

Aanwijzingen:

1. Open het wordbestand en het Coachmodel (Een veer met een schokbreker) dat je vindt op de memoriestick (bij de training vind je de bestanden op www.agtijmensen.nl)
2. Dubbelklik hierboven op NAAM en vul je naam en sticknummer in.
Bij het printen komt dan je naam op elk blaadje te staan.
3. Er is één vraag per bladzijde. Er zijn 6 vragen
3. VOOR je verder gaat bewaar je dit wordbestand op de memoriestick (bij de training op je eigen schijf). Geef het bestand je eigen naam (Tijmensen.doc) tenzij dat al gedaan is door de docent. Controleer of het opslaan met de juiste naam gelukt is!
4. Klaar met de opdrachten? Sla alles op en controleer of dat inderdaad gebeurd is!

Vraag 1:

Start het model.

- a. In het model staat $F_w = k \cdot v \cdot \text{abs}(v)$. Waarom mag er niet staan $F_w = k \cdot v^2$?

Uitleg: Bij het stijgen moet F_w een ander teken hebben dan bij het dalen.

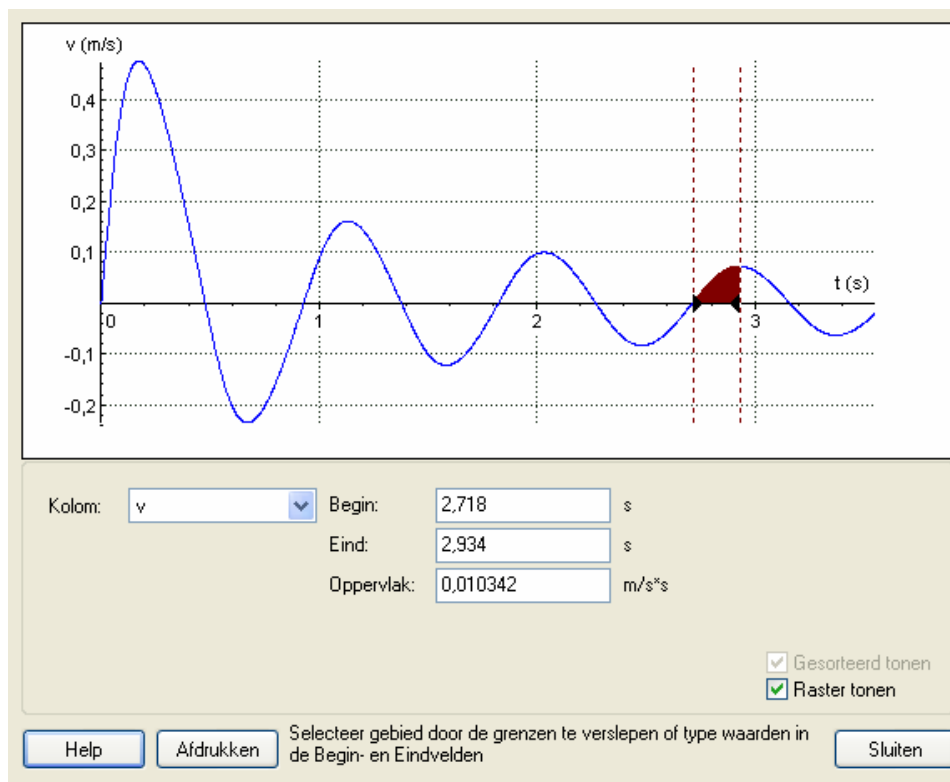
Bij het stijgen is $v > 0$ dus $F_w = k \cdot v \cdot \text{abs}(v) = k \cdot v^2$.

Bij het dalen is $v < 0$ dus $F_w = -k \cdot v^2$.

- b. Stop het model na 4 perioden. Bepaal de amplitude meteen na drie perioden.

Na drie perioden is de amplitude gelijk aan: 0,010342 m

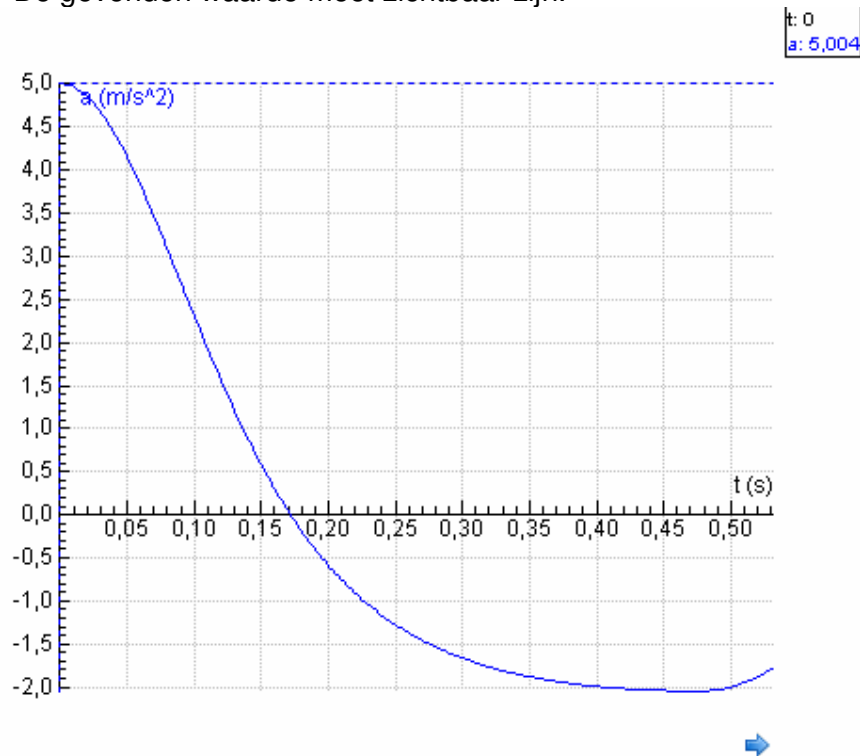
- c. Selecteer de gebruikte grafiek en kopieer met <Ctrl C> en plak met <Ctrl V> de gebruikte grafiek hier onder. Uit de grafiek moet je werkwijze blijken.



Vraag 2:

- a. Laat het model eerst stoppen na 0,6 trillingstijd.
b. Bepaal zo nauwkeurig mogelijk de maximale versnelling.
De maximale versnelling = 5,004 m/s² (met optie: Uitlezen)

- c. Selecteer de gebruikte grafiek, kopieer met <Ctrl C> en plak deze met <Ctrl V> hier onder.
De gevonden waarde moet zichtbaar zijn.



Vraag 3:

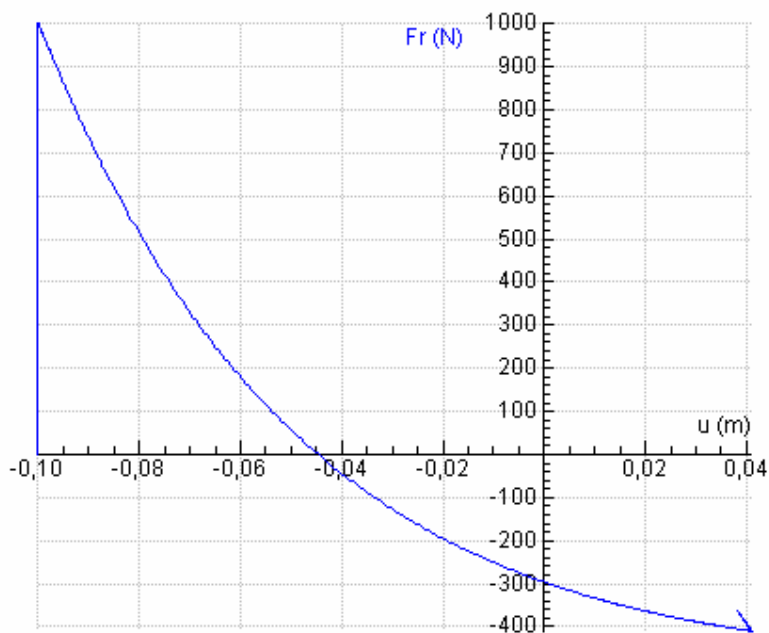
- Laat het model eerst stoppen na 0,6 trillingstijd.
- Teken de grafiek van de resulterende kracht en de uitwijking.
- Leg met deze grafiek uit of de beweging harmonisch is.**
(Bij een harmonische beweging geldt $F = -c \cdot u$ dus een dalende rechte door O)
De grafiek is geen rechte en gaat ook niet door O dus het is geen harmonische beweging

- Verklaar dat de resulterende kracht negatief is in de evenwichtstand.

Uitleg:

$F_r = -F_z - F_w + F_v$. In de evenwichtstand heffen F_v en F_z elkaar op. Dus blijft alleen nog F_w over en die is negatief want de massa stijgt (dus $v > 0$ dus $F_w = k \cdot v \cdot \text{abs}(v) > 0$).

- Selecteer het gewenste venster, kopieer met <Ctrl C> en plak met <Ctrl V> de F_r - u grafiek hier onder.



Vraag 4:

Je gaat nu de warmte berekenen die ontstaat tijdens de stijging van de evenwichtstand tot het hoogste punt.

-Laat het model eerst stoppen na 0,6 trillingstijd.

-Breng de nodige wijzigingen aan in het model. *Toevoegen: $dQ = \text{abs}(F_w \cdot du)$ en $Q = Q + dQ$*

-Teken de warmte-tijd grafiek. *Let op eenheden.*

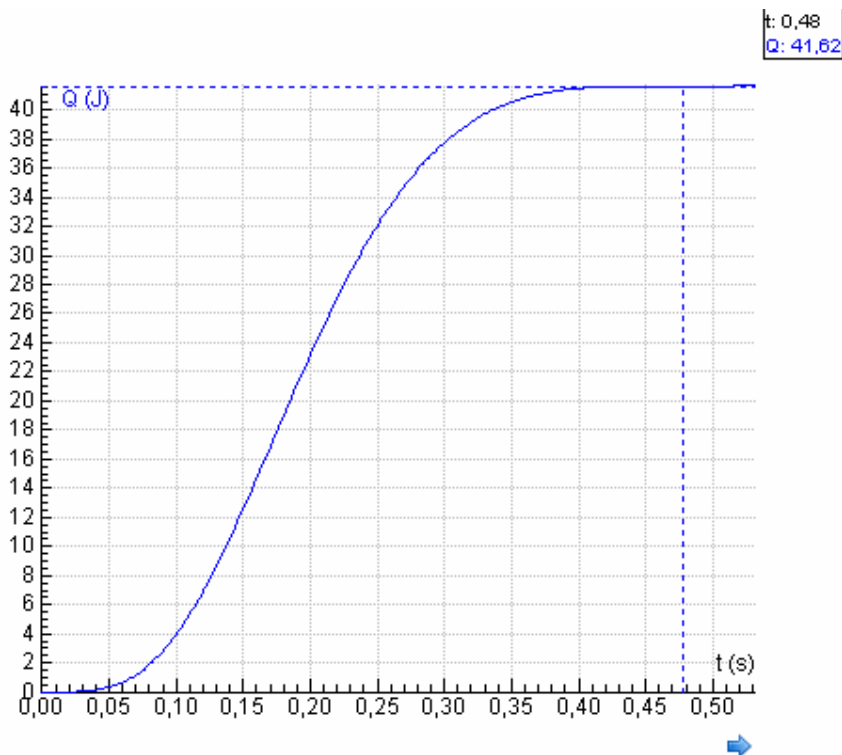
a. **De waarde van de warmte = $Q = 41,62$ J** (via optie uitlezen; in de v-t grafiek op je scherm zie je dat op $t = 0,48$ s $v = 0$ dus dan zit de massa in het hoogste punt)

b. **Verklaar de vorm van de warmte-tijd grafiek:**

In het begin en op het eind is de snelheid klein dus $F_w = k \cdot v \cdot \text{abs}(v)$ ook. Q neemt dan langzamer toe dan nabij de evenwichtstand waar v groot is.

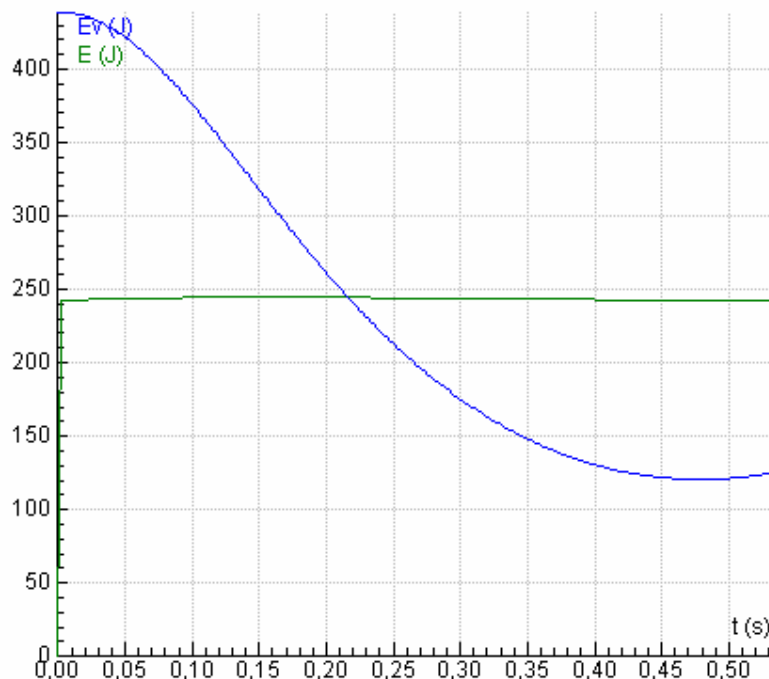
c. Selecteer het gewenste grafiekvenster, kopieer met <Ctrl C> en plak met <Ctrl V> de gebruikte grafiek hier onder. Uit deze figuur moet je antwoord blijken.

d. Klik op rechter muisknop in modelvenster, kies voor naar klembord kopiëren/als afbeelding kopiëren. En plak met <Ctrl V>.



Vraag 5:

- a. Je gaat controleren of de totale energie constant is tijdens het trillen.
De veerenergie is in het model al aangegeven
- Pas het model aan. *Modelregels voor Ek, Ez en E toevoegen, zie onder.*
 - Teken de gewenste grafiek. *Let op eenheden!, Zie onder.*
 - **Waaruit blijkt dat de totale energie constant is?** *De E-t grafiek loopt horizontaal.*
- b. Selecteer het gewenste venster, kopieer met <Ctrl C> en plak met <Ctrl V> de gebruikte grafiek hier onder. Uit deze figuur moet je antwoord blijken.



```

Fz = m*g
'Lengte veer
L = Le-u
'uitrekking = lengtetoename:
DL= L-L0
Fv = C*DL
Fr = - Fz - Fw + Fv
a = Fr/m
u = u + a*dt
du = u*dt
u = u + du
'Hoogte gemeten vanaf evenwichtstand:
h = u
Ev=0,5*C*DL^2

dQ=abs(Fv*du)
Q = Q + dQ
Ek=0,5*m*u^2
Ez = m*g*h
E = Ev + Q + Ek + Ez

Als t > 0,6*T0 Dan Stop Eindals

```

```

'Alle eenheden zijn SI-grondeenheden
dt=0,002
t=0
g = 9,81
m = 200
C = 10000
A = 0,1
u = -A
'Lengte onbelaste veer:
L0 = 0,5
'Lengte in evenwichtstand:
Le = L0 + m*g/C
k = 2000
'Veerenergie bij start
Ev=0,5*C*(Le-L0-u)^2
'Trillingstijd zonder wrijving:
T0=2*3,14*sqrt(m/C)

```

Vraag 6:

De demping van een trilling moet (bij een auto) bij voorkeur kritiek zijn. Dat wil zeggen dat de “dempingsfactor k ” zo groot is dat het trillende voorwerp (de auto) nooit de evenwichtstand passeert.

- Onderzoek bij welke waarde van k dit zich voordoet.

- Laat het model eerst stoppen bij 4 perioden.

a. **Kritieke demping treedt op als k minimaal gelijk is aan: $k=100000$**

(Maak de u - t grafiek. De massa mag de evenwichtstand niet passeren dus u blijft negatief) Kies simuleren in het modelvenster en dan de parameter k)

b. Selecteer het gewenste venster, kopieer met <Ctrl C> en plak met <Ctrl V> de gebruikte grafiek hier onder. Uit deze figuur moet je antwoord blijken.

