整理番号
6

2026年度10月・2027年度4月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

問　題　用　紙　　専門科目

機械システム工学専攻

6枚のうち1

受験番号	MC－

注意事項（試験開始前に必ず読むこと）

- 問題用紙、解答用紙の冊子は、いずれも「解答はじめ」の指示があるまで裏返したままとしておき、開いてはならない。
- 問題用紙および解答用紙は、留め金具を用いて綴じられた冊子となっている。この留め金具を外さないこと。
- 問題用紙「6枚のうち2」から「6枚のうち6」まで、各ページの左上に記された1から4までの数字が大問の問題番号を意味する。問題番号1から4まですべての設問に解答せよ。
- 「解答はじめ」の指示の後、この問題用紙の1ページ目の上部指定欄、解答用紙の冊子の全ページの上部指定欄、および下書用紙の1ページ目の上部指定欄に受験番号を記入すること。
- 解答は問題用紙に記された大問番号に対応した解答用紙に記入すること。問題用紙や下書用紙への記入は採点対象とはならない。
- 問題用紙、解答用紙、および下書用紙は、すべて試験終了後に回収する。持ち帰ってはならない。
- 電卓、関数電卓、定規、コンパスの使用は認めない。

整理番号	2026年度10月・2027年度4月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程	機械システム工学専攻
6	問　題　用　紙　　専門科目	

1

図1－1に示すように，左端（点 A）が壁に対して水平に固定され，右端（点 B）がばね定数 k のばねで支持された長さ L のはりがある．点 A から距離 $L/2$ の点 C に，集中荷重 P が鉛直下向きに作用している．集中荷重 P が作用する前，ばねは自然長であったものとする．また，はりの曲げ剛性 EI（E：ヤング率、I：断面二次モーメント）は全長にわたって一定であるとし，はりの自重は無視できるものとする．図1－1のように xy 座標軸を定め，位置 x における鉛直下向きのたわみを $v(x)$とする．

以下の問い［1］～［3］に答えよ．なお，解答用紙の所定の欄に答えのみ記入せよ．

［1］点 A（$x=0$），および，点 B（$x=L$）における境界条件について以下の問い(1)(2)に答えよ．なお，ばね定数 k，たわみ $v(x)$，および，点 B に作用する反力 R_B（鉛直上向きを正とする）の中から必要なものを用いること．

（1）点 A における幾何学的境界条件を2つ書け．

（2）点 B に作用する反力とたわみの平衡条件を1つ書け．

［2］点 A から距離 x における曲げモーメント $M(x)$を，P, R_B, L, x を用いて，$0 \le x \le L/2$ と $L/2 < x \le L$ のそれぞれの区間について表せ．ただし $M(x)$は，はりが下向き凸の形状になる場合を正とする．

［3］たわみの微分方程式 $EI\dfrac{d^2v(x)}{dx^2} = -M(x)$ について以下の問い(1)～(3)に答えよ．

（1）$0 \le x \le L/2$ の区間について，$v(x)$を求めよ．
なお，P, R_B, L, E, I, x の中から必要なものを用いること．

（2）$L/2 < x \le L$ の区間について，$v(x)$を求めよ．
なお，P, R_B, L, E, I, x の中から必要なものを用いること．

（3）無次元数 $\lambda = \dfrac{3EI}{kL^3}$ とするとき，点 B に作用する反力 R_B を，P と λ で表せ．

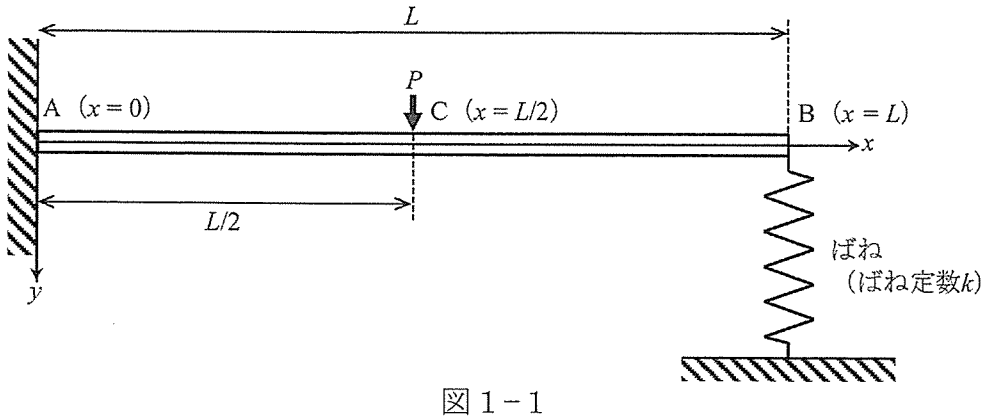


図1－1

整理番号	2026年度10月・2027年度4月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程	機械システム 工学専攻
6	問　題　用　紙　　専門科目	

6枚のうち3	受験番号	MC−

2

［1］図２－１に示すように，質量 M の駆動ステージに，振り子が取り付けられ，さらに，ばね定数 k のばねで壁面につながれている．ステージは剛体とみなすことができ，推力 f で駆動され，ガイドによって水平方向のみに摩擦なく移動できる．この際，ばねの静的平衡位置からのステージ位置を x とし，紙面右向きを正とする．振り子は，長さ $2l$，質量 m の一様な細い剛体棒である．O 点まわりの振り子の角変位を θ とし，回転時の摩擦は無視できる．なお，O 点の高さを基準高さとし，鉛直上向きを正とする．重力加速度は g とし，位置 x や角変位 θ の一階時間微分をそれぞれ $\dot{x},\dot{\theta}$，二階時間微分をそれぞれ $\ddot{x},\ddot{\theta}$ と表記する．それ以外は図中の文字を用いて，以下の問いに，答えのみ解答せよ．

（１）ステージの並進系における，運動エネルギーとばねの弾性ポテンシャルエネルギーをそれぞれ答えよ．

（２）振り子の重心まわりの慣性モーメントを答えよ．ただし，細い剛体棒における幅の影響は無視できるものとする．

（３）振り子の回転系における，運動エネルギーとポテンシャルエネルギーをそれぞれ答えよ．

（４）図２－１の系におけるラグランジュ関数 L を答えよ．

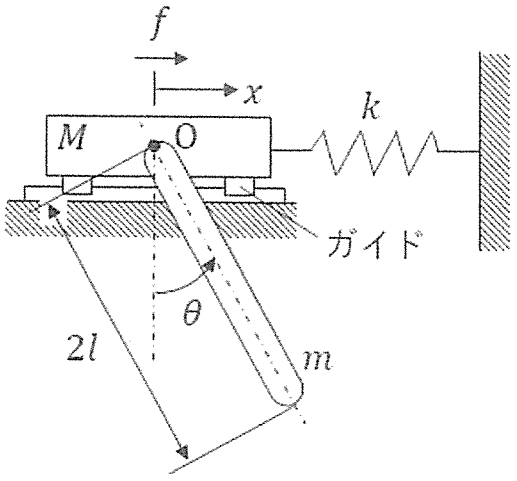


図２－１

整理番号
6

2026年度10月・2027年度4月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

問　題　用　紙　　専門科目

機械システム工学専攻

6枚のうち4

受験番号	MC−

2

［2］図2－1のO点において，振り子を$\theta = 0$の位置で固定拘束した．この際，ステージと振り子は一体の剛体構造とみなせる．以下の問いに，答えのみ解答せよ．

（1）推力fから位置xまでの伝達関数$X(s)/F(s)$を答えよ．sはラプラス変換におけるラプラス演算子であり，$X(s)$と$F(s)$は，それぞれxとfをラプラス変換したものである．

（2）位置xは直接観測できるとして，図2－2に示すような位置比例－速度比例制御器を実装した．図中において，Pが位置比例ゲイン，Cが速度比例ゲイン，K_tがモータ推力定数である．この際，位置指令x^{ref}から位置応答xまでの伝達関数$X(s)/X^{\mathrm{ref}}(s)$を求めよ．ただし，［2］－（1）で導出した伝達関数を代入すること．また，$X^{\mathrm{ref}}(s)$は，x^{ref}をラプラス変換したものである．

（3）単位ステップ位置指令に対するステージ位置の定常応答$x(\infty)$を答えよ．なお，位置応答のラプラス変換を$X(s)$とすると，最終値の定理より下記が成り立つ．

$$x(\infty) = \lim_{s \to 0} sX(s)$$

ただし，$P > 0$, $C > 0$とする．

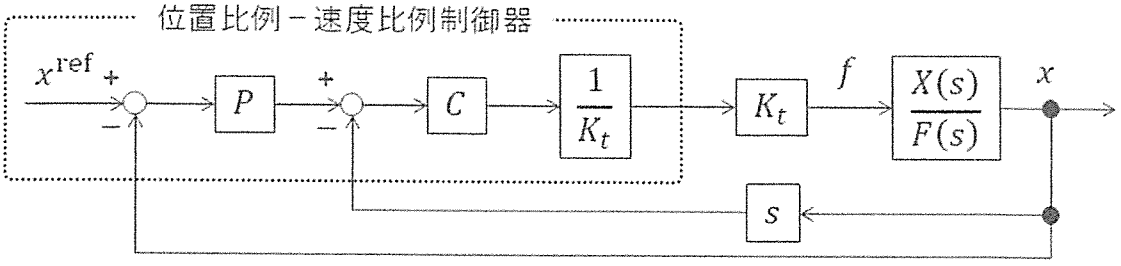


図2－2

整理番号	2026年度10月・2027年度4月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程	機械システム工学専攻
6	問　題　用　紙　　専門科目	

3

図3－1に示すように，幅 $2h$ の二次元流路内を，密度 ρ と粘性係数 μ が一定の流体が，定常的に流れている．以下では紙面奥行き方向の単位長さあたりの量を考える．流路は断面①から水平方向右向きに流入し，その後90度曲がって断面②から鉛直上向きに流出する．図3－1に示すように，水平方向右向きを x 軸正方向，鉛直上向きを y 軸正方向とし，断面②の中心を原点とする．流体は非圧縮性ニュートン流体とし，重力の影響は無視する．

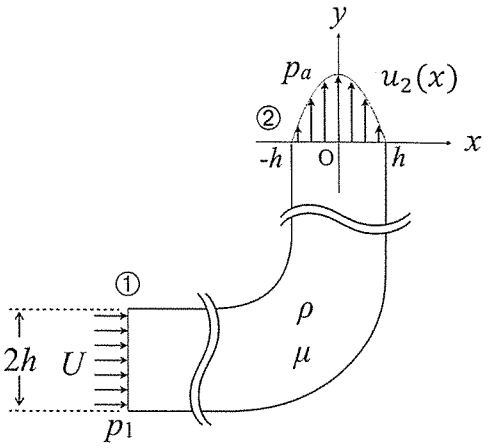


図3－1

断面①では，流速は一様であり，その速度の大きさは U である．また，断面①における圧力は断面内で一様であり，その絶対圧を p_1 とする．断面②では，流れは y 軸正方向に流出する．曲がり部から断面②までの鉛直流路部は十分長く，断面②では曲がり部の影響は無視できるものとする。断面②における流出速度の大きさは，$u_2(x)=u_{\max}(1-x^2/h^2)$　$(-h\le x\le h)$ で与えられる．ただし，速度は紙面奥行き方向に変化しないものとする．また，断面①を除く管壁外側の圧力は大気圧 p_a に等しいものとする．さらに，断面②における圧力も大気圧 p_a に等しいものとする．

以下の問いに答えよ．答えのみ記入せよ．

［1］断面②の壁面 $x=h$ におけるせん断応力の大きさを求めよ．答えは $\rho, \mu, u_{\max}, h$ の中から必要な記号を用いて示せ．

［2］断面①を通過する体積流量 Q_1，および断面②を通過する体積流量 Q_2 を求めよ．ただし，Q_1 は ρ, μ, U, h の中から，Q_2 は $\rho, \mu, u_{\max}, h$ の中から必要な記号を用いて示せ．

［3］断面②における最大流速 $u_{\max}$ を U を用いて示せ．

［4］単位時間あたりに断面①から流入する運動量 $\boldsymbol{M}_1$，および断面②から流出する運動量 $\boldsymbol{M}_2$ とする．$\boldsymbol{M}_1$ の x 方向成分 M_{1x}，y 方向成分 M_{1y} を ρ, μ, U, h の中から必要な記号を用いて示せ．次に，$\boldsymbol{M}_2$ の x 方向成分 M_{2x}，y 方向成分 M_{2y} を $\rho, \mu, u_{\max}, h$ の中から必要な記号を用いて示せ．

［5］断面①，断面②および管壁外側に囲まれた検査体積を考える．流路を図3－1のように支持するために必要な力を $\boldsymbol{F}$ とする．$\boldsymbol{F}$ の x 方向成分 F_x，y 方向成分 F_y を $\rho, \mu, U, h, p_1, p_a$ の中から必要な記号を用いて示せ．ただし，流路壁の質量は無視できるものとする．

整理番号	2026年度10月・2027年度4月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程	機械システム工学専攻
6	問　題　用　紙　　専門科目	

6枚のうち6

4

［1］ 理想気体の圧力，比体積，比熱比をそれぞれp，v，κとすると，理想気体が準静的に断熱膨張する際にはpv^{κ}が一定となることを導出せよ．なお，理想気体の比内部エネルギーの微小変化duは絶対温度の微小変化dTと定積比熱c_vを用いて

$$du = c_v dT$$

と書くことができ，気体定数Rと定積比熱c_v，比熱比κの間には

$$R = (\kappa - 1)c_v$$

の関係が成り立ち，κとc_vは一定とする．

［2］図4－1に示すようにピストンとヒーターが取り付けられた容器Aと容器Bが接続管とバルブでつながれている．二つの容器，接続管，バルブは断熱壁で囲まれている．接続管，バルブ，ヒーターの容積は無視できるとし，ピストンは水平方向に損失なく動き，断熱性を有しているとする．状態1では，容器Aには比熱比κ，圧力p_1，絶対温度T_1，比体積v_1の理想気体が封入されており，容器Aの体積と容器Bの体積が等しくなるようにピストンは固定されている．バルブは閉じられており，ヒーターのスイッチは切られている．容器B内は真空である．比熱比は一定とする．以下の問いに答えだけを解答せよ．

（1） 状態1からヒーターのスイッチを入れて気体を加熱し，その後，スイッチを切ったところ，十分時間が経過したのちに熱力学的平衡状態に達した．この時の状態を状態2とする．状態2での気体の絶対温度T_2は$2T_1$であった．ヒーターによる気体単位質量当たりの加熱量をκ，p_1，T_1，v_1のうち必要なものを用いて表せ．

（2） 状態1からピストンの固定をはずして，気体の圧力がp_3になるまで準静的に断熱膨張させた．この時の状態を状態3とする．状態3における気体の比体積v_3，絶対温度T_3をκ，p_1，p_3，T_1，v_1のうち必要なものを用いてそれぞれ表せ．

（3） 状態1からバルブを開放し，十分時間が経過すると熱力学的平衡状態に達した．この時の状態を状態4とする．状態4における気体の圧力p_4，絶対温度T_4をp_1，T_1，v_1，κのうち必要なものを用いてそれぞれ表せ．

（4） 状態1から状態4への変化における気体の比エントロピーの変化量Δsをp_1，T_1，v_1，κのうち必要なものを用いて表せ．

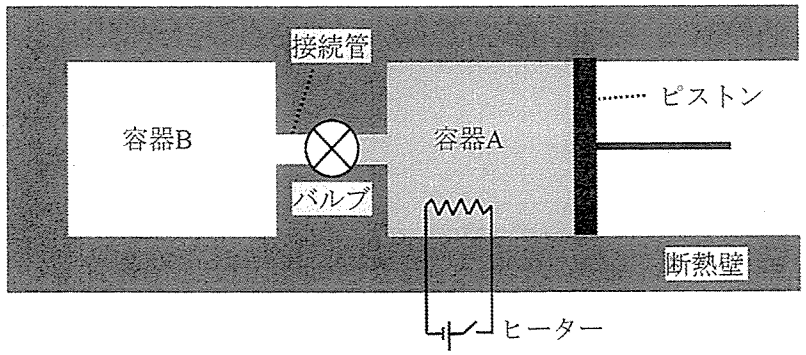


図4－1

解答例

整理番号
6

2026 年度 10 月・2027 年度 4 月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

解　答　用　紙

試験科目	専　攻	受験番号	評　点
専門科目	機械システム工学専攻	MC－	

4 枚のうち 1

1

［1］

（1）点 A における幾何学的境界条件 1 つ目

$$v(0) = 0$$

（1）点 A における幾何学的境界条件 2 つ目

$$\frac{dv(0)}{dx} = 0$$

（2）点 B に作用する反力とたわみの平衡条件

$$v(L) = \frac{R_B}{k}$$

［2］

$0 \le x \le L/2$ の区間

$$M(x) = R_B(L-x)-P(\frac{L}{2}-x)$$

$L/2 < x \le L$ の区間

$$M(x) = R_B(L-x)$$

［3］

（1）$0 \le x \le L/2$ の区間

$$v(x) = \frac{x^2}{12EI}\{3(P-2R_B)L-2(P-R_B)x\}$$

（2）$L/2 < x \le L$ の区間

$$v(x) = \frac{1}{48EI}(8R_Bx^3-24R_BLx^2+6PL^2x-PL^3)$$

（3）

$$R_B = \frac{5P}{16(1+\lambda)}$$

解答例

整理番号
6

2026年度10月・2027年度4月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

解　答　用　紙

試験科目	専　攻	受験番号	評　点
専門科目	機械システム工学専攻	MC－	

4枚のうち2

2

[1]	(1)	運動エネルギー $\frac{1}{2}M\dot{x}^2$	弾性ポテンシャルエネルギー $\frac{1}{2}kx^2$
	(2)	$\frac{1}{3}ml^2$	
	(3)	運動エネルギー $\frac{1}{2}m\left(\dot{x}^2+2l\dot{x}\dot{\theta}\cos\theta+\frac{4}{3}l^2\dot{\theta}^2\right)$	
		ポテンシャルエネルギー $-mgl\cos\theta$	
	(4)	$L=\frac{1}{2}M\dot{x}^2+\frac{1}{2}m\left(\dot{x}^2+2l\dot{x}\dot{\theta}\cos\theta+\frac{4}{3}l^2\dot{\theta}^2\right)-\frac{1}{2}kx^2+mgl\cos\theta$	
[2]	(1)	$\frac{X(s)}{F(s)}=\frac{1}{(M+m)s^2+k}$	
	(2)	$\frac{X(s)}{X^{\mathrm{ref}}(s)}=\frac{CP}{(M+m)s^2+Cs+k+CP}$	
	(3)	$x(\infty)=\frac{CP}{k+CP}$	

解答例

整理番号
6

2026 年度 10 月・2027 年度 4 月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

解　答　用　紙

試験科目	専　攻	受験番号	評　点
専門科目	機械システム工学専攻	MC－	

4 枚のうち 3

3

［1］ $\frac{2\mu u_{\max}}{h}$

［2］ $Q_1 =$ $2hU$　　$Q_2 =$ $\frac{4}{3}hu_{\max}$

［3］ $\frac{3}{2}U$

［4］ $M_{1x} =$ $2\rho hU^2$　　$M_{1y} =$ 0

$M_{2x} =$ 0　　$M_{2y} =$ $\frac{16}{15}\rho hu_{\max}^2$

［5］ $F_x =$ $-2\rho hU^2 - 2h(p_1 - p_a)$　　$F_y =$ $\frac{12}{5}\rho hU^2$

解答例

整理番号
6

2026 年度 10 月・2027 年度 4 月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

解　答　用　紙

試験科目	専　攻	受験番号	評　点
専門科目	機械システム工学専攻	MC−	

4 枚のうち 4

4

[1]

熱力学第 1 法則より　$du = \delta q - \delta w$ が成り立つ．ここでは$\delta q, \delta w$はそれぞれ微小な熱と仕事である．断熱壁に囲まれており，体積変化による仕事の出入りのみなので，$\delta q = 0, \delta w = pdv$となる．また，問題より
$du = c_v dT$なので$c_v dT = -pdv$が成り立つ．理想気体の状態方程式を用いて前式を書き直すと

$$\frac{c_v dT}{T} = -\frac{Rdv}{v}$$

$\frac{c_v dT}{T} = -\frac{(\kappa-1)c_v dv}{v}$　よって

$\log T = -(\kappa - 1)\log v + C$　(Cは任意定数)．従って$Tv^{(\kappa-1)}$は一定となり，理想気体の状態方程式よりpv^{κ}も一定となる．

[2] (1)　(気体単位質量当たりの加熱量)＝ $\frac{p_1 v_1}{\kappa - 1}$

(2)　$v_3 = \left(\frac{p_1}{p_3}\right)^{1/\kappa} v_1$　　$T_3 = T_1 \left(\frac{p_3}{p_1}\right)^{1-1/\kappa}$

(3)　$p_4 = \frac{p_1}{2}$　　$T_4 = T_1$

(4)　$\Delta s = \frac{p_1 v_1}{T_1}\log 2$

2026 年度 10 月入学
2027 年度 4 月入学
東京農工大学大学院工学府
博士前期課程（修士）入学試験
口述試験 評価の観点

【口述試験（生体医用システム工学専攻・応用化学専攻・化学物理工学専攻・機械システム工学専攻・知能情報システム工学専攻)】

口述試験においては、工学府および各専攻の掲げるアドミッションポリシーに基づき、志望専攻の専門性に基づいた問題発見・解決能力、専門分野での活動を通じて社会的・国際的に貢献することへの挑戦的意識・意欲、高いコミュニケーション能力（日本語、外国語を問わず）等を、質疑応答を通して総合的に評価しました。