

平成29年度専攻科入学者選抜
試験問題一覧（前期学力選抜）

専攻等	科目		出題
各専攻共通	一般科目	数学・応用数学	○
生産システム工学専攻	専門科目	材料力学	○
		熱力学・流体工学	○
		電磁気学	
		電気回路	
		電子計算機 (C言語のプログラミングを含む)	
		制御工学	○
応用化学	専門科目	無機・分析化学	
		有機化学	
		生物化学	
		物理化学	
		化学工学	

平成 29 年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜(前期学力選抜)学力検査

数学・応用数学

I

問 1 座標平面上の 3 点 $A(1, 2)$, $B(4, 6)$, $C(0, 4)$ について, 次の問いに答えよ。

(1) \overrightarrow{AB} に垂直で, 大きさが 5 のベクトルを求めよ。

(2) 三角形 ABC において, 辺 AB を $2:1$ に内分する点を P , 辺 AC の中点を Q とし, 線分 BQ の中点を R とするとき, 3 点 P, R, C は一直線上にあることを示せ。

問 2 2 直線 $\frac{x-1}{2} = \frac{y+2}{a} = \frac{z-2}{3}$, $x+b = \frac{y+2}{-1} = z+6$ が垂直に交わるように定数 a, b の値を定めよ。また, そのときの交点の座標を求めよ。

問 3 次の行列式の値を求めよ。

$$\begin{vmatrix} 4 & -1 & 0 & 3 \\ 0 & 3 & 2 & 1 \\ 1 & 4 & 2 & -3 \\ -3 & -2 & 4 & 1 \end{vmatrix}$$

II

問 1 半径 r , 中心角 θ ($0 < \theta < 2\pi$) の扇形 A について, 次の問いに答えよ。

(1) 扇形 A の弧の長さ L を r, θ を用いて表せ。

(2) 扇形 A の周の長さを $\sqrt{2}$ とする。このとき, 扇形 A の面積 S を θ を用いて表せ。

(3) (2) のとき, 面積 S の増減を調べ, 面積 S が最大となるときの中心角 θ を求めよ。

問 2 次の不定積分および定積分を求めよ。

(1) $\int \frac{x^3 - 2x^2 + 2}{x^2 - 3x + 2} dx$

(2) $\int_1^e \frac{(\log x + 2)^2}{x} dx$

問 3 関数 $f(x, y) = x^2 + xy + y^2 - 2x - 4y$ について、次の問いに答えよ。

(1) $f_x(x, y) = f_y(x, y) = 0$ を満たす実数の組 (x, y) を求めよ。

(2) この関数の極値を求めよ。

問 4 次の 2 重積分を極座標に変換し、その値を求めよ。

$$\iint_D xy \, dx dy, \quad D = \{(x, y) \mid x \geq 0, y \geq 0, x^2 + y^2 \leq 4\}$$

III

問 1 微分方程式 $(2x + y + 1) \frac{dy}{dx} + (2x + y + 2) = 0$ について、次の問いに答えよ。

(1) $u = 2x + y$ とおいて、 u と x についての微分方程式を導け。

(2) (1) を利用して、与えられた微分方程式の一般解を求めよ。

(3) $x = 0$ のとき $y = 1$ となる特殊解を求めよ。

問 2 次の問いに答えよ。 i は虚数単位である。

(1) $\left(\frac{3 + \sqrt{3}i}{1 + i}\right)^6$ の値を計算せよ。

(2) 方程式 $z^6 = (1 + i)^6$ を満たす複素数 z のうち、虚部が最大となるものを求めよ。

答えは $a + bi$ (a, b は実数) の形で答えよ。

平成29年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（前期学力選抜）学力検査

材 料 力 学

I

問1 同一寸法（断面積と長さが同じ）で材料の異なる2本の丸棒に同一の引張荷重を加えたら、これらの棒に生じた引張応力は50MPaで、2本の棒の伸びの比が8:15であった。伸びの少ない方の材料が鋼で縦弾性係数 $E_s=206\text{GPa}$ 、他方の材料が銅であるとき、銅の縦弾性係数 E_c を求めよ。また、鋼に生じた引張ひずみ ε_s と銅に生じた引張ひずみ ε_c を求めよ。

問2 許容ねじり応力 $\tau_s=40\text{MPa}$ とすると、外径 $d=50\text{mm}$ の丸軸に加えうる最大ねじりモーメント T を求めよ。また、このときの比ねじれ角 θ を求めよ。ただし、直径 d の丸軸の断面2次極モーメント $I_p=\pi d^4/32$ 、極断面係数 $Z_p=\pi d^3/16$ 、軸の横弾性係数 $G=82\text{GPa}$ とする。円周率 π は3.14で計算せよ。

問3 図1のような半径 r の半円の断面棒を削って、断面係数 Z が最大になる長方形断面棒をつくりたい。二辺の長さ b 、 h をいくらにすればよいか。ただし、長方形断面の断面係数 $Z=bh^2/6$ である。

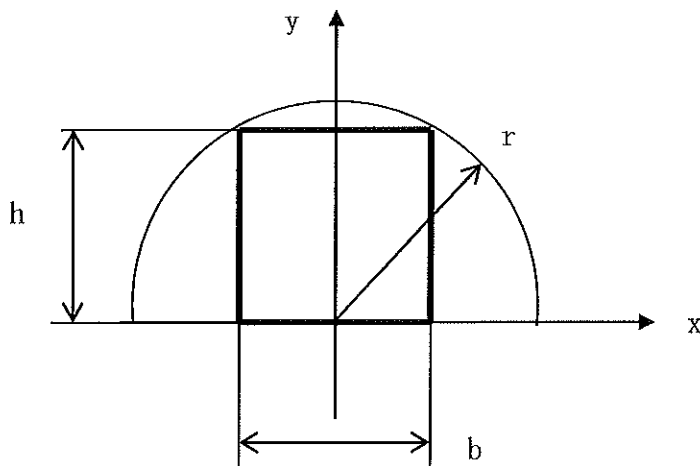


図1

II

問1 図2のように、 1kN/m の等分布荷重と 1kN の集中荷重を受ける突き出しはりにおいて、A、B点の反力 R_A 、 R_B とB点の曲げモーメント M_B を求めよ。

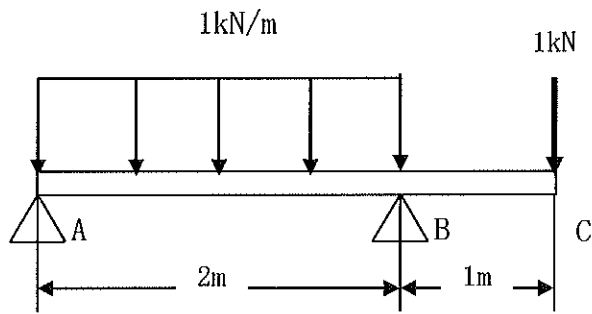


図2

問2 図3に示すように、A～B間に w の等分布荷重を受ける片持ちはりにおいて、C点のたわみ y_C を2回積分法で求めよ。ただし、はりの断面二次モーメントを I 、縦弾性係数を E とする。

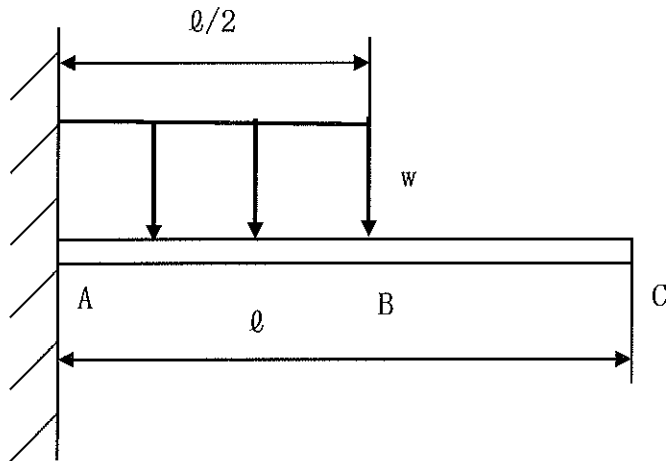


図3

平成29年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（前期学力選抜）学力検査

熱力学・流体力学

I 図1に示すように、摂氏 $t_1 = 30^\circ\text{C}$ 、質量 $m = 2\text{ kg}$ のヘリウムが圧力 $p = 0.1013\text{ MPa}$ の等圧のもとで加熱され、体積 V が4倍になった。ヘリウムの物性値が表1に示す値の時、下記の問いに答えよ。

ただし、添字1を加熱前の状態、添字2を加熱後の状態とし、計算途中に用いる状態量として、状態変化により増加する内部エネルギーおよびエンタルピーをそれぞれ U_{12} および H_{12} 、ヘリウムが行った膨張仕事および工業仕事をそれぞれ W_{12} および W_{t12} と表すものとする。また、摂氏 $t = 0^\circ\text{C}$ に対応する絶対温度を $T = 273\text{ K}$ とし、理想気体を仮定する。答えは有効数字が4桁となるように四捨五入すること。必要であれば、表2に示す対数の値を計算に用いよ。

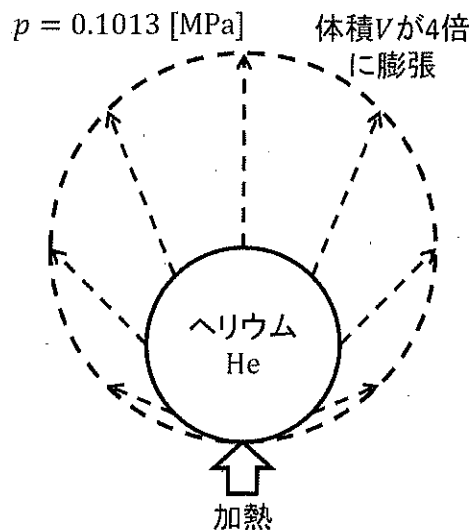


図1

表1 ヘリウムの物性値

気体定数	比熱比
$R = 2077.2\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	$\kappa = 1.667$

表2 対数の値

N	2	3	5	7
$\ln N$	0.693	1.099	1.609	1.946

問1 加熱後の絶対温度 T_2 を求めよ。

問2 ヘリウムの定圧比熱 c_p を求めよ。ただし、単位は $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ とする。

問3 ヘリウムが行った膨張仕事 W_{12} を求めよ。ただし、単位は MJ とする。

問4 ヘリウムに加えられた熱量 Q_{12} を求めよ。ただし、単位は MJ とする。

問5 この状態変化により増加したエントロピー S_{12} を求めよ。ただし、単位は kJ/K とする。

II 図2に示すような曲がり管があり，この曲がり管の中を密度 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ の流体が流れている。上流側の断面である断面①では垂直で下向き（ y 軸方向）の流れである。また，下流側の断面である断面②では右下向きの流れで，水平な軸である x 軸に対する角度は $\theta = 30 \text{ deg}$ である。流速を u ，圧力を p ，管の断面積を A とし，添字1を断面①，添字2を断面②として，以下の問いに答えよ。

ただし，流れを一次元とし，流れている流体の粘性，圧縮性および重力を無視できるものとする。また， $u_1 = 1 \text{ m/s}$ ， $p_1 = 0.2 \text{ MPa}$ ， $A_1 = 4 \text{ m}^2$ ， $A_2 = 1 \text{ m}^2$ とし，答えの有効数字が3桁になるように四捨五入すること。なお，点 a は断面①の中心点，点 b は断面②の中心点である。

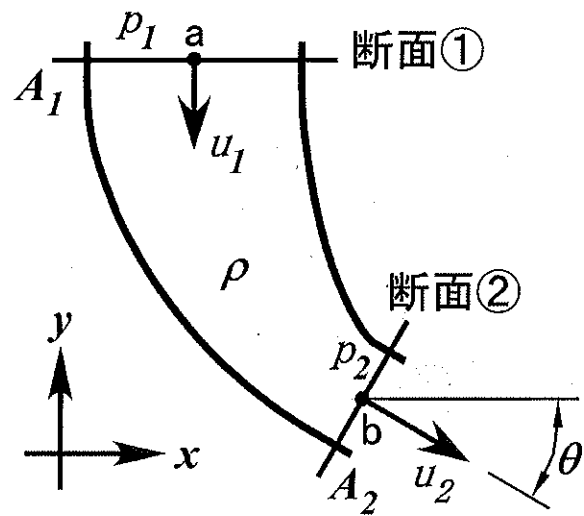


図2

問1 断面②での流速 u_2 求めよ。

問2 断面②の中心である点 b での圧力 p_2 求めよ。

問3 上記II問2で求めた点 b での圧力 p_2 が断面②内の圧力に等しいものとして，流れが曲がり管に与える力 F の x 方向成分 F_x を求めよ。

問4 上記II問3と同様に上記II問2で求めた点 b での圧力 p_2 が断面②内の圧力に等しいものとして， F の y 方向成分 F_y を求めよ。

問5 F を求めよ。

平成 29 年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（前期学力選抜）学力検査

制 御 工 学

I ラプラス変換・ラプラス逆変換に関する各問に答えなさい。

問1 表1の(1)～(6)に該当する数式を書きなさい。ただし、表中の a は実定数とします。

表1

時間関数	時間関数のラプラス変換
(1)	1
(2)	$\frac{1}{s-a}$
(3)	$\frac{1}{s^3}$
$u(t-a)$	(4)
$\sin at$	(5)
$e^{at}f(t)$	(6)

問2 微分方程式 $\frac{d^2y}{dt^2} - \frac{dy}{dt} - 6y = 2$ をラプラス変換・ラプラス逆変換を活用して解きなさい。ただし、初期条件として、 $y|_{t=0} = 1$, $\frac{dy}{dt}|_{t=0} = 0$ とします。

II 伝達関数と過渡応答に関する各問に答えなさい。

問1 (1)または(2)のいずれかの問題を選択し、選択した問題の番号を解答用紙の選択番号欄に記入して、その伝達関数を求めなさい。ただし、いずれの場合もラプラス変換時の初期条件は0とします。

(1) 図1に示すバネ振動系において、変位 $x(t)$ を入力、変位 $y(t)$ を出力とした伝達関数を求めなさい。ただし、図1中の K はバネ定数、 μ はダッシュポットの粘弾性係数とします。

(2) 図2に示す電気回路系において、端子電圧 $e_i(t)$ を入力、端子電圧 $e_o(t)$ を出力とした伝達関数を求めなさい。ただし、図2中の R は抵抗、 C は静電容量とします。

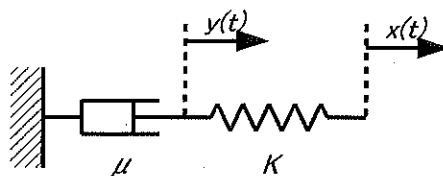


図1

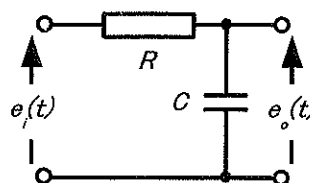


図2

問2 問1で求めた伝達関数を基本的制御要素に分類した時に、該当する要素の名称を示しなさい。

問3 問1で求めた伝達関数を有する制御系のインディシャル応答を求めなさい。

III 制御系の周波数特性に関する各問に答えなさい。

問1 図3に示す折れ線近似によるボード線図のゲイン特性から、(1)及び(2)それぞれの制御系の周波数伝達関数を求めなさい。ただし、制御系は最小位相要素から構成されているとします。

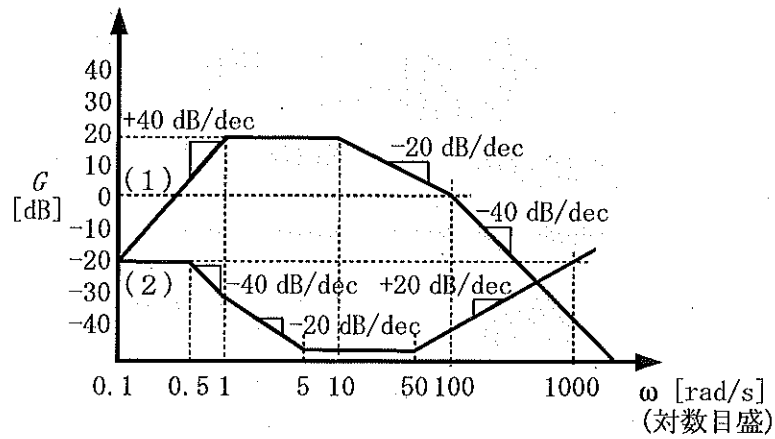


図3

IV 特性方程式が $s^4 + 5s^3 + 8s^2 + 16s + 20 = 0$ である制御系に対して、指定された安定判別法を用いて、途中経過を示し、理由を付して安定・安定限界・不安定のいずれか一つの状態に判別しなさい。

問1 ラウスの安定判別法を用いて安定判別しなさい。

問2 フルヴィッツの安定判別法を用いて安定判別しなさい。