

熱分野
専門区分

課目IV 熱利用設備及びその管理

試験時間 10:50~12:40 (110分)

2 時限

必須 問題11, 12	計測及び制御	1~4 ページ
必須 問題13, 14	ボイラ、蒸気輸送・貯蔵装置、 蒸気原動機・内燃機関・ガスタービン	5~10 ページ

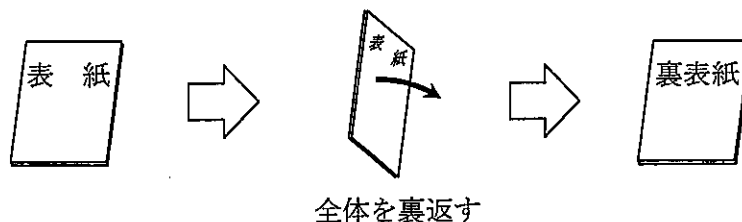
以下の問題15から問題18までは、4問題中2問題を選択して解答すること。

選択 問題15	熱交換器・熱回収装置	} 2問題を選択	13~14 ページ
選択 問題16	冷凍・空気調和設備		15~17 ページ
選択 問題17	工業炉、熱設備材料		19~21 ページ
選択 問題18	蒸留・蒸発・濃縮装置、 乾燥装置、乾留・ガス化装置		23~25 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。

(計測及び制御)

問題 11 次の各文章の [1] ~ [14] 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。(配点計50点)

(1) 製造ラインでは、コンベヤで運ばれている個々の製品(物体)の温度を、非接触で測定することにより温度チェックを行う場合がある。この際によく用いられる放射温度計には、様々な形式のものがある。例えば、ファイバ式放射温度計は、物体からの放射エネルギーを [1] する部分と、光検出・信号変換処理を行う部分との間を光ファイバで接続した計器である。光ファイバは光により信号を伝達するものであり、マイクロ波加熱の場合に被測定物体付近で生じる [2] などの影響を受けないという利点がある。また、 [3] 性が高く、配線に自由度がある。

小スポットの温度測定ではなく、より広いエリアの温度を測定したい場合、測定領域を線上又は面上に [4] して温度分布を測定する、CCD撮像素子などを用いた放射温度計が有効である。

< [1] ~ [4] の解答群 >

- | | | | |
|--------|----------|--------|------|
| ア 視野欠け | イ 高周波ノイズ | ウ 電気絶縁 | エ 遮断 |
| オ 温度変動 | カ 加熱 | キ 発熱 | ク 発光 |
| ケ 集光 | コ 照明 | サ 散乱 | シ 走査 |

(2) 抵抗式温度センサとして一般に用いられる [5] と [6] とを比較する。前者は温度が上昇すると電気抵抗値が減少するが、後者は温度上昇にほぼ比例して抵抗値が上昇する特性を持つ。抵抗変化幅を温度変化幅で除した値の絶対値は、前者の方が [7] く、測定温度範囲は前者の方が [8] い。

< [5] ~ [8] の解答群 >

- | | | | |
|------------|-----------|-------|-----------|
| ア 2線式 | イ 3線式 | ウ 大き | エ 少な |
| オ 広 | カ 狭 | キ 熱電対 | ク 白金測温抵抗体 |
| ケ サーミスタ測温体 | コ サーモスタット | | |

(3) 流体が流れる管路の中で、一定区間 A - B (A が上流側、B が下流側) を超音波が伝播^{でんぱ}する際、A から B への と、B から A へのそれとが異なることを利用した流量計は、超音波流量計として一般に広く利用されている。この流量計のうち、超音波を配管の外側から管壁を介して管内に送信し、かつ、受信する方式である 形は、一般に大口径の管路を流れる の測定に用いられる。

< ~ の解答群 >

ア クランプオン イ 接触 ウ 簡易 エ 音速 オ 伝播^{でんぱ}時間
カ 流動抵抗 キ 液体 ク 気体 ケ 蒸気

(4) 電磁流量計、コリオリ式流量計、容積流量計の3種類の流量計を比較する。液体、気体の流量測定に広く用いられるものは 流量計である。液体及び混相流体の質量流量を直接測定したい場合には 流量計が用いられる。 流量計は工業的には、一般に水の測定に用いられるが、圧力損失が最も小さい点で優れている。

< ~ の解答群 >

ア 電磁 イ コリオリ式 ウ 容積

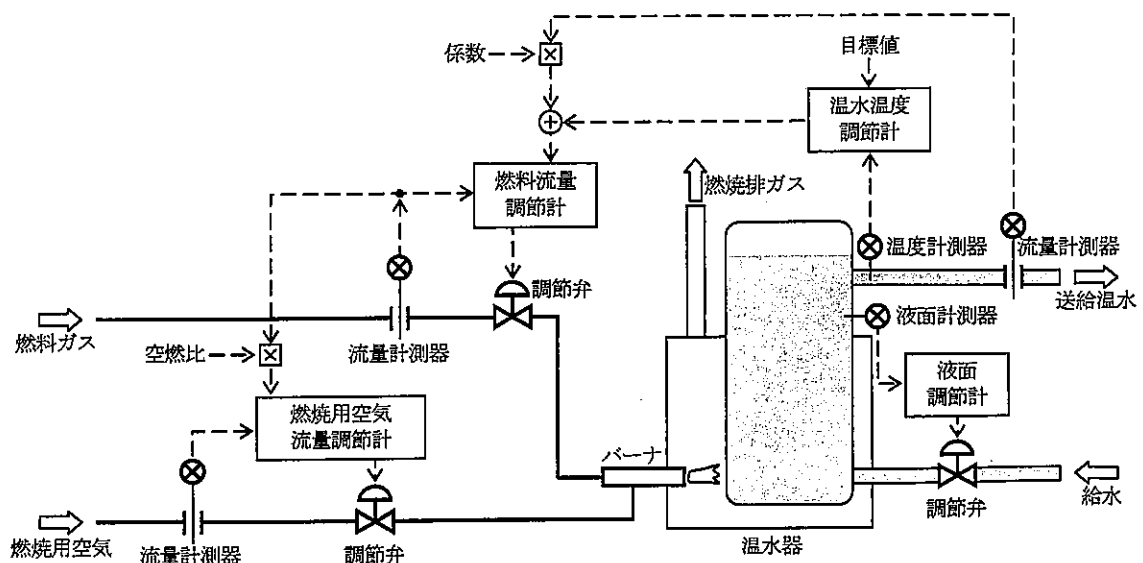
(計測及び制御)

問題 12 次の各問に答えよ。(配点計 50 点)

- (1) 次の文章の 1 ~ 9 の中に入れるべき最も適切な字句を 1 ~ 9 の解答群から選び、その記号を答えよ。

図は温水器内に供給された水を燃料ガスの燃焼により加熱して、一定温度の温水を需要先の要求に応じて連続的に送給する装置であり、温水器出口の温水温度を計測して、それが目標値になるように燃料ガス量を調整している。このように、1 を計測して、それが目標値と一致するように 2 を変化させる制御方法を 3 制御という。この温水器では温水の需要流量の変化、すなわち、送給する温水流量に応じて液面制御により給水流量が操作され、液面が一定になるように制御されている。この温水流量の変化は、温度制御にとって外乱となる。温水流量の変化の影響が温水器出口の送給温水温度に現れる前に、温水流量を測定して燃料ガス量に反映する制御方法を 4 制御という。また、燃料ガスの元圧の変動を、送給温水温度に影響が現れる前に補償するために燃料ガスの流量制御が付加されている。この温水温度制御と燃料ガスの流量制御との関係を 5 制御と呼び、そのとき、その温度調節計を 6 調節計、流量調節計を 7 調節計と呼ぶ。

さらに、省エネルギーの観点から燃焼排ガス損失熱を減少させるため、8 を抑え、燃焼用空気流量を燃料ガス流量に応じた適正量にする 9 制御が広く用いられる。



< 1 ~ 9 の解答群 >

ア 外乱 イ 変化量 ウ 制御量 エ 操作量 オ 一次
カ 二次 キ 親 ク 子 ケ 過剰燃料 コ 過剰空気
サ 比率 シ プログラム ス シーケンス セ カスケード ソ オーバライド
タ フィードフォワード チ フィードバック

(2) 次の文章の 10 ~ 19 の中に入れるべき最も適切な字句又は式を 10 ~ 19 の解答群 > から選び、その記号を答えよ。なお、11、12 及び 14 は 2箇所あるが、それぞれ同じ記号が入る。

フィードバック制御の調節計のアルゴリズムとして、一般にPID制御が適用される。ここで、Pは 10 動作、Iは 11 動作、Dは 12 動作を示す。P動作は 13 に比例した出力を出す。P動作のみであると制御量が目標値から定常的にずれる 14 が生じることがある。それを解消するために 11 動作が併用される。また、例えば温度測定で大きな測定遅れが伴うときなどには、12 動作が併用される。

PID制御のラプラス変換表示は、15 で表される。この式で、PBはP動作の調整パラメータで 16 と呼ばれる。P制御のみのときの 14 を小さくするためには、PBの値を 17 する。 T_i はI動作の調整パラメータで 18、 T_d はD動作の調整パラメータで 19 と呼ばれる。

< 10 ~ 19 の解答群 >

ア $\frac{100}{PB} \left(\frac{1+T_d s}{1+T_i s} \right)$ イ $\frac{PB}{100} \left(\frac{1+T_d s}{1+T_i s} \right)$ ウ $\frac{100}{PB} \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$
エ 比例 オ 微分 カ 積分
キ 測定値 ク 誤差 ケ 偏差
コ 操作量 サ 比例ゲイン シ 比例帯
ス 微分時間 セ 積分時間 ソ 遅れ時間
タ 進み時間 チ オフセット ツ オーバシュート
テ 小さく ト 大きく

(ボイラ、蒸気輸送・貯蔵装置、蒸気原動機・内燃機関・ガスタービン)

問題 13 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字句を ～ 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。

ボイラにおける固体燃料の燃焼方式のうち、石炭の燃焼方式として最も一般的に使用されているのは 燃焼で、石炭を粉砕・乾燥してバーナで燃焼させる方式である。その他の方式として、化石燃料である石炭のほかに、工場製造プロセスから発生する副生物や、植物由来の燃料である も利用可能な 燃焼という方式がある。この燃焼方式は、燃焼室に固体粒子として砂などを投入し、燃焼室底部より空気を導入して燃焼を行うものである。この方式の環境改善面の特徴は、燃焼室に石灰石などを投入することで炉内において ができることや、 燃焼に比べて炉内温度が 850～900℃ 程度と低いことから、 の発生が少ないことである。

< ～ の解答群 >

- | | | | |
|----------------------|---------|---------|----------|
| ア 脱塵 ^{だつじん} | イ 脱硫 | ウ 脱硝 | エ 窒素酸化物 |
| オ 硫黄酸化物 | カ 二酸化炭素 | キ バイオマス | ク 石油コークス |
| ケ 微粉炭 | コ 重質油 | サ ストーカ | シ 流動層 |

(2) 次の文章の 6 ～ 10 の中に入れるべき最も適切な数値又は式を 6 ～ 10 の解答群から選び、その記号を答えよ。

蒸発量(毎時)が 30 t/h、燃料の低発熱量(1kg 当たり)が 40 860 kJ/kg-f、排ガス量(燃料 1kg 当たり)が 17.6 kg/kg-f、排ガス温度が 200℃、排ガスの平均定圧比熱が 1.07 kJ/(kg·K)、大気温度(基準温度)が 15℃ の条件で運転されているボイラがある。ボイラ蒸発量及び発生蒸気の温度、圧力を一定(ボイラの有効出熱量一定)とし、また、排ガスの温度及び平均定圧比熱も変わらないものとして、このボイラが空気比を下げた排ガス量を約 8% 減らし 16.2 kg/kg-f になった場合の、ボイラ効率の向上値を求める。ただし、このとき燃料の発熱量以外に入熱はなく、未燃分などによるその他の熱損失は無視できるものとする。

このボイラの燃料消費量を F [kg-f/h]、燃料の低発熱量を H_u [kJ/kg-f]、ボイラの有効出熱量を Q_0 [kJ/h]、燃料 1 kg 当たりの排ガスの損失熱量を H_g [kJ/kg-f] とすると、入熱、出熱のバランス式は、式 6 で示される。これらから、空気比低減前の燃料消費量を F_1 、空気比低減後のそれを F_2 とすると、ボイラ効率の向上値を求める式は (7 - 8) で表される。その値はバランス式と与えられた条件から求められ、燃料 1 kg 当たりの排ガスの損失熱量が 9 [kJ/kg-f] だけ減少するため、10 $\times 10^{-3}$ の向上となる。なお、排ガス量が減ることで排ガス温度も低下するので、実際にはボイラ効率は更に向上する。

< 6 ～ 10 の解答群 >

- | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ア 5 | イ 7 | ウ 9 | エ 11 |
| オ 259 | カ 277 | キ 300 | ク 321 ケ 347 |
| コ $\frac{F_1 \times H_u}{Q_0}$ | サ $\frac{F_2 \times H_u}{Q_0}$ | シ $\frac{Q_0}{F_1 \times H_u}$ | ス $\frac{Q_0}{F_2 \times H_u}$ |
| セ $F \times H_u = Q_0 + H_g$ | ソ $F \times H_u + Q_0 = F \times H_g$ | | |
| タ $F \times H_u = Q_0 - F \times H_g$ | チ $F \times H_u = Q_0 + F \times H_g$ | | |

問題 13 の (3) は次の 7 頁にある

(3) 次の文章の [11] ～ [15] の中に入れるべき最も適切な字句をく [11] ～ [15] の解答群> から選び、その記号を答えよ。なお、[11] は2箇所あるが、同じ記号が入る。

ボイラの省エネルギー技術の一つに、排ガスの保有熱を回収することが考えられるが、この排熱回収のためには、エコノマイザや空気予熱器の設置が有効である。

エコノマイザを設置すると、ボイラ給水を予熱して [11] を高めることができる。また、付帯効果として給水予熱により、給水と蒸気ドラム水との温度差が減少するので、蒸気ドラムに発生する [12] が軽減される。一方、注意すべき点として、特にC重油燃料では給水温度が低い場合、排ガス温度が低下するとエコノマイザ低温部近傍の排ガス温度が [13] に達し、エコノマイザを腐食させることがある。

空気予熱器を設置すると、排ガスの保有熱を利用して燃焼用空気を予熱し [11] を高めることができる。また、付帯効果として、燃料の着火性を良好にし、燃焼温度を高める効果がある。一方、注意すべき点としては、燃焼温度を高めると排ガス中の [14] を増加させるので、併せて対策が必要である。

発電用などの大型ボイラにおいて、エコノマイザと空気予熱器を併用する場合は、配置上、空気予熱器はエコノマイザよりボイラ排ガス温度の [15] 側に設置する。

< [11] ～ [15] の解答群 >

- | | | | |
|---------|---------|---------|----------|
| ア 酸露点 | イ 沸点 | ウ 融点 | エ 低温 |
| オ 高温 | カ 熱応力 | キ 循環力 | ク キャリオーバ |
| ケ 排ガス損失 | コ 温度効率 | サ ボイラ効率 | シ 窒素酸化物 |
| ス 硫黄酸化物 | セ 二酸化炭素 | | |

(空 白)

(ボイラ、蒸気輸送・貯蔵装置、蒸気原動機・内燃機関・ガスタービン)

問題 14 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字句を ～ の解答群> から選び、その記号を答えよ。

定格負荷を設計点として設計された蒸気タービンを、定格より低い負荷で運転すると、回転羽根の 速度と、ノズルから出る蒸気の 速度との速度比が最適点から逸脱するなどの理由で、段落効率が低下したり、蒸気加減弁の 損失が増加する。また、復水タービンでは排気損失が増加する場合もある。このため、部分負荷運転を強いられる場合には、蒸気加減弁開度を一定にして、 を変化させてタービン出力を制御する 運転を行うと、熱効率の低下を防ぐことができる。

< ～ の解答群 >

ア 定温	イ 変温	ウ 変圧	エ 絶対
オ 相対	カ 周	キ 角	ク 漏れ
ケ 絞り	コ 摩擦	サ 主蒸気温度	シ 主蒸気圧力

- (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。なお、 は2箇所あるが、同じ記号が入る。

蒸気配管の中を水と蒸気が高速で流れると、激しく管壁や弁などに衝突して大きな衝撃を与えることがある。そこで、配管中に発生するドレンを速やかに排除するために、スチームトラップが用いられる。スチームトラップを設置する場合には、使用温度、圧力、背圧などの条件に合わせて選定する必要があるが、容量の選定も重要である。通常、スチームトラップの容量は により決定できるが、^{ほとんど}殆どのスチームトラップは連続排出するわけではないので、

$$\text{} \times (\text{安全率}) \leq (\text{スチームトラップの容量})$$

とする必要がある。この安全率の最低値は、ほぼ である。

また、背圧許容度以上に背圧が高くなり が低くなり過ぎると、スチームトラップの種類によっては蒸気が となり、機能を果たさなくなる。 トラップは、背圧許容度が約 90% と高いので、一般に比較的高い背圧の掛かるドレン回収ラインに用いられる。

〈 6 ～ 10 の解答群〉

- | | | | |
|-------------------|--------|-------------|----------|
| ア 2～3 | イ 6～7 | ウ 10～15 | エ ドレン発生量 |
| オ 蒸気通過量 | カ 蒸気温度 | キ 作動圧力 | ク 排出圧力 |
| ケ 抽気圧力 | コ 吹放し | サ 閉塞 | シ メカニカル |
| ス バイメタル式サーモスタティック | | セ サーモダイナミック | |

(3) 次の文章の 11 ～ 15 の中に入れるべき最も適切な字句を 11 ～ 15 の解答群〉から選び、その記号を答えよ。

ガスタービンには、圧縮機、燃焼器、タービンの三つの要素により構成されているが、その性能は大気の影響を受け、大気圧力が 11、大気温度が低いほど出力は大きくなる。また、すべての損失がない理想的ガスタービンサイクルである 12 サイクルでは、熱効率は 13 比のみに影響されるが、実際のガスタービンサイクルでは、14 温度と 15 温度の影響も受け、前者が高く、後者が低いほど熱効率は向上する。

〈 11 ～ 15 の解答群〉

- | | | | |
|---------|----------|----------|---------|
| ア 温度 | イ 圧力 | ウ エンタルピー | エ ランキン |
| オ ブレイトン | カ サバテ | キ 高く | ク 低く |
| ケ 冷却空気 | コ タービン入口 | サ タービン出口 | シ 圧縮機入口 |
| ス 圧縮機出口 | | | |

(4) 次の文章の A a.b 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。

発電用蒸気タービンの運転中に負荷が遮断された場合、電気を生み出すために使われていたエネルギーが突然不要になるため、回転速度が急上昇する。调速機がこれを検知して蒸気加減弁を急閉し、無負荷に見合った回転速度に調整する。定格負荷から負荷遮断した後、無負荷状態に整定したときの回転速度が 3102 min^{-1} 、負荷遮断前の回転速度が 3000 min^{-1} のとき、速度調定率は A a.b [%] である。

(空 白)

選択問題

次の問題 15 から問題 18 までは、4 問題中
2 問題を選択して解答すること。

問題 15 熱交換器・熱回収装置

問題 16 冷凍・空気調和設備

問題 17 工業炉、熱設備材料

問題 18 蒸留・蒸発・濃縮装置、乾燥装置、乾留・ガス化装置

(熱交換器・熱回収装置 — 選択問題)

問題 15 次の各問に答えよ。(配点計 40 点)

- (1) 次の文章の [1] ~ [6] の中に入れるべき最も適切な字句又は数値を [1] ~ [6] の解答群から選び、その記号を答えよ。

温度の高いボイラ排ガスの [1] を熱回収してボイラ給水を予熱する熱交換器は、エコノマイザと呼ばれている。最近では、更に [2] も回収するエコノマイザが現れている。

燃料に硫黄分が含まれると熱交換器の排ガス側表面に [3] を生じることがあるので、これを避けるために適切な [4] と、熱交換器材料の選定が必要になる。

隔壁を隔てた排ガスと水との熱交換において、排ガスと隔壁との間の熱伝達率は、例えば一般のボイラの場合、水側の熱伝達率の [5] 程度と小さいので、交換熱量を増やすために排ガス側伝熱面にフィンを設けることで、排ガス側伝熱面の [6] を小さくしている。

< [1] ~ [6] の解答群 >

ア $\frac{1}{1000}$	イ $\frac{1}{100}$	ウ $\frac{1}{10}$	エ 熱伝達抵抗
オ 熱伝導率	カ 熱通過率	キ 放射率	ク 放射熱
ケ 潜熱	コ 顕熱	サ 高温腐食	シ ^{すきま} 隙間腐食
ス 低温腐食	セ 圧力管理	ソ 流量管理	タ 温度管理

- (2) 次の文章の [7] ~ [11] の中に入れるべき最も適切な字句を [7] ~ [11] の解答群から選び、その記号を答えよ。

ヒートパイプ式熱交換器は他の熱交換器に比べて、小さな温度差でも大容量の熱交換が可能であり、例えば、熱風炉や乾燥炉などでの空気予熱のような、気体同士の熱交換に用いられる。ヒートパイプは高温側、低温側においても伝熱管部の温度分布がほぼ一様であり、更に高温側、低温側に [7] を付けることで、熱交換器伝熱面積を大きくすることが可能となり、気体同士の熱交換器がコンパクトになる。

ヒートパイプは、高温側では高温の流体との熱交換によって、ヒートパイプ内の作動媒体が

して熱を吸収し、低温側では低温の流体との熱交換によって、作動媒体が して熱を するようにして熱回収している。低温側で液体となった作動媒体は、 を通して毛管現象により高温側に移動し、高温側で蒸気となって低温側に還流している。すなわち、ヒートパイプは、密閉されたパイプ内に封入された作動媒体の相変化による潜熱と、相変化するときの大きな熱伝達率を利用したものである。

~ の解答群

ア ウィック	イ バッフル	ウ フィン	エ チャンバ
オ 移動	カ 吸引	キ 吸着	ク 放出
ケ 放射	コ 凝縮	サ 沸騰	シ 蒸発

(3) 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。なお、同じ記号を2回以上使用してもよい。

熱交換器の日常管理においては、伝熱性能を維持するための管理が必要である。そのために、例えば、温度計測データから求められる温度効率の値が管理値を下回らないように、熱交換器の適切な清掃時期を判断する。

熱交換器の温度効率は着目する流体が高温側流体か、低温側流体かによって次式のように定義される。ここで、高温側流体に着目した温度効率を η_h 、低温側流体に着目した温度効率を η_c で表す。また、高温側流体の入口温度を T_{h1} 、出口温度を T_{h2} 、低温側流体の入口温度を T_{c1} 、出口温度を T_{c2} で表す。

$$\eta_h = \frac{\text{12} - \text{13}}{\text{14} - T_{c1}} \times 100 [\%] \qquad \eta_c = \frac{\text{15} - T_{c1}}{\text{16} - \text{17}} \times 100 [\%]$$

いま、高温側流体の入口温度と、低温側流体の入口温度との温度差を 80 K、低温側流体の入口温度を 20℃、低温側流体の出口温度を 60℃ とすると、低温側流体に着目した温度効率は [%] である。

~ の解答群

ア 33	イ 50	ウ 75	エ T_{h1}	オ T_{h2}	カ T_{c1}	キ T_{c2}
------	------	------	------------	------------	------------	------------

(冷凍・空気調和設備 — 選択問題)

問題 16 次の各問に答えよ。(配点計 40 点)

(1) 冷凍・空気調和設備の省エネルギーに関する次の各文章の ～ 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。なお は 2 箇所あるが、同じ記号が入る。

1) 「建築物に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主等及び特定建築物の所有者の判断の基準」では、次式で示される建築物の外壁、窓などを通しての熱損失の防止を評価する指標(H)について、建築物の用途によって基準となる数値がそれぞれ定められている。

$$H = \frac{\text{建築物の屋内周囲空間の年間熱負荷 [MJ/年]}}{\text{1}}$$

この評価指標は、一般に と呼ばれている。

2) 外気負荷を低減するためには、室内からの排気熱を有効に活用するため、 が用いられる。ただし、中間期において室内に冷房の要求があり、外気の比エンタルピーが室内の比エンタルピーよりも 場合は、 を停止又はバイパスさせ、 を行うのが省エネルギー上有効である。

3) 空調方式の中で、各ユニットを熱源水配管で接続し、冷房運転時のユニットでは冷却水、暖房運転時のユニットでは加熱水として、ある温度幅で循環使用する方式は 方式と呼ばれており、冷房するユニットと暖房するユニットが同時に存在する場合には、 が可能である。一方、全空気方式の中で、二重ダクト方式や 方式は、ダクト内で冷温熱が混合することによるエネルギー損失が生じる可能性があるため、厳密な温度制御が必要な場合以外はできるだけ採用を避けるべきである。

< ～ の解答群 >

- | | | | | |
|---|---------|--------------|--------------|-----------------------------|
| ア CEC | イ PAL | ウ 冷却のみ | エ 加熱のみ | オ 熱回収 |
| カ 大きい | キ 小さい | ク デシカント空調 | ケ 外気冷房 | コ ナイトページ |
| サ 変風量単一ダクト | シ 端末再熱 | ス 定風量単一ダクト | タ 空気熱源ヒートポンプ | |
| セ 水熱源ヒートポンプ | ソ 全熱交換器 | チ ファンコイルユニット | ツ エコノマイザ | テ 建物延べ床面積 [m ²] |
| ト 建築物各階の屋内周囲空間の床面積の合計 [m ²] | | | | |

(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。

吸収冷凍機は、冷媒とその蒸気を吸収する吸収剤を作動媒体とするもので、一般空調用としては、冷媒として が、吸収剤として臭化リチウムが多く用いられている。

図1は、現在吸収冷凍機の中でも主流となっている二重効用形の構成の概念図である。吸収冷凍機は、吸収液を加熱して冷媒の蒸気を発生することで冷凍サイクルを構成しているが、その中で再生器(発生器ともいう)の加熱源の温度が高い場合に、第1(高温)再生器で発生した冷媒蒸気の加熱能力を利用するために第2(低温)再生器を設けたものが二重効用形と呼ばれている。

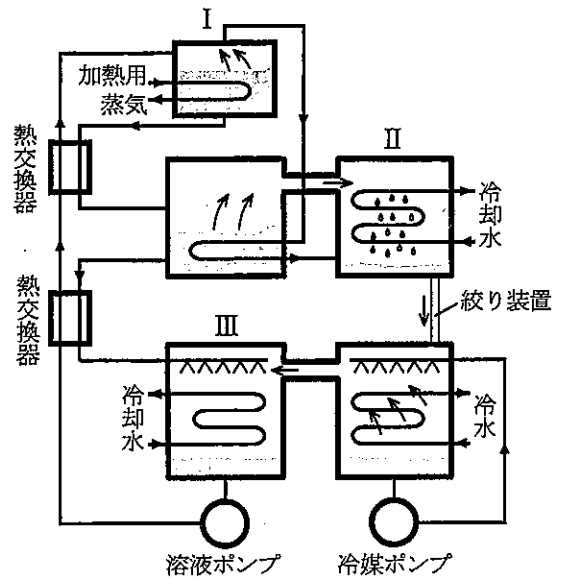


図1

図のサイクルにおいて、Iの部分は を、IIの部分は を、IIIの部分は をそれぞれ示す。

加熱用蒸気の熱エネルギーを2段で活用することによって、単効用形に比べて省エネルギー性が高くなっているが、最近では更に第3の再生器を設けた三重効用形が冷温水機として実用化されている。

< ～ の解答群 >

- | | | |
|-------------|-------------|-------|
| ア 第1(高温)再生器 | イ 第2(低温)再生器 | ウ 蒸発器 |
| エ 凝縮器 | オ 吸収器 | カ 圧縮機 |
| キ アンモニア | ク 二酸化炭素 | ケ 水 |

問題16の(3)は次の17頁にある

(3) 次の文章の 13 ～ 16 の中に入れるべき最も適切な字句又は数値を 13 ～ 16 の解答群> から選び、その記号を答えよ。

室内からの還気 $3000 \text{ m}^3/\text{h}$ と新鮮外気 $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ を混合し、空気調和機によって処理した後、室内に $4000 \text{ m}^3/\text{h}$ の風量で送風する空気調和設備がある。この装置の冷房時における空気の状態変化を、図2のように湿り空気線図 ($h-x$ 線図) 上に示す。

このとき取入れ外気の状態点1の顕熱負荷は 13 $[\text{kJ}/\text{h}]$ であり、潜熱負荷を加えた全熱負荷は 14 $[\text{kJ}/\text{h}]$ となる。また、空気調和機のコイルで処理した全熱量は 15 $[\text{kJ}/\text{h}]$ となる。ただし、空気の比熱を $1 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 、空気の密度を $1.2 \text{ kg}/\text{m}^3$ とする。

また、外気負荷削減による省エネルギー対策として、空気調和設備の外気導入部分に全熱交換器を追加設置した場合、全熱交換器を通過した後、空気調和機で処理する前の外気の状態点は 16 上にある。

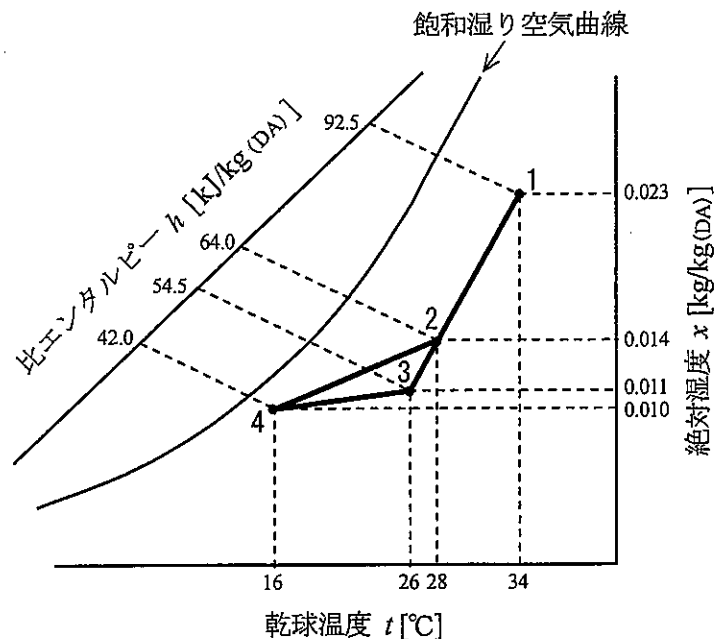


図2

< 13 ～ 16 の解答群 >

- | | | | | |
|---------|---------|---------|----------|---------|
| ア 7200 | イ 8000 | ウ 9600 | エ 34200 | オ 34800 |
| カ 45600 | キ 60000 | ク 88000 | ケ 105600 | |
- コ 「外気状態点」を通り、室内負荷の顕熱比が一定の線
 サ 「外気状態点」と「全熱交換器に入る室内空気状態点」を結ぶ線
 シ 「外気状態点」を通り、比エンタルピーが一定の線

(空 白)

(工業炉、熱設備材料 — 選択問題)

問題 17 次の各問に答えよ。(配点計 40 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。なお、 は 2 箇所あるが、同じ記号が入る。

1) 工業炉は、原材料の精錬、溶解、 などにより、機械的性質や材料学的性質の向上、あるいは化学反応の促進を行う設備である。工業炉を熱源で分類すると、燃焼炉と電気炉に分けられる。

2) 燃焼炉では、被加熱材料は火炎からの放射、及び からの放射と によって直接的に、あるいは からの放射によって間接的に加熱される。

燃焼炉の一つである連続式鋼片加熱炉で加熱負荷を大きく増やすには、定格値を超える炉温設定をすることになり、結果的に熱効率は する。

3) 電気炉の加熱方式には、抵抗加熱、誘導加熱、 加熱などがある。最近では電子ビームやプラズマも加熱に利用されている。電気炉は ガスを用いる場合に利用しやすく、真空炉や高圧の炉にも用いられる。

4) 鋼片加熱炉の性能を表す尺度として、熱効率や熱量原単位があるが、このうち熱効率は次式で求められる。

$$\text{熱効率} = \frac{(\text{抽出鋼片の } \text{ 量}) - (\text{装入鋼片の } \text{ 量})}{\text{回収熱量を除く入熱量合計}} \times 100 [\%]$$

< ~ の解答群 >

- | | | | | |
|-------|-------|-------|----------|-------|
| ア 向上 | イ 低下 | ウ 超音波 | エ 対流 | オ 伝導 |
| カ アーク | キ 直火式 | ク 雰囲気 | ケ 表面処理 | コ 熱処理 |
| サ 酸化熱 | シ 含熱 | ス 炉内壁 | セ 燃焼生成ガス | |

(2) 次の各文章の 9 ~ 14 の中に入れるべき最も適切な字句又は数値を 9 ~ 14 の解答群から選び、その記号を答えよ。なお、9 は2箇所あるが、同じ記号が入る。

1) 工業炉の省エネルギーの取組には次の3段階がある。第一段階は 9 の改善、第二段階は設備の改善、第三段階は 10 の抜本的改革や更新を伴うものである。

9 の改善については、加熱炉に例をとると、加熱炉の熱勘定において出熱側にある 11 損失熱、炉体放散熱、冷却水損失熱などをいかに減少していくかが求められる。

設備の改善については排熱回収による燃焼用空気予熱設備の設置が欠かせない。燃焼用空気予熱設備としては、レキュペレータの採用が最も多く、近年では 12 バーナの採用が取り組まれてきている。後者では、温度効率が 13 [%] を超えるところまで達している。

2) 燃焼用空気予熱の利点は、回収熱が炉に直接投入されるため燃料の節約ができ、排熱ボイラの設置による回収に比べて、排熱利用効率が高いことである。空気予熱による燃料節約率は次式で表せる。

$$\text{燃料節約率} = \frac{\text{予熱空気の顕熱量}}{\text{燃料の燃焼による } \text{ 14 + 予熱空気の顕熱量}} \times 100 [\%]$$

< 9 ~ 14 の解答群 >

- | | | | |
|--------|-------|---------|---------|
| ア 90 | イ 99 | ウ 排ガス | エ 残灰 |
| オ 保全 | カ 操業 | キ 生産能力 | ク 生産工程 |
| ケ 有効熱量 | コ 顕熱量 | サ 蓄熱燃焼式 | シ 循環燃焼式 |

問題 17 の (3) は次の 21 頁にある

(3) 次の各文章の [15] ~ [20] の中に入れるべき最も適切な字句を < [15] ~ [20] の解答群 > から選び、その記号を答えよ。なお、[15] 及び [16] は2箇所あるが、それぞれ同じ記号が入る。

1) 耐火物のスポーリング現象とは、耐火物の [15] の温度が急変して熱応力が発生し、このため [15] に亀裂が生じ剥離する現象である。

耐スポーリング性は同質の耐火物では、気孔率の [16] い耐火物の方が強い。最も代表的な耐スポーリング性に強い耐火物は、酸化物系の耐火物では、高温で焼成した [17] 質れんがである。

2) 熔融金属に接触する設備の耐火物には、気孔率の [16] い、比重の大きい、[18] 性の良い耐火れんがや [19] 耐火物が使用される。

通常の燃焼ガスや高温空気にもみ接するような熱設備には、省エネルギー効果の高い [20] 製品や軽量耐火断熱れんがが主として用いられている。

< [15] ~ [20] の解答群 >

ア アルミナ	イ ガラス	ウ シヤモット	エ ファイバ
オ 耐熱金属	カ 不定形	キ 水冷式	ク 耐食
ケ 加工	コ 柔軟	サ 表面	シ 内部
ス 近辺	セ 大き	ソ 小さ	タ 高

(空 白)

(蒸留・蒸発・濃縮装置、乾燥装置、乾留・ガス化装置 - 選択問題)

問題 18 次の各問に答えよ。(配点計 40 点)

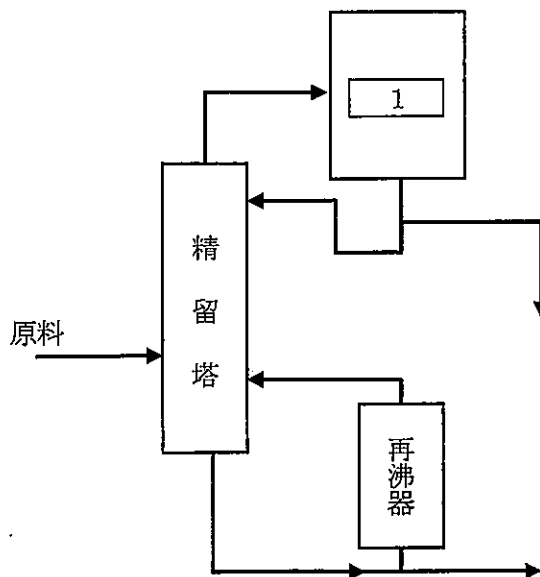
(1) 次の各文章及び図の ~ の中に入れるべき最も適切な字句を ~ の解答群から選び、その記号を答えよ。なお、 は 3 箇所、 及び は 2 箇所あるが、それぞれ同じ記号が入る。

1) 図に示す精留装置は精留塔、、再沸器などから構成されている。

2) 精留装置で からの の一部を精留塔に戻す操作を還流といい、塔底で加熱されて発生する蒸気と向流接触させると、精留装置の塔頂部から純度の高い を得ることができる。

3) 精留塔の各段で気液の接触が十分、かつ、平衡が成立するという前提において、所定の純度に精留するのに要する段数を求めたものが である。

4) 精留の効果を上げるには、還流比を すればよい。したがって、 をすべて精留塔に還流する の場合が最も分離が良くなるが、製品が取れなくなる。これに対応する を という。



< 1 ~ 7 の解答群 >

- | | | | |
|---------|----------|--------|----------|
| ア 高沸点成分 | イ 低沸点成分 | ウ 共沸成分 | エ 全還流 |
| オ 最小還流比 | カ 最小理論段数 | キ 理論段数 | ク 最大理論段数 |
| ケ 実段数 | コ ヒートポンプ | サ 蒸発器 | シ 凝縮器 |
| ス 凝縮液 | セ 缶出液 | ソ 共沸液 | タ 小さく |
| チ 大きく | | | |

(2) 次の各文章の 8 ~ 13 の中に入れるべき最も適切な字句を 8 ~ 13 の解答群 > から選び、その記号を答えよ。なお、8 は2箇所あるが、同じ記号が入る。

- 1) 乾燥装置を受熱方式で分類すると 8 受熱、伝導受熱、その他に分類される。
- 2) 伝導受熱方式の中で、中空状の回転する^{かくはん}攪拌用翼及び外側のジャケットに加熱媒体を流し、攪拌しながら加熱し乾燥する乾燥器を 9 攪拌乾燥器という。この乾燥器は翼自体が加熱面として構成されているため、装置単位体積当たりの伝熱面積が 10 。また、8 受熱方式に比較して所要風量が 11 。
- 3) トレイや金網、多孔板上に乾燥材料を載せ、材料表面に平行に熱風を送って乾燥するか、通気性のある底から材料層に熱風を通気させて乾燥する方式の乾燥器を 12 乾燥器という。
材料は静置状態であり、13 式操業であるので、乾燥条件をその都度監視して乾燥させるもの、あるいは温度を適宜変えてゆくプログラム制御方式などに適している。

< 8 ~ 13 の解答群 >

- | | | | | |
|------|-------|-------|------|------|
| ア 多い | イ 少ない | ウ 大きい | エ 定率 | オ 減率 |
| カ 熱風 | キ ドラム | ク 凍結 | ケ 回転 | コ 溝形 |
| サ 箱形 | シ 気流 | ス 連続 | セ 回分 | |

問題 18 の (3) は次の 25 頁にある

(3) 次の文章の [14] ~ [18] の中に入れるべき最も適切な字句を < [14] ~ [18] の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

石炭の乾留とは、[14] を遮断した状態で石炭を加熱して [15] させることによって、ガス、タール及びコークスを生成させる操作をいう。

コークスの製造における排熱回収の上で重要な熱源は、赤熱コークスの状態で持ち出す [16] であり、従来は水を散布することにより消火冷却され廃棄されていた。これに対し、現在では密閉容器の中で [17] を用いて赤熱コークスを消火冷却し、この熱を回収利用する [18] 消火法が採用されている。

< [14] ~ [18] の解答群 >

- | | | | |
|--------|---------|-------|---------|
| ア 水素 | イ 一酸化炭素 | ウ 空気 | エ 不活性ガス |
| オ 部分燃焼 | カ 水素化分解 | キ 熱分解 | ク 潜熱 |
| ケ 顕熱 | コ 乾式 | サ 湿式 | |



(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
---	------

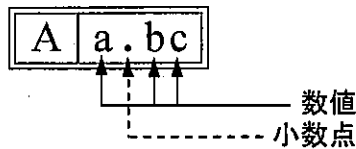
、

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)

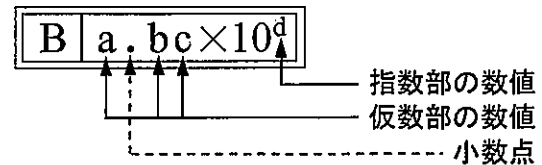
「6.83」に
 マークする



A				
	a	.	b	c
			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 × 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
			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