

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

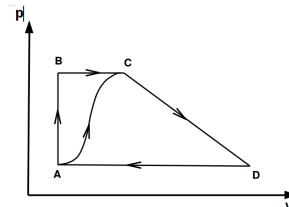
A cura di:

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/>)

Settima Sessione

Esercizi da svolgere in aula

1 Se il sistema, rappresentato nella figura a fianco, compie la trasformazione ABC, assorbe la quantità di calore $\Delta Q = 500$ cal e compie il lavoro $L = 450$ J. Se invece segue la trasformazione rappresentata dalla linea curva AC, assorbe $\Delta Q = 400$ cal. Infine se il sistema segue la trasformazione CDA si ha che il lavoro è $L = -300$ J. Calcolare: (a) L lungo la curva AC; (b) ΔQ lungo la trasformazione CDA; (c) Se $U_A = 500$ J, quanto vale U_C ?



2 Un gas perfetto monoatomico occupa un volume $V_1 = 4$ m³ alla pressione $p_1 = 8$ atm e alla temperatura $T_1 = 400$ K. Mediante un'espansione viene portato alla pressione $p_2 = 1$ atm. Calcolare il volume finale V_2 , la temperatura finale T_2 , il lavoro L compiuto dal gas, la quantità di calore assorbita Q e la variazione di energia interna ΔU nei casi in cui la trasformazione subita dal gas sia:

- un'espansione isoterma reversibile;
- un'espansione adiabatica reversibile;
- un'espansione adiabatica nel vuoto in un contenitore a pareti rigide.

3 Un cilindro con stantuffo di peso trascurabile contiene n moli di ossigeno (O_2). Lo stantuffo e il cilindro sono isolati termicamente dall'ambiente esterno. Inizialmente lo stantuffo è bloccato in una posizione tale che la pressione del gas è 5 atm e la sua temperatura è 26.85°C. Se si sblocca lo stantuffo e il gas viene lasciato espandere contro la pressione esterna di 1 atm, calcolare la temperatura finale del gas.

4 Un contenitore cilindro rigido, termicamente isolato, è diviso in due compartimenti tramite una parete fissa e rigida di capacità termica trascurabile che permette solo lo scambio di calore. I volumi dei due compartimenti contengono rispettivamente $n_1 = 1$ e $n_2 = 2$ moli di gas ideale biatomico, alle temperature iniziali $T_1 = 273$ K e $T_2 = 383$ K. Determinare:

- la temperatura di equilibrio T_f ;
- la variazione di energia interna di ciascuno dei due compartimenti e del sistema nel suo complesso;
- la variazione di entropia dell'universo.

5 Una macchina di Carnot reversibile funziona come frigorifero tra 2 termostati a 0°C e 100°C. Il motore, che fornisce il lavoro, ha una potenza di 925 W. Sapendo che il calore latente di solidificazione del ghiaccio è 79.8 cal/g, calcolare quanto ghiaccio si forma nella sorgente fredda in un'ora.

Esercizi aggiuntivi

6 Se la tensione di una corda tesa ai due estremi varia da T a $T + \Delta T$, la frequenza dell'armonica fondamentale passa di conseguenza da f a $f + \Delta f$.

- Nel limite di $\Delta T \ll T$ si ha che $\frac{\Delta f}{f} = \alpha \frac{\Delta T}{T}$. Assumendo che la corda sia inestensibile, si determini la costante di proporzionalità α .

Si consideri una corda tesa, fissata agli estremi, che vibri con la frequenza dell'armonica fondamentale $f = 400$ Hz.

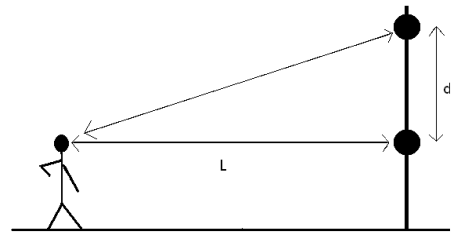
- b) Di quanto deve essere variata, in percentuale, la tensione a cui è sottoposta una seconda corda, identica alla prima, perché si producano dei battimenti con frequenza $f_B = 5$ Hz?

Si supponga che la corda considerata nel punto precedente si muova con velocità v verso una parete riflettente. Un osservatore solidale con la corda vibrante ($f = 400$ Hz) percepisce un battimento di frequenza $f_B = 5$ Hz tra l'onda sonora generata dalla corda e quella riflessa dalla parete.

- c) Si calcoli la velocità con cui la corda si avvicina alla parete. Per la velocità del suono si usi $c = 340$ m/s.

7 Calcolare la sovrappressione media, rispetto all'ambiente, sulle pareti laterali interne di un recipiente cilindrico aperto ad un'estremità e avente altezza $h = 12$ cm, se questo viene riempito (a) completamente di acqua ($\rho_1 = 1$ g cm⁻³); (b) per metà di mercurio ($\rho_2 = 13.6$ g cm⁻³) e per l'altra metà di acqua.

8 Due altoparlanti distanti $d = 4$ m sono fissati ad una parete, come mostrato in figura, a distanza d l'uno dall'altro ed emettono onde generate dalla stessa sorgente con frequenza $f = 200$ Hz. Un ascoltatore, inizialmente ad una grande distanza L dalla parete, si muove verso di essa lungo la retta che congiunge l'ascoltatore all'altoparlante che si trova più in basso. (a) A quali distanze dalla parete l'ascoltatore registrerà i minimi di intensità sonora? (Si scriva l'espressione generale di tali distanze in funzione della lunghezza d'onda.) (b) Quanti minimi di interferenza osserverà lungo il cammino? A quali distanze? (Si consideri la velocità del suono pari a $v_s = 330$ m/s.)



9 In un recipiente cilindrico con asse verticale sono contenute 0.1 moli di gas biatomico. Il recipiente è chiuso da un pistone di massa $M = 10$ kg, legato alla base del recipiente con un filo metallico teso di lunghezza $l = 1$ m. La tensione di rottura del filo è $\tau_{max} = 200$ N e la pressione esterna è nulla. Le pareti del recipiente e del pistone sono adiabatiche. Inizialmente il sistema è in equilibrio alla temperatura $T_1 = -50^\circ\text{C}$.

- a) Calcolare la tensione del filo τ_1 .
 b) Si cede lentamente calore al sistema facendo passare una corrente elettrica attraverso il filo, finché la tensione provocata dalla pressione del gas rompe il filo. Calcolare la temperatura T_2 del gas un attimo prima della rottura del filo e il calore ceduto al gas.
 c) Dopo la rottura del filo il pistone si solleva, senza lasciare fuoriuscire il gas. Considerando trascurabile la capacità termica del recipiente, del pistone e del filo e considerando quest'ultimo inestensibile fino alla sua rottura, determinare la temperatura finale del gas.

Risultati

- a) $L = 31.4$ J; b) $\Delta Q_{CDA} = -1943$ J; c) $U_C = 2143$ J
- a) $V_2 = 32$ m³, $T_2 = 400$ K, $L = Q = 6.74$ MJ, $\Delta U = 0$; b) $V_2 = 13.9$ m³, $T_2 = 174$ K, $L = -\Delta U = 2.75$ MJ, $Q = 0$; c) $V_2 = 32$ m³, $T_2 = 400$ K, $L = Q = \Delta U = 0$
- $T = -41.7^\circ\text{C}$
- a) $T_f = 346$ K; b) $\Delta U_1 = -\Delta U_2 = 1524$ J, $\Delta U_{tot} = 0$; c) $\Delta S_U = 0.76$ J/K
- $\Delta m = 27.2$ kg
- a) $\alpha = 1/2$; b) $|\Delta T|/T = 2.5$ %; c) $v = 2.1$ m/s
- a) 588.6 Pa; b) 2442.7 Pa; c) $\vec{F}_{lat} = \vec{0}$
- (a) $L_n = \frac{d^2 - (2n+1)^2 \lambda^2 / 4}{(2n+1)\lambda}$; (b) 2 minimi; $L_0 = 9.28$ m e $L_1 = 1.99$ m
- a) $\tau_1 = 87.4$ N; b) $T_2 = 85.4^\circ\text{C}$, $Q = 281.4$ J; c) $T_f = 16.7^\circ\text{C}$