

切 り 離 さ な い こ と

令和3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 (※)

令和3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 (1/4)		

1 以下の図 1-1、図 1-2 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 σ_a 、 σ_b と棒全体の変形量 Δl 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、変形量の単位は μm 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】

(1)

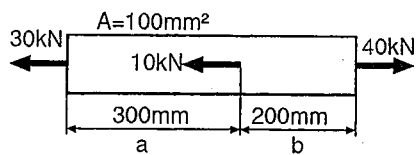


図 1-1

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

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

(2)

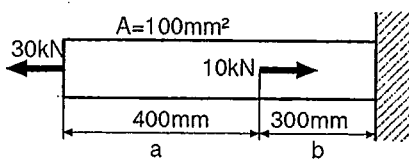


図 1-2

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

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

※

※受検者は何も記入しないでください。

令和3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 (2/4)		

2 図2-2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]

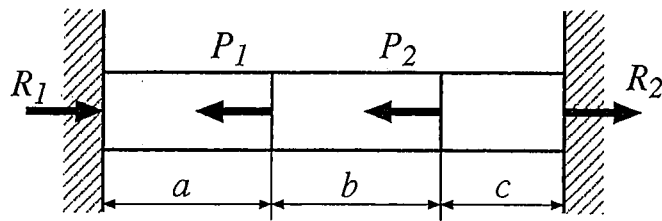


図2-2

※

※受検者は何も記入しないでください。

令和3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 (3/4)		

- 3 図3-1のようにスパンの両端に集中荷重 W の作用する単純支持突き出しはりの支点反力 R_A 、 R_B とせん断力 S 及び曲げモーメント M 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。
[30点]

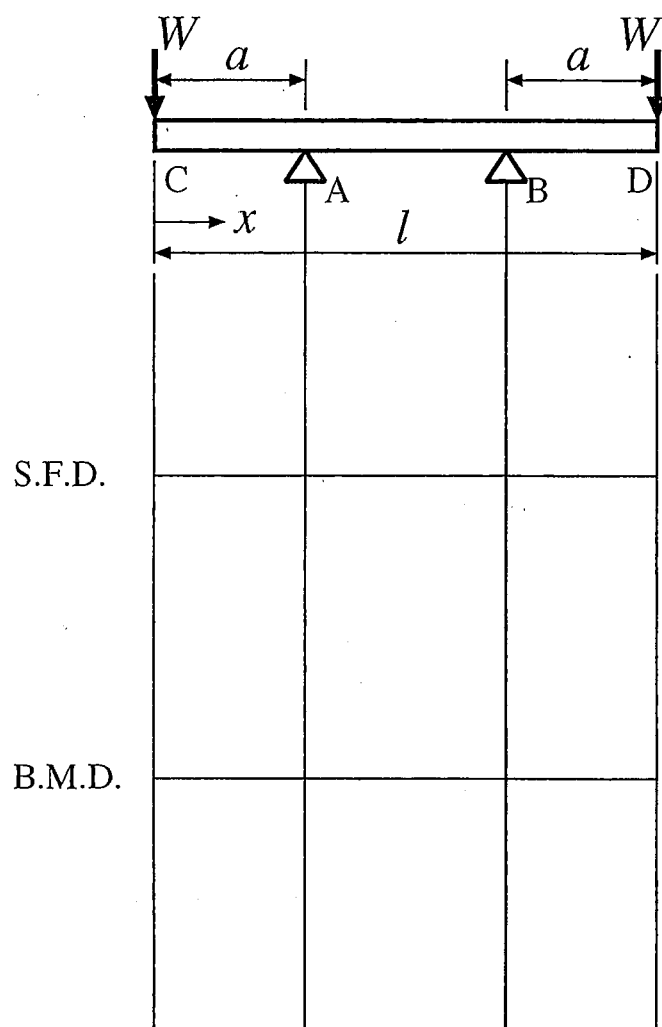


図 3-1

※ ※受検者は何も記入しないでください。

令和3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 (4/4)		

- 4 図4-1のように自由端に偶力 M_0 が作用する片持はりのたわみ曲線 $y(x)$ と最大たわみ y_{max} を求めよ。ただし、はりの曲げ剛性を EI とする。微分方程式を解く過程を示すこと。[20点]

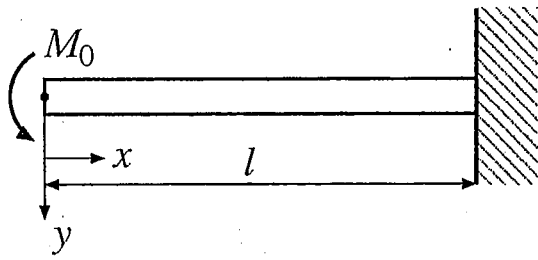


図4-1

令和3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 (1/3)		

1 次の(1)~(7)の問いに対して、指定された物理量の値をSI単位系で答えよ。ただし重力加速度を 9.8m/s^2 、水の密度を 10^3kg/m^3 、水銀の比重は14、また解答の有効数字は2桁とする。(各8点)

(1) 水深200mにおける絶対圧を答えよ(ただし、大気圧を0.1MPaとする)。

(2) 立方体を水に浮かべたところ、体積の50%が水中に浸かり、残りが水面の上に出た状態で静止した。この立方体の密度を答えよ。ただし空気の密度は無視して良い。

(3) 0.1MPaの圧力が、 100cm^2 に及ぼす力を答えよ。

(4) 水銀柱の高さ1200mmHgの圧力の値を答えよ。

(5) 粘度が $0.1\text{Pa}\cdot\text{s}$ の油に 15s^{-1} のせん断速度を与えるのに要するせん断応力を答えよ。

(6) 水が、速度が 10m/s で一様に流れている。そこに物体を配置したところ、物体の前方によどみ点が生じた。よどみ点の圧力を p とするとき、物体から十分遠方の圧力 p_0 との圧力差 $p-p_0$ を答えよ。ただし、重力の寄与を無視できる状況を考え、物体周りの流れは層流でありベルヌーイの定理が適用できるとする。

※

※受検者は何も記入しないでください。

令和3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 (2/3)		

2 流路断面積が S で、その一部が S_A に細くなっている管（ベンチュリー管）を考える（図2-1）。管内には空気が左から右へ流れていて、大気に放出している。断面積が S_A である位置に細い管を取り付け、その一端を水槽に沈めたところ、水が高さ H まで吸い上げられた。流れは遅いため空気は非圧縮であるとみなし、また流路の圧力損失は無視できると仮定して、次の問いに答えよ。

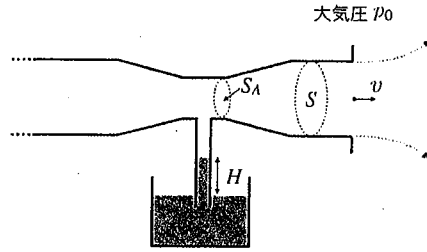


図 2 - 1

(1) 大気に放出されている位置での流速を v とするとき、細い管を取り付けた位置での速度 v_A を、 v , S , S_A を用いて表せ。(10点)

(2) 大気圧を p_0 、水の密度を ρ_w とするとき、細い管を取り付けた位置での圧力 p_A を求めよ。(10点)

(3) ベンチュリー管の面積比 S/S_A を空気の密度 ρ_a 、重力加速度 g 、および H , ρ_w , v を用いて表せ。(6点)

※

※受検者は何も記入しないでください。

令和3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 (3/3)		

3 流路断面積が S で、その一部が S_A に細くなっている管（ベンチュリー管）を考える。管は重力に対して鉛直方向に置かれていて、内部には下から上へ水が流れている。図3-1に示した管内のA点およびB点の2箇所にて穴を開けて水が入った逆U字管を取り付けたところ、逆U字管内の水位差が h となった。水の密度を ρ_w 、重力加速度を g とし、流路の圧力損失は無視できると仮定する。次の問いに答えよ。

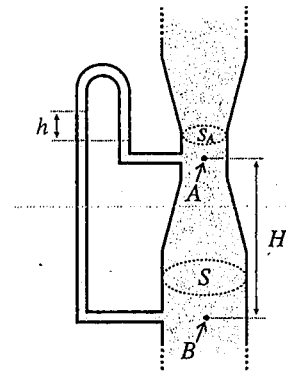


図3-1

- (1) A点とB点の高度差を H とする。U字管の水位差から2点の圧力差を求めよ。(10点)

- (2) ベルヌーイの定理を適用し、管内の流れの流量が $Q = \frac{S_A}{\sqrt{1 - (\frac{S_A}{S})^2}} \sqrt{2gh}$ となることを示せ。(10点)

- (3) 逆U字管内の空気の密度 ρ_a の寄与が無視できない場合について、流量 Q を表す式を導出せよ。(6点)

※

※受検者は何も記入しないでください。

令和3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 (1/4)		
1	<p>走行中の質量 2,400 kg の台車が、摩擦ブレーキの操作により完全に停止した。ブレーキをかけ始めたときの台車は、速度 75 km/h で停止位置から鉛直高さで 15 m の位置にあった。停止時に摩擦熱の発生に伴い上昇した摩擦ブレーキの温度を走行時と同じ温度に戻すために、摩擦ブレーキから放熱されるべき熱エネルギーを求めよ。解答の導出においては計算の過程を示し、得られた解答は有効数字 3 桁として解答欄に記入すること。単位を必要とする解答については単位も記入すること。計算上、重力加速度は 9.81m/s^2 とする。</p> <p>【計 25 点】</p>		
			1

※

※受検者は何も記入しないでください。

令和3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 (2/4)
-----	-----------

2 種類の異なる完全ガスを混合した場合として、成分ガスの体積割合でメタン70%、二酸化炭素5%、および窒素25%からなる混合ガスについて考える。各成分ガスの熱物性値は表2-1を参照して、以下の問いに答えよ。解答の導出においては計算の過程を示し、得られた解答は有効数字3桁として解答欄に記入すること。単位を必要とする解答については単位も記入すること。

【各9点 計27点】

表2-1 気体の熱物性表

成分ガス	分子量 M	ガス定数 R [kJ/(kg·K)]
メタン	16.0430	0.51825
二酸化炭素	44.0100	0.18892
窒素	28.0134	0.29680

- (1) 混合ガスの平均分子量 M を求めよ。
- (2) 混合ガスにおける各成分ガスの質量割合 $g_{(\text{メタン})}$, $g_{(\text{二酸化炭素})}$, および $g_{(\text{窒素})}$ は何%になるか。それぞれ値を求めよ。
- (3) 混合ガスのガス定数 R を求めよ。

2 - (1)	2 - (2) $g_{(\text{メタン})}$	2 - (2) $g_{(\text{二酸化炭素})}$	2 - (2) $g_{(\text{窒素})}$	2 - (3)

※ ※受検者は何も記入しないでください。

令和3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 (3/4)
-----	-----------

3 断熱容器の中に入っている温度 60°C で 46 kg の水に -15°C の氷 3 kg を投入する。周囲環境温度が 15°C であるとして、この系に関する次の問いに答えよ。ここで、氷の比熱は $2.09\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 、融解潜熱は $335\text{ kJ}/\text{kg}$ 、水の比熱は $4.18\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ とする。解答の導出においては計算の過程を示し、得られた解答は有効数字 4 桁として解答欄に記入すること。単位を必要とする解答については単位も記入すること。なお、絶対温度については 0°C を 273.15 K として考えること。

【各 8 点 計 24 点】

- (1) 平衡温度を求めよ。
- (2) 全エントロピー変化量を求めよ。
- (3) アエネルギーの増加量を求めよ。

3 - (1)	3 - (2)	3 - (3)

※ ※受検者は何も記入しないでください。

令和3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 (4/4)		
4	<p>空気標準サイクルのディーゼルサイクルにおいて、圧縮過程の最初の圧力は100kPaで温度は20°Cとする。圧縮比は18であり1サイクルあたりの受熱量は580kJ/kgであった。このとき以下の問いに答えよ。ここで、比熱比は1.4、空気のガス定数は0.29kJ/(kg·K)とする。解答の導出においては、計算の過程を示し、得られた解答は有効数字4桁として解答欄に記入すること。単位を必要とする解答については単位も記入すること。なお、絶対温度については0°Cを273.15Kとして考えること。</p> <p>【各12点 計24点】</p> <p>(1) サイクルの最高温度と最高圧力を求めよ。</p> <p>(2) 熱効率を求めよ。</p>		
		4 - (1) 最高圧力	4 - (1) 最高温度
		4 - (2)	

※

※受検者は何も記入しないでください。