Molla

Mussini Simone, Ruscillo Fabio, Musi Francesco

1 Obbiettivi

Gli obbiettivi di questo esperimento sono: Determinare la costante elastica di una molla (K_s) con metodo statico, utilizzare la molla come dinamometro statico per la determinazione di una massa incognita (M_i), per determinare la costante elastica di una molla precompressa (K_p) e la forza di precompressione con il metodo statico (F_0).

2 Strumenti

- Masse calibrate
- Massa ignota
- Molla armonica
- Molla precompressa
- Metro a nastro
- Cronometro
- Sostegno fisso

3 Procedimento

Il setup dell'esperimento è costituito da un piedistallo, la cui funzione è di sostenere due aste, collegate tra loro tramite un morsetto, in modo da formare un supporto per sostenere le molle in posizione verticale. All'asta messa in orizzontale rispetto al piano, del tavolo, viene poi fissato un metro a nastro, al fine di misurare le deformazioni, che verranno indotte sulle molle.

4 Analisi preliminare

Per avere una stima sull'ordine di grandezza dell'errore su K_s, si è calcolato l'errore relativo della costante elastica della molla, in modo statico, tramite singola misura, usando la formula

$$\frac{\Delta K_s}{K_s} = \frac{\Delta M}{M} + \frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta(L - L_0)}{L - L_0}$$

Si è calcolata la lunghezza della molla a riposo e in seguito quella della molla deformata da una massa di $m = 250\ g$. Si è assunta quest'ultima e l'accelerazione di gravità g senza incertezza, in modo da avere una stima preliminare dell'ordine di grandezza dell'errore. Dato l'allungamento $(L - L_0) = 0.095 \pm 0.005\ m$ l'errore relativo au K_s è circa il 6%.

Per la stessa ragione, si è calcolato l'errore relativo della costante elastica della molla, in modo dinamico, tramite singola misura, usando la formula

$$\frac{\Delta K_d}{K_d} = \frac{\Delta M}{M} + 2\frac{\Delta T}{T}$$

Per avere un errore relativo minore, si è calcolato il periodo di dieci oscillazioni, pari a $10T = 9,30 \pm 0.1\ s$ GAUSSIANA CON CLASSI + TEST CHI QUADRO. Inserendo nella fomrula $\overline{T}$, il il valore medio diviso per dieci, otteniamo un errore relativo su K_d del 2 %.

5 Misura della costante con il metodo statico

Questo step consiste nel misurare l'allungamento delle due molle soggette a differenti forze, generate dai contrappesi. I dati sono riportati di seguito in Tabella 1 e Tabella 2:

$M\ (kg)$	$L \pm \Delta L\ (m)$
0.050	0.326±0.002
0.100	0.346±0.002
0.150	0.366±0.002
0.200	0.387±0.002
0.250	0.407±0.002
0.300	0.427±0.002
0.350	0.448±0.002
0.400	0.468±0.002
0.450	0.489±0.002
0.500	0.509±0.002

Tabella 1: Molla Non Precompressa. Sono riportati la massa e la posizione finale misurata in seguito alla deformazione.

$M\ (kg)$	$L \pm \Delta L\ (m)$
0.050	0.203±0.003
0.100	0.203±0.003
0.150	0.203±0.003
0.200	0.208±0.003
0.250	0.224±0.003
0.300	0.242±0.003
0.350	0.259±0.003
0.400	0.276±0.003
0.450	0.295±0.003
0.500	0.313±0.003

Tabella 2: Molla Precompressa. Al di sotto di una massa pari a 0.150 kg non si è ossservata alcuna deformazione della molla.

5.1 Molla Armonica

Dato che la legge di Hook $Mg = K_s \cdot (L - L_0)$ ci suggerisce che l'allungameto sia in relazione lineare con la forza applicata, abbiamo attuato una regressione lineare. Per la molla non precompressa la legge di cui trovare i coefficienti è:

$$L = M \cdot \frac{g}{K_s} + L_0$$

dove

$$A = L_0 \text{ e } B = \frac{g}{K_s}$$

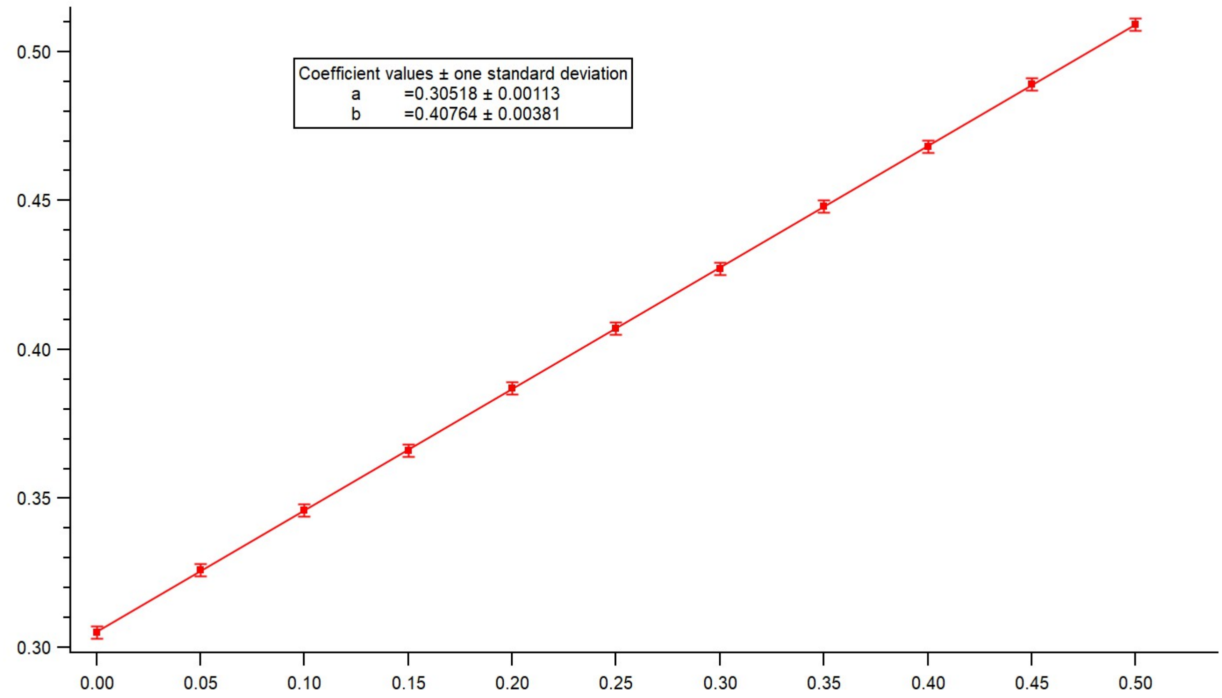

Figura 1: *Grafico $L(M)$: sul'asse asse y sono riportati i valori della posizione finale misurata L coi rispettivi errori, sull'asse x la massa corrispettiva*

Calcolando K_s e il rispettivo errore ΔK_s come

$$K_s = \frac{g}{B} \qquad , \qquad \Delta K_s = \left|\frac{g}{B}\right| \cdot \Delta B$$

Si ottiene $K_s = (24.1 \pm 0.2)\ Nm^{-1}$

5.2 Molla Precompressa

Nel caso di una molla precompressa, la legge che lega l'allungamento alla forza applicata differisce dalla legge di Hooke per un termine costante $\frac{F_0}{K_p}$, dovuto alla forza F_0 di precompressione della molla.

La legge su cui abbiamo eseguito la regressione lineare risulata quindi:

$$L = m\frac{g}{k_p} + (L_0 - \frac{F_0}{K_p}) \tag{1}$$

dove

$$A = L_0 + \frac{F_0}{K_p} \quad e \quad B = \frac{g}{K_p} \tag{2}$$

Calcolando K_p e il rispettivo errore ΔK_p come :

$$K_p = \frac{g}{B} e \Delta K_p = \left|\frac{g}{B}\right| \cdot \Delta B \tag{3}$$