

平成31年4月入学 地域創生科学研究科修士課程入学試験問題

工農総合科学専攻・機械知能工学プログラム

数学	2 ページ
材料力学	3 ページ
機械力学	4 ページ
熱力学	5 ページ
流体力学	6 ページ
機械材料学	7 ページ
自動制御	8 ページ
メカトロニクス	9 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8科目の中から2科目を選び解答してください。
3. 答案は試験問題ごとに1枚の解答用紙を用い、それぞれに受験番号、試験科目名を記入してください。一つの科目の回答は必ず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。

入学試験問題

科目名 数学	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. 以下の問いに答えよ。

(1) 微分方程式 $x^2 \frac{dy}{dx} + 2xy - x + 1 = 0$ の一般解を求めよ。

(2) 次の定積分を求めよ。

$$(a) \int_1^2 \frac{x}{x^2 + 1} dx, \quad (b) \int_0^1 x\sqrt{1-x} dx.$$

(3) 次の関数 $f(x, y)$ の第2次偏導関数について、 $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}, \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}$ を求めよ。

$$f(x, y) = \sin(x^2 y - x).$$

2. 次の行列 A について、以下の問いに答えよ。

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 6 \\ 2 & 2 \end{bmatrix}.$$

(1) A の固有値と固有ベクトルを求めよ。

(2) A が対角化可能であるか調べ、対角化可能なときは適当な正則行列を求め、 A を対角化せよ。

(3) A^n を求めよ。ここで、 n は自然数とする。

入学試験問題

科目名 材料力学	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
-------------	--

右図に示すように、灰色で塗りつぶした形状の分布荷重が働いている、一様断面の水平な両端支持はりがある。はりの左端 A からの距離を x [m] とする。断面に生じるせん断力 F [N] と曲げモーメント M [Nm] を x, w, a, b で表せ。ただし、 a, b, w はいずれも正の定数とする。

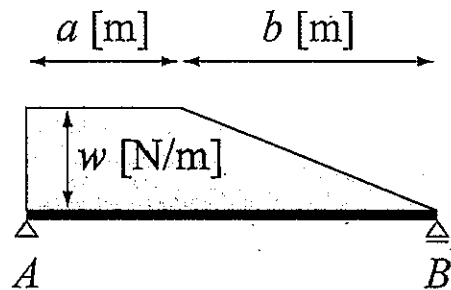
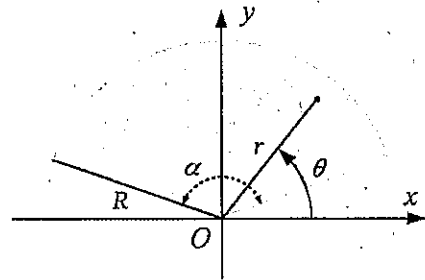


図 はりとはりに働く分布荷重.

入学試験問題

科目名 機械力学	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
-------------	--

右図のような、半径 R 、中心角 α の y 軸対称な扇型について、重心の y 座標を求めたい。扇型の面密度を ρ とする。以下の問いに答えよ。



- (1) 扇型の質量 M を求めよ。
- (2) 扇型の点を極座標 (r, θ) で表し、扇型を微小動径 Δr と微小角度 $\Delta \theta$ の N 個の小片に分割する。 i 番目の小片の極座標を (r_i, θ_i) とするとき、その質量 m_i を求めよ。
- (3) i 番目の小片の y 座標 y_i を、 r_i と θ_i で表せ。
- (4) 扇型の重心の y 座標は、各小片を質点とみなす近似において、次式で書ける。

$$Y_N = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^N Q_i$$

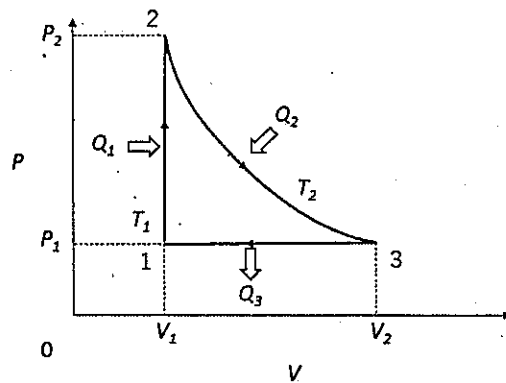
上式の Q_i を、 $\rho, r_i, \theta_i, \Delta r, \Delta \theta$ で表せ。

- (5) (4) の Y_N について極限 $N \rightarrow \infty$ をとると二重積分が得られ、この積分を実行すると重心の y 座標 Y が得られる。 Y を、 R と α で表せ。

入学試験問題

科目名 熱力学	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
------------	--

右図は、 p - v 線図上で m kg の空気を、状態 1 から状態 2 へ Q_1 の熱を受けながら体積 V_1 のまま等容変化をさせ、次に状態 2 から状態 3 に Q_2 の熱を受けながら温度 T_2 のまま等温変化をさせ、更に状態 3 から Q_3 の熱を奪い圧力 P_1 のまま等圧変化をさせて状態 1 に戻る熱機関のサイクルを示している。ここでガス定数を R 、定容比熱を C_V 、定圧比熱を C_p とする。右図のサイクルを行うとき、以下の問いに答えよ。



- (1) このサイクルの効率 η を熱量 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 を用いて示せ。
- (2) 熱量 Q_1 および Q_3 を質量と温度、定容比熱、定圧比熱を用いて表せ。
- (3) 熱量 Q_2 を質量と温度、ガス定数、体積を用いて表せ。
- (4) 1.2 kg の空気をを用いて、圧力 P_1 を 200 kPa、温度 T_2 を 400 °C、熱量 Q_3 を 700 kJ、ガス定数を $0.287 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 、定容比熱 C_V を $0.716 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 、定圧比熱 C_p を $1.005 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ とした場合の、 V_1 及び V_2 を求めよ。
- (5) (4) の条件でのサイクルの効率 η を求めよ。

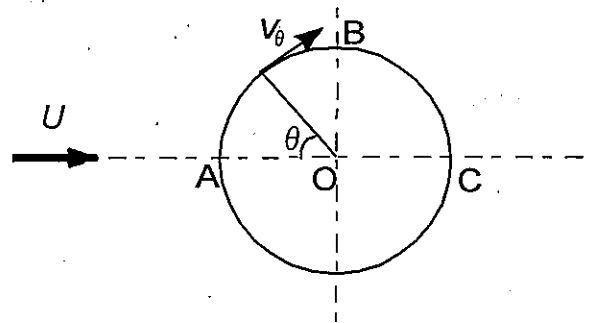
入学試験問題

科目名 流体工学	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
-------------	--

図のように理想流体中に円柱がおかれている。ただし、 U は一様流速度で、点A, B, Cはそれぞれ $\theta = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ の場所である。

- (1) 図中A, B, C点での円柱表面の接線速度 V_θ をそれぞれ答えなさい。
- (2) 円柱の直径 D を代表長さ、動粘性係数を ν (ニュー)としてレイノルズ数を答えなさい。
- (3) この円柱に作用する力に関して、以下のア, イ, ウ, エに入る適切な語句を答えよ。

「圧力は、円柱の前・後、・両方向にとなっている。したがって圧力を積分して得られる合力としての流体力はゼロとなり存在しない。これは実験事実と矛盾する結果での背理といわれている。」

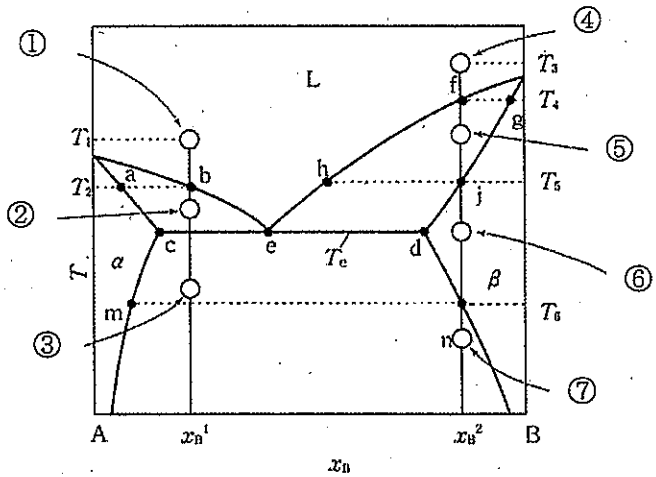


入学試験問題

科目名 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
--------------	--

右図は、A-B 2元共晶状態図である。
 この図に関する次の問いに答えよ。

- (1) 組成 x_B^1 において、温度 T_1 から徐冷したときの相変化および組織変化を①②③の状態の順に説明せよ。
- (2) 組成 x_B^2 において、温度 T_3 から徐冷したときの相変化および組織変化を④⑤⑥⑦の状態の順に説明せよ。
- (3) 共晶点における α 相と β 相の割合を
 てこの法則を用い、図中の記号により表せ。

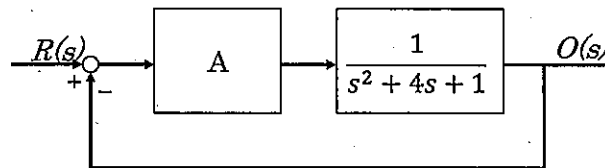


平成31年4月入学 宇都宮大学大学院地域創生科学研究科修士課程

入学試験問題

科目名 自動制御	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
-------------	--

下図のブロック線図を持つ制御系について下記の問いに答えよ。ただしAは定数で $A > 0$ とする。



(1) 下の文の空欄(a)~(c)に該当する語を答えよ。

図のような結合を 結合と言う。この系の左側の伝達要素は 要素, 右側の要素は という。

(2) この系全体の伝達関数 $G(s)$ を求めよ。

(3) この系の特性方程式を示せ。

(4) この系の安定性を判定せよ。

(5) この系を不足制振, 臨界制振, 過制振とするようなAの値の条件をそれぞれ示せ。

平成31年4月入学 宇都宮大学大学院地域創生科学研究科修士課程

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
----------------	--

DCモータおよびステッピングモータについて、その構造、動作原理について説明し、両者の比較をしながら特性を述べよ。説明のために図、グラフなどを描いてもよい。

平成31年4月入学 地域創生科学研究科修士課程第2次入学試験問題

工農総合科学専攻・機械知能工学プログラム

数学	2 ページ
材料力学	3 ページ
機械力学	4 ページ
熱力学	5 ページ
流体工学	6 ページ
機械材料学	7 ページ
自動制御	8 ページ
メカトロニクス	9 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8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、それぞれに受験番号、試験科目名を記入してください。一つの科目の回答は必ず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。

第2次入学試験問題

科目名 数学	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. 以下の問いに答えよ。

(1) 微分方程式 $\frac{d^2y}{dx^2} - 7\frac{dy}{dx} + 10y = 0$ の一般解を求めよ。

(2) 次の定積分を求めよ。

$$(a) \int_2^3 \frac{x+1}{x^2+2x-5} dx, \quad (b) \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{1+\cos x} dx.$$

(3) 次の関数 $f(x, y)$ の第2次偏導関数について、 $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}, \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}$ を求めよ。

$$f(x, y) = 2x\sqrt{x^3 + y}.$$

2. 以下の問いに答えよ。

(1) 次の行列 A の階数を求めよ。

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \\ -1 & 3 & 1 \end{bmatrix}.$$

(2) 次の連立1次方程式を解け。

$$\begin{cases} x + 2y + 2z = 1 \\ -x + 2y + z = 2 \\ x + 3y + z = 0 \end{cases}$$

平成31年4月入学 宇都宮大学大学院地域創生科学研究科修士課程

第2次入学試験問題

科目名 材料力学	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
-------------	--

長さ l で一様断面の水平な片持ばりがあり、右端のみが高い剛性を有する壁で固定されている。左端からはりの長さ方向の距離を x とする。はりが次式で表される分布荷重 $w(x)$ を受けるとき、はりの任意の断面の受けるせん断力 $F(x)$ と曲げモーメント $M(x)$ を求めよ。ただし、 p は定数とする。

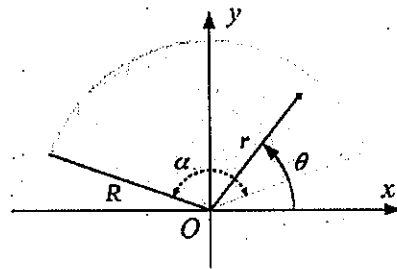
$$w(x) = \frac{p}{l^3} \left(x - \frac{l}{2} \right)^2 \quad (0 \leq x \leq l)$$

第2次入学試験問題

科目名 機械力学	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
-------------	--

右図のような、半径 R 、中心角 α の y 軸対称な扇型を考える。扇型の面密度を ρ とし、以下の問いに答えよ。

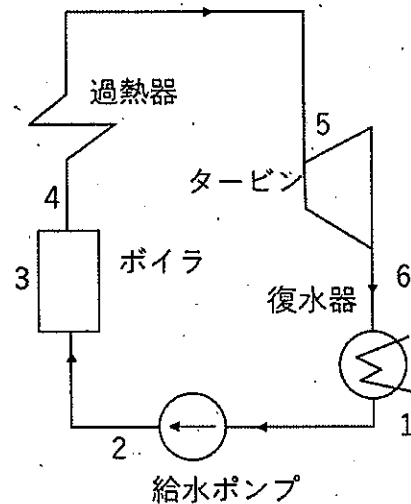
- (1) 扇型の重心座標 (X, Y) を求めよ。
- (2) 扇型の重心まわりの慣性モーメントを求めよ。
- (3) xy 平面内を自由運動する扇型の運動方程式を求めよ。重力の影響は無視できるとする。



第2次入学試験問題

科目名 熱力学	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
------------	--

右図はランキンサイクルの配置図を示したものである。それぞれの状態1~6での比エンタルピーを $h_1 \sim h_6$ 、入熱を q_1 、排熱を q_2 、ポンプ仕事を w_p 、タービン仕事を w_t とするとき、下記の問いに答えよ。



- (1) このサイクルを T - S 線図で示せ。その際に飽和液線、臨界点 (○)、乾き飽和蒸気線を追記すること。
- (2) q_1 、 q_2 、 w_p 、 w_t を、それぞれエンタルピー $h_1 \sim h_6$ を用いて示せ。
- (3) 効率 η_1 をエンタルピー $h_1 \sim h_6$ のみを用いて示せ。
- (4) タービン入口の圧力が 3MPa 、温度が 400°C 、出口圧力が 0.01MPa のランキンサイクルにおいて、タービン出口における乾き度 x^* を求めよ。
*：それぞれの算出に当たり下記表の数値を用いること。

表1 水の圧力基準飽和表より抜粋

	h'	h''	s'	s''
0.01MPa	191.832	2584.8	0.64925	8.15108
3MPa	1008.35	2802.3	2.6455	6.18372

表2 水の過熱蒸気の表より抜粋

	h	s
$400^\circ\text{C} / 3\text{MPa}$	3232.5	6.9246

入学試験問題

科目名 流体力学	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
-------------	--

電柱の電線が風を受けるとき、鳴音が聞こえることがある。ここで、電線の直径 d 、風速 U 、空気の動粘性係数 ν とする。

- (1) レイノルズ数 Re を求めよ。
- (2) 物理的な意味がわかるようにレイノルズ数 Re を、2つの力の比として示せ。
- (3) ストローハル数 St を使用し、電線の後方にできるカルマン渦の周波数 f を求めよ。
- (4) 電線の長さ l とし、この電線に作用する抗力 D を求めよ。ただし、抗力係数 C_D 、空気の密度 ρ とする。
- (5) 物体に作用する抗力に関して、以下のア、イ、ウ、エに入る適切な語句を答えよ。

「抗力（全抗力）は、抗力と抗力の和として求められる。抗力の割合が大
半を占める物体の全抗力を低減させるためには、物体表面に発達する境界層をか
らに遷移させ、物体からのほく離点を後方に移動させることが有効である。」

第2次入学試験問題

科目名 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
--------------	--

次の文を読んで、問いに答えよ。

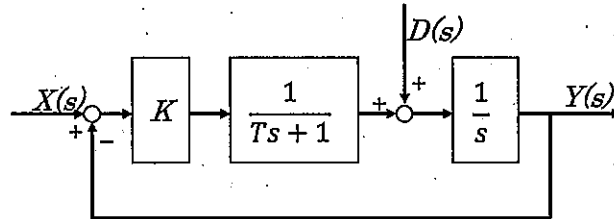
一般に、金属材料板材は、溶解、鋳造、熱間圧延、冷間圧延という工程を経て製造される。圧延は、塑性加工の1つであり、熱間圧延と冷間圧延は板材製造に使われる熱間加工と冷間加工である。冷間加工により材料は硬化し、その後の熱処理により軟化する。軟化した板材は、二次加工により製品に成形される。

- (1) 圧延以外の塑性加工を3つ挙げよ。
- (2) 「通常用いられる塑性加工には、で行われる冷間加工と温度以上で行われる熱間加工がある。」A, Bに入る適切な用語を答えよ。
- (3) 「冷間加工により材料は硬化する」この現象を何というか。また、硬化が起こるメカニズムを次の用語を用いて、簡潔に説明せよ。転位, 運動, 相互作用
- (4) 「冷間加工後, 熱処理すると, 材料は軟化する。」このとき、軟化するメカニズムを材料の微細組織の観点から簡潔に説明せよ。

第2次入学試験問題

科目名 自動制御	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
-------------	--

$X(s)$ を入力, $Y(s)$ を出力, $D(s)$ を外乱とする下図のブロック線図を持つ制御系について下記の問いに答えよ。ただし K, T は正の定数とする。



問1 この系を

$$Y(s) = G_1(s)X(s) + G_2(s)D(s)$$

と整理した時, $G_1(s), G_2(s)$ を求めよ。

問2 外乱がない状態 ($D(s) = 0$) で, 入力としてステップ入力 $X(s) = \frac{A}{s}$ を与えた場合の過渡応答のグラフの概形を, K, T に注意しながら描け。

問3 問2における定常偏差を求めよ。

問4 外乱として $D(s) = \frac{B}{s}$ が与えられたとき, 外乱により生じる定常偏差を求めよ。

問5 問4における偏差を5%未満とする K の条件を述べよ。

平成31年4月入学 宇都宮大学大学院地域創生科学研究科修士課程

第2次入学試験問題

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
----------------	--

金属抵抗線を用いたひずみゲージの原理と使い方について述べよ。図，グラフなどを描いてもよい。