

平成25年度第1次募集(平成24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

(専攻名)材料生産システム  
(試験実施単位名)機械科学  
(記号)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)、流体力学(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25年度第1次募集(平成24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

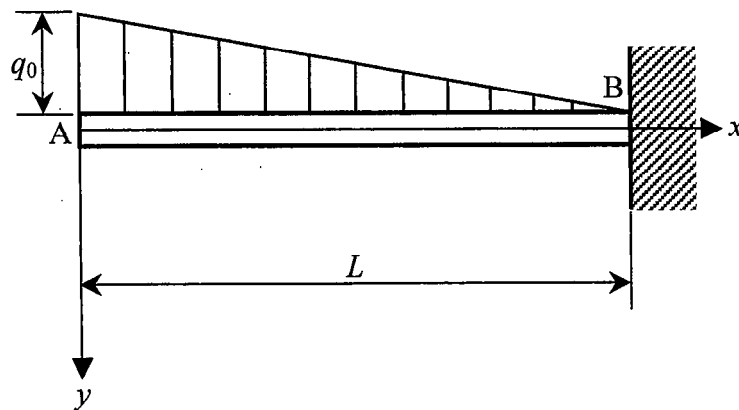
(専攻名)材料生産システム  
(試験実施単位名)機械科学  
(記号)B5

専門科目

問題 I (材料力学)	1/4頁
-------------	------

図のように、片持はり AB (長さ  $L$ , 断面二次モーメント  $I$ , 縦弾性係数  $E$ ) が三角形状分布荷重 (先端 A で  $q_0$ , 固定端 B で 0) を受けている. 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  $Q$  の式を示し, SFD (せん断力図) を描け.
- (2) 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.
- (3) 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.
- (4) 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.
- (5) 先端 A ( $x=0$ ) におけるたわみ角  $\theta_A$  とたわみ  $y_A$  をそれぞれ求めよ.



平成25年度第1次募集(平成24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

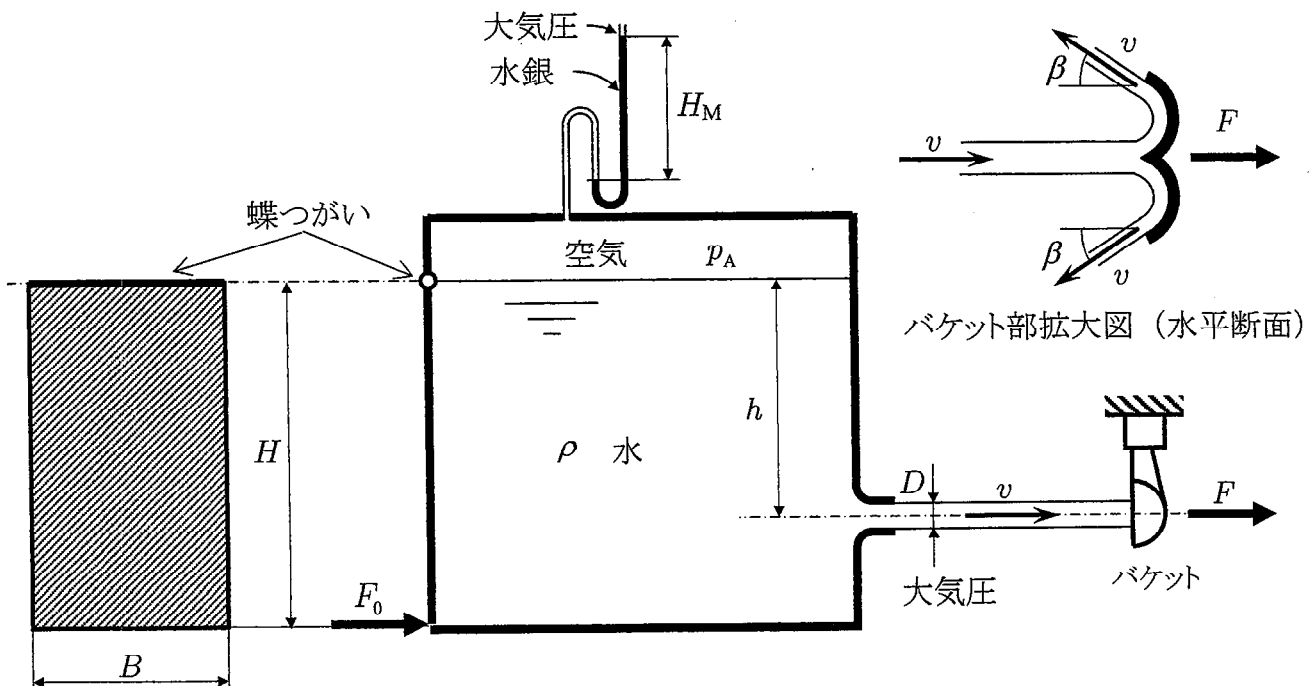
(専攻名)材料生産システム  
(試験実施単位名)機械科学  
(記号)B5

専門科目

問題Ⅱ (流体力学)	2/4頁
------------	------

図のように、密閉された大きな水槽の側壁の、一方には細いノズルが、他方には長方形のゲートが取り付けられている。水面から深さ  $h$  の位置にあるノズルからは直径  $D$  の円形断面を有するジェットが水平に噴出し、固定されたバケット（拡大図に示す水平断面を有する羽根）に衝突する。その後ジェットは、拡大図に示すように角度  $\beta$  の方向に流出する。一方、ゲートは高さ  $H$ 、幅  $B$  の長方形であり、水面と同じ位置に蝶つがいを取り付けられている。そして、その下端は力  $F_0$  で支持されている。水の密度を  $\rho$ 、重力加速度を  $g$  とし、以下の問いに答えよ。ただし、水の摩擦等による損失はなく、水面の高さの変化は無視できる。

- (1) 水槽内上部の空気の圧力を図に示す水銀マンノメータで測定した。水銀の密度  $\rho_M$ 、水銀柱の高さの差  $H_M$  を用いて、水槽内の空気圧  $p_A$  をゲージ圧力で求めよ。
- (2) ノズルから流出するジェットの流速  $v$  を求めよ。
- (3) ジェットによりバケットに加わる力  $F$  を求めよ。ただし、ジェットの速度はバケット衝突後も変化せず、 $v$  である。また、ジェットは全て水平面内を流れる。
- (4) ゲートを鉛直に支持するのに必要な水平方向の力  $F_0$  を求めよ。ただし、水漏れおよびジェットの流出の影響は無視できる。



平成25年度第1次募集(平成24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

(専攻名)材料生産システム  
 (試験実施単位名)機械科学  
 (記号)B5

専門科目

問題Ⅲ (熱力学)	3/4頁
-----------	------

図1は、冷媒を循環させるカスケード冷凍システムである。図2には、その温度とエントロピーの変化を示した。この冷凍システムは、二つの冷凍サイクルから構成され、サイクルAの凝縮器から周囲環境に放熱し、サイクルBの蒸発器によって冷凍空間から吸熱する。熱交換器は、サイクルBからサイクルAに熱伝達し、サイクルAの蒸発器として働き、同時にサイクルBの凝縮器となっている。各経路における状態量の変化は次のようである。

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 経路 1→2 : 可逆断熱圧縮    | 経路 5→6 : 可逆断熱圧縮    |
| 経路 2→3 : 等圧的な放熱    | 経路 6→7 : 等圧的な放熱    |
| 経路 3→4 : 等エンタルピー膨張 | 経路 7→8 : 等エンタルピー膨張 |
| 経路 4→1 : 等圧的な吸熱    | 経路 8→5 : 等圧的な吸熱    |

状態 1, 2, ..., 8 のエンタルピーを  $h_1, h_2, \dots, h_8$  と表わすとき、以下の各問いに答えよ。

- 二つのサイクルを流れる冷媒の質量流量の比を  $y$  (=サイクルAの質量流量/サイクルBの質量流量) とするとき、カスケード冷凍システム全体の成績係数を求めよ。
- エンタルピーを使って  $y$  を表わせ。

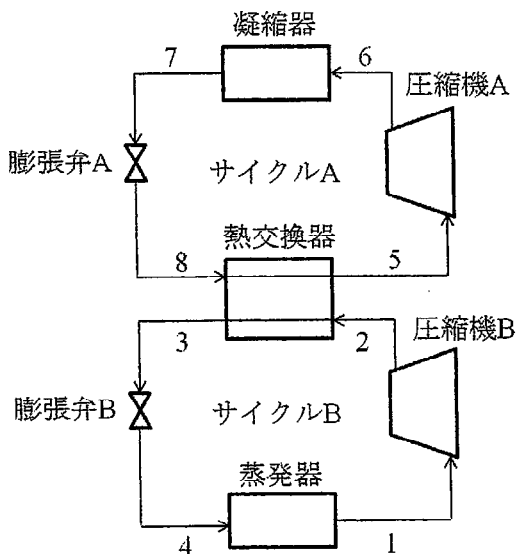


図1 カスケード冷凍システム

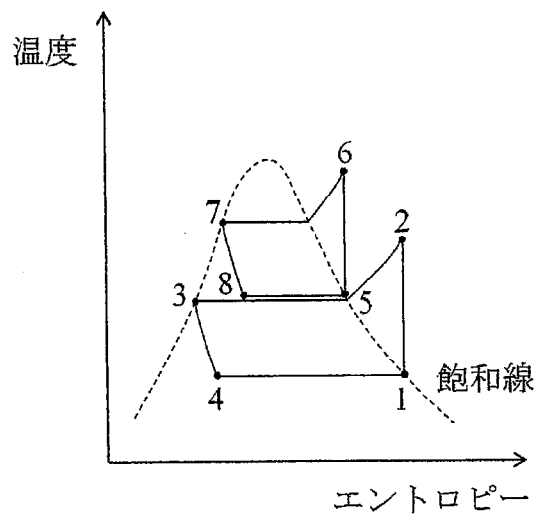


図2 温度-エントロピー線図

平成25年度第1次募集（平成24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

（専攻名）材料生産システム  
（試験実施単位名）機械科学  
（記号）B5

専門科目

問題IV（機械力学） 4 / 4 頁

図のように、質量のない長さ  $l$  の剛体棒の先端に質量  $m$  の物体が取り付けられている。棒の左端 A は自由に回転できるように壁に取り付けられており、さらに点 B ではばね定数  $k$  のばねを介して天井と接続され、点 C で粘性減衰係数  $c$  のダンパを介して床と接続されている。また、天井は  $x(t) = X \sin \omega t$  で振動する ( $X$ : 定数,  $\omega$ : 振動する天井の円振動数,  $t$ : 時刻) と仮定する。モーメントのつり合った状態を原点として図のように棒の角度  $q(t)$  を定義するとき、以下の問いに答えよ。

(1) この系の運動方程式を

$$\ddot{q}(t) + 2\zeta\omega_n\dot{q}(t) + \omega_n^2q(t) = Y \sin \omega t$$

の形で求め、減衰比  $\zeta$ , 不減衰固有円振動数  $\omega_n$  および定数  $Y$  を求めよ。ただし、 $q(t)$  は微小であり、物体の高さの変動に伴う位置エネルギーの変化は無視するものとする。

- (2)  $X = 0$ , 初期条件  $q(0) = q_0, \dot{q}(0) = r_0$  としたときの自由振動解  $q_a(t)$  を求めよ。ただし、 $0 < \zeta < 1$  とする。
- (3)  $X \neq 0$  としたときの強制振動解  $q_b(t)$  を  $q_b(t) = Q_b(\gamma) \sin(\omega t - \phi(\gamma))$  の形で求めよ。ただし、 $\gamma = \omega/\omega_n > 0$  とする。
- (4) (3) で得られた  $Q_b(\gamma)$  が、 $\gamma > 0$  で極値を取るための  $\zeta > 0$  に関する条件を求めよ。その条件下で  $Q_b(\gamma)$  の  $\gamma > 0$  に対する増減を調べ、極値をとる  $\gamma$  の値  $\gamma_0 > 0$  および極値  $Q_b(\gamma_0)$  を求めよ。

