

平成28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  
一般入試

材料生産システム  
機械科学  
B5

専門科目

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、表紙を除いて4ページである。
- 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（問題Ⅰ）、流体工学（問題Ⅱ）、熱力学（問題Ⅲ）、機械力学（問題Ⅳ）
- 4 解答用紙は問題冊子とは別になっている。解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。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28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  
一般入試

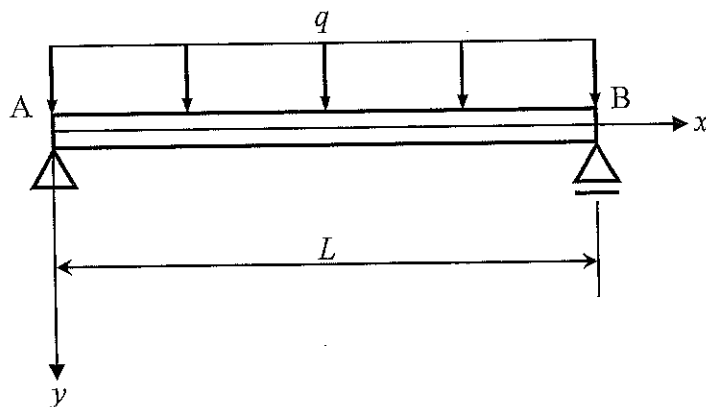
材料生産システム  
機械科学  
B5

専門科目

|             |      |
|-------------|------|
| 問題 I (材料力学) | 1/4頁 |
|-------------|------|

図のように、単位長さ当り  $q$  の等分布荷重を受けている単純支持はり 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) 支点 A, B における未知反力  $R_A, R_B$  を求めよ.
- (2) 位置  $x$  におけるせん断力  $Q$  の式を示し, SFD (せん断力図) を描け.
- (3) 位置  $x$  における曲げモーメント  $M$  の式を示し, BMD (曲げモーメント図) を描け.
- (4) はりのたわみ  $y$  を求める基礎式 (たわみ曲線の微分方程式) を示せ.
- (5) 位置  $x$  におけるたわみ角  $\theta$  およびたわみ  $y$  の式をそれぞれ示せ.
- (6) 最大たわみを生じる位置  $x$  と最大たわみ  $y_{\max}$  をそれぞれ求めよ.
- (7) 最大たわみ角を生じる位置  $x$  と最大たわみ角  $\theta_{\max}$  をそれぞれ求めよ.



平成28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  
一般入試

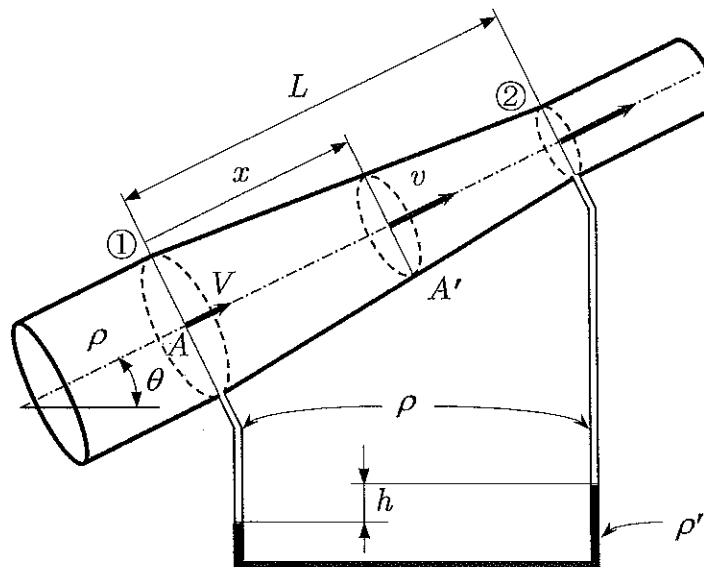
材料生産システム  
機械科学  
B5

専 門 科 目

|            |      |
|------------|------|
| 問題Ⅱ (流体力学) | 2/4頁 |
|------------|------|

図のように水平より角度  $\theta$  だけ傾き、断面積が減少する管の中を密度  $\rho$  の非圧縮性流体が定常状態で流れている。縮小部の入口 ①の断面積は  $A$ 、①での流速は  $V$  である。図に示す①から  $x$  離れた位置の断面積は  $A' = A\left(1 - \frac{x}{2L}\right)$  である。ここで、 $L$  は ①から縮小部の出口 ②までの距離である。重力加速度を  $g$  として、以下の問いに答えよ。なお、(1)～(3)では、流れはどの断面においても一様な速度分布を有し、摩擦などすべての損失は無視できるとする。

- (1) ①から  $x$  の位置での速度  $v$  と、加速度  $\frac{Dv}{Dt}$  を、それぞれ  $V, x$  などを用いて表せ。
- (2) ①と②の断面内のそれぞれ中心軸上の点の圧力を  $p_1, p_2$  とするとき、 $p_1 - p_2$  を  $V, L$  などを用いて表せ。
- (3) ①および②の断面に、密度  $\rho' (> \rho)$  の液体が入っている差圧マノメーターを図のように取り付けた。その液柱の高さの差  $h$  と流速  $V$  の関係を求めよ。
- (4) この管に粘性を無視できない実在流体を流した場合、 $h$  は(3)の場合と比べ、定性的にどのように変わるか、理由も含めて簡潔に述べよ。また、①と②の位置では円形断面を有するとすれば、①でのレイノルズ数に対し、②でのレイノルズ数は何倍になるか。



平成28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  
一般入試

材料生産システム  
機械科学  
B5

専 門 科 目

|           |      |
|-----------|------|
| 問題Ⅲ (熱力学) | 3/4頁 |
|-----------|------|

ピストン・シリンダ装置に理想気体が詰められており、その圧力は $P_1$ 、体積は $V_1$ である。この理想気体を体積が $V_1/2$ になるまで圧縮するとき、次の問いに答えよ。ただし、理想気体の比熱比は $\kappa$ である。

- (1) 等圧変化で圧縮する場合に必要な仕事を求めよ。
- (2) 等温変化で圧縮する場合に必要な仕事を求めよ。
- (3) 断熱変化で圧縮する場合に必要な仕事を求めよ。
- (4) これら三つの場合の仕事を大きい順に並べよ。

平成28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  
一般入試

材料生産システム  
機械科学  
B5

専 門 科 目

|             |         |
|-------------|---------|
| 問題IV (機械力学) | 4 / 4 頁 |
|-------------|---------|

図に示すように、質量  $m$  の2つの台車が、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。左側の台車には、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求めよ。

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

ここで、 $M, K$  および  $\mathbf{b}$  は、それぞれ質量行列、剛性行列および力  $f(t)$  のはたらき方を表す定数行列である。

(2)  $f(t) = 0$  とする。固有円振動数  $\omega_1, \omega_2$  および対応する振動モード  $\mathbf{X}^{(1)}, \mathbf{X}^{(2)}$  を求め図示せよ。

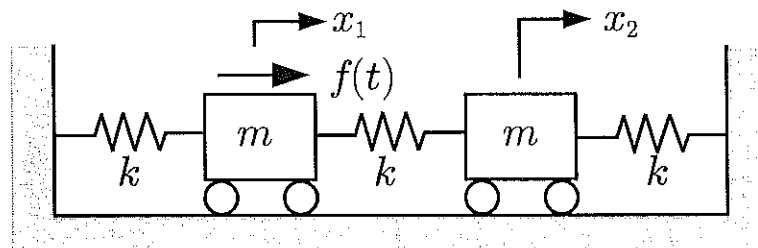
(3)  $\mathbf{x}(t) = \mathbf{X}\mathbf{q}(t)$ ,  $\mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}^{(1)} & \mathbf{X}^{(2)} \end{bmatrix}$ ,  $\mathbf{q}(t) = \begin{bmatrix} q_1(t) \\ q_2(t) \end{bmatrix}$  を運動方程式に代入した後、左から  $\mathbf{X}^T$  をかけて、

$$M_m\ddot{\mathbf{q}}(t) + K_m\mathbf{q}(t) = \mathbf{X}^T\mathbf{b}f(t), \quad M_m = \mathbf{X}^T M \mathbf{X}, \quad K_m = \mathbf{X}^T K \mathbf{X}$$

とするとき、 $M_m, K_m$  を求めよ。  $f(t) = F_0 \sin \omega t$  とするとき、 $q_i(t)$ ,  $i = 1, 2$  を求め、強制振動解  $\mathbf{x}_f(t)$  を

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

の形で求めよ。



2 自由度振動系