FISICA

CdS Scienze Biologiche

Stefania Spagnolo

Dip. di Matematica e Fisica “Ennio De Giorgi”

http://www.dmf.unisalento.it/~spagnolo

stefania.spagnolo@le.infn.it

(please, usate **oggetto/subject: CdSBiologia**)

Diario del programma e delle lezioni svolte

http://www.dmf.unisalento.it/~spagnolo/Fis_ScienzeBiologiche_2017-18.htm

ESERCIZI - TERMODINAMICA ED ELETTROMAGNETISMO (+OTTICA GEOMETRICA)

Esercizi

Trasformazioni dei gas perfetti

Primo principio della termodinamica

Lente sottile - equazione dei punti coniugati e costruzione dell'immagine per oggetti reali

Induzione elettromagnetica (flusso variabile nel tempo del campo magnetico)

Circuiti elementari (con soli resistori, potenza erogata, dissipata)

Trasformazioni e primo principio della termodinamica

Esercizi

Tre moli di ossigeno subiscono una trasformazione isoterma quasi-statica alla temperatura di 18°C da un volume iniziale V = 30litri a un volume finale V = 100litri. Calcolare il lavoro fatto dal gas.

Soluzione: durante la trasformazione la pressione non è costante, per cui dobbiamo applicare la definizione generale di lavoro. Usiamo l'approssimazione di gas-perfetto e quindi pV = nRT

Il lavoro si calcola come $$\int_1^2 p dV = \int_1^2 \frac{nRT}{V} dV = nRT \ln\frac{V_2}{V_1} = 8.7 \cdot 10^3 J$$

2. Una massa $m = 1\mathrm{kg}$ d'acqua è trasformata in vapore. Conoscendo il calore di evaporazione $\lambda = 539\mathrm{cal/g}$ e la densità del vapore $\rho_V = 0.6\mathrm{kg/m^3}$, determinare quale frazione dell'energia assorbita viene impiegata nell'espansione del vapore d'acqua per vincere la pressione atmosferica $p_0 = 1\mathrm{atm}$.

Soluzione: occorre anzitutto calcolare il calore assorbito durante l'evaporazione:

$Q = m\lambda = 1\mathrm{kg} \times 539\mathrm{kcal/kg} \times 4.18\,\mathrm{J/cal} = 2.25 \cdot 10^6\,\mathrm{J}$,

mentre il lavoro fatto nell'espansione a pressione costante è pari a

$$L = p_0 \Delta V = p_0 (V_V - V_A) = p_0 \left(\frac{m}{\rho_V} - \frac{m}{\rho_A} \right) =$$

$$= 10^5\mathrm{Pa} \times 1\mathrm{kg} \times \left(\frac{1}{0.6\,\mathrm{kg/m^3}} - \frac{1}{10^3\,\mathrm{kg/m^3}} \right) = 1.7 \cdot 10^5\,\mathrm{J}$$

da cui la frazione $\frac{L}{Q} = \frac{1.7 \cdot 10^5\,\mathrm{J}}{2.25 \cdot 10^6\,\mathrm{J}} = 7.5\%$.

TRASFORMAZIONI E PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

Esercizi

4. Una mole di gas perfetto biatomico subisce una trasformazione lineare dal punto A con $V_A = 10l$ e $T_A = 293K$ al punto B con $V_B = 6.2l$ e $T_B = 309K$. Calcolare il lavoro fatto L ed il calore scambiato Q.

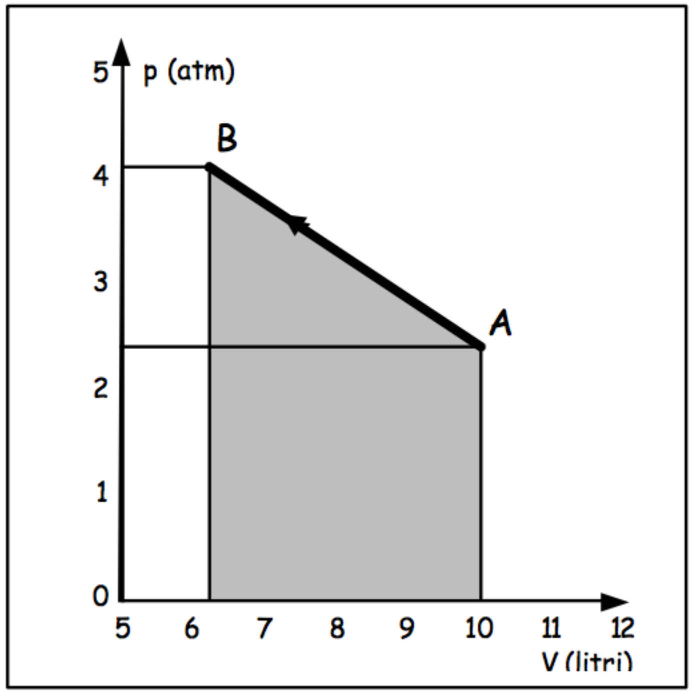


Fig. 65. Problema 4

Soluzione: occorre anzitutto calcolare il valore della pressione nei due punti usando l'equazione $p = \frac{nRT}{V}$:

$$p_A = \frac{1\text{mole} \times 8.31\, \text{J}/\text{mole}\cdot\text{K} \times 293\,\text{K}}{10 \cdot 10^{-3}\,\text{m}^3} = 2.4 \cdot 10^5\,\text{Pa} = 2.4\,\text{atm}$$

$$p_B = \frac{1\,\text{mole} \times 8.31\, \text{J}/\text{mole}\cdot\text{K} \times 309\,\text{K}}{6.2 \cdot 10^{-3}\,\text{m}^3} = 4.1 \cdot 10^5\,\text{Pa} = 4.1\,\text{atm}$$

Il lavoro è dato dall'area del trapezio cambiata di segno, mentre il calore si ricava dal Primo Principio della Termodinamica utilizzando l'espressione $\Delta U = nC_V(T_B - T_A)$ per ricavare la variazione di energia interna del gas perfetto:

$$L = \frac{(p_B + p_A)(V_B - V_A)}{2} = \frac{(2.4 + 4.1) \cdot 10^5\,\text{Pa} \times (6.2 - 10) \cdot 10^{-3}\,\text{m}^3}{2} = -1.23 \cdot 10^3\,\text{J}$$

$$Q = \Delta U + L = nC_V(T_B - T_A) + L = 1\text{mole} \times 5/2 \times 8.31\,\text{J}/\text{mole}\cdot\text{K} \times (309\text{K} - 293\text{K}) - 1.23 \cdot 10^3\,\text{J} = -897\,\text{J}$$

Si noti che $L < 0$ pertanto è lavoro fatto dall'esterno sul sistema e $Q < 0$ è calore ceduto dal sistema all'esterno.

Esercizi

TRASFORMAZIONI E PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

La temperatura di una massa di 1 grammo di ferro passa da $18^0 C$ a $20^0 C$, alla pressione atmosferica. Calcolare la variazione di energia interna della massa di ferro. Il calore specifico del ferro vale $c = 448 J/kgK$, il coefficiente di dilatazione termica del ferro e pari a $\lambda = 1,1.10^{-6}\frac{1}{K}$ e la densita del ferro vale $\rho = 7,8.10^3 \frac{Kg}{m^3}$.

Soluzione.

Il primo principio $\Delta U = Q - W$, richiede il calcolo della quantita di calore e di lavoro. La quantita di calore vale

$$Q = cm\Delta T = 8,91.10^{-1} J$$

Per quanto riguarda il lavoro $W = p\Delta V$, bisogna calcolare la variazione di volume del corpo, utilizzando la legge della dilatazione termica per i volumi:

$$\Delta V = V 3\lambda\Delta T$$

Il volume risulta dalla definizione della densita $\rho = \frac{m}{V}$:

$$V = \frac{m}{\rho} = 0,13.10^{-6} m^3$$

Dunque la variazione di volume risulta essere:

$$\Delta V = V 3\lambda\Delta T = 7,1.10^{-12} m^3$$

ed il lavoro vale, con $p = p_{atm} = 1,013.10^5 Pa$,

$$W = p\Delta V = 7,2.10^{-7} J$$

Il lavoro e trascurabile rispetto al calore Q, quindi:

$$\Delta U = Q - W \sim Q = 8,91.10^{-1} J$$

TRASFORMAZIONI E PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

Esercizi

Due moli di gas ideale monoatomico si espandono in modo adiabatico reversibile, fino ad occupare un volume triplo di quello iniziale. La temperatura iniziale vale $T_A = 300K$. Determinare il lavoro compiuto durante l'espansione.

Soluzione.

Dato che l'espansione e adiabatica, $Q = 0$, ed il primo principio implica che $\Delta U = -W$, quindi

$$W = -\Delta U = -nc_v \Delta T = nc_v(T_A - T_B)$$

La temperatura T_A e nota, mentre per calcolare T_B possiamo ricorrere alla legge delle trasformazioni adiabatiche reversibili $TV^{\gamma-1} = cost$, ovvero

$$T_A {V_A}^{\gamma-1} = T_B {V_B}^{\gamma-1} = T_B(3V_A)^{\gamma-1}$$

Se per un gas monoatomico $\gamma = 5/3$, si ottiene

$$T_B = T_A 3^{-2/3} = 144,22K$$

Quindi il lavoro compiuto e pari a

$$W = nc_v(155,78K) = 3885,46J$$

TRASFORMAZIONI E PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

Esercizi

Un proiettile di piombo, avente velocita $v = 200m/s$, penetra in un blocco di legno e si ferma. La temperatura iniziale del proiettile vale 20^0C. Ammettendo che l'energia persa dal proiettile provochi un aumento di temperatura del proiettile, quanto vale la temperatura finale ? Quale dovrebbe essere la velocita del proiettile per aumentare la sua temperatura fino a raggiungere la temperatura di fusione del piombo (ossia $326,85^0$C) ? Il calore specifico del piombo vale $c_p = 129,8J/kgK$.

Soluzione.

Il calore assorbito dal proiettile di piombo, pari all'energia cinetica E_{cin} persa, vale

$$Q = mc_p\Delta T = E_{cin} = \frac{1}{2}mv^2 \tag{4}$$

La variazione di temperatura vale dunque

$$\Delta T = \frac{v^2}{2c_p} = 154,08K = 154,08^0C$$

La temperatura finale vale dunque:

$$T_f = 20^0C + 154,08^0C = 174,08^0C$$

Dalla relazione (4) segue la seguente relazione tra la velocita del proietile e la variazione di temperatura:

$$v^2 = 2c_p\Delta T$$

Per raggiungere la fusione del piombo, la variazione di temperatura dev'essere pari a $\Delta T = 326,85^0C - 20^0C = 306,85^0C$, quindi risulta:

$$v = \sqrt{2c_p 306,85^0C} = 282,23m/s$$

LENTI SOTTILI

Esercizi

Immagini formate da una lente convergente Una lente convergente ha una distanza focale 10.0 cm.

(A) Un oggetto è posto a 30.0 cm dalla lente. Costruire l'immagine, determinarne la distanza dalla lente e descrivere l'immagine.

(B) L'oggetto è ora posto a 10.0 cm dalla lente. Determinarne la distanza dell'immagine dalla lente e descrivere l'immagine.

(C) L'oggetto è posto a 5.00 cm dalla lente. Costruire l'immagine, determinarne la distanza dalla lente e descriverne l'immagine.

LENTI SOTTILI

Esercizi

Immagini formate da una lente convergente Una lente convergente ha una distanza focale 10.0 cm.

(A) Un oggetto è posto a 30.0 cm dalla lente. Costruire l'immagine, determinarne la distanza dalla lente e descrivere l'immagine.

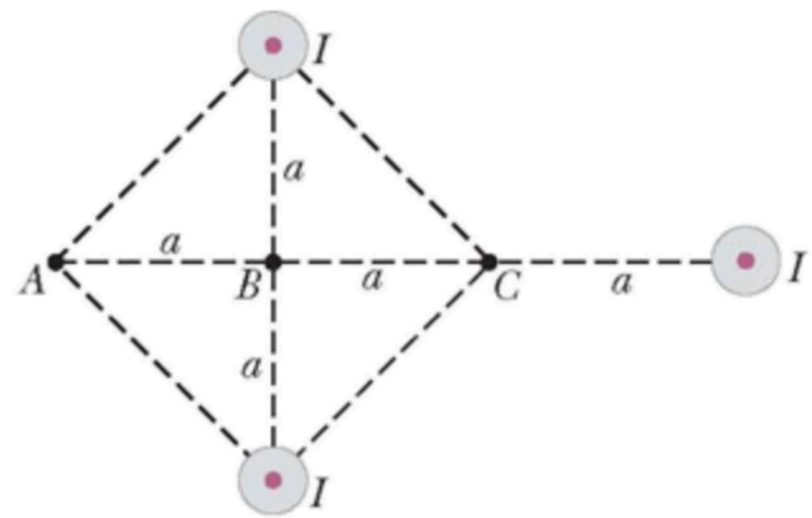
(B) L'oggetto è ora posto a 10.0 cm dalla lente. Determinarne la distanza dell'immagine dalla lente e descrivere l'immagine.

(C) L'oggetto è posto a 5.00 cm dalla lente. Costruire l'immagine, determinarne la distanza dalla lente e descriverne l'immagine.

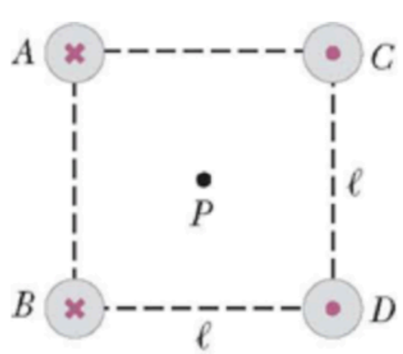
CAMPO MAGNETICO

Esercizi

37. Tre lunghi fili conduttori paralleli trasportano ognuno una corrente I = 2.00 A. La Figura P22.37 è una visuale in sezione dei conduttori, con ciascuna corrente uscente dalla pagina. Se a = 1.00 cm, determinare il modulo, la direzione ed il verso del campo magnetico nel (a) punto A, (b) punto B e (c) punto C.



54. Quattro lunghi fili conduttori, rettilinei e paralleli, sono percorsi dalla stessa corrente I = 5.00 A. La Figura P22.54 è una vista dall'alto della disposizione dei conduttori. La corrente è entrante nel foglio nei punti A e B ed è uscente dal foglio nei punti C e D. Calcolare (a) il modulo e (b) la direzione e il verso del campo magnetico nel punto P, posto al centro del quadrato di lato ℓ = 0.200 m.



INDUZIONE ELETTROMAGNETICA

Esercizi

10. La sbarra in Figura Q23.10 si muove sulle rotaie verso destra con velocità $\vec{v}$ e in presenza di un campo magnetico uniforme, costante e diretto perpendicolarmente alla pagina con verso uscente Quali delle seguenti affermazioni sono corrette? Può essere corretta più di una affermazione. (a) La corrente indotta nel circuito è zero. (b) La corrente indotta nel circuito ha verso orario. (c) La corrente indotta nel circuito ha verso antiorario. (d) È necessaria una forza esterna per mantenere costante la velocità della sbarra. (e) Non è necessaria alcuna forza per mantenere costante la velocità della sbarra.