

記入日

学籍番号

名前

確認印

1

原油 1.00 L の重量が 8.56 N であるとき、この原油の密度 ρ を求めよ。

2

平板の壁 ($y = 0$) からの速度分布が $u = 4y - y^2$ [m/s] で与えられるとき、壁からの距離 $y = 0 \text{ m}, 1 \text{ m}, 2 \text{ m}$ での速度勾配とせん断応力を求めよ。さらに、縦横 10 cm の面積が受けるせん断力を計算せよ。ただし、流体の粘度を $1.0 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ とする。

3

ある液体に 3.00 MPa の圧力を加えると、体積が 0.1% 減少した。このときの液体の体積弾性係数 K と圧縮率 β を求めよ。

4

20°C の水に内径 2.00 mm の細いガラス管が鉛直に立てられているとき、毛管現象による水面の上昇 h を求めよ。水とガラスの接触角は 8° 、水の密度は 1000 kg/m^3 、表面張力は 0.073 N/m とし、重力加速度を 9.8 m/s^2 とする。

記入日

学籍番号

名前

確認印

1

図1の水圧機において、ピストンAの質量を20 kg 増加させた場合、ピストンBに作用する力はどれほど増加するか。ここで、 $A_0 = 5 \text{ cm}^2$ 、 $A_1 = 500 \text{ cm}^2$ とする。

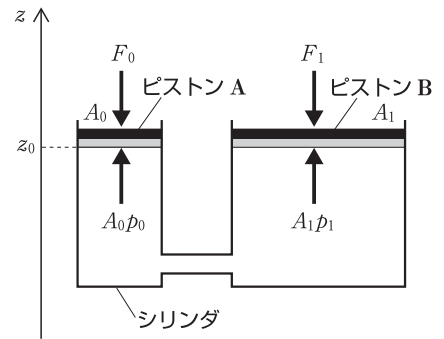


図1 水圧機

2

図2に示すようなU字管マンノメータにより、大気圧(絶対圧) p_a を求めよ。ただし、 p_A は絶対圧で0.10 MPaであり、水の比重を1.0、 CCl_4 の比重を1.6とする。

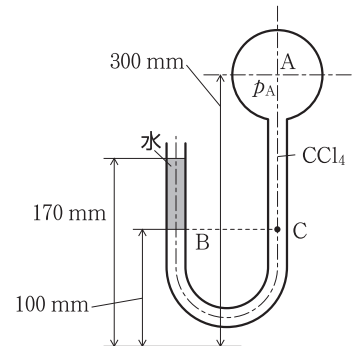


図2 U字管マンノメータ

3

図3において、点AとBの圧力を求めよ。ただし、油の比重を0.85とする。

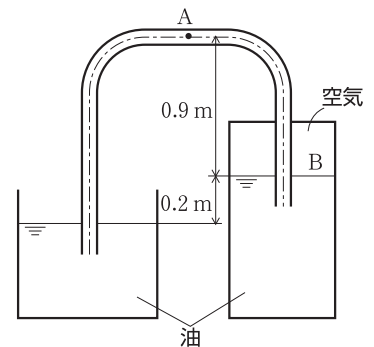


図3 逆U字管

4

図4で点A, Bの間の圧力差($p_B - p_A$)を求めよ。ただし、水の比重を1.0, CCl_4 の比重を1.6, 水銀の比重を13.6とする。

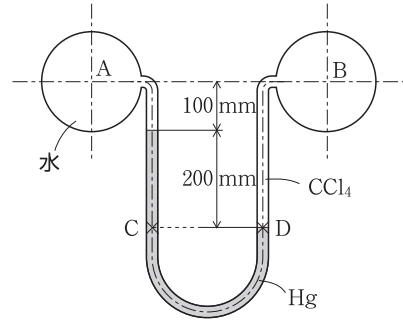


図4 U字管形示差マンノメータ

5

図5に示すように垂直な壁ABが両側にためられた水から力を受けている。両側の水から受ける全圧力の合力 P_t と作用位置 z を示せ。

ただし、水の密度を $\bar{\rho} = 1000 \text{ kg/m}^3$ とする。

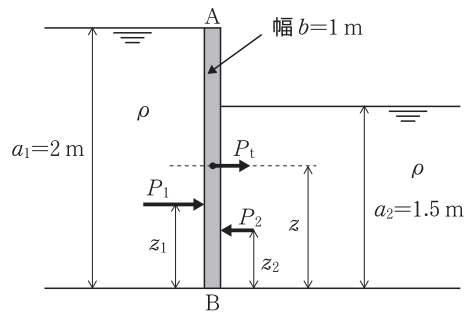


図5 平面壁が受ける力

記入日

学籍番号

名前

確認印

1

図1に示すような管内を $0.015 \text{ m}^3/\text{s}$ の流量で水が流れている。上流の管内径 d_1 が 100 mm 、下流の管内径 d_2 が 80 mm のときの上流と下流の平均流速を求めよ。

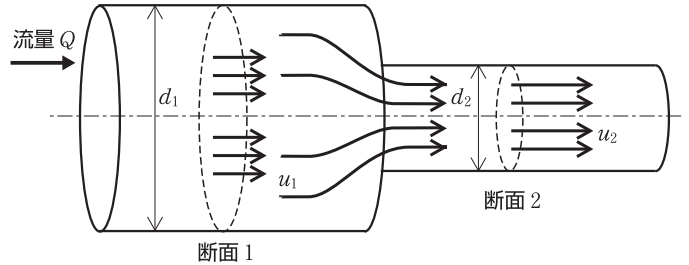


図1 急縮小管路

2

二次元非粘性非圧縮性流れを解く場合、以下の問いに答えよ。ただし、 x および y 方向の速度成分を u, v とし、 t を時間、 p を圧力、 ρ を密度、 X, Y は単位質量に働く x, y 方向の質量力とする。

- (1) 必要な方程式を書きなさい。
- (2) 未知数は何か。
- (3) 壁面での境界条件を述べよ。

3

水が内径 15.0 mm の円管内を流れている。乱流と層流の境目の速度(臨界速度)を求めよ。動粘度 ν は、 $1.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ とする。

4

二次元流れを考える。速度 1 m/s の風が y 軸の正方向に時刻 0 から 2 秒間吹いた。次に急に風向きが変わり、速度 1.414 m/s で y 軸正方向から反時計まわりに 45° 方向へ 1 秒間吹いた。さらに、 x 軸負方向に 2 m/s の風が 1 秒間吹いた。

- (1) それぞれの三つの時間帯での流線を 3 本ずつ描きなさい。
- (2) 時刻 0 より原点から流れ出た流体粒子の流跡を描きなさい。
- (3) 時刻 0 より原点からの流脈を描きなさい。

5

x および y 方向の速度成分 u, v が、次式で与えられている。連続の式を満たすか調べよ。ただし、 A は定数である。

$$u = \frac{Ax}{x^2 + y^2}, \quad v = \frac{Ay}{x^2 + y^2}$$

6

次式で与えられる速度成分をもつ流れの流線を求めよ。ただし、 A は定数である。

$$u = \frac{Ay}{x^2 + y^2}, \quad v = -\frac{Ax}{x^2 + y^2}$$

記入日

学籍番号

名前

確認印

1

図1のとおり、水が満たされたタンクに内径20.0 mmのホースを接続して、21.7 m下から放出する。ホース内のエネルギー損失は無視できるとし、放出される水の流速 q [m/s] および流量 Q [m³/s] を算出せよ。

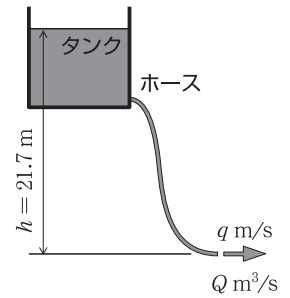


図1 ホースからの放水

2

図2に示す管内径が $d_1 \rightarrow d_2$ に変化する管路において、水が下から上側に流れているとき、以下の問いに答えよ。ただし、圧力差は $p_1 - p_2 = 40$ kPa、水の密度は $\rho_w = 1000$ kg/m³ であるとする。

- (1) 連続の式より、管内径 d_1, d_2 と流速 v_1, v_2 の関係を示せ。
- (2) ベルヌーイの式より、圧力 p_1, p_2 、流速 v_1, v_2 、位置 z_2 の関係を示せ。
- (3) 流速 v_1 [m/s] を算出せよ。
- (4) 流量 Q [m³/s] を算出せよ。

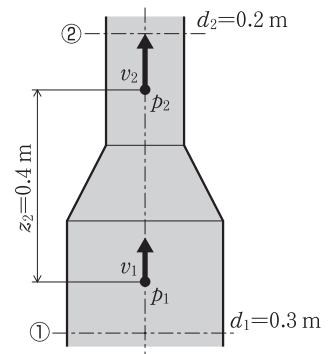


図2 鉛直方向管路内の流れ

3

図3に示す管路において①、②の地点にマンメータが設置され、圧力の測定が行える。管路内はエネルギー損失が無く、水の密度： $\rho_w = 1000$ kg/m³ であるとし、次の問いに答えよ。

- (1) u_1, u_2 の関係を示せ。
- (2) ①、②の地点での圧力 p_1, p_2 [Pa] を算出せよ。
- (3) ベルヌーイの式から u_2 [m/s] を算出せよ。
- (4) 流量 Q [m³/s] を導出せよ。

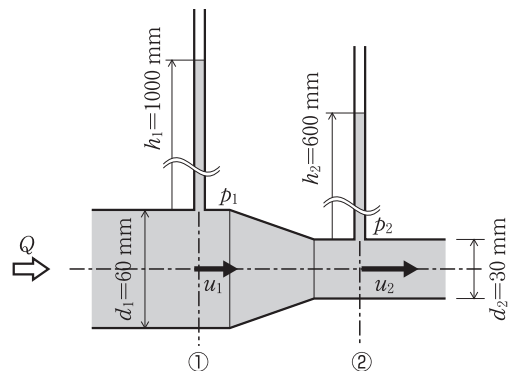


図3 挟まり管内の流れ

4

直線走行中のレーシングカーの車体に標準型ピトー静圧管を設置し、流速測定を試みた。全圧孔を走行方向に向けたところ、動圧は水銀柱で 15 mm となった。レーシングカーの時速を算出せよ。ただし、水銀の比重は 13.6 とする。

5

図 4 に示す管径 0.04 m の管路において管路内は損失が無く、石油が流れている。 $h_1 = 0.42$ m, $h_2 = 0.65$ m であるとし、次の問いに答えよ。ただし、石油の密度 $\rho_{\text{oil}} = 850$ kg/m³ とする。

- (1) ①, ②点における流体のエネルギーの関係をベルヌーイの式で整理して示せ。
- (2) 全圧, 静圧, 動圧を算出せよ。
- (3) 流速 u_0 [m/s] を算出せよ。
- (4) 流量 Q [m³/s] を導出せよ。

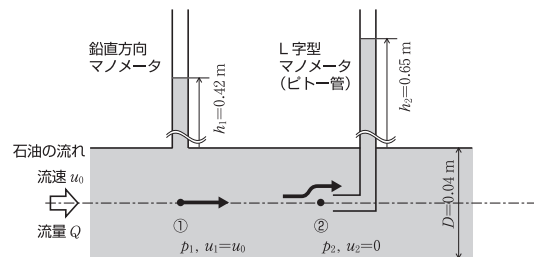


図 4 ピトー管による流速測定

記入日

学籍番号

名前

確認印

1

図1において、断面A-Bの内径が200 mm、断面C-Dの内径が100 mmであるとき、外部から流体に加えられた力 F を求めよ。また、その方向はどちらの方向か。なお、流量 Q は120 L/min、流体の比重は1.0とする。

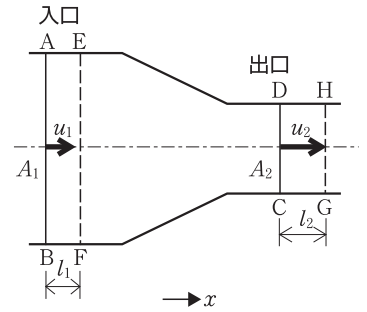


図1 狭まり管

2

図2に示すように狭まり管内を水が流れている。
 $d_1 = 120$ mm, $d_2 = 80$ mm, $u_2 = 8.0$ m/s,
 $p_1 = 50$ kPa, 密度 $\rho = 1000$ kg/m³ であるとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 断面1の流速 u_1 を求めよ。
- (2) 断面2の圧力 p_2 を求めよ。
- (3) 質量流量 m を求めよ。
- (4) 水がこの狭まり管におよぼす力 f を求めよ。
 また、その方向はどちらか。

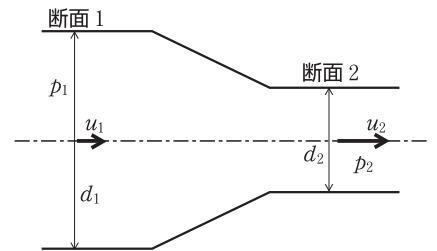


図2 狭まり管

3

図3に示したように、円管の出口に取り付けられたノズルから、比重0.9の液体が、大気中に噴出している。以下の問いに答えよ。ただし、円管の内径は0.20 m、ノズル上流部の圧力 p_1 は1.0 kPa、 $u_1 = 0.50$ m/s とする。

- (1) 大気中に噴出している流体の速度 u_2 を求めよ。
- (2) 質量流量 m を求めよ。
- (3) ノズルにかかる力 f_x とその方向を求めよ。

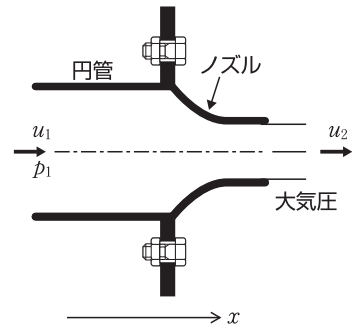


図3 ノズル

4

図4に示したように、水平面内の固体壁にばねを介した平板が取り付けられ、そこにノズルからの水(密度 $\rho = 1000$ kg/m³)の噴流が衝突しノズルからの流速 u と同じ流速で流出している。このとき以下の問いに答えよ。なお、ノズルからの噴流の直径は400 mm とする。

- (1) 噴流の流速 u が5.0 m/s のとき、質量流量 m を求めよ。
- (2) 噴流の流速 u が5.0 m/s のとき、平板にかかる力 f を求めよ。
- (3) (2)で求めた力を平板が受けている場合、ばねのたわみ x を求めよ。ただし、ばね定数は 8.0×10^4 N/m とする。
- (4) ばねのたわみが 5.0×10^{-2} m となっている。このときの噴流の流速を求めよ。ただし、ばね定数は 8.0×10^4 N/m とする。

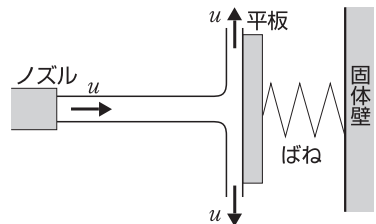


図4 ばねを取り付けられた平板に衝突する噴流

記入日 . . .	学籍番号	名前	確認印
--------------	------	----	-----

5

図5のように、直径 150 mm、流速 15 m/s のノズルからの噴流が鉛直上方に噴出し、質量 M の円錐状の物体に衝突して、その物体を一定の位置に保っている。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、流体の比重は 1.0、噴流内部の圧力は大気圧、噴流の流出速度は流入速度に等しいとする。また、水に対する重力の影響は無いものとする。

- (1) 円錐に衝突する前の噴流の流量 Q および質量流量 m を求めよ。
- (2) 噴流が円錐におよぼす力 F を求めよ。
- (3) 円錐の質量 M を求めよ。

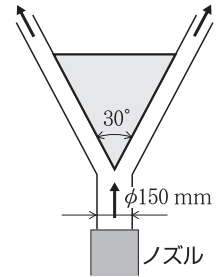


図5 噴流中の円錐状物体

6

図6に示したジェット推進により駆動される容器がある。この容器に作用する力の大きさが 60.0 N のとき、この容器は動き出した。このとき、この容器中の液体(比重 1.0)の深さ h とノズルから流出する流体の速度 u および流量 Q を求めよ。なお、ノズルの内径は 50.0 mm とする。

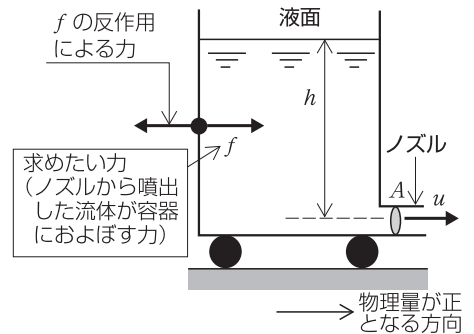


図6 ジェット推進

7

図7のように管出口の流出角が 45° の水平面内に設置された曲管内を水(密度 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$)が流れている。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、断面1での流速 q_1 を 1.0 m/s 、断面2での流速 q_2 を 3.2 m/s 、断面1における管内径を 400 mm 、断面2での圧力を 10 kPa とする。

- (1) 断面1の圧力 p_1 を求めよ。
- (2) 質量流量 m を求めよ。
- (3) この曲管にかかる x 方向の力 f_x を求めよ。
- (4) この曲管にかかる y 方向の力 f_y を求めよ。
- (5) 曲管にかかる力の合力の大きさ f とその方向 α を求めよ。

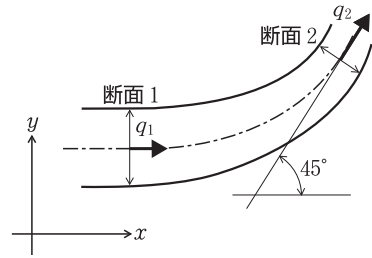


図7 曲管が受ける力

8

図8のようなU字部の物体を取り付けた台車にノズルからの水(密度 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$)の噴流が当たり、噴流の方向が 180° 曲げられている。このとき、以下の問いに答えよ。なお、ノズルからの噴流の直径は 0.20 m とし、水に対する重力の影響は無いものとする。

- (1) 噴流の流速 u が 0.50 m/s のとき、質量流量 m を求めよ。
- (2) 噴流の流速 u が 0.50 m/s のとき、台車にかかる力 f_x を求めよ。
- (3) 台車が動きだす際には 25 N の力が必要となる。台車が動き始めるときの噴流の流速 u を求めよ。

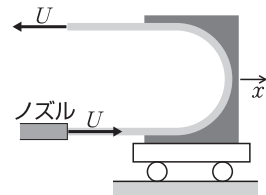


図8 U字物体が取り付けられた台車

記入日

学籍番号

名前

確認印

1

円管内の流れにおいて、管摩擦係数や流量 Q が一定であれば、ある距離 L での(a)損失ヘッドは管の内径 d の5乗に反比例することを証明せよ。また、(b)管内径を $x\%$ 増加させると、損失ヘッドは何%減少するか。

2

原油(比重 0.85, 粘度 $0.49 \text{ Pa}\cdot\text{s}$)を、内径 600 mm の円管で 5 km 離れた土地に輸送するときの管摩擦損失を求めよ。ただし、油の平均流速は 0.5 m/s とする。標準気圧で 4°C の水の密度を 1000 kg/m^3 とする。

3

粘度 $\mu = 0.383 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ の油が内径 $d = 0.0254 \text{ m}$ 、長さ 60 m の水平管を流れている。圧力損失が 414000 Pa とすると、このときの流量 Q はいくらか求めよ。また、流れの状態を推察してみよ。ただし、油の密度を 913 kg/m^3 とする。

4

図1のようにポンプにより湖から丘の上のタンクに、水を流量 $0.030 \text{ m}^3/\text{s}$ で搬送する。使用する市販鋼管 ($\epsilon_{\text{プロン}} = 0.045 \text{ mm}$) は直径 80 mm で、長さ 200 m である。水を搬送するために要求される水動力(水がポンプから受け取った単位時間あたりの仕事)を計算せよ。ただし、水の動粘度は $\nu = 1.12 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 、密度 ρ は 1000 kg/m^3 とし、水面差 H_a は 50 m とする。

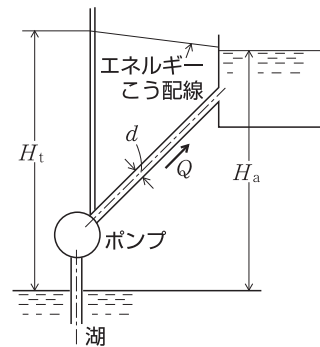


図1 ポンプによる揚水

記入日

. . .

学籍番号

名前

確認印

1

機体質量が 80 kg の人力飛行機に質量 60 kg のパイロットが 2 名乗って飛行する。翼の揚力係数は $C_L = 1.05$ 、翼面積は $S = 54 \text{ m}^2$ である。水平飛行が可能な速度を求めよ。空気の密度を $\bar{\rho} = 1.2 \text{ kg/m}^3$ とする。

学生フォーミュラー大会に出場するためのレーシングカー製作において車体の空力特性について検討している。実車の流れ方向投影面積を測定したところ $S = 1.0 \text{ m}^2$ であった。この車が 60 km/h で走行する際の抗力を求めたい。これについて以下の問いに答えよ。ただし、空気の密度は $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$ 、粘度は $\mu = 18 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 、水の密度は $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ 、粘度を $\mu_w = 1.0 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ とする。

- (1) 抗力係数を求めるために、各部の寸法を $\frac{1}{2}$ にした縮小模型を用いて風洞実験を行う。
 60 km/h での走行を再現するための風洞内の気流の速度を求めよ。
- (2) (1)の速度で模型に作用する抗力が $D = 70 \text{ N}$ であった。抗力係数 C_D を求めよ。
- (3) (2)で求めた抗力係数から、実車の場合に作用する抗力を求めよ。
- (4) 実車の $\frac{1}{10}$ の縮小模型を製作して水流を用いた可視化実験を行う場合には、水流の速度をいくらにすればよいか計算せよ。

記入日

学籍番号

名前

確認印

1

x 軸に平行な一様流れと原点 O からの吹き出しを重ね合わせた二次元ポテンシャル流れの複素速度ポテンシャル $W(z)$ は次のように表される。ただし, U と m は正の定数である。この流れについて $z = re^{i\theta}$ として以下の問いに答えよ。

$$W(z) = Uz + m \log z$$

- (1) 速度ポテンシャル ϕ と流れ関数 ψ を求めよ。
- (2) 流速 (v_r, v_θ) を求めよ。
- (3) よどみ点の座標を求めよ。
- (4) よどみ点を通る流線の関数を求め, それが y 軸と交わる点の座標を求めよ。
- (5) よどみ点より x 座標が小さい領域において x 軸 ($y = 0$) が流線となることを説明せよ。
- (6) $U = 30, m = 25$ とし, よどみ点を通る流線を描き, この複素速度ポテンシャルがどのような流れを表しているか説明せよ。表計算ソフトを使用するとよい。

200 mm×200 mm の正方形断面をもつ長さ 1 m の小型風洞(流入部には乱れを減衰させる整流器が設置されている)を用いて、直径 40 mm の円柱まわりの流れの可視化実験を行うことを計画している。流体は大気圧で 20℃ の空気であり、風量の操作範囲は 2.4 m³/min から 48 m³/min である。この実験計画について、以下の問いに答えよ。

- (1) 風洞の中央部に円柱を設置する。円柱の上流の流れは一樣流れであると考えてよい。その根拠を述べよ。
- (2) 風量の操作範囲から、円柱まわりの流れの可視化で実験可能なレイノルズ数の範囲を求めよ。
- (3) 直径 40 mm の円柱を用いた可視化実験で、直径 16 cm の円柱まわりの流れの様子を再現することを考えた場合、再現可能な風速の範囲を求めよ。空気の圧力と温度は同一の条件としてよい。