
FISICA

Serie 11: Soluzioni

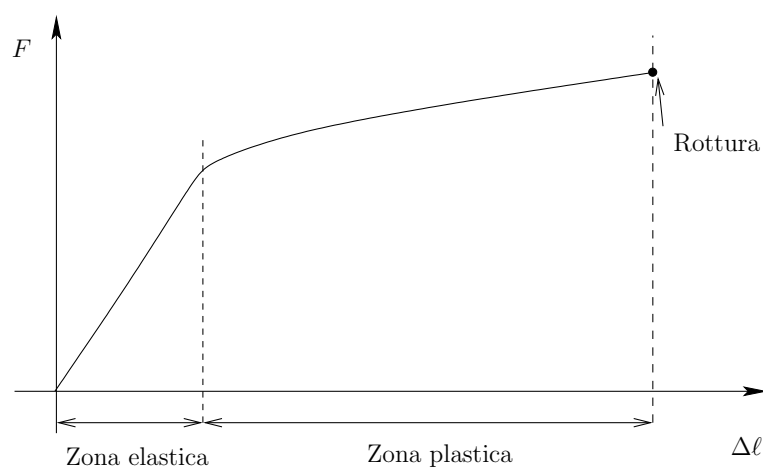
I liceo

Esercizio 1 Legge di Hooke

1. La legge di Hooke ci dice che $F = k\Delta\ell$, possiamo quindi dire che l'intensità F delle due forze responsabili della deformazione della molla è direttamente proporzionale all'allungamento della molla $\Delta\ell$; relazione che graficamente corrisponde ad una retta passante per l'origine di pendenza k .
Il calcolo della pendenza nel grafico $F(\Delta\ell)$ ci da

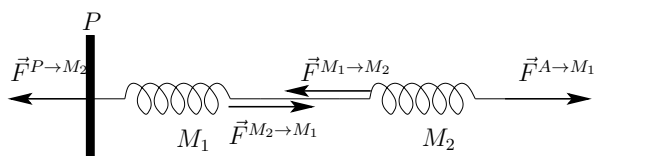
$$k = \frac{4 \text{ N}}{7 \text{ cm}} = 0,57 \text{ N/cm} = 57,14 \text{ N/m} .$$

2. La legge di Hooke vale per piccole deformazioni, ossia nella zona elastica



Esercizio 2 Legge di Hooke

1. Le forze agenti sulle due molle sono indicate, per chiarezza, sotto (molla M_1) e sopra (molla M_2) le due molle, (P =parete)



2. Come per ogni deformazione, sono necessarie **due forze**, per la molla M_1 sono: $\vec{F}^{P \rightarrow M_1}$ (parete \rightarrow molla M_1) e $\vec{F}^{M_2 \rightarrow M_1}$ (molla $M_2 \rightarrow$ molla M_1).
3. Per la molla M_1 abbiamo la condizione di equilibrio seguente

$$\vec{F}^{M_2 \rightarrow M_1} + \vec{F}^{A \rightarrow M_1} = \vec{0} \implies \vec{F}^{A \rightarrow M_1} = -\vec{F}^{M_2 \rightarrow M_1}$$

e la terza legge di Newton ci da $\vec{F}^{M_2 \rightarrow M_1} = -\vec{F}^{M_1 \rightarrow M_2}$, da cui

$$\vec{F}^{M_1 \rightarrow M_2} = \vec{F}^{A \rightarrow M_1}$$

e quindi l'intensità della forza $\vec{F}^{M_1 \rightarrow M_2}$ (che è uguale a quella della forza $\vec{F}^{P \rightarrow M_2}$) è

$$F^{M_1 \rightarrow M_2} = F^{P \rightarrow M_2} = F^{A \rightarrow M_1} = 10 \text{ N} .$$

4. Prima di tutto dobbiamo fare delle ipotesi. **Ipotesi: la molla M_2 subisce piccole deformazioni**, e quindi **possiamo** utilizzare la legge di Hooke. Notiamo F_2 l'intensità delle forze che deformano la molla M_2 , abbiamo

$$F_2 = k_2 \Delta \ell_2 \implies k_2 = \frac{F_2}{\Delta \ell_2} \implies k_2 = \frac{10 \text{ N}}{8,0 \text{ cm}} = 125 \text{ N/m} .$$

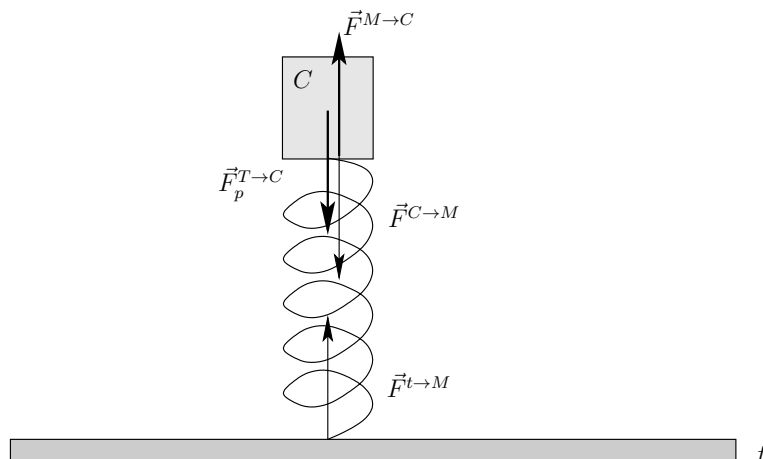
5. **Ipotesi: la molla M_1 subisce piccole deformazioni**, e quindi **possiamo** utilizzare la legge di Hooke.

Notiamo F_1 l'intensità delle forze che deformano la molla M_1 , abbiamo

$$F_1 = k_1 \Delta \ell_1 \implies \Delta \ell_1 = \frac{F_1}{k_1} \implies k_2 = \frac{10 \text{ N}}{250 \text{ N/m}} = 0,04 \text{ m} = 4 \text{ cm} .$$

Esercizio 3 *Legge di Hooke*

1. Le forze agenti sul corpo C sono in grassetto.



2. Se la **massa della molla non è nulla** allora la **parte superiore della molla deforma quella inferiore** e quindi il problema diventa molto complesso. Con questa ipotesi solo il corpo C e il tavolo t deformano la molla.

3. La condizione di equilibrio del corpo C si scrive ($T = \text{Terra}$)

$$\vec{F}^{M \rightarrow C} + \vec{F}_p^{T \rightarrow C} = \vec{0}.$$

Utilizzando la terza legge di Newton e poi la condizione di equilibrio qui sopra abbiamo

$$\vec{F}^{C \rightarrow M} = -\vec{F}^{M \rightarrow C} = \vec{F}_p^{T \rightarrow C}$$

da cui ($t = \text{tavolo}$)

$$F^{C \rightarrow M} = F^{t \rightarrow M} = F_p^{T \rightarrow C} = m_C^* g.$$

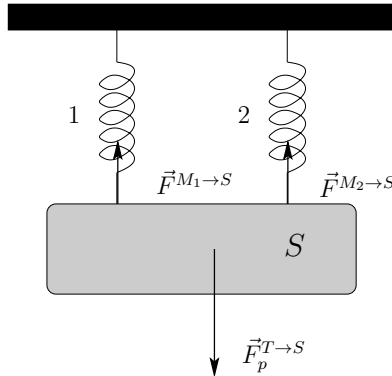
4. **Ipotesi: la molla M subisce piccole deformazioni**, e quindi possiamo utilizzare la legge di Hooke.

Notiamo F l'intensità delle forze che deformano la molla, abbiamo

$$F = k \Delta \ell \implies k = \frac{F}{\Delta \ell} \implies k = \frac{2,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg}}{8 \text{ cm}} = 3,07 \text{ N/cm} = 307 \text{ N/m}.$$

Esercizio 4

1. Le forze che deformano la molla 1 (M_1) sono: $\vec{F}^{\text{sbarra} \rightarrow M_1}$ e $\vec{F}^{\text{soffitto} \rightarrow M_1}$, analogo per la molla 2.
2. Vi sono tre forze



3. La sbarra è in **equilibrio** e quindi $\vec{F}_p^{T \rightarrow S} + \vec{F}^{M_1 \rightarrow S} + \vec{F}^{M_2 \rightarrow S} = \vec{0}$, da cui

$$F^{M_1 \rightarrow S} + \vec{F}^{M_2 \rightarrow S} = F_p^{T \rightarrow S}$$

utilizzando la **terza legge di Newton** possiamo affermare che $F^{M_1 \rightarrow S} = F^{S \rightarrow M_1}$ e $F^{M_2 \rightarrow S} = F^{S \rightarrow M_2}$ e grazie alla **legge di Hooke** abbiamo

$$F^{S \rightarrow M_1} = k_1 \Delta \ell_1 \quad \text{e} \quad F^{S \rightarrow M_2} = k_2 \Delta \ell_2$$

da cui

$$k_1 \Delta \ell_1 + k_2 \Delta \ell_2 = m_S^* g \implies m_S^* = \frac{k_1 \Delta \ell_1 + k_2 \Delta \ell_2}{g} = 4,08 \text{ kg}.$$

Esercizio 5 *Quantità di materia*

1. Volume: $V = L^3 \implies V = (2,35 \cdot 10^{-2} \text{ m})^3 = 1,30 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$.
Massa quantità di materia: $M = \rho V \implies M = 18,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,30 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 0,25 \text{ kg}$.
2. Volume: $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ dove $R = 10^{10} \text{ al} = 10^{10} \cdot 0,95 \cdot 10^{16} \text{ m} = 9,5 \cdot 10^{25} \text{ m}$, da cui $V = 3,59 \cdot 10^{78} \text{ m}^3$.
Massa quantità di materia: $M = \rho V \implies M = 10^{-26} \text{ kg/m}^3 \cdot 3,59 \cdot 10^{78} \text{ m}^3 = 3,59 \cdot 10^{52} \text{ kg}$.

Esercizio 6 *Densità*

1. Posso utilizzare la massa gravitazionale per determinare la densità poiché abbiamo l'equivalenza numerica $M = m$ il principio di equivalenza ci dà $m = m^*$ da cui

$$M = m = m^* \quad \text{numericamente}$$

2. Densità: $\rho = \frac{M}{V}$, e $V = 1,20 \text{ dL} = 0,12 \text{ L} = 0,12 \text{ dm}^3 = 0,12 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$, da cui

$$\rho = \frac{0,31 \text{ kg}}{1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3} = 2,58 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 .$$

Esercizio 7 *Forza di Archimede*

1. Dalla **condizione di equilibrio necessaria per il galleggiamento (*equilibrio verticale*)** otteniamo

$$F_p = F_{Arc} \implies m^* g = \rho g V_{imm} \implies V_{imm} = \frac{m^*}{\rho} = \frac{M}{\rho} = 973,76 \text{ m}^3 .$$

2. Potrà portare meno carico perché la forza di Archimede, ossia la forza di sostegno esercitata dall'acqua è minore.
3. Le navi galleggiano perché la loro stiva è vuota, ciò fa sì che il volume immerso è grande.

Esercizio 8 *Forza di Archimede*

1. Dalla **condizione di equilibrio necessaria per il galleggiamento** (*equilibrio verticale*) otteniamo

$$F_p = F_{Arc} \implies mg = \rho_{acqua}gV_{imm} \implies \rho_{acqua} = \frac{m}{V_{imm}}$$

ora possiamo esprimere la massa del ghiaccio con la densità: $m = \rho_{ghiaccio}V$ da cui

$$\rho_{ghiaccio} = \rho_{acqua} \frac{V_{imm}}{V}$$

ma $\frac{V_{imm}}{V} = 0,9$ poiché l'iceberg è immerso al 90% e quindi otteniamo $\rho_{ghiaccio} = 0,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

2. Dalla condizione di equilibrio necessaria per il galleggiamento otteniamo

$$F_p = F_{Arc} \implies mg = \rho_{acqua}gV_{imm} \implies \frac{V_{imm}}{V} = \frac{\rho_{sughero}}{\rho_{acqua}} = 0,32$$

il sughero è immerso al 32%.

3. La massa del sughero vale $m = 0,06 \text{ kg}$. La forza totale che agisce su di esso, se immerso è diretta verso l'alto e ha un'intensità di

$$F = F_{Arc} - F_p = \rho g V_{imm} - m^*g = 2,94 \text{ N} - 0,59 \text{ N} = 2,35 \text{ N}$$

Grazie alla legge del MRUA $\Delta z = \frac{1}{2} \frac{F}{m} t^2$ otteniamo $t = 0,36 \text{ s}$.

Esercizio 9 *Forza di Archimede*

1. Forza di Archimede, equilibrio (condizione di galleggiamento), Forza peso del sughero e della barca.
2. $V_{imm} = \frac{\rho_s}{\rho_{aq}} V_s = 0,978V = 27,07 \text{ cm}^3$.
3. Calcoliamo il volume immerso prima e dopo aver levato il tappo di sughero (sempre utilizzando la condizione di equilibrio necessaria per il galleggiamento):

- prima: $V_{imm} = \frac{1}{\rho_{aq}}(m_{tot}) = V_i m m = \frac{1}{\rho_{aq}}(m_s + m_{barca})$
- dopo: $V_{imm} = \frac{1}{\rho_{aq}} m_{barca}$

quindi $\Delta V_{imm} = \frac{1}{\rho_{aq}} m_s = \frac{\rho_s}{\rho_{aq}} V_s$, esattamente il volume immerso del sughero trovato al punto 1.

4. Il volume immerso, responsabile della variazione del livello dell'acqua, non cambia: quindi gettando fuori il tappo dalla barca il livello dell'acqua non varia.

Esercizio 10 Attrito radente

Orientiamo il sistema di coordinate da sinistra a destra, le forze orizzontali presenti in questo esercizio sono:

- la forza \vec{F} data da $F_x = 2,5 \text{ N}$,
- forza d'attrito radente \vec{F}_{attr} data da $F_{attr,x} = -\mu_c N = -\mu_c mg$.

1. Dalla legge $m\vec{a} = \vec{F}_{tot} = \vec{F}$ otteniamo

$$a_x = \frac{F_x}{m} = 5 \text{ m/s}^2 .$$

2. Dalla legge $m\vec{a} = \vec{F}_{tot} = \vec{F} + \vec{F}_{attr}$ otteniamo

$$a_x = \frac{F_x - \mu_c mg}{m} = 0,88 \text{ m/s}^2 .$$

3. Il blocchetto si metterà in moto se $F > F_{attr, \max} = \mu_s N$, ora

$$F_{attr, \max} = 3,83 \text{ N}$$

e quindi il blocchetto non si metterà in moto.

Esercizio 11 Attrito radente

1. Orientiamo il sistema di coordinate da sinistra a destra e prendiamo come origine O la posizione di B all'istante iniziale $t = 0 \text{ s}$. Si tratta di un problema di MRUA, poiché la forza, e quindi l'accelerazione, è costante. Abbiamo

$$a_x = \frac{F_{attr,x}}{m} = -\mu_c g , \quad v_x(0 \text{ s}) = 2,5 \text{ m/s} , \quad x(0 \text{ s}) = 0 \text{ m}$$

Le equazioni del MRUA, espresse rispetto al sistema di coordinate scelto sono

$$\begin{cases} x(t) &= v_x(0 \text{ s})t - \frac{1}{2}\mu_c g t^2 \\ v_x(t) &= v_x(0 \text{ s}) - \mu_c g t . \end{cases}$$

2. Troviamo μ_c risolvendo le equazioni qui sopra ponendo $v_x(t_f) = 0 \text{ m/s}$ e $x(t_f) = 2,55 \text{ m}$, dove t_f è l'istante al quale B si ferma. Otteniamo

$$\mu_c = 0,13 .$$

Esercizio 12 Attrito radente

1. Orientiamo il sistema di coordinate da sinistra a destra e prendiamo come origine O la posizione del PM all'istante iniziale $t = 0$ s. Si tratta di un problema di MRUA sugli intervalli $[0 \text{ s}, 6 \text{ s}]$ e $[6 \text{ s}, t_f]$, poiché la forza, e quindi l'accelerazione, è costante su ogni intervallo benché diversa sui di essi.
Dalle equazioni del MRUA abbiamo

$$\begin{cases} x(t) &= x(t_0) + v_x(t_0)(t - t_0) + \frac{1}{2}a_0(t - t_0)^2 \\ v_x(t) &= v_x(t_0) + a_0(t - t_0) . \end{cases}$$

2. Otteniamo facilmente $v_x(6 \text{ s}) = 21,4 \text{ m/s}$ e $x(6 \text{ s}) = 64,3 \text{ m}$.
Troviamo $t(\text{frenata}) = t_f - 6 \text{ s}$ e $\Delta x(\text{frenata}) = x(t_f) - x(6 \text{ s})$ risolvendo le equazioni qui sopra ponendo $v_x(t_f) = 0 \text{ m/s}$ e $a_0 = -\mu_c g$. Otteniamo

$$t(\text{frenata}) = 4,5 \text{ s} \quad \text{e} \quad \Delta x(\text{frenata}) = 48,5 \text{ m} .$$

3. Il blocchetto si metterà in moto se $F_0 > F_{attr, \max}$ ossia se

$$F_0 > \mu_s mg \implies \mu_s < \frac{F_0}{mg} = 0,4 .$$