

Principi di Ingegneria Chimica
Anno Accademico 2010-2011

Cognome	Nome	Matricola	Firma

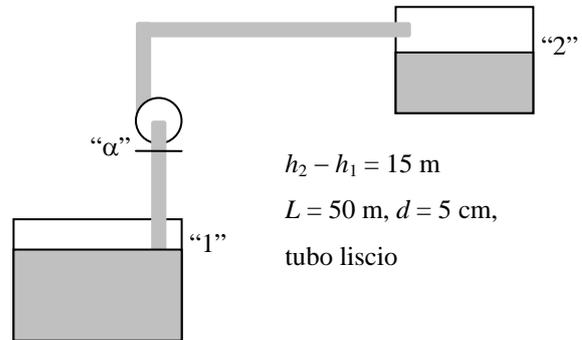
Problema 1. Occorre pompare una portata \dot{V} di acqua dal serbatoio 1 (aperto all'atmosfera) al serbatoio 2 (a pressione P_2).

Le caratteristiche geometriche del circuito sono riassunte in figura. Se la pompa ha un rendimento η , calcolare:

- la potenza totale assorbita dalla pompa,

Sapendo poi che la pressione di vapore del fluido alla temperatura operativa è P_{vap} ,

- determinare a quale altezza massima si può posizionare la pompa (calcolare cioè la posizione del punto α).



Dati. $\dot{V} = 10$ litri/s, $P_2 = 5$ bar, $\eta = 75\%$, $P_{vap} = 0.1$ bar,

Problema 2. Due stanze uguali, di volume V e di superficie laterale A , sono riscaldate con due metodi differenti. Entrambe le stanze perdono calore verso l'esterno, che è a temperatura T_e , con un coefficiente globale di scambio U .

La prima stanza è riscaldata mediante radiatori, assimilabili a lastre piane verticali di altezza L e area superficiale A_R , nei quali circola acqua calda. Si può assumere che la superficie dei radiatori sia alla temperatura media T_R .

- Calcolare la temperatura interna nella prima stanza a regime, T_{i1} .

La seconda stanza è riscaldata mediante immissione di una portata \dot{V}_a di aria calda alla temperatura T_a , e dalla stanza si allontana una uguale portata di aria alla temperatura interna della stanza, per mantenere la massa di aria contenuta nella stanza costante.

- Calcolare la temperatura interna nella seconda stanza a regime, T_{i2} .

Dati. $V = 75 \text{ m}^3$, $A = 60 \text{ m}^2$, $T_e = 5^\circ\text{C}$, $U = 50 \text{ W/m}^2\text{K}$, $L = 2 \text{ m}$, $A_R = 2 \text{ m}^2$, $T_R = 50^\circ\text{C}$, $\dot{V}_a = 15$ litri/s, $T_a = 35^\circ\text{C}$.

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. Occorre pompare una portata \dot{V} di acqua dal serbatoio 1 (aperto all'atmosfera) al serbatoio 2 (a pressione P_2).

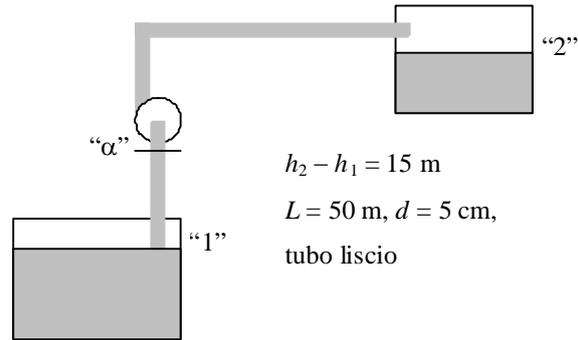
Le caratteristiche geometriche del circuito sono riassunte in figura. Se la pompa ha un rendimento η , calcolare:

- la potenza totale assorbita dalla pompa,

Sapendo poi che la pressione di vapore del fluido alla temperatura operativa è P_{vap} ,

- determinare a quale altezza massima si può posizionare la pompa (calcolare cioè la posizione del punto α).

Dati. $\dot{V} = 10$ litri/s, $P_2 = 5$ bar, $\eta = 75\%$, $P_{vap} = 0.1$ bar,



$$\begin{aligned} \Delta H &:= 15 \cdot \text{m} & P_1 &:= 1 \cdot \text{bar} & P_2 &:= 5 \cdot \text{bar} & P_{vap} &:= 0.1 \cdot \text{bar} & \eta &:= 75\% & V_p &:= 10 \cdot \frac{\text{L}}{\text{s}} = 0.01 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \\ \rho &:= 1000 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} & \mu &:= 10^{-3} \cdot \text{Pa} \cdot \text{s} & & & & & & & L &:= 50 \cdot \text{m} & d &:= 5 \cdot \text{cm} \\ v &:= \frac{4 \cdot V_p}{\pi \cdot d^2} = 5.093 \frac{\text{m}}{\text{s}} & f\left(\frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu}, 0\right) &= 3.699 \times 10^{-3} & \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu} &= 2.546 \times 10^5 \\ \underline{W} &:= \frac{P_2 - P_1}{\rho} + g \cdot \Delta H + \frac{v^2}{2} (1 + 0.6 + 0.45) + \frac{v^2}{2} \cdot \left(\frac{4 \cdot L}{d} \cdot f\left(\frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu}, 0\right) \right) = 765.591 \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg}} & \frac{W}{\eta} \cdot V_p \cdot \rho &= 10.208 \cdot \text{kW} \\ h &:= 1 \cdot \text{m} & \text{Given } h &= \left[\frac{P_{vap} - P_1}{\rho \cdot g} + \frac{v^2}{2 \cdot g} \cdot \left(1 + \frac{4 \cdot h}{d} \cdot f\left(\frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu}, 0\right) \right) \right] & \underline{h} &:= \text{Minerr}(h) = 5.645 \text{ m} \end{aligned}$$

Problema 2. Due stanze uguali, di volume V e di superficie laterale A , sono riscaldate con due metodi differenti. Entrambe le stanze perdono calore verso l'esterno, che è a temperatura T_e , con un coefficiente globale di scambio U .

La prima stanza è riscaldata mediante radiatori, assimilabili a lastre piane verticali di altezza L e area superficiale A_R , nei quali circola acqua calda. Si può assumere che la superficie dei radiatori sia alla temperatura media T_R .

1. Calcolare la temperatura interna nella prima stanza a regime, T_{i1} .

La seconda stanza è riscaldata mediante immissione di una portata \dot{V}_a di aria calda alla temperatura T_a , e dalla stanza si allontana una uguale portata di aria alla temperatura interna della stanza, per mantenere la massa di aria contenuta nella stanza costante.

2. Calcolare la temperatura interna nella seconda stanza a regime, T_{i2} .

Dati. $V = 75 \text{ m}^3$, $A = 60 \text{ m}^2$, $T_e = 5^\circ\text{C}$, $U = 50 \text{ W/m}^2\text{K}$, $L = 2 \text{ m}$, $A_R = 2 \text{ m}^2$, $T_R = 50^\circ\text{C}$, $\dot{V}_a = 15 \text{ litri/s}$, $T_a = 35^\circ\text{C}$.

$\dot{W}_{\dot{w}}$:= watt

$$\dot{V}_{\dot{v}} := 75 \cdot \text{m}^3 \quad A_{\dot{a}} := 60 \cdot \text{m}^2 \quad T_e := 5^\circ\text{C} \quad U := 0.3 \cdot \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \quad L_{\dot{w}} := 2 \cdot \text{m}$$

$$T_R := 50^\circ\text{C} \quad V_{\text{ap}} := 15 \cdot \frac{\text{liter}}{\text{s}} \quad T_a := 35^\circ\text{C} \quad A_R := 2 \cdot \text{m}^2$$

$$\text{Gr}(T_i) := \frac{L^3 \cdot \rho_A \left(\frac{T_R + T_i}{2} \right)^2 \cdot g \cdot \frac{2}{T_R + T_i} \cdot |T_R - T_i|}{\mu_A \left(\frac{T_R + T_i}{2} \right)^2}$$

$$\text{Pr}(T_i) := N_{\text{Pr.A}}(T_i)$$

$$\text{Nu}(T_i) := 0.59 \cdot (\text{Gr}(T_i) \cdot \text{Pr}(T_i))^{0.25} \quad \text{eq. 13.5-4 pag. 423}$$

$$h_{\dot{h}}(T_i) := \frac{k_A(T_i)}{L} \cdot \text{Nu}(T_i)$$

BdE Stanza 1 $T_i := 20^\circ\text{C}$

Given $A_R \cdot h(T_i) \cdot (T_R - T_i) = A \cdot U \cdot (T_i - T_e)$ $T_{\dot{w}} := \text{Minerr}(T_i)$

$T_i = 16.013^\circ\text{C}$

$$T_{\dot{w}} := 20^\circ\text{C} \quad h(T_i) = 2.84 \cdot \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \quad T_{\dot{w}} := \frac{A \cdot T_e \cdot U + A_R \cdot T_R \cdot h(T_i)}{A \cdot U + A_R \cdot h(T_i)} = 15.794^\circ\text{C}$$

$$h(T_i) = 2.92 \cdot \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \quad T_{\dot{w}} := \frac{A \cdot T_e \cdot U + A_R \cdot T_R \cdot h(T_i)}{A \cdot U + A_R \cdot h(T_i)} = 16.024^\circ\text{C}$$

$$h(T_i) = 2.916 \cdot \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \quad T_{\dot{w}} := \frac{A \cdot T_e \cdot U + A_R \cdot T_R \cdot h(T_i)}{A \cdot U + A_R \cdot h(T_i)} = 16.012^\circ\text{C}$$

BdE Stanza 2 $V_{\text{ap}} \cdot \rho_A(T_a) \cdot C_{P.A}(T_a) \cdot (T_a - T_i) = A \cdot U \cdot (T_i - T_e)$

$$T_{\dot{w}} := \frac{A \cdot T_e \cdot U + T_a \cdot V_{\text{ap}} \cdot C_{P.A}(T_a) \cdot \rho_A(T_a)}{A \cdot U + V_{\text{ap}} \cdot C_{P.A}(T_a) \cdot \rho_A(T_a)}$$

$T_i = 19.72^\circ\text{C}$