

Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio
14 luglio 2023 – prova scritta di Fisica 1

- 1)** Un'automobile lunga 3m viaggia su una autostrada, in un tratto rettilineo, alla velocità costante di 130 km/h. Calcolare il tempo necessario per il sorpasso di un autotreno con rimorchio lungo 12m che viaggia alla velocità costante di 90 km/h. Quale accelerazione occorre imprimere all'automobile all'inizio del sorpasso affinché il tempo di sorpasso si riduca di 1/5?
- 2)** Due casse uguali di legno di massa totale $m_1=5$ kg e $m_2=10$ kg rispettivamente sono collegate insieme da una molla ideale di costante elastica $k=50$ N/m. La massa m_1 è tirata da una forza orizzontale di modulo $F=15$ N, tale che i due corpi si muovano con la stessa velocità costante su un piano orizzontale scabro. Determinare l'allungamento della molla e il valore del coefficiente di attrito dinamico tra il piano e le casse di legno.
- 3)** Una sbarra omogenea di massa $m=200$ g e lunghezza L è appoggiata su un piano orizzontale privo di attrito. Un impulso $J=2$ Ns ortogonale all'asse della sbarra ma applicato ad un suo estremo la mette in moto. Calcolare il lavoro compiuto dalla forza impulsiva.
- 4)** 180 m³ di aria alla pressione atmosferica devono essere trasferiti in un'ora in un recipiente alla pressione di 1,2 Mpa. Calcolare la potenza del compressore, supponendo la compressione isoterma e reversibile e l'aria un gas perfetto.
- 5)** Una mole di gas perfetto monoatomico alla temperatura $T_0=300$ K viene messo a contatto con una sorgente, dalla quale riceve il calore $Q=1500$ cal fino al raggiungimento dell'equilibrio. Il gas è contenuto in un recipiente cilindrico chiuso da un pistone, di massa trascurabile, che può scorrere senza attrito a contatto con l'atmosfera, la cui pressione si può assumere costante. Calcolare la variazione di entropia del gas e della sorgente.

$$\left(R = 8,314 \frac{J}{mol \cdot K} = 1,987 \frac{cal}{mol \cdot K} \right)$$

Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio

14 luglio 2023– Soluzioni dello scritto di Fisica 1

1) Il sorpasso si può ritenere concluso quando la macchina supera completamente l'autocarro: scomponiamo in x e y:

$$\begin{cases} x_M = v_M t \\ x_A = v_A t \end{cases}$$

dove

$$x_M = x_A + L_M + L_A = v_M t$$

da cui

$$L_M + L_A = (v_M - v_A)t \quad \rightarrow \quad t = \frac{L_M + L_A}{v_M - v_A} = 1,35s$$

Per il tempo ridotto $t' = \frac{4}{5}t$:

$$\begin{cases} x'_M = v_M t' + \frac{1}{2} a t'^2 = x'_A + L_M + L_A \\ x'_A = v_A t' \end{cases}$$

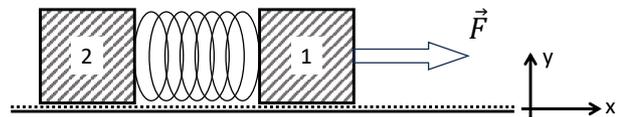
da cui:

$$L_M + L_A = (v_M - v_A)t' + \frac{1}{2} a t'^2$$

$$a = 2 \frac{L_M + L_A - (v_M - v_A)t'}{t'^2} = 5,14 \frac{m}{s^2}$$

2) Scriviamo il bilancio delle forze per i due corpi:

$$\begin{cases} m_1 \vec{a} = 0 = \vec{P}_1 + \vec{R}_1 + \vec{F} + \vec{A}_1 + \vec{F}_E \\ m_2 \vec{a} = 0 = \vec{P}_2 + \vec{R}_2 + \vec{A}_2 + \vec{F}_E \end{cases}$$



Scomponendo lungo la direzione y si ottiene:

$$\begin{cases} R_1 = P_1 \\ R_2 = P_2 \end{cases}$$

Scomponendo lungo la direzione x si ottiene:

$$\begin{cases} F - A_1 - F_E = 0 \\ -A_2 + F_E = 0 \end{cases}$$

Sommando membro a membro si ottiene:

$$F - A_1 - A_2 = 0 \quad \rightarrow \quad \mu_d = \frac{F}{(m_1 + m_2)g} = 0,1$$

dalla seconda:

$$F_E = A_2 \quad \rightarrow \quad \Delta l = \frac{\mu_d m_2 g}{k} = 0,2m$$

3) Dal teorema delle forze vive:

$$L = \Delta T = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$$

D'altra parte l'applicazione di un impulso produce una variazione della quantità di moto e una variazione del momento della quantità di moto:

$$\begin{cases} J = mv \\ J \cdot \frac{l}{2} = I\omega \end{cases}$$

da cui

$$\begin{cases} v = \frac{J}{m} \\ \omega = \frac{Jl}{2I} = \frac{Jl}{2 \cdot \frac{1}{12} ml^2} = \frac{6J}{ml} \end{cases}$$

Sostituendo:

$$L = \frac{J^2}{2m} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{12} ml^2 \cdot \left(\frac{6J}{ml}\right)^2 = \frac{2J^2}{m} = 40 J$$

4) Il lavoro di 1h per una compressione isoterma reversibile è:

$$L = nRT \ln \frac{V_{FIN}}{V_{IN}} = p_{IN} V_{IN} \ln \frac{p_{IN}}{p_{FIN}} = -4,47 \cdot 10^7 J$$

$$W = \frac{|L|}{\Delta t} = 12,4 kW$$

5) Il gas segue una trasformazione a pressione costante per cui:

$$\Delta S_{gas} = \int \frac{dQ}{T} = \int_{T_{IN}}^{T_{FIN}} c_p \frac{dT}{T} = c_p \ln \frac{T_{FIN}}{T_{IN}}$$

$$Q = c_p (T_{FIN} - T_{IN}) = c_p T_{IN} \left(\frac{T_{FIN}}{T_{IN}} - 1 \right) \rightarrow \frac{T_{FIN}}{T_{IN}} = \frac{Q}{c_p T_{IN}} + 1$$

$$\Delta S_{gas} = c_p \ln \frac{T_{FIN}}{T_{IN}} = c_p \ln \left(\frac{Q}{c_p T_{IN}} + 1 \right) = 3,5 \frac{cal}{K} = 14,6 \frac{J}{K}$$

Quando il gas raggiunge l'equilibrio arriva alla stessa temperatura della sorgente, per cui la temperatura della sorgente coincide con la temperatura finale del gas:

$$\Delta S_{sorgente} = \frac{-Q}{T_{FIN}} = \frac{-Q}{T_{IN} + \frac{Q}{c_p}} = -2,5 \frac{cal}{K} = -10,5 \frac{J}{K}$$