

Laboratorio di Fisica I, A.A. 2020/21, Esp. N. 3B

Titolo: Misura del periodo di oscillazione e della costante elastica della molla elicoidale di un oscillatore armonico semplice

Avendo a disposizione un sistema massa-molla, una riga graduata e un cronometro digitale (avente risoluzione $r = 0.01$ s)

1. misurate il periodo di oscillazione dell'oscillatore;
2. determinate la costante elastica della molla elicoidale con il metodo statico;
3. determinate la costante elastica della molla elicoidale con il metodo dinamico;
4. commentate i risultati ottenuti.

Procedimento - Parte I

Ogni componente del gruppo misuri il tempo corrispondente a 10 oscillazioni e ripeta l'operazione almeno 20 volte.

- a) Utilizzando i risultati ottenuti dal singolo componente del gruppo, costruite un istogramma normalizzato;
- b) ricavate da esso il valore centrale e la semi-larghezza a mezza altezza dell'istogramma;
- c) calcolate analiticamente il valore medio del periodo e la deviazione standard direttamente dai dati e confrontate i risultati ottenuti con quelli ottenuti al punto (b);
- d) raccogliendo i dati ottenuti dai vari componenti del gruppo, costruite un istogramma normalizzato utilizzando l'intero set di dati, confrontatelo con quelli fatti dai singoli componenti e commentate il risultato;
- e) dall'analisi complessiva dei dati, ricavate il periodo di oscillazione del sistema massa-molla e la sua indeterminazione.

Procedimento - Parte II

Determinate la costante elastica della molla con il metodo statico assumendo che il sistema segua la legge di Hooke: $F_e = -k x$. Per la misura della forza esercitata sulla molla, si possono considerare le masse campione con errore trascurabile e $g = 9.80$ m/s² anch'essa con errore trascurabile. L'errore nella misura dell'allungamento della molla è dato dalla somma dell'errore di precisione e dell'errore di lettura della riga graduata usata. L'errore di precisione della riga graduata è dato da:

$$\delta_{x \text{ prec.}} = \left(0.3 + \frac{0.2}{1000} \times V.M. \right) \text{ mm}$$

Per l'analisi dei dati procedete nel seguente modo:

- a) per ciascuna massa, calcolate il valore della forza corrispondente e misurate la lunghezza della molla allungata;

- b) riportate in un grafico lineare i valori della forza in funzione della lunghezza della molla;
- c) con il metodo della retta di minima e massima pendenza, determinate graficamente il valore della costante elastica della molla e la sua indeterminazione.

Procedimento - Parte III A

Misurate il periodo di oscillazione dell'oscillatore al variare della massa, con almeno con 5 differenti masse. Misurate il tempo corrispondente a 10 oscillazioni e ripetere l'operazione almeno 3 volte. L'errore nella misura del periodo può essere determinato dalla semidispersione dei dati e dall'errore di lettura del cronometro. L'errore di precisione nelle misure dei tempi, introdotto dal cronometro, può essere considerato trascurabile.

Per l'analisi dei dati procedete nel seguente modo:

- a) per ciascuna massa, calcolate il valore medio del periodo (o il valore centrale dell'intervallo di dispersione) e la semidispersione e determinate l'errore del periodo;
- b) riportate in un grafico log-log i valori della frequenza angolare in funzione della massa e determinate la loro relazione funzionale;
- c) determinate graficamente, con il metodo della massima e minima intercetta, il valore della costante elastica della molla e la sua indeterminazione.

Confrontate e commentate i risultati ottenuti con i vari metodi.

Procedimento - Parte III B

Costruite un oscillatore utilizzando lo smartphone come massa, a cui aggiungerete ulteriori masse. Usando lo smartphone e l'app gratuita Phyphox (phyphox.org), misurate il periodo di oscillazione dell'oscillatore al variare della massa, con almeno con 5 differenti masse. Phyphox consente di registrare l'accelerazione dello smartphone, $a(t)$, in funzione del tempo in modalità remota su notebook, abilitando l'accesso allo smartphone attraverso una rete internet sicura¹. Dal grafico di $a(t)$, misurate il tempo di 10 oscillazioni, scegliendo almeno tre differenti coppie di punti. L'errore nella misura del periodo può essere determinato dalla semidispersione dei dati. L'errore di lettura introdotto dallo smartphone è trascurabile. L'errore di precisione nelle misure dei tempi introdotto dallo smartphone è riportato nelle caratteristiche tecniche descritte nell'app e in genere è di circa 0.02 s.

Per l'analisi dei dati procedete nel seguente modo:

- a) per ciascuna massa, calcolate il valore medio del periodo (o il valore centrale dell'intervallo di dispersione) e la semidispersione e determinate l'errore del periodo;
- b) riportate in un grafico log-log i valori della frequenza angolare in funzione della massa e determinate la loro relazione funzionale;
- c) determinate graficamente, con il metodo della massima e minima intercetta, il valore della costante elastica della molla e la sua indeterminazione.

Confrontate e commentate i risultati ottenuti con i vari metodi.

Suggerimento. *Conviene portare avanti i calcoli considerando il tempo di 10 oscillazioni e alla fine ricavare il periodo.*

¹Per informazioni sull'App consultare: Staacks S et al (2018) Advanced tools for smartphone-based experiments: phyphox Phys Educ **53** 045009.