

PENDOLO: misura di g e studio degli effetti dell'attrito

SCOPO: Misurazione dell'accelerazione di gravità g e studio degli effetti dell'attrito sulle oscillazioni del pendolo.

RACCOLTA DATI ED ELABORAZIONE

1) DIPENDENZA DEL PERIODO T DEL PENDOLO DALLA SUA LUNGHEZZA

- 1.1) Fissare la lunghezza L del pendolo a circa 25 cm ed effettuare 10 misure della lunghezza L del pendolo.
- 1.2) Lasciare il pendolo dopo averlo spostato di circa 5 cm dalla verticale; aspettare che le oscillazioni si siano stabilizzate e misurare la durata t_n di $n=10$ oscillazioni (far partire cronometro in corrispondenza di una elongazione massima e arrestarlo in corrispondenza del compimento della decima oscillazione). Ripetere la misurazione 10 volte.
- 1.3) Riportare una tabella con misure, unità e incertezze e determinare i valori della misura di L , t_n , T^2 (sempre con incertezze).
- 1.4) Come ai punti 1.1) – 1.3) ma misurando una sola volta la lunghezza corrispondente a quella nominale di 15, 20, 30, 35, 40 e 45 cm e le rispettive durate t_{10} di 10 oscillazioni. (Attenzione alla valutazione delle incertezze ... di tipo B, ma non la divisione minima su radice di dodici ... perché?)
- 1.5) Calcolare e riportare in tabella i valori di L , t_n , T^2 corrispondenti alle diverse lunghezze del pendolo con relative incertezze.
- 1.6) Fare il grafico di T^2 vs L con determinazione della pendenza e dell'intercetta. (Titolo del grafico ...)

2) MISURA DELL'ACCELERAZIONE DI GRAVITÀ

- 2.1) Ricavare la pendenza e l'intercetta dalla curva usando i minimi quadrati (con incertezze).
- 2.2) Poiché $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow T^2 = \frac{(2\pi)^2}{g}L$, ricavare il valore di g e confrontarlo con quello di una misura precedente pari a $g = (9,807 \pm 0,012) \text{ m/s}^2$.
- 2.3) Discutere eventuali discrepanze dell'intercetta q dal suo valore atteso.

3) ISOCRONISMO DELLE OSCILLAZIONI DEL PENDOLO

- 3.1) Con una lunghezza del pendolo di circa 45 cm, misurare la durata di 3 oscillazioni ad intervalli di circa mezzo minuto per alcuni (4-5) minuti (t) e tabulate i risultati (t_3 , T , t) senza incertezze.
- 3.2) Fare il grafico del periodo medio T in funzione del tempo t e disegnare la retta congiungente i punti.
- 3.3) Ricavare pendenza e intercetta con incertezze (usando i minimi quadrati).
- 3.4) Dovrebbe essere una retta parallela all'asse delle ascisse ... cosa significa?

4) SMORZAMENTO ESPONENZIALE DELL'AMPIEZZA DELL'OSCILLAZIONE

- 4.1) Posizionare il righello in modo che lo zero coincida con la posizione di equilibrio ($L \approx 45$ cm).
- 4.2) Spostare orizzontalmente il pendolo di circa un terzo della sua lunghezza e lasciarlo andare mentre parte il cronometro.
- 4.3) Misurare (per 4-5 minuti) l'ampiezza $A(t)$ (elongazione massima) ogni mezzo minuto.
- 4.4) Tabulare i risultati (ampiezze e tempi) senza incertezze.
- 4.5) Riportare sul foglio di carta millimetrata l'ampiezza in funzione del tempo.
- 4.5) Tracciare sul grafico una linea continua che approssimi i punti graficati; l'andamento dovrebbe essere: $A(t) = A_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ dove A_0 rappresenta la massima elongazione (quando $t = 0$).
- 4.6) Fare il grafico del logaritmo di $A(t) / A_0$ in funzione del tempo e discuterlo.

Per comodità e chiarezza, vengono qui riportate le formule per la retta di interpolazione lineare:

$$p_s = \frac{N \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{N \sum X_i^2 - \sum X_i \sum X_i} \quad q_s = \frac{\sum X_i^2 \sum Y_i - \sum X_i Y_i \sum X_i}{N \sum X_i^2 - \sum X_i \sum X_i}$$

$$\sigma_{p_s} = \sigma_y \sqrt{\frac{N}{N \sum X_i^2 - \sum X_i \sum X_i}} \quad \sigma_{q_s} = \sigma_y \sqrt{\frac{\sum X_i^2}{N \sum X_i^2 - \sum X_i \sum X_i}}$$

Per valutare σ_y usare la relazione

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum [Y_i - (p_s X_i + q_s)]^2}{N - 2}}$$