

# Istituto Tecnico Industriale e Liceo Scientifico “Luigi Trafelli” di Nettuno

Tutors: Prof.ssa Pia Astone, Dott. Fausto Casaburo, Prof.ssa Xenia De Lucia, Prof. Daniele De Pedis

a.s. 2020/21

Alunni: Crisci Simone, De Valeri Gabriele, Gatto Cristina, Passamonti Valerio, Salerno Margot.

Data 02/04/2021

## Il pendolo semplice con PhyPhox tramite accelerometro

**Obiettivo dell'esperimento:** Lo scopo dell'esperimento è di verificare la relazione tra periodo e lunghezza del pendolo semplice, utilizzando l'accelerometro del cellulare.

### **Richiami teorici:**

Il pendolo semplice è un sistema di lunghezza  $l$  costituito da un filo inestensibile di massa trascurabile a cui è appeso un corpo di massa  $m$  a una delle estremità del filo. L'altra estremità è invece vincolata a un punto O. Spostando il pendolo di un angolo  $\alpha$  dalla posizione di equilibrio (perpendicolare al suono) e rilasciandolo esso inizierà un moto oscillatorio oscillatorio che, in caso di attrito trascurabile, proseguirà fino ad una nuova interazione con l'ambiente esterno. In approssimazione di piccole oscillazioni il suo periodo non dipende dall'ampiezza dell'oscillazione ed è calcolabile come

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad 1$$

essendo  $g = 9.80665 \text{ m/s}^2$  l'accelerazione di gravità. Dalla formula 1, si nota quindi che il periodo dipende solo dalla lunghezza del pendolo, ma non dalla massa.

### **Strumenti utilizzati:**

- Asta metallica per sostenere il pendolo;
- Gancio;
- Fili;
- Smartphone con app Phyphox;
- Scatola di cartone per inserire lo smartphone;
- Carta assorbente per migliorare la stabilità dello smartphone nello scatola;
- Riga.

### Schema dell'esperimento:



(a)



(b)

Fig. 1: Apparato sperimentale

### Acquisizione dati.

Utilizzando l'asta di supporto, i fili, e lo scatolo di cartone al cui interno è stato inserito lo smartphone è stato costruito il pendolo come in Fig.1. Utilizzando la funzione *accelerazione senza g* dell'app PhyPhox è stato quindi misurato il periodo di oscillazione del pendolo per varie lunghezze del pendolo. Per ogni lunghezza, è stata ripetuta la misura due volte. I valori misurati sono riportati in tabella 1.

$l \pm \sigma_l$ (m)	$T_1 \pm \sigma_{T1}$ (s)	$T_2 \pm \sigma_2$ (s)
$(6.75 \pm 0.01) \cdot 10^{-1}$	$1.70 \pm 0.01$	$1.63 \pm 0.01$
$(5.54 \pm 0.01) \cdot 10^{-1}$	$1.53 \pm 0.01$	$1.51 \pm 0.01$
$(4.30 \pm 0.01) \cdot 10^{-1}$	$1.30 \pm 0.01$	$1.34 \pm 0.01$

Tab. 1: Periodi misurati

Dei valori dei periodi riportati in Tab. 1 ne è stato quindi calcolato il valor medio

$$\langle T \rangle = \frac{T_1 + T_2}{2} \quad 2$$

a cui è stato attribuito l'incertezza

$$\sigma_{\langle T \rangle} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{T_1}}{2}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{T_2}}{2}\right)^2} \quad 3$$

i risultati sono riportati in tabella 2 e sono confrontati con i valori teorici  $T_{th}$  di periodo calcolati con la formula 1.

$l \pm \sigma_l$ (m)	$\langle T \rangle \pm \sigma_{\langle T \rangle}$ (s)	$T_{th}$
$(6.75 \pm 0.01) \cdot 10^{-1}$	$1.6650 \pm 0.0071$	1.6484
$(5.54 \pm 0.01) \cdot 10^{-1}$	$1.5200 \pm 0.0071$	1.4934
$(4.30 \pm 0.01) \cdot 10^{-1}$	$1.3200 \pm 0.0071$	1.3157

Tab. 2: Periodi medi sperimentali e periodi teorici per le varie lunghezze del pendolo.

Dalla formula 1, si ha:

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

I valori dei quadrati  $\langle T \rangle^2$  dei periodi riportati in Tab.2 , la cui incertezza è data da

$$\sigma_{\langle T \rangle^2} = \sqrt{2 \left( \frac{\sigma_{\langle T \rangle}}{\langle T \rangle} \right)^2 \langle T \rangle^2} \quad 5$$

sono stati quindi riportati in un grafico (Fig. 2) in funzione della lunghezza del pendolo e interpolati con una retta passante per l'origine  $y = kx$ , dove  $y = \langle T \rangle^2$ ,  $x = l$ ,  $k = \frac{4\pi^2}{g}$ .

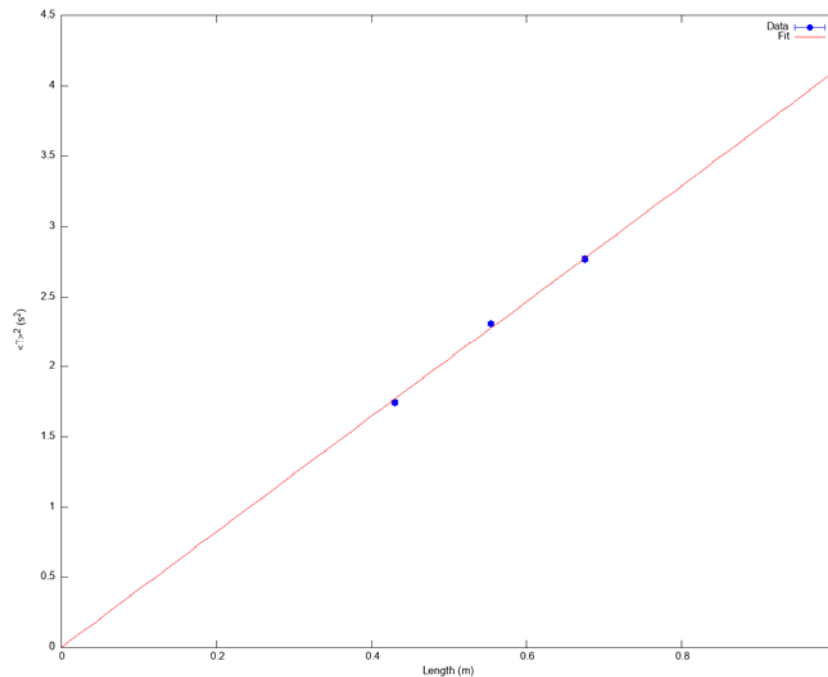


Fig. 2: Fit ai dati.

Il valore del coefficiente angolare ottenuto dal fit è:

$$k = (4.114 \pm 0.032) \text{ s}^2/\text{m}$$

Dal valore trovato di coefficiente angolare è possibile ricavare il valore sperimentale di accelerazione di gravità

$$g_{exp} = \frac{4\pi^2}{k} \quad 6$$

La cui incertezza è data da

$$\sigma_{g_{exp}} = \sqrt{\left(\frac{-4\pi^2}{k^2}\right)^2 \sigma_k^2} \quad 7$$

Il risultato ottenuto è:

$$g_{exp} = (9.569 \pm 0.075) \text{ m/s}^2$$

Tale valore è stato quindi confrontato con il valore che si trova in letteratura calcolando la differenza percentuale:

$$diff_{\%} = \left| \frac{g_{exp} - g}{g_{exp}} \right| \cdot 100 \quad 8$$

e il numero di  $\sigma$  di accordo

$$n_{\sigma} = \left| \frac{g_{exp} - g}{\sigma_{g_{exp}}} \right| \quad 9$$

ottenendo rispettivamente una differenza percentuale del 2% e un accordo entro le  $3\sigma$ .

### **Conclusioni:**

Benchè l'uso dello *smartphone* sia generalmente vietato a scuola, esso è dotato di numerosi sensori, quali accelerometro, giroscopio, magnetometro e molti altri, che permettono la misura di una determinata grandezza e quindi offrono numerose possibilità di effettuare vari esperimenti, trasformando il cellulare in un vero e proprio laboratorio a portata di mano. In questa esperienza è stata effettuata la misura del periodo del pendolo utilizzando una funzione *accelerazione senza g* dell'app PhyPhox che sfrutta l'accelerometro dello smartphone. Tale metodo di misura rappresenta quindi un'alternativa a quella classica con il cronometro. I valori di periodo ottenuti per varie lunghezze del pendolo (Tab. 2), hanno inoltre permesso la misura dell'accelerazione di gravità

$$g_{exp} = (9.569 \pm 0.075) \text{ m/s}^2$$

ottenendo rispettivamente una differenza percentuale del 2% e un accordo entro le  $3\sigma$  rispetto al valore che si trova in letteratura.