



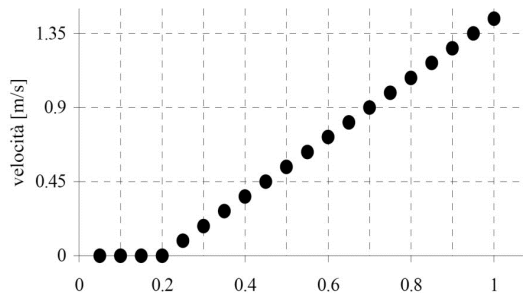
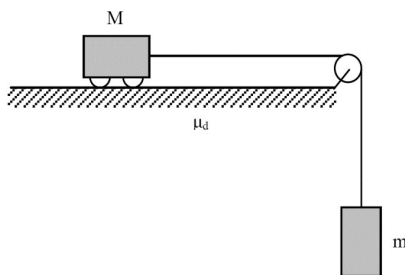
Secondo appello - 07/09/2011

IMPORTANTE: Motivare e commentare adeguatamente ogni formula usata negli esercizi. Nei problemi a carattere numerico dare prima la soluzione in forma letterale, sostituendo i valori numerici solo alla fine.

Esercizio 1

Si consideri un'esperienza di laboratorio in cui un carrello scivola su un piano orizzontale trascinato da dei pesi sospesi lungo la direzione verticale. In figura è mostrato l'andamento temporale della velocità del carrello derivata dalle misure effettuate tramite il sonar:

- dall'osservazione di tale grafico, si dica di quale moto si tratta e se ne valuti l'accelerazione media a_m ;
- sapendo che il carrello ha massa $M = 500$ g ed i pesi hanno massa complessiva $m = 120$ g e supponendo l'attrito trascurabile, si calcoli il valore teorico dell'accelerazione;
- supponendo, infine, che la differenza tra valore teorico e valore misurato sia dovuta all'attrito dinamico tra carrello e guida, si dia una stima del coefficiente di attrito dinamico μ_d .



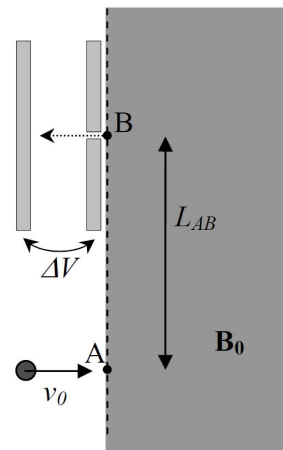
Esercizio 2

- Dopo aver definito il vettore centro di massa per un sistema di N punti materiali, se ne ricavi la legge del moto (prima equazione cardinale della dinamica per un sistema di punti).
- Si fornisca inoltre la definizione di quantità di moto totale per il sistema di punti e si discuta, a partire dalla prima equazione cardinale, sotto quali condizioni la quantità di moto totale si conserva.

Esercizio 3

Un protone (massa $m_p = 1.7 \times 10^{-27}$ kg, carica $q_p = 1.6 \times 10^{-19}$ C) entra in una regione di campo magnetico uniforme \mathbf{B}_0 con velocità di modulo $v_0 = 1000$ km/s.

- Si determinino modulo, direzione e verso di \mathbf{B}_0 affinché il protone, entrando in A nella regione di campo magnetico (come mostrato in figura), esca da essa nel punto B ($L_{AB} = 3$ cm). Si specifichi inoltre la traiettoria seguita dal protone.
- Si calcoli la minima differenza di potenziale ΔV_{MIN} da applicare al condensatore (specificandone la polarità) affinché il protone non arrivi sulla parete sinistra del condensatore.
- Nel caso in cui la d.d.p. applicata sia maggiore di ΔV_{MIN} , si descriva qualitativamente la traiettoria del protone quando viene rilanciato all'interno della regione di campo magnetico attraverso il foro in B.

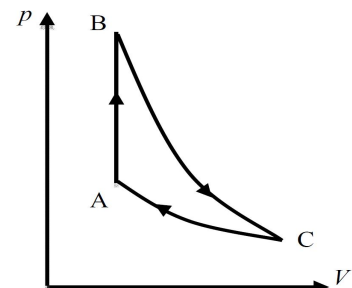


Esercizio 4

Una mole di gas ideale monoatomico esegue il ciclo termodinamico composto dalle tre trasformazioni indicate in figura: isocora da A a B; adiabatica da B a C; isoterma da C ad A.

- Sapendo che $T_A = 0$ °C e $T_B = 1000$ °C, si calcoli il rendimento η di tale ciclo.
- La trasformazione isoterma CA avviene mettendo il gas a contatto con una miscela di acqua e ghiaccio. Calcolare la massa m di ghiaccio che si scioglie per ogni ciclo.

[costante dei gas $R = 8.31$ J/(K mol); calore latente ghiaccio $\lambda = 334$ kJ/kg]



Esercizio 1

Moto uniformemente accelerato: accelerazione media

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v(0.7 \text{ s}) - v(0.2 \text{ s})}{\Delta t} = 1.8 \text{ m/s}^2$$

Accelerazione teorica

$$\begin{cases} mg - T = ma \\ T = Ma \end{cases} \quad a = \frac{m}{m + M} g = 1.9 \text{ m/s}^2$$

Coefficiente d'attrito

$$\begin{cases} mg - T = ma \\ T - \mu_d Mg = Ma \end{cases} \quad a_m = \frac{m - \mu_d M}{m + M} g \quad \mu_d = \frac{m - a_m / g (m + M)}{M} = 0.0125$$

Esercizio 2

Centro di massa

$$\vec{r}_C = \frac{\sum m_i \vec{r}_i}{\sum m_i} \quad \vec{F}_{\text{ext}} = \frac{d\vec{Q}_C}{dt} = m\vec{a}_C$$

Quantità di moto

$$\vec{Q}_C = \sum \vec{Q}_i \quad \vec{F}_{\text{ext}} = \frac{d\vec{Q}_C}{dt} \quad \vec{Q}_C = \text{cost} \quad \vec{F}_{\text{ext}} = 0$$

1.

Esercizio 3

Campo magnetico perpendicolare ed entrante rispetto al piano del disegno.

$$F = q_p v_0 B_0 \qquad F = \frac{m_p v_0^2}{L_{AB}/2} \qquad B_0 = \frac{m_p}{q_p} \frac{v_0}{L_{AB}/2} = 0.696 \text{ T}$$

Differenza di potenziale (energia potenziale elettrostatica U, energia cinetica K)

$$\Delta U + \Delta K = 0 \qquad q_p \Delta V = \frac{1}{2} m_p v_0^2 \qquad \Delta V = \frac{1}{2} \frac{m_p}{q_p} v_0^2 = 5219 \text{ V} \qquad \text{armatura a sinistra +}$$

Traiettoria: semicirconf. a salire, stesso raggio di quella di andata

Esercizio 4

Gas monoatomico

$$c_V = \frac{3}{2} R \qquad \gamma = \frac{5}{3}$$

Calore e lavoro

$$Q_{AB} = \Delta U_{AB} = n c_V (T_B - T_A) = 12\,500 \text{ J}$$

$$W_{BC} = -\Delta U_{BC} = -n c_V (T_C - T_B) = n c_V (T_B - T_A) = 12\,500 \text{ J}$$

$$Q_{CA} = W_{CA} = n R T_A \ln \frac{V_A}{V_C}$$

$$T_B V_B^{\gamma-1} = T_C V_C^{\gamma-1} \qquad \frac{V_A}{V_C} = \frac{V_B}{V_C} = \left(\frac{T_C}{T_B} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} = \left(\frac{T_A}{T_B} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}}$$

$$Q_{CA} = W_{CA} = n R T_A \ln \frac{V_A}{V_C} = n R T_A \ln \left(\frac{T_A}{T_B} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} = -5240 \text{ J}$$

Rendimento

$$\eta = 1 + \frac{Q_2}{Q_1} = 1 + \frac{Q_{CA}}{Q_{AB}} = 58 \%$$

Ghiaccio fuso

$$-Q_{CA} = m \lambda \qquad m = \frac{-Q_{CA}}{\lambda} = 15.6 \text{ g}$$