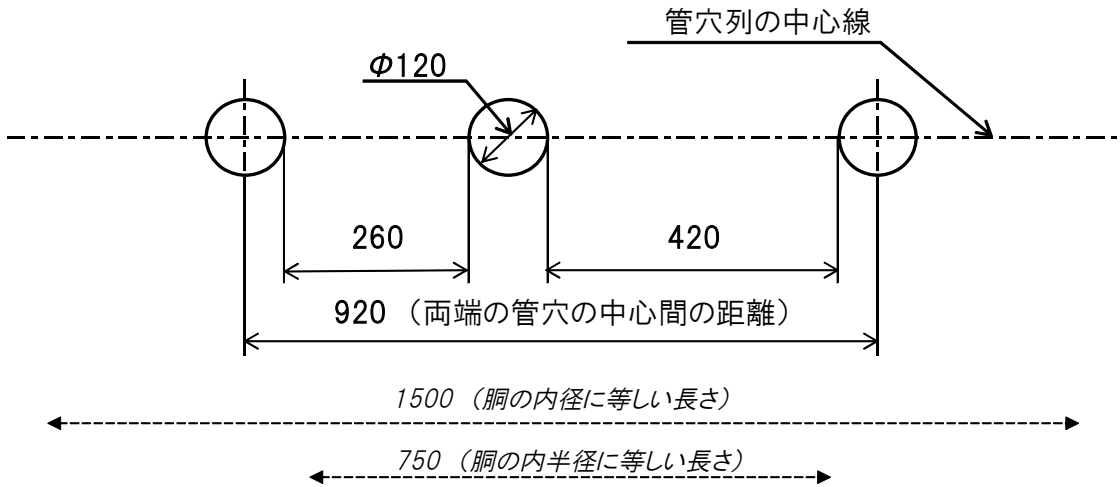
特級ボイラー技士免許試験問題 関係法令

指示があるまで、試験問題を開かないでください。

〔注意事項〕

- 1 本紙左上の「受験番号」欄に受験番号を記入してください。
- 2 解答用紙の全ページの右上に受験番号と氏名を記入しましたか（確認）。
- 3 解答方法
 - (1) 試験問題は問1～問6です。
 - (2) 解答は、解答用紙に、各問の指示に基づき記入してください。
 - (3) 問4及び問5は五肢択一問題で、正答は一間につき一つだけです。二つ以上選択した場合は得点としません。
 - (4) 問6は五つの選択肢のうち指示されたものを二つ選ぶ問題です。二つとも正しく答えた場合にのみ正答となります。
 - (5) 問1の解答スペースが不足する場合は解答用紙の裏面に続きを書いてもよいが、その場合は、必ず、その箇所に「裏面に続く」と書いてください。
 - (6) 解答以外のメモなどは、解答用紙に書かずに、この試験問題の余白を利用してください。なお、この試験問題の余白に記入したメモなどは採点されません。
 - (7) 筆記具は、HB又はBの鉛筆又はシャープペンシルを使用して明瞭に記入してください。訂正するときは、消しゴムできれいに消してから書き直してください。
- 4 受験票には何も記入しないでください。
- 5 試験時間は1時間です。試験開始後、30分以内は退室できません。
- 6 試験時間終了前に退室するときは、着席のまま無言で手を上げてください。試験監督員が席まで伺います。なお、退室した後は、再び試験室に入ることにはできません。
- 7 試験問題と解答用紙は回収します。持ち帰ることはできません。受験票は、お持ち帰りください。

問1 鋼製ボイラーにおいて、内面に圧力を受ける内径1500mmの胴の長手方向の一直線上に、下図に示すように、直径120mmの3つの管穴を不規則に配置するものとする。この胴の最小厚さの計算には、適切な当該管穴の列の効率を定めることが必要となる。そこで、下図の管穴列の効率として、両端の管穴の中心間の距離920mmと、そのうち管穴がない部分の長さの合計値680mmとの比から求めた0.73を用いることとしたいが、この効率を用いるには、次の条件A及び条件Bの2つを満足しなければならない。



条件A：管穴列の中心線（上図の一点鎖線。以下本問において同じ。）上の任意の位置における胴の内径に等しい長さ l_1 について、次の式によって計算した効率のうち最も小さいものが、最小厚さの計算に用いた効率以上であること。

$$\eta_1 = \frac{a+b+c+\dots}{l_1}$$

条件B：管穴列の中心線上の任意の位置における胴の内半径に等しい長さ l_2 について、次の式によって計算した値のうち最も小さいものが、最小厚さの計算に用いた効率の80%以上であること。

$$\eta_2 = \frac{a+b+c+\dots}{l_2}$$

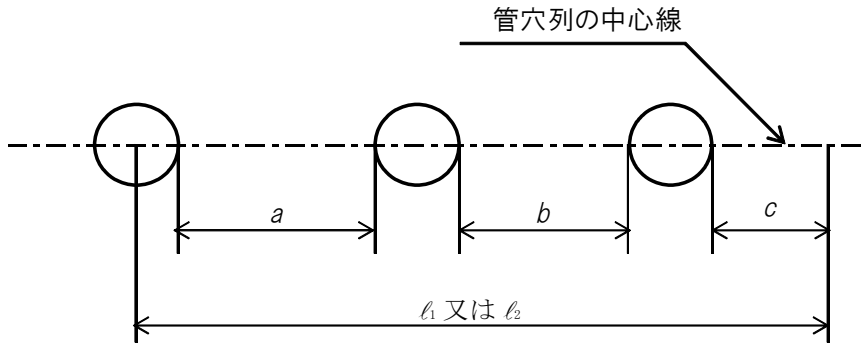
（次ページにつづく）

(問1のつづき)

条件Aの式及び条件Bの式において、

η_1, η_2 : 管穴がある部分の効率

a, b, c, \dots : 管穴列の中心線を l_1 又は l_2 で区切った時に、その中に含まれる管穴以外の部分の長さ(mm) (次図の例を参照のこと)



(管穴列の中心線のどこを l_1 又は l_2 で区切るかにより、 l_1 又は l_2 の中に占める管穴の部分の長さや管穴以外の部分の長さが変わる。このことを参考として、 η_1 又は η_2 が最小値となる場合を検討する。)

胴の最小厚さの計算に用いる上図の管穴部の効率として0.73を採用することができるか否かを検証するため、以下の設問に答えよ。

- (1) 条件Aの式によって得られる最も小さい値を求めよ。解答には、どのような場合に η_1 が最も小さい値となるのかの説明及び計算の過程を示し、計算結果は小数点以下第3位以下を切り捨て、小数点以下第2位まで答えよ。
- (2) 条件Bの式によって得られる最も小さい値を求めよ。解答には、どのような場合に η_2 が最も小さい値となるのかの説明及び計算の過程を示し、計算結果は小数点以下第3位以下を切り捨て、小数点以下第2位まで答えよ。
- (3) 次のアからウについて、それぞれ理由を付して答えよ。
 - ア 条件Aを満足するか否か。
 - イ 条件Bを満足するか否か。
 - ウ 胴の最小厚さの計算に用いる管穴部の効率を0.73とすることができるか否か。

問2 鋼製の蒸気ボイラー（貫流ボイラー及び移動式ボイラーを除く。）に備える吹出し管及びボイラーの吹出し作業に関する以下の事項について、法令上、定められていることを述べよ。

- (1) 最高使用圧力が1 MPa未満の蒸気ボイラーに備える吹出し管に取り付けられていなければならないもの
- (2) 最高使用圧力1 MPa以上の蒸気ボイラーの吹出し管に取り付けられていなければならないもの及びそれらの配置の方法
- (3) 2以上の蒸気ボイラーの吹出し管の配置の方法
- (4) ボイラーの吹出しを行うときの遵守事項（2項目）

問3 鋼製ボイラーの材料、構造、附属品等に関する次の文中の[]に入る法令に規定されている適切な数値を答えよ。

なお、同じ数値を複数回使用してもよい。

(1) 鋼製ボイラーの伝熱面における材料の使用温度は、内部の蒸気若しくは液体の最高温度に[①]度を加えた温度（放射過熱器にあつては、内部の蒸気の最高温度に[②]度以上を加えた温度）又は適切な方法によって求めた値を加えた温度とするものとする。

(2) 炭素の含有量が[③]パーセントを超える材料は、ボイラー又はボイラーの圧力を受ける部分のうち溶接を行うところには使用してはならない。

(3) 鉄鋼材料（熱処理等により強度を高めたボルト及び材料の使用温度が当該材料のクリープ領域にある場合を除く。）の許容引張応力は、次に掲げる値のうち最小のものとする。

イ 常温における引張強さの最小値の[④]分の1

ロ 材料の使用温度における引張強さの[⑤]分の1

ハ 常温における降伏点又は0.2パーセント耐力の最小値の[⑥]分の1

ニ 材料の使用温度における降伏点又は0.2パーセント耐力の[⑦]分の1（オーステナイト系ステンレス鋼鋼材であつて、都道府県労働局長の認めた箇所に使用されるものについては、材料の使用温度における0.2パーセント耐力の[⑧]パーセントとすることができる。）

(4) 材料の許容せん断応力は、許容引張応力の[⑨]パーセントの値とする。

(5) 蒸気ボイラーは、最高使用圧力の[⑩]倍の圧力（その値が[⑪]メガパスカル未満のときは、[⑪]メガパスカル）により水圧試験を行つて異状のないものでなければならない。

(6) ボイラーの鑄鉄品の部分は、最高使用圧力の[⑫]倍の圧力によつて水圧試験を行つて異状のないものでなければならない。

(次ページにつづく)

(問3のつづき)

(7) 水の温度が $\boxed{\text{⑬}}$ 度を超える温水ボイラーには、内部の圧力を最高使用圧力以下に保持することができる安全弁を備えなければならない。

(8) 蒸気ボイラーに取り付ける圧力計の目盛盤の最大指度は、最高使用圧力の $\boxed{\text{⑭}}$ 倍以上 $\boxed{\text{⑮}}$ 倍以下の圧力を示す指度としなければならない。

問4 鋼製ボイラーの自動給水調整装置等についての次のAからEまでの記述のうち、法令上、誤っているもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

ただし、本問において、低水位燃料遮断装置とは、起動時に水位が安全低水面以下である場合及び運転時に水位が安全低水面以下になった場合に、自動的に燃料の供給を遮断する装置をいい、低水位警報装置とは、水位が安全低水面以下の場合に、警報を発する装置をいうものとする。

- A 蒸気ボイラーに自動給水調整装置を設けるときは、ボイラーごとに独立して当該装置を設けなければならない。ただし、同一型式で、同一の性能を有する蒸気ボイラーを併設し、それらを結合して使用する場合には、これらボイラーに共通の自動給水調整装置とすることができる。
- B 自動給水調整装置を有する蒸気ボイラー（貫流ボイラーを除く。）には、当該ボイラーごとに、低水位燃料遮断装置を設けなければならない。
- C 貫流ボイラーには、当該ボイラーごとに、起動時にボイラー水が不足している場合及び運転時にボイラー水が不足した場合に、自動的に燃料の供給を遮断する装置又はこれに代わる安全装置を設けなければならない。
- D 自動給水調整装置を有する蒸気ボイラー（貫流ボイラーを除く。）で、燃料の性質又は燃焼装置の構造により、燃料の緊急遮断が不可能なものには、低水位燃料遮断装置に代えて低水位警報装置を設けることができる。
- E 自動給水調整装置を有する蒸気ボイラー（貫流ボイラーを除く。）ごとに設けられた低水位警報装置からの警報がボイラー室内の制御盤に表示されるようにし、かつ、ボイラー技士を常駐させてこれらのボイラーを管理するときは、低水位燃料遮断装置を設けないことができる。

- (1) A, C
- (2) A, E
- (3) B, C
- (4) B, D
- (5) D, E

問5 鋼製ボイラーの燃焼安全装置についての次のAからEまでの記述のうち、法令に定めがないもののみの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 燃焼安全装置とは、異常消火又は燃焼用空気の異常な供給停止が起こったときに、自動的にこれを検出し、直ちに燃料の供給を遮断することができる装置をいう。
- B 燃焼安全装置は、震度5相当以上の揺れが発生したときに、自動的にこれを検出し、直ちに燃料の供給を遮断することができる機能を有するものでなければならない。
- C 自動的に点火することができるボイラーに用いる燃焼安全装置は、炉内及び煙道内の換気が一定時間行われたことが確認できない場合に、燃焼を開始させない機能を有するものでなければならない。
- D 燃焼安全装置は、当該装置の作動用動力源が断たれた場合に直ちに燃料の供給を遮断するものでなければならない。
- E 燃焼安全装置は、当該装置の作動用動力源が断たれている場合及び復帰した場合に、自動的に燃料の遮断が解除されるものでないこと。

- (1) A, C
- (2) A, E
- (3) B, C
- (4) B, D
- (5) D, E

問6 次のAからEまでに掲げた検査のうち、法令上、行われることのない検査のみを二つ選べ。

- A ボイラー設置者が希望する場合の所轄労働基準監督署長による性能検査
- B 休止中良好な状態に維持管理されていたボイラーの所轄労働基準監督署長による使用再開検査
- C 所轄労働基準監督署長から依頼を受けた場合の登録性能検査機関による性能検査時変更検査
- D 外国においてボイラーを製造した者が受ける登録製造時等検査機関による使用検査
- E 指定外国検査機関による検査データが添付されたボイラーの登録製造時等検査機関による使用検査

(終り)

特級ボイラー技士免許試験

ボイラーの**構造**に関する知識 正答・正答例

問 1 (正答例)

$$(1) \quad \Delta t_{msa} = \frac{(T_{g1a} - ts) - (T_{g2a} - tha)}{\ell_n \frac{T_{g1a} - ts}{T_{g2a} - tha}} = \frac{(590 - 214.87) - (445 - 300)}{\ell_n \frac{590 - 214.87}{445 - 300}} = \frac{230.13}{\ell_n 2.5871} = 242.11^\circ\text{C} \doteq 242.1^\circ\text{C}$$

(2) 排ガス量、比熱、熱貫流率、伝熱面積を当初計画値と同一とすれば、当初計画と実際運転時の熱吸収量(熱交換量)の比率は、汚れ係数 Cd を介して次式が成り立つ。

$$\frac{T_{g1a} - T_{g2a}}{T_{g1} - T_{g2}} = Cd \times \frac{\Delta t_{msa}}{\Delta t_{msp}}$$

従って

$$Cd = \frac{\Delta t_{msp}}{\Delta t_{msa}} \times \frac{T_{g1a} - T_{g2a}}{T_{g1} - T_{g2}} = \frac{180.31}{242.11} \times \frac{590 - 445}{510 - 380} = 0.8306 \doteq 0.831$$

(3) 過熱器の当初計画時の伝熱面積を A_{sp} 、運転結果を反映した改造計画の伝熱面積を A_{sr} とすれば、当初計画通りの熱吸収量(熱交換量)であれば、当初計画時の熱貫流率を K_p として次式が成り立つ。

$$K_p \cdot A_{sp} \cdot \Delta t_{msp} = Cd \cdot K_p \cdot A_{sr} \cdot \Delta t_{msr} \quad \text{従って}$$

$$\frac{A_{sr}}{A_{sp}} = \frac{\Delta t_{msp}}{Cd \times \Delta t_{msr}} = \frac{180.31}{0.8306 \times 265.74} = 0.8169 \doteq 0.817 (81.7\%)$$

(4) 低温蒸発器の改造計画の Δt_{mvr} は

$$\Delta t_{mvr} = \frac{(T_{g2r} - ts) - (T_{g3r} - ts)}{\ell_n \frac{T_{g2r} - ts}{T_{g3r} - ts}} = \frac{(460 - 214.87) - (300 - 214.87)}{\ell_n \frac{460 - 214.87}{300 - 214.87}} = \frac{160}{\ell_n 2.8795} \doteq 151.28^\circ\text{C}$$

上記(2)に記す関係式に当初計画の伝熱面積 A_{vp} と改造計画の伝熱面積 A_{vr} の関係を含めると

$$\frac{T_{g2r} - T_{g3r}}{T_{g2} - T_{g3}} = Cd \times \frac{A_{vr} \cdot \Delta t_{mvr}}{A_{vp} \cdot \Delta t_{mvp}}$$

が成り立つ。従って、汚れ係数 Cd を当初計画通り ($Cd=1.0$) とすれば、

$$\frac{A_{vr}}{A_{vp}} = \frac{\Delta t_{mvp}}{\Delta t_{mvr}} \times \frac{T_{g2r} - T_{g3r}}{T_{g2} - T_{g3}} = \frac{120.75}{151.28} \times \frac{460 - 300}{380 - 300} = 1.5963 \doteq 1.596 (159.6\%)$$

問 2 (正答例)

$$(1) \quad \eta_1 = \frac{W(h_2 - h_1)}{H_l + Q} \times 100 (\%)$$

$$(2) \quad \eta_2 = \left(1 - \frac{L_l}{H_l + Q}\right) \times 100 (\%)$$

$$(3) \quad E_e = \frac{E_s(h_2 - h_1)}{2257} \quad (\text{kg/h})$$

$$(4) \quad H_b = \frac{E_s(h_x - h_e)}{S_b} \quad (\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}))$$

特級ボイラー技士免許試験
ボイラーの**取扱**に関する知識 正答・正答例

問 1 (正答例)

(濃度の単位 mg/L は、g/t と同じ濃度であるから、以下の各式において D_o 、 S_o 、 A の単位は、いずれも g/t とする。
また、 C 、 C_s 、 E 、 S はいずれも 1 t あたりの量 (g) である。)

(1) 給水中の溶存酸素を亜硫酸ナトリウムで除去する場合の注入量 C

$$C = \frac{\text{Na}_2\text{SO}_3}{\frac{1}{2}\text{O}_2} \times D_o = \frac{126}{16} \times 6 = 47.25 = 47.3\text{g}$$

(2) 亜硫酸ナトリウムによる全蒸発残留物の増加量 C_s

$$C_s = \frac{\text{Na}_2\text{SO}_3}{\frac{1}{2}\text{O}_2} \times D_o + D_o = \frac{126}{16} \times 6 + 6 = 53.25 = 53.3\text{g}$$

(3) 亜硫酸イオン濃度 $S_o = 15\text{mg/L}$ に保持する亜硫酸ナトリウム注入量 E

$$E = \frac{\text{Na}_2\text{SO}_3}{\text{SO}_3^{2-}} \times S_o \times \frac{b}{100}$$

$$= \frac{126}{80} \times 15 \times \frac{10}{100} = 2.36 = 2.4\text{g}$$

(4) 亜硫酸ナトリウム注入後の全蒸発残留物の量 S

$$S = A + C_s + E$$

$$= 120 + 53.3 + 2.4 = 175.7\text{g}$$

(5) ブロー率 10% でボイラー水の全蒸発残留物濃度 B を 2000mg/L 以下に保持できるか。給水の全蒸発残留物濃度を S_a [mg/L] とすると、 $S_a = S$

$$\text{ブロー率 } b = \frac{S}{B} \times 100$$

$$B = \frac{S}{b} \times 100$$

$$= \frac{175.7}{10/100} = 1757\text{mg/L}$$

従って、 $B = 2000\text{mg/L}$ 以下なので保持できる。

問 3 (正答例)

(1) ① 高く

(2) ② 付着

③ 流動

④ 熱貫流

(3) ⑤ 酸素

⑥ 脱気

(4) ⑦ 露点

⑧ 硫酸ガス

⑨ 低硫黄

⑩ 低酸素

⑪ 伝熱面

(5) ⑫ 蒸気

⑬ 通水

(6) ⑭ボイラー水の一部

⑮ 循環

問 4 答 (2)

問 5 答 (4)

問 6 答 A, C (順序は問わない。)

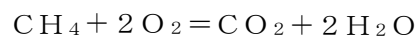
特級ボイラー技士免許試験

燃料及び燃焼に関する知識 正答・正答例

問 1 (正答例)

(1)

燃焼反応式



(2)

体積含有割合 $ch_4 = 1$ 空気比 $m = 1.1$ ① 理論空気量 A_0 [m^3/m^3 (燃料)]

$$\begin{aligned} A_0 &= \frac{1}{0.21} (2 \times ch_4) \\ &= \frac{1}{0.21} (2 \times 1) = 9.523 \doteq 9.52 \text{ m}^3/\text{m}^3(\text{燃料}) \end{aligned}$$

② 理論乾き燃焼ガス量 V_{d0} [m^3/m^3 (燃料)]

$$\begin{aligned} V_{d0} &= \text{CO}_2 \text{量} + 0.79A_0 \\ &= 1 \times ch_4 + 0.79 \times 9.523 = 8.523 \doteq 8.52 \text{ m}^3/\text{m}^3(\text{燃料}) \end{aligned}$$

③ 実際の乾き燃焼ガス量 V_d [m^3/m^3 (燃料)]

$$\begin{aligned} V_d &= V_{d0} + (m-1)A_0 \\ &= 8.523 + (1.1-1) \times 9.523 = 9.475 \doteq 9.48 \text{ m}^3/\text{m}^3(\text{燃料}) \end{aligned}$$

④ 実際の湿り燃焼ガス量 V_w [m^3/m^3 (燃料)]燃料 1 m^3 から発生する水蒸気の量を W_s とすると、燃焼反応式より $W_s = 2 \times ch_4 = 2$

$$\begin{aligned} V_w &= V_d + W_s \\ &= 9.475 + 2 = 11.475 \doteq 11.48 \text{ m}^3/\text{m}^3(\text{燃料}) \end{aligned}$$

⑤ 実際の乾き燃焼ガス中の酸素の体積割合 [%]

$$\begin{aligned} \text{酸素の体積割合} &= \frac{(m-1)A_0}{V_d} \times 0.21 \times 100 \\ &= \frac{(1.1-1) \times 9.523}{9.475} \times 0.21 \times 100 = 2.11 \doteq 2.1 \% \end{aligned}$$

問 2 (正答例)

番号	設備又は機器の名称	機 能
①	サービスタンク	燃焼設備に供給する燃料油を定格油量の2時間分程度ためておく。
		タンク出口の油加熱器で燃料油を加熱する。
②	噴燃ポンプ	燃料油をバーナから噴射するのに必要な圧力まで昇圧して供給する。
③	油量調節弁	バーナへ供給する燃料油量を負荷に応じて調節する。
④	油遮断弁	運転停止や緊急遮断の際にバーナへの燃料油の供給を遮断する。
⑤	戻り系統切替え弁	ボイラー起動時の重油のウォームアップ時や、油遮断弁が閉じてボイラーの運転が停止されたとき、弁を開いて油タンクへ戻す。

問 3 (正答例)

①微粒化

②混合

③時間

④沸騰

⑤慣性力

⑥小さく

⑦接線流入

⑧小さく

⑨流入ガス速度

⑩マルチサイクロン

⑪洗浄

⑫排水処理

⑬ガラス繊維

⑭クーロン

⑮圧力損失

問 4 答 (3)

問 5 答 (4)

問 6 答 B, E (順序は問わない。)

特級ボイラー技士免許試験
関係 **法令** 正答・正答例

問 1 (正答例)

(1) (η_1 が最も小さい値となる場合の説明)

管穴列の中心線を l_1 (又は1500mm) で区切って、その中に3つの管穴すべてが含まれるとき、条件Aの式の分子の値が最小となり、管穴部の効率も最小になる。

(計算)

条件Aの式の分子の管穴の間の寸法の合計値は、 l_1 : 1500mmから3つの管穴の直径の合計を減じた数値に等しくなるから、

$$\eta_1 = \frac{1500 - 120 \times 3}{1500} = \frac{1140}{1500}$$
$$= 0.76$$

(2) (η_2 が最も小さい値となる場合の説明)

管穴列の中心線を l_2 (又は750mm) で区切って、その中に2つの管穴が含まれるとき、条件Bの分子の値が最小となり、管穴部の効率も最小になる。

(計算)

$$\eta_2 = \frac{750 - 120 \times 2}{750} = \frac{510}{750}$$
$$= 0.68$$

(3)

ア 条件Aについて

(理由) 条件Aの式で求めた効率の最小値0.76と、最小厚さの計算に用いようとする効率0.73とを比較すると、条件Aの式で求めた効率の方が大きい。

(結論) 条件Aは満足する。

(問1 (3) のつづき)

(3) イ 条件Bについて

(理由) 条件Bの式で求めた効率の最小値0.68と、最小厚さの計算に用いようとする効率0.73の80%である0.59を比較すると、条件Bの式で求めた効率の方が大きい。

(結論) 条件Bは満足する。

ウ 管穴の部分の効率を0.73とできるか否か

(理由) 条件A及び条件Bの両方を満足する。

(結論) できる。

問 2 (正答例)

(1) 最高使用圧が1 MPa未満の蒸気ボイラーに備える吹出し管に取り付けられていなければならないもの

吹出し弁又は吹出しコック

(2) 最高使用圧が1 MPa以上の蒸気ボイラーの吹出し管に取り付けられていなければならないもの及びそれらの配置の方法

吹出し弁を二個以上又は吹出し弁と吹出しコックをそれぞれ一個以上直列に取り付けること

(3) 2以上の蒸気ボイラーの吹出し管の配置の方法

ボイラーごとにそれぞれ独立していること

(4) ボイラーの吹出しを行うときの遵守事項

一人で同時に2以上のボイラーの吹出しを行わないこと

吹出しを行う間は、他の作業を行わないこと

