

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)

(科目名: 専門)

2025年2月22日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

次の「材料力学」、「機械力学」、「熱力学」、「流体工学」、「制御工学」の5分野のうち、3分野を選択して答えなさい。各解答用紙には、先頭に選択した分野名(材料力学など)を必ず記入しなさい。

材料力学

- 図1のように、長さ l_1 , l_2 , 断面積 A_1 , A_2 の棒1, 棒2からなる縦弾性係数 E の段付き棒の両端を剛体壁に固定するとき、以下の各問いに答えなさい。剛体壁間の距離は $(l_1 + l_2)$ である。
 - 棒にあらかじめ寸法誤差があり、棒全体で剛体壁間の距離 $(l_1 + l_2)$ より δ だけ長い状態だった棒を図1のように剛体壁に取り付けているとき、棒1, 棒2に生ずる初期応力(残留応力)をそれぞれ求めなさい。
 - (1)の場合、棒1, 棒2に生ずるひずみをそれぞれ求めなさい。
 - 棒に初期応力(残留応力)がなく、図1の状態から棒の温度が Δt だけ上昇するときを考える。仮に棒の両端が固定されていないとき、 Δt の上昇により生ずる棒全体の伸び量を求めなさい。ただし、この棒の線膨張係数を α とする。
 - (3)の場合で両端が固定されているとき、棒1, 棒2に生ずる応力をそれぞれ求めなさい。

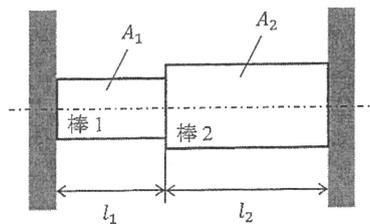


図1

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)

(科目名: 専門)

2025年2月22日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

機械力学

- I. 図1に示すように、支点O回りの慣性モーメント J の剛体棒に、支点Oから距離 l_1 の位置に粘性減衰係数 c のダッシュポット、支点Oから l_2 の位置にばね定数 k のばねが取り付けられている。剛体棒が水平になっているときを静止平衡状態として、以下の各問いに答えなさい。ただし、 t は時間、 $\theta(t)$ は釣り合い位置からの振れの角度であり、 $\theta(t)$ は微小と仮定する。また、支点Oにおける摩擦は無視する。
- (1) 支点O回りの剛体棒の運動方程式を求めなさい。
 - (2) この系の不減衰固有角振動数 ($c=0$ のときの固有角振動数) を求めなさい。
 - (3) この系の減衰比を求めなさい。

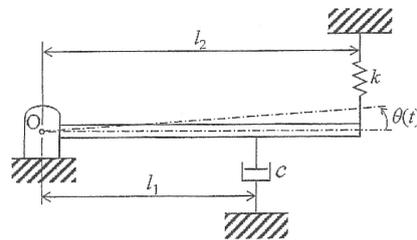


図1

- II. 図2に示すように、質量 m と $2m$ 、ばね定数 $2k$ と k からなる二自由度系において、右側の質量に加振力 $F\sin\omega t$ が作用している。この系について以下の各問いに答えなさい。ただし、 t は時間、 $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ は釣り合い位置からの変位、 F は加振力の振幅、 ω は加振力の角振動数であり、車輪と地面の間に摩擦はないものとする。
- (1) この系の運動方程式を求めなさい。
 - (2) この系の固有角振動数 ω_1 、 ω_2 ($\omega_1 < \omega_2$) を求めなさい。

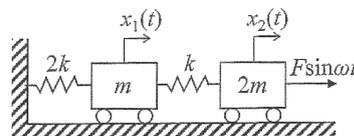


図2

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)

(科目名:専門)

2025年2月22日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

熱力学

図1は理想気体を作動流体とするサバテサイクル(複合サイクル)の圧力 P [Pa]と体積 V [m³]との関係(P - V 線図)を示している。このサイクルについて、以下の各問いに答えなさい。

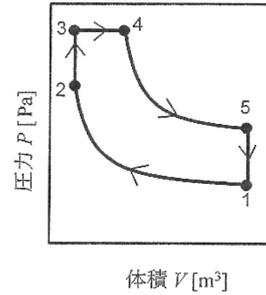


図1 P - V 線図

ここで、図中の1, 2, 3, 4および5の圧力[Pa], 体積[m³]および温度[K]を、それぞれ, (P_1, V_1, T_1) , (P_2, V_2, T_2) , (P_3, V_3, T_3) , (P_4, V_4, T_4) , (P_5, V_5, T_5) とする。また、作動気体の質量を m [kg], 気体定数を R [J/(kg·K)], 定積比熱を C_V [J/(kg·K)], 定圧比熱を C_P [J/(kg·K)], 比熱比を κ , 圧縮比を ε , 圧力比を ζ , 縮切比を ρ とする。

- (1) 状態変化1→2, 状態変化2→3, 状態変化3→4, 状態変化4→5, および状態変化5→1は、それぞれ、下記の①~④のうちいずれであるか答えなさい。
 ① 定積変化 ② 定圧変化 ③ 等温変化 ④ 断熱変化
- (2) このサイクルの温度 T [K]とエントロピー S [J/K]との関係の図(T - S 線図)を描きなさい。
- (3) このサイクルで供給された熱量 Q_1 [J]と放出された熱量 Q_2 [J], および、サイクルがする正味の仕事 W [J]を、温度 $T_1 \sim T_5$, 質量 m , 定積比熱 C_V , 定圧比熱 C_P を用いて示しなさい。
- (4) このサイクルの理論熱効率 η を無次元数 $\varepsilon, \kappa, \zeta, \rho$ を用いて示しなさい。

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)

(科目名: 専門)

2025年2月22日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

流体力学

I. 図1に示す水の入った断面積 A [m²]の密閉タンクの底面に長さ h [m], 内径 d [m]の円管が取り付けられ, 先端にバルブがつけられ水を排出する。水面でのゲージ圧を P [Pa], 水面がタンク底面から H [m]の高さにあり, タンクの断面積が十分大きく水面位置は一定, バルブの長さは無視できると仮定するとき, 以下の各問いに答えなさい。タンク底面から円管への損失係数を ξ , 管摩擦係数を λ , バルブの損失係数を ξ_b , 水の密度を ρ [kg/m³], 重力加速度を g [m/s²]とする。

- (1) バルブが閉められ水を排出しない状態において, バルブにかかる圧力 P_v [Pa]を求めなさい。
- (2) 各種の損失が全くないとした場合の水を排出中のバルブ出口における体積流量 Q [m³/s]を求めなさい。
- (3) 各種の損失がある場合の全圧力損失 ΔP [Pa]を求めなさい。各損失ヘッドの計算には円管入口の速度 V_a [m/s], 円管内の断面平均速度 V_b [m/s]とバルブ出口速度 V_v [m/s]を用いること。

II. 図2に示すように, 内径 10 mm の円管から速度 5.0 m/s で噴出する水が円管中心軸に対して 30 度傾いた固定平板に衝突している。流れの損失はないとして以下の各問いに答えなさい。ただし, 水の密度は 1000 kg/m³, 動粘度は 1.0×10^{-6} m²·s とし, 流れは水平面上であるとする。円周率は 3.14 として計算すること。

- (1) 円管出口におけるレイノルズ数 Re を求め, 層流か乱流か判定しなさい。
- (2) 固定平板の垂直方向に作用する力 F [N]を求めなさい。

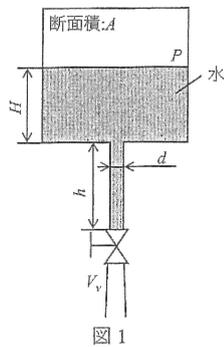


図 1

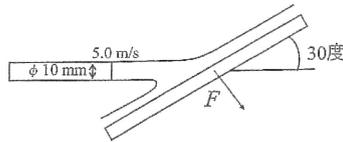


図 2

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)

(科目名: 専門)

2025 年 2 月 22 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

制御工学

I. 伝達関数が $G(s) = \frac{10}{s^2 + 2s + 4}$ で表される系の周波数特性について、以下の各問いに答えなさい。

- (1) ゲイン g [dB] と位相差 φ [deg] を表す式を求めなさい。
- (2) ゲインの最大値をとるときの角周波数 ω_p [rad/s] と、そのときのゲインの最大値 g_p [dB] を求めなさい。

II. 図 1 に示すフィードバック系について、以下の各問いに答えなさい。

- (1) 一巡伝達関数と閉ループ伝達関数を求めなさい。
- (2) 系に、単位ステップ関数が入力されたときの、定常偏差を求めなさい。なお、系は安定であると仮定してよい。
- (3) ゲイン余裕を 20 dB とする K の値を求めなさい。

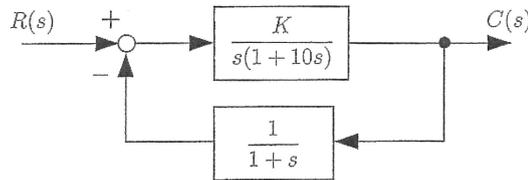


図 1

参考

時間関数 $f(t)$ ($t \geq 0$) のラプラス変換を $\mathcal{L}[f(t)] = F(s)$ と表すと、以下の関係がある。

$$\mathcal{L}[u(t)] = \frac{1}{s} \quad (u(t) \text{ は単位ステップ関数}), \quad \lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sF(s)$$