

特級ボイラー技士試験問題

関 係 法 令

受験番号	
------	--

問 1 内圧を受けるボイラーの胴の内径基準による板の最小厚さ t (mm) は、次式により求めることができる。

$$t = \frac{P \cdot D_i}{2\sigma_a \cdot \eta - 2P(1 - k)} + \alpha$$

ここで、 P は最高使用圧力 (MPa)、 D_i は胴の内径 (mm)、 σ_a は材料の許容引張応力 (N/mm^2)、 η は長手継手の効率、 k は材料と蒸気等の温度に応じた値、 α は付け代 (mm) を示す。

(1) この式を変形し、外径基準による板の最小厚さ t (mm) を求める式を導出せよ。

ただし、外径を D_o (mm) とし、式の変形中においては α を無視するものとする。

(2) このボイラーの胴に、材料 SB 450 を使用し、長手継手の放射線検査を行う場合、板の最小厚さ t_1 (mm) を求めよ。

ただし、胴の内径は 1300 mm、最高使用圧力は 1.2 MPa、SB 450 の許容引張応力は $112 \text{ N}/\text{mm}^2$ 、 k は 0.4、長手継手の効率は 0.95、付け代は 1 mm とする。

答は、小数点以下第 2 位を四捨五入せよ。

問 2 次の問に答えよ。

(1) ボイラー及び圧力容器安全規則上、事業者が、ボイラーの低水位事故を防止するため行わなければならない事項又は行ってはならない事項を 3 つ述べよ。

(2) ボイラー及び圧力容器安全規則上、事業者が、ボイラーの燃焼室や煙道での爆発事故を防止するため行わなければならない事項又は行ってはならない事項を 3 つ述べよ。

問 3 法令上、次の文中の□内に入る適切な語句又は数値を答えよ。

- (1) 使用を廃止した移動式ボイラーを再び使用しようとする場合、ボイラー検査証は、□に合格した後に□から交付される。
- (2) ボイラーに係る性能検査を受ける者は、ボイラー(燃烧室を含む。)及び□を冷却し、□し、その他性能検査に必要な準備をしなければならない。ただし、□が認めたボイラーについては、この冷却及び□をしないことができる。
- (3) 鋼製ボイラーの溶接部(溶接金属の縁から□mm以内の部分を含む。)には、穴を設けてはならない。ただし、□を行い、かつ、□に合格した溶接部についてはこの限りでない。
なお、□は、穴の中心から測って両側に穴の径の□倍以上の範囲について行わなければならない。
- (4) 鋼製ボイラーの溶接部は、□が十分で、かつ、□又はアングカット、オーバーラップ、クレータ、スラグの巻込み、□等で有害なものがあるてはならない。
- (5) □を発生する鋼製蒸気ボイラーにあつては、安全弁を□の構造とするか、又は安全弁からの排気を□外の安全な場所へ導くようにしなければならない。

問 4 次のAからEまでの記述のうち、法令上、誤っているものの組合せは(1)~(5)のうちどれか。

- A 最高使用圧力とは、実際に使用する最高圧力をいう。
- B 所轄労働基準監督署長から計画届の免除の認定を受けた事業者であれば、小型ボイラーを設置したとき、所轄労働基準監督署長に小型ボイラー設置報告書を提出しなくてもよい。
- C ボイラー室その他のボイラー設置場所に燃料を貯蔵するときは、これをボイラーの外側から 2 m (固体燃料にあつては 1.2 m)以上離しておかななければならない。ただし、ボイラーと燃料又は燃料タンクとの間に適当な障壁を設ける等防火のための措置を講じたときは、この限りでない。
- D ボイラー室には 2 以上の出入口を設けなければならない。ただし、ボイラーを取り扱う労働者が緊急の場合に避難するのに支障がないボイラー室については、この限りでない。
- E ボイラーを輸入しようとするときは、外国に住所を有し、厚生労働大臣が指定する者が検査し、合格したものであれば、都道府県労働局長の使用検査を受けなくてもよい。

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

問 5 次のAからEまでの記述のうち、法令上、誤っているものの組合せは(1)~(5)のうちどれか。
なお、それぞれの記述におけるボイラーは鋼製のものとする。

- A 最高使用圧力以上の圧力を受けるおそれのない温水ボイラーは、最高使用圧力(その値が 0.2 MPa未満のときは 0.2 MPa)により水圧試験を行って異状のないものでなければならない。
- B ボイラーに設けられた爆発戸の位置がボイラー技士の作業場所から 2 m以内にあるときは、当該ボイラーに爆発ガスを安全な方向へ分散させる装置を設けなければならない。
- C 近接した二以上の蒸気ボイラーを結合して使用する場合に設ける自動給水調整装置については、当該結合して使用する蒸気ボイラーは一の蒸気ボイラーとみなされるので、蒸気ボイラーごとに設けなくてもよい。
- D 炭素の含有量が 0.35 %を超える材料は、ボイラーの圧力を受ける溶接を行う部分に使用してはならない。
- E 厚さの許容寸法について、ボイラーの管以外の部分の厚さは、最小厚さから 0.25 mmを減じた値以上でなければならない。

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

問 6 次のAからEまでの記述のうち、法令上、誤っているものの組合せは(1)~(5)のうちどれか。

- A ボイラーの溶接の業務のうち、フランジを取り付ける場合の溶接の業務については、普通ボイラー溶接士をつかせることができる。
- B 二級ボイラー技士であれば、すべてのボイラーの取扱いの業務につかせることができる。
- C ボイラーの整備の業務については、ボイラー整備士のほか、特級ボイラー技士で、ボイラーの整備の補助の業務に 6 月以上従事した経験を有するものをつかせることができる。
- D 18 歳未満の者であっても二級ボイラー技士免許試験を受験することができる。
- E いわゆる簡易ボイラーの爆発事故が発生した場合、人的被害のないときは所轄労働基準監督署長に事故報告書を提出しなくてもよい。

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

特級ボイラー技士試験問題

ボイラーの構造に関する知識

受験番号	
------	--

問 1 次の問に答えよ。

(1) ある自然循環式水管ボイラーのドラム出口蒸気を測定したところ、圧力 $P = 2.3 \text{ MPa}$ 、比エンタルピ $h = 2740 \text{ kJ/kg}$ であった。

この蒸気の乾き度 $x(\%)$ を求めよ。

ただし、圧力基準による飽和水の比エンタルピ h (kJ/kg)及び飽和蒸気の比エンタルピ h (kJ/kg)は次表によるものとする。

絶対圧力 (MPa)	飽和水の比エンタルピ (kJ/kg)	飽和蒸気の比エンタルピ (kJ/kg)
2.2	930.98	2800.20
2.3	941.63	2800.92
2.4	951.95	2801.54
2.5	961.98	2802.04

答は、本問で使用している記号を用いて計算式を示し、小数点以下第 2 位を四捨五入せよ。

(2) ボイラー本体出口から空気予熱器入口に至る鋼板製角形煙道がある。煙道の内形寸法は、縦 $a = 1200 \text{ mm}$ 、横 $b = 900 \text{ mm}$ 、長さ $l = 3600 \text{ mm}$ で、鋼板の厚さ $\delta_1 = 4.5 \text{ mm}$ である。煙道の外面は、厚さ $\delta_2 = 50 \text{ mm}$ の保温材で覆われている。

次の ~ の値を求めよ。

煙道、保温材を通じた内部ガスから大気への熱通過率(熱貫流率) $K \{W/(m^2 \cdot K)\}$

保温材外面からの放散熱量 $Q \text{ (MJ/h)}$

稼働日数 $N = 300 \text{ 日/年}$ でボイラーを連続運転した場合における、 Q をA重油に換算したときの燃料量 $F \text{ (t/年)}$

ただし、内部ガス温度 $t_g = 350$ 、大気温度 $t_a = 15$ 、煙道内壁面の熱伝達率 $\alpha_g = 23 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ 、保温材外面の熱伝達率 $\alpha_a = 16 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ 、煙道の熱伝導率 $\lambda_1 = 50 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 、保温材の熱伝導率 $\lambda_2 = 0.12 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 、A重油の低発熱量 $H_l = 42.5 \text{ MJ/kg}$ とする。また、鋼板と保温材は完全に密着しており、伝熱する面積は煙道内面から保温材外面まで一定で保温材外面の面積に等しいものとし、 α_g 及び α_a の値はそれぞれ4面とも同一であるものとする。

答は、それぞれ、本問で使用している記号を用いて計算式を示し、小数点以下第 2 位を四捨五入せよ。

問 2 炉筒煙管ボイラーと水管ボイラーに関し、次の ~ の事項についてそれぞれ述べよ。

構造上の特徴

ボイラー水の循環

使用圧力の範囲と主な用途

使用燃料

問 3 次の文中の□に入る適切な数値、語句又は式を答えよ。

(1) 熱量の単位には J、仕事の単位には N・m、動力の単位には W がそれぞれ用いられる。これらの単位の関係は、次のとおりである。

$$1 \text{ N}\cdot\text{m} = \square \text{ J}, 1 \text{ kW} = \square \text{ MJ/h}$$

(2) 単位質量のガスを、一定圧力のもとで温度 1 K (1) 上げるのに要する熱量 c_p を □ といい、一定体積のもとで温度 1 K (1) 上げるのに要する熱量 c_v を □ という。単位はいずれも □ で表す。□ と □ との比 k を □ という。

(3) 胴板又はドラム板を円筒状に巻いて溶接したものの両端に鏡板を溶接で取り付ける場合、長手継手と周継手において、一般に □ の応力は □ の応力の □ である。溶接継手効率としては、□ のものを考えればよい。

ドラムに管穴列を設ける場合、穴径 d の管穴をドラムの長手方向に同一ピッチ p_l で配列するときの長手効率 η_l は、□ で表される。また、穴径 d の管穴をドラムの周方向に同一ピッチ p_c で配列するときの p_c は、一般に周効率 η_c が η_l の □ 以上になるように定めることができる。

(4) 自動制御を行っているボイラーを 2 基以上並列運転する場合、1 つの圧力調節器(主調節器)を設け、その制御信号を負荷配分器に入れて、それぞれのボイラーに負荷を配分する方法として次の方法がある。

- ・負荷をそれぞれのボイラーにある □ で配分する方法
- ・あるボイラーの負荷を □ にさせて、他のボイラーで負荷変動を □ させる方法

問 4 次の A から E までは、ボイラーの材料等に関する記述であるが、誤っているものの組合せは (1) ~ (5) のうちどれか。

A 材料に繰返し応力が働く場合は、引張強さよりもずっと低い応力で材料が破壊する。これを材料の疲れという。繰返し応力 S と破壊するまでの繰返し数 N との関係を示した図を S - N 曲線といい、疲れ破壊の生じない応力の限界を材料の疲れ限度という。

B 炭素鋼の内部応力を除去するためには、 A_1 変態温度以下の 600 ~ 650 に加熱し、その後徐冷する。これを応力除去焼鈍という。

C 重油専焼ボイラーにおいて、その重油の灰分に五酸化バナジウム (V_2O_5) が含まれていると、これがボイラー伝熱面(鉄鋼表面)に付着し、 V_2O_5 を含んだスケールが生成される。このスケールは融点が低いので、650 ~ 700 程度でも伝熱面が激しく酸化される。これをバナジウムアタックという。

D 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。この伸びが拘束されるとそこに応力が生じる。これを熱応力といい、その値は温度差 4 につき約 1 N/mm^2 である。

E ある一定の体積の湿り空気に含まれる水蒸気の量と乾き空気の量との質量比を相対湿度といい、ある温度の湿り空気中の水蒸気分圧とその温度に対する水蒸気の飽和圧力との比を絶対湿度という。

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

問 5 次の A から E までは、ボイラーの附属設備、附属品等に関する記述であるが、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 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ときに入口側の圧力を吹始め圧力といい、安全弁がポップ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の入口側の圧力を吹止まり圧力という。
- B 水管ボイラーの水冷壁下部管寄せの吹出し弁は、ボイラー停止時にボイラー水を抜き出すための装置であって、運転中に不純物を排出するための装置ではない。
- C 蒸気の過熱温度は、放射形過熱器ではボイラーの負荷が増大すると上昇する温度特性になるが、対流形過熱器では逆に低下する温度特性になる。
- D ボイラー出口排ガスの余熱を利用して燃焼用空気を予熱する空気予熱器は、燃焼効率を増大させ、過剰空気量も少なくし、さらに空気予熱器によって排ガス温度を 20 下げることによりボイラー効率を約 5 % 増加させる。
- E ボイラーの蒸気出口に用いる止め弁として、玉形弁及びアングル弁は、蒸気通路が S 字形又は L 字形になっていて流れの抵抗が大きくなるため主に小容量ボイラーに用いられ、大容量ボイラーには仕切弁が用いられる。

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

問 6 次の A から E までは、ボイラーの自動制御に関する記述であるが、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 空気量の調節方法について、出口ダンパによる開度の制御は、簡単で応答も速いが低負荷では動力損失が大きい。インバータによるファンの回転数の制御は、制御の精度が高く低負荷でも動力損失が小さい。
- B ボイラードラムの水位制御において、給水量を操作したときのドラムの水位は、むだ時間 L を経過してからほぼ直線的に変化し、この直線のこう配から時定数 T が定義される。この水位制御の安定度は、 T と L との比 T/L で決まり、この値が小さい場合は制御が容易であり、大きい場合は制御が困難である。
- C 効率よく燃焼を行わせるため、燃焼ガス成分を検出して空燃比を制御する方法では CO_2 計や O_2 計が用いられる。燃料の種類によって、 O_2 ガス成分はバラツキが多いが CO_2 ガス成分はバラツキが少ないので、 O_2 計よりも CO_2 計を用いる方法が一般的である。
- D 起動時チェック形の燃焼安全装置は、ボイラー起動時に制御回路の安全性チェックを行い、正常であることが確認されない限り起動しないようにする制御装置である。24 時間以上連続運転するボイラーでは、起動時チェック形の燃焼安全装置だけでは安全確認が不十分であるため、常時チェック形の燃焼安全装置と火炎検出器を使用する必要がある。
- E 過熱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、火炉の吸収熱を変えるときのバーナ噴射角度、ボイラー後部の低温ガスを火炉へ再循環させるときの再循環ガス量などがある。

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

特級ボイラー技士試験問題

燃料及び燃焼に関する知識

受験番号	
------	--

- 問 1 ある瀝青炭^{れき}の元素分析値は、質量比で炭素 $c = 0.623$ 、水素 $h = 0.047$ 、酸素 $o = 0.118$ 、窒素 $n = 0.013$ 、硫黄 $s = 0.022$ 、水分 $w = 0.009$ 、灰分 $a = 0.168$ である。
次の問に答えよ。
ただし、燃焼用空気は体積比で O_2 が 21 %、 N_2 が 79 % とする。

(1) この瀝青炭の可燃成分の燃焼反応式を示せ。

(2) この瀝青炭を空気比 $m = 1.22$ で燃焼させる場合、次の ~ の値を求めよ。

理論空気量 A_o (m^3/kg 燃料)

実際空気量 A (m^3/kg 燃料)

理論乾き燃焼ガス量 V_{do} (m^3/kg 燃料)

乾き燃焼ガス量 V_d (m^3/kg 燃料)

湿り燃焼ガス量 V (m^3/kg 燃料)

答は、それぞれ、本問で使用している記号を用いて計算式を示し、小数点以下第 3 位を四捨五入せよ。

- 問 2 ボイラーの NO_x 抑制の主な基本原理 4 つを次の A、B、C、D とするとき、下の問に答えよ。

A : 燃焼域での酸素濃度を低くすること。

B : 燃焼温度を低くすること。特に局所的高温域をなくすこと。

C : 高温域での燃焼ガスの滞留時間を短くすること。

D : 窒素化合物の少ない燃料を使用すること。

次の ~ の NO_x 低減方法について、それぞれ基本原理 A ~ D のうちどれに該当するかを示すとともに、その低減方法の内容又は基本原理に該当する理由を述べよ。

低空気比燃焼

分割火炎燃焼

燃焼室熱負荷の低減

天然ガスの使用

空気予熱器に代えてのエコノマイザの使用

問 3 次の文中の□内に入る適切な語句を答えよ。

□燃焼方式の微粉炭燃焼では、石炭をミルにより微粉碎するが、この間、空気予熱器で昇温された空気の一部を□で送し、石炭の乾燥を行い、そのまま微粉炭をバーナへ搬送する。

バーナでは、□用空気とともにこの微粉炭を炉内へ吹き込み、浮遊状態にして□燃焼させる。

その燃焼は、着火時間や燃焼時間が□燃料に近く、□空気で□燃焼となり、□追従性がよく、□に組み込むのも容易であるほか、他燃料との□も可能である。

しかし、□によりボイラー及び機器類の各所で□が発生するので□がかさむ。また、ボイラー本体は比較的大きい□を必要とするほか、排ガス処理用の□を装備する必要がある。

問 4 次のAからEまでは、純粋ガスの性状等に関する記述であるが、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

A 水素(H_2)の空気中の爆発限界の範囲は、メタン(CH_4)のそれより広い。

B 水素(H_2)を完全燃焼するための理論空気量(m_N^3/m_N^3)は、一酸化炭素(CO)のそれとは異なる値である。

C ブタン(C_4H_{10})を気体燃料として用いる場合は、他の蒸気圧の高い成分ガスと混合してその分圧を低下させて液化を防止する対策が必要である。

D 一酸化炭素(CO)の密度(kg/m_N^3)は、空気のそれより大きい。

E 水素(H_2)の最大燃焼速度(m/s)は、メタン(CH_4)のそれより大きい。

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

問 5 次のAからEまでは、燃焼装置等に関する記述であるが、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 予混合形ガスバーナは、火炎が長く、火炎温度が低い特徴があるが、調節を誤ると逆火する危険性がある。
- B 主油加熱器で燃料油の粘度を適正に保つためには、使用燃料の「温度 - 粘度特性曲線」から適正粘度が得られる燃料温度を決め、この温度を保持するように調節する。
- C 油圧噴霧式油バーナの非戻り油形アトマイザは、霧化媒体を必要とせず、取扱いも容易であるが、良好な微粒化を保つため一般に最低の噴霧圧力は 0.5 ～ 0.7 MPa程度に限定される。
- D パイロットバーナに取り付けられているリテンションリングは、火炎の吹き消え防止と火炎を安定させるためのものである。
- E 回転式(ロータリ)油バーナにおける燃焼用一次空気は、霧化筒(アトマイジングカップ)の中心から旋回して供給される。

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

問 6 次のAからEまでについて、気体燃料①の高発熱量(MJ/m_N^3)②を低発熱量に換算するとき、その換算値(MJ/m_N^3)③が誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。
ただし、水の蒸発潜熱は $2.0 \text{ MJ}/\text{m}_N^3$ とする。

	① 気体燃料	② 高発熱量(MJ/m_N^3)	③ 低発熱量の換算値(MJ/m_N^3)
A	H_2	12.8	12.8
B	CO	12.6	12.6
C	CH_4	39.7	35.7
D	C_2H_4	63.1	59.1
E	C_3H_8	99.1	95.1

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

特級ボイラー技士試験問題

ボイラーの取扱いに関する知識

受験番号	
------	--

- 問 1 常用圧力 1.5 MPaで運転するボイラーで、軟化装置の硬度リークにより、りん酸三ナトリウム (Na_3PO_4) と水酸化ナトリウム (NaOH) の注入量を調整して運転しなければならない場合、下の問に答えよ。
ただし、給水中の全硬度は $75 \text{ mgCaCO}_3/\text{L}$ で、そのうちカルシウム硬度は $55 \text{ mgCaCO}_3/\text{L}$ とする。
また、 Ca^{2+} 等の式量は、次の表のとおりとする。

物質	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CaCO_3	NaOH	Na_3PO_4	PO_4^{3-}
式量	40	24	100	40	164	95

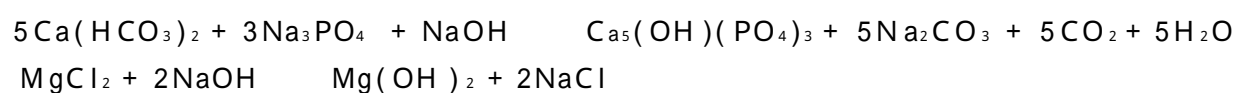
- (1) 給水中の Ca 濃度 ($\text{mgCa}^{2+}/\text{L}$) 及び Mg 濃度 ($\text{mgMg}^{2+}/\text{L}$) を求めよ。
答は計算の過程を示し、小数点以下第 2 位を四捨五入せよ。
- (2) 給水量に対する連続ブロー率を 20 % とし、ボイラー水のりん酸イオン (PO_4^{3-}) 濃度を $30 \text{ mg PO}_4^{3-}/\text{L}$ に維持し、さらにボイラー水の pH を 11.5 に保つためボイラー水の NaOH 濃度を $140 \text{ mg NaOH}/\text{L}$ に維持するとき、次の ~ の値を求めよ。

給水 1 L 中の硬度成分を浮遊性のスラッジにするのに要する Na_3PO_4 の量 (mg/L) 及び NaOH の量 (mg/L)

連続ブローによる給水 1 L 当たりの Na_3PO_4 の損失量 (mg/L) 及び NaOH の損失量 (mg/L)

と を合計した給水 1 L 当たりの Na_3PO_4 の注入量 (mg/L) 及び NaOH の注入量 (mg/L)

ただし、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 硬度成分に対して、 Na_3PO_4 、 NaOH は次のように反応して浮遊性のスラッジにするものとし、また、シリカ (SiO_2) の含有量は無視するものとする。



答は計算の過程を示し、小数点以下第 2 位を四捨五入せよ。

- 問 2 ボイラーの水面計の機能試験と圧力計の試験は、どのようなときに行うか、それぞれ 5 つ述べよ。

問 3 ボイラーの事故の原因又はその対策に関する次の文中の□内に入る適切な語句又は数値を答えよ。

- (1) ボイラー用炭素鋼鋼材は、一般に温度が上がると強度が低下する。通常、□付近から強度が低下し始め、450 □が使用限界とされている。使用限界に達し、強度が著しく減少した状態を過熱という。過熱の防止対策としては、次のことなどがある。
- ・ボイラー水位を□させない。
 - ・適切な水管管理を行い、伝熱面の内面に□をさせない。
 - ・燃焼装置の機能を維持し、□を局部的に集中させない。
 - ・炉内及びガス通路を監視し、□を早期に発見する。
- (2) 内圧を受けている部分の材料が圧力に耐えられなくなり、裂けて開口部から蒸気や飽和水が噴出することを□という。この原因には、割れの発生、□による減肉、□による材料の強度低下などがある。
- の防止対策としては、次のことなどがある。
- ・板厚及び□の測定を行い、肉厚減少を早期に発見する。
 - ・管の表面に□がないか目視によって調べる。
- (3) ボイラーの低水位事故の防止対策としては、次のことなどがある。
- ・燃焼を自動化したボイラーには自動的に給水量を調節できる□を設ける。
 - ・低水位になったときに自動的に作動する□や□を設ける。また、これらに用いる□は方式の異なるものを2個以上設ける。
 - ・□が作動し、運転が停止したときは、その原因を排除したうえで□によって再起動する。

問 4 次のAからEまでは、ボイラーの過熱器、エコノマイザ、空気予熱器等に関する記述であるが、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 対流形過熱器では、一定の負荷で空気過剰率を徐々に増加すると、過熱蒸気温度は低下する。
- B 昇圧中の過熱器の焼損を防止するため、管内のドレンが抜き出せる構造の場合でも、ドレンが抜き出せない構造の場合でも、ドレン弁を開けて発生した蒸気を時間をかけて十分に外部へ逃がす。
- C エコノマイザや空気予熱器の低温腐食防止のため、空気過剰率を増して、 SO_2 から SO_3 への転換率を下げる。
- D 空気予熱器の低温腐食防止には、空気予熱器の空気入口側に蒸気式空気予熱器を設けたり、空気の一部をバイパスしたりして空気予熱器の空気入口側の伝熱面温度を高める方法がある。
- E 低負荷で過熱蒸気温度が低く、バーナが複数段ある場合、過熱器の焼損に留意して上段のバーナの燃焼量を増すと、過熱蒸気温度を上げることができる。

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

問 5 次の A から E までは、ボイラーの水質管理に関する記述であるが、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 炭酸水素イオン(HCO_3^-)などの炭酸塩としてのカルシウムイオン(Ca^{2+})、マグネシウムイオン(Mg^{2+})は水を煮沸すると沈殿物を生成する。
- B 給水加熱器に銅合金が使用されていれば、アンモニア共存下で腐食しない。
- C 水酸化ナトリウム(NaOH)は、マグネシウム硬度を浮遊性の水酸化マグネシウム〔 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 〕に、シリカ(SiO_2)を水溶性のメタ珪酸ナトリウム(Na_2SiO_3)にする。
- D 高圧ボイラーで、ボイラー水中の $\text{Na}^+/\text{PO}_4^{3-}$ のモル比を 2.8 にするには、りん酸三ナトリウム(Na_3PO_4)を 60 %、りん酸水素二ナトリウム(Na_2HPO_4)を 40 %注入すればよい。
- E 純粋な水では、温度が上昇すると、pHは低くなり、電気伝導率は高くなる。

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

問 6 次の A から E までは、ボイラーの運転中の留意事項に関する記述であるが、誤っているものの組合せは(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温度の変動範囲より異常に低い場合は、ボイラーの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ボイラー内各部を調査・点検する。
- B 通風損失が突発的に変動する場合は、れんが積みバツフルなどの崩落による燃焼ガス通路の閉塞^{そく}や燃焼ガスのショートパスが考えられる。
- C ボイラーの負荷が急激に下がると、水位の制御に遅れが出て、一時的に水位が上昇する。
- D 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してから空気量を増す。
- E 1 台のみのバーナを備えたボイラーで、負荷が下がり、自動制御運転におけるバーナの最低燃焼量を下回るおそれがあるときは、運転を一時停止して小容量のバーナチップに取り替える。

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