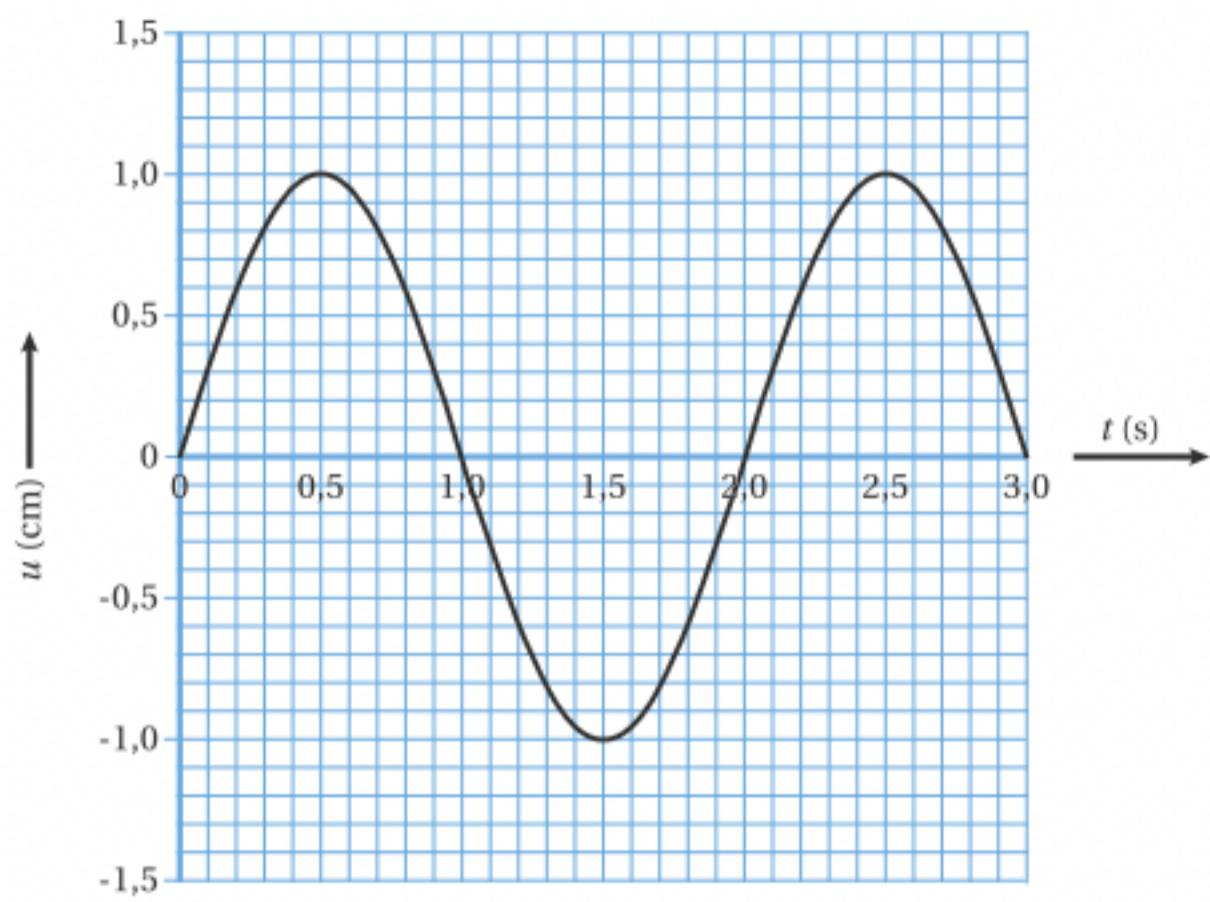


- 10 Een blokje met massa  $m$  trilt aan een veer met veerconstante  $C$ . De  $(u,t)$ -grafiek van deze trilling is sinusvormig. Zie figuur 9.26.



Figuur 9.26

- a Stel een formule op voor de uitwijking als functie van de tijd.
  - b Controleer je antwoord op vraag a door met je formule de uitwijking te berekenen op  $t = 0,70 \text{ s}$  en  $t = 1,2 \text{ s}$ .
- Ook de  $(F_{\text{res}},t)$ -grafiek blijkt sinusvormig te zijn.
- c Leg dit uit.
  - d Maak een schets van het  $(F_{\text{res}},t)$ -diagram.
- Hang je een tweede blokje met massa  $m$  aan de veer, dan verandert de trillingstijd.
- e Bereken in twee significante cijfers hoe groot de nieuwe trillingstijd is.

#### Opgave 10

- a De formule voor de uitwijking als functie van de tijd stel je op met de waarden voor de amplitude en de trillingstijd.  
De waarden voor de amplitude en de trillingstijd bepaal je in figuur 9.26.

$$u = A \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right)$$

$A = |u_{\max}| = 1,0 \text{ cm}$  (aflezen in figuur 9.26 van het boek)  
 $T = 2,0 \text{ s}$  (aflezen in figuur 9.26 van het boek)

$$u = 1,0 \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{2} \cdot t\right) = 1,0 \cdot \sin(\pi t)$$

$$u = 1,0 \cdot \sin(\pi t)$$

- b Met  $t = 0,70 \text{ s}$ :  
 $u = 1,0 \cdot \sin(0,70 \cdot \pi)$   
 $u = 0,809 \text{ cm}$  (De rekenmachine moet in radialen (RAD) rekenen.)  
Afgerond:  $u = 0,81 \text{ cm}$ .  
Afwegen van figuur 9.26 geeft dezelfde waarde.

Met  $t = 1,2 \text{ s}$ :  
 $u = 1,0 \cdot \sin(1,2 \cdot \pi)$   
 $u = -0,587 \text{ cm}$

Afwegen van figuur 9.26 geeft dezelfde waarde.

- c Dat de  $(F_{\text{res}},t)$ -grafiek ook sinusvormig is, leg je uit door de formules voor de resulterende kracht en voor de uitwijking van een harmonische trilling te combineren.

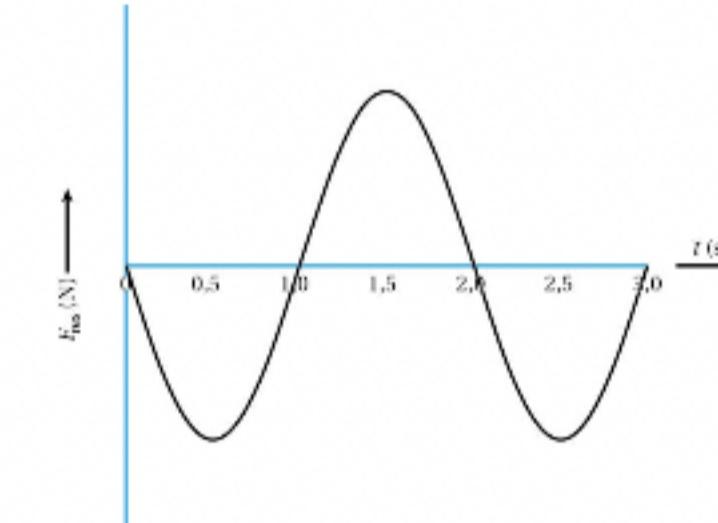
Voor een blokje aan een veer geldt  $F_{\text{res}} = -C \cdot u$ .

Als je dit combineert met  $u = A \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right)$  volgt daaruit

$$F_{\text{res}} = -C \cdot u = -C \cdot A \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right) = -F_{\max} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right).$$

Ook deze formule geeft een grafiek die sinusvormig is.

- d Zie figuur 9.4.



Figuur 9.4

De belangrijkste kenmerken van je schets zijn:

- De kracht verandert sinusvormig met de tijd.
- De nulpunten van het  $(F_{\text{res}},t)$ -diagram vallen samen met die van het  $(u,t)$ -diagram.
- Vanwege het minteken is de  $(F_{\text{res}},t)$ -grafiek gespiegeld ten opzichte van de  $(u,t)$ -grafiek.

- e De nieuwe trillingstijd bereken je met de formule voor de trillingstijd van een massa-veersysteem.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{C}}$$

De veerconstante  $C$  verandert niet.

Hang je een tweede blokje met massa  $m$  aan de veer, dan wordt de massa 2 keer zo groot.

De trillingstijd is recht evenredig met  $\sqrt{m}$ . Als  $m$  2 keer zo groot wordt, wordt de trillingstijd dus  $\sqrt{2}$  keer zo groot.

In figuur 9.26 van het boek geldt  $T = 2,0 \text{ s}$ . Dus in de nieuwe situatie geldt  $T = \sqrt{2} \times 2,0 = 2,82 \text{ s}$ .  
Afgerond:  $T = 2,8 \text{ s}$ .