

# A proposito di tutti questi pendoli...

Ecco alcune note su quello che abbiamo detto in classe l'ultima volta.

## Cosa fare in laboratorio?

Eravate in cinque gruppi. Due gruppi sono riusciti a lavorare, gli altri tre si sono dispersi. Molti di fronte alla possibilità libera di sperimentare quello che volevano sull'argomento non sapevano assolutamente cosa fare, a parte l'uso del righello metallico come spada o sciabola. Ma ci sono difficoltà oggettive. Vediamole insieme.

## Il fenomeno.

Il fenomeno da studiare è l'oscillazione del pendolo. Se vogliamo vederlo semplicemente oscillare l'esperimento diventa banale, e magari autoipnotizzante. Se vogliamo capire più a fondo e fare quindi della fisica diventa non poco complicato.

## Le variabili possibili.

Abbiamo visto una quantità di variabili possibili. Tra queste abbiamo scelto a torto o a ragione tre: la lunghezza del pendolo, il peso attaccato al pendolo e il tempo di una oscillazione completa. Ce ne sono altre possibili e di queste magari ne parlerete meglio (o farete degli esperimenti in proposito) in seguito.

## La misura del tempo di una oscillazione.

Sembra importante capire come fare a misurare il tempo di una oscillazione. Abbiamo rifatto l'esperimento in classe insieme con un ciondolo. Una oscillazione completa (andata e ritorno), misurata con il cronometro di un telefonino digitale era di circa (se non ricordo male) 0,8 secondi. Ripetendo più volte la misura abbiamo visto che oscillava, non era mai lo stesso. Ma che errori abbiamo in gioco? Se noi facciamo scattare il cronometro alla partenza è necessario un tempo di risposta da parte dei nostri riflessi che in genere non scende al di sotto di 0,2 secondi. Poi dobbiamo di nuovo decidere di fermare il cronometro e sono altri 0,2 secondi. Complessivamente dobbiamo presumere di misurare 0,8 secondi con un errore stimato di 0,4 secondi. Che errore relativo commettiamo?

errore relativo =  $\frac{0,4}{0,8} \cdot 100 = 50$  Solo, dunque del 50%. Gruuug! Un po' altino in effetti.

Allora è venuta l'idea di misurare il tempo di dieci oscillazioni e poi dividere per dieci. L'errore relativo è in questo caso (mi sembra di ricordare che il tempo di dieci oscillazioni del ciondolo era di circa 11 secondi) di:

errore relativo =  $\frac{0,4}{11} = 3$  Adesso l'errore relativo commesso è del 3% sul tempo complessivo, ma è dello 0,3 % sulla singola oscillazione di 1,1 secondi. Adesso va bene. Osservate che il tempo della singola oscillazione è più alto del tempo misurato prima. Probabilmente c'è un ritardo notevole nella partenza.

Tutto a posto, quindi? Neanche per sogno. Tutto ciò va bene se le dieci oscillazioni sono tutte della stessa ampiezza. Ma se le oscillazioni diminuiscono di ampiezza sto introducendo una variabile non desiderata, l'ampiezza appunto della oscillazione. Come facciamo a dire che il tempo di oscillazione non dipende dalla ampiezza? se il tempo in questione dipende dall'ampiezza siamo fregati. E l'ampiezza sicuramente diminuisce con il tempo, infatti dopo un po' il pendolo si ferma.

Quindi sicuramente abbiamo introdotto la variabile ampiezza, senza essercene accorti. Ma il tempo di una oscillazione dipende dall'ampiezza dell'oscillazione?

Non c'è altro modo: bisogna fare l'esperimento.

Quindi dobbiamo prendere una ampiezza grande e ampiezze sempre più piccole. Come facciamo? La prossima volta che andiamo in laboratorio dobbiamo fare il seguente esperimento:

Fissiamo una ampiezza grande (misurata con il goniometro), scegliete voi quanto grande. Misuriamo il tempo di dieci oscillazioni.

Poi diminuiamo l'ampiezza di un certo numero di gradi (dovete vedere voi...) e misuriamo il tempo di dieci oscillazioni

ecc. ecc.

Quante volte? Decidete voi, ovviamente. Dovete fare un grafico in cui riportate ad es. in ascissa l'ampiezza e in ordinata il tempo di dieci oscillazioni.

Se il tempo non dipende dall'ampiezza dovete ottenere una retta parallela all'asse X (grosso modo, all'interno degli errori sperimentali). Se invece il tempo dipende dall'ampiezza... siamo nei guai.

Ma forse no. Provate a vedere quanto incide l'ampiezza sul tempo. Potete magari vedere che c'è una dipendenza debole del tempo di dieci oscillazioni rispetto all'ampiezza. ma allora se prendete il tempo di dieci oscillazioni di piccola ampiezza... ottenete due cose: l'ampiezza non varia molto tra la prima e la decima (potete osservare con il goniometro) e in più se siete in una zona di dipendenza ultradebole del tempo dall'ampiezza...

Be' non vi dico tutto adesso vedete un po' voi.

### **Il tempo di dieci oscillazioni dipende da peso che appiccico al pendolo?**

La prima risposta che vi è venuta in mente è che c'è una dipendenza. Ma come facciamo a saperlo esattamente? Bisogna fare l'esperimento. Mantenendo costante l'ampiezza di partenza (resi ormai esperti della e dalla vita...), piccola ampiezza ovviamente (perché ho scritto "ovviamente"?), e mantenendo costante la lunghezza del pendolo, variamo il peso appiccicato, con uno, due ecc pesetti. Di ciascun tempo con un determinato pesetto facciamo tre misure e facciamo la media delle tre misure.

C'è però un problema che alcuni gruppi non avevano inizialmente tenuto in conto. Quando io aggiungo un pesetto sto di fatto variando anche la lunghezza del pendolo. Ogni volta che aggiungo un peso devo tirare su il filo in modo che il pendolo abbia la stessa lunghezza, altrimenti misuro una cosa pensando che sia un'altra. Come fare a mantenere la lunghezza del pendolo costante? Arrangiatevi...

Fate poi un grafico delle misure ottenute e vedete un po' cosa ne vien fuori...

### **Il tempo di dieci oscillazioni dipende dalla lunghezza del pendolo?**

Incalliti dall'esperienza fatta, adesso manteniamo il peso appeso, l'ampiezza (goniometro!) dell'oscillazione e variamo la lunghezza del pendolo. Conviene misurare da venti centimetri a un metro (attenzione sempre al goniometro!...). Fate una dozzina di misure (ciascuna di tre e poi media) e poi fate il grafico e vedete che ne viene fuori. (obiezione: ma non abbiamo un supporto da un metro... Risposta: ingegnatevi...)

### **Consiglio spassionato...**

Dividetevi i compiti al vostro interno e fate i grafici contestualmente alle misure, almeno in ... brutta, questo vi permette di capire che diavolo state facendo e dove vanno a parare le misure e vi possono venire in mente delle modifiche...

Il resto alla prossima puntata, non volevate mica che vi dicessi tutto io, vero?