

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 1~6 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 7~12 ページ

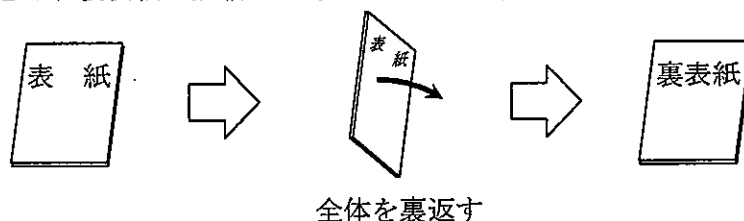
以下の問題15から問題18までは、4問題中2問題を選択して解答すること。

選択 問題15	熱交換器・熱回収装置	} 2問題を選択	15~17 ページ
選択 問題16	冷凍・空気調和設備		19~20 ページ
選択 問題17	工業炉、熱設備材料		21~23 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		24~26 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。

放射温度計は、物体から の形で放出される放射エネルギーを測定することにより温度を求める計器である。測定原理としては、この放射エネルギーが温度と とに一定の関係があることを示す の法則を利用している。この温度計の検出器で感知された被測定物からの放射エネルギーは電気信号に変換され、あらかじめ求められている温度と信号との関係を利用することにより、 温度測定ができる。

< ～ の解答群 >

- | | | |
|-----------|-----------|---------------|
| ア キルヒホッフ | イ プランク | ウ ステファン・ボルツマン |
| エ 電磁波 | オ 流体振動 | カ 超音波 |
| キ 媒体の流速 | ク 物体の密度 | ケ 波長 |
| コ 被測定物周囲の | サ 被測定物表面の | シ 被測定物内部の |

- (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。なお、 は 2 箇所あるが、同じ記号が入る。

配管内を流れている流体の温度を測定する場合、測定部に を差し込み設置し、その内部に温度センサを取り付ける方法が一般に採用される。この際、 を介した による測定誤差の発生を考慮する必要がある。この対策としては、測定部の差し込み部分を十分に することが有効である。ただし、条件によっては、この流れの中に置かれた差し込み部分の下流域で発生する による圧力変化の影響で、測定部に繰り返して荷重が加わり、共振が生じる場合もあるので注意が必要である。

< ～ の解答群 >

- | | | | |
|-------|-------|--------|---------|
| ア 強く | イ 長く | ウ 短く | エ カルマン渦 |
| オ 通気孔 | カ 保温材 | キ 保護管 | ク 温度上昇 |
| ケ 熱伝導 | コ 熱放射 | サ 物質移動 | シ 応力集中 |

(3) 次の文章の [9] ~ [12] の中に入れるべき最も適切な字句を < [9] ~ [12] の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

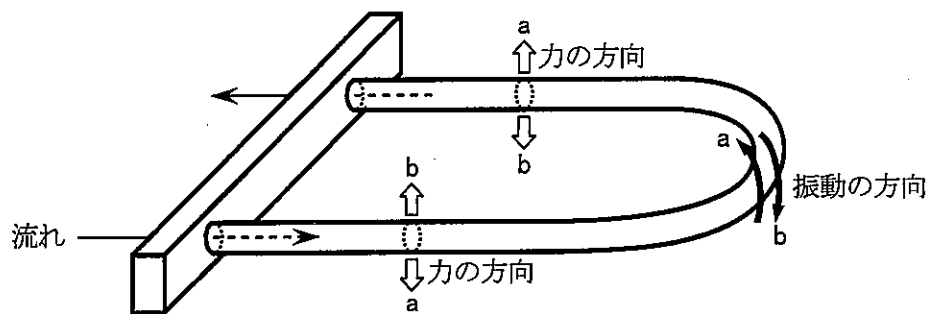
オリフィスや [9] などの [10] を用いた流量計による流量測定では、誤差要因として [11] の影響が挙げられる。JIS Z 8762:2007 には、この影響を緩和するために必要な、流量計の上流側及び下流側の [12] 長さについて示されている。

< [9] ~ [12] の解答群 >

- | | | | |
|---------|--------|-------|----------|
| ア ブルドン管 | イ ピトー管 | ウ ノズル | エ オーバルギア |
| オ 絞り機構 | カ 直管 | キ 翼車 | ク 断熱部 |
| ケ 絶縁部 | コ 電気抵抗 | サ 熱損失 | シ 流速分布 |

(4) 次の文章の [13] ~ [15] の中に入れるべき最も適切な字句又は記述を < [13] ~ [15] の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

管路の一部をU字管とし、この部分を片持ち支持した状態で振動させつつ流れを通過させると、図に示すようにU字管をねじる方向に力が作用する。なお、図で振動の方向 a と力の方向 a、及び振動の方向 b と力の方向 b とは、それぞれ対応している。この作用する力は [13] と呼ばれ、この力の作用によりU字管がねじれる際のねじれ角は流れの質量流量に [14] する。この関係を用いた流量計は一般の液体のほか、スラリー、気液混相流体など幅広い種類の流体に適用が可能である。また、 [15] という特徴もある。



< [13] ~ [15] の解答群 >

- | | | |
|-------------------|---------------------|------------|
| ア 比例 | イ 反比例 | ウ 粘性力 |
| エ 遠心力 | オ コリオリの力 | カ 圧力損失が小さい |
| キ 他の流量計と比較して安価である | ク 上流と下流とに直管部を必要としない | |

(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、 、 、 及び は 2 箇所あるが、それぞれ同じ記号が入る。

目標値が時々刻々変化し、それに測定値を追従させる制御を一般に 制御という。この代表的な応用例として、 制御、 制御及び 制御が挙げられる。

図 1 は 制御の例を示している。この制御では、温度調節計の出力が燃料流量調節計の目標値となっており、燃料流量調節計は温度調節計により時々刻々変化する目標値に測定値を追従させるように調節弁を制御する。また、この制御の特徴は燃料流量調節計により、燃料系に入る の影響を速く処理できることにある。ここで、温度調節計を 、燃料流量調節計を と呼ぶ。

図 2 は、二つ以上の量の間での比例関係を保たせる目的に使用される 制御の例として空燃比制御を示している。この制御では、燃料流量信号が を介して燃焼用空気流量調節計の目標値になっている。

このほか、あらかじめ定められた変化をする目標値に追従させる制御である 制御は、一般に、金属の熱処理や、セラミックの焼成炉の温度制御などに使用されている。この制御には、予定したタイムスケジュールで目標値が変化する機能を持つ を使用する。

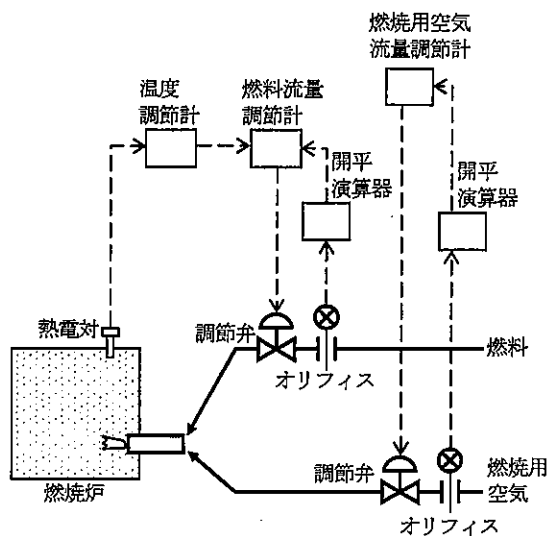


図1

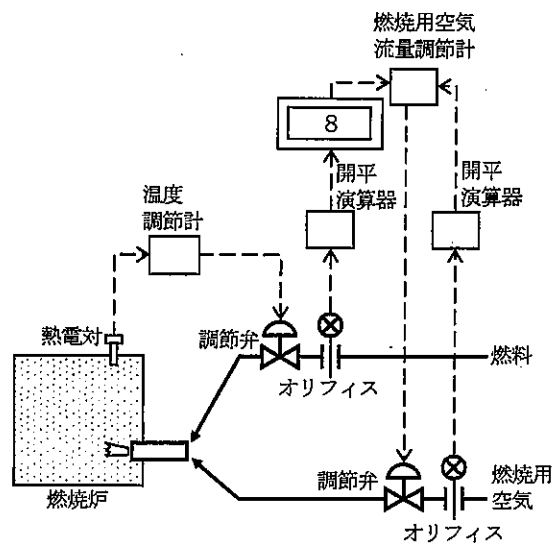


図2

< 1 ~ 9 の解答群 >

- | | | | |
|-----------|------------|-------------|---------|
| ア PID 調節計 | イ プログラム調節計 | ウ 正調節計 | エ 副調節計 |
| オ 一次調節計 | カ 二次調節計 | キ 比率設定器 | ク セレクタ |
| ケ 操作量 | コ 外乱 | サ 追値 | シ 比較 |
| ス 比率 | セ リモート | ソ カスケード | タ プログラム |
| チ フィードバック | | ツ フィードフォワード | |

問題 12 の (2) は次の 5 頁及び 6 頁にある

(2) 次の文章及び図の ～ 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2箇所あるが、同じ記号が入る。

工業用に最も多く使用される渦巻ポンプでは、一定の回転速度で稼働中に弁により流量を調整すると、流量が零となったときに吐出し圧力が最大となり、流量が増加するにつれて吐出し圧力が減少する。また、管路部での圧力損失は、流量の に比例する。ポンプ系の流量制御の操作部としては、通常、可変絞りである調節弁が使用され、流体の管路に調節弁を入れて、全体の を変えて流量を調整する。

図3はポンプ・配管系における流量と圧力の関係を示している。図3のA点は調節弁が全開の場合であり、このときの流量を Q_1 とする。また、B点は調節弁開度が、例えば60%の場合であり、このときの流量を Q_2 とする。 が小さくなると、調節弁における圧力損失が するためA点は左側のB点に移動し、流量が することが分かる。この図3に見るように、調節弁により流量を制御すると、圧力損失の発生を伴うので、必ずエネルギー損失が生じる。しかし、調節弁全開でポンプの回転速度を変化させて、流体の流量を変化させれば、エネルギー損失は少なくなる。これを図4に示す。回転速度を n_1 から n_2 に下げると、調節弁で調整しなくても流量を制御できることが分かる。ポンプの軸動力は、全揚程がほぼ吐出し圧力と等しいものとするれば $\frac{(\text{ポンプの吐出し圧力}) \times \text{$ に比例するので、図4の斜線部分 相当のエネルギーが節約される。このようにして流量を制御する制御方式を回転速度制御と呼ぶ。ただし、図4に示す が大きいときは、この制御のメリットは少ない。また、この制御をポンプに用いるときは、 電動機の回転速度を で制御する方式が一般に採用されている。

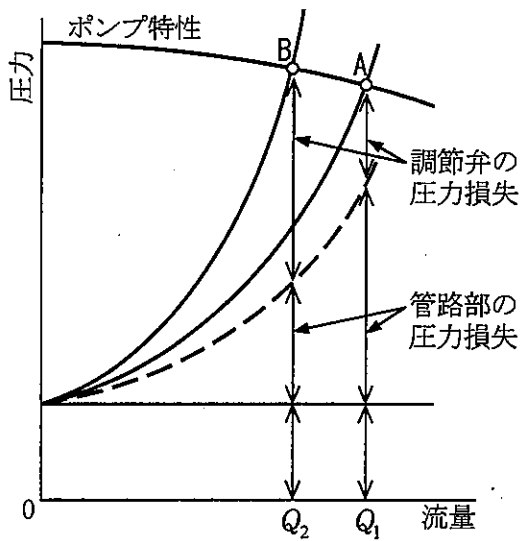


図 3

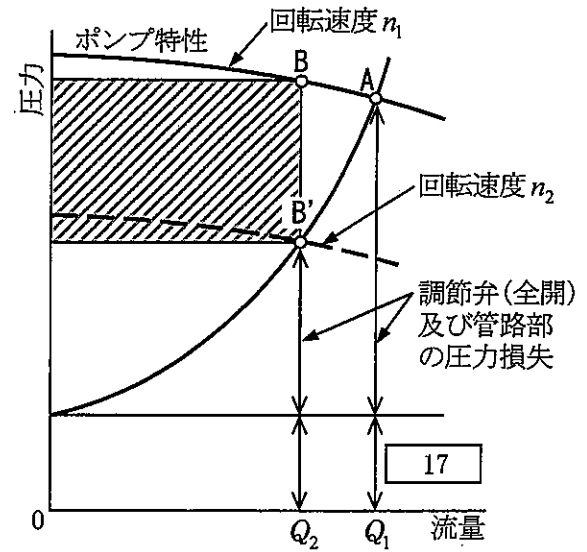


図 4

< 10 ~ 19 の解答群 >

- | | | | |
|---------|---------|--------|---------|
| ア 2乗 | イ 3乗 | ウ 平方根 | エ 減少 |
| オ 増加 | カ 駆動力 | キ 流動抵抗 | ク ポンプ効率 |
| ケ 全圧 | コ 実揚程 | サ 弁開度 | シ 流量 |
| ス 回転速度 | セ 誘導 | ソ 直流 | タ コンタクタ |
| チ サーミスタ | ツ インバータ | | |

(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) 次の各文章の [1] ~ [13] 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) ボイラの分類として、ボイラ本体の構造形式、水の流動方式や熱回収方法などにより、丸ボイラ、水管ボイラ、特殊ボイラに分けられる。

丸ボイラには、ボイラの [1] が大きいと、始動から所定の蒸気発生までに時間が掛かるという短所がある。一方で、蒸気使用量が変動しても [2] の変動が小さいという長所がある。この丸ボイラの中で、現在一般的に使われているボイラは [3] ボイラで、ボイラ水の [4] が小さく水質管理を容易とする丸ボイラの長所を有し、また、伝熱面積を広く取れる煙管ボイラの特徴を活かし、80%以上のボイラ効率を得ている。

< [1] ~ [4] の解答群 >

ア 鋳鉄	イ 炉筒煙管	ウ 外焚 ^{そとだき} 煙管	エ 煙管立て
オ 濃縮比	カ 循環比	キ 乾き度	ク 保有水量
ケ 分離率	コ 給水温度	サ 蒸気圧力	シ ドラフト

2) 水管ボイラの主な長所及び短所について、ドラムボイラを念頭に列記すると次のとおりである。

- ① 丸ボイラに比べてドラム径を小さくできるので、[5] 蒸気を製造するボイラに適する。
- ② 多数の水管で構成することができ、単位体積当たりの伝熱量を大きく取れるので、丸ボイラに比べて [6] のボイラに適する。
- ③ [7] を比較的自由的な形状に設計できるので、種々の燃料及び燃焼方式に対して適応性がある。
- ④ 負荷変動により蒸気圧力や水位が変動しやすいので、応答の速い [8] 及び [9] を必要とする。
- ⑤ ボイラ水に要求される水質レベルが高く、一般に十分な水処理を必要とする。

< 5 ~ 9 の解答群 >

- ア ドラム イ 蒸発管 ウ 燃焼室 エ 燃焼制御装置
 オ 給水制御装置 カ 給水ポンプ キ 圧力調節弁 ク 高圧
 ケ 高純度 コ 高効率 サ 大容量

3) 特殊ボイラには、セメントキルン、ガラス溶解炉、ごみ焼却炉などのプラントからの排熱を回収するための排熱ボイラがある。これらの排熱ボイラでは、排ガスの 10 を回収するが、排ガス中には多くのダストが含まれているので、ダストを沈降させやすいガス流路構造にし、ガス流速を下げて伝熱面の 11 を避ける考慮がなされている。

また、ガスエンジン、ディーゼルエンジン及びガスタービンにも排熱ボイラを設置して排熱回収を行っている。ガスタービンのようなクリーンな排ガスから熱回収を行う排熱ボイラでは、12 の伝熱管を採用して、ガス側の 13 を減らしコンパクト化が図られている。

< 10 ~ 13 の解答群 >

- ア 残存酸素 イ 顕熱 ウ 潜熱 エ 熱抵抗
 オ ドラフトロス カ 偏流 キ 変形 ク 腐食
 ケ 摩耗 コ 裸管 サ フィン付き シ 継目無し

(2) 次の文章の 14 及び 15 の中に入れるべき最も適切な数値を < 14 及び 15 の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

10 MPaの蒸気を発生するボイラがある。ボイラ給水の比エンタルピーが427kJ/kg、発生蒸気の比エンタルピーが2714.5kJ/kg、燃料の低発熱量が40.9MJ/kgで、ボイラ効率(低発熱量基準)が88%のとき、入熱は燃料からのみ供給されるものとする、燃料消費量が2100kg/hであれば、このボイラの蒸発量は 14 [t/h]となる。また、このボイラの発生蒸気の乾き度を表の値を用いて求めると 15 となる。

飽和蒸気表(抜粋)

圧力 [MPa]	比体積 [m ³ /kg]		比エンタルピー [kJ/kg]	
	v'	v''	h'	h''
10	0.0014526	0.018034	1407.9	2725.5

< 14 及び 15 の解答群 >

- ア 0.95 イ 0.97 ウ 0.99 エ 30 オ 33 カ 36

問題 13 の (3) は次の 9 頁にある

- (3) 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。

蒸気輸送や温度の高いドレンの熱回収を目的に配管の施設を考える場合、配管据付後にその配管に熱流体を流すと、配管が熱膨張するので留意しなければならない。この配管の長さ方向の熱膨張は、配管径に 、配管の長さ²と温度差に比例して長くなることを考慮する。よって、施設される配管の を適切に決め、その間の長さに応じた熱膨張量を吸収する伸縮継手を設置する。伸縮継手には幾つかの種類があり、保全管理が配管と同程度でよいことから最も広く使われている継手は、 継手である。ただし、この継手はスペースを大きく必要とするため設置上不利な面がある。比較的狭いスペースでも大きな伸縮量の取れる継手には、オフセット継手とも呼ばれる 継手がある。

< ～ の解答群 >

- | | | | |
|----------|-----------|----------|---------|
| ア 反比例し | イ 関係なく | ウ 吊り点 | エ 固定支持点 |
| オ 自由支持点 | カ 曲がり始点 | キ 伸縮曲がり管 | ク 滑り形伸縮 |
| ケ ボール形伸縮 | コ ベローズ形伸縮 | | |

(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。なお、、 及び は 2 箇所あるが、それぞれ同じ記号が入る。

ディーゼル機関では、まず、 のみをシリンダ内に吸入し、 の 温度以上の圧力まで した後、 を噴霧して させる。

ガソリン機関では、燃料は された後、空気と混合され、 行程でシリンダ内に導かれ、続く 行程の終了付近の混合気に電気火花で する。

これらの内燃機関の低燃費化を狙ったアプローチでは、サイクルの改善として、有効ストロークの増大や、 の増大などが考えられる。

< ～ の解答群 >

ア 脱気	イ 蒸気	ウ 空気	エ 気化	オ 燃料
カ 消火	キ 燃焼	ク 自然着火	ケ 混合比	コ 圧縮比
サ 圧縮	シ 点火	ス 膨張	セ 吸気	

(2) 次の文章の [9] ~ [18] の中に入れるべき最も適切な字句を < [9] ~ [18] の解答群 > から選び、その記号を答えよ。なお、[9]、[12] 及び [15] は 2 箇所あるが、それぞれ同じ記号が入る。

ガスタービンの性能は、大気の圧力と温度の影響を受ける。大気圧力が [9] くと、大気温度が [10] くなると、作動流体の [11] が増えるためガスタービンの出力は大きくなる。

ガスタービンの理論サイクルは [12] サイクルであるが、実際のガスタービンでは、[13] 内部損失、タービン内部損失、圧力損失、熱損失、機械損失などの影響を受ける。

[12] サイクルの熱効率は [14] 及び [15] に影響されるが、実際のガスタービンサイクルでは、[16] 温度を [17] 温度で除した値である最高最低温度比も影響する。

ガスタービンの圧縮機効率、タービン効率など各要素の効率を一定と仮定した場合、タービン入口温度が高くなるほど、ガスタービンサイクルの最高最低温度比は [9] くなり、比出力は [18] する。また、ガスタービンサイクルの、ある最高最低温度比に対して、熱効率を最高にする最適な [15] が存在する。

< [9] ~ [18] の解答群 >

- | | | | |
|---------|----------|----------|---------|
| ア 減少 | イ 増加 | ウ 低 | エ 高 |
| オ 音速 | カ 流速 | キ 質量流量 | ク 流量比 |
| ケ 圧力比 | コ 比熱比 | サ オットー | シ ブレイトン |
| ス ランキン | セ ポンプ | ソ 圧縮機 | タ 圧縮機出口 |
| チ 圧縮機入口 | ツ タービン出口 | テ タービン入口 | |

(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) 次の各文章の [1] ~ [6] の中に入れるべき最も適切な字句を < [1] ~ [6] の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

1) 熱交換器は高温の媒体から低温の媒体に熱を伝えるための装置であり様々な方式がある。例えば、高温度の燃焼排ガスの顕熱を回収し、燃焼用の空気の温度を上げる [1] 式熱交換器がある。この熱交換器には、高温ガスと空気それぞれの配管のバルブを交互に開閉し、ペブルやハニカム形状のセラミックなどを充填した層の中に熱流体を交互に流通させる [2] 方式と、ボイラの再生式空気予熱器のように、金属製の板などの伝熱体を積層した円筒容器に熱流体を流通させる [3] 方式とがある。前者の例では、燃焼排ガスと燃焼用の空気を交互にセラミックボールやセラミックハニカムに流通させることで、排ガスの熱を効率よく回収する [4] が炉の効率を高める有効な手段として使われている。

2) 熱交換器は伝熱面の形状によって [5] 式などの板式熱交換器、トロンボーン式冷却器などの [6] 式熱交換器などに分類されるが、分類は同じでも用途によって、例えば、蒸発器、ボイラそして予熱器など呼称が異なる場合がある。熱交換器の選定に当たっては、用途、温度や圧力の状態そして清掃の容易さなどの様々な条件を考慮する必要がある。

< [1] ~ [6] の解答群 >

ア 蓄熱	イ 潜熱	ウ 顕熱	エ 固定
オ 移動	カ 回転	キ 流動	ク 管
ケ 棚板	コ 円柱	サ スパイラル	シ フィン
ス ヒートパイプ	セ エコノマイザ	ソ リジェネレイティブバーナ	

(2) 次の文章の [7] ~ [12] の中に入れるべき最も適切な字句又はグラフを < [7] ~ [12] の解答群 > から選び、その記号を答えよ。なお、[7] は3箇所、[8] は2箇所あるが、それぞれ同じ記号が入る。

熱交換器は、流体の流動方向により [7] 形、[8] 形及び直交流形に分類される。
 [7] 形は被加熱媒体の出口温度を加熱媒体の入口温度により近づけることが可能であり、
 熱交換器と媒体の諸条件が同じであれば他と比べて温度効率は [9] くなる。

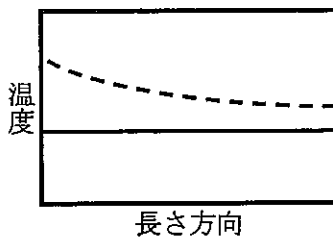
単純な二重管式の熱交換器における温度分布の特性を考えると、次の①～③の各条件に対応する温度分布の特性図は次のようになる。なお、縦軸は媒体の温度、横軸は管の長さ方向を表す。

- ① 加熱媒体が飽和蒸気、被加熱媒体が低温水の場合のグラフは [10] である。
- ② 加熱媒体が高温水、被加熱媒体が低温水で [7] 形の場合のグラフは [11] である。
- ③ 加熱媒体が高温水、被加熱媒体が低温水で [8] 形の場合のグラフは [12] である。

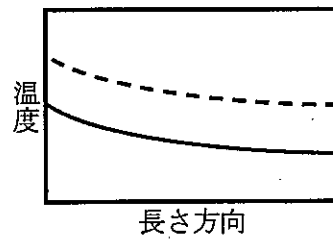
< [7] ~ [12] の解答群 >

ア 低 イ 高 ウ 循環 エ 鉛直 オ 傾斜
 カ 交差 キ 直流 ク 向流 ケ 並流

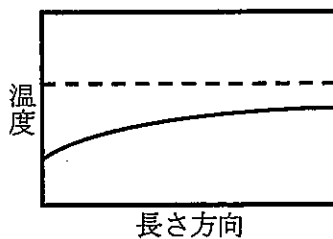
コ



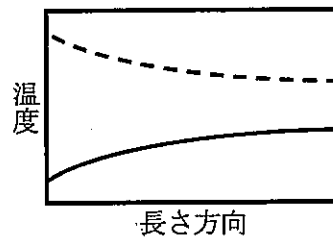
サ



シ



ス



問題 15 の (3) は次の 17 頁にある

(3) 次の各文章の 13 の中に入れるべき最も適切な式を 13 の解答群から選び、その記号を答えよ。

また、A $a.b \times 10^c$ ～ D ab 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) 熱交換器における加熱媒体の入口温度を T_{h1} 、出口温度を T_{h2} 、被加熱媒体の入口温度を T_{c1} 、出口温度を T_{c2} と表したとき、加熱媒体側の温度効率 η を表す式は 13 である。

一般的に熱交換器を使用していると媒体の汚れなどにより、伝熱面と媒体間の熱抵抗が増大して温度効率が低下する。そのため熱交換器の日常管理において、温度効率の値は、熱交換器の清掃時期を決める管理指標などに用いられる。

< 13 の解答群 >

ア $\frac{T_{c1}-T_{c2}}{T_{h1}-T_{h2}}$ イ $\frac{T_{h2}-T_{c2}}{T_{h1}-T_{c1}}$ ウ $\frac{T_{h1}-T_{h2}}{T_{c2}-T_{c1}}$ エ $\frac{T_{h1}-T_{h2}}{T_{h2}-T_{c2}}$ オ $\frac{T_{h1}-T_{h2}}{T_{h1}-T_{c1}}$

2) ある冷却用の熱交換器において、比熱 $2\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ の被冷却媒体が、温度 200°C 、流量 0.5kg/s で流入している。この媒体を 40°C 以下に冷却することを考える。冷却媒体は、比熱 $4\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ であり、温度 20°C 、流量 2.5kg/s で供給されているものとして以下の計算を行う。ただし、熱交換器外部への熱の漏洩ろうえいがないものとする。

設置してからしばらく時間が経過したこの熱交換器において、冷却媒体の出口温度を測定したところ 35°C であった。このときの交換熱量は A $a.b \times 10^c$ [W] である。また、被冷却媒体の出口温度は B ab [$^\circ\text{C}$] となり、このときの被冷却媒体側の温度効率は C a.b $\times 10^{-1}$ である。

このため、熱交換器入口における両媒体の温度及び流量を変えないで、被冷却媒体の出口温度を 40°C 以下にするよう熱交換器内の伝熱面の洗浄などを行った。そのとき、冷却媒体の出口温度は D ab [$^\circ\text{C}$] 以上になる。一般に熱容量の小さい流体側の温度効率で日常管理を行うと、高い精度の管理ができる。

(空 白)

(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) 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。

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、一般の空気調和用には、冷媒としては が、吸収剤としては臭化リチウムが用いられることが多い。この構成要素としては、発生器(再生器)、蒸発器、凝縮器及び吸収器から成り、高濃度の臭化リチウム溶液が冷媒蒸気で希釈される から、 → → の順に冷媒が移動しながら冷凍サイクルを構成するものである。このサイクルは、縦軸に冷媒の圧力を、横軸に吸収液の温度をとり、パラメータとして溶液濃度を用いた 線図上で表されることが多い。

吸収冷凍機は一般に、単効用形と二重効用形とに分けられる。このうち二重効用形は を二重に持つ形式のものであり、これによって加熱媒体のエネルギーの有効利用率を高めている。このため、現在省エネルギー形といわれるものでは、成績係数が 程度まで向上している。また、最近は三重効用形が開発されて、この実用化機器が出現するなど更なる高効率化が進んでいる。

< ～ の解答群 >

ア 0.7	イ 1.3	ウ 1.6	エ 3.5	オ 6.0
カ T-Q	キ デューリング	ク モリエ	ケ アンモニア	コ フロン系冷媒
サ 水	シ 吸収器	ス 凝縮器	セ 蒸発器	ソ 発生器(再生器)

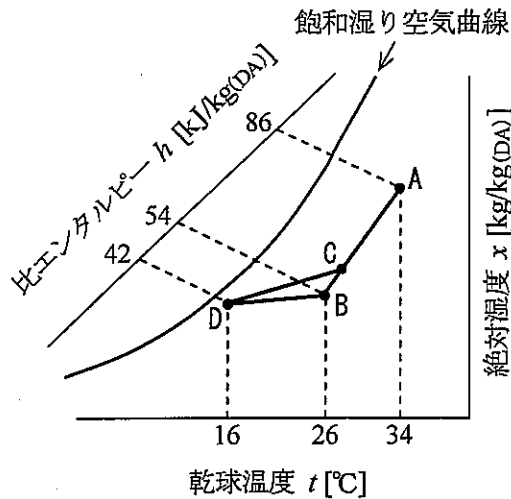
- (2) 次の文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句又は数値を ～ の解答群から選び、その記号を答えよ。

室内からの還気と新鮮外気とを混合し、空気調和機の冷温水兼用コイル及び加湿器によって処理した後に対象室内に送風し、室内を所定の温湿度に保つ空気調和設備がある。この設備の冷房時における空気の状態変化を、状態点を A、B、C 及び D として、図のように湿り空気線図 ($h-x$ 線図) 上に示すと、このときの状態変化、温度、熱量などは次のようになる。

- ① 冷温水兼用コイル通過前後の状態変化 : への変化
 ② 還気と新鮮外気との混合空気の乾球温度 : [°C]
 ③ 空調対象室の顕熱負荷 : [kJ/h]
 ④ 空調対象室負荷の顕熱比 :
 ⑤ 外気の全熱負荷 : [kJ/h]
 ⑥ コイルで処理した全熱負荷 : [kJ/h]

ただし、算出条件は次のとおりとする。

- 空調機の送風量 : 2000 m³/h
 空調機への還気量 : 1500 m³/h
 新鮮外気の導入量 : 500 m³/h
 空気の比熱 : 1.0 kJ/(kg·K)
 空気の密度 : 1.2 kg/m³



< ~ の解答群 >

- | | | | | |
|----------|----------|----------|---------|---------|
| ア 0.50 | イ 0.60 | ウ 0.83 | エ 28 | オ 30 |
| カ 32 | キ 16000 | ク 19200 | ケ 20000 | コ 24000 |
| サ 28800 | シ 40000 | ス 48000 | セ 64000 | ソ 88000 |
| タ A点からB点 | チ B点からD点 | ツ C点からD点 | | |

(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 [1] ~ [8] の中に入れるべき最も適切な字句を < [1] ~ [8] の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

1) 工業炉を熱源で分類すると、燃焼加熱式と電気加熱式とに大別され、それぞれに特徴があり、用途によって使い分けられている。電気加熱式には一般に次のような特徴がある。

- ・燃焼加熱式のように [1] を発生しないので、それによる熱損失がない。
- ・作業性が良く、[2] 制御が容易であり、急速加熱ができる。
- ・燃焼加熱式に比較して高温が得やすく、雰囲気熱処理、[3] への利用も多い。
- ・放電や [4] などに注意が必要である。

2) 工業炉を操業方式で分類すると、バッチ式と連続式とに大別することができる。

- ・バッチ式では、被加熱材料が炉内へ装入されてから処理が終わるまで炉内に置かれたまま、操業、停止を繰り返すことが多い。また、バッチ式は一般に [5] 生産に適している。
- ・連続式では、操業中での被加熱材料の炉内移送が不可欠である。その方式には、炉内に駆動機構がない [6] 形、炉内に設置されたコンベヤによって行われるコンベヤ形、連続した帯状金属ストリップや線材などの搬送に使われる [7] 形などがある。また、連続式は一般に [8] 生産に適している。

< [1] ~ [8] の解答群 >

- | | | | |
|-------------|--------|-----------|-----------|
| ア NOx | イ SOx | ウ 排ガス | エ 温度 |
| オ 圧力 | カ 搬送速度 | キ 溶融メッキ処理 | ク 真空熱処理 |
| ケ 漏電 | コ 蓄電 | サ 傾斜 | シ 多品種少量 |
| ス 少品種多量 | セ プッシュ | ソ ストランド | タ リンクチェーン |
| チ ウォーキングビーム | | | |

(2) 次の文章の [9] ~ [15] の中に入れるべき最も適切な字句を < [9] ~ [15] の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

工業炉の基本的な構成と構造の概要は次のようになる。

- ① 炉の総重量を支えるために、一般に堅牢な [9] を構築する。
- ② 炉の内部構造を支持し雰囲気ガスの外部漏洩^{ろうえい}を防止するために、一般に鋼板製の [10] 構造とする。
- ③ 炉壁は炉外への熱損失を極力少なくするため、[11] となっている。
- ④ 特に連続式工業炉では、炉に材料を装入、抽出するため、あるいは炉内移送するための専用の [12] を備えている。
- ⑤ 被加熱材料を昇温するための加熱装置、炉の操業状態を安定に保ち最適な昇温を行うための [13] 、熱エネルギーの効率的利用を実現するための [14] などの熱回収装置が設置されている。
- ⑥ 被処理材料に対し目的に合ったプロセス処理を行う場合、浸炭ガスなどの [15] が設置される。

< [9] ~ [15] の解答群 >

- | | | | |
|-------------|--------|-----------|----------|
| ア 炉床 | イ 炉殻 | ウ 基礎 | エ 耐火扉 |
| オ 天井クレーン | カ フード | キ レキュペレータ | ク ベンチレータ |
| ケ エバポレータ | コ 制御装置 | サ プラズマ装置 | シ 搬送装置 |
| ス 雰囲気装置 | セ 加圧装置 | ソ 吸熱構造 | タ 断熱構造 |
| チ 水冷ジャケット構造 | | | |

問題 17 の (3) は次の 23 頁にある

(3) 次の文章及び表の 16 ～ 20 の中に入れるべき最も適切な字句を 16 ～ 20 の解答群から選び、その記号を答えよ。なお、17、18 及び 19 は 2箇所あるが、それぞれ同じ記号が入る。

不定形耐火物は主として耐火骨材と結合材から成る、練り土状又は粉粒状耐火物である。これらはれんがと異なり 16 工程を経ていないので、使用温度に達するまでの強度は、種々の結合力によって確保される。

表は結合の種類の詳細を示している。

結合の種類	結合原理	結合材料の例
水和結合	室温における水和反応で硬化	ポルトランドセメント、アルミナセメント など
17 結合	1 μm 以下の超微粉を配合して分散剤を添加し、少量の水で粒子を分散・流動化するとともに、別に添加した 17 剤の効果を遅れて発揮させる硬化	シリカゾル、アルミナゾル、酸化物超微粉、りん酸塩、粘土 など
18 結合	室温又は焼結温度以下の温度域で生じる水和反応以外の 18 反応による硬化	りん酸塩、けい酸ソーダ、フェノールレジン などに硬化剤を加えたもの
19 結合	反応硬化によらず、結合材の 19 性によって、室温又は焼結温度以下の温度域で生じる硬化	イソブチレン-マレイン酸、りん酸塩、けい酸ソーダ、フェノールレジン、ピッチ、デキストリン、糖蜜 など
20 結合	粘土や金属酸化物の高温における焼結硬化	粘土、金属粉(Si、Al) など

< 16 ～ 20 の解答群 >

ア 発泡	イ 発酵	ウ 触媒	エ 粘着	オ 焼成
カ 乾燥	キ 凝集	ク 共有	ケ 分散	コ 物理
サ 化学	シ 重合	ス 無収縮	セ セラミック	

(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) 次の各文章の ~ の中に入れるべき最も適切な字句又は式を ~ の解答群から選び、その記号を答えよ。

図 1 は加熱用水蒸気を用いて原液を濃縮する蒸発操作を示している。ここで、 P は圧力を、 T は温度を表している。

- 1) 図 1 に示す蒸発操作の方式は 法である。
- 2) この蒸発操作の方式の場合、各缶を個別に蒸発させる場合と比較すると、使用する水蒸気量は である。
- 3) この蒸発操作の方式の缶配列方法は幾つかあるが、図の缶の配列方法は である。
- 4) 第 I 缶の圧力 P_I と、第 II 缶の圧力 P_{II} とを比較すると、 である。
- 5) 第 I 缶の温度 T_I と、第 II 缶の温度 T_{II} とを比較すると、 である。

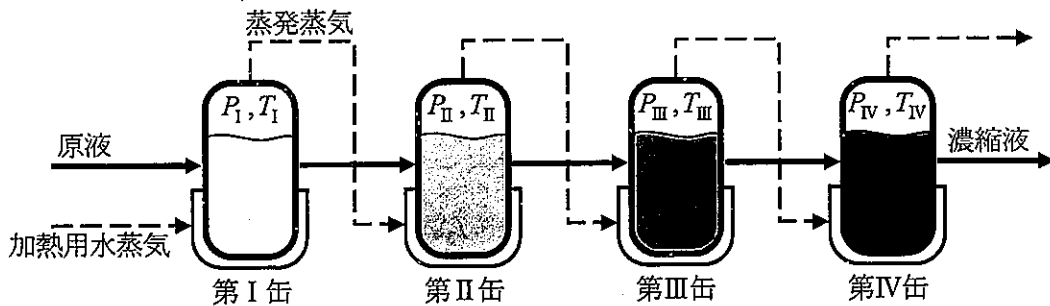


図 1

< ~ の解答群 >

- ア $P_I > P_{II}$ イ $P_I = P_{II}$ ウ $P_I < P_{II}$ エ $T_I > T_{II}$ オ $T_I = T_{II}$ カ $T_I < T_{II}$
 キ 約 $\frac{1}{4}$ ク 約 $\frac{1}{2}$ ケ 同じ コ 順流 サ 逆流 シ 並流
 ス 多段フラッシュ セ 多重効用 ソ 蒸気圧縮

問題 18 の (2) 及び (3) は次の 25 頁及び 26 頁にある

(2) 次の文章の [6] ~ [11] の中に入れるべき最も適切な字句を < [6] ~ [11] の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

図2は単蒸留における気液平衡関係を示したものである。単蒸留缶に、低沸点成分Aの濃度が x_F で、温度が T_0 の混合溶液を入れてゆっくりと加熱すると、温度 [6] で沸騰を始める。このときの蒸気中のA成分の濃度は [7] である。更に加熱すると液組成は [8] 曲線上を温度の高い方向に変化し、温度 T_2 となり、そのときの液組成は濃度 [9] 、蒸気中のA成分の濃度は [10] 曲線上の濃度 [11] となる。

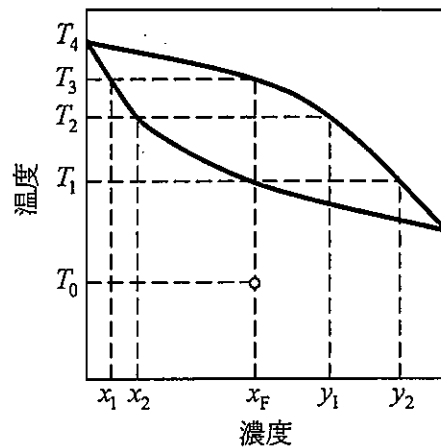


図2

< [6] ~ [11] の解答群 >

- | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| ア T_1 | イ T_2 | ウ T_3 | エ T_4 | |
| オ x_1 | カ x_2 | キ x_F | ク y_1 | ケ y_2 |
| コ 凝縮 | サ 沸騰 | シ 沸点 | ス 露点 | |

(3) 乾燥装置に関する次の各文章の [12] ~ [17] の中に入れるべき最も適切な字句を
〈 [12] ~ [17] の解答群〉から選び、その記号を答えよ。

1) トレイや金網、多孔板上に材料を載せ、熱風を接触させて乾燥する方式を [12] 乾燥装置と呼ぶ。材料は静置状態にあるため振動や衝撃を受けない。

2) 内部に材料かき上げ用の板を備えた緩やかに傾斜した円筒を回転させ、一端から材料を供給し他端から排出しながら熱風で乾燥する方式を [13] 乾燥装置と呼ぶ。

3) 溶液又はスラリー状の液体原料を加熱気流中に吹き込んで微粒化し、落下するまでの間に粉末状の製品を得る方式を [14] 乾燥装置と呼ぶ。

4) 下方から熱風を送り、金網、多孔板上の粉粒体材料を浮遊させながら乾燥する方式を [15] 乾燥装置と呼ぶ。

5) 多量に水分を有した乾燥用材料を低温にして固化した後、高真空下に放置し加熱すると、固化した水分が短時間に直接気化する。この原理を利用した方式を [16] 乾燥装置と呼ぶ。

6) 水平に移動する金網又は多孔板のコンベヤ上に材料を供給し、熱風と接触させて連続的に乾燥させる方式を [17] 乾燥装置と呼ぶ。

〈 [12] ~ [17] の解答群〉

ア 噴霧

イ 箱形

ウ 気流

エ 回転

オ 溝形攪拌かくはん

カ ドラム

キ バンド

ク マイクロ波

ケ 真空

コ 流動層

サ 凍結

(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
---	------

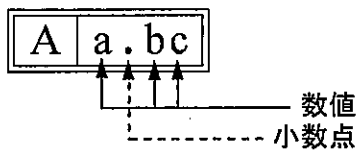
、

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

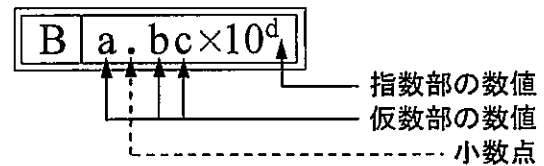
(解答)

「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