

ESAME SCRITTO DI FISICA GENERALE 1 DEL 18 SETTEMBRE 2014
Prof. Francesco Michelotti

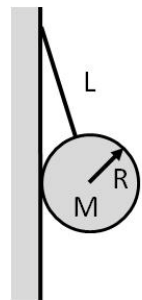
INGEGNERIA DELLE COMUNICAZIONI [L (DM 270/04) - ORDIN. 2010]
INGEGNERIA ELETTRONICA [L (DM 270/04) - ORDIN. 2014]
INGEGNERIA ELETTRONICA [L (DM 270/04) - ORDIN. 2010]

- 1) Un uomo si trova all'interno di un appartamento il cui pavimento è a una quota y_0 . Guardando da lontano attraverso una vetrata di altezza h poggiata sul pavimento, osserva che un vaso da fiori in caduta libera verticale resta visibile per un tempo T . Supponendo che il vaso sia partito da fermo l'uomo riesce a determinare la quota y_1 da cui è caduto. Trascurando l'attrito dell'aria e l'errore di parallasse dovuto all'osservazione, quanto vale y_1 ? Si approssimi il vaso come un punto materiale.

[Dati: $y_0=9$ m, $h=3$ m, $T=0.2$ s,]

- 2) Una sfera omogenea di massa M e raggio R è appesa ad una parete verticale, rigida e liscia, mediante un filo inestensibile e di massa nulla di lunghezza L . Calcolare la tensione del filo e la reazione normale del piano nel punto di contatto sfera/parete.

[Dati: $M=10$ kg, $R=10$ cm, $L=50$ cm]



- 3) Una coppia di pattinatori di massa M_1 e M_2 è ferma in piedi sul ghiaccio ad una distanza L dal bordo pista. Il pattinatore di massa M_1 lancia orizzontalmente quella di massa M_2 in direzione perpendicolare al bordo verso il centro della pista. Calcolare la massima distanza che può percorrere M_2 senza che M_1 , nel rinculo, arrivi a bordo pista. Il coefficiente di attrito dinamico tra i pattini ed il ghiaccio è pari a μ_d .

[Dati: $M_1=75$ kg, $M_2=42$ kg, $L=8$ m, $\mu_d=0.03$]

- 4) Determinare la massa di ghiaccio, alla temperatura di fusione, che è necessario inserire in un recipiente per abbassare la temperatura di una massa m_A di acqua dalla temperatura t_1 alla t_2 . Si consideri l'intero sistema isolato e trascurabile la capacità termica del recipiente. Siano λ_G il calore latente di fusione del ghiaccio e c_A il calore specifico dell'acqua.

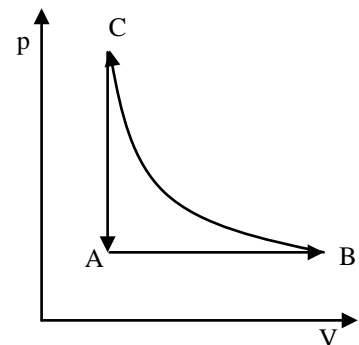
[Dati: $m=200$ g, $t_1=30$ °C, $t_2=10$ °C, $\lambda_G= 3.3 \cdot 10^5$ J/kg, $c_A=4186$ J/kgK]

- 5) Una mole di gas ideale monoatomico si trova alla pressione p_A ed occupa un volume V_A . Il gas compie un ciclo composto in successione dalle seguenti trasformazioni:

- una espansione isobara con temperatura finale T_B
- una compressione isoterma con volume finale $V_C=V_A$
- una isocora con pressione finale p_A .

Calcolare il calore totale scambiato dal gas nel corso del ciclo.

[Dati: $p_A=10^5$ Pa, $V_A=22.4$ l, $T_B=100$ °C]



ESAME SCRITTO DI FISICA GENERALE 1 DEL 18 SETTEMBRE 2014
Prof. Francesco Michelotti

SOLUZIONI

1) Supponendo che il vaso inizi a cadere da fermo a $t=0$, la legge oraria del vaso è data da:

$$y(t) = y_1 - \frac{1}{2}gt^2$$

Si ha quindi:

$$y(t_1) = y_0 + h = y_1 - \frac{1}{2}gt_1^2 \quad t_1^2 = \frac{2}{g}(y_1 - y_0 - h)$$

$$y(t_2) = y_0 = y_1 - \frac{1}{2}gt_2^2$$

Dove t_1 e t_2 sono gli istanti in cui il vaso transita all'estremo superiore ed inferiore della vetrata, rispettivamente. Sottraendo membro a membro:

$$h = \frac{1}{2}gt_2^2 - \frac{1}{2}gt_1^2 \quad \text{da cui} \quad \frac{2h}{g} = t_2^2 - t_1^2 = (t_1 + T)^2 - t_1^2 = T(2t_1 + T)$$

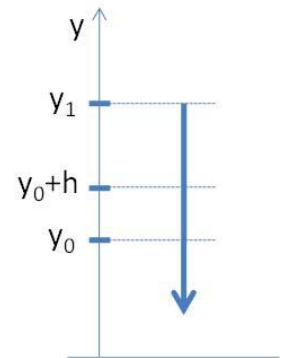
Ricavando t_1 e quadrando si ha:

$$t_1^2 = \left(\frac{h}{gT} - \frac{T}{2} \right)^2$$

Sostituendo t_1^2 trovato precedentemente si ha:

$$\frac{2}{g}(y_1 - y_0 - h) = \left(\frac{h}{gT} - \frac{T}{2} \right)^2 \quad \text{da cui:}$$

$$y_1 = y_0 + h + \frac{g}{2} \left(\frac{h}{gT} - \frac{T}{2} \right)^2 = 22\text{m}$$



2) Affinché si abbia equilibrio statico si deve avere che:

$$\begin{cases} \vec{\mathbf{F}}^{(E)} = \mathbf{0} \\ \vec{\mathbf{M}}^{(E)} = \mathbf{0} \end{cases}$$

Dalla seconda si ha che:

$$\begin{aligned} \vec{\mathbf{CO}} \times \vec{\mathbf{T}} + \vec{\mathbf{CA}} \times \vec{\mathbf{N}} + \vec{\mathbf{CC}} \times \vec{\mathbf{P}} &= \mathbf{0} \\ \vec{\mathbf{CO}} \times \vec{\mathbf{T}} + \mathbf{0} + \mathbf{0} &= \mathbf{0} \end{aligned}$$

Da cui si ricava che $\vec{\mathbf{CO}}$ e $\vec{\mathbf{T}}$ devono essere paralleli, ovvero che la direzione della tensione effettivamente passa per il centro della sfera.

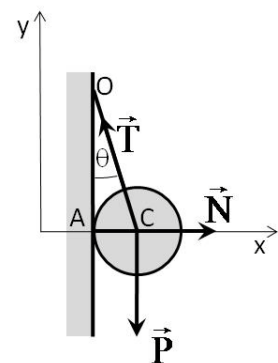
Proiettando la prima equazione sugli assi x ed y si ha rispettivamente:

$$\begin{cases} N - T \sin \alpha = 0 \\ T \cos \alpha - P = 0 \end{cases}$$

In cui l'angolo α è fissato dalla relazione:

$$\begin{aligned} \overline{\mathbf{AC}} &= \overline{\mathbf{CO}} \sin \alpha \\ R &= (R + L) \sin \alpha \end{aligned}$$

Si ha quindi:



$$T = \frac{P}{\cos \alpha} = \frac{Mg}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = Mg \frac{R + L}{\sqrt{L(L + 2R)}} = 99.5N$$

$$N = T \sin \alpha = T \frac{R}{R + L} = 16.6N$$

3) La spinta può essere trattata come un urto anelastico nel corso del quale si conserva la quantità di moto:

$$\vec{Q}_{in} = \vec{Q}_{fin}$$

$$0 = M_1 \vec{v}_1 + M_2 \vec{v}_2$$

che proiettata su un asse congiungente le masse dà:

$$0 = M_1 v_1 - M_2 v_2 \quad \text{e} \quad v_2 = \frac{M_1}{M_2} v_1$$

Nel corso del rinculo e fino al completo arresto, l'energia cinetica di M_2 viene dissipata dalla forza di attrito dinamico:

$$0 - \frac{1}{2} M_1 v_1^2 = -F_{AD} L = -\mu_d M_1 g L$$

da cui si ricava la massima velocità che può assumere M_1 senza arrivare al bordo pista:

$$v_1^{MAX} = \sqrt{2\mu_d g L} = 2.17m/s$$

Si ha quindi che la velocità con cui M_2 esce dalla spinta è al massimo:

$$v_2^{MAX} = \frac{M_1}{M_2} v_1^{MAX} = 3.87m/s$$

Considerando di nuovo la dissipazione di energia cinetica per M_2 si ottiene la distanza percorsa prima che si fermi:

$$0 - \frac{1}{2} M_2 v_{2,MAX}^2 = -\mu_d M_2 g L_{2,MAX}$$

da cui si ottiene:

$$L_{2,MAX} = \frac{1}{2\mu_d g} v_{2,MAX}^2 = 25.5m$$

4) Una volta messi a contatto acqua e ghiaccio, l'acqua cede calore per fondere il ghiaccio e per portare il ghiaccio fuso dalla temperatura di fusione a quella finale.

Il calore ceduto dall'acqua è dato da:

$$Q_A = m_A c_A (t_2 - t_1) < 0$$

Il calore assorbito dal ghiaccio per fondere e dall'acqua risultante dalla fusione per aumentare di temperatura è dato da:

$$Q_G = m_G \lambda_G + m_G c_A (t_2 - t_{FUS}) > 0$$

Dal momento che il sistema è isolato:

$$Q_G + Q_A = 0$$

e

$$m_G \lambda_G + m_G c_A (t_2 - t_{FUS}) = -m_A c_A (t_2 - t_1)$$

Si ricava quindi:

$$m_G = \frac{-m_A c_A (t_2 - t_1)}{\lambda_G + c_A (t_2 - t_{FUS})} = 45g$$

5) Trasformazione isobara dallo stato A allo stato B:

$$\begin{aligned}L_{AB} &= p_A (V_B - V_A) = p_A V_B - p_A V_A = nRT_B - p_A V_A = \\ &= 1 \cdot 8.314 \cdot 373.15 - 10^5 \cdot 22.4 \cdot 10^{-3} = 0.86 \text{kJ}\end{aligned}$$

Trasformazione isoterma dallo stato B allo stato C:

$$L_{BC} = nRT_B \ln \frac{V_C}{V_B} = nRT_B \ln \frac{p_A V_A}{nRT_B} = -1.01 \text{kJ}$$

Trasformazione isocora dallo stato C allo stato A:

$$L_{CA} = 0$$

Il lavoro complessivo è quindi:

$$L_{\text{CICLO}} = L_{AB} + L_{BC} = -0.15 \text{kJ}$$

Dal momento che nel ciclo la variazione di energia interna è nulla, il calore totale scambiato è:

$$Q_{\text{CICLO}} = L_{\text{CICLO}} = -0.15 \text{kJ}$$