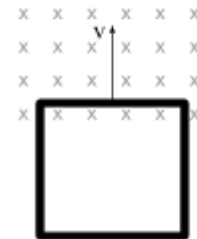




- 1) Un contenitore di volume  $50 \text{ cm}^3$  contiene  $0.1 \text{ mol}$  di gas argon ad una temperatura di  $20^\circ\text{C}$ . Il gas viene quindi sottoposto ad una trasformazione isoterma fino ad un volume di  $2 \text{ L}$ .
- Calcolare la pressione finale del gas.
  - Rappresentare la trasformazione in un diagramma pressione-volume, etichettando appropriatamente gli assi e indicando la scala appropriata per entrambi gli assi.
  - Calcolare la variazione di energia interna del gas fra gli stati iniziale e finale

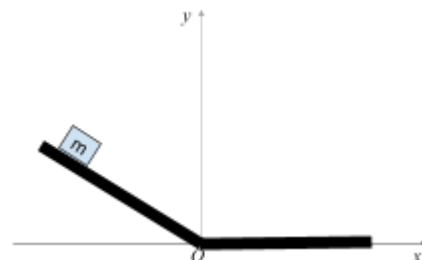
- 2) Un circuito elettrico ha forma quadrata di lato  $L = 5 \text{ cm}$  e possiede una resistenza elettrica  $R = 0.1 \Omega$ . La spira viene spinta con velocità costante,  $v = 50 \text{ m/s}$ , in un campo magnetico uniforme,  $B = 0.2 \text{ T}$ . Come mostrato in figura, si assuma che il campo magnetico sia ortogonale al piano della spira, entrante nel piano del diagramma ed infinitamente esteso nella parte superiore della figura.



- Quali sono la direzione ed il valore della corrente indotta nella spira?
  - Per quanto tempo la corrente scorre nella spira?
- 3) Un corpo ha una certa massa,  $m$ , ed e' vincolato a muoversi su una rotaia come riportato in figura. Non c'e' attrito fra il corpo e la porzione di rotaia inclinata, ma c'e' attrito fra il corpo e la porzione di rotaia orizzontale, con coefficiente di attrito dinamico  $\mu_D = 0.3$ . Il corpo viene lasciato da una quota  $h = 20 \text{ cm}$  con velocità iniziale nulla.

Calcolare:

- la velocità con la quale il corpo passa nell'origine del sistema di riferimento in figura;
- la distanza dall'origine del sistema di riferimento in figura alla quale il corpo si ferma.





## Soluzioni

1-a)

Il gas argon può considerarsi un gas perfetto, quindi deve obbedire alla legge dei gas

$$PV = nRT$$

Poiché la trasformazione termodinamica è isoterma, la temperatura non cambia e vale la relazione fra pressione e volume data da

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

dove i numeri a pedice definiscono un particolare stato del gas.

La pressione finale sarà

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{nRT_1}{V_2}$$

Ricordando che  $1\text{L} = 10^{-3}\text{ m}^3$  e che  $1\text{cm}^3 = 10^{-6}\text{ m}^3$ , inseriamo i valori numerici per ottenere

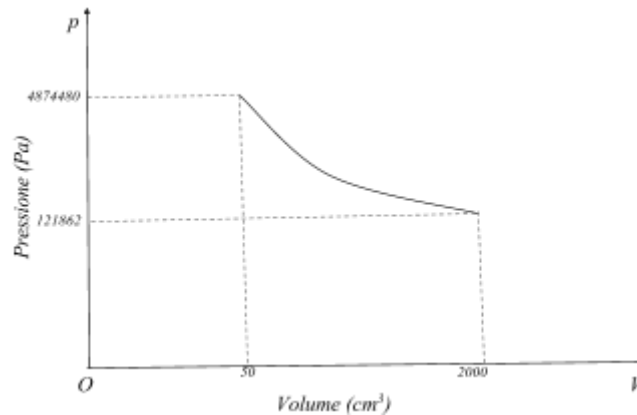
$$P_2 = \frac{0.1\text{ mol} \cdot 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot (20+273.15)\text{K}}{2000\text{ cm}^3 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{cm}^3}} \approx 121862\text{ Pa} \approx 1.2\text{ atm}.$$

1-b)

Per fare il grafico ci servono i volumi iniziale e finale, la pressione finale e quella iniziale. Quest'ultima è data da

$$P_1 = P_2 V_2 / V_1 \approx 121862\text{ Pa} \times \frac{2000\text{ cm}^3}{50\text{ cm}^3} = 121862\text{ Pa} \times 40 = 4874480\text{ Pa} \approx 48\text{ atm}.$$

Quindi il grafico, non necessariamente in scala, è riportato di seguito, dove la trasformazione è indicata come una iperbole.



1-c)

L'energia interna di un gas perfetto e' una funzione di stato che dipende dalla temperatura. La variazione di energia interna e' data da

$$\Delta U = U_2 - U_1 = nC_V(T_2 - T_1) = nC_V \Delta T$$

dove  $C_V$  e' il calore specifico molare a volume costante. Poiché la trasformazione e' isoterma, non c'e' variazione della temperatura del gas, quindi la variazione di energia interna fra lo stato iniziale e lo stato finale del gas e' nulla.

2-a)

Poiché il flusso del campo magnetico concatenato con il circuito aumenta, man mano che la spira e' spinta nel campo, questo genera una f.e.m. indotta che e' data dalla legge di Faraday

$$fem = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

Il flusso del campo magnetico e' dato dal prodotto scalare fra la porzione del piano della spira nel campo, per il campo magnetico

$$\Phi_B = \vec{A} \cdot \vec{B}$$

Dove  $|\vec{A}| = L \times S$ , con  $S$  la lunghezza della spira gia' nel campo. Assumiamo che

- 1) il campo magnetico e' ortogonale al piano del diagramma e verso dentro il piano, e che
- 2) il vettore area ha stessa direzione e stesso verso del vettore campo magnetico

allora abbiamo che



$$\Phi_B = |\vec{A}| \times |\vec{B}| = B L S.$$

La f.e.m. e' quindi

$$fem = - \frac{d}{dt}(B L S) = - B L \frac{dS}{dt} = - B L v.$$

Per la legge di Ohm, il valore della corrente e'

$$I = fem/R = - B L v / R = - 0.2 T \times 0.05 m \times 50 m s^{-1} / 0.1 \Omega = - 5 A$$

Il segno negativo sta ad indicare il verso della corrente ed indica la regola dettata dalla legge di Lenz. La corrente indotta genera un campo magnetico indotto in modo tale da opporsi alla variazione del flusso del campo magnetico preesistente. Quindi la corrente deve circolare in senso antiorario nel circuito in diagramma.

2-b)

La corrente indotta scorre fintanto che c'e' una variazione temporale del flusso del campo magnetico concatenato con il piano del circuito. Quindi la corrente inizia a scorrere appena un lato della spira entra nel campo. Cessa di scorrere quando il lato opposto della spira entra nel campo. Da questo istante in poi il flusso e' costante.

Quindi l'intervallo temporale durante il quale la corrente scorre nel circuito e'

$$\Delta t = L / v = 0.05 m / 50 m s^{-1} = 0.001 s = 1 msec$$

3-a)

Possiamo usare la legge di conservazione dell'energia meccanica per trovare la velocita' del corpo quando raggiunge l'origine (a quota 0 cm) dopo che e' stato lasciato andare da quota 20 cm con velocita' iniziale nulla.

L'energia meccanica e' data dalla somma dell'energia cinetica e di quella potenziale gravitazionale. Abbiamo quindi

$$\frac{1}{2}mv_i^2 + mgh_i = \frac{1}{2}mv_o^2 + mgh_o$$

Nel caso studiato  $v_i = 0 m/s$  e  $h_o = 0 cm$ , quindi

$$v_o = \sqrt{2gh_i} = \sqrt{2 \times 9.8 m s^{-2} \times 0.2m} = 2.0 m s^{-1}$$

3-b)

Possiamo utilizzare il teorema dell'energia cinetica il quale afferma che la variazione di energia cinetica e' uguale al lavoro fatto dalle forze. Forze che sono in questo caso non conservative, picche' nel tratto orizzontale della rotaia la forza di gravita' non compie lavoro.

$$\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_o^2 = L = \vec{F} \cdot \vec{S}$$

La forza e' quella di attrito:  $\vec{F} = - \mu_D m g \hat{i}$ .



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

Corso di Laurea in Biotecnologie Agro-Industriali  
Prova scritta di Fisica - A.A. 2017-2018 - 2 febbraio 2018

---

Lo spostamento e' lungo l'asse delle x:  $\vec{S} = S \hat{i}$

La velocità finale e' nulla. Quindi

$$-\frac{1}{2}mv_o^2 = -\mu_D mg S \hat{i} \cdot \hat{i} = -\mu_D mg S$$

da cui si ricava lo spostamento

$$S = \frac{v_o^2}{2\mu_D g} = \frac{2gh_i}{2\mu_D g} = \frac{h_i}{\mu_D} = 20 \text{ cm} / 0.3 = 66.7 \text{ cm}$$



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

Corso di Laurea in Biotecnologie Agro-Industriali  
Prova scritta di Fisica - A.A. 2017-2018 - 2 febbraio 2018

---

- 1) Due treni si muovono in direzioni opposte alla velocità di 90 km/h. Uno dei due emette un fischio di frequenza  $f = 520$  Hz. Qual è la frequenza del suono percepita dal macchinista dell'altro treno?