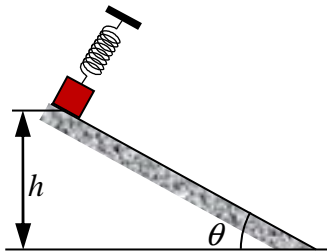


Corsi di Laurea in Ingegneria
Prova scritta di Fisica Generale 1 (Prof. G. Naletto)
Corsi estivi a Bressanone - Bressanone, 11 Agosto 2017

Cognome Nome Matricola

Docente di riferimento a Padova: Prof.

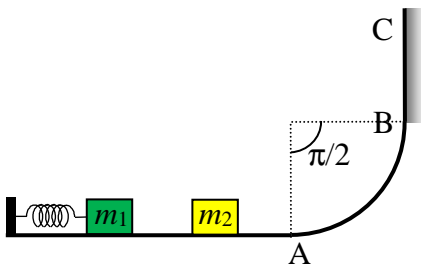
Problema 1



Un corpo di dimensioni trascurabili e massa $m = 0.9$ kg si trova su un piano scabro inclinato di un angolo $\theta = 28^\circ$ rispetto all'orizzontale all'altezza $h = 1.4$ m rispetto al piano orizzontale. Il corpo è tenuto fermo da una molla di costante elastica $k = 350$ N/m perpendicolare al piano e compressa di $\Delta x = 0.08$ m che lo spinge contro lo stesso piano inclinato. Ad un certo istante si toglie la molla, ed il corpo inizia a scendere lungo il piano inclinato. Determinare:

- il minimo valore $\mu_{s,min}$ del coefficiente di attrito statico necessario per mantenere fermo il corpo (cioè quando la molla non è ancora staccata);
- il tempo t che ci impiega il corpo a raggiungere il piano orizzontale dopo che si è levata la molla, nell'ipotesi che i coefficienti di attrito statico e dinamico valgano entrambi $\mu = 0.1$.

Problema 2

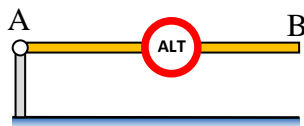


Un corpo di massa $m_1 = 1.2$ kg e dimensioni trascurabili è appoggiato su una guida orizzontale liscia e tiene compressa di $\Delta x = 0.15$ m una molla orizzontale di costante elastica $k = 860$ N/m vincolata all'altro estremo. Ad un certo istante si sblocca il corpo, che si mette in movimento lungo la guida. Dopo essersi staccato dalla molla, il corpo urta in modo completamente anelastico un altro corpo di massa $m_2 = 0.25$ kg e dimensioni trascurabili che giace sulla stessa guida. Nel punto A (vedi figura) la guida diventa con continuità un arco di circonferenza che sale nel piano verticale fino a B, con l'arco AB che sottende un angolo di $\pi/2$. Dal punto B la guida continua con un tratto verticale scabro. Dopo l'urto i corpi proseguono il loro moto sulla guida superando l'arco AB fino a fermarsi istantaneamente nel punto C

lungo il tratto di guida scabro. Determinare:

- il modulo v della velocità dei due corpi subito dopo l'urto;
- la quota h rispetto al piano orizzontale del punto C in cui i due corpi di fermano (si assuma che il raggio di curvatura del tratto AB sia inferiore alla quota h).

Problema 3

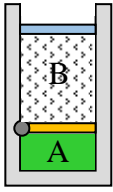


Una sbarra apricancello ha lunghezza $AB = \ell = 2$ m e massa $m_S = 15$ kg; si consideri questa sbarra sottile e omogenea. Un cartello circolare omogeneo di raggio $R = 0.25$ m e massa $m_C = 3$ kg posto nel piano verticale è fissato nel suo centro al centro della sbarra. All'estremo A della sbarra c'è un sistema motorizzato che consente di alzare e abbassare la sbarra ruotandola attorno ad un asse orizzontale passante per A con attrito trascurabile. Inizialmente, il motore è spento e la sbarra giace in posizione orizzontale.

A seguito dell'applicazione di un momento iniziale $M(t_0)$ da parte del motore, la sbarra inizia ad alzarsi con una accelerazione angolare iniziale di modulo $\alpha(t_0) = 0.8$ rad/s²; il motore poi ferma la sbarra quando questa si è inclinata di un angolo $\theta = 60^\circ$ rispetto all'orizzontale. Determinare:

- il modulo $M(t_0)$ del momento esercitato dal motore in A nell'istante iniziale del moto;
- il lavoro W fatto dal motore per alzare la sbarra fino a quando si ferma;
- (solo per gli studenti che non hanno in programma il secondo principio della termodinamica) il modulo v_{CM} della velocità del centro di massa del sistema sbarra+cartello quando questo passa nuovamente sulla posizione orizzontale nel caso in cui si rompa l'ingranaggio di blocco del motore quando la sbarra è sollevata e ferma.

Problema 4



Un cilindro a pareti adiabatiche chiuso da un pistone adiabatico è diviso in due parti da una paratia adiabatica mobile inizialmente chiusa; il pistone e la paratia si possono muovere senza attrito. La porzione A, chiusa dalla base del cilindro, è interamente riempita da una massa $m = 0.4$ kg di alluminio (calore specifico $c = 896$ J/kgK) alla temperatura $T_A = 350$ K. La porzione B, chiusa dal pistone che inizialmente è bloccato in posizione fissa, di volume $V_B = 0.1$ m³, è riempita da $n = 4$ moli di un gas biatomico alla pressione ambiente $p_B = 10^5$ Pa. Ad un certo istante si apre la paratia finché il sistema non raggiunge lo stato di equilibrio termico. Poi si chiude nuovamente la paratia, si sblocca il pistone e si riporta molto

lentamente il gas alla pressione iniziale. Assumendo che l'alluminio non cambi significativamente il suo volume durante la trasformazione, determinare:

- il valore T_{eq} della temperatura di equilibrio del gas e dell'alluminio con la paratia aperta;
- il volume V'_B del gas in B alla fine delle trasformazioni;
- (solo per gli studenti che non hanno in programma il secondo principio della termodinamica) il lavoro W compiuto dal gas nelle trasformazioni.

Problema 5 (solo per chi ha in programma il secondo principio della termodinamica)

Un cilindro in contatto termico con una miscela di acqua e ghiaccio alla temperatura $T_o = 273.15$ K di fusione del ghiaccio è chiuso da un pistone mobile con attrito trascurabile. Esso contiene $n = 2.5$ moli di un gas ideale inizialmente nello stato A alla pressione $p_A = 1.3 \cdot 10^5$ Pa. Il gas viene compresso in modo molto lento e graduale fino allo stato B, subendo un lavoro pari a $W_{AB} = -2500$ J. Determinare:

- il volume V_B del gas nello stato B;
- la variazione ΔS_{misc} di entropia della miscela di acqua e ghiaccio nella trasformazione.

Soluzioni

Problema 1

$$a) \quad m\vec{g} + \vec{F}_{as} + \vec{N} + \vec{F}_{el} = 0 \Rightarrow \begin{cases} -mg \cos \theta + N - k|\Delta x| = 0 \\ mg \sin \theta - F_{as} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N = mg \cos \theta + k|\Delta x| \\ F_{as} = mg \sin \theta \leq \mu_s N \end{cases}$$

$$\mu_s \geq \mu_{s,\min} = \frac{mg \sin \theta}{N} = \frac{mg \sin \theta}{mg \cos \theta + k|\Delta x|} = 0.116$$

$$b) \quad mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma \Rightarrow a = g(\sin \theta - \mu \cos \theta) = 3.74 \text{ m/s}^2 \Rightarrow \frac{h}{\sin \theta} = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{a \sin \theta}} = 1.26 \text{ s}$$

Problema 2

$$a) \quad \frac{1}{2}k\Delta x^2 = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 \Rightarrow v_1 = \Delta x \sqrt{\frac{k}{m_1}} = 4.02 \text{ m/s} \Rightarrow m_1 v_1 = (m_1 + m_2)v \Rightarrow v = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1 = 3.32 \text{ m/s}$$

b) Non c'è lavoro della forza di attrito nel tratto verticale, perché la normale al piano verticale è nulla.

$$\Delta E_m = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 = (m_1 + m_2)gh \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g} = 0.56 \text{ m}$$

Problema 3

$$a) \quad I_{z,A} = \frac{1}{3}m_s \ell^2 + \left(\frac{1}{2}m_c R^2 + m_c \frac{\ell^2}{4} \right) = 23.1 \text{ kgm}^2; \quad M(t_o) - \frac{\ell}{2}(m_s + m_c)g = I_{z,A} \alpha(t_o) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M(t_o) = \frac{\ell}{2}(m_s + m_c)g + I_{z,A} \alpha(t_o) = 195 \text{ Nm}$$

$$b) \quad W = \Delta E_k \Rightarrow W_{mot} + W_{peso} = 0 \Rightarrow W_{mot} = -W_{peso} = \Delta E_p = (m_s + m_c)g \frac{\ell}{2} \sin \theta = 153 \text{ J}$$

$$c) \quad E_{p,in} = E_{k,fin} \Rightarrow (m_s + m_c)g \frac{\ell}{2} \sin \theta = \frac{1}{2}I_{z,A} \omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{(m_s + m_c)g \ell \sin \theta}{I_{z,A}}} = 3.64 \text{ rad/s}$$

$$\text{Il CM del sistema sbarra+cartello coincide con il CM della sbarra: } \Rightarrow v_{CM} = \omega \frac{\ell}{2} = 3.64 \text{ m/s}$$

Problema 4

$$a) \quad T_B = \frac{p_B V_B}{nR} = 300.7 \text{ K}; \quad Q_{gas} = -Q_{Al} \Rightarrow nc_V(T_{eq} - T_B) = -mc(T_{eq} - T_A) \Rightarrow T_{eq} = \frac{nc_V T_B + mc T_A}{nc_V + mc} = 340.7 \text{ K}$$

$$b) \quad p_{B,eq} = \frac{nRT_{eq}}{V_B} = 1.13 \cdot 10^5 \text{ Pa}; \quad p_{B,eq} V_B^\gamma = p_B V_B'^\gamma \Rightarrow V'_B = V_B \left(\frac{p_{B,eq}}{p_B} \right)^{1/\gamma} = 0.109 \text{ m}^3$$

$$c) \quad T'_B = \frac{p_B V'_B}{nR} = 329 \text{ K}; \quad W = W_{adiab} = -\Delta U = -nc_V(T'_B - T_{eq}) = 993 \text{ J}$$

Problema 5

$$a) \quad V_A = \frac{nRT_o}{p_A} = 0.0437 \text{ m}^3; \quad W_{AB} = nRT_o \ln \frac{V_B}{V_A} \Rightarrow V_B = V_A e^{W_{AB}/(nRT_o)} = 0.0281 \text{ m}^3$$

$$b) \quad Q_{misc} = -Q_{gas} = -W_{AB} \Rightarrow \Delta S_{misc} = \frac{Q_{misc}}{T_o} = -\frac{W_{AB}}{T_o} = 9.2 \text{ J/K}$$