

Esercizi Termodinamica 2

Esercitazioni di Fisica LA per ingegneri - A.A. 2002-2003

Esercizio 1

Un recipiente a pareti adiabatiche e base conduttrice, chiuso da un pistone mobile (senza attrito) pure adiabatico, racchiude una mole di gas perfetto monoatomico alla pressione P_1 e al volume V_1 (stato 1). Si pone il recipiente su un serbatoio di calore che ha la stessa temperatura del gas e si aumenta il volume fino al valore $8V_1$ (stato 2). Si toglie poi il contatto termico con il serbatoio di calore e, mantenendo costante il volume, si porta il gas in uno stato 3 in cui la pressione é minore di quella dello stato 2. A partire da questo stato, infine, si pone il cilindro su un isolante termico e lo si riporta allo stato iniziale. Considerando reversibili tutte le trasformazioni, calcolare il rendimento della macchina termica che lavora su questo ciclo. (R: 0.46)

Esercizio 2

Una macchina di Carnot che lavora fra due serbatoi di calore a temperatura $T_1 = 1000^\circ K$ e $T_2 = 300^\circ K$, cede al serbatoio piú freddo una quantità di calore $Q_2 = 12000 J$. Trovare il rendimento e il lavoro compiuto dalla macchina in un ciclo. (R: 0.70, 28000 J)

Esercizio 3

Si vuole sottrarre una quantità di calore $Q_1 = 4180 cal$ da un serbatoio a temperatura $T_1 = -23^\circ C$ e trasferirla ad un secondo serbatoio a temperatura $T_2 = 27^\circ C$. Determinare il minimo lavoro occorrente e la quantità di calore Q_2 trasferita al secondo serbatoio. (R: 5016 cal, 836 cal)

Esercizio 4

Calcolare la variazione di energia interna e la variazione di entropia di 6 moli di gas perfetto monoatomico che, inizialmente a pressione $P_1 = 10 atm$ a volume $V_1 = 1.5 l$, si espandono fino ad un volume $V_2 = 9 l$ e pressione $P_2 = 3 atm$. (R: $18 l \cdot atm$, $1.32 l \cdot atm/K$)

Esercizio 5

Un sistema termodinamico inizialmente in uno stato a temperatura $T_1 = 400^\circ K$ passa in uno stato a temperatura $T_2 = 500^\circ K$ con una trasformazione reversibile caratterizzata dall'equazione $T = aS + b$ dove S é l'entropia, T la temperatura assoluta, $a = 45^\circ K^2/cal$ e $b = cost$. Calcolare il calore scambiato dal sistema con l'esterno. (R: 1000 cal)

Esercizio 6

Una massa $m = 1 kg$ di piombo viene scaldata reversibilmente alla pressione atmosferica dalla temperatura $T_1 = 17^\circ C$ alla temperatura $T_2 = 37^\circ C$. Assumendo il calore specifico del piombo $c = 0.03 cal/gC$ calcolare la variazione di entropia del piombo e quella dell'ambiente circostante. (R: $2 cal/k$, $-2 cal/k$)

Esercizio 7

In un recipiente adiabatico vengono mescolate una massa $m_1 = 2\text{ kg}$ di acqua che si trova alla temperatura $T_1 = 77^\circ\text{C}$ e una massa $m_2 = 5\text{ kg}$ di acqua alla temperatura di $T_2 = 7^\circ\text{C}$. calcolare la temperatura finale di equilibrio e la variazione di entropia dell'universo. (R: 27°C , 37 cal/K)

Esercizio 8

Una mole di gas perfetto, contenuta in un recipiente adiabatico, inizialmente a temperatura T_1 e volume V_1 si espande fino ad occupare un volume V_2 . Calcolare la variazione di energia interna, il lavoro compiuto e la variazione di entropia nel caso in cui l'espansione sia reversibile e nel caso in cui sia libera.

Esercizio 9

Un recipiente a pareti rigide ed adiabatiche é diviso da un setto pure adiabatico in due parti A B , ciascuna di volume V_0 . In A sono contenute n_A moli di gas perfetto monoatomico a pressione P_0 e in B sono contenute n_B moli dello stesso gas pure alla pressione P_0 . calcolare la variazione di entropia dell'universo se si toglie il setto e si attende che il gas raggiunga la nuova configurazione di equilibrio. (R: $5/2R(n_A \ln(2n_A/(n_A + n_B)) + n_B \ln(2n_B/(n_A + n_B)))$)

Esercizio 10

Un recipiente adiabatico é diviso in due parti ugual da un pistone pure adiabatico di massa trascurabile, scorrevole senza attrito. In una delle due parti sono contenute a temperatura T_0 n moli di un gas perfetto, i cui calori molari c_V e c_P sono noti ed indipendenti dalla temperatura; nell'altra parte del recipiente c'è il vuoto. Si sbolcca il pistone e il gas compie un'espansione libera fino ad occupare l'intero volume del cilindro. Successivamente il pistone viene riportato lentamente nella posizione iniziale. Calcolare la variazione di entropia e di energia intero dopo l'intero processo. (R: $nR \ln 2$, $nc_V T_0 (2^{R/c_v} - 1)$)

Esercizio 11

Un recipiente cilindrico ha la base B conduttrice e le pareti adiabatiche. Il recipiente é diviso in due parti da un setto S adiabatico di massa trascurabile e mobile senza attrito. Dalla parte opposta rispetto alla base B il cilindro é chiuso da un pistone C anch'esso di massa trascurabile e mobile senza attrito. Nelle due zone in cui é diviso il cilindro sono contenute rispettivamente (con l'indice 1 si intenda la zona che sta fra la base B e il setto S , e con l'indice 2 si intenda la zona fra il setto S ed il pistone C) $n_1 = 8$ e $n_2 = 16$ moli dello stesso gas perfetto monoatomico alle temperature $T_1 = 300^\circ\text{K}$ e $T_2 = 600^\circ\text{K}$. Il sistema é inizialmente in equilibrio per un valore della pressione esterna pari a $P_0 = 3.2\text{ atm}$. Si fa espandere reversibilmente il gas contenuto nella zona 1 mettendo la base B in contatto con un serbatoio di calore a temperatura T_1 fino all'uguaglianza dei due volume. Calcolare le coordinate termodinamiche degli stati finali di ciascuna parte, il lavoro compiuto dal sistema e la variazione di entropia del sistema. (R: $1568\text{ l} \cdot \text{atm}$, $2.27\text{ l} \cdot \text{atm/K}$)

Esercizio 12

Un recipiente rigido a pareti adiabatiche é diviso in due parti A e B da un setto perfettamente conduttore, di massa trascurabile e mobile senza attrito. In A sono contenute $n_A = 0.5 \text{ moli}$ di gas perfetto e in B $n_B = 2n_A$ moli dello stesso gas perfetto alla stessa temperatura del gas contenuta in A ma a pressione doppia. Si lascia il setto libero di muoversi si attende la nuova configurazione di equilibrio (si supponga che il setto, dopo aver compiuto un certo numero di oscillazioni si arresti). Calcolare la variazione di entropia del sistema. (R: $7 \cdot 10^{-3} \text{ l} \cdot \text{atm}/\text{K}$)

Esercizio 13

Un cilindro a pareti adiabatiche é chiuso da un pistone di massa trascurabile, pure adiabatico, mobile senza attrito e di sezione $S = 1 \text{ dm}^2$. Il cilindro contiene 5 moli di gas perfetto monoatomico a una temperatura iniziale $T_0 = 500^\circ \text{K}$ e il sistema é in equilibrio per un valore della pressione atmosferica $P_0 = 1 \text{ atm}$. Si pone sul pistone una massa $M = 105 \text{ kg}$; supponendo che dopo un certo numero di oscillazioni il sistema raggiunga uno stato di equilibrio determinare la temperatura finale del gas e la sua variazione di entropia. (R: 703°K , $0.06 \text{ l} \cdot \text{atm}/\text{K}$)