# 2025年度 大学院（修士課程）入学試験問題

（先端理工学研究科 機械工学・ロボティクスコース）

2024年9月7日（土）

（科目名：専門科目）

| 受験番号 | | 氏名 | |
|---|---|---|---|

「材料力学」，「機械力学」，「熱力学」，「流体工学」，「制御工学」の5問より3問を選択して解答しなさい。（それぞれ別の解答用紙に記入すること）

# 2025 年度 大学院（修士課程）入学試験問題

（先端理工学研究科 機械工学・ロボティクスコース）

2024 年 9 月 7 日（土）

（科目名：専門科目）

材料力学

I. 図 1 のように，点 A，B（AB 間$l = 1$ m）で支持され，突き出し部（BC 間$l = 1$ m）に，下向きの等分布荷重$w = 100$ N/mを受ける長さ$2l$のはりがある。点 A を原点とし，はりの長手方向に右向きを正とする$x$軸を取り，その直角方向に下向きを正とする$y$軸を取るものとして，以下の問いに答えなさい。なお，はりの自重は考慮しないものとする。

(1) 点 A から$x$の位置におけるせん断力と曲げモーメントの式を求め，せん断力図（SFD）と曲げモーメント図（BMD）を描きなさい。なお，図中に最大せん断力および最大曲げモーメントの値を示すこと。

(2) このはりに発生する最大曲げ応力の値を求めなさい。ただし，このはりは，外径$d_o =$ 40 mmの中空円形断面で，断面二次モーメント$I = 100000$ mm$^4$とする。

(3) AB 区間のはりのたわみ曲線の式を求め，その区間の最大変位を求めなさい。ただし，はりの材料のヤング率を$E$ [Pa]，断面二次モーメントを$I$ [m$^4$]とする。

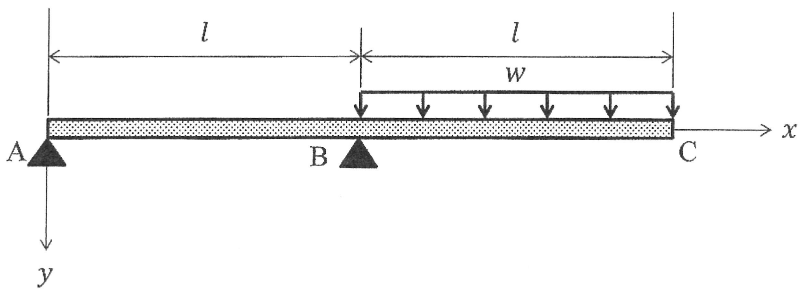


図 1

# 2025年度 大学院（修士課程）入学試験問題

（先端理工学研究科 機械工学・ロボティクスコース）

2024年9月7日（土）

（科目名：専門科目）

機械力学

I．剛性天井から，質量 $m_1$ の質点 $M_1$ と質量 $m_2$ の質点 $M_2$ が図1に示すように，質量と空気抵抗を無視でき伸び縮みしない紐で吊り下げられている。天井と $M_1$ をつなぐ紐の長さは $l_1$ で，質点 $M_1$ と質点 $M_2$ をつなぐ紐の長さを $l_2$ とする。重力加速度の大きさを $g$ とし，天井への紐の取り付け位置を原点Oとし，原点から水平右向きに $x$ 軸，鉛直下向きに $y$ 軸をとる。また，$\theta_1$ は $y$ 軸と長さ $l_1$ の紐とがなす角，$\theta_2$ は $y$ 軸と長さ $l_2$ の紐とがなす角である。以下の問いに答えなさい。

(1) 質点 $M_1$ に対して，$x$ 方向，$y$ 方向の運動方程式をそれぞれ示しなさい。ただし，長さ $l_1$ の紐の張力を $T_1$，長さ $l_2$ の紐の張力を $T_2$ とする。

(2) 質点 $M_2$ に対して，$x$ 方向，$y$ 方向の運動方程式をそれぞれ示しなさい。

(3) 質点 $M_1$ の位置 $(x_1, y_1)$，質点 $M_2$ の位置 $(x_2, y_2)$ は，$\theta_1, \theta_2, l_1, l_2$ を用いると下記のように表すことができる。$\theta_1$，$\theta_2$ が十分小さく，$\sin\theta \cong \theta$，$\cos\theta \cong 1$ と近似できるものとする場合，(1)および(2)の運動方程式4つを $l_1, l_2, m_1, m_2, \theta_1, \theta_2, T_1, T_2, g$ を用いて表しなさい。

$$x_1 = l_1 \sin\theta_1, \qquad y_1 = l_1 \cos\theta_1$$
$$x_2 = l_1 \sin\theta_1 + l_2 \sin\theta_2, \quad y_2 = l_1 \cos\theta_1 + l_2 \cos\theta_2$$

(4) (3)で得られた $y$ 軸方向の運動方程式2つから，張力 $T_1$ および $T_2$ を $m_1, m_2, g$ を用いて表しなさい。

(5) (4)で得られた張力 $T_1$ および $T_2$ を代入して，質点 $M_1$ の $x$ 方向の運動方程式，質点 $M_2$ の $x$ 方向の運動方程式を，$m_1, m_2, l_1, l_2, \theta_1, \theta_2, g$ を用いて表しなさい。

(6) (5)で得られた 2 つの運動方程式において，$m_1 = m_2 = m$，$l_1 = l_2 = l$ で，$\theta_1$ は $A_1 \cos\omega t$，$\theta_2$ は $A_2 \cos\omega t$ となる場合，行列式を用いると以下のように表示される。係数行列の $c_{11}, c_{12}, c_{21}, c_{22}$ の各々を $\omega, g, l$ を用いて表しなさい。ただし，$A_1$ と $A_2$ は振幅，$\omega$ は角速度，$t$ は時間である。

$$\begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = 0$$

(7) 係数行列の行列式が0となることを利用して，固有角振動数を求めなさい。固有角振動数が複数存在する場合には，全てを記述しなさい。

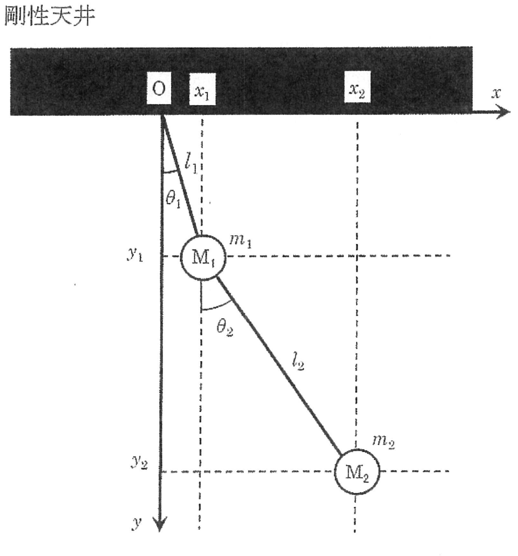


図1

# 2025年度 大学院（修士課程）入学試験問題

（先端理工学研究科 機械工学・ロボティクスコース）

2024年9月7日（土）

（科目名：専門科目）

熱力学

I. 図1に示すように，1→2の等積過程，2→3の断熱過程，3→1の等圧過程からなる理想気体を用いたガスサイクルについて考える。気体の質量を $m$ [kg]，比熱比 $\kappa=1.5$，気体定数を $R$ [J/kg K]，体積を $V$ [m$^3$]，圧力を $p$ [Pa]，温度を $T$ [K]とし，状態1における圧力，温度，体積をそれぞれ $p_1$，$T_1$，$V_1$ などと表すとき，以下の問いに答えなさい。

(1) 定積比熱 $C_v$ と定圧比熱 $C_p$ を気体定数 $R$ を用いて表しなさい。

(2) 1→2の過程において，系に流入した熱量 $Q_{12}$ [J]を気体定数 $R$ と温度 $T$ を用いて表しなさい。

(3) 3→1の過程において，系から放出された熱量 $Q_{31}$ [J] を気体定数 $R$ と温度 $T$ を用いて表しなさい。

(4) このサイクルで系が外部にした仕事 $W$ [J]を気体定数 $R$ と温度 $T$ を用いて表しなさい。

(5) $V_3=4V_2$ のとき，このサイクルの熱効率を計算しなさい。

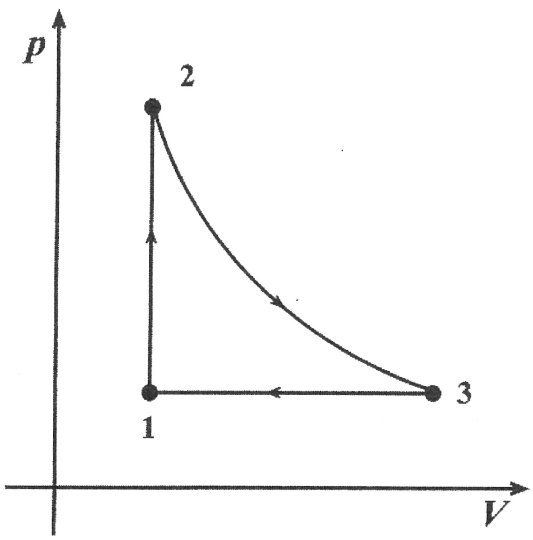


図1

# 2025年度 大学院（修士課程）入学試験問題

（先端理工学研究科 機械工学・ロボティクスコース）

2024年9月7日（土）

（科目名：専門科目）

流体工学

Ⅰ．図1に示す管路系から流出する水が板に垂直に当たっている。ただし，タンクは十分大きく，タンクの水面は一定であるとし，タンクの水面と管入口までの高さを$H$ [m]，管径を$d$ [m]，管における流速を$v$ [m/s]，管摩擦係数を$\lambda$，管の長さをそれぞれ$L_1$，$L_2$，$L_3$，$L_4$ [m]，管入口の損失係数を$\zeta_{\mathrm{in}}$，各エルボの損失係数を$\zeta_{\mathrm{e}}$，水の密度を$\rho$ [kg/m$^3$]，重力加速度を$g$ [m/s$^2$]，円周率を$\pi$とする。次の問いに答えなさい。なお，解答は上記で定義している変数を用いること。

(1) 各種の損失が全くない場合，管出口からの噴流の速度を求めなさい。

(2) 各種の損失が全くない場合，板にかかる力を求めなさい。

(3) 各種の損失がある場合，管を流れる体積流量を求めなさい。

(4) 各種の損失がある場合，板にかかる力を求めなさい。

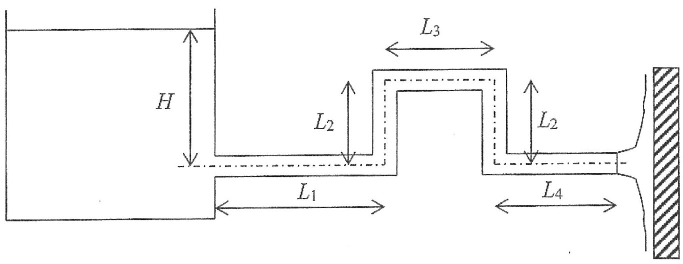


図1

Ⅱ．図2に示すように，水銀が入ったU字マノメータがある。水が入った$p_1$の圧力が30 kPa，水銀の液面差$H$が0.1 mのとき，水が入った$p_2$の圧力を求めなさい。ただし，水銀の密度は13600 kg/m$^3$，水の密度は1000 kg/m$^3$，重力加速度は9.8 m/s$^2$とする。

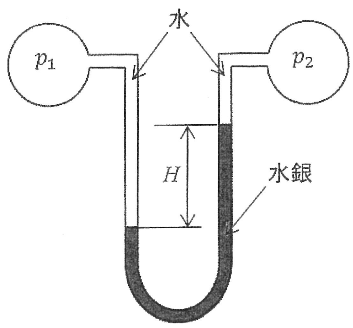


図2

# 2025年度 大学院（修士課程）入学試験問題

（先端理工学研究科 機械工学・ロボティクスコース）

2024年9月7日（土）

（科目名：専門科目）

制御工学

I．ゲイン定数$K$，時定数$T$をもつ次の1次遅れ系について，以下の問いに答えなさい。

$$G(s) = \frac{K}{1+Ts}$$

(1) この1次遅れ系に単位ステップ入力$u(t)$を印加したときの時間応答$y(t)$の式を求め，横軸に時間$t$，縦軸に応答$y(t)$をとった波形の概形を描きなさい。なお，関数$f(t)$のラプラス変換を$\mathcal{L}[f(t)] = F(s)$と表すと，$\mathcal{L}[u(t)] = \dfrac{1}{s}$，$\mathcal{L}[e^{-at}] = \dfrac{1}{s+a}$ が成立する。

(2) 単位ステップ入力$u(t)$を印加してから$T$秒後に，この応答$y(t)$が到達する値を$K$に対する百分率で求めなさい。なお，$e \fallingdotseq 2.72$とし，有効数字3桁で答えなさい。

(3) この1次遅れ系の周波数応答$G(j\omega)$について，ゲイン$|G(j\omega)|$と位相$\angle G(j\omega)$を表す式を求め，角周波数$\omega$を0から∞まで変化させたときの複素平面上でのベクトル軌跡を描きなさい。ただし，$\omega = 0$，$\omega = \dfrac{1}{T}$，$\omega = \infty$ に対応する点を軌跡上に示すこと。