ISTITUTO D’ISTRUZIONE SUPERIORE “______________________”

SCHEDA DIDATTICA

Misura della costante elastica k di una molla

1. INTRODUZIONE

In questa esperienza andremo a misurare la costante elastica k di una molla sfruttando la legge di Hooke.

2. Materiali

- Base con asta verticale e 1 asta orizzontale per realizzare i supporti;
- Molle di varia natura di cui si vuole determinare la costante elastica;
- Pesetti;

3. Strumenti di misura

- Metro: portata ____, sensibilità ____;
- Bilancia: portata ______, sensibilità_____;
- Dinamometro: portata_____, sensibilità______;

4. Apparato sperimentale

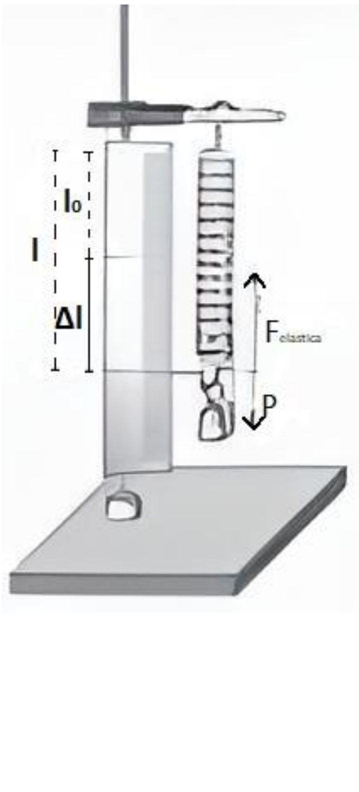
L'apparato sperimentale consiste in una struttura formata da una base con un'asta orizzontale alla quale ne viene attaccata una orizzontale che fungerà da sostegno per il dinamometro e per la molla. Di seguito alcune immagini che mostrano l'assemblaggio.

5. Esecuzione dell'esperimento

Si inizia la presa dati. Lo scopo della nostra esperienza è quello di determinare il valore della costante elastica k di una molla. Per farlo utilizziamo la relazione di diretta proporzionalità che esiste tra la forza F esercitata su una molla e l'allungamento Δl rispetto alla posizione di equilibrio l_0, chiamata Legge di Hooke:

$$F = -k * \Delta l$$

Siamo quindi interessati all'allungamento definito come differenza tra lunghezza con massa appesa e lunghezza a riposo della molla:



Si devono quindi effettuare misure di forza e di lunghezza. Per prima cosa si attacca il dinamometro all'asta orizzontale e si appende la massa. Quindi si effettuano 5 misure di forza. Si appende all'asta orizzontale anche la molla della quale si vuole determinare il valore della costante elastica k e si misura 5 volte la lunghezza a riposo l_0 della molla. Si appende quindi la massa e si misura 5 volte la lunghezza l_1 della molla allungata. Di seguito in tabella vengono riportate le misure effettuate. Per ogni grandezza misurata si riporta anche l'errore strumentale σ_B associato (si fa coincidere con la sensibilità dello strumento).

Numero Misura	$F\ [N]\ \pm$ _____	$l_0\ [\quad]\ \pm$ _____	$l_1\ [\quad]\ \pm$ _____
1			
2			
3			
4			
5			

6. Analisi dati

Si procede facendo le medie:

$$F_{1medio} = \frac{F_1+F_2+F_3+F_4+F_5}{5} = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

Si calcola la deviazione standard:

$$\sigma_F = \sqrt{\frac{(F_{medio}-F_1)^2+(F_{medio}-F_2)^2+(F_{medio}-F_3)^2+(F_{medio}-F_4)^2+(F_{medio}-F_5)^2}{5}} =$$

=____

E per cui l'errore totale (assoluto) associato alla forza sarà dato dalla somma in quadratura dell'errore strumentale e della deviazione standard:

$$Err_F = \sqrt{(\sigma_F)^2 + (\sigma_{B_F})^2} = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

$$l_{0medio} = \frac{l_{0_1}+l_{0_2}+l_{0_3}+l_{0_4}+l_{0_5}}{5} = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

Si calcola la deviazione standard:

$$\sigma_{l_0} = \sqrt{\frac{\left(l_{0_{medio}} - l_{0_1}\right)^2 + \left(l_{0_{medio}} - l_{0_2}\right)^2 + \left(l_{0_{medio}} - l_{0_3}\right)^2 + \left(l_{0_{medio}} - l_{0_4}\right)^2 + \left(l_{0_{medio}} - l_{0_5}\right)^2}{5}} =$$

=____

E per cui l’errore totale (assoluto) associato alla lunghezza a riposo sarà dato dalla somma in quadratura dell’errore strumentale e della deviazione standard:

$$Err_{l_0} = \sqrt{(\sigma_{l_0})^2 + (\sigma_{B_{l_0}})^2} = \text{\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_}$$

$$l_{1medio} = \frac{l_{1_1} + l_{1_2} + l_{1_3} + l_{1_4} + l_{1_5}}{5} = \text{\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_}$$

Si calcola la deviazione standard:

$$\sigma_{l_1} = \sqrt{\frac{\left(l_{1_{medio}} - l_{1_1}\right)^2 + \left(l_{1_{medio}} - l_{1_2}\right)^2 + \left(l_{1_{medio}} - l_{1_3}\right)^2 + \left(l_{1_{medio}} - l_{1_4}\right)^2 + \left(l_{1_{medio}} - l_{1_5}\right)^2}{5}} =$$

=____

E per cui l’errore totale (assoluto) associato alla lunghezza sarà dato dalla somma in quadratura dell’errore strumentale e della deviazione standard:

$$Err_{l_1} = \sqrt{(\sigma_{l_1})^2 + (\sigma_{B_{l_1}})^2} = \text{\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_}$$

Di seguito vengono riassunti in maniera ordinata i valori, riportando valore medio ed errore assoluto:

F_{1medio}= [$\pm$] l_{0medio}= [$\pm$] l_{1medio}= [$\pm$]

Poiché nella legge di Hooke si utilizza l'allungamento della molla, quest'ultimo si può ricavare dalla relazione:

$$\Delta l = l_{1medio} - l_{0medio} = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

L'errore si ottiene sommando in quadratura i loro due errori:

$$Err_{\Delta l} = \sqrt{(Err_{l_1})^2 + (Err_{l_0})^2} = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

Ora ci si può ricavare il valore della costante elastica k:

$$k = \frac{F}{\Delta l} = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

E l'errore relativo associato si ottiene tramite la seguente formula:

$$E_{relk} = \sqrt{\left(\frac{Err_{l_1}}{l_1}\right)^2 + \left(\frac{Err_{l_0}}{l_0}\right)^2} = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

L'errore assoluto su k si ottiene moltiplicando l'errore relativo per il valore di k:

$$Err_k = E_{relk} * k = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

Per cui $k = [\qquad \pm \qquad] \ \frac{N}{m}$

7. Misura di k con metodo grafico

Dal momento che allungamento della molla e forza applicata sono direttamente proporzionali, è possibile realizzare un grafico in cui mostriamo come varia Δl in funzione di F. La pendenza della retta sarà proprio la costante elastica della molla.

La pendenza m della retta è:

$$m = k$$

Per cui si può ricavare il valore di k per via grafica e confrontarlo con quello ottenuto nella sezione precedente.

Per fare ciò si effettuano nuovamente misure di forza e di allungamento della molla. Per farlo si procede nel seguente modo. Riprendendo la molla e la massa che abbiamo già usato nei punti 5 e 6 di questa esperienza, si aggiunge un'altra massa e si misurano quindi la forza F_2 esercitata da questa e l'allungamento l_2 che genera. Si aggiunge una terza massa alle altre due già presenti e si misurano nuovamente F_3 ed l_3 . Avendo bisogno dell'allungamento rispetto alla posizione di equilibrio è possibile ricavarli come già fatto in precedenza:

$$\Delta l_2 = l_2 - l_{0medio} = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \qquad \Delta l_3 = l_3 - l_{0medio} = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

Questi nuovi valori di F, l e di Δl si riportano in tabella. Al punto 1 vanno riportati i valori medi già ricavati nella prima parte dell'esperienza.

Numero punto	F[N]	l [ ]	Δl_1 [ ]
PUNTO 1	$F_1 =$	$l_1 =$	$\Delta l_1 =$
PUNTO 2	$F_2 =$	$l_2 =$	$\Delta l_2 =$
PUNTO 3	$F_3 =$	$l_3 =$	$\Delta l_3 =$

Si fa quindi il grafico ponendo sull'asse delle x Δl [m] e su quello delle y F $[N]$. Disegnati i 3 punti si traccia la miglior retta possibile passante per l'origine e il più vicino possibile ai 3 punti. Non deve per forza includere tutti e 3 i punti, ma deve tenerne conto.

Si scelgono su tale retta due punti A e B (comodi, magari dove si incontrano due quadretti) e se ne calcola la pendenza m:

$$m = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

Per quanto abbiamo visto all'inizio del paragrafo vale che $m = k$, perciò:

$$k = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\frac{N}{m}$$

A tale scheda va allegato anche il grafico fatto possibilmente su carta millimetrata o in alternativa su un foglio a quadretti.

8. Conclusione

I due valori di k ottenuti al punto 6 e al punto 7 sono compatibili fra loro? Se no perché?

Quale metodo sembra più affidabile?