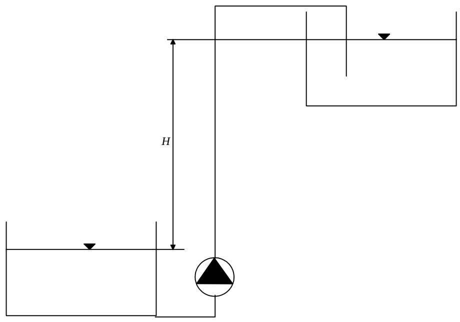
Prova scritta di Fisica Tecnica I – 08/09/2006

Esercizio 1

L'impianto di pompaggio, schematizzato in figura, deve pompare una portata di massa d'acqua pari a $\dot{m} = 10000 \frac{kg}{h}$ tra due serbatoi, i cui peli liberi presentano un dislivello H = 80 m. Sapendo che la lunghezza della tubazione è di L= 200 m, il suo diametro interno è D = 40 mm e la rugosità interna della parete è $\varepsilon = 0{,}4\,mm$, calcolare, trascurando le perdite localizzate:

1. la prevalenza della pompa (la differenza di pressione tra mandata e aspirazione della pompa).
2. La potenza che la pompa fornisce al fluido.



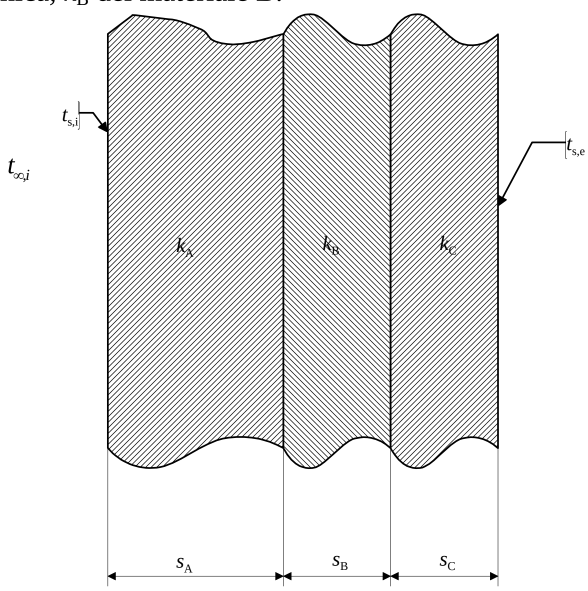
Note: per calcolare il coefficiente di attrito utilizzare la formula di Moody : $f = 5{,}5\,10^{-3}\left[1+\left(200s+\frac{10^6}{Re}\right)^{\frac{1}{3}}\right]$ *dove s è la rugosità relativa;Per l'acqua utilizzare i seguenti valori* $\rho = 1000\frac{kg}{m^2}$ $\quad \mu = 1{,}00 * 10^{-3}\,\frac{kg}{m\,s}$.

Esercizio 2.

Come schematizzato in figura, la parete di un forno è composta da tre materiali diversi A, B, C. È noto il valore della conducibilità termica dei materiali A e C mentre è incognita la conducibilità di B. Sapendo che:

- k_A = 15 $W/(m\,K)$ e k_C = 40 $W/(m\,K)$;
- gli spessori spessore dei tre strati sono: s_A = 300 mm, s_B = 150 mm, s_C = 150 mm
- la temperatura dell'aria interna è uguale a $t_{\infty,i} = 800\ °C$,
- la temperatura della superficie interna è uguale a $t_{s,i} = 600^0C$ e quella della superficie esterna è $t_{s,e} = 20^0C$
- il coefficiente convettivo interno è uguale a h_i = 25 $W/(m^2\,K)$.

Calcolare la conducibilità termica, k_B del materiale B.



Teoria

1. Ricavare l'equazione dell'umidità specifica e poi esprimerla in funzione dell'umidità relativa.
2. Dimostrare che la laminazione è una trasformazione isoentalpica.
3. Ricavare l'espressione della temperatura media logaritmica per uno scambiatore a tubi concentrici in controcorrente.

Soluzione
Esercizio 1

Scelgo come volume di controllo il volume delimitato dai due peli liberi.
$w_1 = w_2 = 0$ $p_1 = p_2 = p_{atm}$
l'equazione dell'energia meccanica si riduce a

$$(gH + R_{1-2})\dot{m} = -\dot{L}_t$$
$$\rho Sw(gH + R_{1-2}) = \Delta pSw \Rightarrow \Delta p = \rho gH + \rho R_{1-2}$$

Ma ρR_{1-2} lo valuto con la formula delle perdite di carico

$$w = \frac{\dot{m}}{\rho S} = 4\frac{\dot{m}}{\rho\pi D^2} = 4 * \frac{10000}{1000 * 3600 * \pi * 0{,}04^2} = 2{,}21\frac{m}{s}$$

$$Re = \frac{\rho Dw}{\mu} = \frac{1000 * 0{,}04 * 2{,}21}{10^{-3}} = 88420$$

$$s = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0{,}4}{40} = 0{,}01$$

$$f = 5{,}51 * 10^{-3}\left[1 + \left(200 * 0{,}01 + \frac{10^6}{88420}\right)^{\frac{1}{3}}\right] = 1{,}85 * 10^{-2}$$

$$\Delta p = \rho gH + \frac{1}{2} f \frac{L}{D}\rho w^2 = 1000\ 9{,}81\ 80 + 0{,}5\ 1{,}85 * 10^{-2}\ \frac{200}{0{,}04} 1000\ 2{,}21^2 = 1{,}011 * 10^6\ Pa = 10{,}11 bar$$
$$\dot{L}_t = -\Delta p\,\dot{V} = -\Delta p\frac{\dot{m}}{\rho} = -1{,}011 * 10^6\ \frac{10000}{3600 * 1000} = -2807W = -2{,}807\,kW$$

Esercizio 2

$$q'' = \frac{t_{\infty,i} - t_{s,i}}{\frac{1}{h_i}} = \frac{800 - 600}{\frac{1}{25}} = 5000\frac{W}{m^2}$$

$$q'' = \frac{t_{s,i} - t_{s,e}}{\frac{s_A}{k_A} + \frac{s_B}{k_B} + \frac{s_c}{k_c}}$$

$$k_B = \frac{s_B}{\frac{t_{s,i} - t_{s.e}}{q''} - \frac{s_A}{k_A} - \frac{s_C}{k_C}} = 1{,}63\frac{W}{mK}$$