



- 1) Uno studente che pesa 67 kg abita a 1.52 km dall'Università. Per recarvisi, prima solleva il suo zaino da 3.8 kg all'altezza della spalla pari a 163 cm e poi si muove a piedi percorrendo l'intero tratto in 8 minuti. Di quante calorie ha bisogno lo studente per compiere questo lavoro, assumendo che si tratti di una macchina perfetta?

- 2) Un filo conduttore è avvolto in 75 spire in modo da formare un solenoide lungo 15 cm ed è collegato mediante un interruttore a un generatore capace di produrre una ddp di 15 V. La resistenza del filo è di 3.2Ω . Una piccola spira quadrata di lato pari a 1 cm è posta al centro del solenoide con il piano perpendicolare all'asse di questo. Calcolate la fem indotta sulla spira quando l'interruttore viene chiuso, sapendo che la corrente che scorre nel solenoide raggiunge il suo valore massimo in un tempo di circa 0.01 s.

- 3) Una mole di gas perfetto alla temperatura di 273 K e alla pressione di 1 atm compie un ciclo termodinamico che consiste in un'isobara che ne raddoppia la temperatura, un'isocora che ne dimezza la pressione e una trasformazione che sul piano di Clapeyron si rappresenta come un segmento che unisce il punto finale dell'isocora col punto iniziale. Tutte le trasformazioni si possono considerare reversibili. Calcolate il lavoro compiuto dal gas.



Soluzioni

1) Il lavoro fatto dallo studente per sollevare lo zaino e poi per muoversi da casa all'Università è uguale alla somma della variazione di energia cinetica e potenziale. Il sistema studente+zaino cambia la sua energia potenziale nel momento in cui lo zaino è sollevato da terra. La variazione è

$$U=mgh \approx 61 \text{ J}$$

con $m=3.8 \text{ kg}$, $g=9.8 \text{ ms}^{-2}$ e $h=1.63 \text{ m}$. Se si assume che lo studente si muova a velocità costante, la variazione di energia cinetica è data da

$$K=\frac{1}{2}Mv^2$$

dove $M=67+3.8 \text{ kg} = 70.8$ è la massa dello studente+zaino e v la sua velocità che si può ricavare sapendo che la distanza di 1520 m è stata coperta in 8 minuti pari a 480 s. Avremo quindi che

$$v = \frac{s}{t} = \frac{1520}{480} \approx 3.17 \text{ ms}^{-1}.$$

Essendo perciò $K \approx 356 \text{ J}$, il lavoro totale vale

$$L=K+U=417 \text{ J}$$

che, espresso in calorie, è pari a

$$L \approx 100 \text{ cal}$$



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Corso di Laurea in Biotecnologie Agro-Industriali
Prova scritta di Fisica - A.A. 2017-2018 - 18 giugno 2018



2) La fem si genera nella spira per effetto della variazione di flusso del campo magnetico attraverso la sua superficie ed è pari a

$$U = - \frac{d\phi}{dt}$$

dove

$$\phi = Bl^2$$

essendo $l=1 \text{ cm}=0.01 \text{ m}$ il lato della spira. Per calcolare la variazione del flusso occorre quindi conoscere la variazione del campo magnetico che passa da un valore nullo al tempo $t=0$ al valore massimo B in un tempo $t=0.01 \text{ s}$.

Il valore del campo che induce la fem lo si trova ricordando che per un solenoide infinitamente lungo, come si può assumere che sia quello considerato, il campo all'interno del solenoide è uniforme, parallelo al suo asse e ha modulo pari a

$$B = \mu_0 I \frac{N}{L}$$

dove $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ in unità del SI è la permeabilità magnetica del vuoto, I la corrente che scorre nel filo, $L=0.15 \text{ m}$ la lunghezza del solenoide e $N=75$ il numero di avvolgimenti. La corrente che scorre nel filo si trova con la Legge di Ohm:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{15}{3.2}$$

Di conseguenza avremo che

$$U = -B \times l^2 = -\mu_0 \frac{V N}{R L} \times l^2 \times \frac{1}{t} = -4\pi \times 10^{-7} (\text{Hm}^{-1}) \times \frac{15V}{3.2\Omega} \frac{75}{0.15m} (0.01m)^2 \frac{1}{0.01s} \approx -29 \mu V$$



3) La trasformazione studiata si compone di tre trasformazioni reversibili. Il lavoro totale compiuto dal gas e' quindi la somma dei lavori che il gas compie lungo ogni trasformazione.

La prima trasformazione e' una isobara, cioe' la pressione e' costante lungo tale trasformazione assunta essere reversibile. Quindi il lavoro e'

$$L_1 = P_0(V_F - V_i) = P_0V_0$$

dove $V_i = V_0$ e' il volume occupato dal gas inizialmente, $V_F = 2V_0$ e $P_0 = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$ in unita' SI.

La seconda trasformazione e' una isocora, cioe' il volume e' costante lungo questa trasformazione reversibile. Quindi il lavoro compiuto dal gas e' nullo lungo l'isocora

$$L_2 = 0 \text{ J}$$

Il lavoro compiuto dal gas lungo la terza trasformazione reversibile sara' infine

$$L_3 = \int_{2V_0}^{V_0} P dV$$

D'altra parte L_3 e' l'area del trapezio delimitato dalla terza trasformazione e l'asse delle ascisse, presa con il segno meno, poiche' il volume sta diminuendo. Quindi

$$L_3 = -\frac{1}{2}(\frac{1}{2}P_0 + P_0)V_0 = -\frac{3}{4}P_0V_0$$

Il lavoro totale e' dato dalla somma dei tre lavori

$$L_{tot} = L_1 + L_2 + L_3 = P_0V_0 + 0 - \frac{3}{4}P_0V_0 = \frac{1}{4}P_0V_0$$

Nota: si potrebbe ottenere il medesimo risultato calcolando l'area del triangolo descritto dalle tre trasformazioni nel piano di Clapeyron.

Poiche' il gas studiato e' un gas perfetto, dall'equazione dei gas perfetti

$$PV = nRT$$

Si ottiene

$$L_{tot} = \frac{1}{4}P_0V_0 = \frac{1}{4}nRT = 567 \text{ J}$$