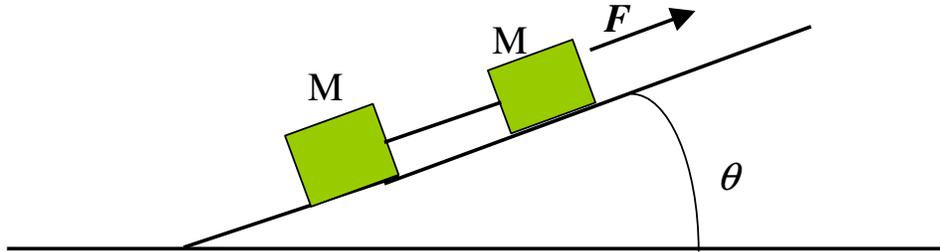


Esercizio 1: Due masse identiche di massa $M = 0.5 \text{ Kg}$ sono appoggiate su un piano inclinato con un angolo $\theta = 30^\circ$ e sono collegate fra loro con fune inestensibile come mostrato in figura. Il coefficiente di attrito dinamico fra piano e masse è $\mu = 0.3$. Sulla massa in alto viene applicata una forza $F = 20 \text{ N}$.



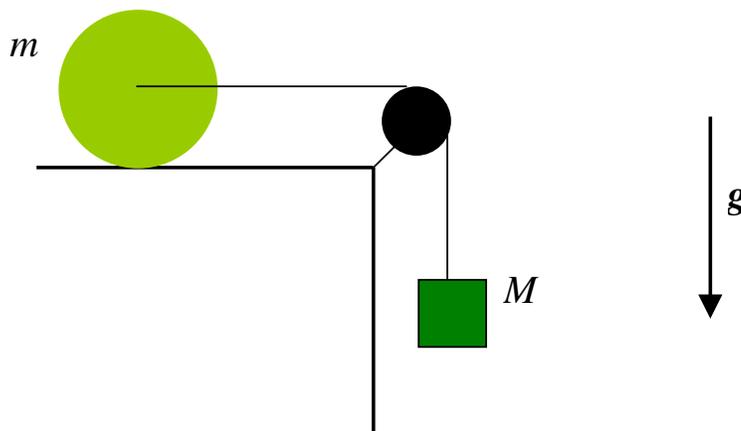
1.1- Si calcolino le accelerazioni delle 2 masse (4 punti)

1.2 - Si calcoli la tensione della fune. (3 punti)

Esercizio 2 - Un cilindro di raggio $r = 20 \text{ cm}$ e massa $m = 500 \text{ g}$ può ruotare liberamente senza attrito attorno ad un asse passante per il suo centro e collegato attraverso ad un filo inestensibile ad una massa $M = 2 \text{ Kg}$, come mostrato in figura. Il coefficiente di attrito statico fra cilindro e piano orizzontale è $\mu = 0.4$. La carrucola ha massa trascurabile e è in grado di ruotare con attrito trascurabile.

2.1 - Supponendo che il moto del cilindro sia di puro rotolamento, si trovi la tensione T della fune. (5 punti)

2.2 - Si dica quale è il massimo valore della massa M che si può scegliere se si vuole che il moto sia di puro rotolamento. (3 punti)

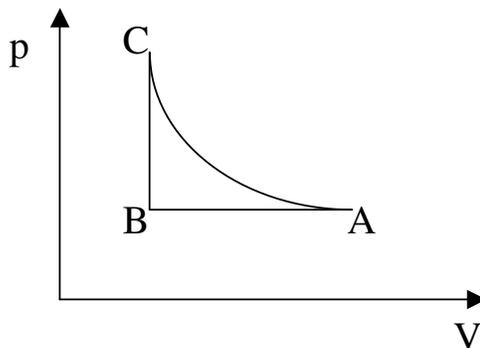


Esercizio 3- Un'asta di massa $M = 0.4$ kg e lunghezza $L = 50$ cm è disposta su un piano orizzontale senza attrito e viene fatta ruotare con frequenza $\nu = 1000$ giri/min attorno ad un asse verticale passante per il punto O a distanza $L/4$ da un estremo. Si calcoli la forza esercitata dall'asse. (4 punti)



Esercizio 4 - Due ambulanze viaggiano l'una verso l'altra su una strada rettilinea con la stessa velocità (in modulo). Le sirene delle ambulanze emettono un suono di frequenza $\nu = 500$ Hz e la velocità del suono è $v_s = 340$ m/s. Se la frequenza percepita da un conducente è $\nu = 590$ Hz, quale è la velocità delle ambulanze espressa in chilometri all'ora? (4 punti)

Esercizio 5 - Un gas monoatomico compie il ciclo reversibile $ABCA$ (nell'ordine successivo A , B , C ed A) mostrato in figura dove il tratto CA rappresenta una trasformazione isoterma reversibile. La pressione e il volume in A sono $p_A = 2$ atm e $V_A = 2$ litri, mentre $p_C = 3 p_A$.



5.1 - Si dica, giustificando la risposta, se il sistema termodinamico rappresenta un motore o una pompa di calore. (2 punti)

5.2 - Si calcoli il calore totale Q assorbito dal gas nella trasformazione. (5 punti)

ATTENZIONE: LE RISPOSTE DEVONO ESSERE GIUSTIFICATE INDICANDO I PASSAGGI LOGICI ESSENZIALI UTILIZZATI PER ARRIVARE AL RISULTATO FINALE. RISPOSTE SENZA ALCUNA GIUSTIFICAZIONE, ANCHE SE CORRETTE, NON SARANNO PRESE IN CONSIDERAZIONE.

Soluzione Esercizio 1-

1.1- Considerando il sistema delle due masse e del filo, le uniche forze esterne sono la forza Peso, le forze di attrito dinamico e la forza F applicata. Scomponendo le forze lungo l'asse parallelo a F e quello perpendicolare al piano si trova:

$$F - 2Mg \sin \theta - 2\mu R = 2Ma \quad (1)$$

$$R = Mg \cos \theta \quad (2)$$

Dunque, l'accelerazione è

$$a = \frac{F - 2Mg \sin \theta - 2\mu Mg \cos \theta}{2M} = 12.55 \text{ m/s}^2 \quad (3)$$

1.2 - L'equazione del moto per la massa in basso è

$$T - Mg \sin \theta - \mu Mg \cos \theta = Ma \quad (4)$$

Dunque, la tensione della fune è:

$$T = Mg \sin \theta + \mu Mg \cos \theta + Ma = 10.0 \text{ N} \quad (5)$$

Soluzione Esercizio 2.

2.1- Le equazioni del moto delle masse M e m sono:

$$Mg - T = Ma \quad (1)$$

$$T - F_a = ma \quad (2)$$

$$F_a r = m \frac{r^2}{2} \alpha \quad (3)$$

dove T è la tensione della corda e F_a è la forza di attrito statico sul cilindro assunta positiva nel verso opposto al moto. La condizione di rotolamento implica $\alpha = a/r$ che, sostituita nella (3) fornisce

$$F_a = \frac{1}{2} ma \quad (4)$$

Sostituendo la (4) nella (3) si trova

$$T = \frac{3}{2} ma \quad (5)$$

Sostituendo la (5) nella (1) si trova:

$$a = \frac{Mg}{M + \frac{3}{2}m} = 7.13 \text{ m/s}^2 \quad (6)$$

e, quindi,

$$T = \frac{3}{2} \frac{Mmg}{M + \frac{3}{2}m} = 5.34 \text{ N} \quad \text{e} \quad F_a = \frac{1}{2} \frac{Mmg}{M + \frac{3}{2}m} = 1.78 \text{ N} \quad (7)$$

Il rotolamento è possibile solo se la forza di attrito statico in eq.(7) è minore di μmg . Imponendo questa condizione si ottiene la disuguaglianza

$$M(1 - 2\mu) \leq 3m\mu$$

Poichè $1 - 2\mu > 0$, si ottiene

$$M \leq \frac{3m\mu}{1 - 2\mu} = 3 \text{ kg} \quad (8)$$

Soluzione esercizio 3.

Il centro di massa, che si trova al centro della barra, si muove di moto circolare ed uniforme descrivendo un cerchio di raggio $r = L/4$ con velocità angolare $\omega = 2\pi\nu = 6280 \text{ rad/minuto} = 105 \text{ rad/s}$. Dunque, il centro di massa ha una accelerazione centripeta radiale diretta dal CM verso O. Per la prima equazione cardinale, la forza esercitata dall'asse deve essere uguale alla massa dell'asta moltiplicata per l'accelerazione centripeta e, dunque:

$$F = M\omega^2 \frac{L}{4} = 551 \text{ N}$$

Soluzione Esercizio 4 - Il conducente di un autambulanza vede la sirena (sorgente sonora) dell'altra autambulanza venirgli incontro con velocità v rispetto all'aria. Allo stesso tempo, il conducente non è fermo ma si muove con velocità v rispetto all'aria. Dunque, per effetto Doppler, la frequenza percepita dal conducente è

$$\nu = \nu_0 \frac{1 + \frac{v}{v_s}}{1 - \frac{v}{v_s}} \quad (1)$$

Risolvendo la (1) rispetto all'incognita velocità v si trova:

$$v = v_s \frac{\nu - \nu_0}{\nu + \nu_0} = 28.1 \text{ m/s} = 101 \text{ km/h} \quad (2)$$

Soluzione Esercizio 5 -

5.1- Il sistema è un motore perchè il ciclo viene percorso in senso orario (il lavoro fatto dal gas è positivo).

5.2 - Essendo un ciclo ($\Delta U = 0$), il calore Q assorbito dal gas è uguale al lavoro fatto dal gas. Il gas compie lavoro solamente nel tratto isoterma CA e in quello isobarico AB . Dunque

$$Q = L_{AB} + L_{CA} = p_A(V_B - V_A) + p_A V_A \ln \frac{V_A}{V_c} \quad (1)$$

Ma $p_A V_A = p_c V_c$ e, quindi, essendo $p_c = 3p_A$, si trova $V_c = V_A/3$. Inoltre, dalla figura si vede che $V_B = V_c$. Sostituendo questi valori nella (1), si trova

$$Q = p_A V_A \left(\ln 3 - \frac{2}{3} \right) = 1.75 \cdot 10^2 \text{ J}$$