

PENDOLO SEMPLICE

SOMMARIO

Studio della dipendenza del periodo di un pendolo dalla lunghezza, dalla massa sospesa e dall'ampiezza delle oscillazioni.

MATERIALE A DISPOSIZIONE

- 3 solidi regolari di massa diversa, dotati di gancio.
- Cronometro (risoluzione 0.01 s).
- Bilancia di precisione (risoluzione 1 mg).
- Metro a nastro (risoluzione 1 mm).

DEFINIZIONI

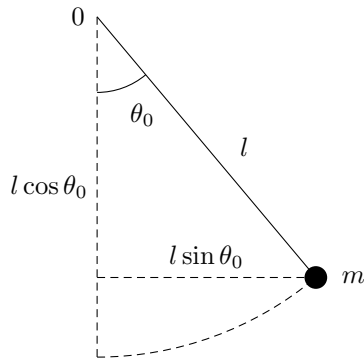


FIGURA 1: Schematizzazione dell'apparato sperimentale e definizioni di base.

La lunghezza l di un pendolo è la distanza tra il punto di sospensione ed il centro di massa del pendolo stesso.

L'ampiezza di oscillazione θ_0 è l'angolo formato dal filo con la verticale all'inizio dell'oscillazione.

Il periodo di oscillazione T di un pendolo è il tempo che esso impiega a compiere un'oscillazione completa di andata e ritorno rispetto al punto di partenza.

L'espressione per il periodo del pendolo si può sviluppare in serie come

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \left(1 + \frac{1}{16}\theta_0^2 + \frac{11}{3072}\theta_0^4 + \dots \right) \quad (1)$$

(nel limite di piccole oscillazioni solo il primo termine dello sviluppo è importante ed il periodo è indipendente dall'ampiezza).

MISURE DA EFFETTUARE ED ANALISI

DIPENDENZA DEL PERIODO DALLA MASSA

Decisa una lunghezza per il pendolo, a ampiezza di oscillazione costante si misuri il periodo di oscillazione usando le tre masse a disposizione.

Si riportino le misure ottenute in una tabella.

I dati mostrano una dipendenza del periodo al variare della massa?

DIPENDENZA DEL PERIODO DALL'AMPIEZZA

Fissata la massa, si misuri il periodo di oscillazione aumentando progressivamente l'ampiezza iniziale θ_0 . Si consiglino almeno 5 ampiezze diverse (ad esempio 10, 20, 30, 40 e 50 gradi circa).

Si riportino le misure in una tabella e si disegni il grafico del periodo in funzione dell'ampiezza.

C'è dipendenza del periodo al variare dell'ampiezza di oscillazione?

DIPENDENZA DEL PERIODO DALLA LUNGHEZZA

Con massa e ampiezza fissata, si misuri il periodo di oscillazione al variare della lunghezza. Si consiglino almeno cinque lunghezze diverse (ad esempio da 30 a 100 cm circa).

Si riportino le misure in una tabella e si riportino su un grafico il quadrato del periodo in funzione della lunghezza. Si riportino gli stessi dati su carta bilogarithmica.

Quale legge di dipendenza dalla lunghezza suggerisce quest'ultimo grafico?

Quale forma analitica della legge ci inducono a proporre i due grafici?

CONSIDERAZIONI PRATICHE

MISURA DEL PERIODO

Anche se la risoluzione del cronometro usato vale 0.01 s, è illusorio pensare che questo sia l'errore di misura da attribuire a misurazioni di tempo manuali.

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

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

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

$$s_\tau = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (\tau_i - m_\tau)^2} \quad (3)$$

come errore associato. 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.