

MISURA DI g UTILIZZANDO UNA MOLLA

SOMMARIO

Lo scopo dell'esperienza è la misura dell'accelerazione di gravità al livello del suolo (g) a partire dagli allungamenti di una molla.

MATERIALE A DISPOSIZIONE

- Una molla, un piattino ed una serie di pesetti.
- Cronometro (risoluzione 0.01 s).
- Bilancia di precisione (risoluzione 1 mg).
- Metro a nastro (risoluzione 1 mm).

MISURE DA EFFETTUARE ED ANALISI

Se gli allungamenti della molla non sono troppo grandi, vale la legge di Hooke: l'allungamento è proporzionale all'intensità della forza che lo ha causato. In condizioni di equilibrio, risulta allora

$$(m_p + m_i)g = k(l_i - l_0), \quad (1)$$

dove m_p è la massa del piattello, m_i è la massa posta sul piattello nella i -esima misura, l_i è la lunghezza della molla sotto carico, l_0 è la lunghezza della molla a riposo e k la costante elastica della molla stessa.

I vostri dati indicano qualitativamente che la legge di Hooke è valida?

STIMA DI k

Se mettiamo in oscillazione la molla (di massa m non trascurabile) il periodo del suo moto armonico vale

$$T_i = 2\pi \sqrt{\frac{(m_p + m_i + m/3)}{k}}. \quad (2)$$

Si metta in oscillazione il sistema per diversi valori di m_i e si faccia un grafico del quadrato del periodo di oscillazione in funzione del carico:

$$T_i^2 = \frac{4\pi^2}{k}m_i + \frac{4\pi^2}{k}(m_p + m/3). \quad (3)$$

I vostri dati sono qualitativamente compatibili con il comportamento previsto?

Dalla stima, tramite fit grafico, del coefficiente angolare è possibile stimare k (e, propagando opportunamente l'errore, l'incertezza associata).

STIMA DI g

Dalla (1), con semplici calcoli, si ricava

$$l_i = \frac{g}{k}m_i + \frac{g}{k}m_p + l_0 \quad (4)$$

per cui si può ricavare g/k dalla stima, tramite *fit* grafico, del coefficiente angolare della retta ottenuta riportando le coppie di dati (l_i , m_i) su carta millimetrata.

Utilizzando la stima di k ottenuta sopra si ricavi g e l'incertezza associata Δg .

Fare il confronto tra il valore trovato e il valore noto per Pisa 9.807 m s^{-2} .

CONSIDERAZIONI PRATICHE

COMPOSIZIONE DEL CARICO

Si consiglia di porre sul piattello una o più masse campione (2 o 3 ci stanno senza problemi) in modo da misurare una decina di allungamenti al variare delle masse (per esempio da 5 a 50 g).

INCERTEZZE SULLE LUNGHEZZE DELLA MOLLA

Il millimetro di incertezza dovuto alla risoluzione del metro a nastro potrebbe non essere sufficiente come stima dell'errore massimo, dato che spesso la misura viene letta mentre il piattello non è perfettamente fermo o non è perfettamente orizzontale: una stima *a priori* di 2 mm per l'errore massimo assoluto sembra più ragionevole.

In ogni caso si consiglia un controllo *a posteriori* dell'errore. Si osservi attentamente il grafico (m_i , l_i): se le misure sono state prese con cura, gli scarti dei punti sperimentali dalla retta tracciata potrebbero risultare tutti inferiori ai 2 mm supposti *a priori*. Se è così, riducete pure l'errore sulle lunghezze ad un solo mm, altrimenti confermate la stima di 2 mm.

INCERTEZZE SULLE MISURE DI TEMPO

Anche se la risoluzione del cronometro usato vale 0.01 s, è illusorio pensare che questo sia l'errore di misura da attribuire alle misurazioni manuali della durata temporale di un qualunque fenomeno fisico.

Nella fattispecie, per ridurre l'impatto del tempo di reazione, si consiglia di misurare il tempo τ che il sistema impiega a compiere 10 oscillazioni complete. Per stimare l'errore associato a τ si ripeta la misura n volte (con $n \geq 5$); il valor medio delle varie misure effettuate

$$m_\tau = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tau_i \quad (5)$$

sarà assunto come miglior stima della durata temporale del fenomeno e la deviazione standard della media

$$s_\tau = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (\tau_i - m_\tau)^2} \quad (6)$$

come errore associato (nel corso dell'anno avremo occasione di discutere il significato quantitativo di questa espressione nel caso di piccoli campioni).

Va da sé che si passa da τ a T dividendo per 10 (se abbiamo misurato 10 oscillazioni complete) sia la misura che l'errore.