

Università degli Studi di Siena
Corso di Laurea FTA - A.A. 2012/13
Corso di Fluidi e Termodinamica
Esame del 9/9/2013

1) Un disco disco D_1 di sezione $S = 50 \text{ cm}^2$ è appeso al soffitto; un secondo disco D_2 della stessa sezione e di massa $M=20 \text{ g}$ è posto quasi a contatto con il disco D_1 , in modo da lasciare una piccola intercapedine tra i due. Si osserva che soffiando aria (densità $\rho = 1.3 \text{ mg/cm}^3$) nell'intercapedine, il disco D_2 aderisce al disco D_1 , mentre appena si smette di soffiare il disco D_2 cade. Calcolare con quale velocità minima deve fluire l'aria nell'intercapedine fra i due dischi, perché il secondo non cada.

2) Un gas perfetto funziona da fluido in un motore termico, compiendo un ciclo reversibile costituito da due isoterme e da due isocore. Sapendo che valgono le relazioni $T_A=2T_C$ e $V_B=2V_A$ e che il rendimento del motore è 17.83%, determinare se il gas è mono o bi-atomico.

3) Una resistenza elettrica di potenza $P = 2000 \text{ W}$ si trova inizialmente a temperatura $T_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$. Sapendo che la sua massa è $m=5 \text{ g}$ e il suo calore specifico è $c = 850 \text{ J/(kg K)}$, calcolare la sua variazione di entropia in 1 s prodotta dal riscaldamento causato dal passaggio di corrente.

SOLUZIONI

1) La corrente d'aria nell'intercapedine abbia velocità v . La pressione p di questo getto è minore di quella atmosferica, e poiché sotto il disco D_2 la pressione è quella atmosferica p_0 , nasce una forza risultante diretta dal basso verso l'alto pari a

$$F = (p_0 - p) S$$

Si determina p applicando il teorema di Bernoulli, considerando l'aria ferma al di fuori dell'intercapedine

$$\frac{1}{2} \rho v^2 + p = p_0$$

$$\text{da cui } p_0 - p = \frac{1}{2} \rho v^2$$

$$F = (p_0 - p) S = \frac{1}{2} \rho v^2 S$$

Perché il disco D_2 non cada deve essere $F \geq Mg$

Quindi il valore minimo di v è

$$\frac{1}{2} \rho v^2 S = Mg$$

$$v = \sqrt{\frac{2Mg}{\rho S}} = 7.77 \text{ m/s}$$

2) Il rendimento è dato dal rapporto tra lavoro fatto e calore assorbito. Calcolo il lavoro e il calore scambiato in ogni ramo della trasformazione

$$\text{AB isoterma } L_{AB} = nRT_A \ln(V_B/V_A) = Q_{AB} > 0$$

$$\text{BC isocora } L_{BC} = 0 \quad Q_{BC} = nC_V (T_C - T_A) < 0$$

$$\text{CD isoterma } L_{CD} = nRT_C \ln(V_D/V_C) = nRT_C \ln(V_A/V_B) = Q_{CD} < 0$$

$$\text{DA isocora } L_{DA} = 0 \quad Q_{DA} = nC_V (T_A - T_C) > 0$$

$$\eta = \frac{L_{AB} + L_{CD}}{Q_{AB} + Q_{DA}} = \frac{nRT_A \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right) + nRT_C \ln\left(\frac{V_A}{V_B}\right)}{nRT_A \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right) + nC_V (T_A - T_C)}$$

Sostituendo $T_A = 2T_C$ e $V_B = 2V_A$

$$\eta = \frac{RT_A \ln 2 - R \frac{T_A}{2} \ln 2}{RT_A \ln 2 + C_V \left(T_A - \frac{T_A}{2}\right)} = \frac{\frac{R}{2} \ln 2}{R \ln 2 + \frac{C_V}{2}}$$

da cui si ricava

$$C_V = \frac{2R \left(\frac{1}{2} - \eta\right) \ln 2}{\eta} = 2.5R = \frac{5}{2}R \quad \text{biatomico}$$

3) La resistenza ha potenza pari a 2000W, quindi si riscalda al passaggio di corrente elettrica assorbendo 2000 J di calore ogni secondo. Dopo 1 secondo di riscaldamento la temperatura T_2 sarà data da

$$Q = mc (T_2 - T_1) \quad \text{da cui } T_2 = Q/mc + T_1$$

La variazione di entropia si può calcolare come

$$\Delta S = \int_{T_1}^{T_2} \frac{\delta Q}{T} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{mcdT}{T} = mc \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = mc \ln\left(1 + \frac{Q}{mcT_1}\right) = 4.16 \text{ J/K}$$