令和２年度第２次募集
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
外国人留学生特別入試

材料生産システム専攻
機械科学コース
Ｂ５

専門科目（機械科学）

注意事項

1　この問題冊子は，試験開始の合図があるまで開いてはならない。

2　この問題冊子は，表紙を含めて全部で５ページある。

3　専門科目は，以下の４分野からそれぞれ１問ずつ合計４問が出題されている。
全問解答せよ。
材料力学，流体工学，熱力学，機械力学

4　解答用紙は問題冊子とは別になっている。解答は，指定された科目の解答用紙に記入すること。解答スペースが足りない場合は，「裏面に続く」と明記した上でその解答用紙の裏に続けて解答せよ。

5　受験番号は，各解答用紙の指定された箇所に必ず記入せよ。

6　解答時間は，１２０分である。

7　問題冊子は，持ち帰ること。

令和２年度第２次募集
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
外国人留学生特別入試

材料生産システム専攻
機械科学コース
Ｂ５

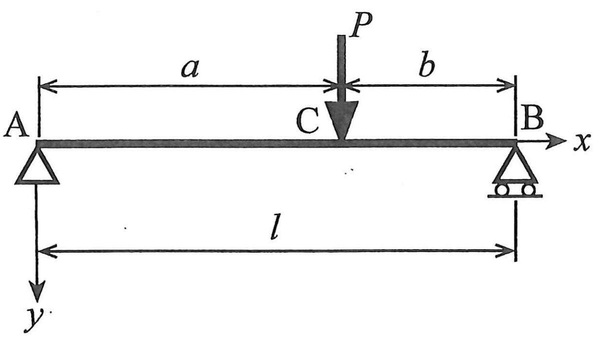
専門科目（材料力学）

図に示すように，長さ l の単純支持はり AB が左端 A から $x=a$ （$a>b$） の位置 C で集中荷重 P を受けている。このはりについて，以下の問いに答えよ。ただし，はりの縦弾性係数と断面二次モーメントをそれぞれ E, I とし，また，はりの自重とせん断力によるたわみは無視できるものとする。

(1)　支点 A および B における反力 R_A と R_B を求めよ。

(2)　位置 x における曲げモーメント M の式を区間毎（AC と CB）に示し，曲げモーメント線図（BMD）を描け。

(3)　たわみ曲線の微分方程式（たわみの基礎式）を区間毎（AC と CB）に示すとともに，それらを解いてたわみ角 θ とたわみ y を求めよ。



令和２年度第２次募集
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
外国人留学生特別入試

材料生産システム専攻
機械科学コース
Ｂ５

専門科目（流体工学）

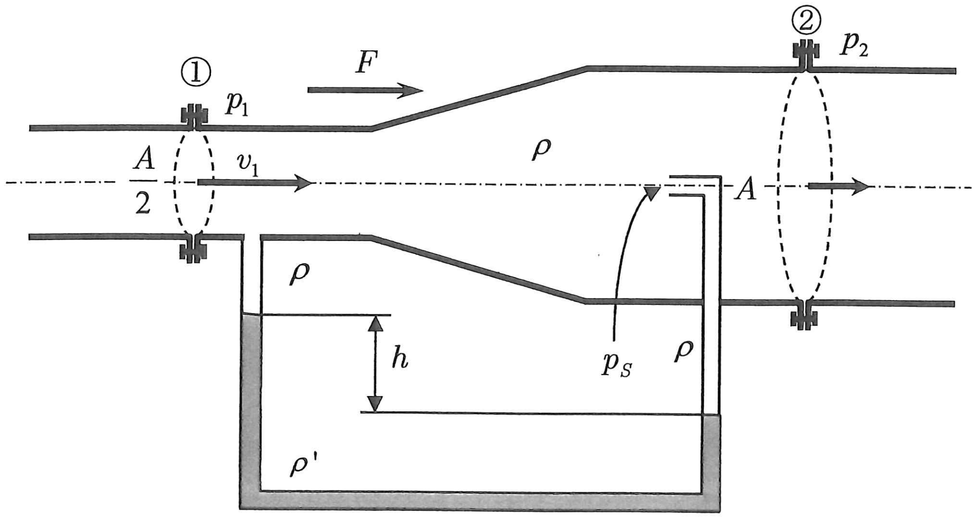
断面積が$A/2$からAに変化する水平なパイプに図のようなピトー管が取り付けられている。パイプの中を流れる流体の密度はρであり，ピトー管の中には密度$\rho'(>\rho)$の液体が入っている。上流側①での圧力はp_1，ピトー管内の液体の界面の高さの差はhである。重力加速度を g とし，また，流体の摩擦は無視できるとして，以下の問いに答えよ。

(1) ①での流速を便宜的にv_1として，ピトー管先端での圧力p_Sと下流側②の位置での圧力p_2を，p_1，ρ，v_1を用いて表せ。

(2) (1)の結果を使ってv_1を求めよ。また，p_2をp_1，ρ，ρ'，g，hを用いて表せ。

(3) 流体により①と②の間のパイプの拡大部が受ける水平方向の力 Fをp_1，ρ，ρ'，g，h，Aを用いて表せ。

(4) 上記の問題にも関連するベルヌーイの定理について，その物理的意味と用いる際の前提条件について簡潔にまとめよ。



新潟大学大学院自然科学研究科

令和２年度第２次募集
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
外国人留学生特別入試

材料生産システム専攻
機械科学コース
Ｂ５

専門科目（熱力学）

以下の理想気体に関する問いに答えよ。

(1) ピストン・シリンダ装置に体積 V_1 で圧力 P_1 の理想気体が入っており，体積 V_2 まで可逆断熱的に膨張させた。このとき，理想気体が外部になした仕事を求めよ。ただし，理想気体の気体定数を R, 比熱比を κ とする。

(2) 容積 V の容器の中に質量 m で温度 T_1 の理想気体が入っており，次の二つの異なる方法で，容積一定のままで最終平衡温度 T_2 まで温度上昇させる。それぞれの方法について，エントロピー変化量とエントロピー生成量を求めよ。ただし，理想気体の気体定数を R, 比熱比を κ とする。

(ｉ) 外部から準静的（内部可逆的）に理想気体を加熱した場合

(ⅱ) 外部から加熱せず，内部に入れたファンで理想気体をかく拌した場合

令和２年度第２次募集
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
外国人留学生特別入試

材料生産システム専攻
機械科学コース
Ｂ５

専門科目（機械力学）

図に示すような，質量 $2m$ の台車と固定された壁がばね定数 $2k$ のばねで接続され，その物体に，質量 m の台車がばね定数 k のばねによって接続された２自由度系を考える。質量 m の台車には，力 $f(t)$ がはたらいている。台車の変位をそれぞれ x_1, x_2 とするとき，以下の問いに答えよ。ただし，床はなめらかであるとする。

(1) 本系の運動方程式を以下の形で表すとき，質量行列 $\boldsymbol{M}$，剛性行列 $\boldsymbol{K}$ および力 $f(t)$ のはたらき方を表す定数行列 $\boldsymbol{b}$ を求めよ。

$$\boldsymbol{M}\ddot{\boldsymbol{x}}(t)+\boldsymbol{K}\boldsymbol{x}(t)=\boldsymbol{b}f(t),\ \boldsymbol{x}(t)=\begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix}$$

(2) $f(t)=0$ とする。固有円振動数 ω_1, ω_2 および対応する振動モード $\boldsymbol{X}^{(1)}, \boldsymbol{X}^{(2)}$ を求めよ。

(3) $\boldsymbol{x}(t)=\boldsymbol{X}\boldsymbol{q}(t)$, $\boldsymbol{X}=\begin{bmatrix} \boldsymbol{X}^{(1)} & \boldsymbol{X}^{(2)} \end{bmatrix}$, $\boldsymbol{q}(t)=\begin{bmatrix} q_1(t) \\ q_2(t) \end{bmatrix}$ を運動方程式に代入した後，左から $\boldsymbol{X}^T$（$\boldsymbol{X}$ の転置行列）をかけて，

$$\boldsymbol{M}_m\ddot{\boldsymbol{q}}(t)+\boldsymbol{K}_m\boldsymbol{q}(t)=\boldsymbol{X}^T\boldsymbol{b}f(t),\ \boldsymbol{M}_m=\boldsymbol{X}^T\boldsymbol{M}\boldsymbol{X},\ \boldsymbol{K}_m=\boldsymbol{X}^T\boldsymbol{K}\boldsymbol{X}$$

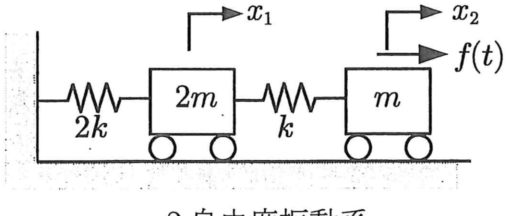
とするとき，

$$\boldsymbol{M}_m=\begin{bmatrix} M_1 & 0 \\ 0 & M_2 \end{bmatrix},\ \boldsymbol{K}_m=\begin{bmatrix} K_1 & 0 \\ 0 & K_2 \end{bmatrix},\ \omega_1=\sqrt{\frac{K_1}{M_1}},\ \omega_2=\sqrt{\frac{K_2}{M_2}}$$

となる（$M_i, K_i, i=1, 2$: i 次モード質量，モード剛性）ことを示し，$f(t)=F_0\cos\omega t$ としたときの $q_i(t), i=1,2$ から，強制振動解 $\boldsymbol{x}_f(t)$ を

$$\boldsymbol{x}_f(t)=\boldsymbol{X}\boldsymbol{q}(t)=\boldsymbol{X}^{(1)}q_1(t)+\boldsymbol{X}^{(2)}q_2(t)$$

の形で求めよ。



２自由度振動系