

Grigoruta Andrei

MISURA DELL' ACCELERAZIONE DI GRAVITÀ

G oppure g?

G =costante Universale con lo stesso valore ovunque e sempre: 6.67×10^{-11} N

g =l'accelerazione che ha un oggetto sulla Terra, vicino alla superficie; Il valore "standard" è 9.80665 m/s^2

PENDOLO

Per misurare g possiamo utilizzare un pendolo, in particolare, studiando le sue oscillazioni. Ma come possiamo fare ciò?

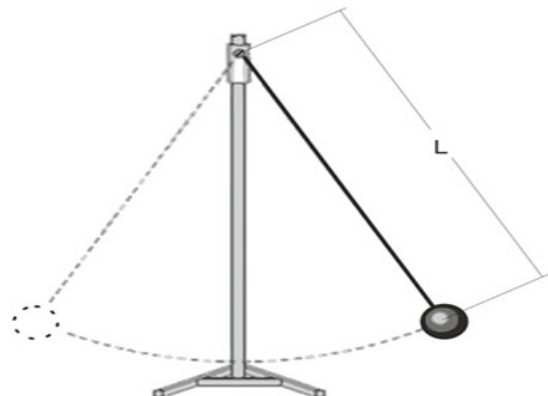
In uno smartphone vi sono sistemi micro-elettronici e meccanici (detti MEMS) che provvedono a tante utili funzioni(guarda immagine). Per accedere alle informazioni fornite dai sensori sono state sviluppate delle semplici app (SensorKinetics o Physics toolBox Suite)



COME SI MISURA IL PERIODO DI UN PENDOLO

1. Spesso per calcolare il periodo del pendolo viene usata la seguente formula:

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

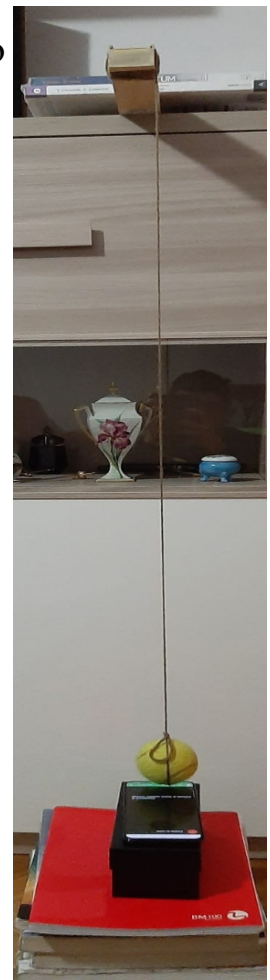


2. Esiste inoltre un metodo per la misura diretta del periodo, che prevede l'utilizzo dello smartphone e di un pendolo(e successivamente del programma Excel).

COME FARE?

Molto importante per questo esperimento è il sensore di prossimità: congegno che permette di rilevare la presenza di un corpo o di un oggetto nelle immediate vicinanze(questo sensore si trova all'interno di ogni smartphone).

- Avviamo l'applicazione Physics toolBox, scegliamo la modalità “proximeter” e entriamo nella modalità pendolo schiacciando il tasto rosso nell'angolo in basso a destra. Ora, ogni volta che qualcosa passerà accanto al telefono, si avvierà un cronometro che non vediamo. Poi, al passaggio successivo, il cronometro interno si fermerà e sul display apparirà il tempo trascorso tra il primo e il secondo passaggio(in ms)
- Ora, come mostrato dall'immagine, mettiamo il telefono al centro del percorso del pendolo e facciamo oscillare il pendolo: al primo passaggio si avvierà il cronometro, al secondo si fermerà e apparirà sul display. Dobbiamo prendere in considerazione il fatto che essendo il telefono al centro del percorso del pendolo, il cronometro conterà solo la durata della metà del periodo di oscillazione
- Prima di iniziare l'esperimento, andiamo nelle impostazioni dell'applicazione e controlliamo che non ci sia il segno di spunta su “Comma”. In caso contrario, togliamolo, e selezioniamo la voce “Semicolon”
- Posizioniamo il pendolo esattamente sopra il sensore, facendo però attenzione che non tocchi il telefono. Poi carichiamo il pendolo, azzeriamo il cronometro, avviamo la registrazione con il tasto rosso e rilasciamo il pendolo.



- Dopo una ventina di oscillazioni interrompiamo la registrazione, inviamoci il file via email e apriamolo con Excel.
- Ognuno dei dati registrati dal nostro telefono corrisponde solo a metà oscillazione, cioè a un semiperiodo. Visto che sappiamo che tutti i semiperiodi registrati in teoria sono uguali, tutti i dati che abbiamo sono in effetti campioni di una stessa misura. Quindi, possiamo sommarli a due a due per ottenere la misura del periodo. Uniamo le prime 2 celle della colonna e al suo interno scriviamo la formula per sommare i primi semiperiodi(come in immagine). Poi, copiamo la formula nelle celle sottostanti. Ora, usando le rispettive formule, calcoliamo il valore medio e la deviazione standard dei tempi misurati.

Semiperiodo		Periodo di oscillazione
Event#, Time(ms)		
655,1		
660,2		=A3+A4
655,3		
653,4		
660,5		
653,6		
663,7		
652,8		
660,9		
631,1		
673,11		
654,12		
627,13		
657,14		
657,15		
630,16		
651,17		
662,18		
657,19		
655,2		
632,21		
655,22		

Visto che a causa di un problema tecnico dell'app non ho potuto concludere l'esperimento, prendiamo come semiperiodi i dati elencati nell'immagine. Sommiamoli a due a due, facciamone la media e otteniamo come valore del tempo medio 1305,33 ms. Visto che ho preso i medesimi dati del video della Zanichelli, non posso calcolare g perchè nel video non viene fornito il valore di L . Probabilmente questa misura 0.42 m, valore ottenuto utilizzando la formula inversa del periodo del pendolo e prendendo g come 9,81.

ESPERIENZA PERSONALE

Io, a causa di difficoltà incontrate nell'eseguire questo esperimento con il procedimento da me illustrato, ho svolto questa esperienza con un metodo alternativo. Ecco a voi i vari passaggi:

1. Ho preparato un pendolo fatto in casa(ne ho inserito l'immagine nella pagina 2 della relazione), di cui la lunghezza del filo è di 50 cm.
2. Ho preparato un cronometro(col telefono) e l'ho avviato nel preciso istante in cui ho lasciato cadere la pallina dopo aver caricato il pendolo.
3. Alla quinta oscillazione ho fermato il timer.
4. Ho eseguito i passaggi 2 e 3 tre volte.
5. Ho salvato la durata registrata dal cronometro dei vari periodi.
6. Visto che quel che abbiamo cronometrato è stato il periodo di 5

oscillazioni, per ottenere il periodo di una sola oscillazione ho diviso le varie tempistiche per 5.

7. Avendo svolto i passaggi 2 e 3 per tre volte ho fatto la media di ogni periodo(di una singola oscillazione).
8. Con la formula inversa del periodo del pendolo ho calcolato la misura di g .

Ora vediamo questi vari passaggi con tutti i dati da me raccolti

$$L=50 \text{ cm}=0.5 \text{ m}$$

T5= periodo delle 5 oscillazioni

T1= periodo di una singola oscillazione

(1.= primo periodo; 2.= secondo periodo...)

1. T5= 7.93 s
2. T5= 7.87 s
3. T5=8.06 s

ATTENZIONE

I vari periodi non hanno la stessa durata a causa dei miei tempi di reazione!

- | | | |
|----------------------|---------------|----------------------------------|
| 1. T5= 7.93 s -----> | 1. T1=1.586 s | <i>ho diviso per 5 per avere</i> |
| 2. T5= 7.87 s -----> | 2. T1=1.574 s | <i>il periodo di una singola</i> |
| 3. T5=8.06 s -----> | 3. T1=1.612 s | <i>oscillazione</i> |

$T = \text{media dei 3 periodi calcolati prima} = (1.586 + 1.574 + 1.612) \text{ s} / 3 = 1.59 \text{ s}$

$$g = (4\pi^2 L) / T^2 = (4 * 3.13 * 3.14 * 0.50 \text{ m}) / (1.59 \text{ s})^2 = 7.8 \text{ m/s}^2$$

Possiamo anche inoltre calcolare l'errore su g come dispersione calcolando g con i 3 periodi ottenuti e utilizzando la formula $(g_{\text{MAX}} - g_{\text{MIN}}) / 2$

Quindi:

$$g_1 = (4\pi^2 L) / T^2 = (4 * 3.13 * 3.14 * 0.50 \text{ m}) / (1.586 \text{ s})^2 = 7.847 \text{ m/s}^2$$

$$g_2 = (4\pi^2 L) / T^2 = (4 * 3.13 * 3.14 * 0.50 \text{ m}) / (1.574 \text{ s})^2 = 7.967 \text{ m/s}^2 \quad g_{\text{MAX}}$$

$$g_3 = (4\pi^2 L) / T^2 = (4 * 3.13 * 3.14 * 0.50 \text{ m}) / (1.612 \text{ s})^2 = 7.596 \text{ m/s}^2 \quad g_{\text{MIN}}$$

$$\text{errore}_g = (8.0 \text{ m/s}^2 - 7.6 \text{ m/s}^2) / 2 = 0.2 \text{ m/s}^2$$

CONSIDERAZIONI IMPORTANTI SUL VALORE DELLA GRAVITÀ OTTENUTO

Non c'è da preoccuparsi se il valore ottenuto è ben diverso da 9.81. In questo caso io ho ottenuto un valore assai inferiore per svariati motivi, per esempio per la mia velocità di reazione che altera il cronometraggio del periodo o anche a causa dell'attrito dell'aria che rallenta il movimento della

pallina durante la sua oscillazione. In sintesi, per calcolare la misura diretta del periodo riducendo l'incertezza sulla misura di g sarebbe necessario avere delle condizioni e un pendolo *ideali*, e ciò è molto difficile se non impossibile da riprodurre(ad esempio eliminare l'attrito o avviare il cronometro nel preciso istante in cui si lascia cadere la pallina, procedimento che io non ho potuto eseguire perfettamente perchè ciò implicherebbe che il mio tempo di reazione sia nullo).

CONCLUSIONI

Quindi, facendo ciò, siamo in grado di calcolare in modo divertente e senza usare la formula apposita il periodo di un pendolo e il valore di g utilizzando solo uno smartphone, un pendolo e il programma Excel.

Con questo documento vi ho mostrato la prima esperienza di misura dell'accelerazione di gravità. Ce ne sono ben altre che magari, nelle prossime relazioni, vi illustrerò.