

# SCHEDA DIDATTICA

## MISURA ACCELERAZIONE DI GRAVITÀ ATTRAVERSO PENDOLO

ISTITUTO IIS 'VINCENZO SIMONCELLI', SORA

ANNO 2019/2020



### INTRODUZIONE

Studiando il moto di un pendolo semplice è possibile stimare l'accelerazione di gravità della Terra.

### STRUMENTI & BACKGROUND TEORICO

- Sostegno
- Filo inestensibile di qualsiasi materiale
- Riga o metro
- Cronometro
- Pesetto campione

Un'estremità del filo viene legato attorno al sostegno e all'altra estremità viene agganciato il pesetto campione. Questo non deve essere un corpo esteso in quanto può comportare delle complicazioni sperimentali, tuttavia deve anche mantenere il filo rigido perché il corpo compia il moto predefinito. Di seguito in Figura l'apparato sperimentale.



Per piccoli angoli il sistema compie un moto armonico il cui periodo di oscillazione è dato da:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

che esplicitata rispetto a  $g$  è data da:

$$g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2} \quad (1)$$

Infine esplicitato rispetto a  $T^2$ :

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g} L$$

dove:

- $T$  è il periodo di oscillazione ossia quanto tempo impiega il sistema a transitare nella stessa posizione con la stessa velocità
- $g$  è l'accelerazione di gravità il cui valore numerico è  $9.81 \text{ m/s}^2$
- $L$  è la lunghezza del filo

Le misure del periodo e della lunghezza sono affetti da errore, identificato con  $\Delta$ ; quindi per il calcolo dell'errore dell'accelerazione di gravità si utilizza la formula di propagazione dell'errore

relativo ossia:

$$\frac{\sigma_g}{g} = 2 \frac{\sigma_T}{T} + \frac{\sigma_L}{L} \quad (2)$$

## PRESA DATI

### 1. MISURA ATTRAVERSO SINGOLA MISURA PERIODO

Si procede con la misura della lunghezza  $L$  attraverso il metro, quindi si mette in moto il pendolo e si misura il periodo di oscillazione. Per minimizzare l'errore che viene dalla difficoltà di cogliere un singolo periodo, si consiglia di misurare più periodi (5 o 10) di modo che per ottenere il singolo periodo si divide questa misura per il numero di periodi contati.

Si ripetono le misure per 5 volte quindi la stima dell'errore e del periodo è data dal valor medio e dalla deviazione standard.

Utilizzando quindi le equazioni (1) e (2) si può stimare l'accelerazione di gravità e l'errore a esso associato.

I dati devono essere riportati nella Tabella 1 nella sezione 'Dati & Tabelle'.

### 2. MISURA ATTRAVERSO REGRESSIONE LINEARE

Si ripetono le stesse misure sperimentali fatte precedentemente, variando la lunghezza del filo  $L$ . Bisogna variare almeno 5 volte la lunghezza del filo per compiere la regressione. Per questa parte è trascurabile l'incertezza associata alla misurazione della lunghezza del filo. Si procede quindi con una regressione lineare nella forma  $T^2 = mL + q$  utilizzando Excel o un altro programma. La bontà del fit è data dalla quota della retta,  $q$ , che deve essere prossima a 0 e il valore del coefficiente angolare,  $m$ , è legato all'accelerazione di gravità dalla seguente relazione:

$$g = \frac{4\pi^2}{m}$$

L'errore dell'accelerazione di gravità con questa stima è data da:

$$\sigma_g = g \frac{\sigma_m}{m}$$

L'incertezza su  $m$  è restituita dal programma utilizzato.

Nella Tabella 2 in sezione 'Dati & Tabelle' vanno direttamente riportati i valori medi e la deviazione standard del periodo.

Bisogna riportare il grafico con i punti sperimentali e la retta che meglio li interpola.

## DATI & TABELLE

**Tabella 1**

# Misura	Lunghezza filo ( $m$ )	Misura 5 (o 10) periodi di oscillazione ( $s$ )	Misura singolo periodo di oscillazione ( $s$ )
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

Migliore stima del periodo:

$$T = ( \quad \pm \quad )s$$

Stima accelerazione di gravità con misura diretta:

$$g = ( \quad \pm \quad )m/s^2$$

**Tabella 2**

Misura	Lunghezza filo ( $m$ )	Migliore stima singolo periodo ( $s$ )	Errore statistico associato alla migliore stima del singolo periodo ( $s$ )
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

Stima dei parametri della retta:

$$m = ( \quad \pm \quad ) s^2/m \quad q = ( \quad \pm \quad ) s^2$$

Stima dell'accelerazione di gravità attraverso regressione lineare:

$$g = ( \quad \pm \quad ) m/s^2$$

## CONCLUSIONI & CONSIDERAZIONE

Rispondere in maniera organica alle seguenti domande riportando le stime finali dell'accelerazione di gravità.

1. I risultati da voi ottenuti sono compatibili con il fenomeno fisico? Se no quali possono essere cause per la non riuscita di questo?
  
2. I due metodi hanno restituito uno stesso valore dell'accelerazione di gravità o non sono compatibili?
  
3. Quale dei due metodi porta a delle stime maggiormente affette da errore e perché? Provare a giustificare

