

Obiettivi

- Verifica della risposta elastica lineare, ovvero la dipendenza lineare del modulo dell'allungamento (accorciamento) Δx di un corpo elastico dal modulo della forza applicata F_{app} : $\Delta x = KF_{app}$
- Nel caso di un corpo cilindrico, stima del modulo di Young $E = \frac{x_0}{SK}$
dove S è la sezione del cilindro, K la costante di proporzionalità tra Δx e F, x_0 la lunghezza del cilindro a riposo.

Dettagli apparato

L'estensimetro è uno strumento che permette di misurare l'allungamento subito da un filo elastico a seguito dell'applicazione di una forza di intensità nota ad un'estremità dello stesso (l'altra estremità essendo invece vincolata).

La misura dell'allungamento del filo è effettuata attraverso un minimetro, comparatore associato ad una lancetta rotante (1 giro completo della lancetta corrisponde ad 1 mm di allungamento del filo (più piccola tacca = centesimo di millimetro). Allungamenti superiori ad 1 mm (n. giri completi) sono visualizzati nella finestrella all'interno del quadrante.

La forza viene applicata al filo mediante un dinamometro attraverso la rotazione di una ghiera: la forza effettiva applicata F_{app} è pari a quattro volte il valore F_{letto} sulla scala graduata del dinamometro la cui scala graduata è espressa in grammi.

Misure singole e loro interpolazione

1. Posizionare la ghiera in modo che il valore della forza F letto sulla scala sia pari a 200 g (quello effettivamente applicato sarà perciò $4 \times 200 \text{ g} = 800 \text{ g}$).
2. Azzerare la scala del minimetro posizionando la ghiera in modo che lo zero corrisponda alla posizione della lancetta (che è associata perciò a $F = 200 \text{ g}$). Ad ogni misura è possibile agire sul pistoncino *molto delicatamente* in modo da evitare sistematiche nel sistema di ingranaggi.
3. Aumentare la forza applicata al filo variando F di 100 g in 100 g fino a 1100 g: per ogni valore di F e perciò della forza applicata, misurare l'allungamento Δx indotto sul filo elastico. Si otterranno 10 coppie $(F_i, \Delta x_i)$, $i=1, \dots, 10$.
4. Partendo da $F = 1100 \text{ g}$, diminuire la forza applicata al filo in modo che F vari di 100 g in 100 g sino a tornare al valore di 200 g: per ogni valore di F e perciò della forza applicata, misurare l'accorciamento Δx indotto sul filo elastico. Si otterranno 10 coppie $(F_i, \Delta x_i)$, $i=1, \dots, 10$.
5. Definendo il valore iniziale della forza applicata $F_{app,0} = 4 \times F_0$ e con $\Delta F_{app,i} = F_{app,i} - F_{app,0}$ la differenza dell'i-esima misura rispetto la forza applicata iniziale, riportare in grafico la dipendenza $(\Delta F_{app,i}, \Delta x_i)$ nella fase di allungamento e accorciamento del filo. Interpolare i dati relativi alla fase di allungamento con una retta di equazione $y = a + bx$ e nella fase di accorciamento con una retta del tipo $y = c + dx$. Riportare i valori di a, b, c, d con i relativi errori dati dall'interpolazione lineare e verificare la compatibilità di a e c e la compatibilità di b e d rispettivamente. La costante K del filo è data da b e d rispettivamente.

6. Calcolare il modulo di Young E a partire dai valori di b e d così ricavati usando come diametro e lunghezza del filo i valori indicati sullo strumento utilizzato con i loro rispettivi errori.

$$E = \frac{x_0}{SK} = \frac{4x_0}{\pi D^2 K} \quad \sigma_E = E \sqrt{\left(\frac{\sigma_{x_0}}{x_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_K}{K}\right)^2 + 4\left(\frac{\sigma_D}{D}\right)^2}$$

7. Calcolare la media pesata dei valori del modulo di Young $E_i \pm \sigma_{E_i}$ ottenuti dalle misure di allungamento e le misure di accorciamento.

$$\langle E \rangle = \frac{\sum_i \frac{E_i}{\sigma_{E_i}^2}}{\sum_i \frac{1}{\sigma_{E_i}^2}} \quad \sigma_{\langle E \rangle} = \sqrt{\frac{1}{\sum_i \frac{1}{\sigma_{E_i}^2}}}$$

8. Ripetere i punti 1-7 utilizzando diversi estensimetri seguendo il seguente criterio: 4 estensimetri in acciaio (*per gruppo: 3 persone*) con stesso diametro ma diversa lunghezza a riposo OPPURE in alternativa a 4 estensimetri in acciaio con stessa lunghezza e diverso diametro.

9. Per gli estensimetri in acciaio, verificare la dipendenza lineare di $\langle K \rangle$ rispetto $1/S$, S sezione del filo, oppure di $\langle K \rangle$ rispetto x_0 riportando in grafico $\langle K \rangle$ in funzione di $1/S$ e di x_0 . In entrambi i casi, sovrapporre ai dati la retta interpolante e disporre in grafico gli errori di $\langle K \rangle$.

10. Per gli estensimetri in acciaio, verificare che il rapporto $R = \langle K \rangle / x_0$ è costante utilizzando come valori di $\langle K \rangle$ la media pesata. Riportando in grafico il valore R in ordinata rispetto a x_0 in ascissa. Associare ad ogni valore di R l'errore dato dalla propagazione. OPPURE in alternativa, per gli estensimetri in acciaio, verificare che il prodotto $P = \langle K \rangle D^2$ è costante riportando in grafico il valore P (con i relativi errori) in ordinata rispetto a D^2 in ascissa. Associare ad ogni valore di P l'errore dato dall'interpolazione.

$$\sigma_R = R \sqrt{\left(\frac{\sigma_{x_0}}{x_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{\langle K \rangle}}{\langle K \rangle}\right)^2} \quad \sigma_P = P \sqrt{4\left(\frac{\sigma_D}{x_D}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{\langle K \rangle}}{\langle K \rangle}\right)^2}$$

Misure ripetute ed errore sistematico

11. Posizionare la ghiera in modo che il valore della forza F letto sulla scala sia pari a 400 g. Ripetere ~20 misure in allungamento applicando una forza di +200 g, per poi ritornare ai 400 g. Ripetere le stesse operazioni in accorciamento, partendo dai 400 g e applicando una forza di -200 g, per poi tornare ai 400 g.

12. Disporre gli spostamenti così ottenuti in un istogramma, valutando le classi di frequenza assolute, numero di bin e loro grandezza.

13. Ripetere 11. per valori di forza applicata di 1000 g, sia in allungamento che accorciamento.

14. Stimare errore sistematico e confrontarlo con incertezza statistica.