

Misura di g mediante pendolo semplice

<https://farelaboratorio.accademiadelle scienze.it/esperimenti/fisica/31>

Obiettivi

- Indagare la proporzionalità tra la variazione della lunghezza del pendolo e il periodo.
- Determinare l'accelerazione di gravità g.

Attrezzatura

- Asta di legno con chiodini a intervalli regolari
- Supporto con gancio per pendolo
- pendolo semplice
- Cronometro digitale centesimale
- un metro a nastro (sensibilità 1 mm)

Teoria

Il pendolo semplice è un esperimento molto comune nelle scuole superiori e nei corsi introduttivi di fisica spesso utilizzato per determinare l'accelerazione di gravità locale.

Un semplice pendolo è costituito da un peso sospeso da un filo molto leggero che è a sua volta fissato a un punto di articolazione senza attrito, attorno al quale può oscillare avanti e indietro.

Per piccoli spostamenti angolari, il periodo del pendolo semplice è dato dalla ben nota formula:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1)$$

dove L è la lunghezza del pendolo e g è l'accelerazione di gravità. In un tipico esperimento in classe, gli studenti misurano il periodo del pendolo in funzione della sua lunghezza e quindi determinano il valore di g dall'equazione (1) o dalla pendenza di un grafico di L rispetto a T^2 .

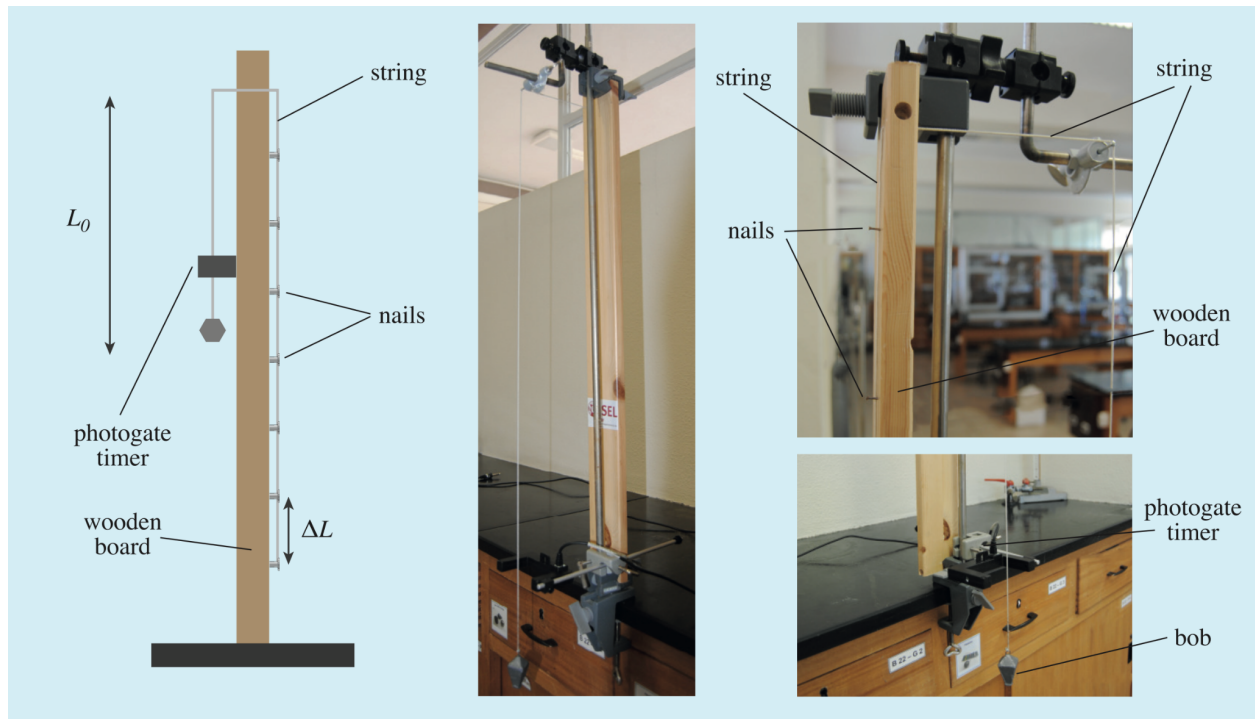
Una delle principali fonti di errore di questo metodo è la misurazione della lunghezza del pendolo, soprattutto se la posizione del baricentro del peso non è nota esattamente.

Invece di misurare il periodo del pendolo in funzione della sua lunghezza, il periodo può essere misurato in funzione delle variazioni della lunghezza della corda che sostiene il peso.

$$\Delta L = \frac{g}{4\pi^2} T^2 - L_0 \quad (2)$$

Questo metodo presenta due vantaggi principali:

- (i) non è necessario conoscere la posizione del baricentro del peso, e
- (ii) le variazioni nella lunghezza della corda possono essere misurate più facilmente e con maggior accuratezza rispetto alla misurazione della lunghezza totale del pendolo.



Procedimento

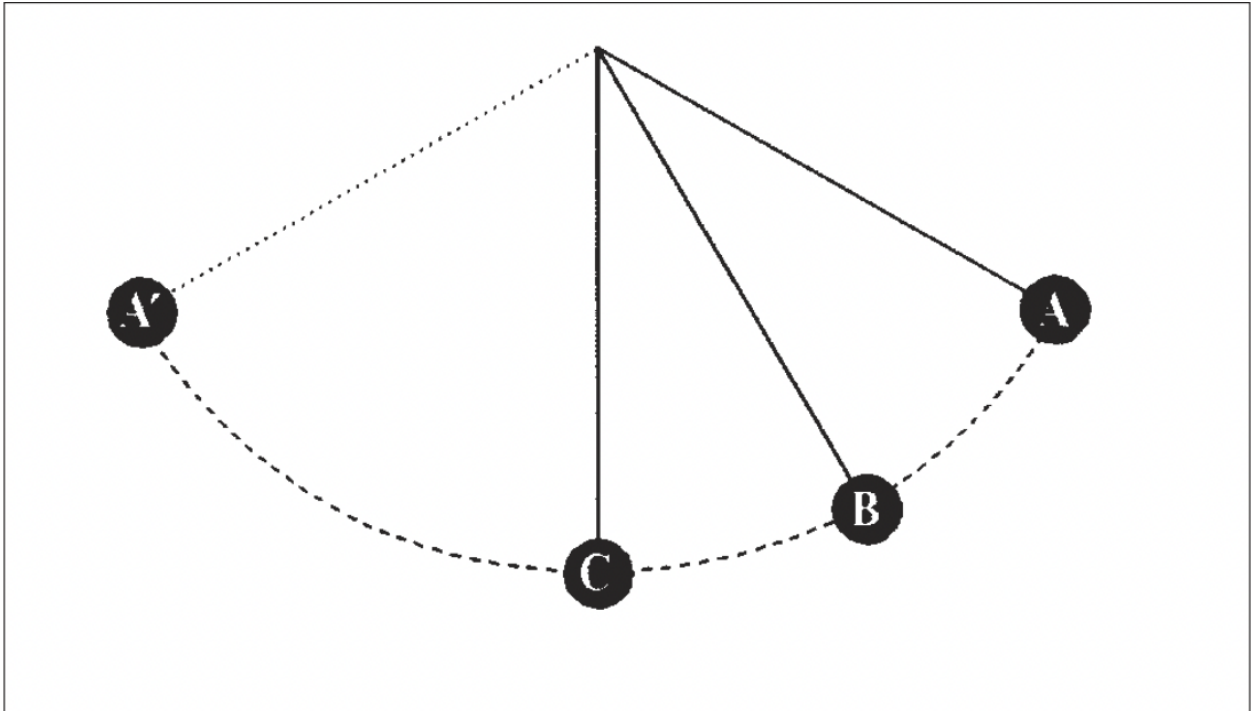
1. Posizionare l'asta di legno, con un'apertura nella parte superiore e una serie di chiodi inchiodati nella parte posteriore, in verticale mediante opportuni sostegni.
2. Far passare la corda, con un'estremità attaccata al peso, attraverso l'apertura e attaccare l'altra estremità ad una rondella (o anello).
3. Infilare la rondella nell'ultimo chiodo in basso dell'asta. In questa posizione, la lunghezza del pendolo è L_0 e il periodo sarà T_0 dato dalla relazione (1).
4. Misurare il periodo di 10 oscillazioni. Dividere il valore ottenuto per 10 e riportare in tabella il periodo in corrispondenza di $\Delta L = 0$.
5. Spostare la rondella al chiodo precedente e ripetere l'operazione 4 riportando il periodo in corrispondenza di $\Delta L = 10$.
6. Ripetere l'operazione 5 fino ad esaurire tutte le posizioni dei vari chiodini.
7. Riportare in grafico ΔL in funzione di T^2 .

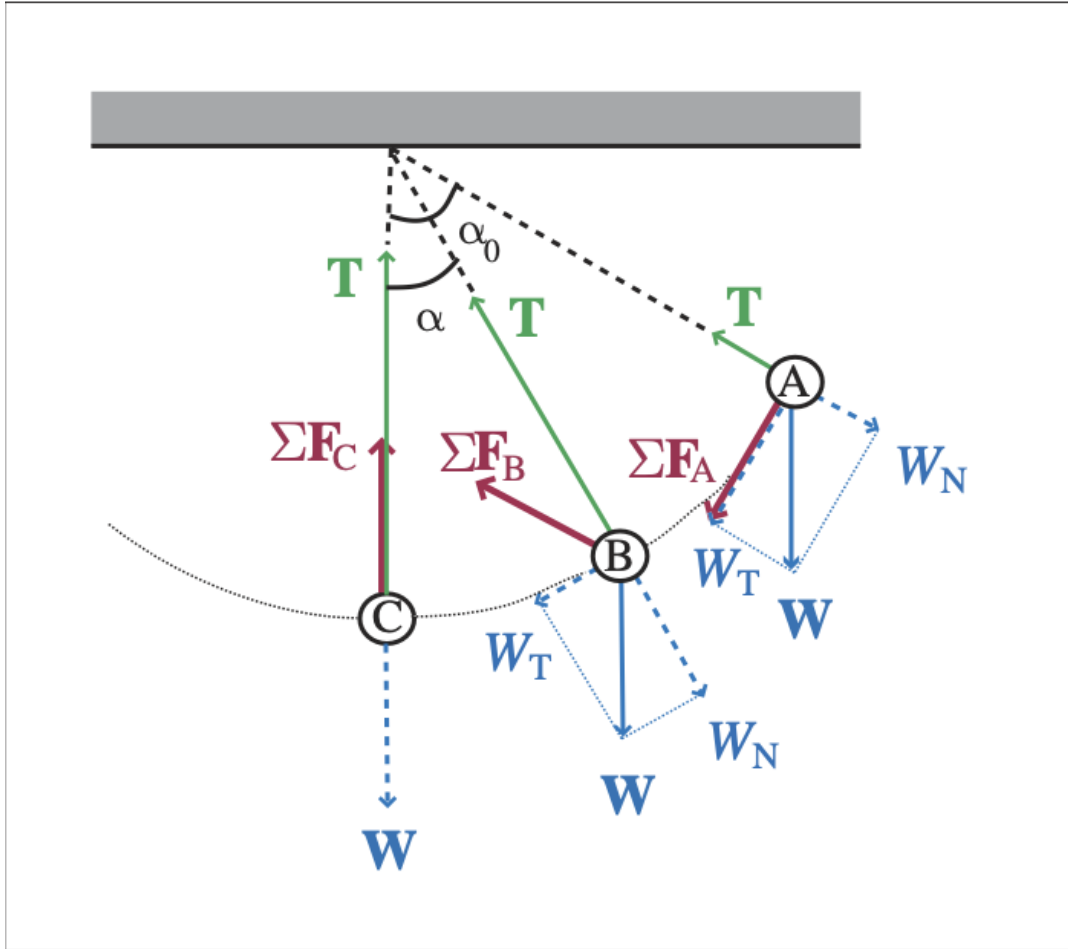
Grafici

V. punto 7 sopra

Compiti prima del laboratorio

Per ciascuna delle posizioni qui sotto rappresentate, disegna i vettori peso, tensione, accelerazione tangenziale e centripeta, totale, cercando di rispettare le proporzioni tra grandezze omogenee.





Gli errori in genere si riferiscono all'entità relativa della tensione della corda e della componente normale del peso, nonché alla direzione dell'accelerazione risultante.

In qualsiasi punto della traiettoria della massa oscillante, il peso (W) e la tensione della corda (T) sono le uniche forze che agiscono.

Molti testi spiegano chiaramente la necessità di una forza centripeta per mantenere il moto circolare. Questo, ovviamente, implica che $T > W_N$ mentre la massa è in movimento. Tuttavia, spesso disegnano $T = W_N$. Ma solamente nella posizione di massimo spostamento angolare, dove la massa è a riposo, non c'è accelerazione centripeta, e quindi T è uguale a W_N .

Un altro tipo di disegno errato è quello in cui non è chiaramente mostrato che $T > W_N$ per $\theta < \theta_0$ (una condizione per l'esistenza di una forza centripeta).

Un errore che ha a che fare con l'accelerazione. Spesso le forze vengono disegnate in modo tale che dal diagramma delle forze si deduce che la forza risultante, e quindi l'accelerazione, dovrebbe essere sempre tangente alla traiettoria. Questo, ovviamente, è sbagliato perché la forza totale, e quindi l'accelerazione, cambia costantemente direzione mentre la massa scende, raggiungendo la direzione verticale nella posizione centrale.

Relazione di laboratorio

Titolo esperienza:

Scopo dell'esperienza:

Elenco materiale:

- In che modo si realizza un pendolo semplice?
- Che caratteristiche ha?
- In che modo si misura il periodo di oscillazione?
- E la lunghezza del pendolo?
- Che strumenti sono a disposizione?
- Sono adatti allo scopo?
- Che caratteristiche hanno?

Descrizione materiale (se necessario)

Disegno (foto) apparecchiatura

- Disegnare/schematizzare i tratti essenziali dell'esperienza

Cenni teorici

- Che cosa si intende per pendolo semplice?
- L'azione di quali forze determina il moto di un pendolo?
- Che tipo di moto è?
- Da che cosa dipende il periodo di oscillazione?

Descrizione esperienza

Tabella raccolta dati

ΔL (m)	T (s)	T^2 (s^2)
0,00		
0,10		
0,20		
...		

Grafici e calcoli

- Perché è consigliabile ripetere più volte la misura di T?
- Sulla base dei cenni teorici, conviene fare un grafico ΔL in funzione di T o di T^2 ?
- Cosa rappresenta il coefficiente angolare della retta?
- Determinare l'incertezza associata a g mediante la propagazione delle incertezze.

Conclusioni

- È stato raggiunto lo scopo dell'esperienza? Come fai a dirlo?
- È stato determinato il valore dell'accelerazione di gravità?
- Il risultato ottenuto è compatibile con il valore atteso entro gli errori sperimentali?
- Ha senso aumentare il numero di misure? Perché?

Domande

1. Quali sono le possibili fonti di errore nella misurazione dei valori di ΔL e T ? Che effetto avranno questi errori sui risultati? Suggestire una possibile modifica alla procedura che possa ridurre questi errori.