

Esercizi di termodinamica (1 giugno 2016)

1. Una mole di un gas perfetto biatomico in equilibrio alla temperatura $T_0 = 27^\circ\text{C}$ viene fatta espandere fino ad un volume finale $V_f = 10l$, doppio di quello iniziale, mediante una trasformazione isoterma reversibile. Il gas viene poi ricompreso con una trasformazione adiabatica reversibile fino al volume iniziale, e quindi raffreddato reversibilmente a volume costante fino alla temperatura iniziale. Disegnare il ciclo nel piano $p - V$ e determinare:
 - a) il lavoro fatto dal gas durante il ciclo;
 - b) il calore complessivo scambiato dal gas durante il ciclo;
 - c) la variazione di entropia durante ognuna delle tre trasformazioni;
 - d) dire se si tratta di un ciclo termico o di un ciclo frigorifero e calcolarne il rendimento (se termico) o l'efficienza (se frigorifero).
 - e) Rispondere alla domanda a) nel caso in cui la prima trasformazione sia sostituita da un'espansione libera adiabatica (si ricorda che nell'espansione libera la temperatura iniziale e finale del gas coincidono).

2. 15 moli di un gas perfetto monoatomico sono contenute in un cilindro chiuso da un pistone mobile (che può scorrere senza attrito lungo le pareti del cilindro). La temperatura iniziale è T_0 e all'esterno è presente aria alla pressione atmosferica p_0 . Si fornisce lentamente del calore al gas fino a far spostare il pistone in modo che il volume aumenti di un fattore α .

Che tipo di trasformazione subisce il gas?

Esprimere in funzione di R , T_0 e α le seguenti quantità:

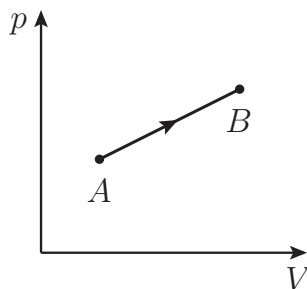
 - a) il calore fornito al gas durante questa trasformazione;
 - b) il lavoro compiuto dal gas;
 - c) la variazione dell'entropia del gas.

Il gas viene poi isolato termicamente e il pistone viene portato lentamente nella posizione iniziale.

 - d) Qual'è la temperatura finale del gas?
 - e) qual'è la variazione dell'energia interna del gas in questa seconda trasformazione?
 - f) qual'è la variazione dell'entropia del gas in questa seconda trasformazione?

3. In una macchina termica vi sono n moli di un gas perfetto monoatomico che compiono un ciclo reversibile costituito da una trasformazione isocora che porta il gas dalla temperatura T_1 alla temperatura $T_2 = 3T_1$, seguita da una espansione isoterma alla fine della quale il gas ha raddoppiato il suo volume, da una trasformazione isocora in cui il gas ritorna alla temperatura T_1 e da una compressione isoterma che riporta il gas allo stato iniziale. Si determini in funzione di n , R e T_1 :
 - a) il calore assorbito dal gas in un ciclo;
 - b) il rendimento della macchina;
 - c) il rendimento di una macchina di Carnot che lavora tra sorgenti aventi le stesse temperature T_1 e T_2 e dire quale delle due macchine ha un rendimento maggiore;
 - d) la variazione di entropia durante le due isoterme e le due isocore.

4. Tre moli di gas perfetto passano da uno stato iniziale A ($V_A = 30$ litri, $p_A = 2$ bar) ad uno stato finale B ($V_B = 100$ litri, $p_B = 4$ bar) compiendo una trasformazione reversibile, come indicato in figura. Determinare:
- la temperatura iniziale e finale del gas;
 - la natura del gas perfetto (indicare cioè se il gas sia monoatomico o biatomico) sapendo che la variazione di entropia associata alla trasformazione è $\Delta S_{AB} = 148.2 \text{ JK}^{-1}$;
 - il calore scambiato dal gas durante la trasformazione dallo stato A allo stato B.



5. Un recipiente isolato termicamente e di capacità termica trascurabile è costituito da un cilindro verticale, di diametro interno $d = 25 \text{ cm}$, e da un pistone (a tenuta) di massa trascurabile libero di scorrere verticalmente. All'interno del recipiente è contenuta una massa $m = 30 \text{ g}$ di acqua alla temperatura iniziale $T_i = 0.0^\circ\text{C}$. Sapendo che la massa di una mole d'acqua è pari a 18 g , si determini lo spostamento h del pistone quando all'acqua viene ceduta una quantità di calore $Q = 5760 \text{ cal}$. (Si supponga che durante la trasformazione la pressione all'esterno del cilindro rimanga costante e pari alla pressione atmosferica, che il vapore acqueo formato si comporti come un gas perfetto e che la variazione di volume dell'acqua sia trascurabile.)

Tabella calori specifici di alcune sostanze

sostanza	calore specifico	
	cal/(g·K)	J/(kg·K)
piombo	0.0305	128
rame	0.0923	386
vetro	0.20	840
ghiaccio (-10°C)	0.530	2220
mercurio	0.033	140
acqua	1	4190

Tabella calori latenti di alcune sostanze

sostanza	punto di fusione K	calore latente di fusione kJ/kg	punto di ebollizione K	calore latente di evaporazione kJ/kg
acqua	273	333	373	2256
ossigeno	54.8	13.9	90.2	213
mercurio	234	11.4	630	296
rame	1356	207	2868	4730