



UNIVERSITÀ DEL SALENTO

FACOLTÀ DI SCIENZE MMFFNN

Corso di Laurea in Fisica

CORSO DI LABORATORIO I

MISURA DELLA COSTANTE ELASTICA DI UNA MOLLA E VERIFICA DELLA LEGGE DI HOOKE

Scopo dell'esperienza

Misura della costante elastica di una o più molle e verifica della legge di Hooke.

Che cosa stabilisce e in quali condizioni vale la legge di Hooke?

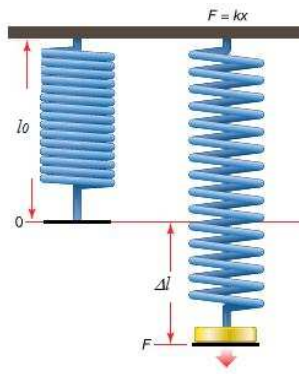
Che cos'è la costante elastica di una molla?

In che modo è possibile determinare sperimentalmente la costante elastica di una molla?

Cenni teorici

Applicando ad un corpo una forza, esso si deforma. Se il corpo ritorna alla forma iniziale quando l'azione della forza cessa, le deformazioni sono dette elastiche e vale la legge di Hooke, secondo la quale la deformazione è proporzionale alla forza applicata.

La legge di Hooke vale per piccole deformazioni fino al limite di elasticità della molla, oltre il quale le deformazioni divengono permanenti.



Indicando con $\Delta l = l - l_0$ la variazione di lunghezza della molla dovuta ad una forza F (con l_0 lunghezza a riposo ed l lunghezza della molla sottoposta a sollecitazione), entro la regione di elasticità della molla si ha:

$$F = k \Delta l \text{ (legge di Hooke)}$$

La costante di proporzionalità k è detta costante elastica della molla e dipende dal materiale di cui è costituita, dal diametro e dal numero di spire.

Nell'esperienza si studierà la deformazione di una o più molle elicoidali allo scopo di verificare la validità della legge di Hooke e di determinare la costante elastica mediante due metodi (statico e dinamico).

La costante elastica di una molla può essere determinata sperimentalmente misurando le elongazioni Δl al variare delle forze applicate. Se all'estremità inferiore di una molla sospesa verticalmente è appesa una massa m , la forza applicata coincide con la forza peso della massa e la legge di Hooke si riscrive nel seguente modo:

$$mg = k \Delta l = k (l - l_0)$$

Che tipo di misure è opportuno eseguire per determinare la costante elastica di una molla mediante la legge di Hooke?

Come è possibile valutare la dipendenza dell'allungamento della molla dalla forza ad essa applicata?

Inoltre, se la massa m viene spostata dalla sua posizione di equilibrio di una distanza x , su di essa agirà una forza di richiamo della molla pari a $F' = -kx$.

L'equazione del moto sarà del tipo:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx$$

e descriverà un moto armonico di periodo

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Dalla misura della massa appesa e del periodo di oscillazione è possibile determinare k .

In effetti, questa soluzione vale nel caso di molle ideali, ossia di molle di massa nulla. Nel caso reale, detta M la massa della molla, il periodo risulterà pari a:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m + \frac{M}{3}}{k}}$$

Che tipo di misure è opportuno eseguire per determinare la costante elastica di una molla mediante il metodo delle oscillazioni?

Strumenti e materiale a disposizione

- Riflettendo sul tipo di misure da eseguire, elencare la strumentazione ed il materiale a disposizione.
- Determinare l'intervallo di funzionamento, l'incertezza di sensibilità e l'unità di misura degli strumenti a vostra disposizione

In che modo si misura la forza applicata (massa)? Che strumento si ha a disposizione? È adatto allo scopo? Che caratteristiche ha?

In che modo si misura l'allungamento? Che strumento si ha a disposizione? È adatto allo scopo? Che caratteristiche ha?

In che modo si misura il periodo? Che strumento si ha a disposizione? È adatto allo scopo? Che caratteristiche ha?

Oltre alla strumentazione, quale altro materiale è necessario per effettuare le misure?

Misure

Metodo statico

- Per ogni molla annotare inizialmente la lunghezza a riposo (*con l'incertezza associata*).
- Misurare l'allungamento per almeno 5 valori della massa sospesa (*di cui sia stato annotato il valore misurato con la rispettiva incertezza*) all'estremità libera, avendo l'accortezza di rispettare il carico massimo ammissibile.
- Riportare in una tabella i dati di m ed l con le rispettive incertezze.
- Riportare i dati sperimentali su un grafico di l in funzione di m con le barre di errore.

I dati sperimentali sembrano legati da una legge di tipo lineare (vale la legge di Hooke)?

- Determinare la retta che meglio approssima i dati sperimentali (*retta di BEST FIT*) mediante il metodo della massima e minima pendenza.

Qual è il valore del coefficiente angolare della retta di BEST FIT?

Qual è il valore dell'incertezza sul coefficiente angolare della retta di BEST FIT?

- Scrivere il coefficiente angolare della retta di BEST FIT con l'incertezza associata e con il corretto numero di cifre significative.

La retta passa per l'origine?

Che cosa rappresenta l'intercetta? È compatibile con il valore misurato della lunghezza a riposo l_0 ?

- Confrontare i valori della lunghezza a riposo della molla e dell'intercetta con le rispettive incertezze e dire se i valori sono compatibili.

Esiste una relazione che lega il coefficiente angolare della retta trovata con la costante elastica della molla?

- Determinare la costante elastica della molla dal valore del coefficiente angolare assumendo come valore dell'accelerazione di gravità locale $g = (9.81 \pm 0.01) \text{ m/s}^2$.
- Determinare l'incertezza associata alla costante elastica mediante la propagazione delle incertezze.
- Scrivere il valore finale della costante elastica della molla con l'incertezza associata ed il numero corretto di cifre significative.
- Provare ad eseguire il FIT utilizzando il programma Root.

Il coefficiente angolare ottenuto con Root è compatibile con quello ottenuto graficamente (*metodo della massima e minima pendenza*)?

- Ripetere l'esperimento con le altre due molle

Metodo dinamico

- Appendere ad una molla una massa (*di cui sia stato annotato il valore misurato con la rispettiva incertezza*).
- Spostare la massa dalla sua posizione di equilibrio ed osservare le modalità con cui oscilla la molla.
- Se le oscillazioni sono sufficientemente regolari, misurare il tempo necessario a compiere una decina di oscillazioni (*con la rispettiva incertezza*).
- Determinare il valore del periodo (*con la rispettiva incertezza*).
- Ripetere la misura 5 volte.
- Determinare il valor medio del periodo e l'incertezza associata.
- Determinare la costante elastica della molla dalla relazione che la lega al periodo di oscillazione.
- Valutare mediante la propagazione delle incertezze, l'indeterminazione da associare alla costante elastica.
- Confrontare i valori (*con le rispettive incertezze*) delle costanti elastiche valutati per la stessa molla e verificate se sono compatibili.

- Ripetere l'esperimento con le altre due molle

Commenti e discussione

È stato raggiunto lo scopo dell'esperienza?

È stata verificata la legge di Hooke?

Sono state determinate le costanti elastiche delle molle a disposizione?

I risultati ottenuti con i diversi metodi per ogni singola molla sono compatibili?