

LEGGERE TUTTE LE ISTRUZIONI PRIMA DI INIZIARE

Si suggerisce di svolgere l'esercitazione al più tardi durante le tre ore previste dall'orario ufficiale delle lezioni. Durante quelle ore sarò collegato in rete per rispondere ad eventuali domande.

Al termine dell'esercitazione (in ogni caso entro la **sera di giovedì 18 marzo**) un componente del gruppo deve inviare a adalberto.sciubba@uniroma1.it e agli altri componenti del gruppo un messaggio con quanto evidenziato in giallo.

In caso di dubbi/problemi/difficoltà inviare un messaggio descrivendo la problematica in modo circostanziato.

In tutte le comunicazioni inserire come oggetto "LabFisSpe-3 gruppo ..."

STUDIO DI UN PENDOLO

Materiale richiesto:

- spago sottile o, meglio, filo per cucire (è più flessibile)
- oggetto pesante di piccole dimensioni
- supporto (p.es. maniglia di una porta o di un cassetto)
- metro a nastro, da sarta, o simili
- cronometro (p.es. quello del cellulare) in grado di misurare il decimo di secondo
- orologio (per misure in minuti e i mezzi minuti, p.es. l'orologio di un computer)

Mentre il pendolo oscilla, l'attrito con l'aria dissipa dell'energia per cui il moto rallenta e dopo un certo tempo il pendolo si ferma. Durante questo intervallo di tempo l'ampiezza dell'oscillazione si riduce. Già Galilei osservò che invece il tempo necessario per compiere un'oscillazione (periodo dell'oscillazione) rimaneva costante nel tempo. Questo è tanto più vero quanto più piccola è l'ampiezza iniziale delle oscillazioni (isocronismo delle piccole oscillazioni).

A) ISOCRONISMO DELLE PICCOLE OSCILLAZIONI - INDIVIDUALE

Ogni componente del gruppo deve realizzare un pendolo fissando a un supporto un filo sufficientemente lungo (almeno mezzo metro per questa parte dell'esperienza, almeno un metro per la successiva) e legando in fondo al filo il peso.

Misurare la lunghezza del filo "libero" dal supporto al peso apprezzando i millimetri.

Riportare la misura della lunghezza L del pendolo su un foglio di brutta: il periodo dell'oscillazione sarà circa $T[s] \approx 2 \sqrt{L[m]}$ cioè due secondi se il pendolo è lungo un metro

MISURE INDIVIDUALI

Spostare lateralmente di 2-3 cm il peso dalla posizione di equilibrio e lasciarlo andare senza fermarlo dal momento del rilascio fino alla fine della serie di misure (dopo circa 5 minuti):

- 1) verificare che il moto avvenga su un piano; se il moto avviene significativamente nello spazio (pendolo conico) o il peso inizia a ruotare, fermare il pendolo e ricominciare
- 2) considerare come istante zero quello in cui l'orologio segna esattamente il minuto (NON l'istante in cui si rilascia il pendolo dato che non è possibile sapere se il moto si svolgerà correttamente)
- 3) misurare (cronometro) il tempo necessario per compiere un'oscillazione completa
- 4) annotare questa misura del periodo T
- 5) aspettare che sia passato mezzo minuto (orologio) dal punto 2
- 6) se non sono ancora passati 5 minuti dall'inizio tornare al punto 3

ELABORAZIONE INDIVIDUALE

Riportare su un foglio di calcolo elettronico (Excel o Calc) le misure di periodo T in funzione del tempo t trascorso dall'inizio della serie di misure (0,0 0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5 5,0 min) Verificare la linearità della relazione T vs t facendo graficare i dati (grafico a dispersione) e aggiungendo la linea di tendenza.

Se i dati sono allineati utilizzare LabCalc per calcolare la pendenza e la sua deviazione standard.

Se il periodo di oscillazione rimane costante allora la pendenza della retta è nulla.

Per verificarlo, calcolare il rapporto $\sigma_p/|p|$. Ci si aspetta che:

nel 68% circa dei casi sia $|p| < \sigma_p$

nel 95% circa dei casi sia $|p| < 2 \sigma_p$

nel 99% circa dei casi sia $|p| < 3 \sigma_p$

Deviazioni standard elevate sono indice di misure imprecise.

Annotare i valori (con le unità di misura) di L , q , σ_q , p , σ_p

RELAZIONE DI GRUPPO – SEZIONE A)

- riportare, accanto al nome di ogni componente del gruppo, i valori di L , q , σ_q , p , σ_p con le relative unità di misura.

- Indicare chi, nel gruppo, ha meglio verificato l'isocronismo

B) MISURA DELL'ACCELERAZIONE DI GRAVITA' CON UN PENDOLO

Ci si aspetta che il periodo delle piccole oscillazioni valga: $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

Al variare di L varia la durata del periodo di oscillazione T . La relazione non è lineare; per linearizzarla si elevano al quadrato entrambi i membri: $T^2 = \frac{4\pi^2}{g} L$ ottenendo un andamento

lineare $T^2 = p L + q$ con intercetta nulla e pendenza $p = \frac{4\pi^2}{g}$.

Quanto alla lunghezza del pendolo partire da circa 30 cm e incrementarla ogni volta di 10 cm circa. "circa" significa che si tratta di **valori nominali**, approssimati al centimetro; i valori da considerare per la grandezza L vanno invece misurati fino al millimetro.

Esempio: posiziono il pendolo a circa 30 cm; misuro la lunghezza $L = 29,4$ mm. Non perdo tempo a regolare la lunghezza esattamente a 30,0 mm, importante è che siano circa 30 cm e non circa 40 cm.

Scegliere un supporto sufficientemente in alto per permette di eseguire almeno 6 misure di periodi diversi.

Ogni componente del gruppo scatti una foto dell'apparato realizzato che consenta di visualizzare come il filo è fissato al supporto e una per visualizzare come il filo è fissato al peso del pendolo: potrei richiederle qualora l'analisi dei dati mostrasse qualche irregolarità non prevista.

Dato che la singola misura di periodo è troppo imprecisa conviene sfruttare l'isocronismo verificato precedentemente misurando non la durata di una singola oscillazione T ma quella di 10 oscillazioni t_{10} . Ovviamente $T = t_{10}/10$ ma c'è il vantaggio che l'errore di misura che si commette nel far partire il cronometro e poi nell'arrestarlo, risulta ripartito nelle 10 oscillazioni portando a un risultato più preciso.

MISURE INDIVIDUALI

Per ogni valore di L spostare lateralmente di 2-3 cm il peso dalla posizione di equilibrio e lasciarlo andare.

Verificare che il moto avvenga su un piano; se il moto avviene significativamente nello spazio (pendolo conico) fermare il moto e ricominciare.

Quando il moto del pendolo si è stabilizzato far partire il cronometro in corrispondenza di una elongazione massima (punto in cui il moto si inverte) e cominciare a contare i passaggi per la stessa posizione (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) prima di arrestare il cronometro.

ELABORAZIONE INDIVIDUALE

1) annotare in una tabella le misure (non i valori nominali) di L, di t_{10} e di t_{10}^2 , riportando L in cm con una cifra decimale, t_{10} con tante cifre quante ne fornisce il cronometro.

2) graficare t_{10}^2 vs L con excel (sfruttare le potenzialità del foglio elettronico per calcolare t_{10}^2 a partire da T) e aggiungere la linea di tendenza

3) se non si evidenzia un andamento lineare confrontare i propri risultati con quelli degli altri componenti del gruppo e ripetere le misure più sospette

4) utilizzando LabCalc calcolare pendenza e intercetta con le rispettive deviazioni standard e annotarle

5) verificare che l'intercetta sia nulla: in assenza di errori sistematici ci si aspetta che:

nel 68% circa dei casi sia $|q| < \sigma_q$

nel 95% circa dei casi sia $|q| < 2 \sigma_q$

nel 99% circa dei casi sia $|q| < 3 \sigma_q$

6) ricavare, dal valore della pendenza elaborata con LabCalc, il valore di g

7) calcolare lo scarto relativo $s = (g - g_N)/g_N$ dove $g_N = 9,806 65 \text{ m/s}^2$ è il valore standard dell'accelerazione di gravità preso come riferimento internazionale (g varia con la posizione sulla superficie terrestre, in particolare con la distanza dall'equatore e l'altezza sul livello del mare, ma non solo)

RELAZIONE DI GRUPPO – SEZIONE B)

- riportare, accanto al nome di ogni componente del gruppo, i valori ottenuti al punto 4): q , σ_q , p , σ_p con le relative unità di misura.

- Riportare la misura di g più accurata che è stata ottenuta dai componenti del gruppo e quella più precisa (questa corrisponde alla pendenza più precisa)

Non trasmettere grafici, tabelle e foto ma conservarle per trasmetterle se dovessi richiederle.