

令和7年度
日本大学大学院生産工学研究科
入学試験問題
一般入学試験（第1期）

（博士前期課程・専門科目）
機械工学専攻

解答科目	採点	採点者署名
合計		

注) 解答科目（選択した科目）を必ず上欄に記入すること。

A:数学，物理学

B:機械力学，材料力学

C:熱力学，流体力学

D:機械材料学，機械工作法

科目群（A～D）のうちから3科目選択

（同一科目群から2科目を選択してはならない）

受験番号		志望専攻	学専攻	氏名	
------	--	------	-----	----	--

1. 次の設問に解答せよ.

(1) 次の関数の導関数を求めよ.

$$y = \sin^3(3x^2 + 1)$$

(2) 次の関数の導関数を求めよ.

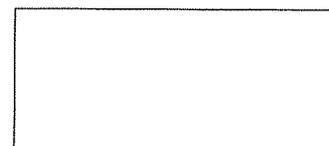
$$y = 7^{x^3-2x}$$

(3) 以下の方程式を満たす複素数 z を 3 つ求めよ. ただし j は虚数単位で $j^2 = -1$ とする.

$$z^3 = j$$

受験科目名
数学

{ 1 / 4 頁 }



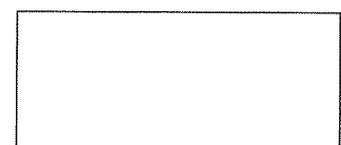
2. 3次元空間の直交座標系において、原点 O と $A(1, -1, 1)$, $B(1, 1, 0)$, $C(3, 5, 4)$ の3点がある. 以下の設問に答えよ.

(1) 三角形 OAB の面積を求めよ.

(2) 三角錐 $OABC$ の体積を求めよ.

受験科目名
数学

{ 2 / 4 頁 }



3. 次の設問に解答せよ.

(1) 次の微分方程式の一般解を求めよ.

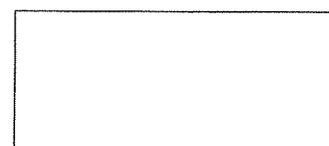
$$(x + 2) \frac{dy}{dx} - \frac{1}{y} = 0$$

(2) 次の微分方程式の一般解を求めよ. ただし, ' および '' は、 x に関する1階および2階の微分を表す.

$$y'' + 6y' + 8y = 0$$

受験科目名
数学

{ 3 / 4 頁 }



4. 以下の連立の微分方程式を考える.

$$\ddot{x}_1 = -x_1 + x_2$$

$$\ddot{x}_2 = -2x_1 - 4x_2$$

x_1, x_2 は時間 t の関数で, $\ddot{}$ は t による 2 階微分を表している. $\mathbf{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}$ とすれば,

$$\ddot{\mathbf{x}} = \mathbf{A} \mathbf{x}$$

ただし, \mathbf{A} は

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ -2 & -4 \end{pmatrix}$$

である. このとき, 以下の設問に解答しなさい.

(1) 行列 \mathbf{A} の固有値と固有ベクトルを求めよ.

(2) \mathbf{P} とその逆行列 \mathbf{P}^{-1} を用いると $\mathbf{P}^{-1} \mathbf{A} \mathbf{P}$ が対角行列となるとする. このとき \mathbf{P}^{-1} を求めよ.

(3) $\ddot{\mathbf{x}} = \mathbf{A} \mathbf{x} = \mathbf{P} \mathbf{P}^{-1} \mathbf{A} \mathbf{P} \mathbf{P}^{-1} \mathbf{x}$ であるから, $\mathbf{P}^{-1} \ddot{\mathbf{x}} = (\mathbf{P}^{-1} \mathbf{A} \mathbf{P}) \mathbf{P}^{-1} \mathbf{x}$ である. これを利用して, x_1 の一般解を求めよ.

受験科目名

数学

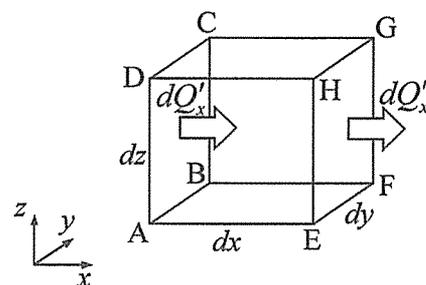
{ 4 / 4 頁 }



問3. 熱伝導の微分方程式を導出する。下線部分に該当する式を書け。

- (1) フランスの数学者・物理学者 Fourier は、単位面積を単位時間当たりには通過する熱流束（フラックス） J [W/m²] は熱の流れる方向の温度勾配 dT/dx [K/m] に比例して、次のように書けることを見出した（フーリエの法則）。ここで、比例定数は λ [W/(m·K)] である。

- (2) 今、物体の物理的性質は全領域にわたって一定であるとする。物体内を三次元の温度場であるとして、右図のようにそれぞれ一辺の長さが dx , dy , dz [m] である直方体を作る。熱伝導によって時間 dt [s] の間に面 ABCD から x 軸方向に流れる熱量 dQ'_x [J] は、次式で表される。



$$dQ'_x = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} dydzdt$$

また、時間 dt [s] の間に面 EFGH を通る熱量 dQ''_x [J] は、この面では温度が $T + (\partial T/\partial x)dx$ [K] となるため、次式となる。

$$dQ''_x = -\lambda \frac{\partial}{\partial x} \left(T + \frac{\partial T}{\partial x} dx \right) dydzdt$$

上記の二式より、 x 軸方向について、時間 dt [s] の間に直方体の内部に蓄えられた熱量 dQ_x ($=dQ'_x - dQ''_x$) [J] を計算すると、次式が得られる。

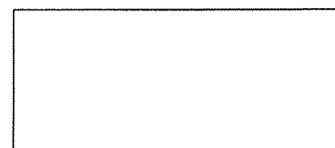
- (3) この熱量 dQ_x [J] によって、直方体の温度は $\frac{\partial T}{\partial t} dt$, すなわち dT [K] だけ上昇した。一方、物体の密度を ρ [kg/m³], 定圧比熱を C_p [J/(kg·K)] とすると、直方体が温度 dT [K] だけ上昇するのに必要な熱量は次式で表すことができる。

- (4) (2), (3) で得られた等式の両辺を $dx dy dz dt$ ([直方体の体積] × [時間]) で除すと、一次元の微分方程式が得られる。これを三次元に拡張したものがフーリエの熱伝導の微分方程式である。 x 方向の一次元の式を以下に示せ。

(一次元の式: x 方向)

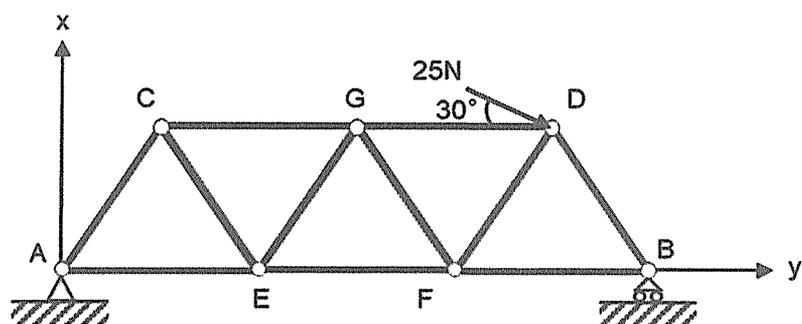
- (5) (4) で得られた式の係数 $\lambda/\rho C_p$ を一般に何と呼ぶか。名称と単位を以下に示せ。

受験科目名
物理学

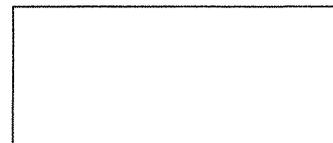


1. 図に示すトラスについて、次の設問に答えなさい。なお、部材の長さは全て1.0 [m]とする。

- (1) 点Aおよび点Bの反力を求めなさい。
- (2) 引張力を正として、部材C-Aの内力を求めなさい。

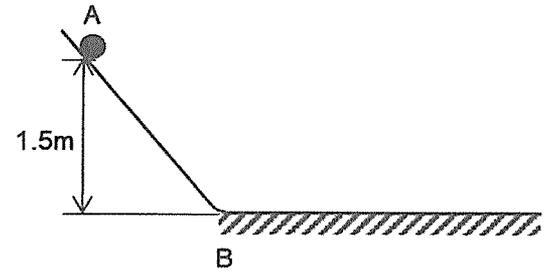


受験科目名
機械力学

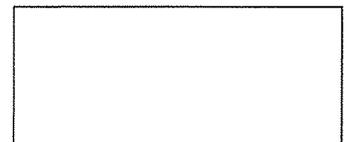


2. 図に示すように滑らかな斜面と粗い水平面がなだらかに繋がれている。点 A から質量 2.0 [kg] の球を静かに放した場合、次の設問に答えなさい。なお、重力加速度は $9.8 \text{ [m/s}^2\text{]}$ とし、球と粗い水平面の動摩擦係数は 0.3 とする。

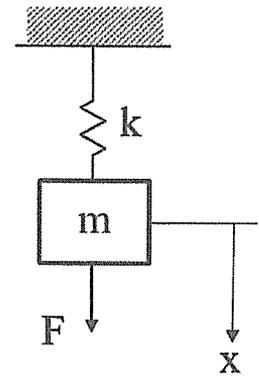
- (1) 点 B を通過するときの球の速度を求めなさい。
- (2) 球が停止するまでに点 B から進んだ距離を求めなさい。



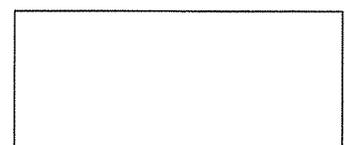
受験科目名
機械力学



3. 図のように天井に一端を固定したばね定数 k のばねに質量 m の錘が取り付けられている. この錘の釣り合い位置を原点として x 座標を下方に取った場合, 次の設問に答えなさい.
- (1) この錘に一定の外力 F が加わった場合の運動方程式を導きなさい.
 - (2) (1)で立式した運動方程式を解きなさい.



受験科目名
機械力学



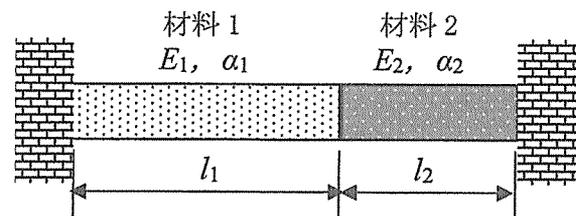
(1) 材料力学で用いられる次の用語の意味を説明せよ.

① 静定問題と不静定問題

② 断面二次モーメント

③ 主応力

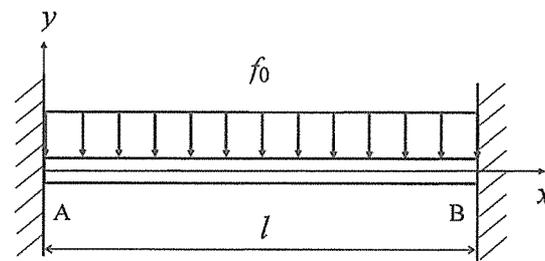
(2) 図のように材料1と材料2を接着して一体化し、両端部を剛体壁に固定した。温度が T_1 から T_2 まで ΔT 上昇したとき、この一体化した材料に生じる応力を求めよ。ただし、材料1と材料2の長さをそれぞれ l_1 と l_2 、縦弾性係数を E_1 と E_2 、熱膨張係数を α_1 と α_2 とし、断面積はどちらの材料も A とする。



受験科目名
材料力学



(3) 図に示すように、等分布荷重 f_0 を受ける長さ l 、曲げ剛性 EI (一定) で両端が固定されたはりのたわみ角とたわみの式を求め、最大たわみ v_{max} を計算せよ。ただし、途中の計算式も必ず記載すること。



(4) 縦弾性係数 E 、ポアソン比 ν 、内半径 r 、厚さ t 、長さ l の薄肉円筒がある。この薄肉円筒に内圧 p を作用させた。このとき、薄肉円筒の円周方向ひずみ ϵ_θ および軸方向ひずみ ϵ_z を求めよ。

受験科目名
材料力学



問題1 オットーサイクルの P - V 線図を図1に示す。図中の1~4の数字はいずれも作動流体であるガスの熱力学的状態点を示し、容積 V 、圧力 P の様に添え字を用いて表す。1から2、および3から4への状態変化は断熱過程、一方2から3および4から1への状態変化は定積過程であるものとする。シリンダ内の作動流体の質量を m 、ガス定数を R 、比熱比を κ 、圧縮比 $\epsilon (= V_1/V_2)$ として以下の問いに答えよ。

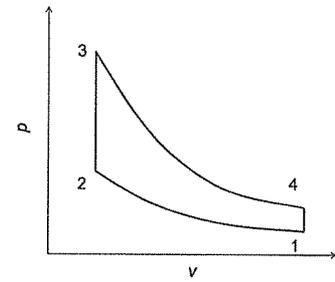


図1 P - V 線図

(1) 定積比熱 C_v をガス定数 R と κ を用いて表せ。

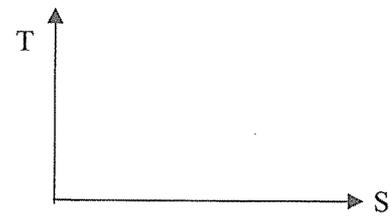
(2) 状態2から3の定積過程で流入する熱 Q_{in} を T_2, T_3, R, κ を用いて表せ。

(3) 1から2への状態変化が断熱過程であることを用いて、 T_1 を T_2 と圧縮比 ϵ および比熱比 κ を用いて表せ。

(4) 状態4から1の定積過程で流出する熱 Q_{out} を $T_2, T_3, R, \kappa, \epsilon$ を用いて表せ。

(5) このオットーサイクルの効率 η を圧縮比 ϵ および比熱比 κ で表せ。

(6) エントロピを S とするとき、このオットーサイクルの T - S 線図を回答欄に描け。ただし、図1の PV 線図と対応する状態点を表す数字を記入すること。



受験科目名
熱力学



問題2 (1) 温度 T_2 の高温熱源と $327\text{ }^\circ\text{C}$ の低温熱源で動作するカルノーサイクルの熱効率が 70% であったとき、高温熱源の温度 $T_2\text{ K}$ を求めよ。

(2) ある空気圧縮機に吸入流量 0.2 kg/s 、圧力 0.10 MPa 、比容積 $0.90\text{ m}^3/\text{kg}$ の空気を吸入させ、圧力 1.00 MPa 、比容積 $0.10\text{ m}^3/\text{kg}$ に圧縮した。その際、比内部エネルギーは 100 kJ/kg 増大し、外部に 10.0 kW の放熱があった。吸入空気の運動エネルギーおよび位置エネルギーは無視できるとして、この圧縮機の動力を求めよ。

(3) $10.0\text{ }^\circ\text{C}$ の水 10.0 kg を入れた断熱容器に $800.0\text{ }^\circ\text{C}$ で 1.00 kg の鉄塊を入れて熱平衡状態に達するまで放置した。温度は何 $^\circ\text{C}$ になったか求めよ。ただし鉄の比熱を $0.473\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 、水の比熱を $4.19\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ とする。

(4) (3)においてエントロピーの変化を求めよ。

問題3 以下の語句を説明せよ。図、式を用いてもよい。

a. 熱力学第二法則

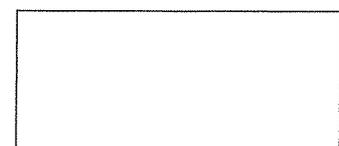
b. ランキンサイクル

c. 成績係数(COP)

受験科目名

熱力学

[2 / 2 頁]



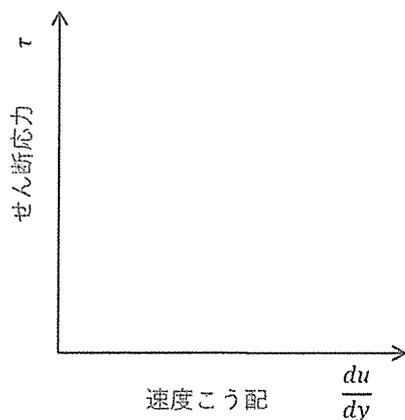
問1～問5共通 題意に応じ、必要な記号等はその旨を記し追加して使用すること。
解答用紙が不足する場合には、解答用紙裏面も使用してよい。

問1 次の語句を解説しなさい。なお、図式等を用いる場合についても解説文を付すこと。

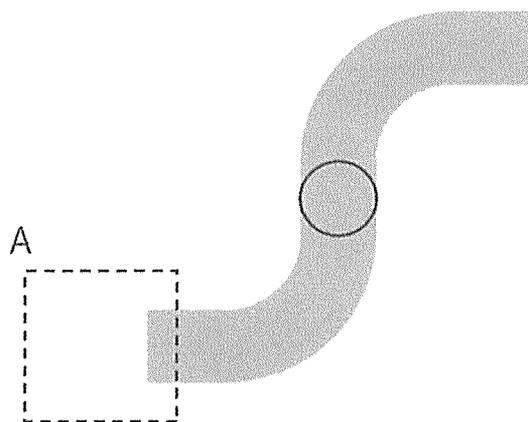
(1) 自由渦と強制渦

(2) レイノルズ数の定義とレイノルズ数の意味

問2 高濃度の水溶性片栗粉はダイラタント流体と呼ばれる非ニュートン流体の一種である。ダイラタント流体におけるせん断応力と速度こう配の関係を表すグラフを実線で、ニュートン流体におけるせん断応力と速度こう配の関係を表すグラフを破線で図示せよ。また、ニュートン流体に対するせん断応力と速度こう配の関係式を示せ。



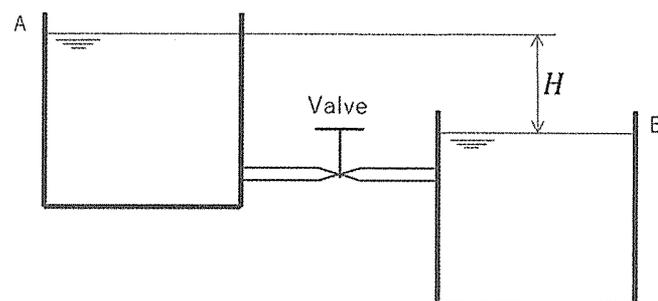
問3 下図のような S 字型のスプリンクラーで水を噴出すると、通常、スプリンクラーは反時計回りに回転する。このスプリンクラーを水中に沈めて、水を噴出するのではなく、水を吸い込んだ場合に、破線で囲まれた領域 A 内の流線がどのようになるか図示せよ。また、水中に沈めて水を吸い込むスプリンクラーの挙動について記述せよ。



受験科目名
流体力学

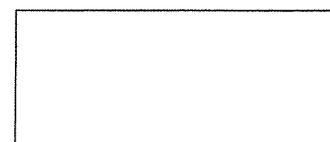


問4 下図のように、大気開放型の2つのタンクを円管で接続し、タンクAからタンクBへ水を放出する場合を考える。内径 d [m]で長さ L [m]の円管の途中には流量を調節するためのバルブがある。タンクから円管の入口損失を ζ_{IN} 、円管からタンクの出口損失を ζ_O 、管摩擦係数を λ 、バルブの損失係数を ζ_V として、タンクAとタンクBの液面差が H [m]の場合に、タンクAからタンクBへの放出流量 Q [m³/s]を求めよ。ただし、水の密度 ρ_w [kg/m³]、重力加速度 g [m/s²]、大気圧 p_a [Pa]とする。



問5 静止空気中を直径 d [m]の球形の油滴が落下する際の終端速度 v_t [m/s]を求めよ。ただし、油滴の抵抗係数 C_D はレイノルズ数 Re を用いて $C_D = 24/Re$ で表されるものとし、空気の密度 ρ_G [kg/m³]、空気の粘度 μ_G [Pa·s]、油の密度 ρ_L [kg/m³]、油の粘度 μ_L [Pa·s]、重力加速度 g [m/s²]とする。

受験科目名
流体力学



1. 金属材料の力学的特性を向上させる手法を挙げ, それらを図や数式を用いながら説明せよ。

2. 機械を構成している材料を分類し, それぞれの特徴を機械的性質の観点から説明せよ。

受験科目名
機械材料学

{ 1 / 1頁}



1. 鑄造に用いられる鑄型のうち、生型はガス抜き穴を省略できるなど鑄型構造の大幅な簡略化が可能である。この生型がガスを透過しながら溶湯を通さない機構を説明し、生型に用いられる鑄砂の特徴を述べよ。

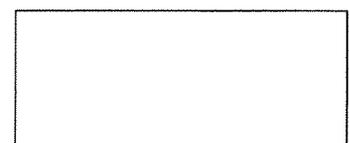
2. 以下に掲げた鑄造欠陥の生成原因と対策法を説明せよ。

欠陥名称	生成原因	対策
ブローホール		
気孔 (ガスかみ)		
ひけす		
湯境		

3. ロール間ギャップ t_g 、ロール直径 D_R の同径双ロール圧延において、板材とロールの動摩擦係数を μ とおく。このとき、ロール間にかみ込める上限の板厚さ t_{max} を導出せよ。

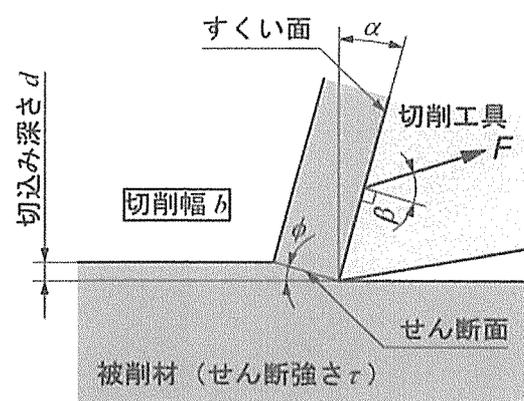
受験科目名
機械工作法

{ 1 / 2 頁 }



4. 構成刃先の発生原因, 加工精度への影響, 対策法を説明せよ.

5. 右図に示す流れ型切屑を生じる2次元切削加工において工具が被削材から受ける力 F を図中の記号を用いて導出せよ.



6. 溶接割れは, その原因によって高温割れと低温割れに大別される. それぞれの原因と対策を説明せよ.

7. 溶接継手の残留応力発生には局所加熱に起因するものと異種材料間の熱膨張率の差に起因するものがある. これらの残留応力発生のメカニズムを説明せよ.

受験科目名
機械工作法

