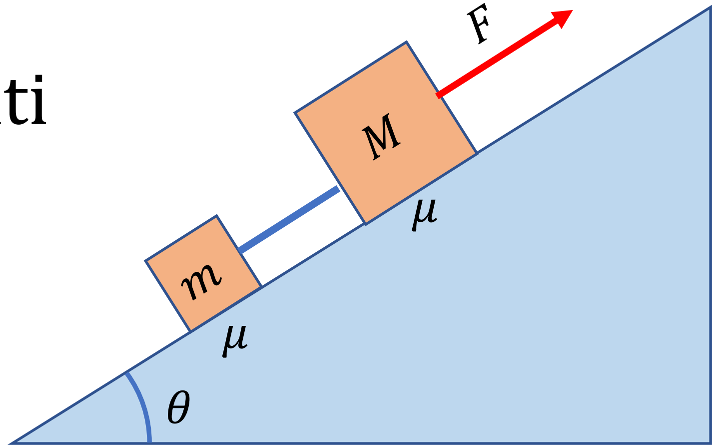
Compito Fisica 1 ETL 13/7/2020

Franco Bagnoli

Esercizio 1

Il sistema in esame è composto da un piano B inclinato di un angolo θ rispetto all'orizzontale, su cui sono poggiati due blocchi di massa m e M.



Tra blocchi e piano c'è attrito, di coefficiente μ, uguale per i due blocchi e uguale sia in condizioni statiche che dinamiche.

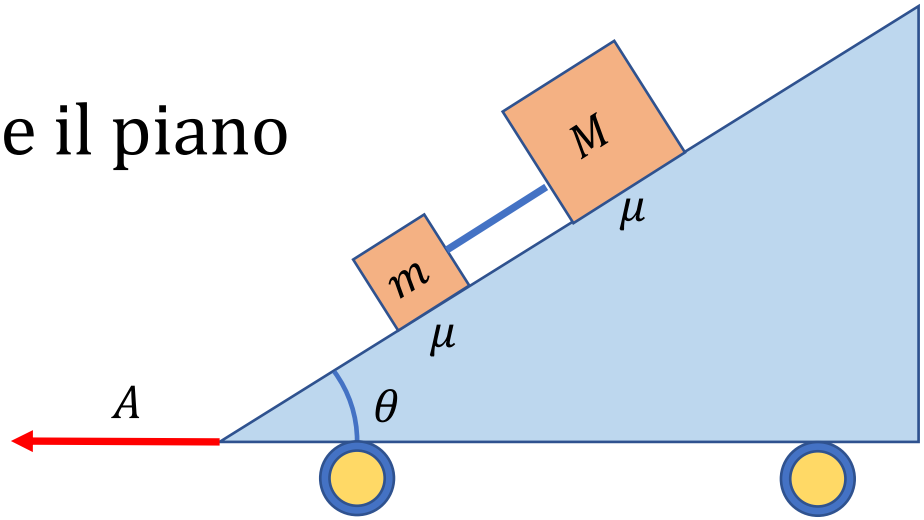
I blocchi sono collegati da una asta rigida e senza massa, parallela al piano.

1) Una forza F diretta lungo il piano (può tirare o spingere) è applicata al blocco di massa M. Determinare i valori F_{min} e F_{max} (prendendo come verso positivo quello di salita) per cui i blocchi non si muovono.

Esercizio 1

2) La forza applicata F diventa adesso uguale a $2F_{\text{max}}$. Determinare l'accelerazione a dei due blocchi e la tensione τ dell'asta.

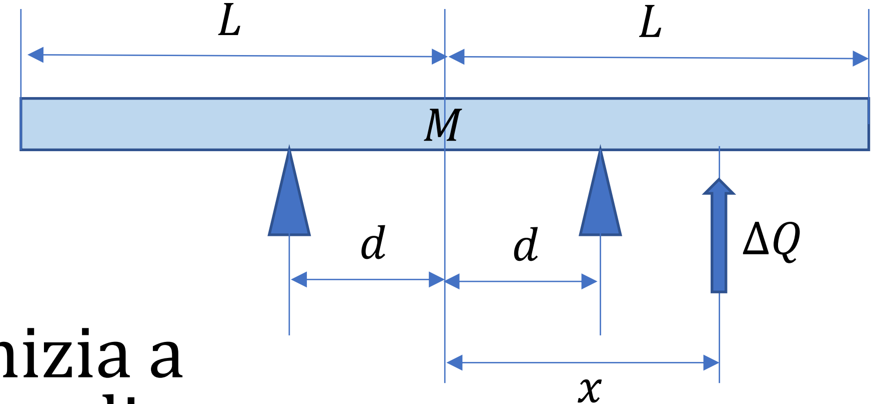
3) La forza F viene tolta, e il piano viene adesso accelerato orizzontalmente con accelerazione A. Trovare i valori A_{max} e A_{min} per cui i blocchi restano fermi rispetto al piano.



Esercizio 2

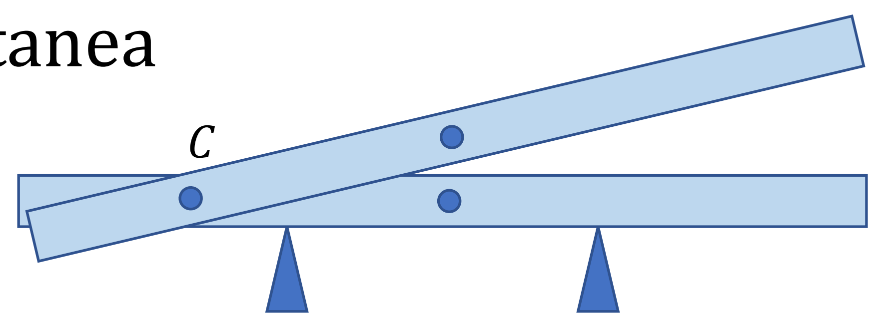
Una sbarra omogenea di lunghezza $2L$, di spessore trascurabile e massa M è appoggiata simmetricamente su due cunei distanti tra loro $2d$.

La sbarra viene colpita ad una distanza x dal centro e l'urto comunica a questa un impulso ΔQ.



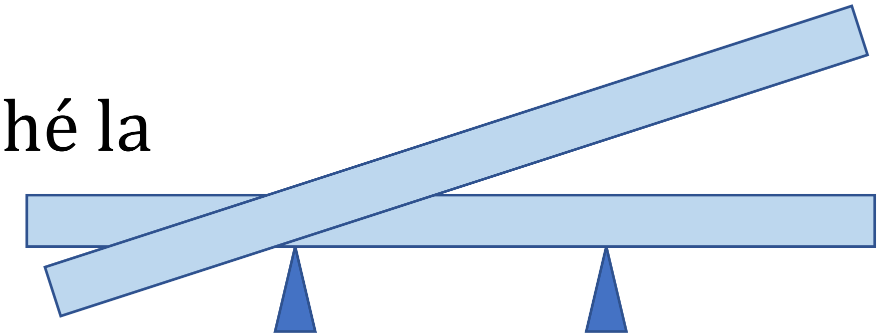
In seguito all'urto la sbarra inizia a traslare con velocità del centro di massa V e a ruotare con velocità angolare ω.

1) Trovare il centro di istantanea rotazione C (che rimane appunto fermo) subito dopo l'urto, in funzione di x, supponendo che la sbarra si stacchi da entrambi i cunei.



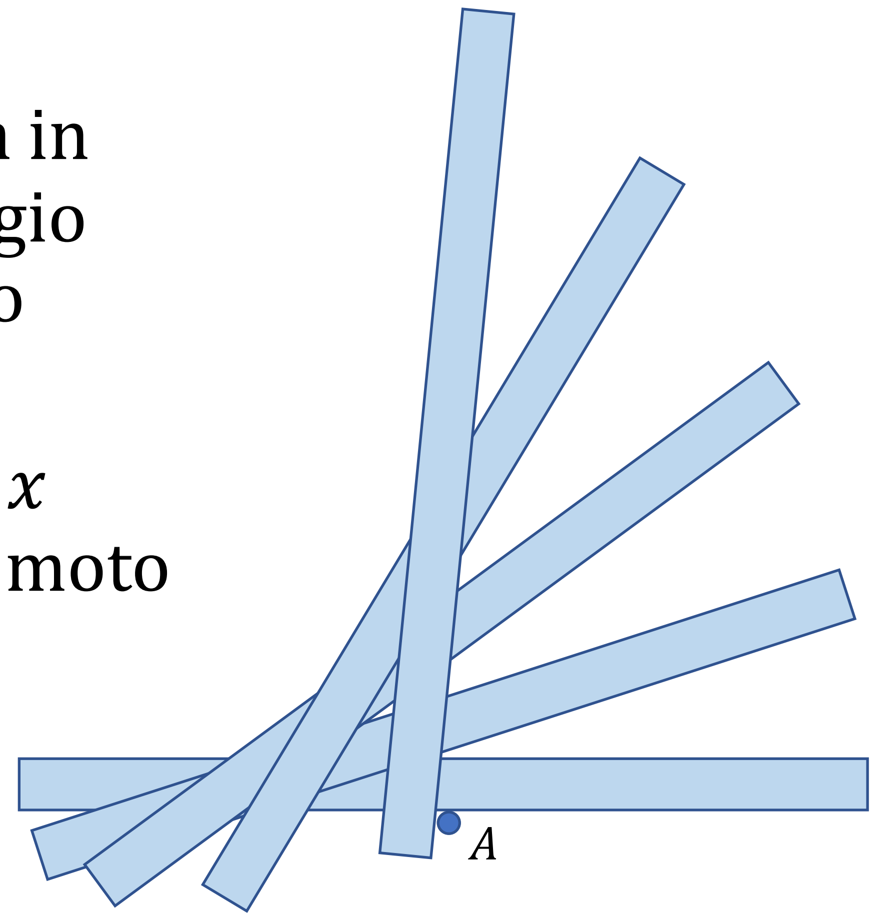
Esercizio 2

2) Trovare il valore di x perché la sbarretta si sollevi appena da tutti e due gli appoggi.



3) Supponiamo adesso che d sia zero, ovvero che inizialmente la sbarretta sia in equilibrio su un solo appoggio puntiforme A, e trascuriamo l'influenza della gravità.

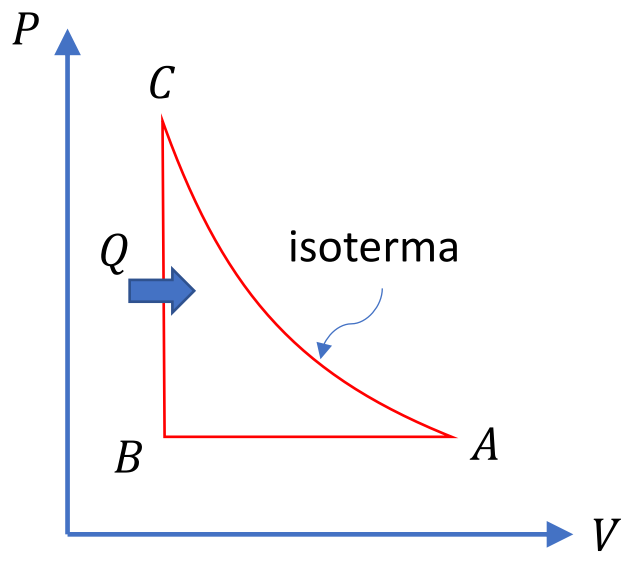
Trovare il minimo valore di x perché la sbarretta, nel suo moto rototraslatorio, collida (dopo un tempo T dall'urto) di nuovo con A.



Esercizio 3

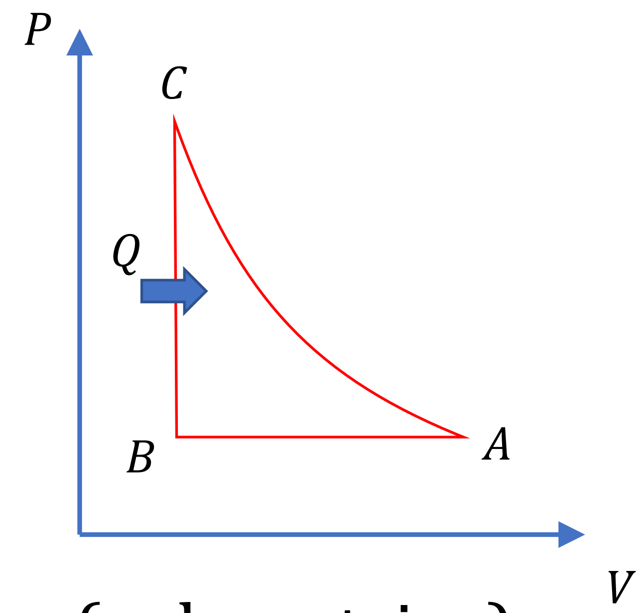
Metto un sacchetto chiuso su un termosifone a temperatura T_A (e pressione ambiente) e vedo che si gonfia un po', segno che conteneva dell'aria (gas biatomico).

Lo riporto a temperatura ambiente T_B e lo infilo in un thermos riempiendo lo spazio rimanente con dell'acqua (a temperatura T_B), così misuro anche il suo volume V_B. Chiudo quindi il tappo (in maniera che il volume rimanga costante) e usando una pila, una resistenza, un termometro e un cronometro, porto il tutto alla temperatura T_A, misurando la quantità di calore Q ceduta al gas.



Esercizio 3

Ovvero, conosco T_A, P_A, V_B.

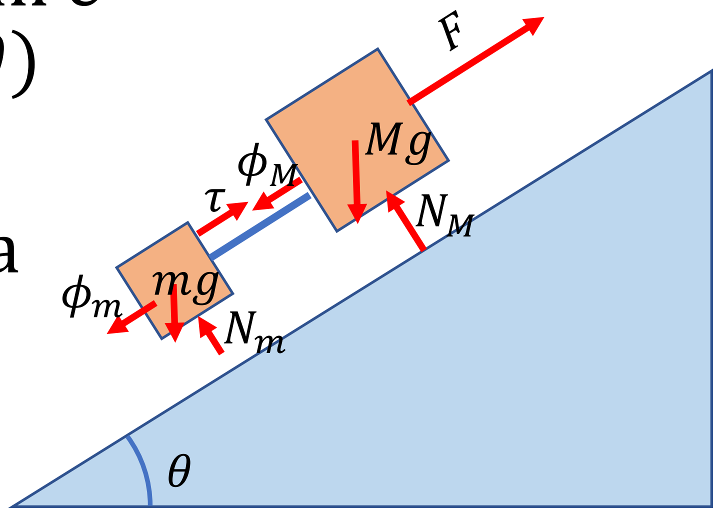


1) La pila, scaricandosi sulla resistenza, genera una potenza W per un tempo τ. Calcolare il calore Q ceduto al gas, conoscendo la massa M dell'acqua e il suo calore specifico (volumetrico) c (si trascuri la capacità termica del thermos e si supponga che il processo sia adiabatico).

2) Conoscendo Q si calcoli il numero di moli del gas.

3) Il thermos non esploderà? Quanto vale la pressione P_C?

Svolgimento es. 1-1



La reazione normale sui due blocchi è $N_M = Mg\cos(\theta)$ e $N_m = mg\cos(\theta)$

La forza totale $\phi_m + \phi_M$ di attrito statico va da $-\mu(m+M)g\cos(\theta)$ a $+\mu(m+M)g\cos(\theta)$ a cui va sommata la componente della forza peso parallela al piano, quindi

$$F_{\min} = (m+M)g(\sin(\theta) - \mu\cos(\theta)),$$
$$F_{\max} = (m+M)g(\sin(\theta) + \mu\cos(\theta)).$$

Controllo: se $\theta = 0$, $F_{\min} = -F_{\max}$, infatti devo spingere da una parte o dall'altra per spostare i blocchi. Se $\theta = \pi/2$ $F_{\min} = F_{\max}$ perché l'attrito non è attivo.

Svolgimento es. 1-2

Scriviamo la prima cardinale

$$2F_{\max} = F_{\max} + (m + M)a$$

da cui

$$a = \frac{F_{\max}}{m + M} = g(\sin(\theta) + \mu\cos(\theta))$$

La tensione dell'asta è tale a imporre al blocco m l'accelerazione a,

$$\tau - mg(\sin(\theta) + \mu\cos(\theta)) = ma$$

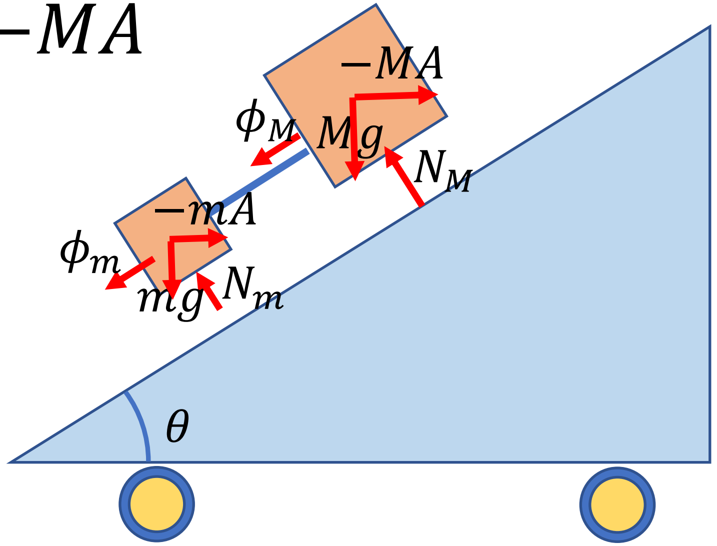
E quindi

$$\tau = 2mg(\sin(\theta) + \mu\cos(\theta))$$

che non a caso è il doppio della tensione del caso statico.

Svolgimento es. 1-3

Nel sistema di riferimento accelerato oltre alla forza di gravità (verticale) appaiono anche le forze di inerzia $-mA$ e $-MA$ orizzontali.



Le reazioni adesso sono

$N_M = M\big(g\cos(\theta) + A\sin(\theta)\big)$ e

$N_m = m\big(g\cos(\theta) + A\sin(\theta)\big)$

quindi

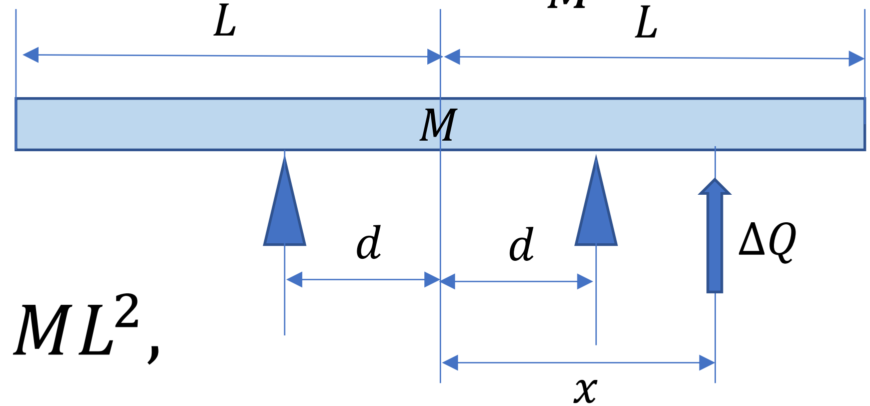
$$(m+M)(g\sin(\theta) - A\cos(\theta)) = \pm\mu(m+M)\big(g\cos(\theta) + A\sin(\theta)\big)$$

da cui

$$A = g\,\frac{\sin(\theta) \mp \mu\cos(\theta)}{\cos(\theta) \pm \mu\sin(\theta)}$$

Svolgimento es. 2-1

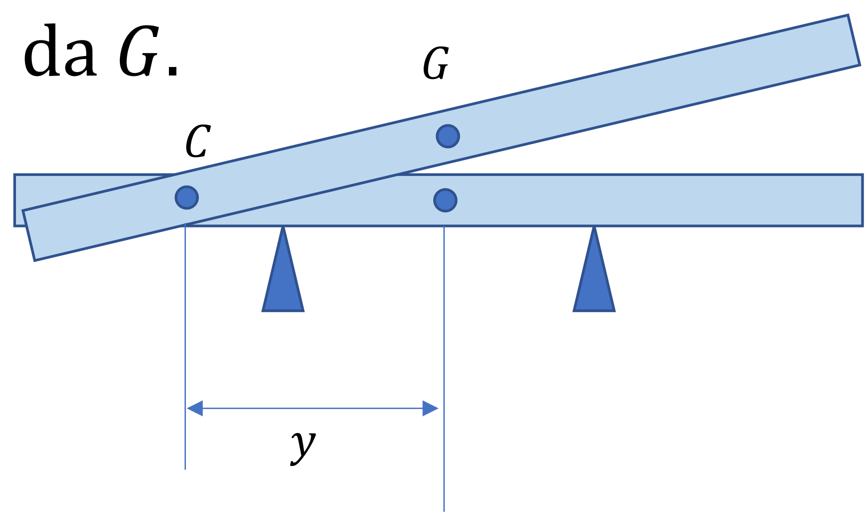
Nell'ipotesi che la sbarretta si sollevi dai cunei, dalla conservazione della quantità di moto $V_G = \frac{\Delta Q}{M}$.



Per la conservazione del momento angolare similmente abbiamo $x\Delta Q = I\omega$ e dato che $I = \frac{1}{3}ML^2$,

$$\omega = \frac{3x\Delta Q}{ML^2}.$$

Chiamiamo y la distanza di C da G.



Dato che $V_C = 0 \Rightarrow V_G = \omega y$ da cui abbiamo

$$y = \frac{L^2}{3x}.$$

Svolgimento es. 2-1

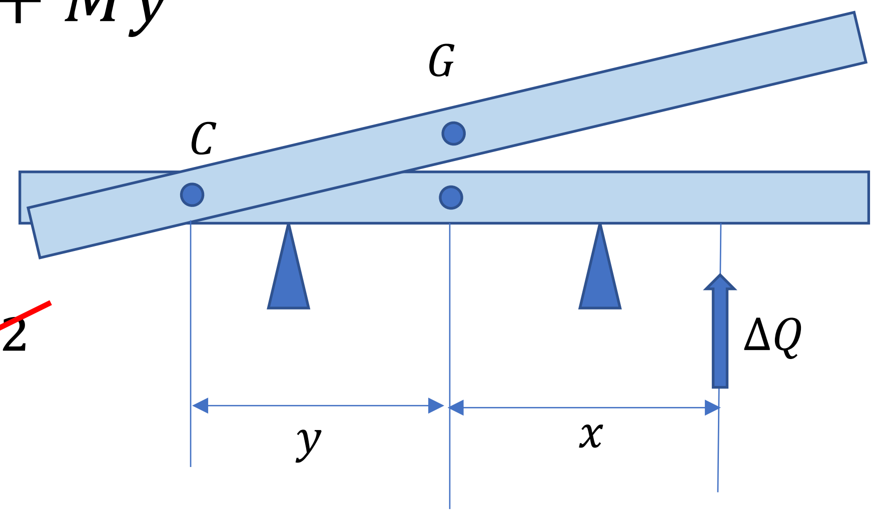
Alternativamente si può fare il calcolo nel centro di istantanea rotazione:

$(y + x)\Delta Q = I_C\omega,\ I_C = I_G + My^2$

e $V_G = \frac{\Delta Q}{M} = \omega y$ da cui

$(y + x)\cancel{\omega}My = I_C\cancel{\omega}$

$\cancel{My^2} + Mxy = I_C = I_G + \cancel{My^2}$

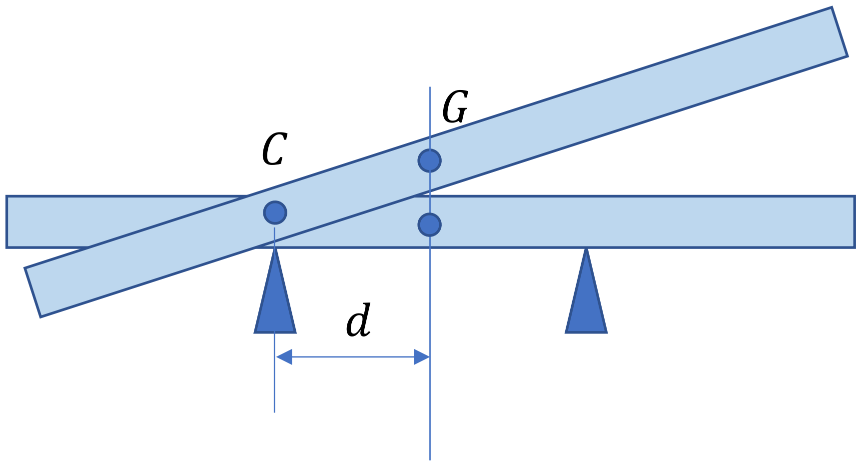


E quindi si ha $y = \frac{I_G}{Mx}$

Dato poi che $I_G = \frac{ML^2}{3}$ si ottiene $y = \frac{L^2}{3x}$.

Svolgimento es. 2-2

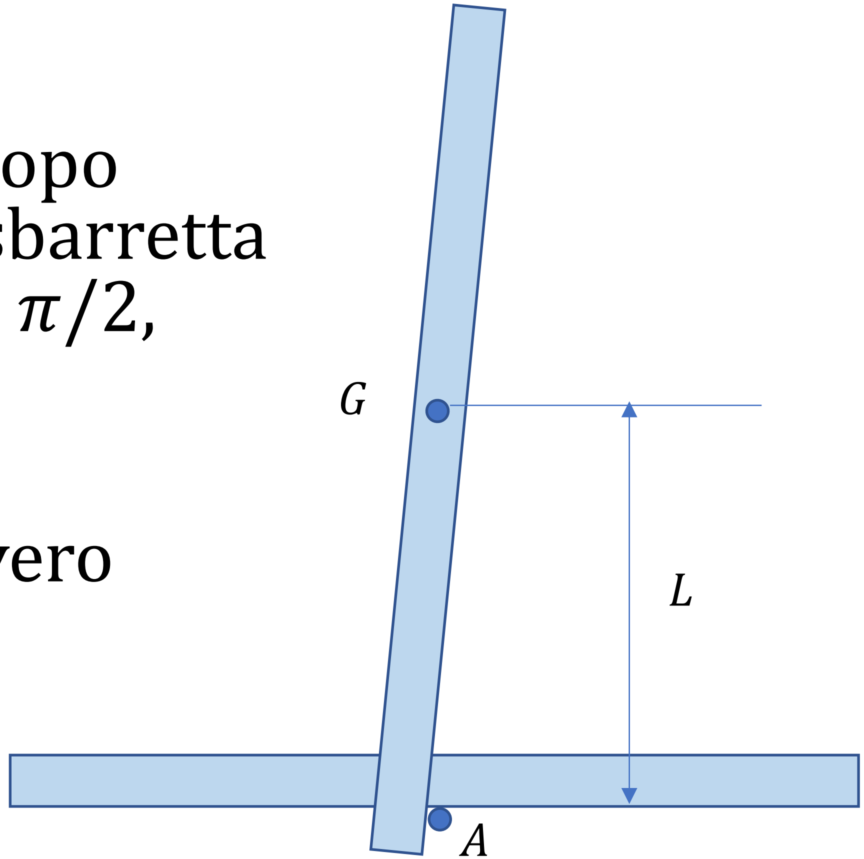
La sbarretta si solleva appena quando $y = d$ quindi $x = \frac{L^2}{d}$.



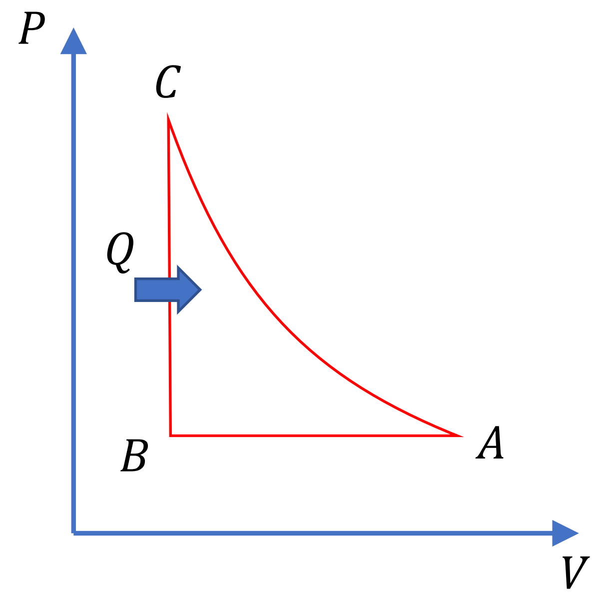
Svolgimento es. 2-3

Se la sbarretta sbatte su A dopo il tempo T, vuol dire che la sbarretta ha ruotato di un angolo $\theta = \pi/2$, e che la distanza di G da A in quell'istante è L.

Quindi $L = VT$, $\omega T = \frac{\pi}{2}$ ovvero $\frac{\omega L}{V} = \frac{\pi}{2}$, da cui $x = \frac{\pi L}{6}$.



Svolgimento es. 3



1) Il calore $W\tau$ va a finire in parte nell'acqua e in parte nel gas.

$W\tau = Mc(T_C - T_B)$ quindi

$Q = W\tau - Mc(T_A - T_B)$.

2) Dato che BC è una trasformazione isocora, $Q = nc_V(T_C - T_B)$.

$T_C = T_A$, e $T_B = \frac{P_B V_B}{nR} = \frac{P_A V_B}{nR}$, quindi $\left(c_V = \frac{5}{2}R\right)$

$Q = c_V\left(nT_A - \frac{P_A V_B}{R}\right)$ da cui $n = \frac{1}{R}\left(\frac{2}{3}Q + P_A V_B\right)$.

3) $P_C = \frac{nRT_C}{V_C} = \frac{nRT_A}{V_B}$ e dato che $V_B = \frac{nRT_B}{P_A}$ vale anche $P_C = \frac{T_A}{T_B}P_A$.