

2026 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）

2025 年 9 月 13 日（土）

（科目名：専門科目）

「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。また、各解答用紙の左上に、選択し
た科目名を記入した上で解答を記入すること。）

2026 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)

2025 年 9 月 13 日 (土)

(科目名：専門科目)

材料力学

- I. 図 1 のように、それぞれ断面積 A_1, A_2, A_3 、縦弾性係数 E_1, E_2, E_3 である長さ L の 3 本の棒 1, 2, 3 を距離を離して垂直に並べ、上下より同じ剛性板を当て、剛性板に圧縮力 P をかける。各棒に生ずる圧縮応力をそれぞれ $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ 、各棒の縮みは同じで λ とする。ただし、すべての棒の自重を無視する。以下の(1)から(4)の各問いに答えなさい。

まず、剛性板が水平を保つように圧縮力 P をかけるときを考える。

- (1) 棒 1, 2, 3 の縮み λ が等しいことを用い、これらの 3 本の棒の縮みに関して成り立つ関係式を示しなさい。
- (2) 3 本の棒に生ずる抵抗力と外力 P のつり合い式を示しなさい。
- (3) 棒 1, 2, 3 に生ずる圧縮応力 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ と、縮み λ をそれぞれ求めなさい。

次に、図 2 のように、3 本の棒 1, 2, 3 の間隔を a とするときを考える。

- (4) 荷重 P を棒 1 の中心位置から距離 x ($0 < x < a$) の位置に作用させ、剛性板を水平に保って圧縮させたい。このときの距離 x を求めなさい。

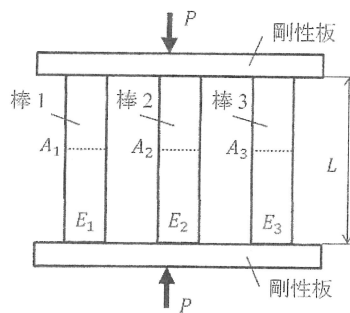


図 1

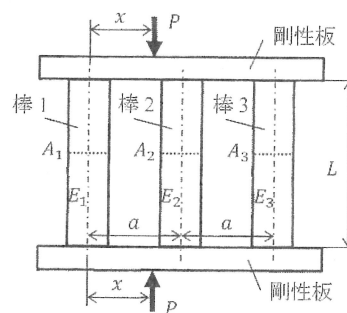


図 2

2026 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)

2025 年 9 月 13 日 (土)

(科目名：専門科目)

機械力学

I. 剛性天井の点 O_1 と点 O_2 に長さ L の質量が無視できる 2 本の剛性棒をピン結合して、下端には質量 m の小物体を取り付けた。図 1 に示すように、ピンからの距離 a の位置に水平に適切な長さのばね定数 k のばねを取り付けたところ、2 本の剛性棒は初期状態として鉛直に静止した。その後、この系を図 2 に示すように、微小振動させたときの固有振動数と剛性棒の角変位の振幅比を以下の手順で答えなさい。なお、重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗を無視でき、剛性棒が鉛直線となす角度を θ_1, θ_2 とし、反時計回りを正とする。

- (1) 点 O_1 まわりの右側の剛性棒の慣性モーメントを m と L を使って答えなさい。
- (2) 静止状態に対し右側の剛性棒が角度 θ_1 だけ、左側の剛性棒が角度 θ_2 だけ角変位しているとする。このとき、 $\theta_2 < \theta_1$ と仮定すれば、ばねの伸びを α 、 θ_1, θ_2 を使って答えなさい。
- (3) ばねの伸びによって、右側の剛性棒は左方向に、左側の剛性棒は右側に引かれる力も用いて、右側の剛性棒と左側の剛性棒の角運動方程式を各々導出しなさい。なお、角運動方程式は一般に次式で表すことができる。ここで、 J は慣性モーメント、 N は角変位 θ の正の向きに回転させようとするトルクである。

$$J \frac{d^2 \theta}{dt^2} - N = 0$$

- (4) 微小振動を仮定しているので、次式の近似式が成り立つ。(3) で得られた角運動方程式に対して近似式を用いて書き直しなさい。

$$\cos \theta_1 \cong 1, \sin \theta_1 \cong \theta_1, \cos \theta_2 \cong 1, \sin \theta_2 \cong \theta_2$$

- (5) 角運動方程式の解として、 $\theta_1 = T_1 \cos(\omega t)$ 、 $\theta_2 = T_2 \cos(\omega t)$ を仮定し、 T_1, T_2 の連立方程式を導出し、行列式で示しなさい。ただし、 T_1, T_2 は振幅、 ω は角振動数、 t は時間を表す。
- (6) 係数行列式を 0 とすれば振動数方程式が得られる。振動数方程式を解いて固有振動数 ω_1, ω_2 を導出しなさい。ただし、 $\omega_1 < \omega_2$ とする。さらに、導出した固有振動数を用いて、角変位の振幅比 T_1/T_2 が ± 1 となる導出過程を示しなさい。

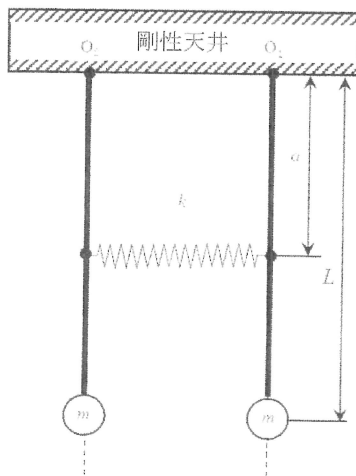


図 1

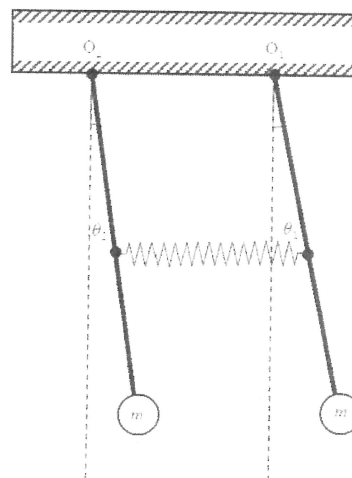


図 2

2026 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)

2025 年 9 月 13 日 (土)

(科目名：専門科目)

熱力学

- I. 図 1 に示すように、 $1 \rightarrow 2$ の等積過程、 $3 \rightarrow 1$ の等圧過程で構成され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 κ 、気体定数を R [J/kg K]、体積を V [m³]、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 を比熱比 κ と気体定数 R を用いて表しなさい。
 - (2) $T_2 = T_3$, $V_3 = 4V_2$ のとき、 $1 \rightarrow 2$ 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_1 などを用いて表しなさい。
 - (3) $T_2 = T_3$, $V_3 = 4V_2$ のとき、 $3 \rightarrow 1$ 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_1 などを用いて表しなさい。
 - (4) $2 \rightarrow 3$ の過程では、圧力 p と体積 V が一次関数の関係となるように状態変化をさせた。このとき、 p を V の関数として表し、温度 T はどのように変化するか理由をつけて答えなさい。
 - (5) このサイクルで外部にした正味の仕事 W [J] を気体定数 R と温度 T_1 などを用いて表しなさい。

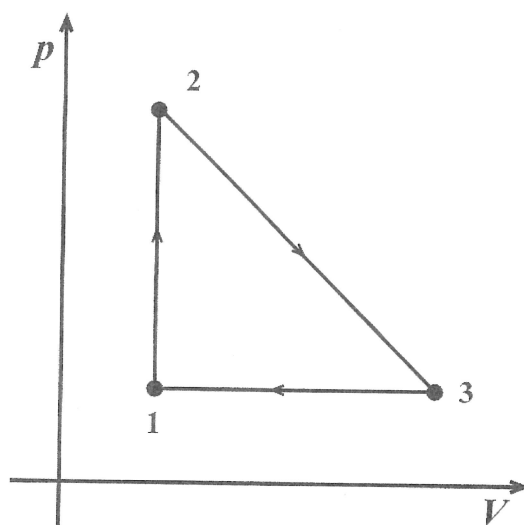


図1

2026 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)

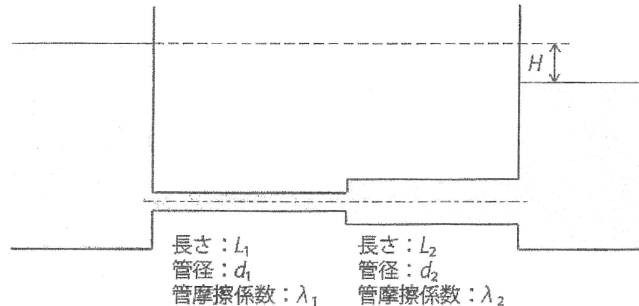
2025 年 9 月 13 日 (土)

(科目名：専門科目)

流体工学

I. 図 1 に示すように、水面の高さの差が H [m] で水が入った大きな 2 つのタンクが管径の異なる円管でつながれている。水の密度を ρ [kg/m³]、管入口の損失係数を ζ_{in} 、各管の長さを L_1, L_2 [m]、各管径を d_1, d_2 [m]、各管摩擦係数を λ_1, λ_2 、各管内の平均流速を v_1, v_2 [m/s]、拡大管の損失係数を ζ_e 、管出口の損失係数を ζ_{out} 、重力加速度を g [m/s²]、円周率を π とするとき、以下の各問いに答えなさい。ただし、タンクの断面積は管の断面積より十分大きく、それぞれの液面高さの変化は無視できるものとする。なお、必要な記号がある場合は自分で定義して用いること。

- (1) 2 つのタンクの液面について、全圧力損失を ΔP としたとき、損失を考慮したベルヌーイの式を圧力の単位で書きなさい。
- (2) 拡大管の損失係数 ζ_e を d_1, d_2 を用いて表しなさい。
- (3) 全圧力損失 ΔP を問題文中に与えられた諸量を用いて求めなさい。なお、拡大管の損失係数は ζ_e を用いること。
- (4) 管内の平均流速 v_2 を問題文中に与えられた諸量を用いて求めなさい。また、それを用いて、円管内を流れる質量流量を単位も含めて求めなさい。



II. 以下の問いに答えなさい。ただし、重力加速度を 9.8 m/s^2 、水の密度を 1000 kg/m^3 、空気の密度を 1.2 kg/m^3 、円周率を 3.14 とする。

- (1) 直径 10 mm のノズルから流速 20 m/s で噴出する水の噴流が、垂直な大きな固定平板に衝突するとき、平板に作用する力を求めなさい。ただし、流れの損失はないものとする。
- (2) 直径 20 mm の水平円管を空気が平均速度 10 m/s で流れている。 10 m 流れたときの圧力損失を求めなさい。なお、このときの管摩擦係数は 0.03 とする。

2026 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)

2025 年 9 月 13 日 (土)

(科目名：専門科目)

制御工学

I. 次の 2 次遅れ系の伝達関数について、以下の問いに答えなさい。ただし、 a は定数とする。

$$\frac{8}{2s^2 + as + 8}$$

- (1) この系のゲイン定数 K 、減衰係数 ζ 、固有角周波数 ω_n の値を求めなさい。
- (2) この系に、単位ステップ関数を入力したときの応答が、臨界減衰（臨界制動、臨界制振）となるための ζ の値を答えなさい。また、このときの a の値も求めなさい。
- (3) 次に、 $a = 3$ であるときを考える。この系に単位ステップ関数を入力したときの時間応答 $y(t)$ の形として最も正しいと思われるものを図 1 の (a)～(d) の中から選びなさい。

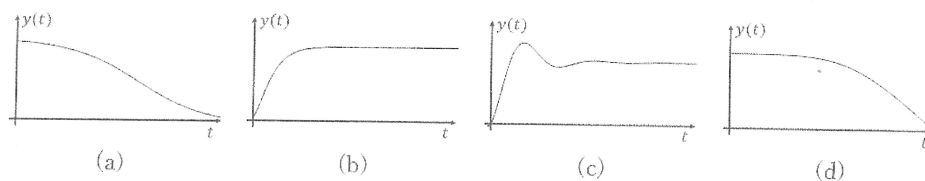


図 1

II. 図 2 に示すフィードバック制御系について、以下の問いに答えなさい。

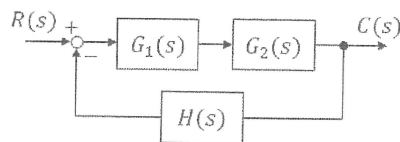


図 2

- (1) このブロック線図を等価変換していく過程を図で示し、閉ループ伝達関数 $\frac{C(s)}{R(s)}$ を求めなさい。
- (2) この制御系の特性方程式が $s^3 + 2s^2 + 6s + 1 + K_1 = 0$ で与えられたとする。このとき、制御系が安定になるための K_1 の範囲を求めなさい。

参考

二次遅れ系伝達関数の標準形は次の形で表される。

$$\frac{K\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_ns + \omega_n^2}$$

ここで、 K はゲイン定数、 ζ は減衰係数、 ω_n は固有角周波数である。