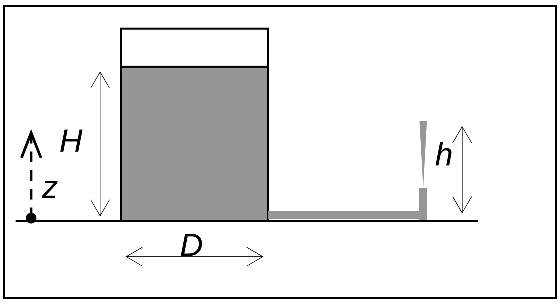
Cognome	Nome	Matricola	Firma

Problema 1. Un serbatoio cilindrico di diametro D è pieno fino al livello H di acqua a cui è stato aggiunto del polimero (la densità è la stessa dell'acqua pura, ma la viscosità è maggiore). Dal serbatoio (in cui il livello si può considerare costante) viene prelevata la soluzione che, per mezzo di un tubo liscio di lunghezza totale L e diametro d, e che presenta una curva a 90°, viene fatta passare per un ugello di diametro finale $d/2$ e di altezza trascurabile, producendo uno zampillo fino alla quota h.



Calcolare:

1. La portata volumetrica di soluzione polimerica,
2. La viscosità della soluzione,

Dati: $D = 6$ m, $H = 4$ m, $d = 5$ cm, $L = 2$ m, $h = 2$ m.

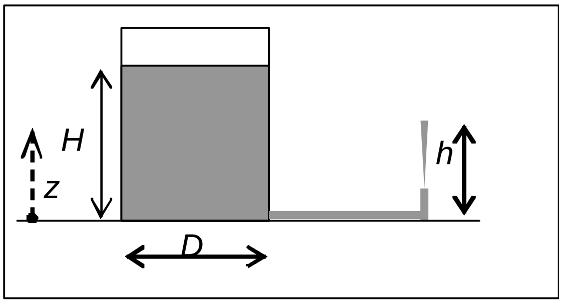
Problema 2. Un filo di rame, di diametro D, lunghezza L e conducibilità k_{Cu}, è attraversato da una corrente di intensità I dovuta ad una differenza di potenziale ddp. Il filo è ricoperto di una guaina di isolante spesso s_{iso} e di conducibilità k_{iso}, ed è esposto ad un vento di velocità v_a e temperatura T_a (il filo si può assimilare ad un cilindro orizzontale infinito, stimare le caratteristiche dell'aria alla temperatura T_a).

1. Calcolare la potenza dissipata per unità di lunghezza del filo,
2. Determinare il profilo di temperatura nella sezione del filo, calcolando in particolare la temperatura all'asse e la temperatura alla superficie esterna della guaina.

Dati. $D = 2$ cm, $L = 5$ m, $k_{Cu} = 70$ W·K^{-1}·m^{-1}, $I = 10$ A, $ddp = 220$ V, $s_{iso} = 3$ cm, $k_{iso} = 0.9$ W·K^{-1}·m^{-1}, $T_a = 10$°C, $v_a = 15$ m·s^{-1}.

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 serbatoio cilindrico di diametro *D* è pieno fino al livello *H* di acqua a cui è stato aggiunto del polimero (la densità è la stessa dell'acqua pura, ma la viscosità è maggiore). Dal serbatoio (in cui il livello si può considerare costante) viene prelevata la soluzione che, per mezzo di un tubo liscio di lunghezza totale *L* e diametro *d*, e che presenta una curva a 90°, viene fatta passare per un ugello di diametro finale *d*/2 e di altezza trascurabile, producendo uno zampillo fino alla quota *h*.



Calcolare:

1. La portata volumetrica di soluzione polimerica,
2. La viscosità della soluzione,

Dati: *D* = 6 m, *H* = 4 m, *d* = 5 cm, *L* = 2 m, *h* = 2 m.

$D := 6 \cdot m \qquad H := 4 \cdot m \qquad d := 5 \cdot cm \qquad L := 2m \qquad h := 2 \cdot m \qquad \rho := 10^3 \cdot \frac{kg}{m^3}$

Sezione 1 = pelo libero nel serbatoio, sezione 2 = sommità del getto, sezione 3, subito a valle dell'ugello

Bilancio di energia meccanica tra "3 e 2": $v_3 := \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 6.263 \frac{m}{s}$

Bilancio di massa subito prima dell'ugello (sezione 3) e subito dopo l'ugello (nel tubo): $v_t := v_3 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{d^2} = 1.566 \frac{m}{s}$ $\qquad Vp := \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v_t = 3.074 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$

Bilancio di energia meccanica tra "1 e 3"

$$0 + g \cdot H + 0 = \frac{v_3^2}{2} + 0 + 0 + \frac{v_t^2}{2} \cdot \left[\frac{4 \cdot f \cdot L}{d} + 0.45 + 0.60 + 0.45 \left[1 - \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{d^2}\right]\right]$$

$$\Sigma e := 0.45 + 0.60 + 0.45 \left[1 - \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{d^2}\right] = 1.388 \qquad ff := \frac{d}{4 \cdot L} \cdot \frac{2}{v_t^2} \cdot \left(g \cdot H - \frac{v_3^2}{2} - \frac{v_t^2}{2} \cdot \Sigma e\right) = 0.091$$

$N_{Re} := 10^7 \qquad$ Given $\qquad ff = f\left(N_{Re}, 0\right) \qquad N_{Re} := \mathrm{Minerr}\left(N_{Re}\right) = 175.192$

$$\mu := \frac{\left(v_t \cdot d \cdot \rho\right)}{N_{Re}} = 0.447 Pa \cdot s$$

Verifica: Bilancio di energia meccanica tra "1 e 2"

$$0 + g \cdot H + 0 = 0 + g \cdot h + 0 + \frac{v_t^2}{2} \cdot \left(\frac{4 \cdot f \cdot L}{d} + \Sigma e\right) \qquad fff := \left[\frac{2 \cdot g \cdot (H - h)}{v_t^2} - \Sigma e\right] \cdot \frac{d}{4 \cdot L} = 0.091$$

Dato che f è lo stesso, anche μ sarà la stessa

Problema 2. Un filo di rame, di diametro D, lunghezza L e conducibilità k_{Cu}, è attraversato da una corrente di intensità I dovuta ad una differenza di potenziale ddp. Il filo è ricoperto di una guaina di isolante spesso s_{iso} e di conducibilità k_{iso}, ed è esposto ad un vento di velocità v_a e temperatura T_a (il filo si può assimilare ad un cilindro orizzontale infinito, stimare le caratteristiche dell'aria alla temperatura T_a).

1. Calcolare la potenza dissipata per unità di lunghezza del filo,
2. Determinare il profilo di temperatura nella sezione del filo, calcolando in particolare la temperatura all'asse e la temperatura alla superficie esterna della guaina.

Dati. D = 2 cm, L = 5 m, k_{Cu} = 70 W·K^{-1}·m^{-1}, I = 10 A, ddp = 220 V, s_{iso} = 3 cm, k_{iso} = 0.9 W·K^{-1}·m^{-1}, T_a = 10°C, v_a = 15 m·s^{-1}.

$$k_{Cu} := 70 \cdot \frac{W}{m \cdot K} \qquad D := 2 \cdot cm \qquad r_1 := \frac{D}{2} \qquad s_{iso} := 3 \cdot cm \qquad r_2 := r_1 + s_{iso} \qquad k_{iso} := 0.9 \cdot \frac{W}{m \cdot K} \qquad T_a := 10\,°C$$

$$v_a := 15 \cdot \frac{m}{s}$$

$$I := 10 \cdot A \qquad ddp := 220 \cdot V \qquad P := I \cdot ddp = 2.2 \times 10^3\,W \qquad L := 5 \cdot m \qquad G := \frac{P}{\pi \cdot r_1^2 \cdot L} = 1.401 \times 10^6 \cdot \frac{W}{m^3}$$

$$\frac{P}{L} = 440 \cdot \frac{W}{m}$$

$$N_{Re.D} := \frac{v_a \cdot 2 \cdot r_2}{\nu_A(T_a)} = 8.532 \times 10^4 \qquad N_{Pr} := N_{Pr.A}(T_a) = 0.714$$

$$N_{Nu} := \left(0.4 \cdot N_{Re.D}^{\,0.5} + 0.06 \cdot N_{Re.D}^{\,0.67}\right) \cdot N_{Pr}^{\,0.4} = 207.716 \qquad h := \frac{N_{Nu} \cdot k_A(T_a)}{D} = 257.78 \frac{1}{m^2 \cdot K} \cdot W$$

$$T_2 := T_a + \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot r_2 \cdot L \cdot h} = 16.791 \cdot °C$$

$$T_1 := T_2 + \frac{P}{2 \cdot \pi\, L \cdot k_{iso}} \cdot \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) = 124.658 \cdot °C \qquad T_a + \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left(\frac{1}{r_2 \cdot h} + \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) \cdot \frac{1}{k_{iso}}\right) = 124.658 \cdot °C$$

$$T_0 := T_1 + \frac{G}{4 \cdot k_{Cu}} \cdot \left[r_1^{\,2} - (0 \cdot m)^2\right] = 125.158 \cdot °C$$