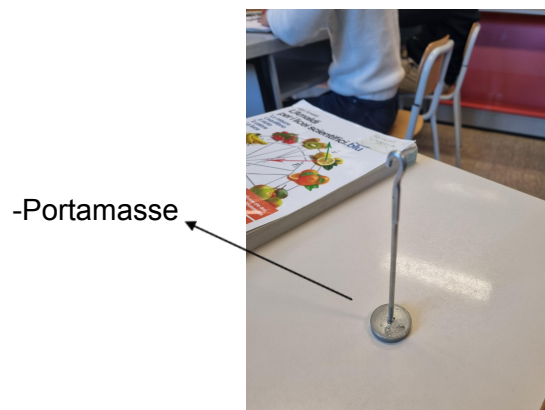
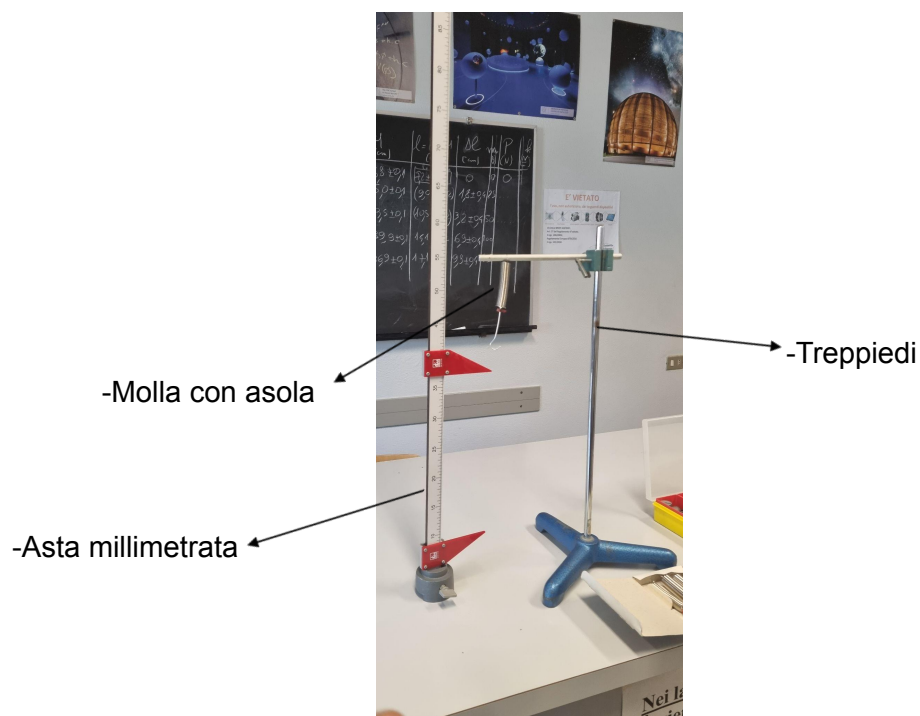


LA LEGGE DI HOOKE

Scopo:

Lo scopo dell'esperienza è stato verificare la legge di Hooke

Materiale: (Verrà spiegato successivamente)



Premessa teorica:

Prima di iniziare ad eseguire il nostro esperimento è importante sapere che:

- La legge di Hooke afferma che la forza applicata alla molla elastica è direttamente proporzionale alla variazione di lunghezza che subisce la molla.

La sua formula:

(forma scalare)

$$F = K \cdot \Delta x$$

(forma vettoriale)

$$\vec{F} = -k \cdot \vec{\Delta x}$$

F= forza

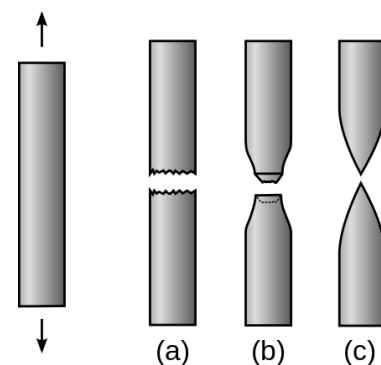
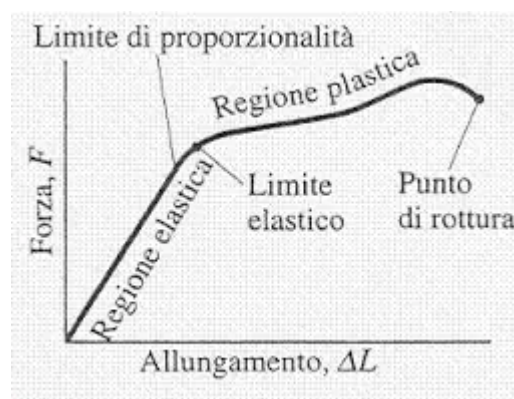
K= costante elastica

Δx = deformazione

- La legge di Hooke descrive il comportamento di una molla quando gli allungamenti o le compressioni sono piccole rispetto alla sua lunghezza: con un allungamento eccessivo, la molla reagisce con una forza non proporzionale all'allungamento e può anche deformarsi in modo permanente, perdendo la sua elasticità. Abbiamo potuto osservare questo comportamento nel video che abbiamo visto in classe.

(<https://www.youtube.com/watch?v=sVKawnHOMTc>)

- A seconda del loro comportamento quando sottoposti a deformazione, i materiali si dividono in:
 - duttili ad esempio l'acciaio (c)
 - fragili ad esempio il vetro (a)
 - incrudenti (b)



Per quanto riguarda gli **strumenti** possiamo dire che:

- Una **molla** è un corpo capace di deformarsi se viene applicata una determinata forza e in seguito tornare alla propria forma naturale. Quella che abbiamo utilizzato aveva un'asola che permetteva di appendere facilmente delle masse ad essa.
- Una molla viene definita **lasca** quando è facilmente deformabile.



- Una molla viene definita **rigida** quando è difficilmente deformabile.
- **L'asta millimetrata**: è un'asta con delle tacche millimetriche utilizzate per misurare oggetti e lunghezze; ha una base che le permette di stare in posizione verticale.

Esecuzione dell'esperienza:

Per condurre l'esperimento:

MOLLA LASCA

- 1-Misuriamo, utilizzando l'asta millimetrata, la lunghezza della molla scarica
- 2-Misuriamo la distanza dal tavolo alla prima spira della molla scarica trovando H_0
- 3-Misuriamo la distanza tra il tavolo e l'ultima spira della molla scarica trovando H_1
- 4-Calcoliamo la differenza tra le due lunghezze sottraendo H_1 ad H_0 e troviamo così $2q\ell_0$
- 5-Appendiamo la prima massa (25 g) all'asola e notiamo che la molla si deforma notevolmente
- 6-Misuriamo nuovamente la distanza dal tavolo all'ultima spira della molla trovando $\Delta\ell$ ovvero l'allungamento che ha subito la molla
- 7-Calcoliamo, poi, P moltiplicando la massa, in kg, per l'accelerazione gravitazionale ovvero 9,8 N/kg
- 8-Aggiungiamo di volta in volta una massa di 5 g fino ad arrivare ai 40 g e prendiamo, ad ogni aggiunta, le misure di H, ℓ , $\Delta\ell$ e P
- 9-Calcoliamo K con la seguente formula: $K=F/\Delta x$ ovvero $P(N) / \Delta\ell(cm)$
- 10-Riportiamo i dati in una tabella
- 11-Verifichiamo la legge di Hooke costruendo un grafico che rappresenti la proporzionalità diretta tra la forza F e la deformazione Δx .
Rappresentando F sulle ordinate e Δx sulle ascisse e riportando anche i rispettivi errori.

MOLLA RIGIDA

- 1-Misuriamo, utilizzando l'asta millimetrata, la lunghezza della molla scarica
- 2-Misuriamo la distanza dal tavolo alla prima spira della molla scarica trovando H_0
- 3-Misuriamo la distanza tra il tavolo e l'ultima spira della molla scarica trovando così H_1
- 4-Calcoliamo la differenza tra le due lunghezze sottraendo H_1 ad H_0 e troviamo così ℓ_0
- 5-Appendiamo la prima massa (25 g) all'asola e notiamo che la molla ha una minima deformazione
- 6-Misuriamo nuovamente la distanza dal tavolo all'ultima spira della molla trovando $\Delta\ell$ ovvero l'allungamento che ha subito la molla
- 7-Calcoliamo, poi, P moltiplicando la massa, in kg, per l'accelerazione gravitazionale ovvero 9,8 N/kg

8-Aggiungiamo la prima volta una massa di 25 g mentre le altre due volte posizioniamo sul porta masse pesi di 50 g l'uno e prendiamo, ad ogni aggiunta, le misure di H, l , Δl e P

9-Calcoliamo K con la seguente formula: $K=F/\Delta x$ ovvero $P(N) / \Delta l(\text{cm})$

10-Riportiamo i dati in una tabella

11-Verifichiamo la legge di Hooke costruendo un grafico che rappresenti la proporzionalità diretta tra la forza F e la deformazione Δx .

Rappresentando F sulle ordinate e Δx sulle ascisse e riportando anche i rispettivi errori.

Dati e la loro elaborazione:

MOLLA LASCA

$$H_0 = (54,4 \pm 0,1) \text{ cm}$$

$$H_1 = (47,3 \pm 0,1) \text{ cm}$$

$$l_0 = H_0 - H_1 = (54,4 \pm 0,1) - (47,3 \pm 0,1) = [(54,4 - 47,3) \pm (0,1 + 0,1)] = (7,1 \pm 0,2) \text{ cm}$$

$$\Delta l_1 = 0 \text{ cm (non essendoci sopra alcun peso non c'è stato alcun allungamento)}$$

$$P_1 = 0 \text{ g (dato che non c'è stata l'aggiunta di alcun peso)} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0 \text{ N}$$

$$k_1 = P_1 / \Delta l_1 = 0 \text{ N} / 0 \text{ cm} = 0 \text{ N/cm} = 0 \text{ N/m}$$

si aggiungono 25 g al porta masse

$$H_2 = (36,9 \pm 0,1) \text{ cm}$$

$$l_2 = H_0 - H_2 = (54,4 \pm 0,1) - (36,9 \pm 0,1) = [(54,4 - 36,9) \pm (0,1 + 0,1)] = (17,5 \pm 0,2) \text{ cm}$$

$$\Delta l_2 = l_2 - l_0 = (17,5 \pm 0,2) - (7,1 \pm 0,2) = [(17,5 - 7,1) \pm (0,2 + 0,2)] = (10,4 \pm 0,4) \text{ cm}$$

$$P_2 = 25 \text{ g} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0,025 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0,245 \text{ N}$$

$$k_2 = P_2 / \Delta l_2 = 0,245 \text{ N} / (10,4 \pm 0,4) \text{ cm} = 0,024 \text{ N/cm}$$

si aggiungono 5 g al porta masse così che la massa totale diventa di 30 g

$$H_3 = (34,9 \pm 0,1) \text{ cm}$$

$$l_3 = H_0 - H_3 = (54,4 \pm 0,1) - (34,9 \pm 0,1) = [(54,4 - 34,9) \pm (0,1 + 0,1)] = (19,5 \pm 0,2) \text{ cm}$$

$$\Delta l_3 = l_3 - l_0 = (19,5 \pm 0,2) - (7,1 \pm 0,2) = [(19,5 - 7,1) \pm (0,2 + 0,2)] = (12,4 \pm 0,4) \text{ cm}$$

$$P_3 = 30 \text{ g} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0,030 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0,294 \text{ N}$$

$$k_3 = P_3 / \Delta l_3 = 0,294 \text{ N} / (12,4 \pm 0,4) \text{ cm} = 0,024 \text{ N/cm}$$

si aggiungono 5 g al porta masse così che la massa totale diventa di 35 g

$$H_4 = (32,9 \pm 0,1) \text{ cm}$$

$$l_4 = H_0 - H_4 = (54,4 \pm 0,1) - (32,9 \pm 0,1) = [(54,4 - 32,9) \pm (0,1 + 0,1)] = (21,5 \pm 0,2) \text{ cm}$$

$$\Delta l_4 = l_4 - l_0 = (21,5 \pm 0,2) - (7,1 \pm 0,2) = [(21,5 - 7,1) \pm (0,2 + 0,2)] = (14,4 \pm 0,4) \text{ cm}$$

$$P_4 = 35 \text{ g} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0,035 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0,343 \text{ N}$$

$$k_4 = P_4 / \Delta l_4 = 0,343 \text{ N} / (14,4 \pm 0,4) \text{ cm} = 0,024 \text{ N/cm}$$

si aggiungono 5 g al porta masse così che la massa totale diventa di 40 g

$$H_5 = (30,8 \pm 0,1) \text{ cm}$$

$$l_5 = H_0 - H_5 = (54,4 \pm 0,1) - (30,8 \pm 0,1) = [(54,4 - 30,8) \pm (0,1 + 0,1)] = (23,6 \pm 0,2) \text{ cm}$$

$$\Delta l_5 = l_5 - l_0 = (23,6 \pm 0,2) - (7,1 \pm 0,2) = [(23,6 - 7,1) \pm (0,2 + 0,2)] = (16,5 \pm 0,4) \text{ cm}$$

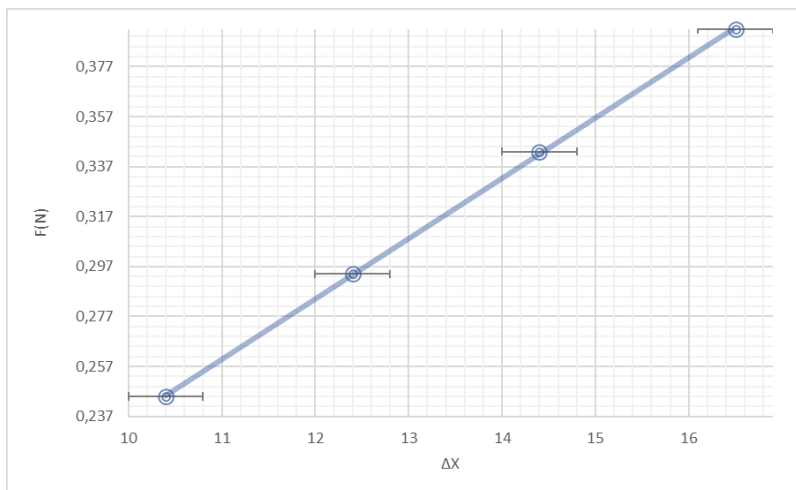
$$P_5 = 40 \text{ g} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0,040 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0,392 \text{ N}$$

$$k_5 = P_5 / \Delta l_5 = 0,392 \text{ N} / (16,5 \pm 0,4) \text{ cm} = 0,024 \text{ N/cm}$$

con tutti questi dati riusciamo a creare una tabella:

#	masse	H (cm)	l (cm)	Δl (cm)	P (N)	k (N/cm)
1	0	(47,3 \pm 0,1)	(7,1 \pm 0,2)	0	0	0
2	25	(36,9 \pm 0,1)	(17,5 \pm 0,2)	(10,4 \pm 0,4)	0,245	0,024
3	30	(34,9 \pm 0,1)	(19,5 \pm 0,2)	(12,4 \pm 0,4)	0,294	0,024
4	35	(32,9 \pm 0,1)	(21,5 \pm 0,2)	(14,4 \pm 0,4)	0,343	0,024
5	40	(30,8 \pm 0,1)	(23,6 \pm 0,2)	(16,5 \pm 0,4)	0,392	0,024

Grafico



MOLLA RIGIDA

$$H_0 = (54,4 \pm 0,1) \text{ cm}$$

$$H_1 = (46,8 \pm 0,1) \text{ cm}$$

$$l_0 = H_0 - H_1 = (54,4 \pm 0,1) - (46,8 \pm 0,1) = [(54,4 - 46,8) \pm (0,1 + 0,1)] = (7,2 \pm 0,2) \text{ cm}$$

$\Delta l_1 = 0 \text{ cm}$ (non essendoci sopra alcun peso non c'è stato alcun allungamento)

$$P_1 = 0 \text{ g (dato che non c'è stata l'aggiunta di alcun peso)} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0 \text{ N}$$

$$k_1 = P_1 / \Delta l_1 = 0 \text{ N} / 0 \text{ cm} = 0 \text{ N/cm} = 0 \text{ N/m}$$

si aggiungono 25 g al porta masse

$$H_2 = (45,0 \pm 0,1) \text{ cm}$$

$$l_2 = H_0 - H_2 = (54,4 \pm 0,1) - (45,0 \pm 0,1) = [(54,4 - 45,0) \pm (0,1 + 0,1)] = (9,0 \pm 0,2) \text{ cm}$$

$$\Delta l_2 = l_2 - l_0 = (9,0 \pm 0,2) - (7,2 \pm 0,2) = [(9,0 - 7,2) \pm (0,2 + 0,2)] = (1,8 \pm 0,4) \text{ cm}$$

$$P_2 = 25 \text{ g} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0,025 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0,245 \text{ N}$$

$$k_2 = P_2 / \Delta l_2 = 0,245 \text{ N} / (1,8 \pm 0,4) \text{ cm} = 0,136 \text{ N/cm}$$

si aggiungono 25 g al porta masse così che la massa totale diventa di 50 g

$$H_3 = (43,5 \pm 0,1) \text{ cm}$$

$$l_3 = H_0 - H_3 = (54,4 \pm 0,1) - (43,5 \pm 0,1) = [(54,4 - 43,5) \pm (0,1 + 0,1)] = (10,5 \pm 0,2) \text{ cm}$$

$$\Delta l_3 = l_3 - l_0 = (10,5 \pm 0,2) - (7,2 \pm 0,2) = [(10,5 - 7,2) \pm (0,2 + 0,2)] = (3,3 \pm 0,4) \text{ cm}$$

$$P_3 = 50 \text{ g} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0,05 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0,49 \text{ N}$$

$$k_3 = P_3 / \Delta l_3 = 0,49 \text{ N} / (3,3 \pm 0,4) \text{ cm} = 0,149 \text{ N/cm}$$

si aggiungono 50 g al porta masse così che la massa totale diventa di 100 g

$$H_4 = (39,9 \pm 0,1) \text{ cm}$$

$$l_4 = H_0 - H_4 = (54,4 \pm 0,1) - (39,9 \pm 0,1) = [(54,4 - 39,9) \pm (0,1 + 0,1)] = (14,5 \pm 0,2) \text{ cm}$$

$$\Delta l_4 = l_4 - l_0 = (14,5 \pm 0,2) - (7,2 \pm 0,2) = [(14,5 - 7,2) \pm (0,2 + 0,2)] = (7,3 \pm 0,4) \text{ cm}$$

$$P_4 = 100 \text{ g} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0,100 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0,98 \text{ N}$$

$$k_4 = P_4 / \Delta l_4 = 0,98 \text{ N} / (7,3 \pm 0,4) \text{ cm} = 0,134 \text{ N/cm}$$

si aggiungono 50 g al porta masse così che la massa totale diventa di 150 g

$$H_5 = (36,9 \pm 0,1) \text{ cm}$$

$$l_5 = H_0 - H_5 = (54,4 \pm 0,1) - (36,9 \pm 0,1) = [(54,4 - 36,9) \pm (0,1 + 0,1)] = (17,5 \pm 0,2) \text{ cm}$$

$$\Delta l_5 = l_5 - l_0 = (17,5 \pm 0,2) - (7,2 \pm 0,2) = [(17,5 - 7,2) \pm (0,2 + 0,2)] = (10,3 \pm 0,4) \text{ cm}$$

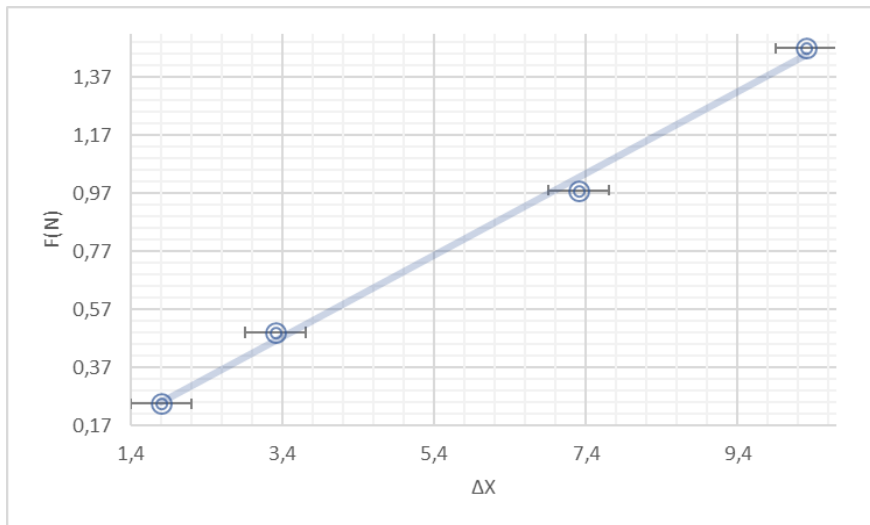
$$P_5 = 150 \text{ g} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 0,150 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = 1,47 \text{ N}$$

$$k_5 = P_5 / \Delta l_5 = 1,47 \text{ N} / (10,3 \pm 0,4) \text{ cm} = 0,143 \text{ N/cm}$$

con tutti questi dati riusciamo a creare una tabella:

#	masse	H (cm)	l (cm)	Δl (cm)	P (N)	k (N/cm)
1	0	(46,8 ± 0,1)	(7,2 ± 0,2)	0	0	0
2	25	(45,0 ± 0,1)	(9,0 ± 0,2)	(1,8 ± 0,4)	0,245	0,136
3	50	(43,5 ± 0,1)	(10,5 ± 0,2)	(3,3 ± 0,4)	0,49	0,149
4	100	(39,9 ± 0,1)	(14,5 ± 0,2)	(7,3 ± 0,4)	0,98	0,134
5	150	(36,9 ± 0,1)	(17,5 ± 0,2)	(10,3 ± 0,4)	1,47	0,143

Grafico



Conclusione:

Guardando i due grafici ottenuti osserviamo che la retta r passa per tutti i punti su essi riportati verificando la proporzionalità diretta. Possiamo perciò concludere di aver verificato la legge di Hooke sia per la molla lasca sia per la molla rigida.