２０２５年９月・２０２６年４月入学試験

大学院基幹理工学研究科修士課程

機械科学・航空宇宙専攻

問題表紙

◎問題表紙を除いて，問題用紙が＿6＿ページあることを試験開始直後に確認しなさい。
◎解答用紙が＿4＿枚綴りが＿1＿組あることを試験開始直後に確認しなさい。
◎すべての解答用紙の所定欄に受験番号・氏名を必ず記入しなさい。
◎解答用紙の裏面は使用できません。

注意事項
1.　選択方法
(1)　問題 1，問題 2 は共通科目である。これら 2 題はすべて解答すること。
(2)　問題 3，問題 4，問題 5，問題 6 は選択科目問題である。これら 4 題の中から合計 2 題を選択して解答すること。選択科目問題を 2 題よりも多く解答した場合には，すべての解答を無効とする。

区分	問題番号	科目名	解答方法
共通科目	1 2	数学 力学	左記 2 題をすべて解答すること。
選択科目	3 4 5 6	熱力学 流体力学 材料力学 制御工学	左記 4 題の中から合計 2 題を選択して解答すること。

2.　解答方法
(1)　解答は別紙の解答用紙のおもて面に記入すること。(裏面への記入は採点対象としない。)
(2)　問題 1，問題 2 の解答は対応する番号があらかじめ記載された解答用紙に記入すること。
(3)　選択科目問題の解答用紙は 2 枚ある。解答用紙 1 枚ごとに 1 科目ずつ解答し，選択した問題番号と科目名を解答用紙上部の当該欄に必ず明記すること。

3.　試験時間は，共通科目と選択科目あわせて 180 分である。

2025年9月・2026年4月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程　機械科学・航空宇宙専攻

科 目 名：　数学

問題番号 1

(1) $t \in \mathbb{R}$ を独立変数とする実変数 $x = x(t)$ に関する一階の微分方程式の初期値問題

$$\frac{dx}{dt} = f(x), \quad x(0) = x_0$$

を考える。以下の問いに答えなさい。

(i) この微分方程式の平衡点（固定点）を x_e とし，１次の微小項を $X(t) = x(t) - x_e$ とする。このとき，微分方程式を x_e の近傍で線形化して得られる微分方程式の解 $X(t)$ を求めよ。但し，初期条件を $X(0) := X_0 := x_0 - x_e$ とする。

(ii) 次に，$f(x) = rx(1-x)$ として，

$$\frac{dx}{dt} = rx(1-x), \quad x(0) = x_0 \tag{1}$$

を考える。但し，$r > 0$ とする。このとき，式 (1) の全ての平衡点を求めた上で，各平衡点周りで線形化を行い，それぞれの線形化された微分方程式の解 $X(t)$ を求めなさい。さらに，$t \to \infty$ における $X(t)$ の挙動を調べて平衡点の安定性について述べなさい。

(iii) 微分方程式 (1) の初期値問題を解きなさい。また，初期条件 $x(0) = x_0$ を，(a) $x_0 < 0$，(b) $0 < x_0 < \frac{1}{2}$，(c) $\frac{1}{2} < x_0 < 1$，及び，(d) $x_0 > 1$ の領域で適当に取り，それぞれの場合の解曲線の概略を，横軸 t，縦軸 x としたグラフで示しなさい。

(2) $f(t)$ を $t \geq 0$ で定義された連続な実関数，s を複素数とする。いま，

$$F(s) = \int_0^\infty e^{-st} f(t) dt$$

が存在するとき，$f(t)$ のラプラス変換といい，$F(s) = \mathscr{L}(f(t))$ と表す。以下の問いに答えなさい。

(i) 以下の関数 $f(t)$ のラプラス変換を求めよ。但し，$\alpha \in \mathbb{R}$ とする。
(a) $f(t) = 1$　(b) $f(t) = e^{\alpha t}$　（但し，$\mathrm{Re}(s) > \alpha$）　(c) $f(t) = \sin \alpha t$　(d) $f(t) = \cos \alpha t$

(ii) $f(t)$ の導関数 $f'(t) = \frac{d}{dt} f(t)$ のラプラス変換 $\mathscr{L}(f'(t))$ を $F(s) = \mathscr{L}(f(t))$ を用いて表しなさい。また，n 次導関数 $f^{(n)}(t), n \geq 1$ のラプラス変換はどのように表すことができるか。

(iii) 次の微分方程式の初期値問題

$$x''(t) + \alpha x'(t) + \beta x(t) = f(t), \qquad x(0) = x_0,\ x'(0) = v_0$$

の解 $x(t)$ に関するラプラス変換 $\mathscr{L}[x(t)]$ を求めなさい。但し，$\alpha, \beta \in \mathbb{R}$ は定数である。

(iv) (iii) で，$\alpha = 4, \beta = 3, f(t) = \sin t$ とする。ラプラス変換を用いて，初期条件 $x(0) = 0, x'(0) = 1$ のときの解 $x(t)$ を求めなさい。

２０２５年９月・２０２６年４月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程　機械科学・航空宇宙専攻

科 目 名：　力学

問題番号 2

図１のように，原点 O から質量 m_1 の質点が自然長 l，バネ定数 k_1 のバネで吊り下げられ，更に，質量 m_2 の質点が自然長 l，バネ定数 k_2 のバネで吊り下げられた力学系の運動を考える。座標軸は，鉛直下向きを y 軸と定義し，水平方向には運動せず，鉛直方向のみの運動を行うこととする。バネの質量はないものとし，摩擦無く運動できるとする。鉛直方向下向きの重力加速度を g とする。

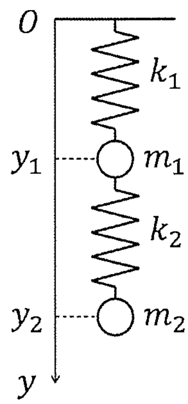


図１

(1) 質量 m_1 の質点の座標を y_1，質量 m_2 の質点の座標を y_2 とする。2 質点の運動方程式として，y_1，y_2 に関する運動方程式を示しなさい。時間微分はドットで記し(ニュートンの記法)，答えのみ示せばよい。

(2) 力学系がつりあうことで，2 質点が静止している状態について考える．質量 m_1 の質点の座標を Y_1，質量 m_2 の質点の座標を Y_2 とするとき，Y_1 と Y_2 を g，k_1，k_2，l，m_1，m_2 を用いて表しなさい。答えのみ示せばよい。

以下の設問では，簡潔に整理した形での導出過程と答えを記すこと。

(3)つりあいの位置からの変位として $y'_1 = y_1 - Y_1$，$y'_2 = y_2 - Y_2$ を定義する。2 質点の運動方程式として，y'_1，y'_2 に関する運動方程式を示しなさい。

(4) 設問(3)で求めた運動方程式の解が，$y'_1 = A_1 \exp(i\omega t - \phi)$, $y'_2 = A_2 \exp(i\omega t - \phi)$ の形で書けるとする。運動方程式に代入して整理した式を示しなさい。 i は虚数単位とし，t は時間とし，A_1，A_2，ω，ϕ は定数とする。

(5) 設問(4)で整理した式が，A_1，A_2 に関して非自明解をもつための条件を示しなさい。

(6) 全ての固有角振動数を求めなさい。

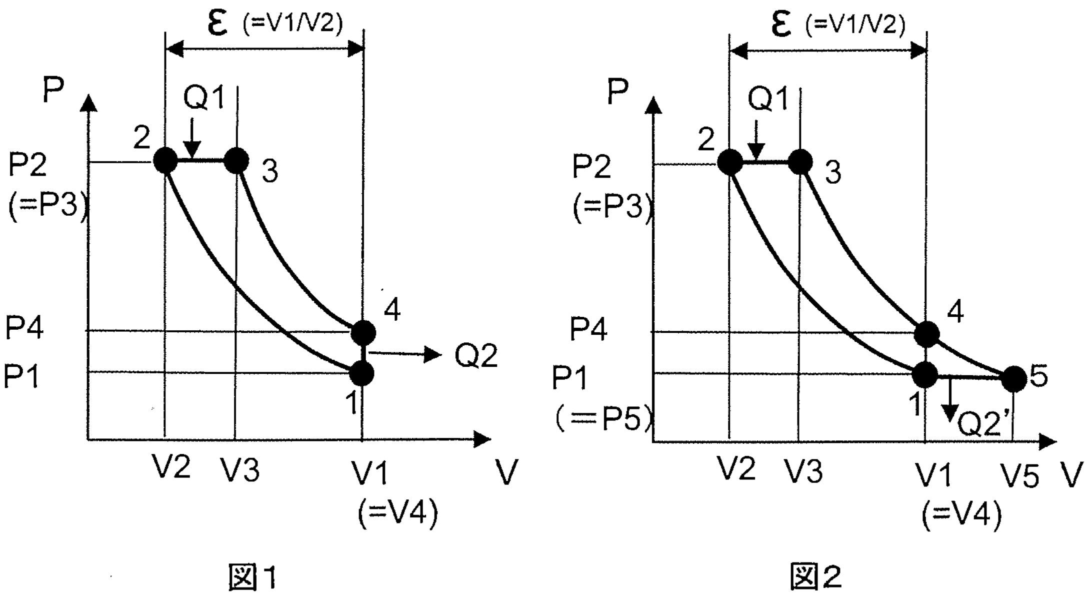
(7)各々の固有角振動数に対応するモードについて，定数 A_1，A_2 が満たす関係を示しなさい。設問(6)の固有角振動数を用いた簡潔な形の式を示すこと。

２０２５年９月・２０２６年４月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程　機械科学・航空宇宙専攻

科 目 名： 熱力学

問題番号 3



理想気体の２つのサイクル（図１，図２）について以下の問題に答えよ。図１は，ディーゼルサイクルであり，図２のサイクルは図１のサイクルの膨張過程を伸ばした形態になっている。圧力は P，体積は V，温度は Tとする。　なお，定圧比熱C_p，定積比熱C_v，ガス定数 R が一定の理想気体とし、比熱比$\kappa(>1$, 一定値$)$ ，圧縮比はε＝V1/V2，締め切り比ϕ＝V3/V2 とする。また，１→２，３→４→５は可逆断熱圧縮と可逆断熱膨張過程である。２→３の定圧過程で熱量 Q1(>0)の熱が入り、４→１の定容過程で熱量 Q2(>0)の熱を放出し，５→１の定圧過程で熱量 Q2‘(>0)の熱を放出するとする。

（１） 図１における Q1, Q2 を定圧比熱C_p，定積比熱C_v、温度 T1～T4 を用いて記せ。また，熱効率ηを，比熱比κと温度 T1～T4 を用いて記せ。
（２） 図１において，温度 T2、T3、T4 を，温度 T1，圧縮比ε，締め切り比ϕ，比熱比κの関数として記せ。
（３） 図１のサイクルの熱効率ηを、圧縮比ε，締め切り比ϕ，比熱比κで記せ。
（４） 図２のサイクルの熱効率ηを圧縮比ε，比熱比κで記せ。
（５） 図２の理想サイクルの一般的な名称を記せ。
（６） 図１と図２のサイクルの T-S 線図（温度―エントロピー線図）の概形を同一のグラフ上に描け。

上記について，更に必要な変数や定数等が必要な場合は，定義した上で用いて答えよ。

２０２５年９月・２０２６年４月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程　機械科学・航空宇宙専攻

科 目 名：　流体力学

問題番号　4

下図に示すように，先細ノズルから大気中に放出された空気が高速噴流となり，曲板に衝突して向きを変えている。空気の流れは可逆かつ断熱的であり，ノズルから放出された噴流は拡散せずに断面積を一定に保ったまま流れていると仮定する。先細ノズル内の断面①における圧力，温度，流速，断面積はそれぞれ $p_1 = 140\,[\mathrm{kPa}]$，$T_1 = 308\,[\mathrm{K}]$，$U_1 = 60\,[\mathrm{m/s}]$，$A_1 = 25\times10^{-4}\,[\mathrm{m^2}]$ であり，先細ノズルの出口断面②での圧力 p_2 は大気圧 $P_{atm} = 101\,[\mathrm{kPa}]$ に等しい。

図中の角度が $\theta = 30\,[\mathrm{deg}]$ のとき，図中に示したような $x-y$ 座標系を設定して以下の設問に答えよ。

ただし，空気の比熱比を $\kappa = 1.4$，ガス定数を $R = 287\,[\mathrm{J/(kg\cdot K)}]$ とし，重力および摩擦の影響は無視できると仮定する。

途中の導出過程や計算式を省略せずに解答用紙に詳細に記述すること。

(1) 先細ノズルの出口断面②における温度 $T_2\,[\mathrm{K}]$，流速 $U_2\,[\mathrm{m/s}]$，および断面積 $A_2\,[\mathrm{m^2}]$ を求めよ。

(2) 質量流量 $\dot{m}\,[\mathrm{kg/s}]$ を求めよ。

(3) 図 1 に示すように曲板が静止している時，空気噴流が曲版に及ぼす力の x 方向成分 $F_X\,[\mathrm{N}]$ および y 方向成分 $F_Y\,[\mathrm{N}]$ の向きと大きさを求めよ。

(4) 図 2 のように，曲板が x の正方向に一定速度 $V = 30\,[\mathrm{m/s}]$ で移動している時，空気噴流が曲版に及ぼす力の x 方向成分 $F_X\,[\mathrm{N}]$ および y 方向成分 $F_Y\,[\mathrm{N}]$ の向きと大きさを求めよ。

(5) 曲板を x の正方向に一定速度 $V = 30\,[\mathrm{m/s}]$ で移動させるために必要な動力 $W\,[\mathrm{W}]$ を求めよ。

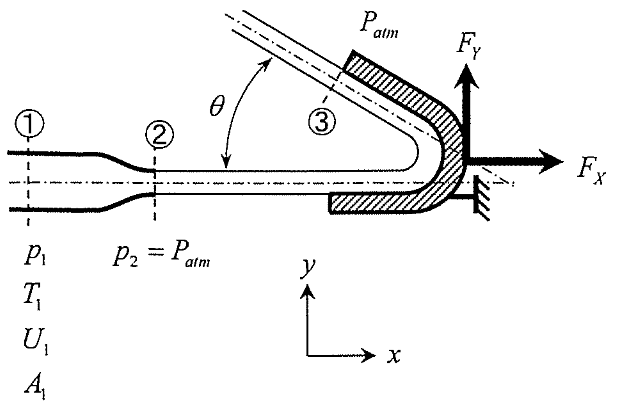


図 1

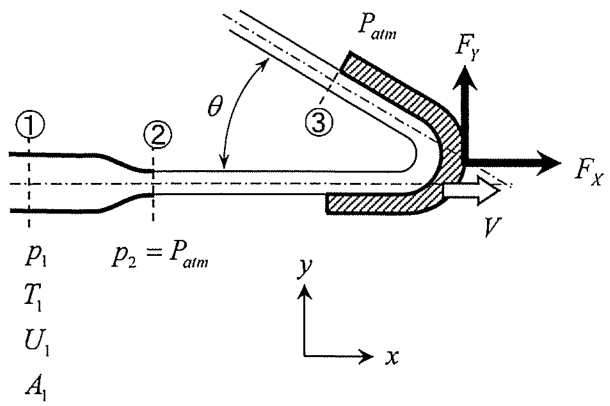


図 2

２０２５年９月・２０２６年４月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程　機械科学・航空宇宙専攻

科 目 名：　材料力学

問題番号　5

【1】 図１のように，両端を単純支持されたはり（長さ＝$2l$）に中央で対称となる１次関数的に変化する分布荷重 f_0 が作用している。分布荷重はO点($x=0$)で０，A 点($x=l$)で f_0 の値をとる。はりの断面形状は右図に示したように上下左右対称な鼓（つづみ）形状である。以下の設問に解答せよ。

(1) はりの断面（図２）の z 軸に関する断面２次モーメント I_z を求めよ。

以下の設問では，断面２次モーメントを I_z として答えて良い。

(2) 支点反力 R_O, R_B をそれぞれ求め，はりに関するせん断力線図（SFD）および曲げモーメント線図（BMD）をそれぞれ描きなさい。

(3) はりに生じる最大曲げ応力 σ_{max} を求めなさい。

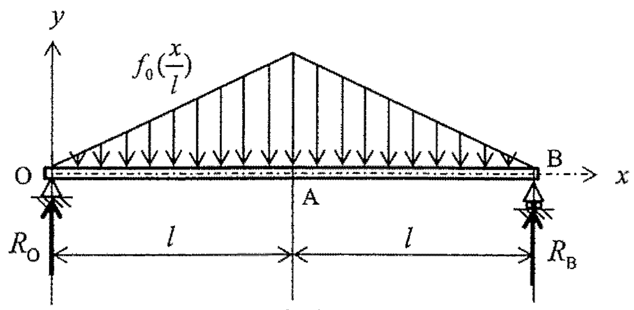


図１ 両端支持はり

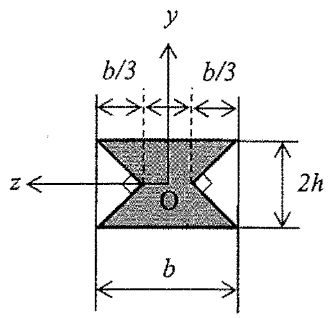


図２ はりの断面形状

【2】図３のように，長さ（＝a）が全て同じ３本の部材（バー要素）で構成されたトラスがあり，トラスの結合点である先端O点に外力 P が y 軸に沿って下向きに作用している。バーはそれぞれが壁にピン結合されている。また，バーの伸び剛性は異なっていて，①が $2EA$，②と③が EA となっている。変形後に結合点O点 $(0,0)$ がO'点 $(\delta_H, -\delta_V)$ に移動したとして，以下の設問に解答せよ。

(1) それぞれのバー（①，②，③）に生じる軸力を順に N_1, N_2, N_3 とし，また変形は微小であるとする。O点における力のつり合い式から，軸力に関して成立する関係式を求めなさい。

(2) 変形後の変位（図を参考）を用いて，各バー（①，②，③）に生じるひずみ $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ を求めよ。

(3) 以上より，O'点の変位 $(\delta_H, -\delta_V)$ を求めなさい。

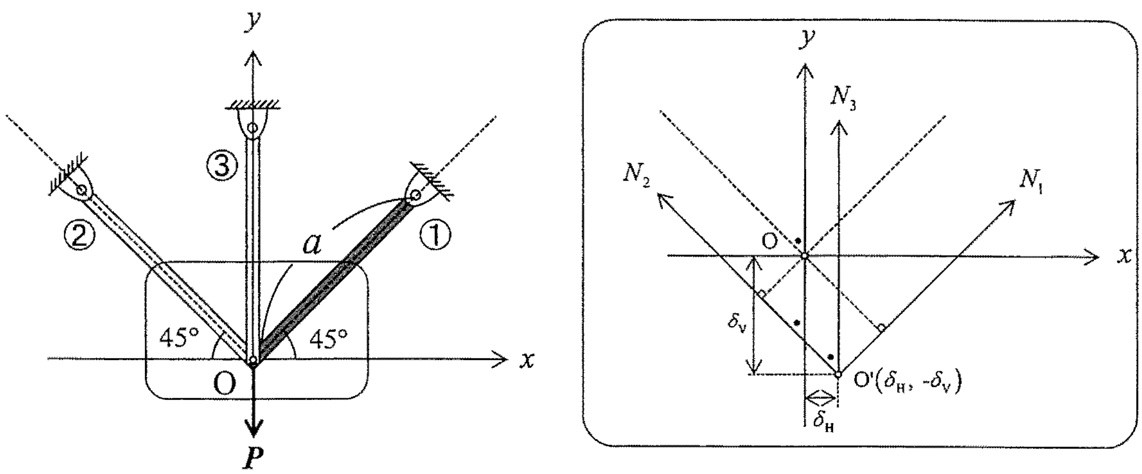


図３　３本トラス構造物と結合部近傍の変形

2025年9月・2026年4月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程　機械科学・航空宇宙専攻

科 目 名：　制御工学

問題番号　6

図 1 のブロック線図で示されるような，制御対象が 4 次系で調節器が比例動作であるフィードバック制御系を考える。このとき以下の問いに答えよ。

(1) この系が安定限界となるような，$K_P K$の値を求めよ。
(2) この系の位相余有が20°となるような，$K_P K$の値を求めよ。
(3) $K_P K$の値が (2) のとき，目標値$R(s)$の単位ステップ入力に対する，出力$Y(s)$の定常偏差の値を求めよ。

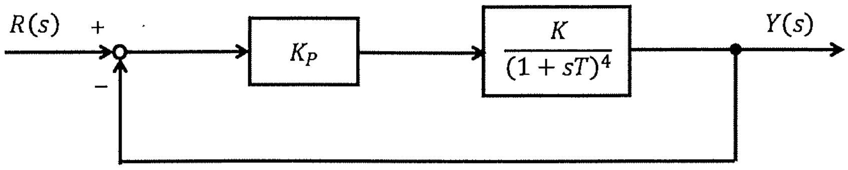


図 1　調節器が比例動作であるフィードバック制御系のブロック線図

次に，図 2 のブロック線図で示されるような，制御対象が 4 次系で調節器が比例＋積分動作であるフィードバック制御系を考える。ただし，積分時間T_Iは，$T_I = T$となるように設計した。このとき以下の問いに答えよ。

(4) この系が安定限界となるような，$K_P K$の値を求めよ。
(5) この系のゲイン余有が6 dBとなるような，$K_P K$の値を求めよ。
(6) $K_P K$の値が (5) のとき，目標値$R(s)$の正弦波状入力に対する，出力$Y(s)$のゲイン−周波数特性線図を下記の注意事項にしたがって描け。ただし，入力の角周波数をωとする。

注意事項：
・横軸は周波数 ωTとし，$1 \leq \omega T \leq 10$ の範囲で描け。
・縦軸はゲインgとし，$-80 \leq g \leq 30$の範囲で描け。
・$\omega T \ll 1$ および $\omega T \gg 1$ における漸近線を線図上に破線で併記せよ。
・特性の特徴が分かるように，ていねいに描け。

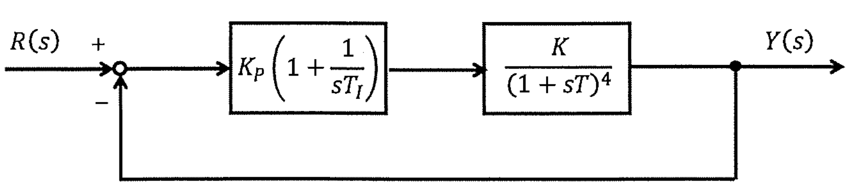


図 2　調節器が比例＋積分動作であるフィードバック制御系のブロック線図

受験番号					
氏　　名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

採点欄

２０２５年９月・２０２６年４月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程　機械科学・航空宇宙専攻

※裏面の使用は不可

共通　問題番号	1	科目名	数　学

受験番号					
氏　　名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

２０２５年９月・２０２６年４月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程　機械科学・航空宇宙専攻

採点欄

※裏面の使用は不可

共通　問題番号	2	科目名	力　学

受験番号					
氏　　名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

採点欄

2025年9月・2026年4月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程　機械科学・航空宇宙専攻

※裏面の使用は不可

選択　問題番号		科目名	

受験番号					
氏　名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

採点欄

２０２５年９月・２０２６年４月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程　機械科学・航空宇宙専攻

※裏面の使用は不可

選択　問題番号		科目名	