

Laboratorio di Fisica 1

R2: Misura costante elastica di una molla

Gruppo 17: Bergamaschi Riccardo, Graiani Elia, Moglia Simone

04/10/2023 – 11/10/2023

Sommario

Il gruppo di lavoro ha misurato la costante elastica di una molla con due metodi distinti.

1 Materiali e strumenti di misura utilizzati

Strumento di misura	Soglia	Portata	Sensibilità
Fototrapiuardo con contatore di impulsi	1 μs	99 999 999 μs	1 μs
Righello	0.1 cm	60.0 cm	0.1 cm
Bilancia di precisione	0.01 g	6200.00 g	0.01 g
Altro	Descrizione/Note		
Molla e gancio	Un estremo della molla è vincolato ad un supporto fisso, mentre all'altro è appeso un gancio per agevolare il caricamento dei campioni		
Tre campioni solidi (con masse distinte)	Indicheremo con A, B, C i tre campioni e con $A + B$, $A + C$, $B + C$ e $A + B + C$ le loro combinazioni. Tutti questi saranno qui chiamati "gravi".		
Specchio	Posizionato verticalmente dietro al righello, permette di ridurre eventuali errori di lettura dovuti all'effetto di parallasse		
Livella	Utile per assicurarsi che il fototrapiuardo sia orizzontale		

2 Esperienza e procedimento di misura

2.1 Misurazione della costante elastica nel caso statico

1. Fissiamo il righello parallelo a \vec{g} e solidale all'estremo fisso della molla. Individuiamo allora un punto P del sistema, solidale all'estremo libero della molla, che terremo come riferimento per misurare (indirettamente) gli allungamenti.
2. Misuriamo allora la posizione x_0 di P (rispetto allo 0 del righello) senza caricare alcuna massa sui ganci: possiamo considerare questa la lunghezza a riposo della molla, in quanto il contributo della massa della molla e del gancio, nel caso statico, si annulla.
3. Per ogni grave i :
 - (a) Ne misuriamo la massa m_i con la bilancia di precisione (nel caso di combinazioni di più campioni, ne misuriamo direttamente la massa complessiva);
 - (b) Appeso il grave alla molla, ne misuriamo indirettamente l'allungamento $(\Delta x)_i$, sottraendo x_0 alla misura x_i della sua posizione (e allora $\delta(\Delta x)_i = \delta x_0 + \delta x_i$). Per ridurre ulteriormente la probabilità di commettere errori di parallasse, ripetiamo il procedimento tre volte, tenendo solamente la misura più vicina alla media.

Di seguito sono riportate le misure così ottenute:

$$x_0 = (3.3 \pm 0.1) \text{ cm}$$

Grave i	Massa m_i (g)	Posizione x_i (cm)	Allungamento $(\Delta x)_i$ (cm)
A	$407,73 \pm 0.01$	$7,9 \pm 0.1$	$4,6 \pm 0.2$
B	$542,47 \pm 0.01$	$9,6 \pm 0.1$	$6,3 \pm 0.2$
C	$667,82 \pm 0.01$	$11,3 \pm 0.1$	$8,0 \pm 0.2$
$A + B$	$950,22 \pm 0.01$	$14,4 \pm 0.1$	$11,1 \pm 0.2$
$A + C$	$1085,56 \pm 0.01$	$15,9 \pm 0.1$	$12,6 \pm 0.2$
$B + C$	$1220,28 \pm 0.01$	$17,5 \pm 0.1$	$14,2 \pm 0.2$
$A + B + C$	$1628,02 \pm 0.01$	$22,2 \pm 0.1$	$18,9 \pm 0.2$

Per determinare la costante elastica k della molla, abbiamo effettuato una regressione lineare (non pesata) dei dati così ottenuti, facendo riferimento alla seguente formula (che segue direttamente dalla legge di Hooke, ponendo $F_{\text{elastica}} = F_{\text{peso}}$):

$$\Delta x = \frac{g}{k} m$$

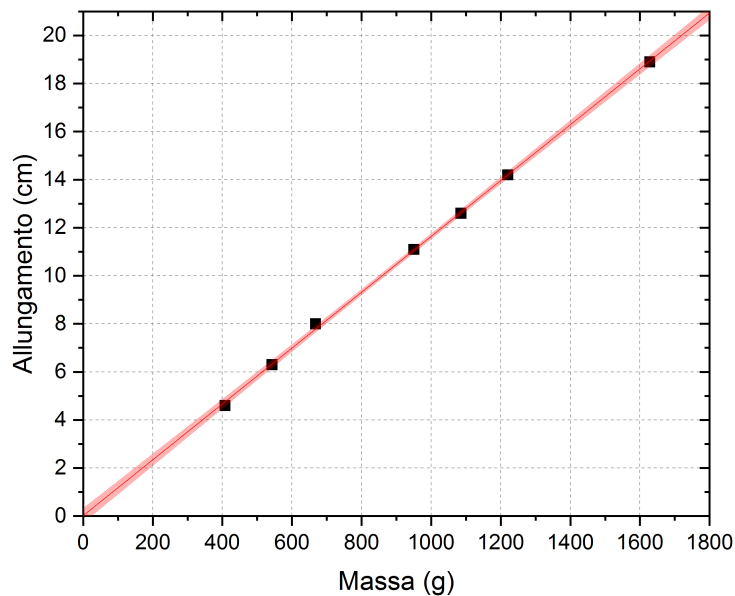
Detto $b = b_{\text{best}} \pm \delta b$ il coefficiente angolare della retta di regressione, vale allora:

$$k = \frac{g_{\text{best}}}{b_{\text{best}}} \quad \wedge \quad \frac{\delta k}{k_{\text{best}}} = \frac{\delta g}{g_{\text{best}}} + \frac{\delta b}{b_{\text{best}}}$$

Si noti che l'intercetta della retta di regressione dev'essere compatibile con 0.

Osservazione. *g non può essere considerata una costante nota con certezza, poiché, secondo la legge di gravitazione universale, g dipende dalla distanza dal centro di massa della Terra: che g sia costante lungo la traiettoria del sistema molla-grave è soltanto un'approssimazione. Pertanto, abbiamo considerato $g = (9.81 \pm 0.01) \text{ m/s}^2$*

Ecco la retta di regressione (in rosa è indicata la fascia di confidenza) e i relativi risultati:



- $a = (??? \pm ???)$ (compatibile con 0)
- $b = (??? \pm ???) \text{ cm/g} = (??? \pm ???) \text{ m/kg}$
- $k = (??? \pm ???) \text{ N/m}$

2.2 Misurazione della costante elastica nel caso dinamico

1. Accendiamo il contatore di impulsi e lo impostiamo su *Universal Counter* e su 20 oscillazioni;

2. Consideriamo i tre campioni A, B, C e $A + B$:

- Appeso il campione alla molla, allineiamo i due fototraguardi aiutandoci con la livella, in modo tale che possano rilevare le oscillazioni;
- Tiriamo il campione verso il basso e poi lo rilasciamo, in modo che il sistema molla inizi a oscillare con direzione parallela al campo gravitazionale locale;
- Una volta verificato che l'oscillazione sia stabile, facciamo partire il contatore di impulsi, che misurerà il tempo impiegato per compiere 20 oscillazioni;

3 Conclusioni

L'inconsistenza non trascurabile tra ρ (le nostre misure) e $\rho_{\text{lett.}}$ è dovuta principalmente al fatto che si tratta di leghe; probabilmente, i nostri campioni presentavano concentrazioni diverse dei vari elementi.