

2026年9月・2027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。

2026年9月・2027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) $x \in \mathbb{R}$ を独立変数とする 2 つの実変数 $(y_1(x), y_2(x))$ に関する連立微分方程式

$$\frac{dy_1}{dx} = ay_1 - by_1y_2, \quad \frac{dy_2}{dx} = cy_1y_2 - dy_2 \quad (1)$$

を考える。ここに、係数 a, b, c, d は正の実定数である。以下の問いに答えなさい。

- (i) 平衡点 (y_{e1}, y_{e2}) を全て求めなさい。式 (1) を各平衡点 (y_{e1}, y_{e2}) の近傍で $y_1 = y_{e1} + \delta y_1$, $y_2 = y_{e2} + \delta y_2$ とおき、 $\delta y_1, \delta y_2$ に関して一次までを残して線形化し以下の形で示しなさい。

$$\frac{d}{dx} \begin{pmatrix} \delta y_1 \\ \delta y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \delta y_1 \\ \delta y_2 \end{pmatrix}, \quad \text{但し, } A = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{pmatrix} \text{ とする。}$$

- (ii) 各平衡点ごとに、行列 A の固有値、固有ベクトルを求めたうえで、一般解 $(\delta y_1(x), \delta y_2(x))$ を求め、平衡点近傍で解はどのような振る舞いをするかを説明しなさい。
- (iii) 微分方程式 (1) の傾き dy_1/dy_2 から、不変量 (第一積分) $H(y_1, y_2)$ を求めなさい。さらに、 $H(y_1, y_2)$ が解曲線 $(y_1(x), y_2(x))$ に沿って一定となることを示しなさい。

(2) 2次元ユークリッド空間 $\mathbb{R}^2$ の原点 $(0, 0)$ を除いた領域で定義されたベクトル場

$$\mathbf{X}(x, y) = X_1(x, y) \mathbf{e}_x + X_2(x, y) \mathbf{e}_y = \left(-\frac{y}{x^2 + y^2} \right) \mathbf{e}_x + \left(\frac{x}{x^2 + y^2} \right) \mathbf{e}_y$$

を考える。以下の問いに答えなさい。 $\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y$ は、2次元ユークリッド空間の正規直交基底である。

- (i) ベクトル場 $\mathbf{X}(x, y)$ に関して、原点を含まない単連結領域 $D \subset \mathbb{R}^2$ 上で、 $\mathbf{X}(x, y) = \text{grad } \phi(x, y)$ なるスカラー関数 $\phi(x, y)$ が存在することを示した上で $\phi(x, y)$ を求めなさい。ここに grad は勾配を表す。
- (ii) ベクトル場 $\mathbf{X}(x, y)$ を各点で時計回りに 90 度回転させたベクトル場 $\mathbf{Y}(x, y) = Y_1(x, y) \mathbf{e}_x + Y_2(x, y) \mathbf{e}_y$ を定めなさい。さらに、あるスカラー関数 $\psi(x, y)$ の勾配によって $\mathbf{Y}(x, y) = \text{grad } \psi(x, y)$ で与えられることを示した上で $\psi(x, y)$ を求めなさい。但し、 $|\mathbf{X}| = |\mathbf{Y}|$ とする。
- (iii) (i), (ii) で求めたスカラー関数 $\phi(x, y), \psi(x, y)$ を用いて、複素関数 $f(z) = \psi(x, y) + i\phi(x, y)$ を定義する。このとき、 $f(z)$ がコーシー・リーマン方程式を満たし、正則関数として定義できる領域を求めなさい。但し、 $z = x + iy \in \mathbb{C}$ であり、 i は虚数単位である。
- (iv) 複素関数 $w = F(z)$ を $F(z) := \frac{df}{dz}$ によって定義する。このとき、 $F(z)$ を求めなさい。さらに、正則である領域について述べた上で、円 $C: |z| = r, r > 0$ に沿って積分 $I = \oint_C F(z) dz$ を求めなさい。但し、積分は正の向き (反時計回り) にとって計算しなさい。

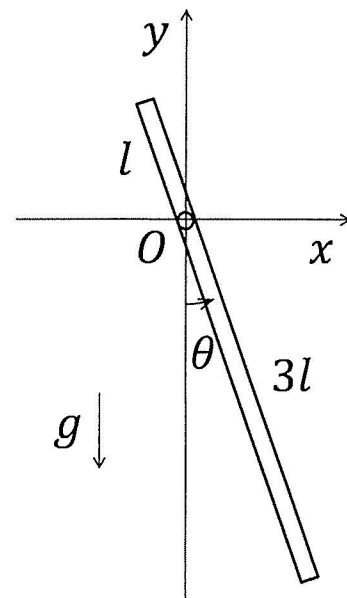
(注意) 計算において、定数や変数などの数学記号が必要であれば、適当に定めて用いて良い。

2026年9月・2027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

図に示す、質量 M 、長さ $4l$ の一様で太さの無視できる剛体棒がある。剛体棒の上端から長さ l の位置に支点があり、この位置を $x-y$ 平面の原点 O とする。この平面内での剛体の振り子運動を考える。鉛直下方と棒のなす角 θ は、矢印の向きを正とする。重力加速度を g 、時間を t 、角速度を $\omega = \dot{\theta} = d\theta/dt$ とする。剛体の回転を減衰させる、角速度 ω に比例したモーメント $N = -\kappa\omega$ ($\kappa > 0$) が働くこととする。



- (1) 剛体の重心周りの慣性モーメント I_G を求めなさい。結果のみではなく、重心から距離 r 離れた位置における微小体積の慣性モーメントを示して積分する計算過程を示すこと。
- (2) 平行軸の定理を用いることで、原点 O 周りの慣性モーメント I_O を求めなさい。
- (3) 角度 θ に関する剛体振り子の運動方程式を立式しなさい。
- (4) 運動の振幅が小さく、 $\sin \theta \approx \theta$ と線形近似できる場合、設問(3)の運動方程式は、固有角振動数 ω_n 、減衰比 ζ を用いると、線形斉次微分方程式

$$\ddot{\theta} + 2\zeta\omega_n\dot{\theta} + \omega_n^2\theta = 0$$

の形になる ($\ddot{\theta} = d^2\theta/dt^2$)。固有角振動数 ω_n 、減衰比 ζ を求めなさい。

- (5) 設問(4)の線形斉次微分方程式に対する特性方程式の解を求めなさい。本設問以降、固有角振動数 ω_n 、減衰比 ζ はそのままの形でよい。
- (6) 初期条件を、 $t = 0$ にて、 $\theta = \theta_0$ ($\theta_0 > 0$)、 $\omega = 0$ で与えるとき、角度 θ の時間発展 $\theta(t)$ を求めなさい。
- (7) 設問(6)の初期条件から運動が収束するまでの間に振動し、角度 θ が負の方向に振れる場合の減衰比 ζ の条件を示しなさい。さらに、角度 θ が負の方向に最も大きく振れる、すなわち、角度 θ が最小となる時間 t と、角度 θ の最小値を求めなさい。

2026年9月・2027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

理想気体のサイクル(図1)について以下の問題に答えよ。まず、図1中の $0 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 0$ は、ブレイトンサイクルであり、その直上には $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ のルノールサイクルが接続している。圧力 P_i 、体積 V_i 、温度 T_i は、図1のサイクル中の行程の分岐点 i ($0 \sim 4$) における値とする。体積比(圧縮比、膨張比)は $\varepsilon_{ij} = V_i/V_j$ (i, j は図1のサイクル中の行程の分岐点 $0 \sim 4$) とする。なお、定圧比熱 C_p 、定積比熱 C_v 、ガス定数 R 、比熱比 $\kappa (> 1)$ は一定の理想気体である。

ルノールサイクルの $1 \rightarrow 2$ の定積過程で熱量 $Q_{12}(> 0)$ が入り、 $3 \rightarrow 1$ の定圧過程で熱量 $Q_{31}(> 0)$ が放出され、その熱がブレイトンサイクルに入り、 $4 \rightarrow 0$ の定圧過程で $Q_{40}(> 0)$ を放出するとする。なお、 $0 \rightarrow 1$ 、 $2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$ はそれぞれ、可逆断熱圧縮と可逆断熱膨張過程である。

- (1) ブレイトンサイクルの熱効率 η_B を Q_{31} 、 Q_{40} の関数として記してから、この熱効率 η_B を、体積比 ε_{01} と比熱比 κ で記せ。
- (2) このブレイトンサイクル中の体積比 ε_{40} と ε_{31} の関係、 ε_{01} と ε_{43} の関係式を導出せよ。
- (3) ルノールサイクルの熱効率 η_L を、 Q_{31} 、 Q_{12} の関数として記してから、ルノールサイクルの熱効率 η_L を、体積比 ε_{31} と比熱比 κ で記せ。
- (4) 上記のブレイトンサイクルの熱効率 η_B とルノールサイクルの熱効率 η_L と、それらを統合したサイクルの熱効率 $\eta = \eta$ (η_B 、 η_L) の関係を記せ。
- (5) 統合したサイクルの熱効率 η を、体積比 ε_{01} 、 $\varepsilon_{42} (= \varepsilon_{43} \times \varepsilon_{31} = \varepsilon_{43} \times \varepsilon_{32})$ と比熱比 κ の関数として記せ。

解答にあたり、必要に応じて新たな変数や定数を定義して用いて良い。

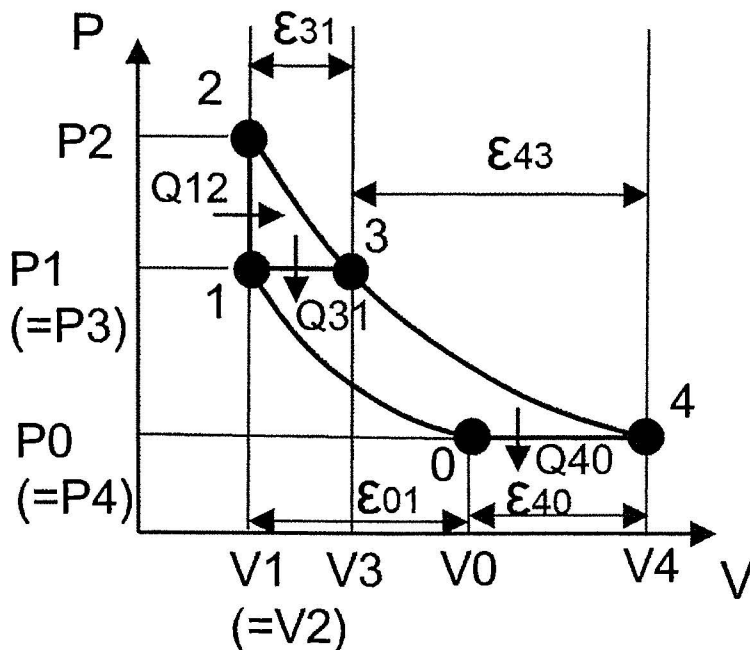


図1

以上

2026年9月・2027年4月入学試験問題

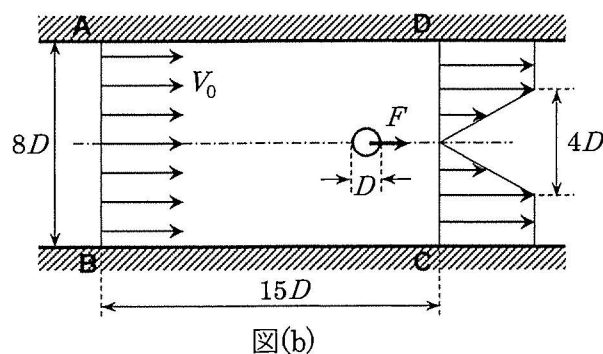
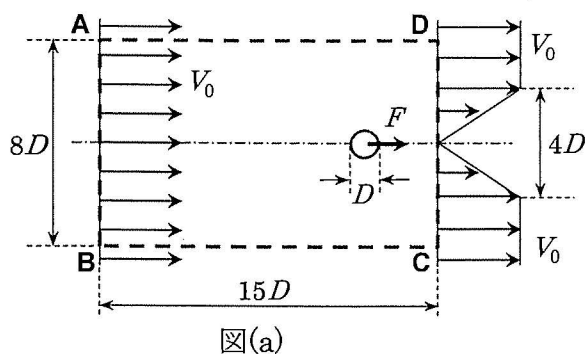
大学院基幹理工学研究科修士課程 機械科学・航空宇宙専攻

科目名: 流体力学問題番号 4

密度 ρ の非圧縮性流体中に設置された円柱に作用する流体力に関する以下の設問に答えよ。ただし、重力の影響は無視できると仮定する。解答の導出過程や式変形を省略せずに詳細に説明・記述すること。また、解答に際して必要な仮定や記号があれば、定義の上、各自で任意に定めてよい。

(1) 十分に広い空間内を速度 V_0 で一様かつ定常的に流れる流体中に、直径 D の円柱を設置したところ、下流側では図(a)に示すように、高さ $4D$ の範囲では直線状の速度分布で近似できることがわかった。図中に示した高さ $8D$ 、長さ $15D$ 、幅（紙面に垂直方向）は単位幅の検査体積 **ABCD** を考え、円柱の単位幅当たりに作用する流体からの力 F を求めよ。

(2) 問(1)と同じ円柱を、一様速度 V_0 で間隔 $8D$ の平行平板間の定常流れの中に設置したところ、下流側では高さ $4D$ の範囲で直線状の速度分布で近似できることがわかった [図 (b) 参照]。このとき、図中に示した高さ $8D$ 、長さ $15D$ の検査体積 **ABCD**（紙面に垂直方向は単位幅）を考えると、円柱の単位幅当たりに作用する流体からの力 F を求め、問(1)の場合との違いを説明せよ。ただし、2枚の平行平板との摩擦損失は無視できると仮定する。



2026年9月・2027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のような台形状の断面を有する長さ $3l$ の真直はりがある。このはりに図2のように両端が単純支持され、2カ所で集中荷重 P が逆向きに作用している。ここでは、はりの曲げ剛性を $EI = \text{一定}$ の場合とはりの中央部が剛体で補強された問題を考える。以下の設問に解答せよ。

- (1) 断面の図心の座標 y_c を求めよ。
- (2) 断面の図心回りの断面2次モーメント I_z を求めよ。
なお、以下の設問では、曲げ剛性を EI として答えて良い。
- (3) はり全体のせん断力線図（SFD）および曲げモーメント線図（BMD）を描け。
- (4) はりの中央部に生じるたわみ角 ϕ_c を求めよ。

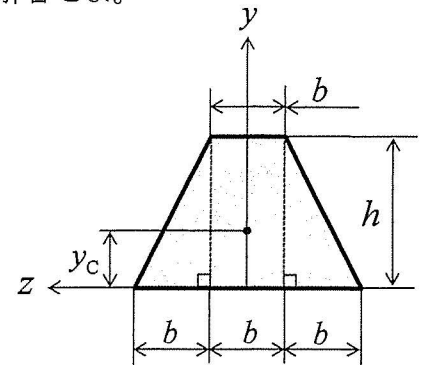


図1 はりの断面図

次に、中央部の曲げ剛性を高めたはりを考える（図3）。その時のBD間は剛体はりとして両端は曲げ剛性を EI の左右のはりに接合している。

- (5) はりの中央点のC点におけるたわみ角 ϕ_c を求めよ。

今度は、はりの中央点のC点のたわみ角を低減させる目的で、図2と同じはりで、固定の仕方を変更し両端固定とする（図4）。

- (6) O点における支点反力と反モーメントを求めよ。
- (7) 同様にはりの中央点のC点におけるたわみ角 ϕ_c を求めよ。

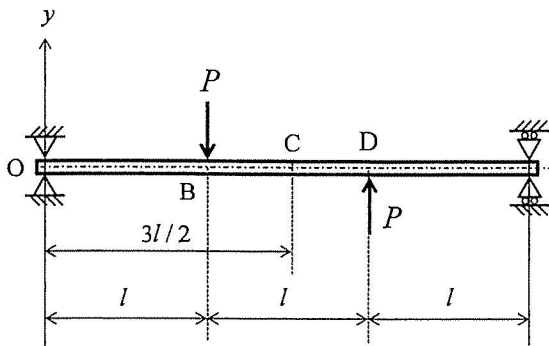


図2 両端が単純支持のはり

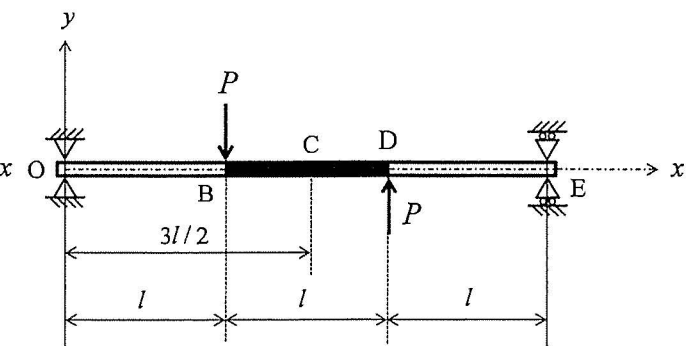


図3 中央部が剛体の単純支持のはり

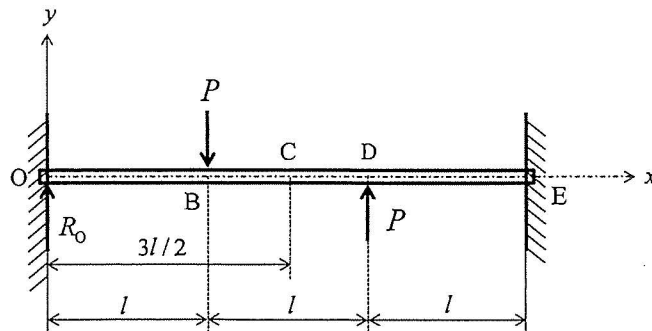


図4 両端固定のはり

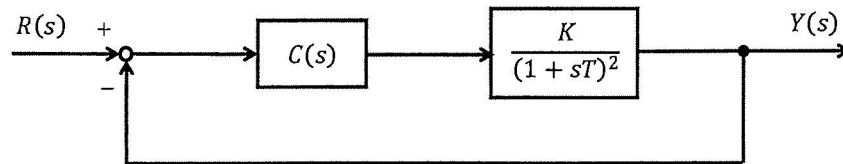
2026年9月・2027年4月入学試験問題

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

下図のブロック線図で示される、制御対象が二次遅れ系であるフィードバック制御系について考える。



調節器が $C(s) = K_p$ （比例動作のみ）の場合について、以下の問いに答えよ。

- (1) 目標値の単位ステップ入力 $R(s) = 1/s$ に対する出力 $Y(s)$ の定常偏差が、ステップ幅に対して 10% となるような比例ゲイン K_p を求めよ。

調節器が $C(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{sT_I}\right)$ （比例動作+積分動作）の場合について、以下の問いに答えよ。

- (2) 積分時間を $T_I = T$ としたとき、位相余裕が 30° となるような比例ゲイン K_p を求めよ。
(3) 比例ゲインと積分時間が(2)のとき、目標値 $R(s)$ の正弦波状入力（ただし、角周波数は ω とする）に対する出力 $Y(s)$ のゲイン g を ω , T を用いて表せ。
(4) このときのゲイン周波数特性線図（ゲインと周波数の関係）を、下記の注意事項に従って描け。
(5) このときの折点周波数を求めよ。

注意事項

- ・横軸は周波数 ωT とし、範囲を $0.1 \leq \omega T \leq 10$ とせよ。
- ・縦軸はゲイン g とし、範囲を $-40 \leq g \leq 10$ とせよ。
- ・特性の特徴が分かるように、大きくていねいに描け。

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別して書くこと

2026年9月・2027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

No.

1	/	4
---	---	---

採点欄

※裏面の使用は不可

必須 問題番号	1	科目名	数 学
---------	---	-----	-----

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別して書くこと

2026年9月・2027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

No.

2	/	4
---	---	---

採点欄

※裏面の使用は不可	必須	問題番号	2	科目名	力 学

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別して書くこと

2026年9月・2027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

No.

3	/	4
---	---	---

採点欄

※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」は明確に区別して書くこと

2026年9月・2027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

No.

4



4

採点欄

※裏面の使用は不可

選択 問題番号

科目名