

[Z1] Rurociągiem o średnicy wewnętrznej  $d := 50 \cdot \text{mm}$  płynie woda o gęstości  $\rho := 995 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  ze średnią prędkością  $w := 1.4 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Oblicz strumień wody oraz jej prędkość w przewężeniu rurociągu o średnicy  $d_p := 30 \cdot \text{mm}$ .

$$d := 0.05 \cdot \text{m} \quad d_p := 0.03 \cdot \text{m}$$

$$A := \frac{\pi \cdot d^2}{4} \xrightarrow[\text{ALL}]{\text{explicit}} \frac{\pi \cdot (0.05 \cdot \text{m})^2}{4} = 0.001963 \text{ m}^2$$

$$m_w := A \cdot w \cdot \rho \xrightarrow[\text{ALL}]{\text{explicit}} 0.00196349540849362 \cdot \text{m}^2 \cdot 1.4 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 995 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2.735 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$2.735 \left( \text{m}^2 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 2.735 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$m_w = A_p \cdot w_p \cdot \rho$$

$$A_p := \frac{\pi \cdot d_p^2}{4} \xrightarrow[\text{ALL}]{\text{explicit}} \frac{\pi \cdot (0.03 \cdot \text{m})^2}{4} = (7.068583 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^2$$

$$w_p := \frac{m_w}{A_p \cdot \rho} \xrightarrow[\text{ALL}]{\text{explicit}} \frac{2.73514910403161 \cdot \text{kg}}{\text{s}} \cdot \frac{1}{0.000706858347057703 \cdot \text{m}^2 \cdot 995 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 3.889 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$3.889 \left( \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^3}{\text{s} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}} \right) = 3.889 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

[Z2] Kulka stalowa spadła na sztywne podłoże z wysokości  $h := 5 \cdot m$ . O ile kelwinów mogła maksymalnie wzrosnąć temperatura kulki? Ciepło właściwe stali przyjąć równe

$$c := 470 \cdot \frac{J}{kg \cdot K}$$

$$E_p = Q$$

$$E_p = m_k \cdot g \cdot h \qquad Q = m_k \cdot c \cdot \Delta T \qquad g = 9.80665 \frac{m}{s^2}$$

$$m_k \cdot g \cdot h = m_k \cdot c \cdot \Delta T$$

$$\Delta T := \frac{g \cdot h}{c} = 0.10433 \text{ K} \qquad \left( \frac{m}{s^2} \cdot m \cdot \frac{kg \cdot K}{J} \right) = \left( \frac{m}{s^2} \cdot m \cdot \frac{kg \cdot K}{\frac{kg \cdot m}{s^2} \cdot m} \right) = 1 \text{ K}$$

[Z3] Czajnik elektryczny ma grzałkę o mocy  $Q_g := 1.5 \cdot kW$ . Ile minut będzie trwało zagotowanie w tym czajniku  $V := 1.2 \cdot L$  wody o temperaturze  $t_1 := 20 \text{ }^\circ C$ . Ciepło właściwe wody przyjąć równe  $c := 4.18 \cdot \frac{kJ}{kg \cdot K}$ , a jej gęstość równą  $\rho := 998.2 \cdot \frac{kg}{m^3}$ .

$$t_2 := 100 \text{ }^\circ C \qquad m_w := \rho \cdot V = 1.198 \text{ kg} \qquad Q := m_w \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 400.558 \text{ kJ}$$

$$\left( kg \cdot \frac{kJ}{kg \cdot K} \cdot K \right) = 1 \text{ kJ}$$

$$Q = Q_g \cdot \tau$$

$$\tau := \frac{Q}{Q_g} = 267.038 \text{ s} \qquad \tau = 4.451 \text{ min}$$

[Z4] Do jakiej temperatury nagrzewnica przepływowa o mocy  $Q_g := 14 \cdot \text{kW}$  podgrzeje

$m_w := 0.1 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{s}}$  wody o temperaturze  $t_1 := 14 \text{ }^\circ\text{C}$ . Ciepło właściwe wody przyjąć równe

$$c_w := 4190 \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}.$$

$$Q = m_w \cdot c_w \cdot (t_2 - t_1)$$

$$t_2 := t_1 + \frac{Q_g}{m_w \cdot c_w} = 47.413 \text{ }^\circ\text{C}$$

[Z5] Ołowiany pocisk o temperaturze  $t_1 := 80 \text{ }^\circ\text{C}$ , lecący z prędkością  $w := 140 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , uderzył

w ścianę budynku. Zakładając, że pocisk pochłonął 68% ciepła wydzielonego podczas zderzenia, obliczyć przyrost temperatury pocisku. Ciepło właściwe ołowiu jest równe

$$c_o := 130 \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}.$$

$$E_k = \frac{m \cdot w^2}{2}$$

$$Q = m \cdot c_o \cdot \Delta t$$

$$Q = 0.68 \cdot E_k$$

$$0.68 \cdot \frac{m \cdot w^2}{2} = m \cdot c_o \cdot \Delta t$$

$$\Delta t := \frac{0.68 w^2}{2 \cdot c_o} = 51.262 \text{ K}$$

$$\left( \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{K}}{\text{J}} \right) = 1 \text{ K}$$

$$J = \text{N} \cdot \text{m} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}$$

$$\text{kJ} \equiv 1000 \cdot \text{J}$$