平成３１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
B.5

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。

平成３１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）

図に示すような先端（x=0）に集中荷重 P を受ける片持はり AB（長さ L，断面二次モーメント I，縦弾性係数 E）がある。このはりについて，以下の各問いに答えよ。ただし，はりの自重およびせん断力によるたわみは無視できるものとする。

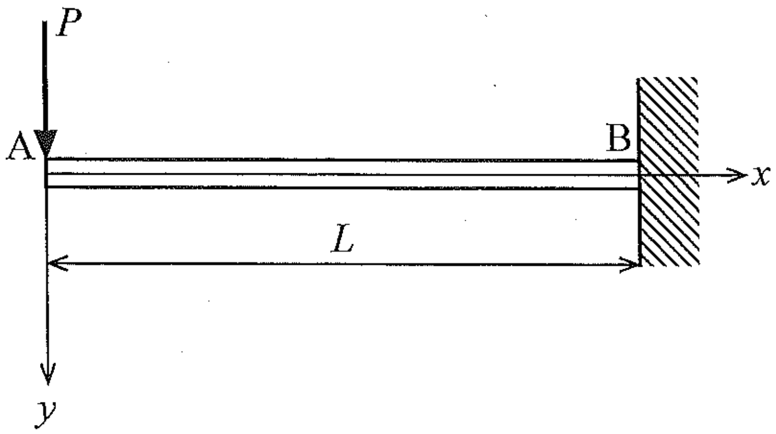
(1) 位置 x におけるせん断力 F の式を示し，せん断力線図（SFD）を描け。

(2) 位置 x における曲げモーメント M の式を示し，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（はりのたわみを求める基礎式）を示せ。

(4) 位置 x におけるたわみ角 θ とたわみ y を求める式を各々示せ。

(5) 最大たわみ角 θ_{max} と最大たわみ y_{max} を各々求めよ。



平成３１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）

密度 ρ の液体が，図 1 では円形断面を有するノズル内を，図2では円管内を流れ，大気中に流出している。どちらも定常流として，以下の問いに答えよ。なお，重力加速度を g とし，大気圧は $p_a=0$（ゲージ圧力）とする。

(1) 図1に示す一様な速度を有する摩擦のない流れを考える。ノズルの半径は，上流部①では $2R$ であり，ノズル出口②では R である。ノズル出口での流速を V として，上流部での流速 V_1 と圧力 p_1 を，V を含む式で表せ。

(2) 図1に示すノズルに加わる力 F を，V を含む式で表せ。

(3) 図2に示す摩擦のある流れを考える。r を管中心からの半径とすれば，円管内の速度分布は $v=V_c\left\{1-(r/R)^2\right\}$ となる。図1と図2で流量が等しいとき，V_c は V の何倍になるか。

(4) 液体の粘度を μ として，図2の管内壁で流体に働くせん断応力 τ_w と，管出口から長さ L だけ上流の位置③の圧力 p_3 を，V_c を含む式で表せ。なお，管出口での損失は無視できる。

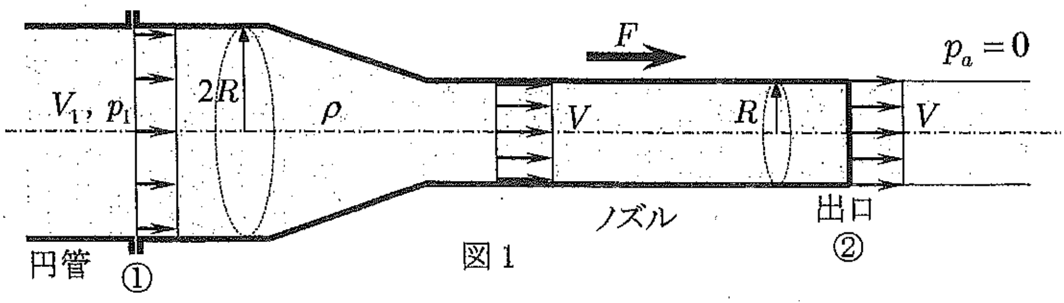


図 1

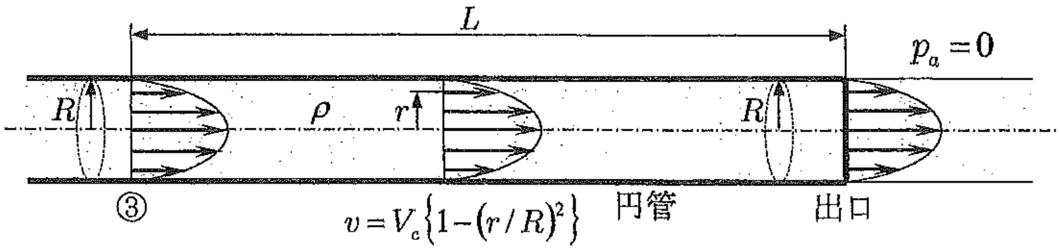


図 2

平成３１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）

ピストンとシリンダによって挟まれた比熱一定の理想気体について考える。ピストンを通してこの理想気体に仕事を加えて，最初の状態から体積が半分になるまで準静的に圧縮する。理想気体の質量を m，気体定数を R，比熱比を κ とする。また，最初の状態での温度を T_1 とする。以下の問いに答えよ。

(1) 等圧過程によって理想気体を圧縮する場合，必要な仕事と冷却量を求めよ。

(2) 等温過程によって理想気体を圧縮する場合，必要な仕事と冷却量を求めよ。

(3) 断熱過程によって理想気体を圧縮する場合，必要な仕事と冷却量を求めよ。

(4) 指数 n（$\neq 1$）のポリトロープ過程（$pV^n=$ 一定）で理想気体を圧縮する場合，必要な仕事と冷却量を求めよ。ただし，p は圧力，V は体積を表す。

平成３１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）

下図のように，両端に質量 m の物体が取り付けられた長さ $2l$ の剛体棒が，その重心Ｇと右端それぞれでばね定数 k のばねによって天井から吊り下げられている。つりあいの位置を基準とした剛体棒の重心Ｇの鉛直方向変位を x，重心まわりの回転角度を θ とおく。以下の問いに答えよ。ただし，x, θ は微小であり，x, θ の変化による物体の位置エネルギー変化は無視する。また，剛体棒の質量を０と仮定する。

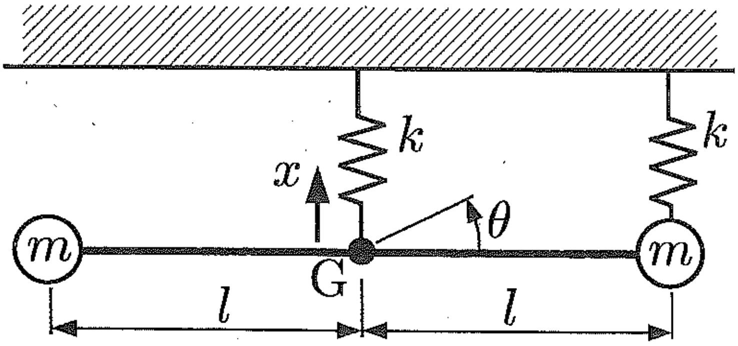
(1) この系の運動方程式を

$$\boldsymbol{M}\ddot{\boldsymbol{q}} + \boldsymbol{K}\boldsymbol{q} = \boldsymbol{0},\ \boldsymbol{q} = \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ \theta \end{bmatrix},\ \boldsymbol{0} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

の形で求めよ。

(2) 自由振動解を $\boldsymbol{q}(t) = \boldsymbol{Q}e^{\lambda t}$, $\boldsymbol{Q} = \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \end{bmatrix} \neq \boldsymbol{0}$ とおく。本系の固有円振動数 ω_1, ω_2 および対応する振動モード $\boldsymbol{Q}^{(1)} = \begin{bmatrix} Q_1^{(1)} \\ Q_2^{(1)} \end{bmatrix}$, $\boldsymbol{Q}^{(2)} = \begin{bmatrix} Q_1^{(2)} \\ Q_2^{(2)} \end{bmatrix}$ を求めよ。

(3) $\alpha_i = \dfrac{Q_2^{(i)}}{Q_1^{(i)}}, i = 1, 2$ とおく。初期条件を $\boldsymbol{q}(0) = \begin{bmatrix} x_0 \\ \theta_0 \end{bmatrix}$, $\dot{\boldsymbol{q}}(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ としたとき，自由振動解 $\boldsymbol{q}(t)$ を求めよ。ただし，記号 ω_i, α_i, $i = 1, 2$ はそのまま使用せよ。



２自由度回転振動系