大学院情報理工学研究科
博士前期課程一般入試　入学試験問題
（2021年8月17日実施）

【機械知能システム学専攻】

専門科目：［選択問題］

※注意事項

１．試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはいけない。

２．選択問題の問題冊子はこの注意事項を含めて１７枚、解答用紙は４枚である。（予備用２枚を含む。計算用紙は含まない。）

３．試験開始の合図の後、全ての解答用紙に受験番号を記入すること。（予備用２枚を含む）

４．選択問題の試験時間は90分である。

５．選択問題では、８科目の中から２科目を選んで解答すること。
（予備用の解答用紙に３科目以上の解答を記入しても採点しない。）

６．解答用紙の科目の番号欄には、選択した科目の番号を記入すること。
（採点は記入された番号についてのみ行う。誤記入、記入もれに注意すること。使わなかった予備用の解答用紙には科目の番号は記入不要。）

７．解答は、科目ごとに別々の解答用紙を使用すること。
必要なら裏面を使用してもよいが、その場合は表面下に「裏面へ続く」と記入すること。
解答は必ず解答用紙に記入すること。計算用紙に解答を記入しても採点の対象とはならない。

８．試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。

９．試験終了後、この問題冊子は持ち帰ること。

１０．解答は英語でもよい。

問題は次のページからです。

このページは問題冊子の枚数には
含みません。

選択問題

機械知能システム学専攻

科目の番号

1　材料力学

以下の問 1，問 2 に答えよ．

問 1

図 1-1～1-3 の各図に示すように曲げ剛性が EI である長さ $2a$ の片持ちはりを考える．A 点を x 座標の原点 ($x = 0$) とし，右端の B 点と A 点の中央に C 点をとるとき，次の問に答えよ．

(1) 図 1-1 のように AB 間に等分布荷重 w が作用しているとき，x の任意の位置 ($0 \leqq x \leqq 2a$) におけるせん断力 F と曲げモーメント M を x の関数として表わせ．

(2) 図 1-1 において自由端 A 点に生じるたわみ角 θ_{A1} とたわみ y_{A1} を求めよ．

(3) 図 1-2 のように CB 間に等分布荷重 w が作用しているとき，中央の C 点に生じるたわみ角 θ_{C2} とたわみ y_{C2} を求めよ．(2) の答から簡潔に求めてよい．

(4) 図 1-2 において自由端 A 点に生じるたわみ角 θ_{A2} とたわみ y_{A2} を求めよ．(3) の答から簡潔に求めてよい．

(5) 図 1-3 では，AC 間に等分布荷重 w が作用している．図 1-1～図 1-3 について，重ね合わせの原理に基づいて成立する関係を説明せよ．

(6) 図 1-3 において自由端 A 点に生じるたわみ角 θ_{A3} とたわみ y_{A3} を求めよ．

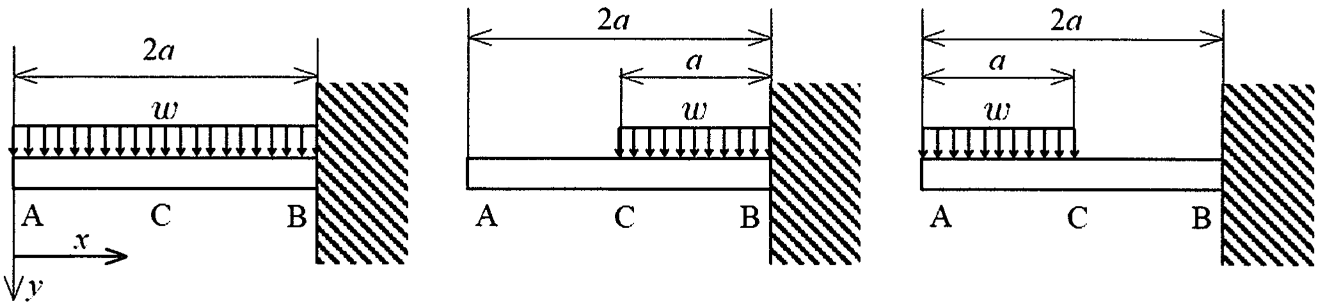


図1-1　図1-2　図1-3

キーワード：Keyword

曲げ剛性：flexural rigidity，長さ：length，片持ちはり：cantilever beam，等分布荷重：uniformly distributed load，せん断力：shearing force，曲げモーメント：bending moment，関数：function，たわみ角：slope，たわみ：deflection，重ね合わせの原理：principle of superposition

【次ページへ続く】

選択問題

機械知能システム学専攻

科目の番号

1 材料力学

【前ページから】

問2

図2のように直径d，長さaの丸棒1と，直径$2d$，長さaの丸棒2が接合された段付き丸棒を考える．丸棒の一端A部は固定され，B部にねじりモーメントT，C部にねじりモーメントTが作用している．なお，せん断弾性係数はGとする．以下の問に答えよ．

(1) 丸棒1と丸棒2の断面二次極モーメントを示せ．導出過程を示す必要はない．

(2) 丸棒1と丸棒2の極断面係数を示せ．導出過程を示す必要はない．

(3) 固定端Aを基準とするC部のねじれ角を求めよ．

(4) 段付き丸棒全体に蓄えられるひずみエネルギーを求めよ．

(5) 丸棒1に生じる最大せん断応力を求めよ．

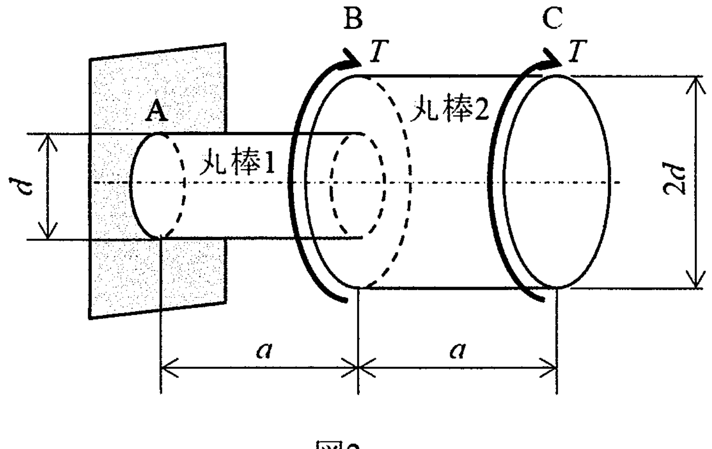


図2

キーワード：Keyword

直径：diameter，長さ：length，丸棒：round bar，段付き丸棒：stepped round bar，ねじりモーメント：torsional moment，せん断弾性係数：shear modulus，断面二次極モーメント：polar moment of inertia of area，極断面係数：polar modulus of section，ねじれ角：angle of torsion，ひずみエネルギー：strain energy，最大せん断応力：maximum shear stress

大学院情報理工学研究科　博士前期課程：一般入試（2021 年 8 月 17 日実施）

選択問題

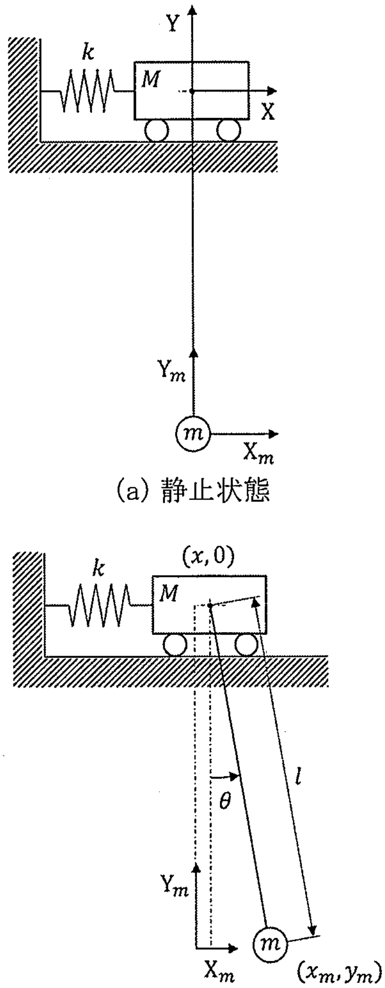
機械知能システム学専攻

科目の番号

2　機械力学

以下の問 1，問 2 に答えよ．

問 1．図 1 のように台車と振り子からなる 2 自由度振動系の自由振動を考える．質量 M の台車は水平面上に置かれ，ばね定数 k のばねで壁と連結され，摩擦なく，水平方向にのみ移動する．台車には，長さ l の糸に質量 m のおもりが吊るされている．ただし，ばねと糸の質量は無視できるものとする．図 1(a)の静止状態で，ばねが自然長の時の台車の位置を台車の座標系XYにおける系の原点とする．また，鉛直下向きからの振り子の角度を θ とする．台車の位置 $x=0$，振り子の角度 $\theta=0$ の時のおもりの位置をおもりの座標系$\mathrm{X}_m\mathrm{Y}_m$における系の原点とする．位置 x と角度 θ に関する運動方程式をラグランジュ法により求めたい。重力加速度を g として，以下の問いに答えよ．



(a) 静止状態

(b) 振動状態

図 1　台車と振り子

（1）振動状態におけるおもりの位置 (x_m, y_m) を台車の位置 x と振り子の角度 θ を用いて表せ．また，おもりの速度 v_x, v_y を台車の速度 $\dot{x}$，振り子の角速度 $\dot{\theta}$ を用いて表せ．

（2）台車の運動エネルギー T_M とおもりの運動エネルギー T_m を求めよ．

（3）ばねの位置エネルギー U_S とおもりの位置エネルギー U_m を求めよ．

（4）位置 x と角度 θ に関するラグランジュ方程式は，次の通り表される．

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{x}}\right)-\frac{\partial L}{\partial x}=0, \qquad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}}\right)-\frac{\partial L}{\partial \theta}=0$$

ただし，$L=T-U$ であり，T は系の運動エネルギー，U は系の位置エネルギーである．また，$\dot{\theta}$，$\dot{x}$ は，θ，x の時間微分を表している．これらの式を具体的に計算して位置 x と角度 θ に関する運動方程式を求めよ．

キーワード：Keyword
台車：trolley，振り子：pendulum，２自由度振動系：two-degrees-of-freedom system，自由振動：free vibration，質量：mass，水平面上に置く：place on a horizontal plane，ばね定数：spring constant，ばねで壁と連結：connected to the wall with a spring，摩擦なく：friction is negligible，水平方向にのみ移動：move only horizontally，長さ：length，糸：string，おもりが吊るされている：one weight is hung，無視できる：negligible，自然長：natural length，台車の位置：position of the trolley，系の原点：origin of the system，鉛直下向き：vertically downward，振り子の角度：pendulum angle，運動方程式：equation of motion，ラグランジュ法：Lagrangian method，重力加速度：acceleration of gravity.

【次ページへ続く】

選択問題

機械知能システム学専攻

科目の番号

2　機械力学

【前ページから】

問２．図２のように質量 m の物体，ばね定数 k のばね，粘性減衰係数 c の減衰器からなる１自由度振動系があり，その床が強制変位 $x_{\mathrm{B}} = a\cos\omega t$ で加振されている．質量 m の物体の静止位置からの変位を x_{m}，床に対する相対変位を $y = x_{\mathrm{m}} - x_{\mathrm{B}}$ として，以下の問いに答えよ．

（１）　この系の固有角振動数　ω_n ，臨界減衰係数 c_c，減衰比 ζ を示せ．

（２）　質量 m の物体の相対運動に関する運動方程式を求めよ．

（３）　床の強制変位 $x_{\mathrm{B}} = a\cos\omega t$ による強制振動の解を $y = A\cos(\omega t - \phi)$ とし，A と $\tan\phi$ を求めよ．

（４）　質量 m の物体の相対変位 y から床の変位 x_{B} を測定したい．そのために必要な条件として，質量 m，ばね定数 k と ω の関係を示せ．また，相対変位 y から床の変位 x_{B} を求める式を求めよ．

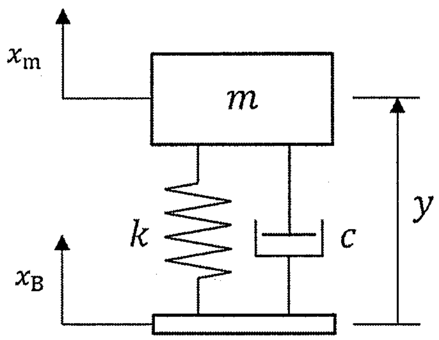


図２　強制変位により加振される１自由度振動系

キーワード：Keyword

質量：mass，物体：object，ばね定数：spring constant，ばね：spring，粘性減衰係数：viscous damping coefficient，減衰器：damper，１自由度振動系：one-degrees-of-freedom system，床：floor，強制変位：forced displacement，加振：vibrated，相対変位： displacement 固有角振動数：natural angular frequency，臨界減衰係数：critical damping coefficient，減衰比：damping ratio，運動方程式：equation of motion，強制振動の解：solution of the forced vibration，必要な条件：required conditions，式：equation.

大学院情報理工学研究科　博士前期課程：一般入試（2021 年 8 月 17 日実施）

選択問題

機械知能システム学専攻

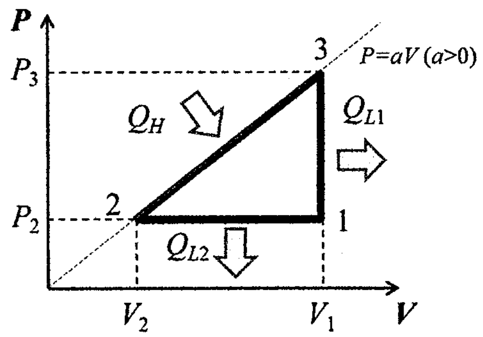
科目の番号

3　熱力学

以下の問 1，2，3 に解答せよ．

問 1．形状の変わらない容積が等しい 2 つのタンクがバルブを介して連結されている．タンクの内容積は共に 2.5 m³であり，一方のタンク内は温度 27℃，圧力 120 kPa の空気で満たされており，他方のタンク内は温度 77℃，圧力 420 kPa の空気で満たされている．このバルブを開いてしばらく放置したところ，系全体が 42℃で平衡状態になった．最終状態での圧力を求めよ．空気は狭義の理想気体とみなし，必要に応じて空気の気体定数は 0.29 kJ/kg·K，定積比熱は 0.72 kJ/kg·K，比熱比は 1.4 として計算せよ．また質量 m の理想気体（気体定数 R，比熱 C ）が状態 1(圧力 P_1，温度 T_1）から状態 2(圧力 P_2，温度 T_2）に容積一定で準静的に変化した際のエントロピー変化量について説明せよ．

問 2．右図のような p-V 線図で表されたサイクルを行う熱機関について考える．過程 2→3 において熱量 Q_H 受熱し圧力が体積に比例して直線的に（$P= aV,\ a > 0$）増加する．過程 3→1，過程 1→2 においてそれぞれ等積，等圧の条件で熱量 Q_{L1}, Q_{L2} 放熱する．作動流体は理想気体とし，この熱機関の圧縮比を $\varepsilon = V_1 / V_2$，比熱比を $\kappa = C_p / C_v$ とするとき（ただし C_p, C_v はそれぞれ定圧比熱，定積比熱を示す），サイクルの熱効率を ε と κ で表せ．



問 3．水動力計を用いてガソリンエンジンの動力試験を行う．エンジンの定常回転数が 1400 回転/分のとき，動力計の制動トルクは 2400 N·m であった．水動力計を流れる冷却水は毎時 4.8 m³で，入口の水温が 20℃であるとき出口の水温は何℃になるか．水の比熱は一定で 4.2 kJ/kg·K，密度を 1.0 g/cm³とし，制動仕事はすべて熱として冷却水に与えられるものとして計算せよ．

キーワード：Keyword
容積:volume，タンク:tank，バルブ:valve，内容積:inner volume，温度:temperature，圧力:pressure，空気：air，平衡状態：equilibrium state，最終状態：final state，狭義の理想気体：ideal gas of constant specific heat，気体定数：gas constant，定積比熱：specific heat at constant volume，比熱比：ratio of specific heat，質量：mass，理想気体：ideal gas，比熱：specific heat，エントロピー変化量：entropy variation，線図：diagram，サイクル：cycle，熱機関：heat engine，熱量：heat，受熱：heat receiving，体積：volume，等積：isochore，等圧：isobaric，放熱：heat release，作動流体：working fluid，圧縮比：compression ratio，定圧比熱：specific heat at constant pressure，熱効率：thermal efficiency，水動力計：hydraulic dynamometer，ガソリンエンジン：gasoline engine，動力試験：power testing，エンジン：engine，定常回転数：stationary rotational frequency，制動トルク：damping torque，冷却水：cooling water，水温：water temperature，一定：constant，密度：density，制動仕事：braking work，熱：heat

選択問題

機械知能システム学専攻

科目の番号

4　流体力学

以下の問 1，問 2，問 3 に答えよ．

問 1. 御味噌汁の椀から蓋を取る際に必要な力を概算してみたい．椀と蓋の厚みは無視し，いずれも半径5 cm の剛体半球殻と仮定する．これらを上下逆さにピタリと張り付け球殻を構成する．今回，その外側に 1 気圧の大気圧Pが働き，その内側は真空（0 気圧）と仮定する．なお，1 気圧は 10.13 N/cm^2 とする．

(1) 図 1 に帯状で示す，z 軸に対し垂直にスライスして生じる微小な厚みを持つ円環にかかる鉛直下向きの力dF を文字式で表せ．
図に記載の文字群は，必要なら断りなく解答に使って構わない．

(2) これら剛体半球殻を z 方向に引っ張り引き離すために必要な力を求めよ．

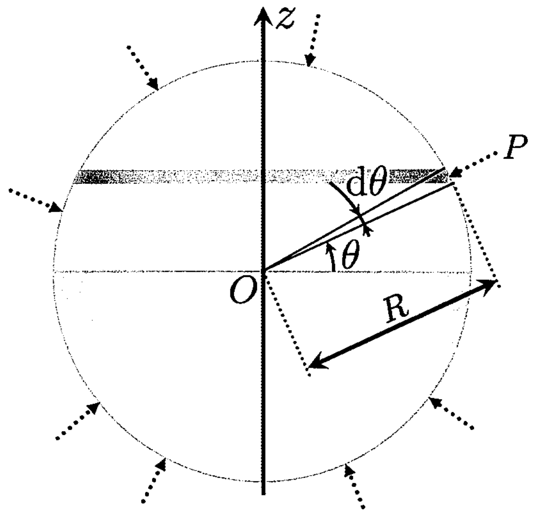


図 1

キーワード: Keyword

椀: bowl, 蓋: lid, 概算: rough estimate, 厚み: thickness, 半径: radius, 剛体半球殻: rigid hemispherical shell, 仮定: supposition, 球殻: spherical shell, 大気圧: atmospheric pressure, 真空: vacuum, 帯状: striped, 垂直: vertical, 微小: minute, 円環: ring, 鉛直下向きの力: downward vertical force

【次ページへ続く】

選択問題

機械知能システム学専攻

科目の番号

4 流体力学

【前ページから】

問 2. 細く真っ直ぐな内半径 R の無限長剛体管内を，粘性率 η の流体が完全に発達し，定常かつ層流の状態で流れる．流速は管の中心を原点とする半径方向座標 r のみの関数 $v(r)$ で表される．管壁では，粘性の影響で $v(R)=0$ となる．

なお，一般的に速度の異なる流体同士が接触するとき，流体間のせん断応力 τ は積層方向の速度勾配に比例する．上記管内の場合，次式で表される．

$$\tau = \eta \frac{\mathrm{d}v(r)}{\mathrm{d}r}.$$

以降の問題では，図 2 に示す通り，無限長剛体管から長さ L で抜き出した一部分を考える．直円柱となる，抜き出した管の左端と右端の単位面積あたりの圧力差 $P_1 - P_2$ は ΔP (>0) とする．

(1) 抜き出した管内に，半径 r（長さ L）の直円柱を擬似的に描いたとき，この円柱に作用する力の釣り合い式を立てよ．

(2) (1) で描いた疑似直円柱側壁での流速 $v(r)$ を求めよ．

(3) 抜き出した管内に，内半径 r，外半径 $r+\mathrm{d}r$（長さ L）の擬似薄肉円筒殻を考える．この円筒殻を管軸に垂直にスライスして生じる円環を通過する単位時間の流量 $\mathrm{d}Q$ を，$v(r)$ を用いて表わせ．

(4) 単位時間に，この管を流れる流体の流量 Q を求めよ．

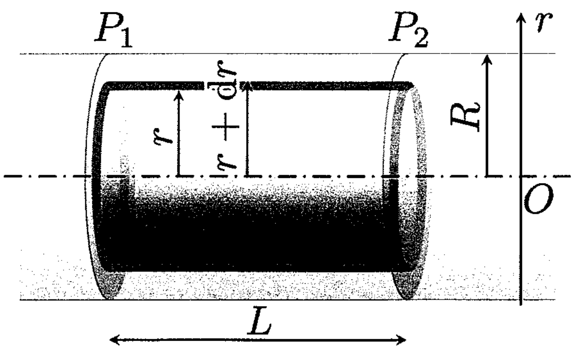


図 2

キーワード: Keyword

内半径: inner radius, 無限長: infinite length, 管: pipe, 粘性率: viscosity, 流体: fluid, 完全に発達: fully developed, 定常: steady, 層流: laminar flow, 流速: fluid velocity, 中心: center, 原点: origin, 座標: coordinate, 関数: function, 管壁: pipe wall, せん断応力: shear stress, 勾配: gradient, 比例: proportion, 直円柱: right circular cylinder, 単位面積: unit area, 圧力差: pressure difference, 擬似的: pseudo, 釣り合い式: equation of balance, 外半径: outer radius, 薄肉円筒殻: thin-walled cylindrical shell, 流量: flow rate

【次ページへ続く】

選択問題

機械知能システム学専攻

科目の番号

4　流体力学

【前ページから】

問 3. 内半径 R の剛体半球殻の容器に密度 ρ の水を満たす．図 3 のように，この容器の底に面積 S の小さな穴をあけ，水を流す．この穴からは平行流として水が流れ出ると仮定する．

なお，重力加速度を g とする．容器の底から水面までの高さを水面高さとし，水面高さの変化に伴う大気圧変化は無視する．

(1) 水面高さが h のとき，微小時間 $\mathrm{d}t$ に流れる水量 $\mathrm{d}Q$ を，$\mathrm{d}t$ での容器内水面高さの変化量 $\mathrm{d}h$ で表わせ．

(2) 水面高さが h のときの，穴から流れる水の流速 v を求めよ．

(3) $\mathrm{d}t$ 間に流出する水量で $\mathrm{d}Q$ を表わせ．

(4) 容器内水面高さが R（満杯状態）から H（$< R$）になるまでの時間を求めよ．

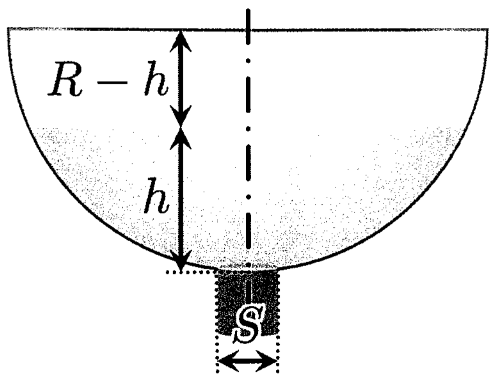


図 3

キーワード: Keyword

容器: container, 密度: density, 底: bottom, 穴: hole, 平行流: parallel flow, 重力加速度: gravitational acceleration, 水面: surface of water, 変化量: amount of change

大学院情報理工学研究科　博士前期課程：一般入試（2021年8月17日実施）

選択問題

機械知能システム学専攻

科目の番号

5　制御工学

以下の問１，問２に解答せよ．

問１
式(1)の運動方程式で与えられるシステム（ばねで結合した質点の運動）について、以下の問いに答えよ。

$$m\ddot{x}(t) + kx(t) = u(t) \tag{1}$$

ただし、質点の質量 m、ばね定数 kは定数とし、位置 $x(t)$、質点への入力 $u(t)$を時間 tの関数とする。また、ある時間関数$g(t)$に対するラプラス変換はラプラス演算子 sを用いて$G(s) = \int_0^\infty g(t)e^{-st}dt$と定義される。

(1) 入力 $u(t) = 0$、初速度 $\dot{x}_0 = 0$のとき、位置 $x(t)$のラプラス変換 $X(s)$と初期位置 x_0の関係を求めよ。

(2) 入力 $u(t) = 0$、初速度 $\dot{x}_0 = 0$のとき、$x(t)$の式（時系列）を求めよ。ただし、余弦のラプラス変換 $\mathcal{L}\{\cos \omega t\} = \frac{s}{s^2+\omega^2}$の関係を用いてよい。

式(1)のシステムにおいて、入力 $u(t)$のラプラス変換$U(s)$から$X(s)$までの伝達関数を$P(s)$とし、図１のフィードバックによって制御を行う。ただしc_1、c_2は定数ゲイン($c_1 > 0, c_2 > 0$)。以下の問いに答えよ。

(3) 目標値 $R(s)$から$X(s)$までの伝達関数を求めよ。解答は $P(s)$を用いず、m、k、c_1、c_2、sを用いて記載せよ。

(4) $R(s)$から$X(s)$までの伝達関数の安定性をラウス・フルビッツの安定判別法を用いて判定せよ。

(5) 目標値をステップ入力 $r(t) = 1$ $(t > 0)$として与えたとき、偏差$E(s)$の定常偏差 $\lim_{t\to\infty} e(t)$を求めよ。

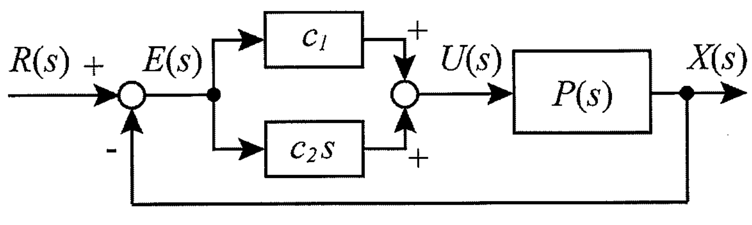


図１　フィードバック制御システム

【次ページへ続く】

大学院情報理工学研究科　博士前期課程：一般入試（2021 年 8 月 17 日実施）

選択問題

機械知能システム学専攻

科目の番号

5　制御工学

【前ページから】

問２
図２に示すシステム（ばねで結合した２つの質点系の運動）を考える。運動方程式は

$$\begin{cases} m\ddot{x}_1(t) + kx_1(t) - k\big(x_2(t) - x_1(t)\big) = u(t) \\ \qquad m\ddot{x}_2(t) + k\big(x_2(t) - x_1(t)\big) = 0 \end{cases} \tag{2}$$

で与えられる。このとき、以下の問いに答えよ。

(1) 式(2)のシステムを、状態変数を$\boldsymbol{x}(t) = [x_1(t) \quad \dot{x}_1(t) \quad x_2(t) \quad \dot{x}_2(t)]^{\mathrm{T}}$とする状態方程式 $\dot{\boldsymbol{x}}(t) = \boldsymbol{A}\boldsymbol{x}(t) + \boldsymbol{B}u(t)$によって表す。$\boldsymbol{A}, \boldsymbol{B}$を求めよ。

(2) 質量 $m = 1$、ばね定数$k = 1$のとき、可制御性行列を計算し、入力$u(t)$による制御が可能かどうか判定せよ。

(3) 質量 $m = 1$、ばね定数$k = 1$で、$u(t) = [0 \quad 0 \quad -c \quad 0]\boldsymbol{x}(t)$としたとき、閉ループ系の特性方程式を求めよ。ただし、極は求めなくてよい。

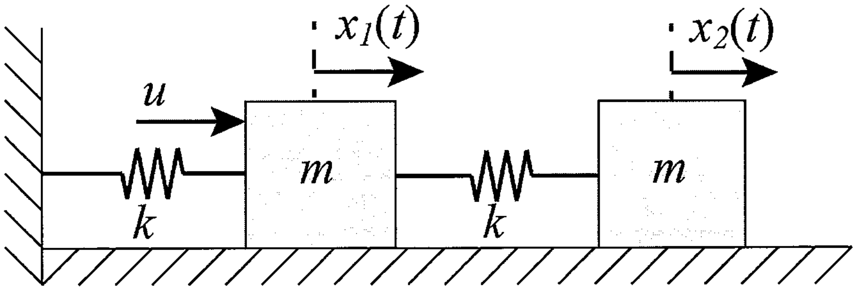


図２　２つの質点系からなるシステム

キーワード：Keywords

運動方程式：Equation of motion、システム：System、ばね：Spring、質点：Point mass、運動：Motion、質量：Mass、定数：Constant、位置：Position、入力：Input、時間：Time、関数：Function、ラプラス変換：Laplace transform 、ラプラス演算子：Laplacian、初速度：Initial velocity、初期位置：Initial position、時系列：time series、余弦：Cosine、伝達関数：Transfer function、フィードバック：Feedback、制御：Control、目標値：Target value、定数ゲイン：Constant gain、解答：Answer、安定性：Stability、ラウス・フルビッツの安定判別法：Routh-Hurwitz stability criterion、判定：Judge、ステップ入力:Step input、偏差:Error、定常偏差:Steady state error、状態変数:State variables、状態方程式：Equation of state、可制御性行列：Controllability matrix、閉ループ系：Closed loop system、特性方程式：Characteristic equation、極：Pole

選択問題

機械知能システム学専攻

科目の番号

6　電気回路学

問1.　図 1 の回路は LCR 並列共振回路である。実効振幅 V_e [V] 角周波数 ω [rad/s]で正弦波振動する複素電圧電源 $\dot{V}$、R [Ω]の抵抗、C [F]のキャパシタ、L [H] のインダクタからなる。
この回路について、以下の問いに答えよ。

(1)　端子 a-b 間の複素インピーダンス $\dot{Z}$ を求めよ。

(2)　抵抗に流れる複素電流 $\dot{I}_R$、キャパシタに流れる複素電流 $\dot{I}_C$、インダクタに流れる複素電流 $\dot{I}_L$をそれぞれ求めよ。さらに、回路全体に流れる複素電流 $\dot{I}$を求めよ。ただし、答えには $\dot{V}$ を使ってよい。

(3)　複素インピーダンス $\dot{Z}$ の絶対値が最大となる角周波数 ω_0、および、そのときの $\dot{Z}$ を求めよ。このときキャパシタとインダクタに流れる電流の大きさと位相はどのような関係にあるか述べよ。

(4)　横軸を角周波数として、ω_0 近傍の絶対値 $|\dot{I}|$ のグラフの概形を書け。ただし、$|\dot{I}|$ の極小値 $|\dot{I}_{\min}|$ の大きさをグラフに明記すること。

(5)　$|\dot{I}| = \sqrt{2}|\dot{I}_{\min}|$ となる角周波数を低い方から ω_1、ω_2 とする。
$\omega_2 - \omega_1$ の値をこの共振回路の半値幅と呼び、共振の尖鋭度の指標である Q 値は共振周波数 ω_0 と半値幅の比、$\omega_0/(\omega_2 - \omega_1)$で定義される。この回路の Q 値を求めよ。

(6)　ω_0 を固定した状態で Q 値を高めたいとき、回路のどの値をどのように変えるとよいか。

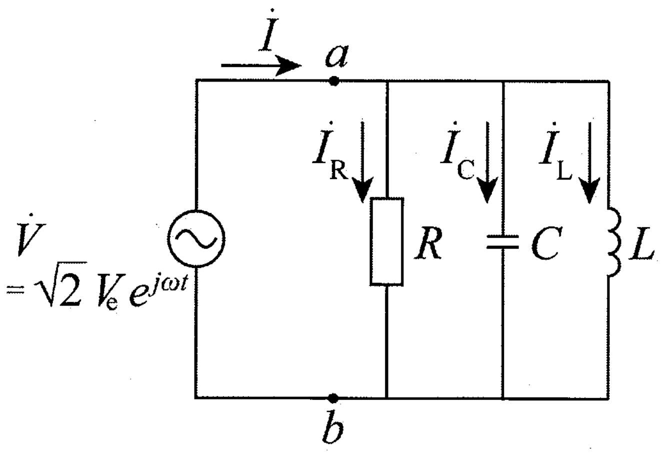


図 1

【次ページへ続く】

選択問題

機械知能システム学専攻

科目の番号

6　電気回路学

【前ページから続く】

問2.　図 2 の回路は LR フィルタ回路であり、実効値振幅 V_e [V] 角周波数 ω [rad/s]で正弦波振動する入力複素電圧信号 $\dot{V}_{in}$、R [Ω]の抵抗、L [H] のインダクタからなる。この回路について、以下の問いに答えよ。

(1)　入力電圧 $\dot{V}_{in}$ に対する出力電圧 $\dot{V}_{out}$ の伝達関数 $H(j\omega)$ を求めよ。

(2)　出力電圧 $\dot{V}_{out}$ の大きさが、入力電圧 $\dot{V}_{in}$ の大きさの $1/\sqrt{2}$ となる周波数 ω_c を求めよ。さらに、その周波数における、入力電圧に対する出力電圧の位相の遅れを答えよ。

(3)　伝達関数 $H(j\omega)$ の絶対値 $|H(j\omega)|$ 、及び位相について、横軸を角周波数とする概形をグラフに書け。

(4)　伝達関数の概形から、この回路がどのようなフィルタとして機能するか、名称を答えよ。

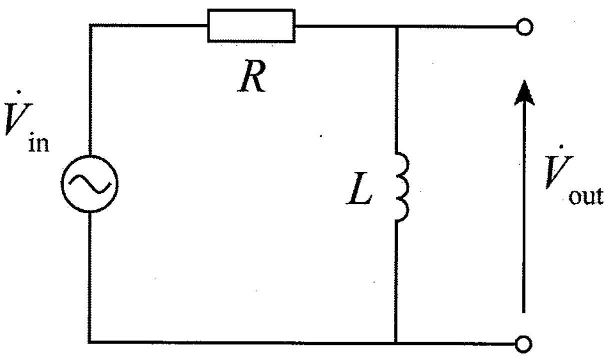


図 2

キーワード: Keywords
回路:circuit, 並列共振回路:parallel resonant circuit, 実効振幅:effective amplitude, 角周波数: angular frequency, 正弦波振動: sinusoidal vibration, 複素電圧電源:complex voltage power supply, 抵抗:resistor, キャパシタ:capacitor, インダクタ:inductor, 端子:terminal, 複素インピーダンス:complex impedance, 複素電流: complex current, 絶対値:absolute value, 位相:phase, 横軸: horizontal axis, 近傍:neighbor, 概形:outline drawing, 極小値: minimum value, 半値幅: half width, 尖鋭度:sharpness, 指標:index, Q 値: quality factor, 比: ratio, フィルタ回路:filter circuit, 入力電圧:input voltage, 出力電圧:output voltage, 伝達関数:transfer function, 位相の遅れ:phase delay

選択問題

機械知能システム学専攻

科目の番号

7　ディジタル信号処理

以下の問 1，問 2 に答えよ．

問 1．入力信号 $x[n]$ および出力信号 $y[n]$ がつぎの差分方程式で表されるシステムを考える．

$$y[n] - 2y[n-1] - 3y[n-2] = x[n]$$

ただし，$n = 0,1,2,3,\cdots$，であり，$y[-1] = 0, y[-2] = 0$ とする．

(1) このシステムの伝達関数を求めよ．

(2) このシステムのインパルス応答を求めよ．

(3) つぎの式で与えられる入力 $x[n]$ の Z 変換 $X(z)$ を求めよ．

$$x[n] = \begin{cases} 4^n, & n \geq 0 \\ 0, & n < 0 \end{cases}$$

(4) (3)の $x[n]$ を入力したとき，システムの出力 $y[n]$ の Z 変換 $Y(z)$ を求めよ．

(5) 出力 $y[n]$ を求めよ．

【次のページに続く】

選択問題

機械知能システム学専攻

科目の番号

7　ディジタル信号処理

【前ページより続く】

問２．つぎの離散時間信号 $x_1[n]$ および $x_2[n]$ を考える．

$$x_1[n] = \begin{cases} a, & n = -\tau, \cdots, 0, \cdots, \tau, \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$x_2[n] = \begin{cases} b^n, & n \geq 0, \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

ただし，n は整数，a，b は実数，τ は正の整数である．

(1) 離散時間信号 $x_1[n]$ の離散時間フーリエ変換 $X_1(\omega)$ を求めよ．

(2) 離散時間信号 $x_2[n]$ の離散時間フーリエ変換 $X_2(\omega)$ を求めよ．

(3) ある実数 α, β を用いて表される合成信号 $x[n] = \alpha x_1[n] + \beta x_2[n]$ の離散時間フーリエ変換 $X(\omega)$ を求めよ．

キーワード：Keyword
入力信号：Input signal，出力信号：Output signal，差分方程式：Difference equation，システム：System，伝達関数：Transfer function，インパルス応答：Impulse response，Z変換：Z transform，離散時間信号：Discrete time signal，整数：integer，実数：Real number，正の整数：positive integer，離散時間フーリエ変換：Discrete-time Fourier transform，合成信号：Composite signal

大学院情報理工学研究科　博士前期課程：一般入試（2021 年 8 月 17 日実施）

選択問題

機械知能システム学専攻

科目の番号

8　応用数学

複素数の変数を z，虚数単位を i で記す．以下の問 1，問 2，問 3 に答えよ．

問 1　つぎの小問に答えよ．

(1) 以下の積分 $I(a,b)$ を (i) $a>0$，(ii) $a=0$，(iii) $a<0$ の場合に分けて計算せよ．

$$I(a,b)=\frac{1}{2\pi i}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{e^{iax}}{x-ib}dx$$

ここで，a，b は実数の変数で，$b>0$ とし，(ii) $a=0$ のときの積分は以下の式で定義する．

$$\frac{1}{2\pi i}\lim_{R\to\infty}\int_{-R}^{R}\frac{1}{x-ib}dx$$

(2) $\theta(a)=\lim_{b\to 0}I(a,b)$ のグラフを示せ．また，$\theta(a)$ の導関数はどのような関数か考察せよ．

問 2　つぎの小問に答えよ．ここで，$\bar{z}$ は z の複素共役とする．

(1) $z=e^{i\theta}$ $(0\leqq\theta<2\pi)$ のとき，以下の式が成立することを示せ．ここで，θ は実数の変数とする．

$$sin\theta=\frac{1}{2i}(z-\bar{z})$$

(2) $z=0$ に特異点をもつ関数 $f(z)=e^{\frac{\alpha}{2}(z-\frac{1}{z})}$ を考える．$|z|>0$ において成り立つ $f(z)$ のローラン展開を $f(z)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}J_n(\alpha)z^n$ とすれば，以下の式が成立することを示せ．ここで，α は実数の変数とする．

$$J_n(\alpha)=\frac{1}{\pi}\int_0^{\pi}\cos(n\theta-\alpha sin\theta)d\theta$$

【次ページに続く】

大学院情報理工学研究科　博士前期課程：一般入試（2021年8月17日実施）

選択問題

機械知能システム学専攻

科目の番号

8　応用数学

【前ページから続く】

問3　以下の変換 $w=f(z)$を考える．以下の証明に必要な変数や関数は適宜定義してよい．ここで，aは実数の変数とする．

$$w=z+\frac{a^2}{z},\quad a>0$$

(1) この変換によってz平面の原点を中心とする半径 $c\,(>a)$ の円は，w平面の楕円に写像されることを示せ． ここで，cは実数の変数とする．

(2) z平面の原点を端点とする半直線 $z=re^{i\theta_0}$　$(0\leqq r<\infty,\ 0\leqq\theta_0<2\pi)$ は，w平面の双曲線に写像されることを示せ．ここで，r は実数の変数，θ_0は実数の定数とする．

キーワード：Keywords
　複素数：complex number，変数：variable，虚数単位：imaginary unit，実数：real number，積分：integral，グラフ：graph，複素共役：complex conjugate，導関数：derivative function，関数：function，ローラン展開：Laurent deployment，変換：transformation，原点：origin，端点：end point，半直線：half line，楕円：ellipse，写像：mapping，双曲線：hyperbola，定数：constant