

Practicum 3

Trillingen: Energiehuishouding massa-veersysteem

Algemene beschrijving

Omschrijving

Dit onderzoek bouwt verder op de meetgegevens van practicum 2. Leerlingen onderzoeken hier de energiehuishouding van het massa-veersysteem. Naast de metingen van practicum 2 heb je ook de massa en de veerconstante nodig van practicum 2. In dit practicum kun je de invloed van de zwaarte-energie meenemen of niet. Aan het eind van deze practicumbeschrijving wordt uitgelegd waarom je de invloed van de zwaarte-energie niet hoeft mee te nemen. Het is ook mogelijk om dit experiment uit te voeren op een luchtkussenbaan. Dan is er geen discussie over de zwaarte-energie.

Leerdoelen

- Herhaling begrippen veerenergie, bewegingsenergie en zwaarte-energie
- Energiebehoud
- Uitwisseling van de verschillende vormen van energie

Voorkennis

- Begrip energie
- $E_v = \frac{1}{2} C \cdot u^2$
- $E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$
- $E_z = m \cdot g \cdot h$
- Energiebehoud

Benodigheden

- Meetgegevens practicum 2
- Massa van practicum 2
- Veerconstante van practicum 2
- Meetprogramma (b.v. IP-Coach)

Klassikale introductie van het practicum

- Laat de opstelling van practicum 2 nog een keer zien
- Laat de meetgegevens van practicum 2 zien
- Herhaal de begrippen veerenergie, kinetische energie en zwaarte-energie
- Herhaal de bijbehorende formules
- Bespreek het nulpunt van de zwaarte-energie
- Herhaal hoe je de uitwijking hebt gemeten (nulstellen van de sensoren in de evenwichtstand)

Uitvoering

Tijdplanning:

- Introductie 15 minuten
- Metingen uitwerken 20 minuten
- Bespreken van resultaten 10 minuten
- Logboek 5 minuten

Organisatie

- De leerlingen hebben de meetgegevens van practicum 2 nodig.
- In het meetprogramma moeten leerlingen kolommen toevoegen die E_v , E_z en E_{kin} (en optioneel E_z) berekenen
- Laat de leerlingen een kolom toevoegen met $E_{tot} = E_k + E_v + E_{kin} + E_z$
- Laat de verschillende energieën tegen de tijd tekenen in het meetprogramma
- Laat leerlingen de energie diagrammen overnemen op het whiteboard
- Laat leerlingen onder de diagrammen tekeningen maken van de massa aan de veer. Waar bevindt zich de massa ten opzichte van de evenwichtstand

Organisatie

- De leerlingen kunnen in groepen of individueel achter de computer/rekenmachine dit uitwerken.
- Daarna gezamenlijk de resultaten uitwerken op het bord

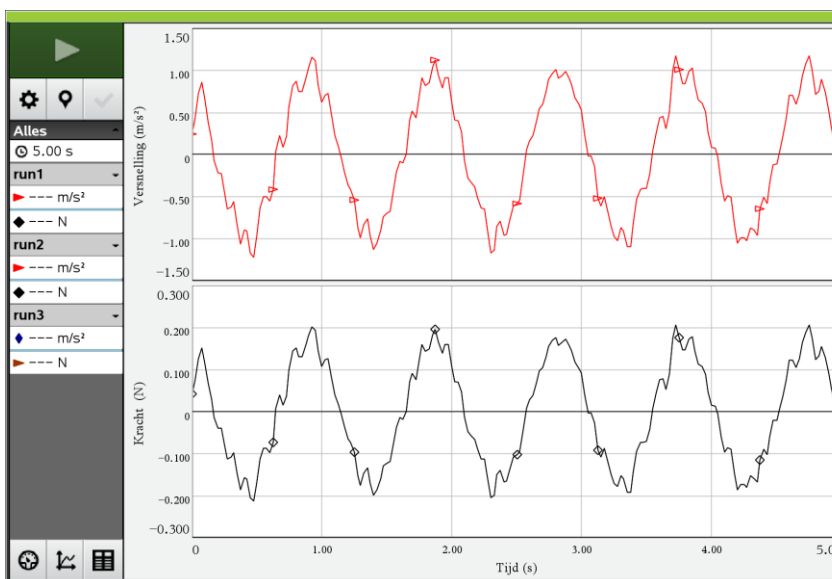
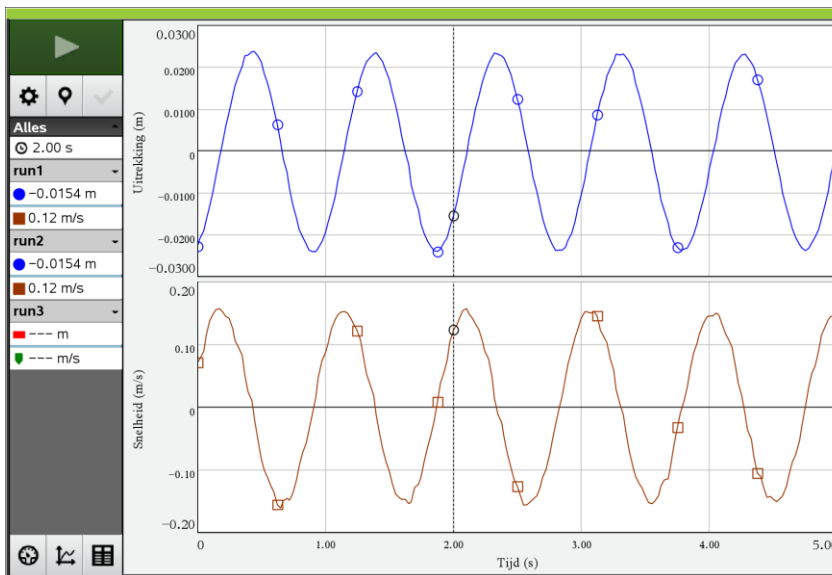
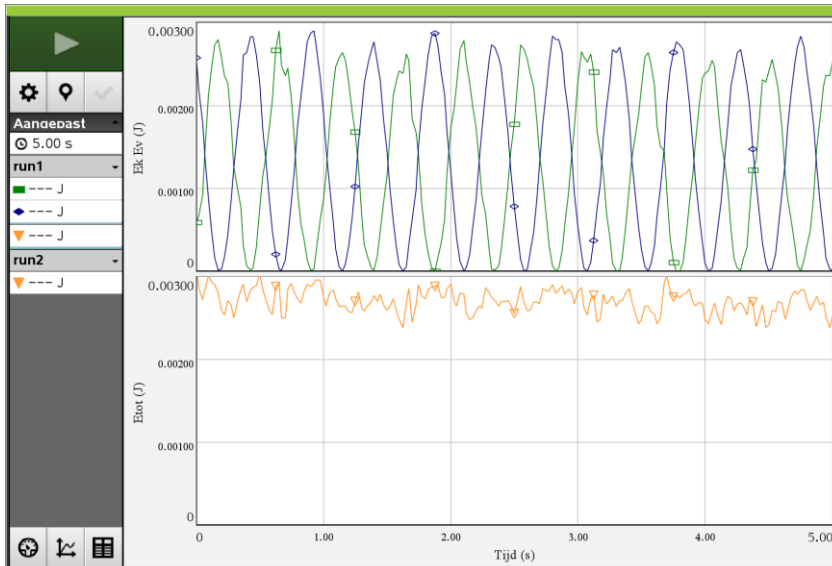
Inhoud kringgesprek

- Laat leerlingen verschillen en overeenkomsten bespreken tussen de verschillende energieën: zijn ze in fase? Is de periode gelijk aan de trillingstijd van het massa-veersysteem?
- Laat leerlingen uitleggen welke energie op welk moment het grootst is en waar de massa zich dan bevindt aan de veer
- Laat leerlingen inzicht krijgen in de energietransitie van de ene soort in de andere soort
 - Waar is de bewegingsenergie het hoogst? Waar het laagst? Waar is het heen gegaan?
 - Waar is de veerenergie het hoogst? Waar het laagst? Waar is het heen gegaan?

Inhoud logboek

- De formules:
 - $E_z = m \cdot g \cdot h$
 - $E_v = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u^2$
 - $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
- Energiebehoud in een massa-veersysteem
- Frequentie verdubbeling van de energieën t.o.v. de trilling
- E_v en E_{kin} zijn in tegenfase

Voorbeeld resultaten



Waarom kun je zwaarte-energie buitenbeschouwing laten?

In het figuur hiernaast zie je een massa aan een veer. Als er geen massa aanhangt dan komt de veer tot A. Met de massa er aan komt de veer in rust tot C. Hij rekt dan h uit. De veer oscilleert tussen B en D.

We nemen het nulpunt van de zwaarte-energie in de evenwichtstand C. Naar boven toe is positief en geeft een positieve zwaarte-energie. Naar beneden (dus tussen C en D) is de zwaarte-energie negatief. We meten de uitwijking vanaf punt C en noemen deze y . Als de massa in b.v. B is, dan is de uitrekking van de veer gelijk aan $u = h - y$.

In positie C geldt dat zwaartekracht gelijk is aan de veerkracht:

$$F_z = F_v = m \cdot g = C \cdot h \quad [1]$$

De totale energie van het massa-veersysteem wordt gegeven door:

$$\begin{aligned} E_{tot} &= \frac{1}{2} m \cdot v^2 + \frac{1}{2} C \cdot (h - y)^2 + m \cdot g \cdot y \\ &= \frac{1}{2} m \cdot v^2 + \frac{1}{2} C \cdot h^2 + \frac{1}{2} C \cdot y^2 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot C \cdot h \cdot y + m \cdot g \cdot y \\ &= \frac{1}{2} m \cdot v^2 + \frac{1}{2} C \cdot h^2 + \frac{1}{2} C \cdot y^2 + (-C \cdot h + m \cdot g) \cdot y \end{aligned}$$

En de laatste term valt weg door vergelijking 1.

Dit geeft:

$$E_{tot} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + \frac{1}{2} C \cdot y^2 + \frac{1}{2} C \cdot h^2$$

De laatste term is een constante en die verandert niet tijdens het trillen en kunnen we voor de energietransitie buitenbeschouwing laten.

Dit geeft (met y vervangen door u de uitwijking):

$$E_{tot} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + \frac{1}{2} C \cdot u^2$$

