

Gedwongen oscillatie en resonantie



Physics

Mechanics

Vibrations & waves



Strengheid

Gemiddeld



Groepsgrootte

2



Vorbereitung

10 Notulen



Implementatietijd

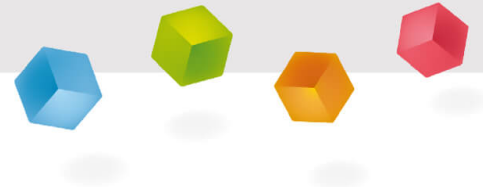
10 Notulen

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/619cb7410a7f13000382d734>

PHYWE



Informatie voor de leraar

Toepassing



Proefopstelling om de eigenfrequentie van de veerslinger te bepalen

Als een oscillerend systeem na een excitatie aan zichzelf wordt overgelaten, gaat het oscilleren in een van zijn eigenmodes. Natuurlijke modi of natuurlijke oscillaties zijn oscillaties met de natuurlijke frequentie ω van het systeem.

Indien er geen verdere externe excitatie of demping is, oscilleert het systeem (geïdealiseerd) gedurende een oneindig lange tijd, constant op zijn natuurlijke frequentie.

Met behulp van de volgende vergelijking is het mogelijk om op elk moment t de berekenende uitwijking (amplitude) van de trilling $x(t)$ te bepalen.

$$x(t) = x_0 \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Met de initiële amplitude x_0 , de natuurlijke frequentie ω en de faseverschuiving φ_0 = aan het begin van de oscillatie.

Extra informatie voor leerkrachten (1/2)

Voorkennis



De studenten moeten reeds enkele experimenten hebben uitgevoerd over het onderwerp harmonische oscillatie, zodat zij reeds een gedegen kennis hebben verworven van vrije, ongedempte en, indien nodig, ook gedempte oscillatie.

Principe



Als je de bewegingsvergelijking van de veerslinger beschouwt (veerconstante k) met verwaarlozing van de demping, krijg je:

$$\ddot{x} + \frac{k}{m} \cdot x = 0$$
$$\Rightarrow \frac{c}{m} = \omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$$

Extra informatie voor leerkrachten (2/2)

PHYWE

Leerdoel



De leerlingen moeten leren dat elk oscillerend systeem een natuurlijke frequentie ω heeft die doorslaggevend is voor het tijdsverloop van de oscillatie.

Taken



De leerlingen moeten de natuurlijke frequentie van een veerslinger onderzoeken en voor dit doel:

1. Stimuleer een veerslinger met de hand en kijk wat er gebeurt.
2. Bepaal experimenteel de eigenfrequentie van de veerslinger.

Veiligheidsvoorschriften

PHYWE



De algemene instructies voor veilig experimenteren in de wetenschapslessen zijn van toepassing op dit experiment.

Veiligheidsvoorschriften

PHYWE



De algemene instructies voor veilig experimenteren in de wetenschapslessen zijn van toepassing op dit experiment.

PHYWE



Informatie voor de studenten

Motivatie

PHYWE



Barré vingerzetting op de elektrische gitaar

Snaarinstrumenten worden gekenmerkt door het feit dat de verschillende snaren verschillende tonen voortbrengen. Dit is in de eerste plaats te danken aan de aard van de desbetreffende snaar (dikte, materiaal, enz.) en de spanning waarmee hij aan het instrument is bevestigd. Ten tweede wordt de toon gevarieerd door de lengte van de snaar opzettelijk in te korten. De toonhoogte ω van de snaren wordt dan bepaald door de zogenaamde natuurlijke frequenties die uit de kaderparameters resulteren..

In deze oefening ga je kijken naar de natuurlijke frequentie van de klassieke veerslinger als eenvoudig voorbeeld van een oscillerend systeem.

Benodigdheden

Positie	Materiaal	Artikelnr.	Hoeveelheid
1	PHYWE statiefvoet, deelbaar, voor 2 stangen, $d \leq 14$ mm	02001-00	1
2	Staaaf, roestvrij staal, $l = 600$ mm, $d = 10$ mm	02037-00	1
3	Dubbele klem, voor kruis- of T-verbinding	02043-00	1
4	Bevestigingsbout	03949-00	1
5	Schroefveer, 3 N/m	02220-00	1
6	Set precisiegewichten 1 g...50 g, in foedraal	44017-01	1
7	Digitale stopwatch, 24 uur, 1/100 s en 1 s	24025-00	1

Benodigdheden

PHYWE

Positie	Materiaal	Artikelnr.	Hoeveelheid
1	PHYWE statiefvoet, deelbaar, voor 2 stangen, $d \leq 14$ mm	02001-00	1
2	Staafl, roestvrij staal, $l = 600$ mm, $d = 10$ mm	02037-00	1
3	Dubbele klem, voor kruis- of T-verbinding	02043-00	1
4	Bevestigingsbout	03949-00	1
5	Schroefveer, 3 N/m	02220-00	1
6	Set precisiegewichten 1 g...50 g, in foedraal	44017-01	1
7	Digitale stopwatch, 24 uur, 1/100 s en 1 s	24025-00	1

Opbouw (1/2)

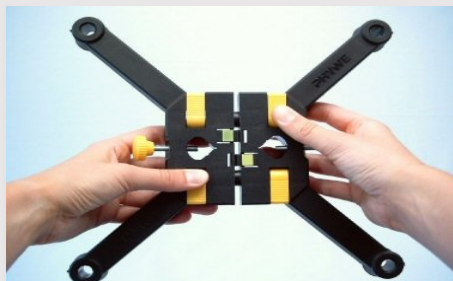
PHYWE

Schroef eerst de gedeelde statiefstang in elkaar en monteer de statiefvoet.

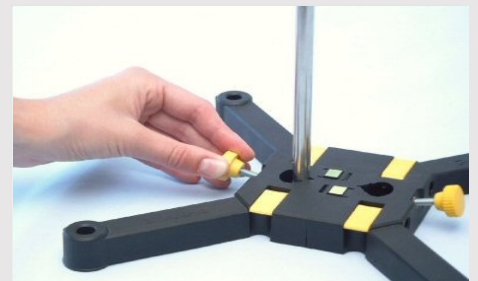
Plaats de staander in de statiefvoet en zet hem vast met de schroef.



Samenstellen van de staander



Statiefvoet in elkaar zetten



Bevestigen van de staander

Opbouw (2/2)

PHYWE



Bevestigingsbout met veer in dubbele klem

- Klem de dubbele klem aan de lange staander.
- Bevestig de bevestigingsbout in de dubbele klem en hang de schroefveer op (3 N/m) in het gat van de bevestigingsbout.
- Bevestig het massastuk van 50 g uit de gewichtenset aan de schroefveer.



Bevestig 50g massastuk

Uitvoering (1/3)

PHYWE

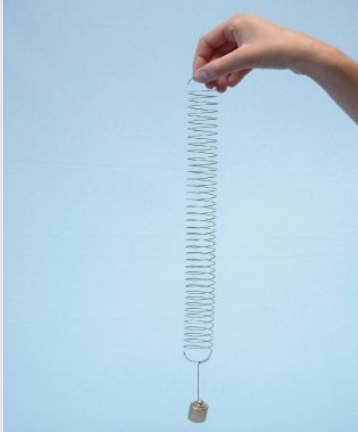


Uitwijking van de veerslinger

- Beweeg de veerslinger naar beneden en laat hem ongehinderd in zijn natuurlijke oscillatie trillen.
- Start de stopwatch op het onderste omkeerpunt en meet de tijd voor 10 oscillaties.
- Herhaal de metingen tweemaal en noteer de afgelezen waarden in tabel 1 van het rapport.

Uitvoering (2/3)

PHYWE



Aanstoting van de
veerslinger met de hand

- Neem het bovenste uiteinde van de schroefveer in uw hand.
- Beweeg uw hand met de veerslinger heel langzaam op en neer (lage excitatiefrequentie). Observeer de beweging van de veerslinger en noteer je waarnemingen op de resultatenpagina.
- Beweeg uw hand sneller dan voorheen (gemiddelde excitatiefrequentie, u wilt exciteren met de natuurlijke frequentie) en observeer de veerslinger opnieuw.
- Beweeg uw hand nog sneller (hoge excitatiefrequentie, groter dan de natuurlijke frequentie) en kijk opnieuw naar het gedrag van de veerslinger.

Uitvoering (3/3)

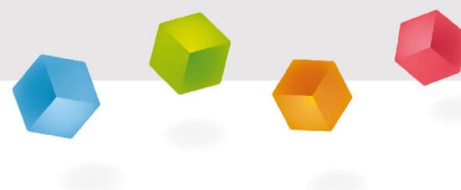
PHYWE



Demontage van de statiefvoet

- Om de statiefvoet te demonteren, druk je op de knoppen in het midden en trek je beide helften uit elkaar.

PHYWE



Meetrapport

Tabel 1

PHYWE

Voer uw metingen in t_{10} voor de drie metingen over 10 oscillaties in de tabel.

Bereken dan de gemiddelde waarde voor de drie metingen $\langle t \rangle$ en daaruit de periode T voor een oscillatie.

Bereken tenslotte de frequentie van de natuurlijke trilling f_0 uit de reciproke van de duur van de periode:

$$f_0 = \frac{1}{T} = T^{-1} \left[Hz \hat{=} \frac{1}{s} \right]$$

Meting nr. $t_{10} [s]$

1	
2	
3	

$\langle t \rangle [s]$ $T [s]$ $f_0 [Hz]$

--	--	--

Taak 1

PHYWE

Welke beweringen zijn waar voor uw waarnemingen met lage excitatiefrequentie? ($f_e < f_0$)?

- ☐ De massa trilt met de natuurlijke frequentie f_0 .
- ☐ Het massastuk beweegt.
- ☐ De amplitude van de oscillatie neemt toe.
- ☐ De amplitude van de oscillatie blijft constant.
- ☐ De massa trilt met de frequentie van de bekrachtiger f_e .

[✓ Kijk op](#)

Taak 2

PHYWE

Welke beweringen zijn waar voor uw waarnemingen met gemiddelde excitatiefrequentie? ($f_e \approx f_0$)?

- ☐ De amplitude van de oscillatie neemt toe (resonantiegeval).
- ☐ De massa trilt met de frequentie van de bekrachtiger f_e .
- ☐ De massa trilt met de natuurlijke frequentie f_0 .
- ☐ De amplitude van de oscillatie blijft constant.
- ☐ Het massastuk beweegt.

[✓ Kijk op](#)

Taak 3

PHYWE

Welke beweringen zijn waar voor uw waarnemingen met hoge excitatiefrequentie? ($f_e > f_0$)?

☐ De massa trilt met de frequentie van de bekrachtiger f_e .

☐ Het massastuk beweegt weinig.

☐ De massa trilt met de natuurlijke frequentie f_0 .

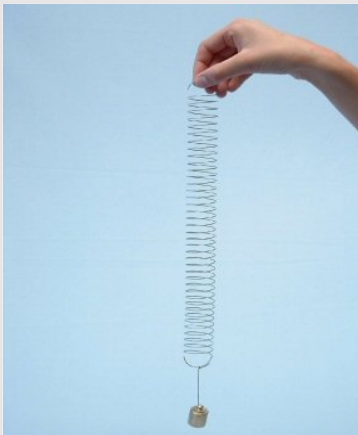
☐ De amplitude van de oscillatie blijft constant.

☐ De amplitude van de oscillatie neemt toe.

✓ Kijk op

Taak 4

PHYWE



Excitatie van de
veerslinger met behulp
van de hand

Hoe gedraagt de amplitude of de frequentie van de veerslinger zich bij

Lage excitatiefrequentie: Gemiddelde

excitatiefrequentie: Hoge opwindingsfrequentie:

☐ De slinger is bijna in rust.

☐ De slinger slingert met maximale amplitude.

☐ De slinger volgt de exciter (amplitude & frequentie).

✓ Kijk op

Taak 5

PHYWE

Welke parameters beïnvloeden de eigenfrequentie ω

- ☐ De bijgevoegde massa m .
- ☐ De veerconstante k .
- ☐ De excitatiefrequentie f_e (handgebaar).
- ☐ De omgevingsluchtdruk p_0 .

✓ Kijk op