熱分野
専門区分

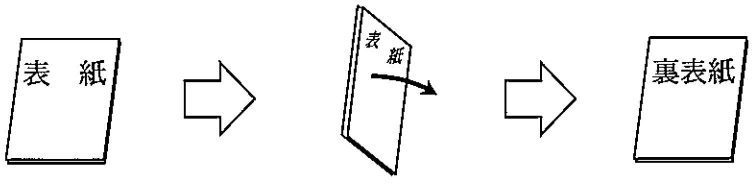
課目Ⅱ　熱と流体の流れの基礎

試験時間　１０：５０～１２：４０（１１０分）　2時限目

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。



全体を裏返す

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。

（熱力学の基礎）

問題４　次の各文章の $\boxed{\quad 1 \quad}$ ～ $\boxed{\quad 6 \quad}$ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

また、$\boxed{\text{A} \mid \text{a.bc}}$ ～ $\boxed{\text{H} \mid \text{a.bc}}$ 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）

図のように、質量が M_p [t] の円盤状のピストンが付いた十分高い円筒状のタンクがあり、内部には質量 m が 100 kg、温度 T_0 が 300 K で理想気体と見なされる空気が充填されている。ピストンはその自重とバランスした状態で静止しており、そのときのピストン周囲の圧力 P_e は 100 kPa、タンク内の空気の圧力 P_0 は 105 kPa であった。また、円筒状のタンクの底面積及びピストンの面積は共に 10 m^2 であり、ピストンは全く変形せずに可逆的に自由かつ円滑に上下に移動するものとし、移動による空気の漏えいもないものとする。

このとき、図に示すようにピストンが静止している初期の状態（状態０）から、ピストンを外から力を加えて動かない状態にして定容で加熱し（状態１）、その後ピストンを外力なしにバランスするまで可逆断熱変化させた状態（状態２）へ移行する過程について考える。

ここで、空気の圧力を P、体積を V、絶対温度を T とし、各状態の状態量を表す記号にはその状態番号を添え字として用いる。また、空気のガス定数 R を 0.2872 kJ/(kg·K)、比熱比 κ を 1.4 とし、共に温度によらず一定値とする。なお、重力の加速度 g を 9.81m/s^2 とし、対数計算及び指数計算には表１及び表２の値を用いることとする。

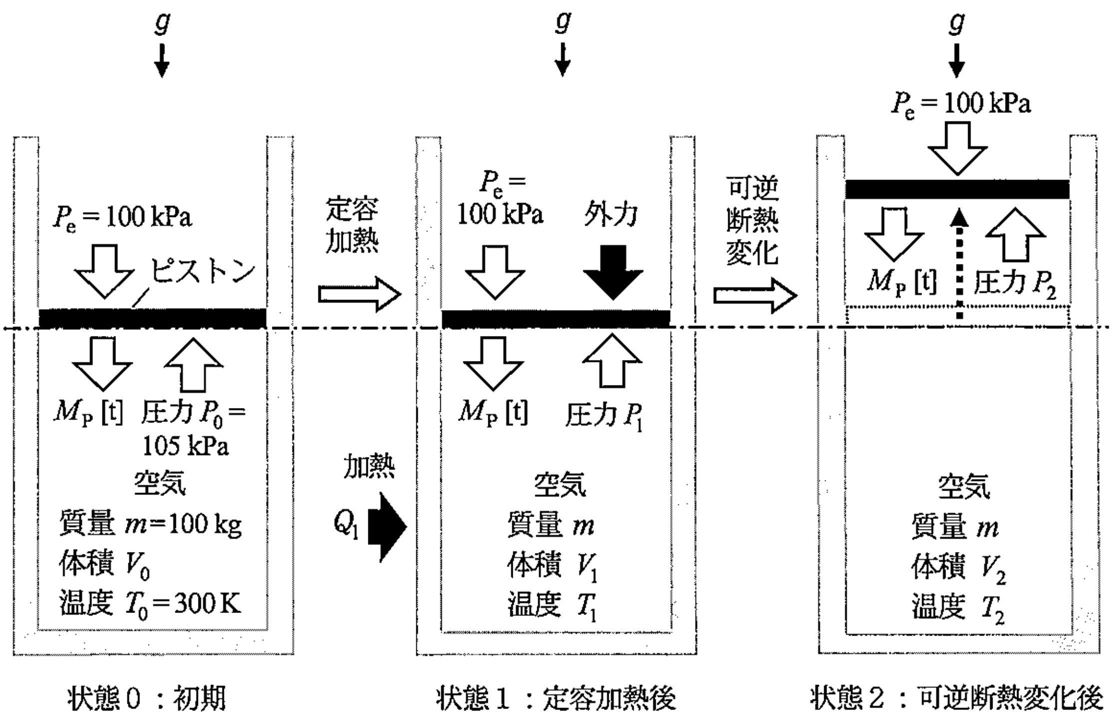


図　ピストン付き円筒状タンクの状態変化の過程

1) まず、図の状態０で示される初期状態について考える。

i) ピストン自体の質量 M_P を知る。

周囲圧力 P_e [Pa] があるので、ピストンの質量 M_P と釣り合う圧力は [A | a.bc] $\times 10^3$ [Pa] である。ピストン面積が $10\,m^2$ であることから、M_P は [B | a.bc] [t] であることが分かる。

ii) タンク内の空気の体積 V_0 は、式 V_0 = [　1　] から、[C | ab.c] [m^3] となる。

〈 [　1　] の解答群 〉

ア $\frac{mT_0P_0}{R}$　　　イ $\frac{mRT_0}{P_0}$　　　ウ $\frac{mRP_0}{T_0}$

問題４は次の頁に続く

2) 次に、状態0から、図の状態1で示されるピストンを動かないようにして加熱したときの変化について考える。

ピストンを固定し、タンク内の空気の体積を一定に保ったまま外部から熱を加えた結果、内部圧力 P_1 [Pa] が初期圧力 P_0 の 1.2 倍に上昇した。このときのタンク内の空気の温度 T_1 は、状態方程式から $\boxed{\text{D} \mid \text{abc}}$ [K] となる。また、定容比熱 c_v は R と κ を用いて、式 $c_v = \boxed{\quad 2 \quad}$ として求められるので、空気に与えられた熱量 Q_1 は $\boxed{\text{E} \mid \text{a.bc}}$ $\times 10^6$ [J] となる。

この定容変化の過程では、エントロピーの増減については $\boxed{\quad 3 \quad}$ となり、その変化量については、空気の比エントロピー変化量 Δs が、式 $\Delta s = \boxed{\quad 4 \quad}$ で表されるので、質量 m が 100 kg の空気ではその値は $\boxed{\text{F} \mid \text{a.bc}}$ $\times 10^4$ [J/K] となる。

〈 $\boxed{\ 2\ }$ ～ $\boxed{\ 4\ }$ の解答群 〉

ア $\dfrac{1}{\kappa+1}R$	イ $\dfrac{1}{\kappa-1}R$	ウ $\dfrac{\kappa}{\kappa-1}R$	エ $c_v \ln(T_1 - T_0)$
オ $c_v \ln\dfrac{T_1}{T_0}$	カ $c_v \ln\dfrac{T_0}{T_1}$	キ 減少	ク 増加

3) 最後に、状態1から、図の状態2でピストンを動けるようにしたときの変化について考える。

状態1からピストンを動けるようして、破線で示すようにタンク内の圧力 P_2 [Pa] が初期圧力 P_0 と等しくなるまで可逆断熱変化させた。

この変化前後におけるタンク内の空気の圧力 P と体積 V の関係は $\boxed{\quad 5 \quad}$ の条件が適用でき、変化後のタンク内の体積 V_2 は $\boxed{\text{G} \mid \text{ab.c}}$ [m^3] となる。

この変化が外部に対して成した仕事 W は、「圧力 × 体積」の変化すなわち式 $\boxed{\quad 6 \quad}$ に、比熱比 κ の関係式 $\dfrac{1}{1-\kappa}$ を乗じることで求めることができ、$\boxed{\text{H} \mid \text{a.bc}}$ $\times 10^6$ [J] となる。

〈 $\boxed{\ 5\ }$ 及び $\boxed{\ 6\ }$ の解答群 〉

ア $P_0V_2 - P_1V_0$	イ $P_0V_2 - P_1V_2$	ウ $P_1V_2 - P_0V_2$
エ $PV^{\kappa} =$ 一定	オ $PV^{\frac{1}{\kappa}} =$ 一定	カ $PV^{-\kappa} =$ 一定

表１　対数計算の値

N	2	3	4	5	6	7	8	9
$\ln N$	0.693 1	1.098 6	1.386 3	1.609 4	1.791 8	1.945 9	2.079 4	2.197 2

表２　指数計算の値

N	2	3	4	5	6	7	8	9
$N^{\frac{1}{1.4}}$	1.640 7	2.191 8	2.691 8	3.156 9	3.596 0	4.014 6	4.416 4	4.804 0

（熱力学の基礎）

問題5　次の各文章の $\boxed{\ 1\ }$ ～ $\boxed{\ 14\ }$ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

また、$\boxed{A \mid a.bc\times10^{d}}$ ～ $\boxed{D \mid a.bc}$ 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）

蒸気圧縮冷凍機の冷凍サイクルについて考える。

図は、ある蒸気圧縮冷凍機の冷凍サイクルの各過程を、圧力 P と比エンタルピー h で示した $P-h$ 線図上に示したものである。ここで、図中の 1 ～ 4 は作動流体である冷媒の熱力学的状態点を示す番号であり、各状態点の比エンタルピーを表す記号にはその状態点の番号を添字として用いる。

なお、計算には表 1 及び表 2 の数値を用いることとし、表中の符号 ′ は飽和液状態、符号 ″ は飽和蒸気状態を表す。

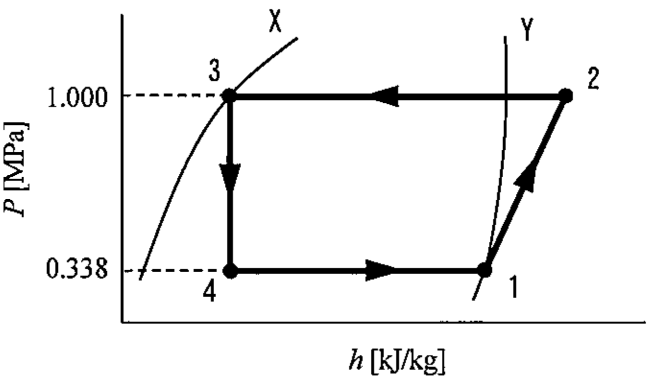


図　$P-h$ 線図上の蒸気圧縮冷凍サイクル

1) 図の $P-h$ 線図において、線 X は冷媒の $\boxed{\ 1\ }$ 、線 Y は冷媒の $\boxed{\ 2\ }$ を示している。

〈 $\boxed{\ 1\ }$ 及び $\boxed{\ 2\ }$ の解答群 〉

ア　飽和液線　　　イ　飽和蒸気線　　　ウ　湿り蒸気線

2) 図において、冷凍機内を流れる冷媒は、1 では飽和状態の気体であり、1 から 2 への過程で圧縮機の働きによって可逆断熱圧縮（等エントロピー変化）され、$\boxed{3}$ 蒸気となる。この気体の冷媒は、2 から 3 への過程で凝縮して飽和液となり、熱を $\boxed{4}$ する。そして、3 から 4 への過程で、$\boxed{5}$ の働きによって等エンタルピー変化し、$\boxed{6}$ 蒸気となる。4 から 1 に移動する間に、$\boxed{7}$ の働きによって熱を $\boxed{8}$ し、冷媒は液体から気体へと状態変化する。

〈 $\boxed{3}$ ～ $\boxed{8}$ の解答群 〉

ア　過熱　　イ　湿り　　ウ　飽和　　エ　凝縮器
オ　蒸発器　　カ　復水器　　キ　膨張弁　　ク　周囲から吸収
ケ　周囲に放出

3) 図において、比エンタルピー h を用いて、吸収熱量は $\boxed{9}$、圧縮仕事は $\boxed{10}$、放出熱量は $\boxed{11}$ で表される。ここで、冷凍機から見ると吸収熱量は冷却熱量、放出熱量は凝縮熱量である。

〈 $\boxed{9}$ ～ $\boxed{11}$ の解答群 〉

ア　h_1-h_4　　イ　h_2-h_1　　ウ　h_2-h_3

4) 冷凍サイクルの性能は、動作係数（成績係数）で評価することができ、これを ε で表す。冷凍機として用いる場合を ε_R とすると、ε_R は式 $\varepsilon_R=\boxed{12}$ と表すことができ、また、ヒートポンプとして用いる場合を ε_H とすると、ε_H は式 $\varepsilon_H=\boxed{13}$ と表すことができる。

〈 $\boxed{12}$ 及び $\boxed{13}$ の解答群 〉

ア　$\dfrac{h_1-h_4}{h_2-h_1}$　　イ　$\dfrac{h_2-h_3}{h_2-h_1}$　　ウ　$\dfrac{h_1-h_4}{h_2-h_4}$　　エ　$\dfrac{h_2-h_3}{h_2-h_4}$

問題５は次の頁に続く

5) 図において、1 は線 Y 上で圧力が 0.338 MPa、2 は圧力が 1MPa、3 は線 X 上で圧力が 1MPa であるとしたときの冷凍機の性能を、冷媒 1 kg 当たりで求める。

まず、冷却熱量は次のように計算される。

冷却熱量 = | A | a.bc×10^{d} | [kJ/kg]

さらに、1 から 2 への変化は等エントロピー変化であることから、2 の比エンタルピー h_2 は、表１及び表２の比エントロピーの値を用いて線形補間して、h_2 = | 14 | [kJ/kg] と求められるので、圧縮仕事及び凝縮熱量はそれぞれ次のように計算される。

圧縮仕事 = | B | a.bc×10^{d} | [kJ/kg]

凝縮熱量 = | C | a.bc×10^{d} | [kJ/kg]

また、ε_R の値は | D | a.bc | となる。

〈 | 14 | の解答群 〉

ア 267.97　　イ 268.68　　ウ 269.41　　エ 271.95　　オ 280.19

表１　冷媒の飽和表

圧力 [MPa]	温度 [℃]	比エンタルピー [kJ/kg]		比エントロピー [kJ/(kg·K)]	
		h'	h''	s'	s''
0.338	4.00	55.35	249.53	0.2162	0.9169
1.000	39.39	105.29	267.97	0.3838	0.9043

表２　冷媒の過熱蒸気表

圧力 [MPa]	温度 [℃]	比エンタルピー h [kJ/kg]	比エントロピー s [kJ/(kg·K)]
1.000	40	268.68	0.9066
	50	280.19	0.9428

（空　白）

（流体工学の基礎）

問題6　次の各文章の $\boxed{\ 1\ }$ ～ $\boxed{\ 13\ }$ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。なお、$\boxed{\ 3\ }$ 及び $\boxed{\ 5\ }$ は複数箇所あるが、それぞれ同じ記号が入る。

また、$\boxed{A \mid a.bc}$ ～ $\boxed{C \mid a.b}$ 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。ここで、重力の加速度 g を 9.81 m/s^2、円周率 π を 3.14 とする。（配点計 50 点）

(1) 送風機について考える。

1) 気体にエネルギーを与え、その圧力と速度を高めることによって気体を送り出す機械が送風機や圧縮機であり、吐出し圧力によって区分されている。

送風機は、羽根車が回転することによって気体を送り出すターボ形送風機と、吸い込んだ気体をピストンやローラで圧縮して送り出す $\boxed{\ 1\ }$ 送風機に分類される。ターボ形送風機の形式の分類には $\boxed{\ 2\ }$ が用いられ、その値は幾何学的に相似な羽根車に対して、大きさや回転速度とは無関係に一定の値となる。

〈 $\boxed{\ 1\ }$ 及び $\boxed{\ 2\ }$ の解答群 〉

ア　圧縮比	イ　断熱ヘッド	ウ　比速度	エ　風量
オ　遠心形	カ　軸流形	キ　断熱形	ク　容積形

2) ターボ形送風機を部分風量で運転する場合、サージングの発生に注意する必要がある。一般にサージングの発生は、用いられる送風機の特性曲線における $\boxed{\ 3\ }$ の曲線を見ることによって判断できる。$\boxed{\ 3\ }$ が流量係数に対して $\boxed{\ 4\ }$ となる領域では、風量の自励振動が発生する恐れがあるためである。

〈 $\boxed{\ 3\ }$ 及び $\boxed{\ 4\ }$ の解答群 〉

ア　圧縮効率	イ　圧力係数	ウ　全圧効率	エ　動力係数
オ　一定	カ　右上がり	キ　右下がり	

(2) 円管内の流れについて考える。

円管内の流れが十分に発達した層流の場合、速度分布は放物線形となり、管摩擦係数は無次元数である $\boxed{\quad 5 \quad}$ 数のみの関数で与えられる。一方、流れが乱流の場合、管摩擦係数は管壁の粗さによっても変化する。摩擦を伴う円管内の流れを扱うとき、「$\boxed{\quad 5 \quad}$ 数」、「管径に対する管壁の粗さの比」及び「管摩擦係数」を関係付けた $\boxed{\quad 6 \quad}$ 線図が広く用いられている。

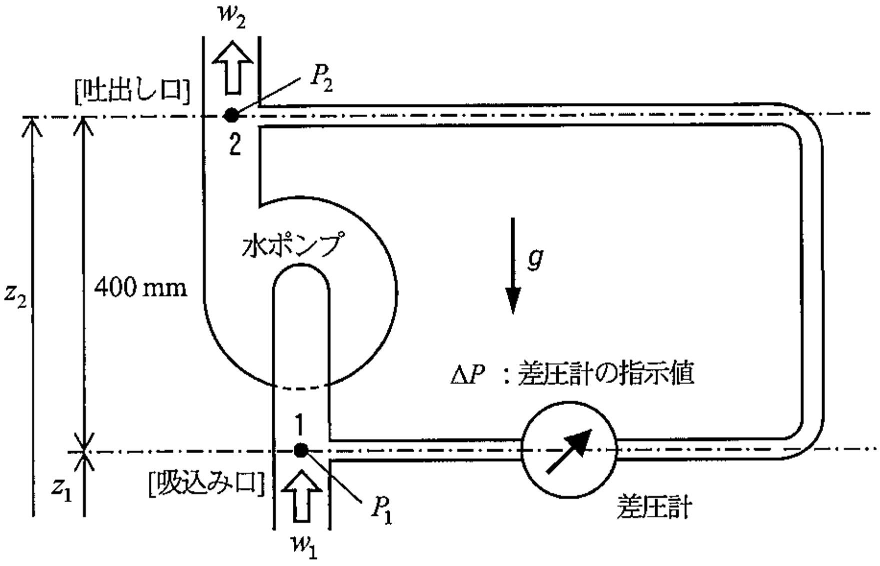
〈 $\boxed{\quad 5 \quad}$ 及び $\boxed{\quad 6 \quad}$ の解答群 〉

ア　ハーゲン・ポアズイユ	イ　パスカル	ウ　ブラジウス	エ　プラントル
オ　マッハ	カ　ムーディー	キ　モリエ	ク　レイノルズ

問題６は次の頁に続く

(3) 図のように、差圧計を用いて水ポンプの効率を測定することを考える。

ポンプの吸込み口 1 の直径と吐出し口 2 の直径は共に150 mmであり、差圧を測定している高さの差 $z_2 - z_1$ は 400 mm である。ここで、水の密度 ρ を1 000 kg/m^3 とする。



図

1) ポンプの効率は、ポンプの運転によって単位時間当たりに水が得たエネルギーを、ポンプの軸動力で除すことで得られる。一般に軸動力はポンプの吐出し量に依存して変化するが、[7] ポンプの軸動力は吐出し量に対してほとんど変化せず、安定した運転が可能である。

単位時間当たりに水が得たエネルギーは、水が得た単位体積当たりのエネルギーに [8] を乗じることによって計算される。単位体積当たりのエネルギーの単位は [9] である。

〈 [7] ～ [9] の解答群 〉

ア J	イ N	ウ Pa	エ W
オ 渦巻	カ 斜流	キ 軸流	ク 回転速度
ケ 全揚程	コ 体積流量	サ 密度	

2) 水が得た単位体積当たりのエネルギーは、吐出し口と吸込み口における単位体積の水が保有するエネルギーの差であり、これらのエネルギーは一般化された [10] の式を用いて評価される。

3) 吸込み口１における水の圧力をP_1、流速をw_1、吸込み口の高さをz_1とすると、吸込み口において単位体積の水が保有するエネルギーE_1は、次式で与えられる。

$E_1 = \boxed{\ 11\ }$ ……………………… ①

吐出し口２における水の圧力をP_2、流速をw_2、吐出し口の高さをz_2とすると、吐出し口において単位体積の水が保有するエネルギーE_2は式①と同様の式で与えられる。

〈 $\boxed{\ 10\ }$ 及び $\boxed{\ 11\ }$ の解答群 〉

ア $P_1+\frac{1}{2}\rho w_1^2+gz_1$　　イ $P_1+\frac{1}{2}\rho w_1^2-gz_1$

ウ $P_1+\frac{1}{2}\rho w_1^2+\rho gz_1$　　エ $P_1+\frac{1}{2}\rho w_1^2-\rho gz_1$

オ オイラー　　カ ブラジウス　　キ フーリエ　　ク ベルヌーイ

4) ポンプの吸込み口の流速w_1と吐出し口の流速w_2に関しては、吸込み口直径と吐出し口直径が等しいため $w_1=w_2$ となる。この関係は、流路を流れる流体の $\boxed{\ 12\ }$ 保存則において、水は非圧縮性流体とみなせることから導かれる。

5) 吸込み口１と同じ高さにある差圧計の指示値ΔPとP_1及びP_2の関係は次式で与えられる。

$\Delta P=P_2-P_1+\boxed{\ 13\ }$ ……………………… ②

〈 $\boxed{\ 12\ }$ 及び $\boxed{\ 13\ }$ の解答群 〉

ア $g(z_2-z_1)$　　イ $g(z_1-z_2)$　　ウ $\rho g(z_2-z_1)$　　エ $\rho g(z_1-z_2)$

オ エントロピー　　カ 運動量　　キ 角運動量　　ク 質量

6) 図において、吐出し量が2 000 L/min のとき、ポンプの軸動力は3 kW、差圧計の指示値ΔPは71 kPaであった。

i) この吐出し量の条件では、ポンプ吐出し口における流速は $\boxed{A \mid a.bc}$ [m/s] であり、ポンプ吸込み口における流速も同じ値となる。

ii) ポンプの運転によって単位時間当たりに水が得たエネルギーは $\boxed{B \mid a.bc}$ [kW] であり、ポンプ効率は $\boxed{C \mid a.b}$ $\times10^{-1}$ となる。

（伝熱工学の基礎）

問題7　次の各文章の $\boxed{1}$ ～ $\boxed{11}$ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。なお、$\boxed{2}$ は複数箇所あるが、同じ記号が入る。

また、$\boxed{\text{A}\,|\,\text{ab.c}}$ 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）

(1) 対流熱伝達について考える。

1) 熱伝達率は、流体とその流れを特徴付ける無次元数とヌセルト数（Nu）との関係式を用いて、ヌセルト数を求めることにより知ることができる。

例えば、壁温一定の平板が空気中にある場合には、流れが強制対流であるか自然対流であるかによってその関係式は異なる。強制対流の場合のヌセルト数は、流速に関係する無次元数である $\boxed{1}$ 数と、動粘性率と熱拡散率の比である $\boxed{2}$ 数の関数として表される。自然対流の場合のヌセルト数は、浮力に関係する $\boxed{3}$ 数と $\boxed{2}$ 数の関数として表される。

〈 $\boxed{1}$ ～ $\boxed{3}$ の解答群 〉

ア　グラスホフ　　イ　プラントル　　ウ　フルード　　エ　レイノルズ

2) 一様な流れの中に、流れと平行に置かれた平板に沿う流れの速度分布を見ると、図1のように平板表面近傍では速度が急激に変化する領域がある。これを速度境界層と呼び、境界層の外側では一様な流れとなる。境界層は平板の先端から流れの方向に沿って図1の破線のように発達する。また、平板が加熱され流体と平板との間に温度差がある場合には、加熱平板の表面近傍では温度が急激に変化する領域である温度境界層が形成される。

この速度と温度の二つの境界層の厚さの相対的な関係は無次元数である $\boxed{4}$ 数により決まり、その無次元数の値が 1 より充分小さいときは、図2の A が $\boxed{5}$ 境界層で B がもう一方の境界層となり、1 より充分大きいときにはその逆となる。

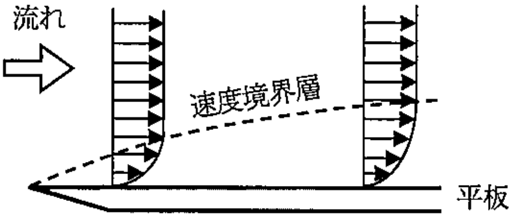


図１　平板に沿う流れの速度分布

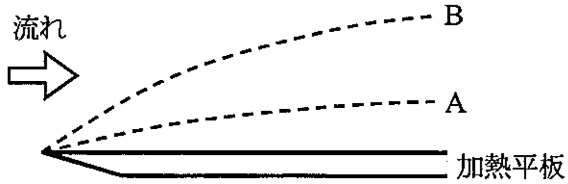


図２　加熱平板に沿う速度境界層と温度境界層の相対関係

〈 $\boxed{4}$ 及び $\boxed{5}$ の解答群 〉

ア　グラスホフ　　イ　プラントル　　ウ　フルード　　エ　レイノルズ
オ　温度　　カ　速度

(2)　２面間の放射伝熱について考える。ここで、面１の面積を A_1、表面の絶対温度を T_1、放射率を ε_1、面２の面積を A_2、表面の絶対温度を T_2、放射率を ε_2 とし、ステファン・ボルツマン定数を σ とする。

1)　十分に広く面積の等しい平行２面間の放射伝熱量 Q は、面積 A_1 を用いると次式で与えられる。

$$Q = \boxed{6} \times \sigma \left(T_1^4 - T_2^4\right)$$

2)　凹部のない面１が十分に大きな面２に完全に囲まれている場合の放射伝熱量 Q は、次式で与えられる。

$$Q = \boxed{7} \times \sigma \left(T_1^4 - T_2^4\right)$$

〈 $\boxed{6}$ 及び $\boxed{7}$ の解答群 〉

ア　$A_1\varepsilon_1$　　イ　$A_1\varepsilon_2$　　ウ　$A_2\varepsilon_1$
エ　$A_1\varepsilon_1\varepsilon_2$　　オ　$A_1\left(\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - \varepsilon_1\varepsilon_2\right)$　　カ　$\dfrac{A_1}{\dfrac{1}{\varepsilon_1} + \dfrac{1}{\varepsilon_2} - 1}$

問題７は次の頁に続く

(3) 沸騰熱伝達について考える。

1) 沸騰は液体の流動状況によって大きく二種類に分けられ、容器内などの液体を強制的に流動させない場合の沸騰を $\boxed{\ 8\ }$ 沸騰と呼ぶ。

〈 $\boxed{\ 8\ }$ の解答群 〉

ア サブクール　　イ プール　　ウ 飽和

2) 液体と接した伝熱面を液体の飽和温度以上に加熱した際の過熱度 ΔT_s と熱流束 q の関係を表す図 3 のような曲線を沸騰曲線と呼ぶ。

図 3 において、A 点から伝熱面を加熱して過熱度を増加させて行くと、B 点で沸騰が始まる。さらに過熱度を増加させると熱流束が急激に増大し、C 点を経て D 点に至る。ここで、B 点から D 点までの領域を $\boxed{\ 9\ }$ 沸騰領域と呼ぶ。さらに伝熱面を加熱していくと、過熱度が急激に上昇し突然 F 点に移行する。したがって、D 点以上の過熱度では、場合によっては伝熱面が溶融する危険があることを示しており、D 点のことを $\boxed{\ 10\ }$ 点と呼ぶ。F 点でも伝熱面の融点を超えない場合には、過熱度と熱流束の関係は A→B→C→D→F→G のように変化していく。

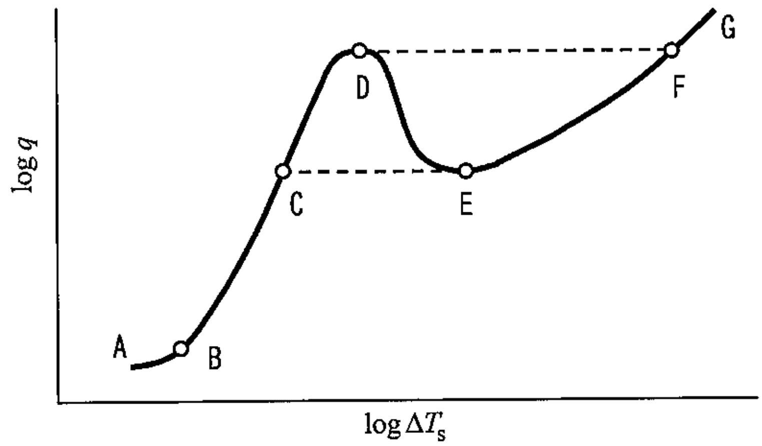


図 3　沸騰曲線

〈 $\boxed{\ 9\ }$ 及び $\boxed{\ 10\ }$ の解答群 〉

ア バーンアウト　　イ 核　　ウ 遷移

エ 膜　　オ 溶融　　カ 臨界

(4) 図４は並流形熱交換器における二つの流体の温度変化を示したものである。ここで、T_{Hi} は高温流体の入口温度、T_{Ho} は高温流体の出口温度、T_{Ci} は低温流体の入口温度、T_{Co} は低温流体の出口温度を示す。このときの交換熱量は、熱交換器の伝熱面積 A、熱通過率 K と対数平均温度差 ΔT_{m} の積で求めることができる。

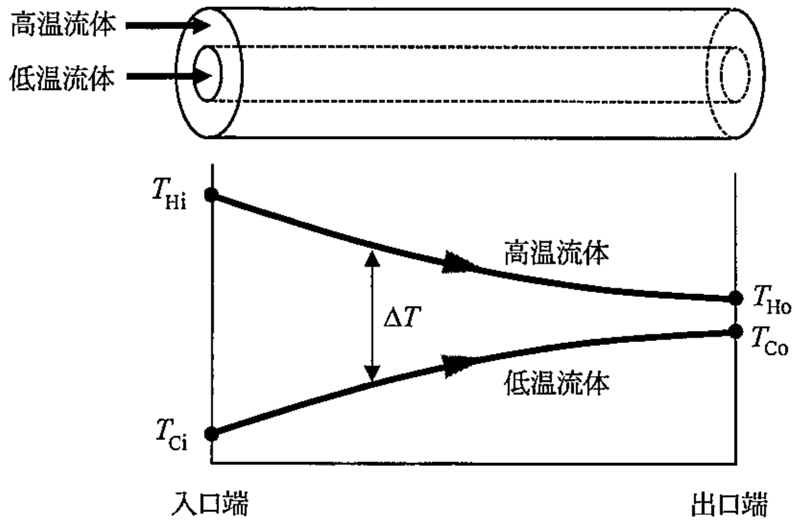


図４　並流形熱交換器の温度分布

1) 対数平均温度差は次式のように表される。

$$\Delta T_{\mathrm{m}} = \frac{\boxed{\ 11\ }}{\ln\left(\dfrac{T_{\mathrm{Hi}} - T_{\mathrm{Ci}}}{T_{\mathrm{Ho}} - T_{\mathrm{Co}}}\right)}$$

〈 $\boxed{\ 11\ }$ の解答群 〉

ア $(T_{\mathrm{Hi}} + T_{\mathrm{Ho}}) - (T_{\mathrm{Ci}} + T_{\mathrm{Co}})$　イ $(T_{\mathrm{Hi}} - T_{\mathrm{Co}}) - (T_{\mathrm{Ho}} - T_{\mathrm{Ci}})$　ウ $(T_{\mathrm{Hi}} - T_{\mathrm{Ci}}) - (T_{\mathrm{Ho}} - T_{\mathrm{Co}})$

2) いま、熱交換器において、伝熱面積 A が $2\,\mathrm{m}^2$ で熱通過率 K が $1.2\,\mathrm{kW/(m^2{\cdot}K)}$ であるとして、入口温度が 80 ℃ の高温流体と 20 ℃ の低温流体を熱交換し、出口温度は、高温流体が 50 ℃、低温流体が 40 ℃ となった。このときの交換熱量は $\boxed{\mathrm{A}\ |\ \mathrm{ab.c}}$ [kW] と求められる。ただし、$\ln 6 = 1.792$ とする。

（空　白）

（空　白）

（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．$\boxed{\quad 1 \quad}$、$\boxed{\quad 2 \quad}$ などは、解答群の字句等（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。

3．$\boxed{\mathrm{A}\ |\ \mathrm{a.bc}}$、$\boxed{\mathrm{B}\ |\ \mathrm{a.bc}\times 10^{\mathrm{d}}}$ などは、計算結果などの数値を解答する設問である。a,b,c,d 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」（ただし、a は⓪以外とする）を塗りつぶすこと。なお、下位の桁の値が「0」となる場合にも⓪を塗りつぶすこと。

また、計算を伴う解答の場合は次の (1) ～ (3) によること。

(1) **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。**

このとき、解答すべき数値を求める過程の計算においても、必要となる桁数には十分配慮し、「解答として最後に四捨五入した数値」が、「解答が求める最小位まで有効な値」となるようにすること。

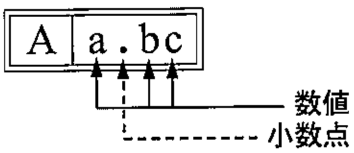
(2) 既に解答した数値を用いて次の問題以降の計算を行う場合も、必要に応じて四捨五入後の数値ではなく、四捨五入前の数値を用いて計算することなど、(1) の計算条件を満足すること。

(3) 問題文中で与えられる数値は、記載してある位以降は「0」として扱い、(1) の「**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。**」の計算条件を満足しているものとする。

例えば、2.1 kg の 2.1 は、2.100…と考える。特に円周率などの場合、実際は $\pi = 3.1415\cdots$ であるが、$\pi = 3.14$ で与えられた場合は、3.1400…として計算すること。

「解答例１」

（設問）



（計算結果）

6.795…

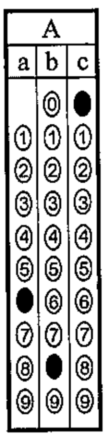
↓ 四捨五入

6.80

（解答）

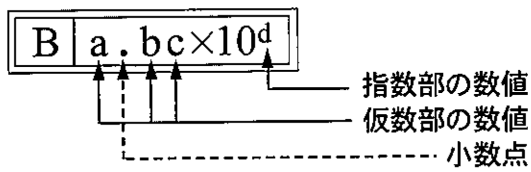
「680」を

塗りつぶす



「解答例２」

（設問）



（計算結果）

$9.183\cdots \times 10^2$

↓ 四捨五入

9.18×10^2

（解答）

「9182」を

塗りつぶす