平成３１年度第１次募集（平成３０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
機械科学
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。

新潟大学大学院自然科学研究科

平成３１年度第１次募集（平成３０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
機械科学
Ｂ５

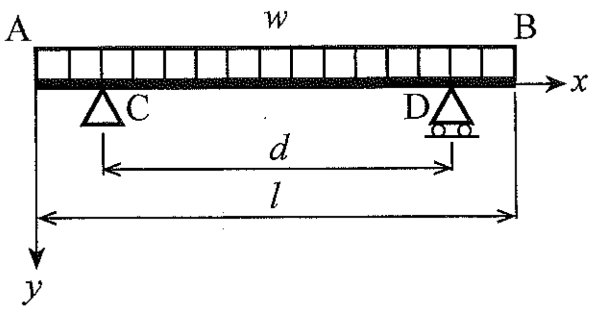
専門科目（材料力学）

図に示すように，長さ l なるはり AB が両端から等距離の 2 点 C, D で支持されており，全長にわたって単位長さ当たり w の等分布荷重を受けている。このとき，以下の各問いに答えよ。ただし，はりの自重は無視できるものとする。

(1) 位置 x におけるせん断力 F の式を区間毎（$\overline{\mathrm{AC}}$，$\overline{\mathrm{CD}}$，$\overline{\mathrm{DB}}$）に示せ。

(2) 位置 x における曲げモーメント M の式を区間毎（$\overline{\mathrm{AC}}$，$\overline{\mathrm{CD}}$，$\overline{\mathrm{DB}}$）に示せ。

(3) はりの中央における曲げモーメントと支点における曲げモーメントについて，それらの大きさを等しくするためには支点間の距離 d をいかに選べば良いか。また，この場合のせん断力線図（SFD）と曲げモーメント線図（BMD）を描け。



平成３１年度第１次募集（平成３０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
機械科学
Ｂ５

専門科目（流体工学）

図１のように水槽が台車に乗っている。水面から深さ h の位置にはノズルが，その反対側には，高さ H，幅 B の長方形のゲートが取り付けられている。ゲートは上端部（深さ h の位置）の蝶つがいで回転できる。水の密度を ρ，重力加速度を g として，以下の問いに答えよ。なお，台車はケーブルにつながれていて動かない。

(1) 図２のようにノズルが塞がれて，流れがない場合を考える。水槽内上部の空気の圧力 p_A（ゲージ圧力）を水銀マノメータで測定したところ，水銀柱の高さの差が h_M であった。水銀の密度を ρ_M として，p_A と水面から深さ h の位置の圧力 p_N を求めよ。

(2) ゲートは，台車の上で下端部に加えた水平方向の力 F_G で鉛直に支持されている。(1)と同様に水槽内に流れがない場合の F_G を求めよ。

(3) 図１のようにノズルから円形断面（直径 D）のジェットが水平に噴出する場合を考える。p_A が(1)で求めた値と同じとして，ジェットの流速 v を，h_M などを用いて示せ。ただし，水面の高さの変化は無視でき，水の摩擦も無視できる。

(4) ジェットは，その後，台車に固定された羽根に衝突し，水平面に対して角度 θ の方向に流出する。摩擦が無視でき，羽根から流出するジェットの速度が v で同じ場合に，水平なケーブルに働く張力 F_T と，ジェットにより台車上の羽根に加わる力の水平方向成分 F_B を求めよ。ただし，台車の車輪の摩擦などは無視できる。なお，解答は v を含む形で良い。

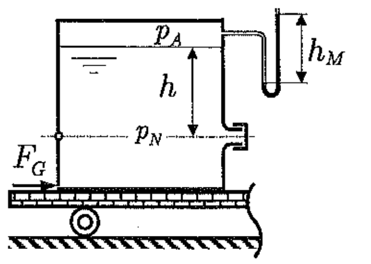


図2

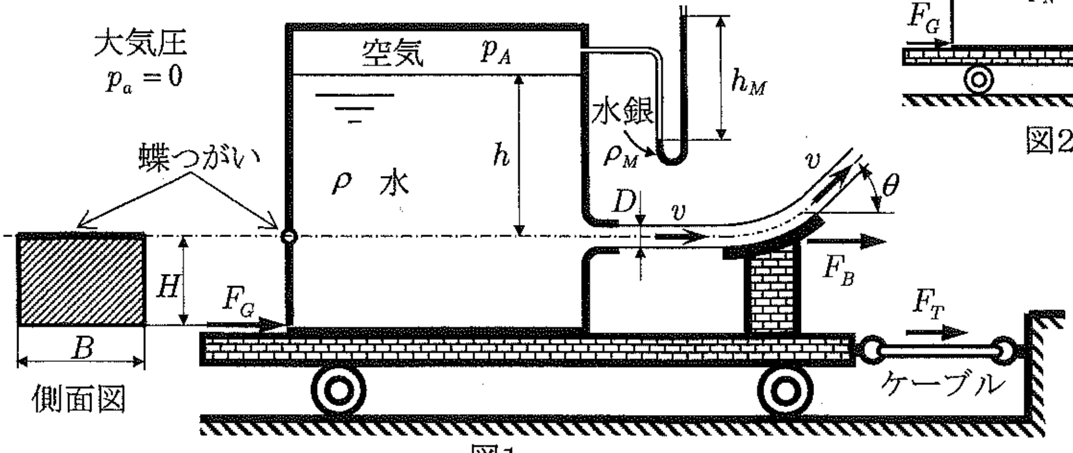


図1

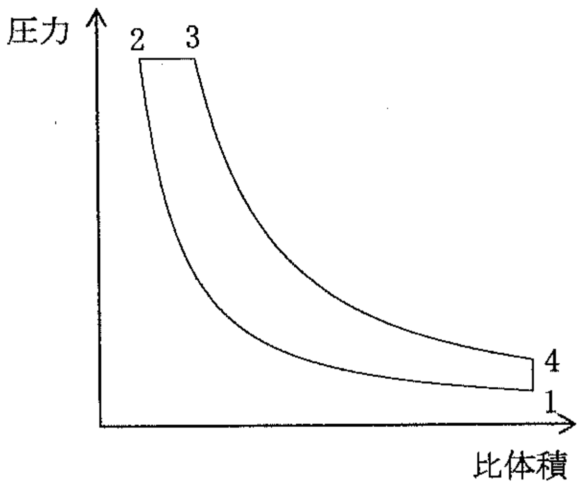
平成３１年度第１次募集（平成３０年１０月入学含む）
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
一　般　入　試

材料生産システム
機械科学
Ｂ５

専門科目（熱力学）

閉じた系での理想気体による準静的なディーゼルサイクルを考える。図示した通り，理想気体の圧力と比体積は断熱圧縮 1-2，等圧加熱 2-3，断熱膨張 3-4，等積冷却 4-1 のように変化する。状態 1, 2, 3, 4 での温度をそれぞれ T_1，T_2，T_3，T_4，比熱比を κ，理想気体の気体定数を R とする。サイクルの最大体積を最小体積（すきま容積）で割った値を圧縮比 ε，状態 3 での体積を最小体積（すきま容積）で割った値を締切比 σ とする。次の問いに答えよ。

(1) 過程 2-3 における加熱量と，過程 4-1 における冷却量を求めよ。
(2) サイクルの熱効率を，圧縮比 ε，締切比 σ，比熱比 κ で表せ。
(3) 平均有効圧は，1 サイクルの正味仕事を行程容積（最大体積と最小体積の差）で割った値である。この平均有効圧を，圧縮開始時の圧力 p_1，圧縮比 ε，締切比 σ，比熱比 κ で表せ。
(4) サイクルの T-s 線図（温度-エントロピー線図）を描いて，加熱量，冷却量，正味の仕事を図で説明せよ。



平成３１年度第１次募集（平成３０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
機械科学
Ｂ５

専門科目（機械力学）

図１のように，質量を無視できる剛体棒の一端が回転支持され，支点から長さ l_1, l_2, l のところに減衰係数 c のダンパ，ばね定数 k のばね，質量 m の物体がそれぞれ取付けられている。物体には鉛直下向きに力 $P(t)$ が作用している。物体の鉛直下向きの微小変位を $x(t)$ とおくとき，以下の問いに答えよ。

ただし，物体にはたらく重力による支点まわりのモーメントと，ばねの復元力による支点まわりモーメントとのつりあいの位置を $x(t)=0$ とする。また，回転支点の摩擦は無視する。

(1) この系の運動方程式を

$$\ddot{x}(t)+2\zeta\omega_n\dot{x}(t)+\omega_n^2 x(t)=FP(t)$$

のように表すとき，不減衰固有円振動数 ω_n，減衰比 ζ および定数 F を示せ。

(2) $P(t)=0$ とおく。初期条件を $x(0)=x_0$, $\dot{x}(0)=v_0$ とする。このとき，不足減衰の場合の自由振動解を求めよ。ただし，ζ, ω_n, F はそのまま使用せよ。

(3) $P(t)=P_0\cos(\omega t)$, $P_0\neq 0$ とする。強制振動解を求めよ。ただし，(2) と同様に，ζ, ω_n, F はそのまま使用し，最終的な解には虚数単位 $i=\sqrt{-1}$ を含まないこと。

(4) (3) で求めた強制振動の振幅を $X(\omega)$ とする。横軸を ω, 縦軸を $X(\omega)$ として描画したグラフに，図２のように $\omega>0$ で極値が存在する条件は，$\zeta<\dfrac{1}{\sqrt{2}}$ であることを示せ。また，そのときの極値の値を求めよ。

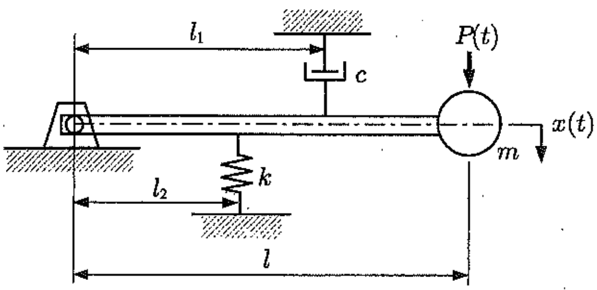


図 1: １自由度回転振動系

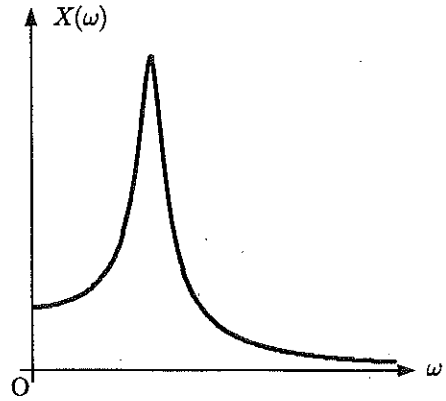


図 2: $X(\omega)$ のグラフ