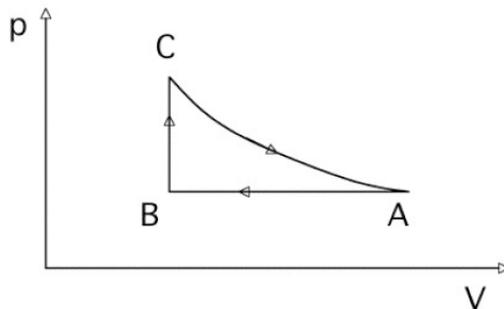


Università degli Studi di Siena  
Corso di Laurea FTA - A.A. 2014/15  
Corso di Fluidi e Termodinamica  
Esame del 18/11/2015

- 1) Dell'acqua scorre in un tubo di diametro variabile. In un punto A di diametro 20 cm la pressione vale  $1.75 \times 10^5$  Pa. In un punto B di diametro 30 cm e situato a 4 m di altezza rispetto ad A, la pressione è  $1.2 \times 10^5$  Pa. Sapendo che la portata dell'acqua è costante nel tubo e pari a  $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ , trovare l'energia per unità di volume dissipata dall'acqua nel muoversi dal punto A a B.
  
- 2) In un pezzo di legno (densità  $0.5 \text{ g/cm}^3$ ) di massa 800 g si pratica un foro di volume  $200 \text{ cm}^3$ , riempiendolo di piombo (densità  $11 \text{ g/cm}^3$ ). In acqua il corpo galleggia o affonda?
  
- 3) Una macchina termica lavora secondo il ciclo composto da una isobara AB, una isocora BC ed una isoterma CA di un gas perfetto monoatomico.
  - a) determinare l'espressione del lavoro totale compiuto dal sistema
  - b) determinare l'espressione del calore assorbito
  - c) calcolare il rendimento della macchina termica sapendo che  $V_A = 2 V_B$



## SOLUZIONI

1) Applichiamo Bernoulli considerando nel bilancio energetico per il punto B anche l'energia  $E_d$  dissipata dall'acqua

$$p_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 = p_B + \frac{1}{2}\rho v_B^2 + \rho gh + E_d$$

$$E_d = p_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 - p_B - \frac{1}{2}\rho v_B^2 - \rho gh$$

Per calcolare  $v_A$  e  $v_B$  utilizziamo l'equazione di continuità  $Q = Sv$  dove  $Q = 0.1 \text{ m}^3/\text{s}$  è la portata

$$v_A = Q/S_A = 0.1/(\pi 0.1^2) = 3.185 \text{ m/s}$$

$$v_B = Q/S_B = 0.1/(\pi 0.15^2) = 1.415 \text{ m/s}$$

$$E_d = 1.75 \cdot 10^5 + \frac{1}{2} \cdot 10^3 \cdot 3.185^2 - 1.2 \cdot 10^5 - \frac{1}{2} \cdot 10^3 \cdot 1.415^2 - 10^3 \cdot 9.8 \cdot 4 = 19871 \text{ J/m}^3$$

2)

Trasformiamo le unità di misura:

- $d_{legno} = 0,5 \text{ g/cm}^3 = 500 \text{ Kg/m}^3$
- $m_{legno} = 800 \text{ g} = 0,8 \text{ Kg}$
- $V_{foro} = 200 \text{ cm}^3 = 0,0002 \text{ m}^3$
- $d_{piombo} = 11 \text{ g/cm}^3 = 11.000 \text{ Kg/m}^3$

Il volume del solido intero vale

$$V_{tot} = \frac{m_{legno}}{d_{legno}} = 0,0016 \text{ m}^3$$

Il volume della cavità vale  $0,0002 \text{ m}^3$ , quindi il volume netto del legno sarà di

$$V_{legno} = 0,0016 - 0,0002 = 0,0014 \text{ m}^3$$

La massa della cavità riempita di piombo vale:

$$m_{piombo} = V_{foro} \cdot d_{piombo} = 2,200 \text{ Kg}$$

La forza peso è data da  $F_p = m \cdot g = d \cdot V \cdot g$ .

Nel nostro caso specifico la massa è quella di due materiali diversi, a cui competono volumi diversi, quindi:

$$F_p = (m_{piombo} + m_{legno}) \cdot g = 29,43 \text{ N}$$

La spinta di Archimede è data dal peso del liquido che tutto il solido sposta quando lo si immerge completamente in acqua e vale:

$$S_a = V_{tot} \cdot d_{H_2O} \cdot g = 15,7 \text{ N}$$

Dal momento che si ha che  $F_p > S_a$ , il corpo, immerso nell'acqua, affonda!

3)

$$L_{A \rightarrow B} = p_A (V_B - V_A)$$

$$L_{B \rightarrow C} = 0$$

$$L_{C \rightarrow A} = nRT_A \ln \left( \frac{V_A}{V_C} \right)$$

$$Q_{A \rightarrow B} = nC_p (T_B - T_A)$$

$$Q_{B \rightarrow C} = \Delta U_{B \rightarrow C} = nC_v (T_C - T_B)$$

$$Q_{C \rightarrow A} = \Delta U_{C \rightarrow A} + L_{C \rightarrow A} = 0 + nRT_A \ln \left( \frac{V_A}{V_C} \right) > 0$$

$$T_C = T_A$$

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{T_A}{T_B} > 1 \Rightarrow T_B < T_A = T_C \Rightarrow Q_{A \rightarrow B} < 0 \quad Q_{B \rightarrow C} > 0$$

$$\eta = \frac{L_{A \rightarrow B} + L_{C \rightarrow A}}{Q_{B \rightarrow C} + Q_{C \rightarrow A}} = \frac{p_A (V_B - V_A) + nRT_A \ln \left( \frac{V_A}{V_C} \right)}{nC_v (T_C - T_B) + nRT_A \ln \left( \frac{V_A}{V_C} \right)}$$

$$V_A = 2V_B = 2V_C$$

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{T_A}{T_B} \Rightarrow T_C = T_A = 2T_B$$

$$p_A = \frac{nRT_A}{V_A}$$

$$C_v = \frac{3}{2}R$$

$$\eta = \frac{p_A (V_B - 2V_B) + nRT_A \ln \left( \frac{2V_C}{V_C} \right)}{nC_v (2T_B - T_B) + nRT_A \ln \left( \frac{2V_C}{V_C} \right)} = \frac{-\frac{nRT_A}{V_A} V_B + nRT_A \ln 2}{nC_v T_B + nRT_A \ln 2} = \frac{-\frac{nRT_A}{2} + nRT_A \ln 2}{\frac{nC_v T_A}{2} + nRT_A \ln 2} = \frac{\ln 2 - \frac{1}{2}}{\ln 2 + \frac{3}{4}} = 0.134$$