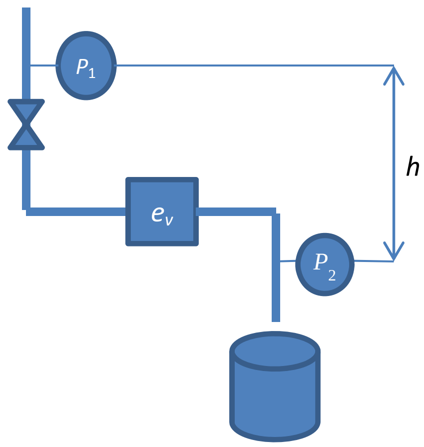
Cognome	Nome	Matricola	Firma

Problema 1. Un sistema di filtrazione a freddo dell'olio di oliva è descritto in figura. L'olio, alla temperatura T, viene inviato nel filtro (dispositivo caratterizzato da una perdita di carico concentrata e_v) e poi viene immesso in dei fusti di forma cilindrica del diametro D che vengono riempiti fino al livello h. La tubazione adottata è liscia di diametro d, lunghezza totale L, presenta una valvola a saracinesca aperta e due curve a gomito a 90°. La pressione nella tubazione è misurata a monte e a valle del filtro, in corrispondenza di due manometri che misurano i valori P_1 e P_2. I due manometri presentano tra loro un dislivello di quota H. Calcolare:



1) La portata di olio che scorre nella tubazione,

2) Il tempo necessario a riempire un fusto d'olio.

Se un fusto ha sul fondo un foro di diametro d, calcolare

3) Il tempo necessario affinché il livello nel fusto raggiunga la quota h.

Dati. T = 20°C, e_v = 50, D = 50 cm, h = 40 cm, d = 2.5 cm, L = 20 m, P_1 = 4 bar, P_2 = 2 bar, H = 10 m.

Problema 2. Una lastra metallica (di conducibilità k, densità ρ e calore specifico C_p) quadrata, di lato L e spessore s, è inizialmente a temperatura T_0, è disposta orizzontalmente ed è investita da aria fredda, a temperatura T_a e velocità v_a. Scambia calore con l'aria dalla superficie inferiore e da quella superiore.

1) Calcolare il coefficiente di scambio convettivo tra lastra e aria, e la portata iniziale di calore scambiata tra lastra e aria.

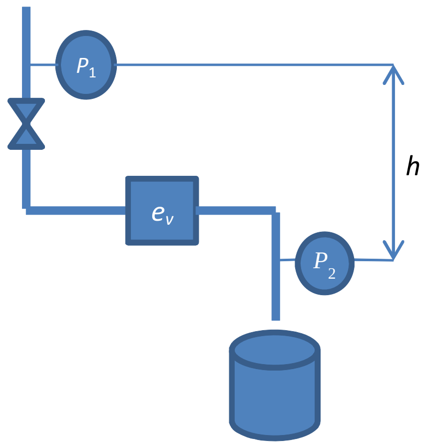
2) Determinare se il transitorio di raffreddamento si può trattare a parametri concentrati o si deve trattare a parametri distribuiti,

3) Assumendo che i parametri di trasporto rimangano costanti sui valori iniziali, determinare dopo quanto tempo il piano mediano della lastra raggiunge la temperatura T_m.

Dati. L = 0.3 m, s = 1 cm, T_0 = 120°C, T_a = 10°C, v_a = 0.3 m/s, T_m = 20°C, k = 0.5 W/mK, ρ = 5000 kg/m^3, C_p = 2 kJ/kgK.

Problema 1. Un sistema di filtrazione a freddo dell'olio di oliva è descritto in figura. L'olio, alla temperatura T, viene inviato nel filtro (dispositivo caratterizzato da una perdita di carico concentrata e_v) e poi viene immesso in dei fusti di forma cilindrica del diametro D che vengono riempiti fino al livello h. La tubazione adottata è liscia di diametro d, lunghezza totale L, presenta una valvola a saracinesca aperta e due curve a gomito a 90°.

La pressione nella tubazione è misurata a monte e a valle del filtro, in corrispondenza di due manometri che misurano i valori P_1 e P_2. I due manometri presentano tra loro un dislivello di quota H. Calcolare:



1) La portata di olio che scorre nella tubazione,

2) Il tempo necessario a riempire un fusto d'olio.

Se un fusto ha sul fondo un foro di diametro d, calcolare

3) Il tempo necessario affinché il livello nel fusto raggiunga la quota h.

Dati. T = 20°C, e_v = 50, D = 50 cm, h = 40 cm, d = 2.5 cm, L = 20 m, P_1 = 4 bar, P_2 = 2 bar, H = 10 m.

$\mu := 84000\cdot 10^{-6}\,\mathrm{Pa\cdot s} = 0.084\cdot \mathrm{Pa\cdot s}$ $\quad \rho := 914\cdot\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$ $\quad C_p := 1.633\cdot\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg\cdot K}}$ $\quad \Sigma e_v := 2\cdot 1.3 + 0.2 + 50 = 52.8$

$d := 2.5\cdot\mathrm{cm}$ $\quad D := 50\cdot\mathrm{cm}$ $\quad h := 40\cdot\mathrm{cm}$ $\quad L := 20\cdot\mathrm{m}$ $\quad H := 10\cdot\mathrm{m}$ $\quad P_1 := 4\cdot\mathrm{bar}$ $\quad P_2 := 2\cdot\mathrm{bar}$

$$v := 1\cdot\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \qquad v_I := \sqrt{2\cdot\frac{\left(\frac{P_1 - P_2}{\rho} + g\cdot H\right)}{\left(\frac{4\cdot f\left(\frac{v\cdot d\cdot\rho}{\mu},0\right)\cdot L}{d} + \Sigma e_v\right)}} \qquad v_I = 1.622\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

$$v_{II} := \sqrt{2\cdot\frac{\left(\frac{P_1 - P_2}{\rho} + g\cdot H\right)}{\left(\frac{4\cdot f\left(\frac{v_I\cdot d\cdot\rho}{\mu},0\right)\cdot L}{d} + \Sigma e_v\right)}} \qquad v_{II} = 1.937\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

$$v := 1\cdot\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \qquad \text{Given} \qquad \frac{P_1 - P_2}{\rho} + g\cdot H = \frac{v^2}{2}\cdot\left(\frac{4\cdot f\left(\frac{v\cdot D\cdot\rho}{\mu},0\right)\cdot L}{d} + \Sigma e_v\right) \qquad v := \mathrm{Minerr}(v) = 2.914\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

$$t_{Riemp} := \frac{\pi\cdot D^2\cdot h}{\left(\frac{\pi\cdot d^2}{4}\cdot v\right)} = 3.661\cdot\mathrm{min}$$

$$\rho\cdot\frac{\pi\cdot D^2}{4}\cdot\left(\frac{d}{dt}h(t)\right) = \rho\cdot\frac{\pi\cdot d^2}{4}\cdot v - \rho\cdot\frac{\pi\cdot d^2}{4}\cdot v_{OUT} \qquad v_{OUT} := \sqrt{2\cdot g\cdot h}$$

$$D^2\cdot\left(\frac{d}{dt}h(t)\right) = d^2\cdot\left(v - \sqrt{2\cdot g\cdot h(t)}\right) = d^2\cdot\sqrt{2\cdot g}\cdot\left(\frac{v}{\sqrt{2\cdot g}} - \sqrt{h}\right) \qquad A = \frac{v}{\sqrt{2\cdot g}}$$

$$\frac{1}{A - \sqrt{h}}\cdot dh = \frac{d^2\cdot\sqrt{2g}}{D^2}\cdot dt$$

$$\int \frac{1}{A - \sqrt{\eta}}\, d\eta \rightarrow -2\cdot A\cdot\ln\left(\sqrt{\eta} - A\right) - 2\cdot\sqrt{\eta} \qquad \int_{h_0}^{h_t} \frac{1}{A - \sqrt{\eta}}\, d\eta \rightarrow 2\cdot A\cdot\ln\left(\sqrt{h_0} - A\right) - 2\cdot A\cdot\ln\left(\sqrt{h_t} - A\right) + 2\cdot\sqrt{h_0} - 2\cdot\sqrt{h_t}$$

$$h_t := h = 40\cdot cm \qquad h_0 := 0\cdot cm \qquad A := \frac{v}{\sqrt{2\cdot g}} = 0.658\,m^{0.5}$$

$$I := 2A\cdot\ln\left(\frac{\sqrt{h_0} - A}{\sqrt{h_t} - A}\right) + 2\cdot\left(\sqrt{h_0} - \sqrt{h_t}\right) = 3.015\,m^{0.5} \qquad \int_{h_0}^{h_t} \frac{1}{A - \sqrt{\eta}}\, d\eta = 3.015\,m^{0.5}$$

$$t_{Riemp2} := \frac{D^2}{d^2\cdot\sqrt{2\cdot g}}\cdot I = 4.538\cdot min$$

Problema 2. Una lastra metallica (di conducibilità k, densità ρ e calore specifico C_p) quadrata, di lato L e spessore s, è inizialmente a temperatura T_0, è disposta orizzontalmente ed è investita da aria fredda, a temperatura T_a e velocità v_a. Scambia calore con l'aria dalla superficie inferiore e da quella superiore.

1) Calcolare il coefficiente di scambio convettivo tra lastra e aria, e la portata iniziale di calore scambiata tra lastra e aria.

2) Determinare se il transitorio di raffreddamento si può trattare a parametri concentrati o si deve trattare a parametri distribuiti,

3) Assumendo che i parametri di trasporto rimangano costanti sui valori iniziali, determinare dopo quanto tempo il piano mediano della lastra raggiunge la temperatura T_m.

Dati. L = 0.3 m, s = 1 cm, T_0 = 120°C, T_a = 10°C, v_a = 0.3 m/s, T_m = 20°C, k = 0.5 W/mK, ρ = 5000 kg/m^3, C_p = 2 kJ/kgK.

$L := 0.3\text{m}$ $\quad s := 1\text{cm}$ $\quad T_0 := 120\,°\text{C}$ $\quad T_a := 10\,°\text{C}$ $\quad v_a := 0.3\cdot\dfrac{\text{m}}{\text{sec}}$ $\quad T_m := 20\,°\text{C}$

$k := 0.5\cdot\dfrac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$ $\quad \rho := 5000\cdot\dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ $\quad C_P := 2\cdot\dfrac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$

$$T_f := \frac{T_0 + T_a}{2} = 65\cdot°\text{C}$$

$$N_{Re.L} := \frac{v_a\cdot L\cdot\rho_A(T_f)}{\mu_A(T_f)} = 4.668\times 10^3 \qquad j_{Hm} := 2\cdot 0.332\cdot(N_{Re.L})^{-0.5} = 9.718\times 10^{-3}$$

$$h := \frac{k_A(T_f)}{L}\cdot\left(j_{Hm}\cdot N_{Re.L}\cdot N_{Pr.A}(T_f)^{0.33}\right) = 3.891\cdot\frac{\text{W}}{\text{m}^2\cdot\text{K}}$$

$$Q_0 := 2\cdot L^2\cdot h\cdot(T_0 - T_a) = 77.045\,\text{W}$$

$$N_{Bi} := \frac{h}{\frac{k}{\frac{s}{2}}} = 0.039$$

$$\rho\cdot C_P\cdot L^2\cdot s\cdot\left(\frac{d}{dt}T(t)\right) = -2\cdot L^2\cdot h\cdot(T - T_a) \qquad T(t = 0) = T_0$$

$$\frac{1}{T - T_a}\cdot\left(\frac{d}{dt}T(t)\right) = -\frac{2\cdot h}{\rho\cdot C_p\cdot s} = -\frac{1}{\tau} \qquad \tau := \left(\frac{2\cdot h}{\rho\cdot C_p\cdot s}\right)^{-1} = 2.914\cdot\text{hr}$$

$$\ln\left(\frac{T(t) - T_a}{T_0 - T_a}\right) = \frac{-t}{\tau} \qquad t° := -\tau\cdot\ln\left(\frac{T_m - T_a}{T_0 - T_a}\right) = 6.988\cdot\text{hr}$$