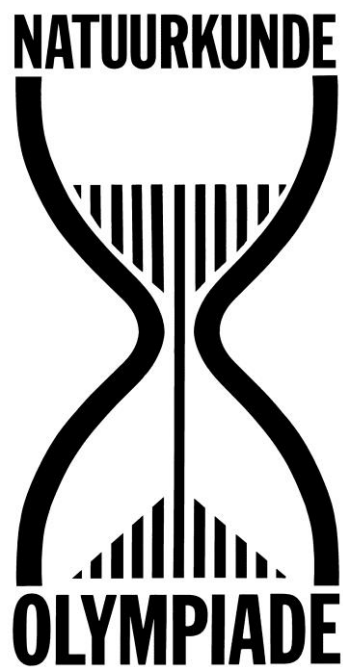


NATUURKUNDE OLYMPIADE

EINDRONDE 2016

PRACTICUMTOETS



Opmerkingen

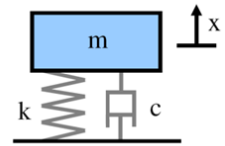
1. Schrijf bovenaan elk papier je naam.
2. Nummer elke bladzijde.
3. Schrijf op de eerste pagina het totale aantal bladen dat je inlevert.

Resonantie bij een aangedreven trilling

Inleiding

Je hebt allemaal wel meegemaakt dat je in een auto zit en alleen bij zeer bepaalde snelheid plots iets gaat resoneren. Een massa aan een veer trilt met een bepaalde

eigenfrequentie $\omega_n = 2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}}$, met k de veerconstante en m de massa aan de veer. Bij een bladveer geldt dat ook, maar de effectieve massa is dan kleiner.



Als je een bladveer aan een gedwongen trilling onderwerpt, zal deze meer of minder gaan trillen, afhankelijk van de demping en de sterkte F en frequentie ω van de gedwongen trilling. De resonantiefrequentie met maximale uitwijking ω_r ligt in de buurt van de eigenfrequentie ω_n maar hangt af van de demping.

We onderzoeken vandaag:

1. De relatie tussen amplitude en frequentie bij de veer met het kleinste oppervlak.
2. de relatie tussen de maximale amplitude van de trilling en het dempingsoppervlak.
3. Bij voldoende tijd kan ook de relatie tussen het dempingsoppervlak en de frequentie bij de maximale amplitude worden bepaald.

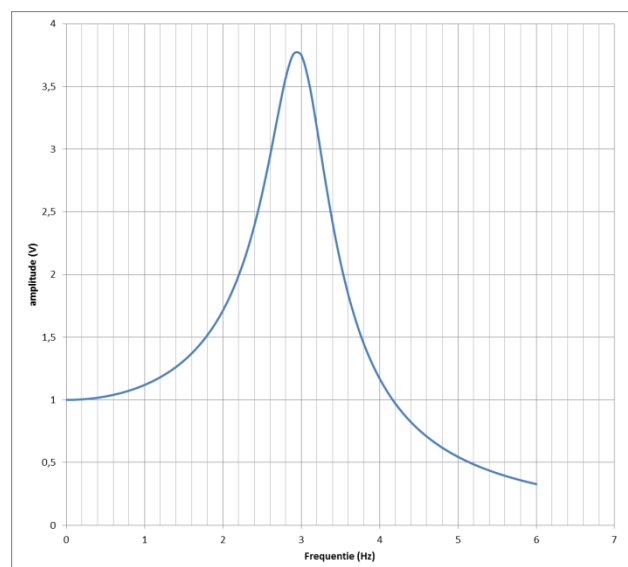
Nodig:

- Bladveer met statief om veer op te hangen en trillingsbron met frequentiegenerator,
- opnemer voor verplaatsing veer met scoop voor uitlezen opnemer,
- meetlat,
- set stukjes papier. Een klem en een magneet om de stukjes papier aan de veer te bevestigen.



Opdrachten

1. Bepaal de frequentie ω_n van de trilling met het kleinste oppervlak met behulp van een diagram zoals aangegeven.
2. Vergroot nu het dempingsoppervlak en bepaal steeds de resonantiefrequentie en de maximale amplitude horend bij dat oppervlak. Laat zien wat je doet!
3. Bepaal de relatie tussen maximale amplitude en dempingsoppervlak.
4. Heb je tijd over, kijk dan of je een relatie kunt vinden tussen resonantiefrequentie en dempingsoppervlak.

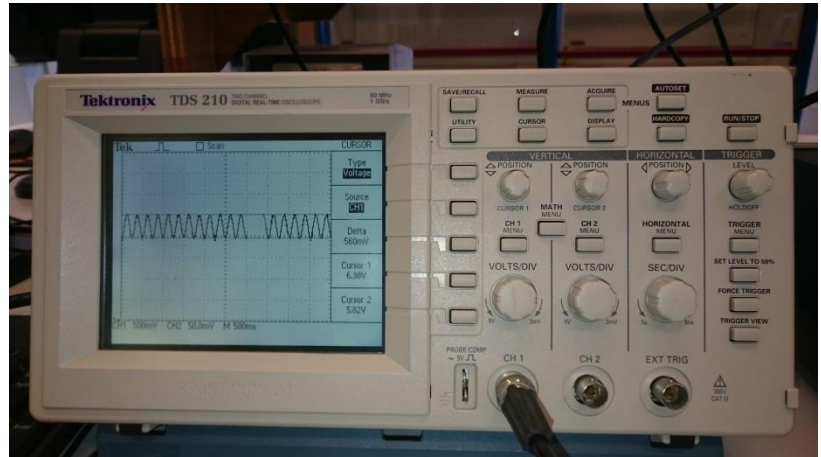


Literatuur:

https://nl.wikibooks.org/wiki/Klassieke_Mechanica/Trillingen
op 20-05-2016

Scoop: De stand: Getriggerd, op ch1, 500 ms/div; 500mV/div; zorgt voor een redelijk signaal.

Midden boven zitten de knoppen [measure] en [cursor]. Door op [measure] te drukken kun je het signaal omhoog en omlaag bewegen. Door op [cursor] te drukken kun je met de positieknoppen twee cursoren verplaatsen en op het scherm rechts de delta aflezen tussen de twee cursoren.



Frequentiegenerator: spanning op 1,7 V (outputknop, door op display te drukken zie je de spanning even in het display) geeft een redelijke uitslag bij alle oppervlakken. De frequentie laat zich heel nauwkeurig instellen op een duizendste herz!



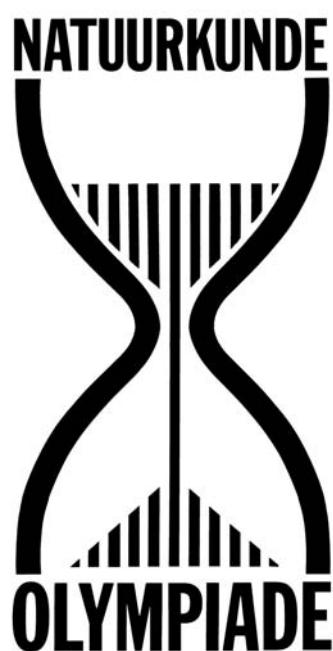
De **opnemer** moet je richten op pakweg halverwege het zaagblad op ongeveer 13 cm afstand. Dat is een goed uitgangspunt.

De spanning die je op de scoop kunt aflezen heeft een lineaire relatie met de afstand van het zaagblad tot de opnemer. Het maakt dus voor de amplitudemeting niet uit waar precies de opnemer staat. Verplaatsen in de hoogte verandert echter de uitslag die de opnemer meet. Voor vergelijken van de amplitudes is dat dus niet handig.

NATUURKUNDE OLYMPIADE

EINDRONDE 2016

PRAKTIKUMTOETS



Opmerkingen

1. Schrijf op elk papier je naam.
2. Nummer elke bladzijde.
3. Schrijf op de eerste pagina het totale aantal bladen dat je inlevert.
4. Voor foutenbeschouwingen worden geen punten gegeven. Er wordt wel van je verwacht dat je het juiste aantal significante cijfers gebruikt.

Een mechanische 'blackbox': een blokje aan een staaf

Een lange holle staaf heeft een massa M . Aan deze staaf, op een afstand z gemeten vanaf de bovenkant, is een massief blokje met massa m vastgezet. Zie de onderstaande figuur. In de staaf zit een rij gaten die loodrecht op de centrale as van de staaf staan. Deze gaten dienen als ophangpunt zodat de staaf kan slingeren in een verticaal vlak.

Opdracht A Statisch (6 punten)

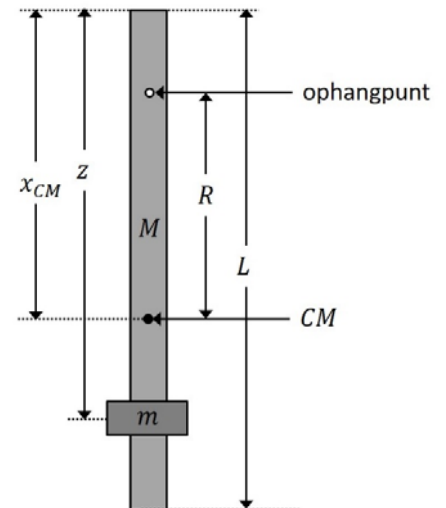
Voer de noodzakelijke en niet destructieve metingen uit om de numerieke waarden te bepalen van de volgende grootheden:

- De afstand L en z .
- De positie van het massamiddelpunt x_{CM} van de staaf met blokje.
- De verhouding $\frac{m}{M}$.

Opdracht B Dynamisch (22 punten)

Gebruik voor de onderdelen (d) t/m (h) de staaf als slinger.

- Toon m.b.v. de nuttige informatie (z.o.z.) aan dat als $T^2 R$ tegen R^2 wordt uitgezet een rechte lijn verkregen wordt.
- Bepaal m.b.v. metingen van de staaf als slinger de valversnelling g .
- Bepaal m.b.v. de metingen van de staaf als slinger en de metingen van (a) en (b) de verhouding $\frac{m}{M}$.
- Geef een verklaring waarom met de metingen in de beide onderdelen (statisch en dynamisch) alleen de verhouding $\frac{m}{M}$ bepaald kan worden en niet de massa's m en M afzonderlijk.
- Bedenk een eenvoudige (niet destructieve) meting waarmee in combinatie met de metingen uit opdracht A of B de afzonderlijke massa's m en M bepaald kunnen worden.



Apparatuur

Een staaf met gaatjes en blokje, een statief met een dunne pin, een meetlint, een stopwatch, draad.

x_{CM} is de afstand gemeten vanaf de bovenkant van de cilinder tot aan het massamiddelpunt. R is de afstand van het ophangpunt tot het massamiddelpunt. Zie de figuur.

Nuttige informatie

1. Voor deze fysische slinger geldt:

$$[(M + m)R^2 + I_{CM}] \frac{d^2\theta}{dt^2} \approx -g(M + m)R\theta$$

Waarbij I_{CM} het traagheidsmoment van de cilinder met balletje is voor de rotatieas (loodrecht op de centrale as) door het massamiddelpunt en θ de uitwijkingshoek.

2. Het traagheidsmoment ten opzichte van het massamiddelpunt van een (holle) staaf met lengte L en massa M , met de rotatieas loodrecht op de centrale as van die cilinder kan in dit geval benaderd worden met $\frac{1}{3}M\left(\frac{L}{2}\right)^2$
3. Het parallelle assen theorema (Stelling van Steiner): $I = I_{\text{centre of mass}} + Mx^2$ met x de afstand van de rotatieas tot het massamiddelpunt en M de massa van het voorwerp.
4. Beschouw het blokje als een puntmassa die zich op de centrale as van de staaf bevindt.
5. Neem aan dat de staaf (zonder blokje) een homogene massaverdeling heeft.