Veerenergie en veerconstante

*Practicum 5.4-1*

In dit verslag zal ik een toelichting geven op het verrichte practicum waarin op twee manieren de veerconstante van een spiraalveer is bepaald.

Sam Roelands

27-4-2012

Veerenergie en veerconstante

Practicum 5.4-1

Hier volgt het verslag m.b.v. ‘Uitwerking en aanwijzingen voor de verslaggeving’ en de daarbij behorende vragen, vervolgens sluit ik af met de ‘Reflectie’

1. Werkwijze

De opstelling is als volgt: Een statief met een ophangpin waaraan een spiraalveer wordt gehangen. Tevens wordt liniaal met klemmen bevestigd, zo dat de niet uitgerekte veer bij 0,0 cm van de liniaal staat. Vervolgens worden er respectievelijk gewichtjes van 0,100- .. 0,300 kg aan de spiraalveer gehangen. Terwijl deze gewichtjes aan de spiraalveer gehangen worden wordt telkens de maximale uitrekking van de veer gemeten en genoteerd. Dan wordt de veer stil gehangen en de russtand genoteerd. Dit wordt gedaan m.b.v. de liniaal en kan dus tot op millimeters nauwkeurig. Deze gegevens kunnen vervolgens verwerkt worden om zo informatie te vergaren over de veerconstante- en energie om zo uiteindelijk tot een conclusie te komen.

1. Benodigdheden
* Spiraalveer
* Gewichtjes (6 x 0,050 kg)
* Statief
* Bevestigingsklemmen
* Ophangpin
* Liniaal

Uitwerking verslag

1. De onderzoeksvraag luidt: Hoe is de veerconstante van een spiraalveer te bepalen, en wat is hierbij het verband met het gewicht dat aan de veer trekt?
2. De resultaten verwerkt in een tabel. Zie tabel

Resultaten

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nummer meting | 1 | 3 | 5 |
| Totale massa blokjes (kg) | 0,100 | 0,200 | 0,300 |
| Nulstand (m) | 0 | 0 | 0 |
| Laagste stand (m) | 0,088 | 0,192 | 0,313 |
| Uitrekking in laagste stand, u (m) | 0,088 | 0,192 | 0,313 |
| Zwaarte-energie in de nulstand (J) | 0,086 | 0,377 | 0,921 |
| Ruststand met blokjes (m) | 0,049 | 0,102 | 0,157 |

1. Berekeningen van de zwaarte-energie in de nulstand door gebruik te maken van de uitrekking van de veer in de laagste stand: $Ezw=m∙g∙∆h$

Meting 1: $0,100∙9,81∙0,088=0,08633=0,86 J$

Meting 3: $0,200∙9,81∙0,192=0,3767=0,377 J$

Meting 5: $0,300∙9,81∙0,313=0,92116=0,921 J$

In de grafiek is de veerenergie in de laagste stand uitgezet tegen u2.

1. Er wordt gebruik gemaakt van u2, omdat er wordt gewerkt met de formule:

$$Eveer=\frac{1}{2}Cu²$$

Wanneer er dus gebruik gemaakt zou worden van ***u*** zou dit een verkeerde waarde geven voor de te bereken veerconstante ***C***.

1. De vergelijking van de grafiek is ook in het kader weergegeven, deze is: $y=9,2311x+0,0225$

Eveer = $\frac{1}{2} ∙C ∙u²$

$\frac{Eveer}{u²}$ = 9,2311

$\frac{1}{2} ∙C=9,2311$

C= $\frac{9,2311}{\frac{1}{2}}$ = 9,2311 $∙2=18,5522$

C = 18,552 (= 19)

De berekening voor de eenheid van C:

Eveer = $\frac{1}{2} ∙C ∙u²$

J = $\frac{1}{2} ∙C ∙ m²$

C = J/m2

De veerconstante is dus: C = 19 J/m2

1. Wanneer de krachten in evenwicht zijn zijn de veerenergie en de zwaarte-energie dus gelijk aan elkaar: Eveer = Ezw

Voor deze vergelijking gebruik maken van meting 1:

u = 0,313 m, m = 0,300 kg, g = 9,81 m/s2

Veerenergie = Eveer = $\frac{1}{2} ∙C ∙u²$

Zwaarte-energie = Ezw = $m∙g∙∆h$

$\frac{1}{2} ∙C ∙u²$ = $m∙g∙∆h$

$\frac{1}{2}∙C∙0,313^{2}=0,300∙9,81∙0,313$

$C=\frac{0,02116}{0,50∙0,313²}$ = 18,805112

$C=$ 18,8 (= 19)

Voor het bepalen van de eenheid van de veerconstante wordt uiteraard opnieuw dezelfde formule gebruikt, ditmaal met de eenheden ingevoerd:

$\frac{1}{2} ∙C ∙u²$ = $m∙g∙∆h$

$C ∙m²$ = $kg∙m/s²∙m$

$C= \frac{kg∙m²}{\frac{s²}{m²}}$

$C=\frac{kg∙m²}{s²} ∙\frac{1}{m²} $

$C=\frac{kg}{s^{2}}=\frac{N}{m}$

$C=N/m$

1. Opdracht 6 geeft als eenheid voor C = J/m2

Opdracht 7 geeft als eenheid voor C = N/m

J/m2 = N/m, omdat:

J =Nm

$\frac{J}{m²} = \frac{Nm}{m^{2}}= \frac{N ∙m}{m ∙m} = \frac{N}{m}$

De veerconstante van deze spiraalveer, met de daarbij behorende eenheid, die uit dit practicum volgt is 19 N/m

Reflectie

1. De veerenergie in de laagste stand is gelijk aan de zwaarte-energie in de hoogste stand, dit is vanwege de wet van behoud van energie.

Een nadere toelichting:

De veerenergie is in de hoogste stand 0, omdat de uitrekking u = 0 is en Eveer  een product daarvan is. Wanneer er een uitrekking u in meters is volgt de formule Eveer =$\frac{1}{2} ∙C ∙u²$, dit is het geval in de laagste stand, waarbij er sprake is van een uitrekking (maximale uitrekking).

De zwaarte-energie is in de laagste stand gelijk gesteld aan 0, dit kun je beschouwen als ‘de bodem’, dit is de maximale uitrekking. Deze nulstand is een referentiepunt, vanuit hier wordt de hoogte h berekend. Deze hoogte h is in meters en is maximaal in de hoogste stand. Deze h zorgt voor de formule Ezw = $m∙g∙∆h$.

In de laagste stand is de totale energie gelijk aan de veerenergie, omdat dan de u maximaal is, in de hoogste stand is de totale energie gelijk aan de zwaarte-energie in de hoogste stand, omdat dan de h maximaal is. De totale energie is dus in de hoogste en laagste stand aan elkaar gelijk en respectievelijk de zwaarte-energie en de veerenergie ook.

1. In de laagste stand is er voor Eveer  u ingevuld.

De evenwichtsstand is de helft van de laagste stand omdat deze precies in tussen de hoogste –en de laagste stand zit. Dit betekent dat in de evenwichtsstand de uitrekking de helft is: $\frac{1}{2}u$

Deze waarde is in te vullen voor

Eveer =$ \frac{1}{2} ∙C ∙(\frac{1}{2}u)²$

Eveer =$ \frac{1}{2} ∙C ∙\frac{1}{4}u²$

Eveer =$ \frac{1}{8}Cu²$

Eveer in evenwichtsstand=$ \frac{1}{8}Cu² $

Eveer in laagste stand =$ \frac{1}{2}Cu²$

$\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{8}}= \frac{1}{4} $

De energie in de evenwichtsstand is dus een kwart van de energie in de laagste stand vanwege de twee keer zo kleine uitrekking.

1. Tevens is volgens de wet van behoud van energie gesteld dat in alle standen van de veer de energie hetzelfde is. Dit is dus overal 100 %.

Dit percentage wordt verdeeld over de zwaarte, -kinetische –en de veerenergie. De totale energie is dus altijd 100 %!

Bij 1. is al bewezen dat in de laagste stand de veerenergie 100 % is en in de hoogste stand de zwaarte-energie. In deze standen is dus de totale energie verdeeld over één soort energie, veerenergie of zwaarte-energie: in beide standen is de kinetische energie dus 0 (%). Dit is heel logisch, omdat er in deze standen geen beweging is. In de evenwichtsstand is de hoogte h de helft van die in de hoogste stand. Daaruit valt te herleiden dat de zwaarte-energie 50% van de totale energie is in de evenwichtsstand. Bij 2. Is bewezen dat de veerenergie in de evenwichtsstand een kwart is van de veerenergie in de laagste energie (100%) 100%/4 = 25 % van de totale energie. Er is een totale energie van 100 %:

Ekin = 100% - 50% - 25 % = 25 %

Zowel de veer –als de kinetische energie zijn dus 25 % en daarmee gelijk aan elkaar.

1. De grafiek representeert een lijn die is opgebouwd uit de veerenergie maal u2, de lijn is dus het product van deze twee. Wanneer bij dezelfde uitrekking de lijn van de ene veer steiler is dan de ander is de u dus hetzelfde maar moet de veerconstante van de veer met de steilere lijn dus wel een grotere veerconstante, C, hebben om een groter product (steilere lijn) als resultaat te krijgen. In het geval zoals hier gegeven is heeft de oorspronkelijke veer (A) een steilere lijn dan de fictieve veer (B). Omdat A een steilere grafiek kent moet deze ook een grotere veerconstante hebben .
2. De veerconstante die volgt uit de *6. Uitwerking*  is C = 18,552

De veerconstante die volgt uit de *7. Uitwerking*  is C = 18,8

Procentuele verschil = 100% $-(\frac{18,5522}{18,805112}∙100\%)=100\%- 98,65561792$% = 1,34438208% = 1,34 % (De veerconstante bij *7. Uitwerking* is maar tot drie cijfers significant dus daarom het procentuele verschil ook)

Om het maar even af te ronden: ‘Eén procent’ verschil is bij een natuurkundepracticum als dit een mooi resultaat, maar in de praktijk bij een daadwerkelijke toepassing, waarbij er veel grotere krachten in het spel zijn, brengt één procent verschil veel grotere verschillen in uitkomst van de berekening van de veerenergie. En met ‘een kleine’ onzekerheid over bijvoorbeeld de vering van een hogesnelheidstrein wordt de veiligheid van vele mensen in gevaar gebracht. Het procentuele verschil is naar mijn mening dus onacceptabel bij praktische toepassingen waarbij de veiligheid van belang is.

Conclusie

De conclusie is af te leiden uit het hierboven genoemde antwoord op de laatste reflectievraag: Het procentuele verschil oogt in theorie zeer klein, maar bij praktische toepassingen is het een te groot verschil. Dit maakt dat het practicum geslaagd is. De metingen en berekeningen kloppen allemaal, maar de methoden geven niet dezelfde Veerconstante. Hieruit blijkt dus dat op basis van dit practicum geen betrouwbaardere veerconstante is te geven dan in twee significante cijfers. C = 19 N/m