

Tutoraggio di “Onde, Fluidi e Termodinamica” - 2018 - Corso A

A cura di:

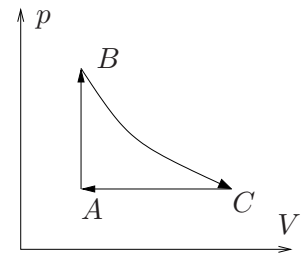
Luisa Ostorero (ostorero@to.infn.it; <http://personalpages.to.infn.it/~ostorero/tutorOFT.html>)
Stefano Trogolo (trogolo@to.infn.it; <http://personalpages.to.infn.it/~trogolo/TutorOFTA/>)

Ottava Sessione

Esercizi da svolgere in aula

1 Un liquido di massa m che si trova alla temperatura T_1 viene mescolato con un'eguale quantità dello stesso liquido che si trova alla temperatura $T_2 \neq T_1$. Il sistema è termicamente isolato. Calcolare la variazione di entropia dell'universo e dimostrare che è positiva.

2 Un gas perfetto biatomico compie il ciclo reversibile illustrato in figura. La trasformazione tra i punti B e C è adiabatica. Sono noti i seguenti dati: $p_A = 2$ atm, $V_A = 10$ l, $T_A = 350$ K, $T_B = 700$ K. Si calcolino la pressione in B , il volume e la temperatura in C , il lavoro totale compiuto dal sistema e il rendimento del ciclo. Si calcolino altresì le variazioni di entropia del sistema e dell'universo.



3 Una mole di gas perfetto monoatomico inizialmente nello stato A ($p_A, V_A, T_A = 300$ K) compie un ciclo composto dalle trasformazioni: $A \rightarrow B =$ riscaldamento isocoro reversibile; $B \rightarrow C =$ espansione isoterma reversibile; $C \rightarrow D =$ raffreddamento isocoro reversibile; $D \rightarrow A =$ compressione isoterma reversibile. Nello stato C il volume e la temperatura del gas sono il doppio di quelli dello stato A . Calcolare:

- la variazione di energia interna del gas in un ciclo;
- il lavoro fatto dal gas in un ciclo;
- la variazione di entropia dell'universo in un ciclo in cui la trasformazione BC è un'isoterma irreversibile ed il cui rendimento è la metà del rendimento del ciclo reversibile.

4 Una mole di gas perfetto biatomico si trova inizialmente alla temperatura $T_A = 300$ K ed occupa il volume $V_A = 20$ l. Il gas viene fatto espandere reversibilmente a pressione costante fino ad occupare il volume $V_B = 4V_A$. Con una trasformazione isocora reversibile viene portato nello stato C e di qui mediante una trasformazione isoterma viene riportato nello stato iniziale. Calcolare il rendimento del ciclo nel caso in cui la trasformazione CA sia:

- reversibile;
- irreversibile con il gas che cede il calore di 4800 J;
- irreversibile con il gas che cede il calore di 1800 J

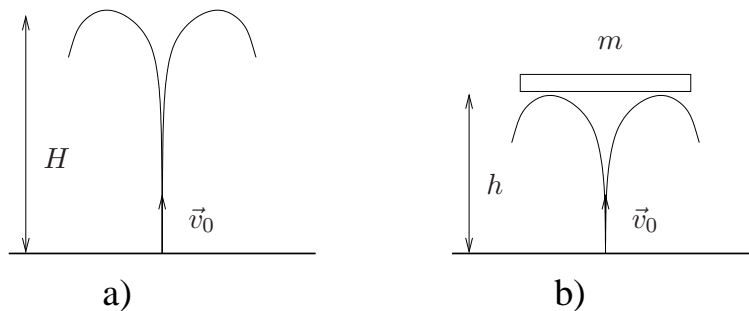
(si assuma che la trasformazione CA avvenga con il gas a contatto con un termostato a temperatura T_C).

5 Una macchina termica assorbe in un ciclo una quantità di calore Q da una sorgente a temperatura $T_1 = 500^\circ\text{C}$ e una quantità di calore $3Q$ da un'altra sorgente a temperatura $T_2 = 300^\circ\text{C}$. Inoltre cede calore ad una sorgente a temperatura $T_3 = 20^\circ\text{C}$.

- Si determini il rendimento massimo η del ciclo, specificando le condizioni che consentono di realizzarlo;
 - lo si confronti con il rendimento massimo η' ottenibile in caso di assenza della sorgente a temperatura intermedia.
-

Esercizi aggiuntivi

- 6** Considerando dell'ossigeno gassoso ($M_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$) si determini la temperatura se:
- la velocità quadratica media delle molecole è maggiore della velocità più probabile di $\Delta v = 100 \text{ m/s}$;
 - la funzione di distribuzione delle velocità $f(v)$ ha il suo massimo per $v = 420 \text{ m/s}$.
- 7** Si considerino due macchine termiche che funzionano tra le stesse due sorgenti di calore, alle temperature $T_1 = 250 \text{ K}$ e $T_2 = 500 \text{ K}$ rispettivamente. La prima macchina opera secondo un ciclo di Carnot, assorbendo una quantità di calore $Q_2 = 1400 \text{ J}$ dalla sorgente alla temperatura T_2 . La seconda macchina, irreversibile, ha un rendimento $\eta' = 0.35$. Il lavoro prodotto dalle due macchine è il medesimo. Determinare il lavoro prodotto da ciascuna macchina in un ciclo e la variazione di entropia dell'universo che accompagna ogni ciclo delle due macchine.
- 8** Due dischi metallici di capacità termica uguale, costante e pari a $C = 250 \text{ cal/}^\circ\text{C}$, sono racchiusi in un recipiente a pareti rigide, adiabatiche e di capacità termica trascurabile; nel recipiente è anche presente una mole d'aria. Il sistema è inizialmente in equilibrio alla temperatura $t_0 = 27^\circ\text{C}$. I due dischi vengono poi sfregati l'uno contro l'altro con un meccanismo azionato dall'esterno che consuma l'energia $E = 1800 \text{ cal}$. Trascurando la variazione di volume dei due dischi, e considerando l'aria come un gas perfetto biatomico, determinare:
- la temperatura finale di equilibrio del sistema;
 - la variazione di entropia del sistema.
- 9** Una fontanella è costituita da un singolo getto d'acqua di portata $Q = 50 \text{ cm}^3/\text{s}$ la cui velocità, alla base del getto, è $v_0 = 2 \text{ m/s}$ (figura a). Trattando l'acqua come fluido ideale e trascurando la resistenza dell'aria, si determinino:
- l'altezza H a cui arriva il getto;
 - la potenza P della pompa che produce il getto.
- Si vuole tenere una moneta di massa $m = 7.5 \text{ g}$ in equilibrio sopra il getto d'acqua (figura b). Assumendo che il getto d'acqua venga deviato orizzontalmente (e uniformemente in tutte le direzioni) dalla faccia inferiore della moneta, calcolare
- a quale altezza h si posizionerà la moneta.



Risultati

- $2mc_m \ln \frac{T_1+T_2}{2\sqrt{T_1T_2}}$
- $p_B = 4 \text{ atm}$, $V_C = 16.4 \text{ l}$, $T_C = 574 \text{ K}$, $L = 522 \text{ J}$, $\eta = 0.103$; $\Delta S_{\text{sis}} = 0$, $\Delta S_{\text{univ}} = 0$
- a) $\Delta U_{\text{ciclo}} = 0$; b) $L = 1.73 \text{ kJ}$; c) $\Delta S_{\text{univ}} = 1.64 \text{ J/K}$
- a) 0.15; b) 0.10; c) impossibile, per il Teorema di Clausius
- $\eta = 0.522$; $\eta' = 0.621$
- a) $T = 381 \text{ K}$; b) $T = 339 \text{ K}$
- $L = 700 \text{ J}$, $\Delta S = 1.2 \text{ J/K}$
- a) 30.6°C ; b) 24.9 J/K
- (a) 20.4 cm ; (b) 0.1 W ; (c) 9.4 cm