

令和2年度第1次募集（令和元年10月入学含む）  
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，流体力学，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1次募集（令和元年10月入学含む）  
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

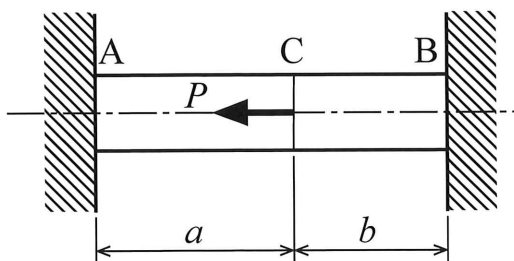
材料生産システム専攻  
機械科学コース

B5

専門科目（材料力学）

図に示すように、初期応力のない状態で真直棒 AB が両端を剛性壁に固定されている。いま、位置 C に荷重  $P$  を加えるものとする。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、棒の横断面積を  $A$ 、縦弾性係数を  $E$  とする。

- (1) 棒の左端および右端が剛性壁から受ける反力  $R_A$ 、 $R_B$  を求めよ。
- (2) AC 部および CB 部に生ずる応力  $\sigma_1$ 、 $\sigma_2$  を求めよ。
- (3) 位置 C における変位  $\lambda_C$  を求めよ。

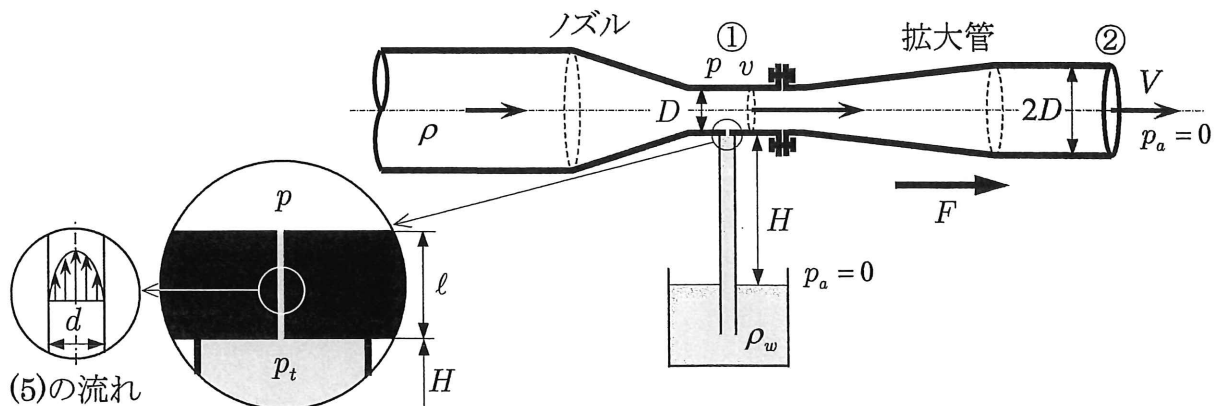


専門科目（流体力学）

図のようにノズルの先端に拡大管が接続されており、その中を空気が流れている。どの断面も円形であり、接続部①の内径は $D$ で、拡大管出口②の内径は $2D$ である。空気は、②から速度 $V$ で大気中（大気圧： $p_a = 0$ ）に流出している。一方、①の円周面には、図のように小孔が開けられており、パイプにつながれている。パイプの他端は容器に入った水の中に入れられており、水面と小孔下部までの高さの差は $H$ である。小孔の直径は $d$  ( $\ll D$ )で、その長さは $l$  ( $\ll H$ )である。空気の密度を $\rho$ 、水の密度を $\rho_w$  ( $\gg \rho$ )、重力加速度を $g$ とする。空気の粘性と圧縮性は無視できるとして、以下の問いに答えよ。

- (1) ①での流速 $v$ と圧力 $p$ を、 $V$ などを用いて表せ。
- (2) 空気の流れにより拡大管に加わる力 $F$ を、 $V$ などを用いて表せ。
- (3) パイプの中の水が $H$ の位置（小孔直下）まで吸い上げられて、静止している場合を考える。 $H$ の位置での圧力 $p_t$ を求め、①での圧力 $p$ が、 $p_t$ と等しいと考えて、この場合の②の流速 $V_H$ を、 $H$ などを用いて表せ。
- (4) ②での流速を、 $V = 2V_H$ にした。微量の水が小孔を通過してノズル内に流入するが、空気の流れには影響しない。このときの①の圧力 $p'$ を、 $H$ などを用いて表せ。
- (5) (4)の状態では、 $p_t$ の値は(3)の場合と同じとする。また、小孔内の流れは円管内の完全に発達した層流が入口から出口まで成立しているとする。さらに、この管摩擦損失は十分大きく、その他の損失および小孔内の水の自重は無視できるとする。水の粘度を $\mu$ とし、以下を参考に、小孔内の水の平均流速 $U$ を求めよ。

（参考）管摩擦損失ヘッドは、管摩擦係数、速度ヘッドおよび $l/d$ の積となり、層流の場合、管摩擦係数 $\lambda$ は $\lambda = 64/Re$ となる。なお、 $Re$ はレイノルズ数である。



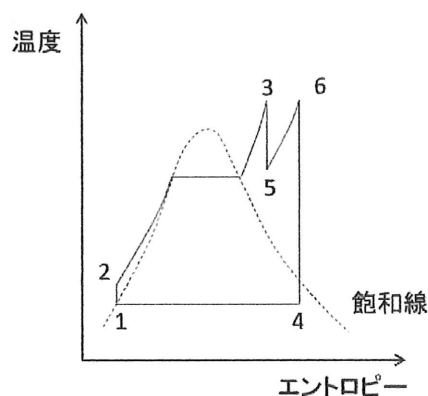
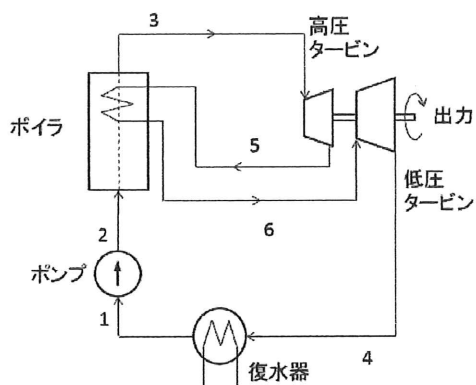
令和2年度第1次募集（令和元年10月入学含む）  
 新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題  
 一般入試

材料生産システム専攻  
 機械科学コース  
 B5

専門科目（熱力学）

図は、水蒸気を作動流体とする再熱ランキンサイクルの構成と温度-エントロピー線図である。飽和水1は、ポンプで等エントロピー的に加圧され圧縮水2となり、ボイラーで等圧的に加熱されて、過熱水蒸気3となる。この過熱水蒸気3は、高圧タービンで等エントロピー的に膨張して5の状態まで減圧された後、もう一度ボイラーで等圧的に加熱されて過熱水蒸気6となる。この過熱水蒸気6は低圧タービンで等エントロピー的に膨張して4の状態まで減圧され、復水器で等圧的に冷却されて飽和水1の状態に戻る。これらの動作を繰り返すことで、高圧タービンと低圧タービンは連続的に出力を生み出す。状態1, 2, ..., 6のエントロピーをそれぞれ  $h_1, h_2, \dots, h_6$  とする。以下の問いに答えよ。

- (1) 経路1-2におけるポンプ仕事を求めよ。
- (2) 経路2-3と経路5-6それぞれの加熱量の和を求めよ。
- (3) 経路3-5と経路6-4それぞれの出力の和を求めよ。
- (4) ポンプ仕事を考慮した熱効率を求めよ。
- (5) 飽和水1の密度  $\rho_1$ 、圧力  $p_1$ 、圧縮水2の圧力  $p_2$  を使って、経路1-2におけるポンプ仕事を表せ。



令和2年度第1次募集（令和元年10月入学含む）  
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

材料生産システム専攻  
機械科学コース  
B5

専門科目（機械力学）

下図のように、質量  $m$  の台車がばね定数  $k$  のばねを介して壁に接続されている。台車には力  $u(t)$  が作用している。台車の位置を  $x(t)$  で表し、ばねが自然長のときの台車の位置を  $x(t) = 0$  とする。以下の問いに答えよ。ただし、床と台車の摩擦は無視する。

- (1) この系の運動方程式を

$$\ddot{x}(t) + \omega_n^2 x(t) = bu(t)$$

のように表すとき、不減衰固有円振動数  $\omega_n$  および定数  $b$  を示せ。

- (2)  $u(t) = U_0 \cos \omega t$ ,  $U_0 \neq 0$  が  $t = 0$  から作用したとすると、この系の応答は、

$$x(t) = x_a(t) + x_b(t)$$

と表される。ここで、 $x_a(t)$  は、初期条件の影響に加え  $u(t)$  が  $t \geq 0$  で作用することにより現れる自由振動解であり、 $x_b(t)$  は強制振動解である。初期条件を  $x(0) = x_0$ ,  $\dot{x}(0) = v_0$  とするとき、 $x(t)$  を求めよ。ただし、 $\omega \neq \omega_n$  とする。

- (3) 初期条件を任意に変更可能とする。(2)の結果を用いて、 $x(t)$  に自由振動解の影響が現れないようにするための初期条件  $x_0, v_0$  を求めよ。

