Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica - Canale 2 (Prof. G. Naletto)
Prima Prova in Itinere di Fisica Generale 1 - Padova, 19 aprile 2021

Cognome .... Nome .... Matricola ....

Aula .... Posto # ....

Problema 1

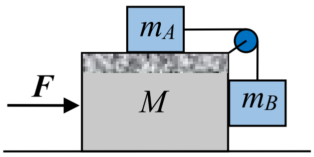
Si vuole attraversare in motoscafo un fiume, la cui acqua scorre con velocità costante e uniforme di modulo v_f = 1.2 m/s, viaggiando perpendicolarmente al verso della corrente. Nell'attraversamento, il pilota, che guida il motoscafo alla sua massima velocità pari in modulo a v_{max} = 7.8 m/s (rispetto all'acqua in cui naviga), per mantenere questa direzione deve tenere il timone inclinato di un angolo θ rispetto alla corrente. Sapendo che il motore imprime al motoscafo una accelerazione costante di modulo a_m = 2.3 m/s^2 e che sul motoscafo agisce una forza di attrito viscoso che si oppone al moto con una accelerazione $\vec{a}_v = -k\vec{v}$, con k costante, determinare:

a) il valore della costante k (NB si assuma $v_{max} = v_{lim} = v(t \to \infty)$);
b) l'angolo θ cui è orientato il timone rispetto alla corrente.

Se alla fine il motoscafo arriva in un tratto di acqua stagnante (quindi non risente più della corrente del fiume),

c) a quale distanza massima d dall'argine il pilota può spegnere il motore del motoscafo per toccare la riva senza dover scendere dal motoscafo?

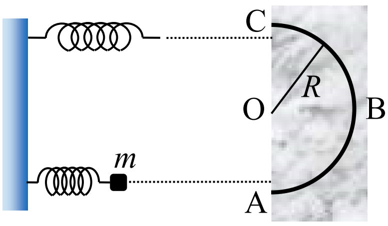
Problema 2



Un blocco di massa M = 3 kg è fermo su un piano orizzontale liscio. La sua superficie superiore è orizzontale e scabra. Su di essa è appoggiato il corpo A di massa m_A = 1.5 kg; il coefficiente di attrito dinamico, uguale a quello statico, tra i due corpi vale μ = 0.42. Ad A è attaccato un filo inestensibile e di massa trascurabile, teso orizzontale, al quale è appeso il corpo B di massa m_B = 1.7 kg tramite una carrucola ideale vincolata al blocco (vedi figura). Il corpo B è appoggiato alla parete verticale del blocco (vedi figura), che è liscia. Al blocco viene applicata una forza orizzontale $\vec{F}$ con verso concorde al moto di A quando B scende. Determinare:

a) il modulo a_A dell'accelerazione di A quando $\vec{F}$ è tale da mantenere fermo il blocco rispetto al piano;
b) il modulo a dell'accelerazione del sistema quando F = 50 N, sapendo che quando si applica tale forza A e B rimangono fermi relativamente al blocco;
c) il modulo F_{as} della forza di attrito statico agente su A in queste condizioni;
d) (facoltativo) il valore minimo F_{min} del modulo della forza applicata al blocco tale per cui il corpo B inizia a salire.

Problema 3



Un corpo di massa m = 0.3 kg e dimensioni trascurabili è appoggiato ad una molla ideale compressa, di costante elastica k = 150 N/m e vincolata all'altro estremo; il tutto giace su un piano orizzontale liscio. Si rilascia la molla, il corpo si mette in movimento e dopo essersi staccato dalla molla entra con velocità di modulo v_A = 2.4 m/s in una zona scabra del piano (coefficiente di attrito dinamico μ_d = 0.25); simultaneamente si appoggia "di lato" su una guida liscia AC a forma di semicerchio di raggio R tangente in A alla sua traiettoria e inizia a curvare (vedi figura). Il corpo esce in C dalla guida e dalla porzione scabra del piano con la stessa direzione che aveva in entrata e con velocità di modulo v_C = 1.5 m/s. Nel suo moto poi comprime una seconda molla ideale vincolata e orientata parallelamente al suo moto; la molla respinge indietro il corpo che compie lo stesso percorso fatto in precedenza ma in verso opposto. Determinare:

a) la compressione iniziale Δx della molla;
b) il raggio di curvatura R della guida;
c) il modulo R_B della componente parallela al piano della reazione della guida agente sul corpo quando questo passa per la seconda volta sul punto B posto a metà dell'arco AC;
d) la modulo a_B dell'accelerazione del corpo nello stesso istante.

Soluzioni

Problema 1

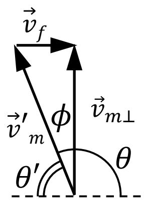
a) Nel sistema di riferimento del fiume:

$v_{max} = \text{cost} \;\Rightarrow\; a = \frac{dv}{dt} = a_m - kv_{max} = 0 \;\Rightarrow\; k = \frac{a_m}{v_{max}} = 0.29\ \text{s}^{-1}$.

Oppure: $a = \frac{dv}{dt} = a_m - kv \;\Rightarrow\; \int_0^{v(t)} \frac{dv}{a_m - kv} = \int_0^t dt \;\Rightarrow\; v(t) = \frac{a_m}{k}(1 - e^{-kt}) \;\Rightarrow$

$\Rightarrow\; v_{max} = v(t \to \infty) = \frac{a_m}{k}$

b)



Per il teorema delle velocità relative:

$\vec{v}_{m\perp} = \vec{v}'_m + \vec{v}_f = \vec{v}_{max} + \vec{v}_f \;\Rightarrow\; v_f = v_{max}\sin\phi \;\Rightarrow$

$\Rightarrow\; \phi = \sin^{-1}\left(\frac{v_f}{v_{max}}\right) = 8.8°$; $\theta = \phi + 90° = 98.8°$ (e $\theta' = 81.2°$)

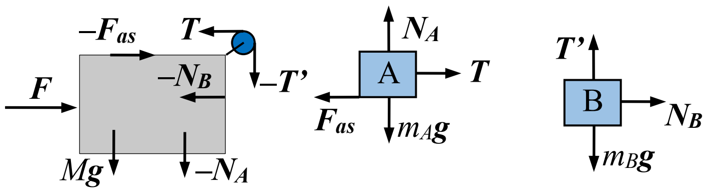
c) $a_{fin} = \frac{dv}{dt} = v\frac{dv}{dx} = -kv \;\Rightarrow\; dv = -kdx \;\Rightarrow\; v(x) = v_o - kx \;\Rightarrow\; 0 = v_{max} - kd \;\Rightarrow$
$d = \frac{v_{max}}{k} = 26.5\ \text{m}$

Problema 2

a) $\begin{cases} T_o - \mu m_A g = m_A a_A \\ m_B g - T_o = m_B a_B \end{cases} \;\Rightarrow\; a_A = a_B = \frac{m_B - \mu m_A}{m_A + m_B} g = 3.28\ \text{m/s}^2$

b) Il sistema si muove come un corpo unico soggetto alla forza esterna orizzontale $\vec{F}$. Quindi

$F = (M + m_A + m_B)a \;\Rightarrow\; a = \frac{F}{M + m_A + m_B} = 8.06\ \text{m/s}^2$



Oppure, considerando solo le componenti orizzontali delle forze:

$\begin{cases} T - F_{as} - N_B - T = Ma \\ T - F_{as} = m_A a \\ N_B = m_B a \end{cases}$

c) $\begin{cases} T - F_{as} = m_A a \\ m_B g - T = 0 \end{cases} \;\Rightarrow\; F_{as} = m_B g - m_A a = 4.58\ \text{N}$

d) La situazione descritta dal problema corrisponde al caso limite in cui si eccede il massimo valore possibile della forza di attrito statico sul corpo A, che inizia a muoversi verso sinistra in figura relativamente al blocco sottostante (NB quindi con la forza di attrito statico orientata verso destra).

$\begin{cases} T + F_{as} = m_A a^* \\ m_B g - T = 0 \end{cases} \;\Rightarrow\; F_{as} = m_A a^* - m_B g = \frac{m_A}{M + m_A + m_B} F^* - m_B g \le F_{as,max} = \mu m_A g \;\Rightarrow$

$\Rightarrow\; F^* \ge \frac{M + m_A + m_B}{m_A}(\mu m_A + m_B)g = F_{min} = 94.5\ \text{N}$

Problema 3

a) $\frac{1}{2}k\Delta x^2 = \frac{1}{2}mv_A^2 \;\Rightarrow\; \Delta x = v_A\sqrt{\frac{m}{k}} = 0.11\ \text{m}$

b) $W_{nc} = \Delta E_k \;\Rightarrow\; -\mu_d mg \cdot \pi R = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 \;\Rightarrow\; R = \frac{v_A^2 - v_C^2}{2\pi\mu_d g} = 0.23\ \text{m}$

c) La componente orizzontale della reazione della guida è la componente centripeta della forza in B

$-\mu_d mg \cdot \frac{\pi}{2}R = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_C^2 \;\Rightarrow\; v_B^2 = v_C^2 - \mu_d g\pi R$; $R_B = m\frac{v_B^2}{R} = \frac{m}{R}(v_C^2 - \mu_d g\pi R) = 0.65\ \text{N}$

d) Il corpo in B è soggetto alla forza di attrito ($F_{ad} = \mu_d mg$) e alla forza centripeta ($F_N = m\frac{v^2}{R}$):

$\vec{a}_B = \vec{a}_{BT} + \vec{a}_{BN} \;\Rightarrow\; a_B = \sqrt{a_{BT}^2 + a_{BN}^2} = \sqrt{(\mu_d g)^2 + \left(\frac{v_B^2}{R}\right)^2} = 3.28\ \text{m/s}^2$