

切 り 離 さ な い こ と

平成29年度専攻科入学者選抜学力検査問題・解答用紙

# 専 門 科 目

## 生産システム工学コース( I 群)

( 検査時間 10:00 ~ 12:00 )

( 注 意 )

- 1 「はじめ」の合図があるまで開かないこと。
- 2 専門科目の問題・解答用紙は、表紙(本紙)と問題・解答用紙からなっています。
- 3 下記の3科目の中から2科目を選択すること。
- 4 選択した科目の問題・解答用紙には必ず受検番号、氏名を記入すること。
- 5 問題・解答用紙は切り離さないで提出すること。
- 6 下記の表に受検番号、氏名を記入し、選択する科目名を○で囲むこと。

(※印の欄は記入しないこと)

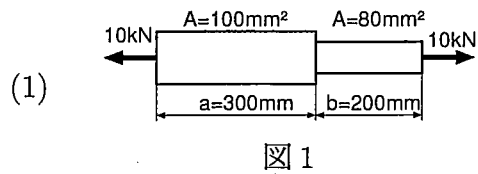
受検番号		氏 名		※
------	--	-----	--	---

群	科 目 名
I	材料力学 (※ )、流体力学 (※ )、熱力学 (※ )

平成29年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

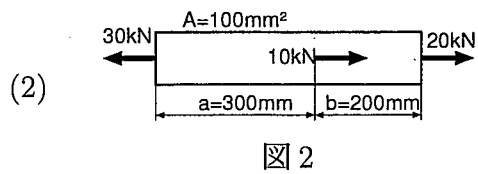
専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
		受検番号	
I 群	材 料 力 学 (1/2)		

問1. 以下の図1、図2に示すように棒に外力が作用している。棒のa部とb部に生じる応力 $\sigma_a$ 、 $\sigma_b$ と棒全体の变形量 $\Delta l$ を求めなさい。なお、棒の断面積 $A$ は図中に示した通りであり、棒の縦弾性係数は206GPaとする。応力の単位はMPa、变形量の単位は $\mu m$ とし、有効数字は3桁で表示すること。また、圧縮応力はマイナス「-」をつけて表示すること。変形が「縮み」であればマイナスをつけて示すこと。【30点】



$$\sigma_a = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (MPa)} \quad \sigma_b = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (MPa)}$$

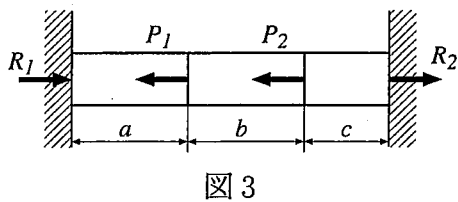
$$\Delta l = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (}\mu m\text{)}$$



$$\sigma_a = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (MPa)} \quad \sigma_b = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (MPa)}$$

$$\Delta l = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (}\mu m\text{)}$$

問2. 図3に示すように両端が剛体壁に固定された棒に荷重 $P_1$ 、 $P_2$ が作用している。壁に生じる反力 $R_1$ 、 $R_2$ を求めよ。ただし、棒の縦弾性係数を $E$ 、断面積を $A$ とする。【20点】



平成29年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
		受検番号	
I 群	材 料 力 学 (2/2)		

問3. 図4のように2つの集中荷重を受ける単純支持はりのせん断力と曲げモーメントを求め、せん断力図(S.F.D.)と曲げモーメント図(B.M.D.)を描け。また、最大曲げモーメント  $M_{max}$  を求めよ。【30点】

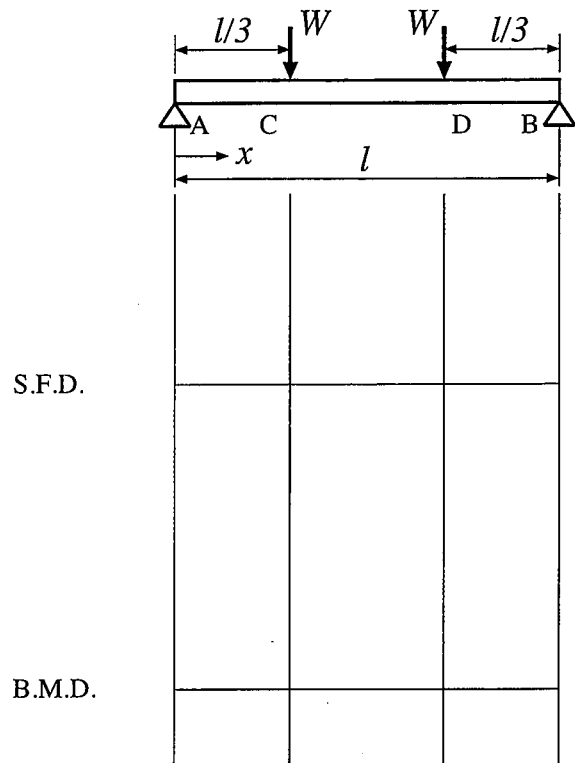


図4

問4. 図5に示す等分布荷重  $w$  を受ける両端支持はりのたわみ曲線及び最大たわみ  $y_{max}$  をもとめよ。ただし、はりの曲げこわさを  $EI$  とする。【20点】

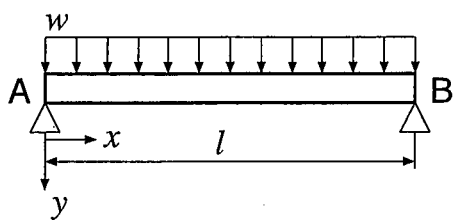


図5

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
		受検番号	

I 群 流体力学(1/2)

【問1】一辺の長さが $l$ の立方体を水(密度 $\rho$ )に浮かべたところ、 $h(< l)$ だけ水面下に沈み、 $l-h$ が空気中にでた状態で安定した(図1)。この物体の比重の表式をもとめよ。ただし、空気の密度は無視できるものとする(12点)。

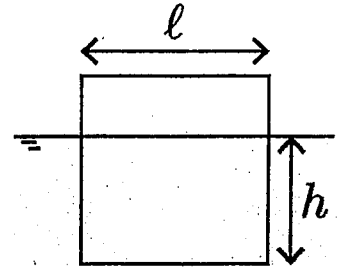


図1

【問2】密度 $\rho = 1.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ の液体が満たされた深さが $h$ の容器の底の排水口が、半径2.0cmの円盤状の弁でふさがれている(図2)。この弁の中心を力 $f$ で垂直に引っ張ると、 $f = 10 \text{ kgw}$ に達したとき弁が抜けた。液体の深さ $h$ を計算せよ(12点)。

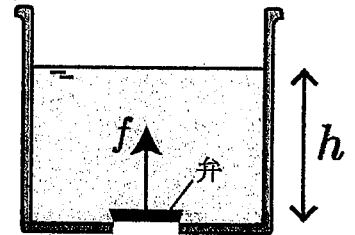


図2

【問3】液体で潤滑された角度 $\theta$ の斜面を、一辺の長さ $l$ の正方形の板が一定速度 $v$ で滑り落ちている(図3)。板の質量を $m$ 、重力加速度を $g$ 、板と斜面に挟まれた液体の厚さを $d$ とする。液体はニュートン流体であるとして、その粘度 $\eta$ の表式をもとめよ(12点)。

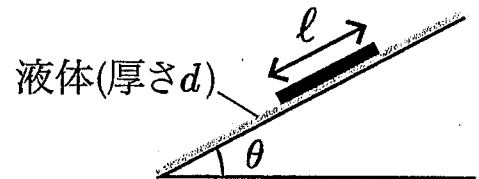


図3

【問4】水銀が入られたU字管をピトー管につなげ、空気の流れ速度 $v$ を測定している。U字管内の水銀柱の差が1.0cmであるとき $v$ を計算せよ。なお水銀の密度を $14 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、空気の密度を $1.0 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度を $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とする(12点)。

【問5】図4に示したようなT字型の管の一端を水(密度 $\rho$ )につけ、速度 $v$ で空気(密度 $\rho_a$ )を送ったところ、水位が $h$ だけ上昇した。速度 $v$ の表式をもとめよ。重力加速度を $g$ とする(12点)。

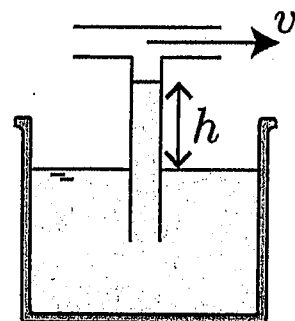


図4

平成29年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
		受検番号	

I 群	流体力学(2/2)
-----	-----------

【問6】直径が  $r_0$  の円管内を粘度が  $\eta$ 、密度が  $\rho$  の粘性流体が流れている。また、流れの方向について距離  $l$  だけ離れた2カ所の断面における圧力差を  $\Delta p$  とする。一定の条件が満たされるとき、この円管内の速度分布は

$$u(r) = \frac{\Delta p}{4\eta l}(r_0^2 - r^2)$$

で与えられる。ただし  $u(r)$  は、円管の中心から半径方向に距離  $r$  だけ離れた点における流速である。

(1) 上に述べた「一定の条件」とはなにか。以下の用語を用いて簡潔に説明せよ (10点)。

(用語：レイノルズ数, 臨界レイノルズ数, 層流)

(2) 管内の平均流速  $V$  の表式を求めよ (10点)。

(3) 管摩擦係数  $\lambda$  は  $\Delta p = \lambda \frac{\rho V^2 l}{4r_0}$  によって与えられる。流れのレイノルズ数を  $Re = \frac{\rho V r_0}{\eta}$  と定義するとき、 $\lambda = \frac{32}{Re}$  となることを示せ (10点)。

(4)  $r_0 = 0.1\text{m}$  の管を、比重 0.80、粘度が  $0.01\text{Pa}\cdot\text{s}$  の流体が平均流速  $1.0\text{m/s}$  で流れている。重力加速度を  $g$  として、この管の  $100\text{m}$  あたりの損失ヘッドを計算せよ (10点)。

平成29年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
		受検番号	
I 群	熱力学 (1/2)		
1	<p>熱量 <math>Q</math> [J]、内部エネルギー <math>U</math> [J]、エンタルピー <math>H</math> [J]、圧力 <math>p</math> [Pa]、体積 <math>V</math> [m<sup>3</sup>]とし、熱力学の第1法則は式(1-1)及び式(1-2)で表される。</p> $dQ=dU+pdV \dots (1-1), \quad dQ=dH-Vdp \dots (1-2)$ <p>これらの式をもとに、完全ガスにおける定圧比熱 <math>c_p</math> [J/(kg·K)]と定容比熱 <math>c_v</math> [J/(kg·K)]の定義を式で示しなさい。さらに、定圧比熱 <math>c_p</math> [J/(kg·K)]と定容比熱 <math>c_v</math> [J/(kg·K)]、およびガス定数 <math>R</math> [J/(kg·K)]の関係が式(1-3)に示すマイヤーの式で表されることを導きなさい。 <math>c_p - c_v = R \dots (1-3)</math></p> <p>ここで、完全ガスの質量は <math>m</math> [kg]、温度は <math>T</math> [K]で表すものとする。(26点)</p>		
2	<p>完全ガスの可逆断熱変化において、質量 <math>m</math> [kg]、ガス定数 <math>R</math> [J/(kg·K)]が一定であるとき、圧力 <math>p</math> [Pa]と体積 <math>V</math> [m<sup>3</sup>]の関係は、 <math>pV^k = \text{const.}</math>(一定) となる関係式で表される。<math>k</math> は比熱比であり、定圧比熱 <math>c_p</math> [J/(kg·K)]と定容比熱 <math>c_v</math> [J/(kg·K)]の関係として <math>k=c_p/c_v</math> で表される。ここで完全ガスの状態式を考慮して、完全ガスの可逆断熱変化における圧力 <math>p</math> [Pa]と温度 <math>T</math> [K]の関係式、および体積 <math>V</math> [m<sup>3</sup>]と温度 <math>T</math> [K]の関係式をそれぞれ導出しなさい。また、このとき絶対仕事 <math>L_a</math> [J]と工業仕事 <math>L_i</math> [J]は、温度変化 <math>\Delta T</math> [K]に対してどのように与えられるか説明しなさい。(25点)</p>		

平成29年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
		受検番号	
I 群	熱力学 (2/2)		

3 次に示す状態変化において、エントロピーは増大するか減少するか、または変化しないか、式を示して説明せよ。(24点)

(1) 断熱変化をしながら完全ガスが膨張するとき。

(2) 定圧比熱を  $c_p$  [J/(kg·K)] とする完全ガスが、一定圧力  $p$  [Pa] のもとで体積が  $V_1$  [m<sup>3</sup>] から  $V_2$  [m<sup>3</sup>] に減少するとき ( $V_1 > V_2$  である)。

(3) 定容比熱を  $c_v$  [J/(kg·K)] とする完全ガスが、体積一定  $V$  [m<sup>3</sup>] のもとで圧力が  $p_1$  [Pa] から  $p_2$  [Pa] に減少するとき ( $p_1 > p_2$  である)。

4 温度  $T$  [K] と比エントロピー  $s$  [J/(kg·K)] の関係として、ポンプ仕事を無視した場合の混合式一段抽気再生サイクルの  $T$ - $s$  線図を図1に示す。図1中で1~8とした各点における比エンタルピー  $h$  [J/kg] は、それぞれ  $h_1 \sim h_8$  と表すことにする。この混合式一段抽気再生サイクルで作動流体 1 [kg] 当たりの加熱量  $q$  [J/kg] と抽気量  $m$  [kg] は比エンタルピー  $h$  [J/kg] とどのように関係付けられるか。周囲への熱損失はないものとして、加熱量  $q$  [J/kg] と抽気量  $m$  [kg] についてそれぞれ式を示して説明しなさい。また、このサイクルの熱効率  $\eta_{th}$  を抽気量  $m$  [kg] と比エンタルピー  $h$  [J/kg] を用いた式で示しなさい。(25点)

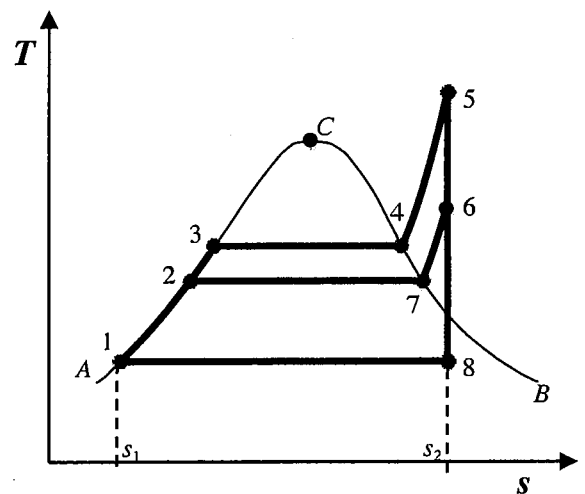


図1 混合式一段抽気再生サイクルの  $T$ - $s$  線図  
(ポンプ仕事は無視)