

令和7年10月入学/令和8年4月入学(第1期)
地域創生科学研究科博士前期課程
入学試験問題

工農総合科学専攻・機械知能工学プログラム
「専門科目」

材料力学・機械材料学	2ページ
熱と流れ	3ページ
機械力学と制御	4ページ
メカトロニクス	5ページ

試験開始前に以下をよく読んでください。

【注意事項】

1. 機械知能工学プログラムでは、専門科目2科目を課します。
2. この問題冊子の4科目の中から2科目を選び解答してください。
3. 答えは試験問題ごとに1枚の解答用紙を用い、それぞれに試験科目名、受験番号を記入してください。一つの科目の解答は必ず1枚の解答用紙に収まるように記述してください。
4. 試験終了後は、解答用紙及び下書き用紙を全て回収します。試験問題は持ち帰ってください。

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 材料力学・機械材料学	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
-------------------	--

(1) 両端のつかみ部よりも中央の平行部が細い引張試験片があり、平行部は直径 10 mm、長さ 200 mm の中実丸棒状である。この試験片の引張試験を行い、図 1 に示す縦軸を荷重 P [kN]、横軸を伸び Δl [mm] とする荷重-伸び線図を得た。この試験片の上降伏応力と最大引張応力を求めよ。

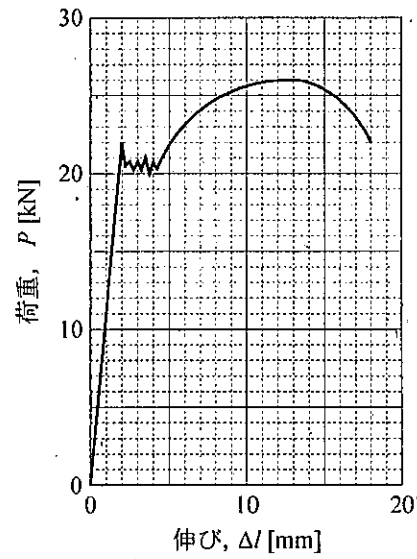


図 1

(2) 左端 A が回転支点、右端 B が移動支点で支えられている長さ l のはりに、キールアーチ状の分布荷重が働いている。はりの左端 A からの距離を x とすると、分布荷重 $w(x)$ は、

$$w(x) = w_0 \frac{x(l-x)}{l^2}$$

で表されるとする。ただし、 w_0 は定数である。はりの任意の断面が受けるせん断力 F と曲げモーメント M を求めよ。

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 熱と流れ	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
-------------	--

問1 カルノー・サイクルについて次の問いに答えよ。

(1) カルノー・サイクルは理想気体を作動流体として、次の4つの過程を経て初めの状態に戻るサイクルを繰り返す。つまり「①」→「②」→「③」→「④」であり、①の過程で高温熱源から熱を吸収し、③の過程で低温熱源へ熱を放出する。また②の過程で気体が外部へなした仕事と④の過程で気体が外部から受けた仕事は差し引き零になる。①～④に相当する文言を次の語群から選べ。

語群 (等温圧縮, 等温膨張, 断熱圧縮, 断熱膨張)

(2) n [mol] の理想気体を作動流体としたカルノー・サイクルが、1サイクルにおいて外部になす仕事 W [J] は、次の式で与えられることを示せ。

$$W = nR_0(T_1 - T_2) \ln \frac{V_B}{V_A}$$

ただし、 T_1 [K], T_2 [K] は、それぞれ高温熱源と低温熱源の温度、 V_A [m³], V_B [m³] は、それぞれ等温膨張過程での初めの体積と終わりの体積を示す。また、 R_0 [J/(mol·K)] は、一般ガス定数である。

問2 図1は、鉛直下方に開口した断面積 A_1 [m²] の円管出口(位置(a))から、水が流速 v_1 [m/s] で大気圧 p_0 [Pa] のもとに流出している様子を示している。水流が流出口より h [m] だけ降下した位置(b)での流速 v_2 [m/s] と断面積 A_2 [m²] を求めよ。ただし、重力の加速度を g [m/s²] とする。

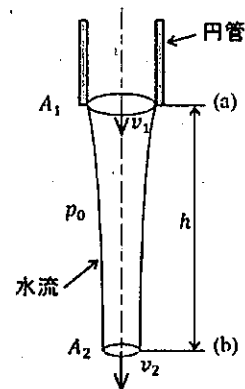


図1

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 機械力学と制御	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
----------------	--

図1のような平面2節リンク機構を考える。リンクOA, ABの長さを、それぞれ l_1, l_2 とする。Oは回転支持、Aは回転対偶とし、図1のようにリンクOAの絶対角 θ_1 と、リンクOAとABの相対角 θ_2 をとる。 θ_1, θ_2 に作用するトルクを、それぞれ T_1, T_2 とする。 T_1, T_2 以外の外的な作用は無視できるとする。以下、 $(\cdot)^T$ で転置を表す。このとき、トルク T_1, T_2 がB端に発生する力 F の直交成分 $(F_x, F_y)^T$ を求めたい。

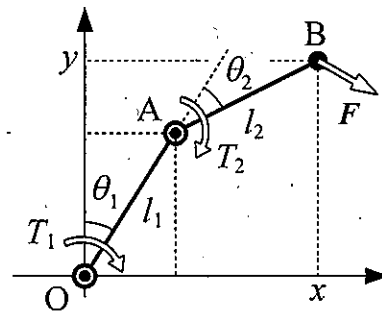


図1

以下の空欄㉑～㉙を埋めよ。

(1) B端の直交座標 $(x, y)^T$ は、 θ_1, θ_2 によって、次のように表せる。

$$x = l_1 \boxed{\text{㉑}} + l_2 \boxed{\text{㉒}}, \quad y = l_1 \boxed{\text{㉓}} + l_2 \boxed{\text{㉔}}$$

(2) 直交座標 $(x, y)^T$ を作用点とする力の直交成分 $F = (F_x, F_y)^T$ に対して、一般化座標 θ_1, θ_2 に関する一般化力 T_1, T_2 は、次式で得られる。

$$T_1 = \frac{\partial x}{\partial \theta_1} F_x + \frac{\partial y}{\partial \theta_1} F_y, \quad T_2 = \boxed{\text{㉕}} F_x + \boxed{\text{㉖}} F_y \quad (*)$$

(3) 式(*)を F_x, F_y について解くと、 F の直交成分が、次のように得られる。

$$F_x = \frac{\boxed{\text{㉗}}}{l_1 \sin \theta_2} T_1 - \frac{\boxed{\text{㉘}}}{l_1 l_2 \sin \theta_2} T_2,$$

$$F_y = \frac{\boxed{\text{㉙}}}{l_1 \sin \theta_2} T_1 - \frac{\boxed{\text{㉚}}}{l_1 l_2 \sin \theta_2} T_2$$

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 メカトロニクス	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
----------------	--

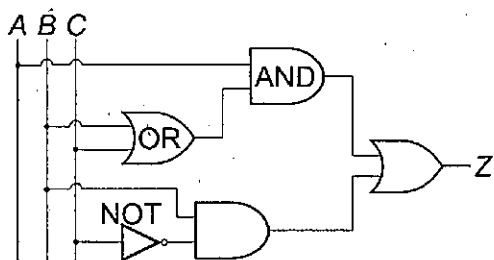


図1

表1

A	B	C	Z
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

問1

- (1) 図1に示す論理回路の論理式を求めよ。
- (2) 図1の論理回路にて、A, B, Cの入力に対する出力Zの真理値表を求めよ。
ただし、解答用紙には表1を転記し、記入すること。

問2

- (1) 図2に示すステッピングモータの動作原理について述べた以下の文章のI~Vを埋めよ。

回転子と固定子が図2の状態となるためには、スイッチIを入れる必要がある。続いて、スイッチIを切りIIに入れると、固定子のIIIとIVの極が励磁され、回転子は右に60°回転する。この回転量のことをVという。

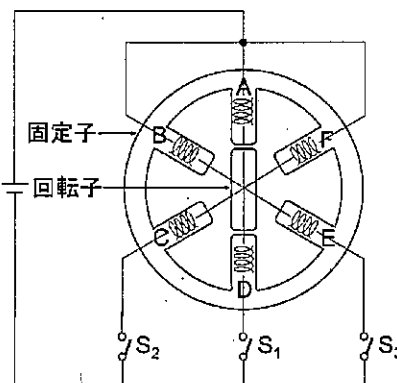


図2

- (2) 図2にて、磁極数を6極(3対)から40極(20対)とした。このとき、モータを1,000 rpmで回転させるための入力パルスの周波数 f [Hz] を導出せよ。

令和8年4月入学（第2期）
地域創生科学研究科博士前期課程
入学試験問題

工農総合科学専攻・機械知能工学プログラム
「専門科目」

材料力学・機械材料学	2 ページ
熱と流れ	3 ページ
機械力学と制御	4 ページ
メカトロニクス	5 ページ

試験開始前に以下をよく読んでください。

【注意事項】

1. 機械知能工学プログラムでは、専門科目 2 科目を課します。
2. この問題冊子の 4 科目の中から 2 科目を選び解答してください。
3. 答えは試験問題ごとに 1 枚の解答用紙を用い、それぞれに試験科目名、受験番号を記入してください。一つの科目の解答は必ず 1 枚の解答用紙に収まるように記述してください。
4. 試験終了後は、解答用紙及び下書き用紙を全て回収します。試験問題は持ち帰ってください。

令和8年4月入学（第2期）

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 材料力学・機械材料学	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
-------------------	--

問1 次の文を読んで空欄 A~E に当てはまる数値を答えよ。

図1はアルミニウム鋳物の基本系である Al-Si の状態図である。Al の融点は $\square A$ °C , Si では $\square B$ °C であり, L = (Al)+(Si) で表される共晶反応が $\square C$ °C で起こる。この時, 共晶点における Si の含有量は $\square D$ at% である。Al 一次固溶体には最大 $\square E$ at% まで Si が固溶するが Si には Al はほとんど固溶しない。

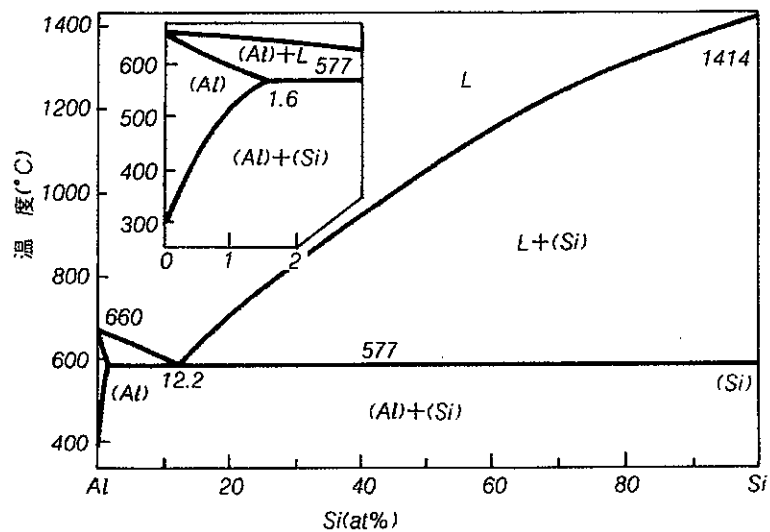


図1

問2 図2のように荷重 W が両端に負荷される中実円筒断面の車軸について, 以下の問いに答えよ。なお, 軸に作用する荷重は集中荷重として扱うものとする。

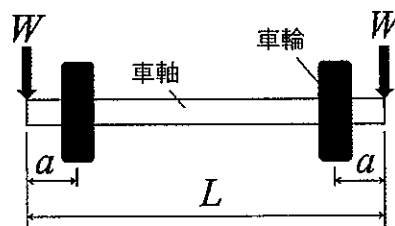


図2

- (1) この車軸におけるせん断力図および曲げモーメント図を示せ。
- (2) この車軸の直径を d として, 車軸に生じる曲げ応力の最大値 σ_B を表す式を導け。
- (3) 軸材料の許容曲げ応力を σ_a として, 車軸が破壊しないための直径 d の条件を表す式を導け。

令和8年4月入学（第2期）

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 熱と流れ	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
-------------	--

内径（内側の直径） d [m]，長さ L [m] の円管に水が流れると，損失 Δh [m] が観察される。この損失の大きさを示す無次元数として，管摩擦係数 λ がある。 λ は流れのタイプ（層流か乱流），管壁面の粗さによって変化することが知られている。図1は管摩擦係数 λ ，相対粗さ k_s/d ，レイノルズ数 Re との関係を示したムーディ線図である。

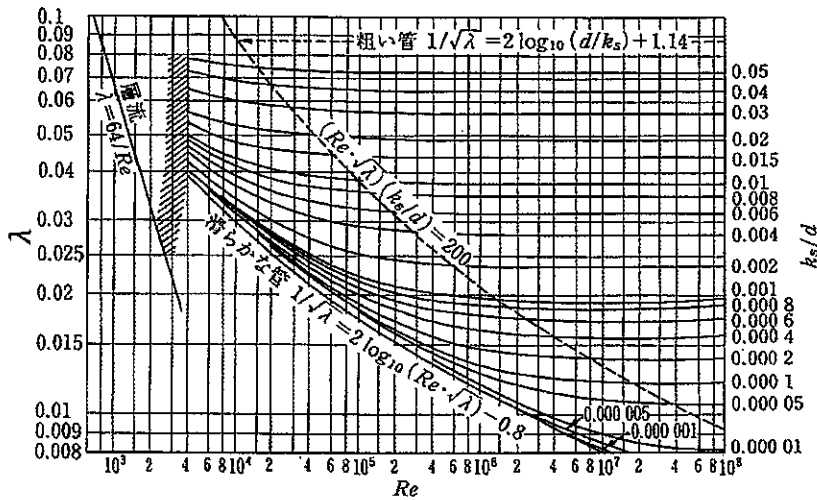


図1 ムーディ線図（須藤ら，2001，流体の力学，コロナ社，p. 66）

以下の問いに答えよ。ただし g [m/s²] は重力加速度， ρ [kg/m³] は流体の密度， ν [m²/s] は動粘性係数（動粘度）， μ [Pa·s] は粘性係数（粘度）， u_m [m/s] は平均流速とする。

- (1) u_m ， d ， ν を基本量とした Re を示せ。
- (2) 動粘性係数 ν を ρ と μ で示せ。
- (3) $Re = 1500$ のときの λ を求めよ。
- (4) 相対粗さ $k_s/d = 0.004$ ， $Re = 6.0 \times 10^4$ のときの λ を求めよ。
- (5) 管路の損失 Δh を λ ， d ， L ， u_m ， g を使って示せ。

令和8年4月入学（第2期）

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 機械力学と制御	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
----------------	--

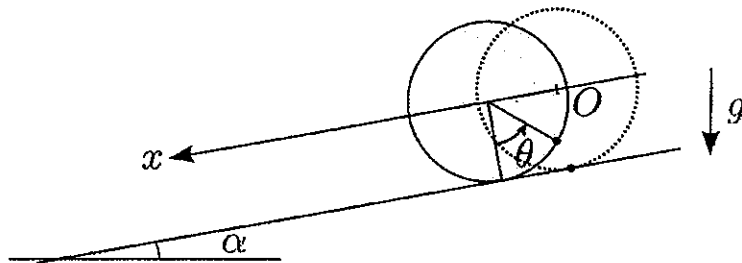


図1

図1のように、水平面と角度 α をなす斜面を、滑らずに転がる、薄い剛体円板を考える。ここで、円板の面密度 σ は一様であり、質量は M 、半径は R である。原点 O から見た円板重心の斜面方向変位を x とし、円板の回転角を θ とする。重心まわりの慣性モーメントを I 、斜面との摩擦力の大きさを F 、鉛直下向きの重力加速度を g とする。以下の問いに答えよ。

- (1) x に関する運動方程式を導出せよ。
- (2) θ に関する運動方程式を導出せよ。
- (3) 円板の面密度 σ を、 M と R を用いて表せ。
- (4) 慣性モーメント I を、 M と R を用いて表せ。
- (5) 加速度 \ddot{x} を、 g と α を用いて表せ。
- (6) 時刻 $t = 0$ において、原点 O で静止状態にある円板が、高さ H だけ下降したときの時刻 t_H を、 g 、 α 、 H を用いて表せ。

令和8年4月入学（第2期）

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 メカトロニクス	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
----------------	--

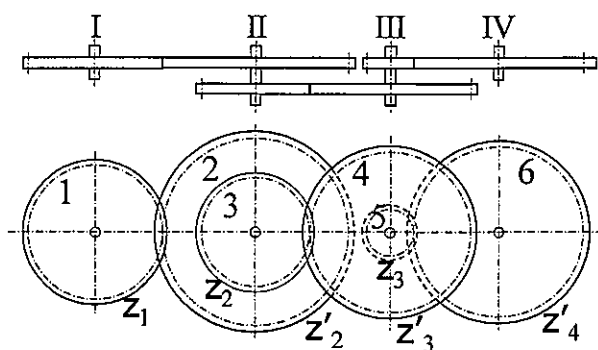


図1

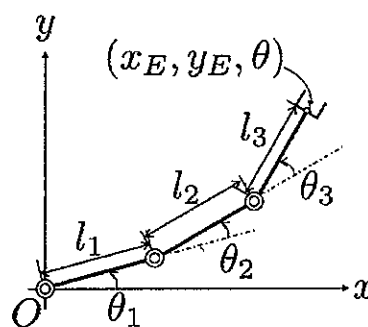


図2

問1 図1に示す歯車列では、歯数の異なる歯車2と3を軸IIに、歯車4と5を軸IIIに固定することで、歯車1の回転を歯車6に伝えている。以下の問いに答えよ。

- (1) 駆動歯車の歯数を z_1, z_2, z_3 、被動歯車の歯数を z'_2, z'_3, z'_4 とし、入力軸Iと出力軸IVからなる歯車列の速度伝達比を表せ。
- (2) 各歯車の歯数を $z_1 = 45, z'_2 = 64, z_2 = 32, z'_3 = 75, z_3 = 28, z'_4 = 84$ とし、入力軸Iの回転速度が1600 [rpm]の時、出力軸IVの回転速度を求めよ。

問2 図2に示す平面3リンクマニピュレータについて、以下の問いに答えよ。

- (1) 座標原点 $O(0,0)$ からみたエンドエフェクタの位置・姿勢 x_E, y_E, θ について、マニピュレータの関節角度 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ とリンク長 l_1, l_2, l_3 を用いて表せ。
- (2) リンク長について $l_1 = l_2 = l_3 = 1$ とし、エンドエフェクタの位置・姿勢が $x_E = \sqrt{3}, y_E = 2, \theta = 30^\circ$ となるための各関節角度 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ を全て求めよ。