

問題 1 1

仮に から水が体積流量 Q_3 [m³/s] でタンクに流入するものとする、連続の式から

$$Q_3 := Q_1 - Q_2$$

である。

(a) 各パイプの内径から各断面積を求める。

$$\begin{bmatrix} D1 \\ D2 \\ D3 \end{bmatrix} := \begin{bmatrix} 0.06 \\ 0.05 \\ 0.04 \end{bmatrix} \quad (\text{m}) \quad \begin{bmatrix} A1 \\ A2 \\ A3 \end{bmatrix} := \frac{\pi}{4} \cdot \begin{bmatrix} D1^2 \\ D2^2 \\ D3^2 \end{bmatrix} \quad (\text{m}^2)$$

パイプ から流れ込む流量 Q_1 [m³/s] は

$$Q_1 := \frac{100}{60 \cdot 60} \quad Q_1 = 0.028 \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

パイプ から流れ出る流速は与えられているので流量が計算できる。

$$v_2 := 8 \quad (\text{m/s}) \quad Q_2 := A_2 \cdot v_2 \quad Q_2 = 0.016 \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

したがって、 Q_3 は

$$Q_3 := Q_1 - Q_2 \quad Q_3 = 0.012 \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad 60 \cdot 60 \cdot Q_3 = 43.451 \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

(b) v_3 の平均値 [m/s] は

$$v_3 := \frac{Q_3}{A_3} \quad v_3 = 9.605 \quad (\text{m/s})$$

問題 1 2

$$m' := 40 \quad (\text{kg/s}) \quad \rho := 1000 \quad (\text{kg/m}^3)$$

$$\begin{bmatrix} D1 \\ D2 \end{bmatrix} := \begin{bmatrix} 0.18 \\ 0.05 \end{bmatrix} \quad (\text{m}) \quad \begin{bmatrix} A1 \\ A2 \end{bmatrix} := \frac{\pi}{4} \cdot \begin{bmatrix} D1^2 \\ D2^2 \end{bmatrix} \quad (\text{m}^2)$$

$$(a) \quad v_1 := \frac{m'}{\rho \cdot A_1} \quad v_1 = 1.572 \quad (\text{m/s})$$

$$(b) \quad v_2 := v_1 \cdot \frac{A_1}{A_2} \quad v_2 = 20.372 \quad (\text{m/s})$$

問題 1 3

$$\begin{bmatrix} D1 \\ D2 \end{bmatrix} := \begin{bmatrix} 0.05 \\ 0.07 \end{bmatrix} \quad (\text{m}) \quad \begin{bmatrix} A1 \\ A2 \end{bmatrix} := \frac{\pi}{4} \cdot \begin{bmatrix} D1^2 \\ D2^2 \end{bmatrix} \quad (\text{m}^2)$$

$$v1 := 3 \quad (\text{m/s}) \quad Q3 := 0.01 \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

$$Q1 := A1 \cdot v1 \quad Q1 = 5.89 \cdot 10^{-3} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

連続の式より

$$Q2 := Q1 + Q3 \quad Q2 = 0.016 \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

ゆえに、

$$v2 := \frac{Q2}{A2} \quad v2 = 4.129 \quad (\text{m/s})$$

問題 1 4

$$\begin{bmatrix} D_f \\ D_0 \\ D_s \end{bmatrix} := \begin{bmatrix} 2.2 \\ 2.5 \\ 0.8 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} A_f \\ A_0 \\ A_d \end{bmatrix} := \frac{\pi}{4} \cdot \begin{bmatrix} D_f^2 \\ D_0^2 \\ D_s^2 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} A_f \\ A_0 \\ A_d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.801 \\ 4.909 \\ 0.503 \end{bmatrix} \quad \text{m}^2$$

小穴の合計面積は

$$AS_s := (1200 \cdot \pi \cdot 0.8 \cdot 4) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0.005^2 \quad AS_s = 0.237 \quad (\text{m}^2)$$

まず

$$Q1 := A_d \cdot v1 \quad Q1 = 17.593 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

ゆえに

$$(a) \quad v_0 := \frac{Q1}{A_0} \quad v_0 = 3.584 \quad \text{m/s}$$

$$Q2 := Q1 - AS_s \cdot v_s \quad Q2 = 15.698 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$(b) \quad v2 := \frac{Q2}{A_d} \quad v2 = 31.23 \quad \text{m/s}$$

$$(c) \quad v_f := \frac{Q2}{A_f} \quad v_f = 4.13 \quad \text{m/s}$$

問題 1 5

原点からのスクリーンの2辺は次のように与えられている。

$$A := \begin{bmatrix} -0.5 \\ 4 \\ 0 \end{bmatrix} \quad B := \begin{bmatrix} 0 \\ -0.5 \\ 2 \end{bmatrix} \quad (\text{m})$$

これらの外積 $\vec{A} \times \vec{B}$ は2辺がつくる並行四辺形の面積の大きさで、このスクリーンの法線方向を示す。

川の流れの速度ベクトルは

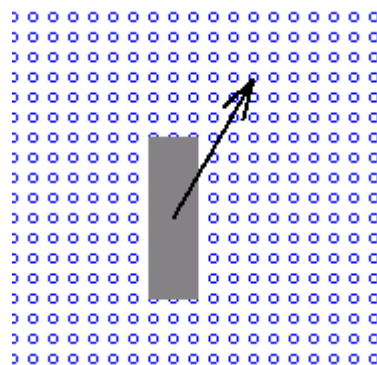
$$v := \begin{bmatrix} 0.2 \\ 0.2 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (\text{m/s})$$

で、スクリーンを通過する流量は

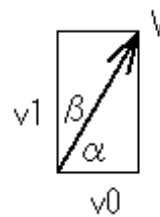
$$Q := (\vec{A} \times \vec{B}) \cdot v \quad Q = 1.8 \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

となる。

問題 1 6



(a)

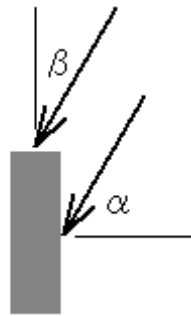


(b)

まずは次のように考えよう。

水滴が静止して浮かんだ空間を箱が矢印の速度で移動している。このとき、頭部が吸い込む水分と腹部が吸い込む水分は単位時間あたりどのような量になるか。

速度ベクトル V の x 、 y 成分を v_0 と v_1 に分けると、頭部は単位時間に単位面積あたり kv_1 の水分を吸収し、腹部は単位時間に単位面積あたり kv_0 の水分を吸収する。ただし、 k は湿気をあらわす係数である。



さて、雨が落下速度 v_1 で降る中を、速度 v_0 で箱が移動するものとする。箱の吸収する水分は単位時間あたり

$$Q = b w k v_1 + b h k v_0 \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

距離 L 動くために要する時間は L/v_0 だから、この間に吸収する水分は

$$W = Q \frac{L}{v_0} = b w k L \frac{v_1}{v_0} + b h k L \quad (\text{m}^3)$$

ここで、 v_1 は一定だから、 v_0 のかわりに $4v_0$ となった場合、水分を吸収する量は少なくなる。

この問題では、単位面積あたりの雨の量は以下のように与えられている。

$$q = k v_1 \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

問題 17

$$z := 2 \quad \text{m} \quad g := 9.8 \quad \text{m/s}^2$$

$$v := \sqrt{2 \cdot g \cdot z} \quad v = 6.261 \quad \text{m/s}$$

$$A := 300 \cdot 10^{-4} \quad \text{m}^2 \quad Q := A \cdot v \quad Q = 0.188 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

問題 18

$$\begin{bmatrix} D1 \\ D2 \end{bmatrix} := \begin{bmatrix} 0.3 \\ 0.1 \end{bmatrix} \quad D1^2 \cdot v1 = D2^2 \cdot v2 \quad v2 = \frac{D1^2}{D2^2} \cdot v1$$

$$\begin{bmatrix} p1 \\ p2 \end{bmatrix} := \begin{bmatrix} 200000 \\ 150000 \end{bmatrix} \quad \text{Pa} \quad \rho := 1000 \quad \frac{p1}{\rho} + \frac{v1^2}{2} = \frac{p2}{\rho} + \frac{v2^2}{2}$$

$$v_1 := \sqrt{\frac{p_1 - p_2}{\rho} \cdot 2 \cdot \frac{1}{\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4 - 1}} \quad Q := \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot v_1 \quad Q = 0.079 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

検算

$$v_2 := \frac{D_1^2}{D_2^2} \cdot v_1 \quad Q := \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot v_2 \quad Q = 0.079 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

問題 19

管内でマンOMETRAの先の影響を受けない部分の圧力と、マンOMETRAの先のマンOMETRA内の水の圧力との差は

$$v := 10 \quad \text{m/s} \quad \rho := 1000 \quad \text{kg/m}^3 \quad \Delta p := \rho \cdot \frac{v^2}{2} \quad \Delta p = 5 \cdot 10^4 \quad \text{N/m}^2$$

また、水銀の高さの差 h の意味する圧力の差は

$$\rho' := 13600 \quad \Delta p = (\rho' - \rho) \cdot g \cdot h$$

両者の p を等しいとおくと

$$(\rho' - \rho) \cdot g \cdot h = 5 \cdot 10^4$$

ゆえに

$$h := \frac{\Delta p}{(\rho' - \rho) \cdot g} \quad h = 0.405 \quad \text{m}$$