Cognome	Nome	Matricola	Firma

Problema 1. Un olio combustibile, di densità ρ e viscosità μ, viene fatto circolare attraverso una tubazione liscia a sezione anulare di diametro interno D_1 e diametro esterno D_2, disposta orizzontalmente e lunga L. La perdita di carico osservata ai capi della tubazione sia ΔP. La tubazione alimenta un serbatoio, inizialmente vuoto, di forma cilindrica di diametro D, con un foro sul fondo di diametro d.

1. Calcolare la portata volumetrica di olio che viene inviata nel serbatoio,
2. Proporre una equazione per descrivere il riempimento del serbatoio, tenendo conto del foro sul fondo.
3. Calcolare dopo quanto tempo l'altezza dell'olio nel serbatoio raggiunge il valore H.

Dati. D_1 = 5 cm, D_2 = 10 cm, L = 10 m, ΔP = 2000 Pa, μ = 0.01 Pa·s, ρ = 800 kg/m^3, D = 3 m, d = 5 cm, H = 2 m.

Problema 2. Un pannello solare è assimilabile ad una lastra piana orizzontale di lato L, ed è esposto ad un flusso q_{sol} di radiazione solare, mentre è investito da una corrente di aria fredda a velocità v_∞ e temperatura T_∞. Il pannello è un corpo grigio di remissività ε, completamente affacciato su superfici alla temperatura T_a, che si possono supporre nere. Calcolare:

1. La temperatura di stato stazionario del pannello;
2. Il flusso di calore scambiato per convezione forzata dal pannello, chiarendone il verso;
3. Il flusso di calore scambiato per irraggiamento dal pannello con l'ambiente esterno, chiarendone il verso.

Dati. L = 3.5 m, q_{sol} = 800 W/m^2, v_∞ = 0.5 m/s, T_∞ = 280 K, ε = 0.737, T_a = 250 K.

Istruzioni: compilare con i propri dati la parte alta di questo foglio; per le risposte ai problemi utilizzare tutte e sole le facciate di questo foglio.

Problema 1. Un olio combustibile, di densità ρ e viscosità μ, viene fatto circolare attraverso una tubazione liscia a sezione anulare di diametro interno D_1 e diametro esterno D_2, disposta orizzontalmente e lunga L. La perdita di carico osservata ai capi della tubazione sia ΔP. La tubazione alimenta un serbatoio, inizialmente vuoto, di forma cilindrica di diametro D, con un foro sul fondo di diametro d.

1. Calcolare la portata di olio che viene inviata nel serbatoio,
2. Proporre una equazione per descrivere il riempimento del serbatoio, tenendo conto del foro sul fondo.
3. Proporre un metodo per calcolare dopo quanto tempo l'altezza dell'olio nel serbatoio raggiunge il valore H. Se il calcolo è agevole, determinare tale tempo.

Dati. D_1 = 5 cm, D_2 = 10 cm, L = 10 m, ΔP = 2000 Pa, μ = 0.01 Pa·s, ρ = 800 kg/m^3, D = 3 m, d = 5 cm.

$D_1 := 5\cdot cm \quad D_2 := 10\cdot cm \quad L := 10\cdot m \quad \Delta P := 2000\cdot Pa \quad \mu := 0.01\cdot Pa\cdot s \quad \rho := 800\cdot \frac{kg}{m^3} \quad D := 3\cdot m \quad H := 2\cdot m$

$d := 5cm$

$R_h := \frac{\pi\cdot\left(D_2^{\,2} - D_1^{\,2}\right)}{4\cdot\pi\left(D_2 + D_1\right)} = 1.25\cdot cm$ raggio idraulico

$v := 1\cdot\frac{m}{s}$ Given $\frac{\Delta P}{\rho} = \frac{v^2}{2}\cdot f\left(\frac{v\cdot 4\cdot R_h\cdot\rho}{\mu}, 0\right)\cdot\frac{L}{R_h}$ $v := \mathrm{Minerr}(v) = 0.751\,\frac{m}{s}$

B. di E.M.

$Vp := v\cdot\pi\cdot\left(D_2^{\,2} - D_1^{\,2}\right) = 0.018\,\frac{m^3}{s}$

$N_{Re} := \frac{v\cdot 4\cdot R_h\cdot\rho}{\mu} = 3.004\times 10^3$ $f\left(\frac{v\cdot 4\cdot R_h\cdot\rho}{\mu}, 0\right) = 0.011$

$\rho\cdot\frac{\pi\cdot D^2}{4}\cdot\left(\frac{d}{dt}H(t)\right) = \rho\cdot Vp - \rho\cdot\frac{\pi\cdot d^2}{4}\cdot v_{out}(t)$ $\frac{v_{out}(t)^2}{2} = g\cdot H(t)$

$\frac{1}{\sqrt{2\cdot g}}\cdot\left(\frac{D}{d}\right)^2\cdot\frac{d}{dt}H(t) = \frac{4\cdot Vp}{\pi\cdot d^2\cdot\sqrt{2g}} - H(t)^{0.5}$ $A := \frac{1}{\sqrt{2\cdot g}}\cdot\left(\frac{D}{d}\right)^2 = 812.881\,\frac{s}{m^{0.5}}$ $B := \frac{4\cdot Vp}{\pi\cdot d^2\cdot\sqrt{2g}} = 2.035\,m^{0.5}$

$\frac{dH}{B - H^{0.5}} = \frac{dt}{A}$ $\int_0^H \frac{1}{B - x^{\frac{1}{2}}}\,dx = -\left(2\cdot B\cdot\ln\left(\frac{B-\sqrt{H}}{B}\right) + 2\sqrt{H}\right)$ $t° := A\cdot -\left(2\cdot B\cdot\ln\left(\frac{B-\sqrt{H}}{B}\right) + 2\sqrt{H}\right) = 1.629\times 10^3\,s$

$t° = 27.146\cdot min$

Problema 2. Un pannello solare è assimilabile ad una lastra piana orizzontale di lato *L*, ed è esposto ad un flusso q_{sol} di radiazione solare, mentre è investito da una corrente di aria fredda a velocità v_8 e temperatura T_8. Il pannello è un corpo grigio di remissività ε, completamente affacciato su superfici alla temperatura T_a, che si possono supporre nere. Calcolare:

1. La temperatura di stato stazionario del pannello;
2. Il flusso di calore scambiato per convezione forzata dal pannello, chiarendone il verso;
3. Il flusso di calore scambiato per irraggiamento dal pannello con l'ambiente esterno, chiarendone il verso.

Dati. L = 3.5 m, q_{sol} = 800 W/m^2, v_8 = 0.5 m/s, T_8 = 280 K, ε = 0.737, T_a = 250 K.

$L := 3.5 \cdot m$ $\quad q_{sol} := 800 \cdot \frac{W}{m^2}$ $\quad v_{inf} := .5 \cdot \frac{m}{s}$ $\quad T_{inf} := 280 \cdot K$ $\quad T_a := 250 \cdot K$ $\quad \varepsilon := 0.737$

$T_{inf} = 6.85 \cdot °C$ $\quad T_a = -23.15 \cdot °C$

$\sigma := 5.67 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$

$$N_{Re} := \frac{v_{inf} \cdot L}{\nu_A(T_{inf})} = 1.271 \times 10^5 \qquad N_{Pr} := N_{Pr.A}(T_{inf}) = 0.714$$

$$N_{Nu.m} := 2 \cdot 0.332 \cdot N_{Re}^{0.8} \cdot N_{Pr}^{0.33} = 7.199 \times 10^3 \qquad h_m := \frac{k_A(T_{inf})}{L} N_{Nu.m} = 50.596 \cdot \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$T := T_{inf}$ $\quad$ Given

$$q_{sol} \cdot \varepsilon = \sigma \cdot \varepsilon \cdot \left(T^4 - T_a^4\right) + \frac{k_A\left(\frac{T + T_{inf}}{2}\right)}{L} \cdot \left[2 \cdot 0.332 \cdot \left(\frac{v_{inf} \cdot L}{\nu_A\left(\frac{T + T_{inf}}{2}\right)}\right)^{0.5} \cdot N_{Pr.A}\left(\frac{T + T_{inf}}{2}\right)^{0.33}\right] \cdot \left(T - T_{inf}\right)$$

$T := \text{Minerr}(T) = 352.583\ K$ $\qquad T = 79.433 \cdot °C$

$$N_{Re} := \frac{v_{inf} \cdot L}{\nu_A\left(\frac{T + T_{inf}}{2}\right)} = 1.02 \times 10^5 \qquad N_{Pr.A}\left(\frac{T + T_{inf}}{2}\right) = 0.711$$

$$N_{Nu.m} := 2 \cdot 0.332 \cdot \left(N_{Re}\right)^{0.5} \cdot N_{Pr.A}\left(\frac{T + T_{inf}}{2}\right)^{0.33} = 189.468 \qquad h_m := \frac{k_A\left(\frac{T + T_{inf}}{2}\right)}{L} \cdot N_{Nu.m} = 1.475 \cdot \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$q_{CF} := h_m \cdot \left(T - T_{inf}\right) = 107.034 \cdot \frac{W}{m^2} \qquad q_{IRR} := \sigma \cdot \varepsilon \cdot \left(T^4 - T_a^4\right) = 482.566 \cdot \frac{W}{m^2}$$

$$\frac{N_{Nu.m}}{N_{Re} \cdot N_{Pr.A}\left(\frac{T + T_{inf}}{2}\right)^{0.33}} = 0.00208$$