

Esperimenti di fisica: legge di Hooke

Laboratorio di Fisica
Liceo Alberti di Cagliari

Massimiliano Virdis

1

Legge di Hooke

1.1 Introduzione

La legge di Hooke è una legge elementare che può riguardare i corpi elastici, in particolare le molle. La legge lega la forza esercita sul corpo elastico con il suo schiacciamento o allungamento.

Essa si presta abbastanza bene ad essere applicata ad una molla: afferma che la forza F di richiamo della molla, quando viene allungata dalla sua posizione di equilibrio, è direttamente proporzionale all'allungamento Δx della stessa: la costante di proporzionalità k è detta costante elastica della molla.

$$F = -k\Delta x \quad (1.1)$$

Nella relazione compare solitamente un segno meno ad indicare che la forza va dalla parte opposta all'allungamento.

1.2 Descrizione dell'esperienza

La classica verifica sperimentale della legge di Hooke (quando applicata ad una molla) consiste nel porre la molla in posizione verticale, appesa ad una sua estremità, e con l'altra estremità collegata ad una serie di pesetti. Si vuole verificare che al variare della forza applicata il rapporto tra questa forza e l'allungamento è costante. La legge non vale quale che sia l'allungamento imposto alla molla: se l'allungamento supera una certa soglia la forza richiesta per allungare la molla non è più proporzionale all'allungamento. Inoltre può capitare che la molla non sia più capace di tornare alla sua posizione di equilibrio iniziale: abbiamo una classica molla "smollata".

1.3 Apparecchi utilizzati

L'esperienza qui illustrata è stata compiuta con più di una molla presente in laboratorio: alcune molle sono ormai rovinate, altre ancora del tutto nuove e con una linguetta di plastica per poterne meglio valutare l'allungamento.

1. Tre molle metalliche di varia qualità.
2. Un'asta di sostegno con un supporto per la molla nella parte superiore.
3. Un righello millimetrato da 50 cm.
4. Una bilancia di precisione (portata 2,00 kg, accuratezza 0,1 kg).
5. Un set di pesetti con una massa compresa tra 10 g e 50 g.
6. Un sostegno per i pesetti, da appendere alla molla.



Nelle foto precedenti le tre molle utilizzate, da sinistra a destra la molla 1, 2 e 3. A destra i due sostegni per i pesetti.

1.4 Montaggio

L'asta di sostegno, di piccole dimensioni, si trova già montata in laboratorio. Ad essa va collegato nella parte superiore un sostegno per la molla. La molla viene appesa ad esso. Le molle più recenti hanno un segnaposizione di plastica che va posizionato in basso; le altre molle non hanno un verso privilegiato. I pesetti disponibili non si possono inserire in tutti i sostegni. In particolare il sostegno più robusto, la cui massa è 50 g, ha l'asta troppo larga per permettere il passaggio del foro presente in alcuni pesetti.

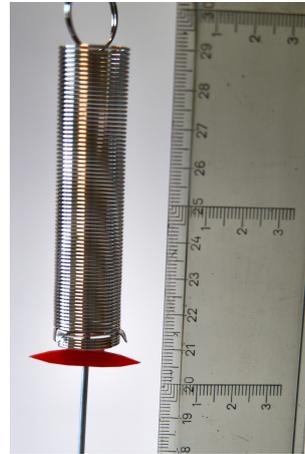


Nella foto a sinistra l'asta montata con il sostegno per la molla e una molla appesa. Nella foto a destra il tutto posizionato accanto al righello usato per le misurazioni.

1.5 Procedimento

Una volta posizionata la molla senza pesi e senza sostegno per i pesetti (come possiamo vedere nelle foto successive) misuriamo la posizione della sua parte più bassa allineando a mano libera il righello poggiato sul tavolo: questa è la lunghezza che chiameremo x_0 . Nel caso della molla numero 3 è presente una linguetta di plastica rossa che facilita l'osservazione dell'allineamento col righello.

Successivamente aggiungiamo prima il solo sostegno per i pesi e rieffettuiamo la lettura della nuova posizione: sarà la lunghezza x_1 . Poi aggiungiamo via via altri pesetti con nuove letture di posizione. Possiamo svolgere la pesatura di quanto posto sulla molla di volta in volta o alla fine delle misure di lunghezza.



1.6 Dati sperimentali

| Molla 1 | | Molla 2 | | Molla 3 | |
|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|------------|
| lunghezza (mm) | massa (g) | lunghezza (mm) | massa (g) | Lunghezza (cm) | Massa (kg) |
| $x_0 = 223$ | 0 | $x_0 = 234$ | 0 | $x_0 = 224$ | 0 |
| $x_1 = 216$ | 10,0 | $x_1 = 229$ | 50,2 | $x_1 = 214$ | 10,0 |
| $x_2 = 210$ | 20,0 | $x_2 = 226$ | 70,2 | $x_2 = 205$ | 20,0 |
| $x_3 = 206$ | 30,3 | $x_3 = 224$ | 90,3 | $x_3 = 195$ | 30,3 |
| $x_4 = 202$ | 40,2 | $x_4 = 220$ | 120,5 | $x_4 = 185$ | 40,2 |
| $x_5 = 198$ | 50,3 | $x_5 = 217$ | 150,6 | | |

1.7 Elaborazione dei dati sperimentali

L'allungamento della molla è $\Delta x = x_i - x_0$, differenza tra la lunghezza i-esima con una data forza e la lunghezza a riposo. L'errore associato lo quantifichiamo per tutte le misure con $\Delta(\Delta x) = 1 \text{ mm}$.

La forza è il peso applicato alla molla. Questo peso e l'errore ad esso associato sono:

$$F = mg \quad ; \quad \Delta F = g\Delta m \quad (1.2)$$

Per tutte le misure di massa $\Delta m = 0,1 \text{ g}$ e $\Delta F = 0,001 \text{ N}$.

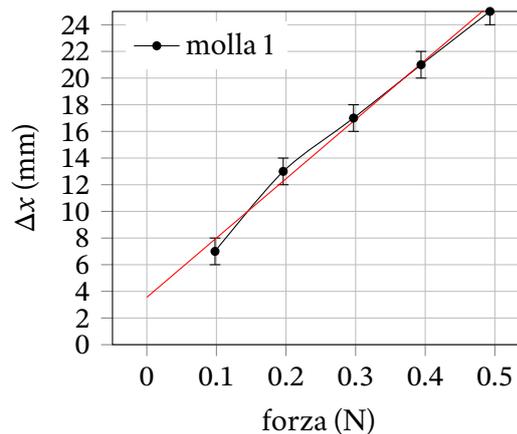
La costante elastica e l'errore ad essa associato sono:

$$k = \frac{F}{\Delta x} \quad ; \quad \Delta k = k \left(\frac{\Delta(\Delta x)}{\Delta x} + \frac{\Delta F}{F} \right) \quad (1.3)$$

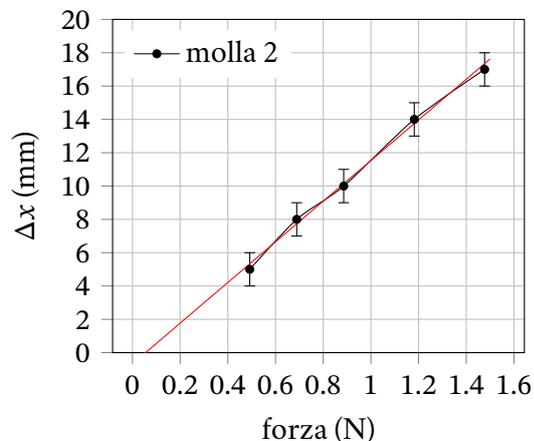
Nel seguito mostriamo i dati elaborati per ogni molla e di fianco il grafico forza/allungamento. Nel grafico compare in rosso la retta dei minimi quadrati che interpola i dati ottenuti, per meglio valutarne la linearità, sebbene non sia proponibile né il suo calcolo né la sua indicazione per uno studente del biennio. Sempre nel grafico si è indicato l'errore associato all'allungamento; quello relativo alla forza sarebbe comunque piccolissimo e non è stato riportato.

Molla 1

| Δx (mm) | F (N) | k (N/mm) | Δk (N/mm) |
|-----------------|---------|------------|-------------------|
| 7 | 0,098 | 0,014 | 0,002 |
| 13 | 0,196 | 0,015 | 0,001 |
| 17 | 0,297 | 0,018 | 0,001 |
| 21 | 0,394 | 0,0188 | 0,0009 |
| 25 | 0,493 | 0,0197 | 0,0008 |

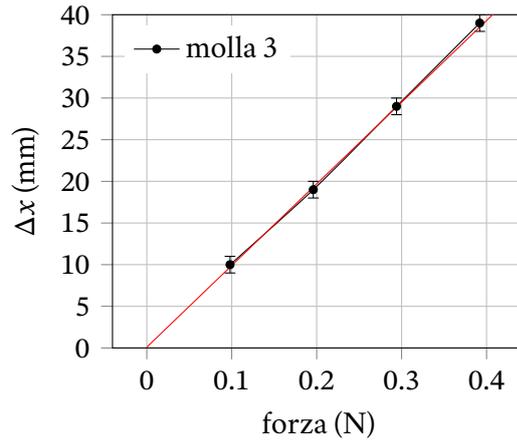
**Molla 2**

| Δx (mm) | F (N) | k (N/mm) | Δk (N/mm) |
|-----------------|---------|------------|-------------------|
| 5 | 0,492 | 0,10 | 0,02 |
| 8 | 0,689 | 0,09 | 0,01 |
| 10 | 0,886 | 0,089 | 0,009 |
| 14 | 1,182 | 0,084 | 0,006 |
| 17 | 1,477 | 0,087 | 0,005 |



Molla 3

| Δx (mm) | F (N) | k (N/mm) | Δk (N/mm) |
|-----------------|---------|------------|-------------------|
| 10 | 0,098 | 0,010 | 0,001 |
| 19 | 0,196 | 0,0103 | 0,0006 |
| 29 | 0,297 | 0,0102 | 0,0004 |
| 39 | 0,394 | 0,0101 | 0,0003 |



1.8 Conclusione

I valori di k ottenuti per la prima molla non sono del tutto compatibili con la legge di Hooke e la costanza della costante elastica. Per le altre due molle si ha invece una buona corrispondenza. Il grafico della prima molla evidenzia un comportamento non uniforme. Al contrario l'ultima molla, la più nuova, ha un comportamento del tutto lineare.

email: prof.virdis@tiscali.it

1.9 Licenza e Copyright

Questo file e documento viene concesso con licenza Creative Commons. CC BY-NC-ND.

- Devi attribuire la paternità dell'opera nei modi indicati dall'autore o da chi ti ha dato l'opera in licenza e in modo tale da non suggerire che essi avallino te o il modo in cui tu usi l'opera.
- Non puoi usare quest'opera per fini commerciali.
- Non puoi alterare o trasformare quest'opera, né usarla per crearne un'altra.

