UE1050311 OSCILLAZIONI ARMONICHE

SCOPO

Misurazione delle oscillazioni di una molla ad elica con un sensore di movimento a ultrasuoni

RIASSUNTO

Le oscillazioni di un pendolo a molla a elica sono un classico esempio di un'oscillazione armonica. Vengono registrate nell'esperimento con un sensore di movimento a ultrasuoni che rileva la distanza dal sensore del peso appeso al pendolo.

FUNZIONI

- **Registrazione dell'oscillazione armonica di una molla ad elica in funzione del tempo con un sensore di movimento a ultrasuoni.**
- **Determinazione del periodo di oscillazione *T* per diverse combinazioni di indice di rigidezza *k* e peso *m*.**

APPARECCHI NECESSARI

Numero	Apparecchio	Cat. nº	
1	Set molle ad elica per verificare la legge di Hooke	**1003376**	
1	Set pesi a fessura 10 x 10 g	**1003227**	
1	Set pesi a fessura 5 x 50 g	**1003229**	
1	Base di supporto, 3 gambe, 150 mm	**1002835**	
1	Asta di supporto, 1000 mm	**1002936**	
1	Manicotto con gancio	**1002828**	
1	Sensore di movimento ad ultrasuoni	**1000559**	
1	3B NET*lab*™	**1000544**	
1	3B NET*log*™ (230 V, 50/60 Hz)	**1000540**	o
	3B NET*log*™ (115 V, 50/60 Hz)	**1000539**	
1	Metro a nastro tascabile, 2 m	**1002603**	

BASI GENERALI

Le oscillazioni hanno luogo quando un sistema spostato dalla posizione di equilibrio viene richiamato verso la posizione di equilibrio per mezzo di una forza. Si parla di oscillazioni armoniche quando la forza che riporta il sistema in posizione di riposo è proporzionale in qualsiasi momento alla deviazione dalla posizione di riposo. Le oscillazioni di una molla ad elica sono in merito un classico esempio. La proporzionalità tra deviazione e forza repulsiva viene descritta tramite la legge di Hooke.

Tra la deviazione x e la forza repulsiva F si applica quindi la relazione

(1) $F = -k \cdot x$ con

k: Indice di rigidezza

Per un peso m agganciato alla molla a elica si applica quindi l'equazione di movimento

(2) $$m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} + k \cdot x = 0 \ ,$$

finché si possono trascurare il peso della molla e gli smorzamenti dovuti alle forze di attrito.

Le soluzioni di questa equazione del moto hanno la forma comune

(3) $$x(t) = A \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t + \varphi\right) \ ,$$

e l'esperimento di registrazione delle oscillazioni armoniche di una molla ad elica in funzione del tempo con il sensore di movimento a ultrasuoni consente di confermare che i dati si adattano alla funzione sinusoidale.

Il sensore di movimento a ultrasuoni rileva la distanza dal sensore del peso agganciato alla molla. La grandezza misurata corrisponde quindi, ad eccezione di uno spostamento del punto zero compensabile tramite una funzione tara, direttamente ad una grandezza osservata nell'equazione 3, ovvero $x(t)$.

Il periodo di oscillazione T viene definito come la distanza tra due passaggi attraverso lo zero della funzione sinusoidale nella stessa direzione, e si ricava da (3)

(4) $$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \ .$$

Per la conferma di (4) vengono eseguite misurazioni per le diverse combinazioni di peso m e indice di rigidezza k e viene rispettivamente determinato il periodo di oscillazione dalla distanza dei passaggi attraverso lo zero nei dati registrati.

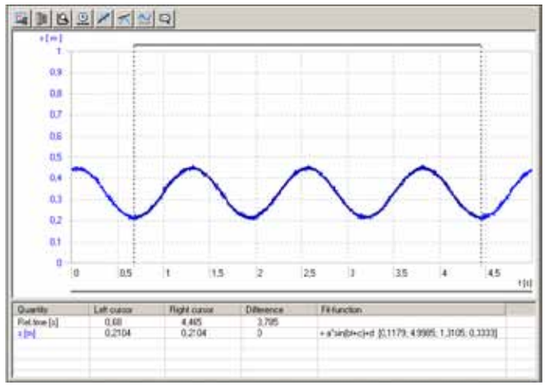

Fig. 1: Dati di oscillazione registrati dopo l'adattamento a di una funzione sinusoidale

ANALISI

Dall'equazione 4 risulta:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{k} \cdot m$$

I dati misurati vengono rappresentati per i diversi indici di rigidezza k come parametro in un diagramma T^2-m. Nei limiti della precisione di misurazione si trovano su rette passanti per l'origine le cui pendenze vengono valutate in un secondo diagramma.

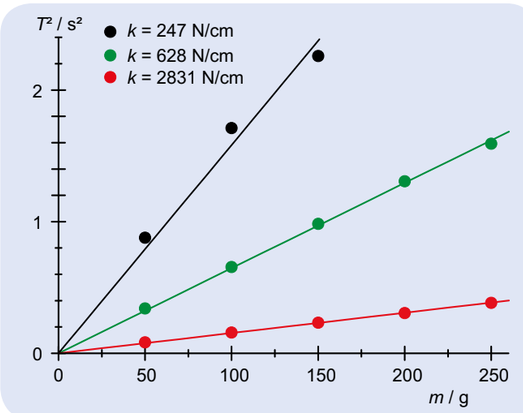

Fig. 2: T^2 come funzione di m

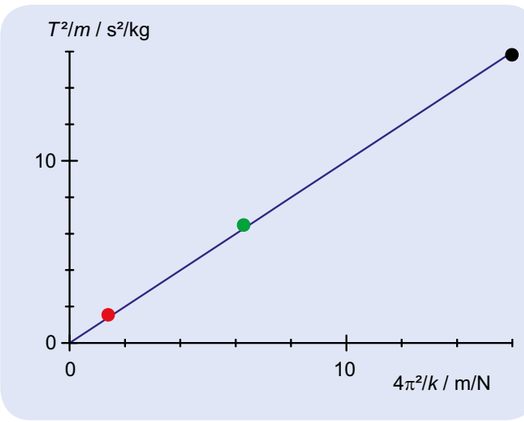

Fig. 3: $\frac{T^2}{m}$ come funzione di $\frac{4\pi^2}{k}$