**Opgaven 3.1 – Zwaaien en dansen**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1** | ***a*¹** | Ja, de periode is 24 h. | – |
| | ***a*²** | Nee, de draaiing is geen beweging rondom een evenwichtsstand. | – |
| | ***b*** | $T = 24 \cdot 3600 = 86400$ s $\Rightarrow f = \dfrac{1}{86400} = 1{,}1574 \cdot 10^{-5}$ Hz | $1{,}1574 \cdot 10^{-5}$ Hz |
| | ***c*¹** | Ja, waarschijnlijk wel als er geen gekke golfslag is. | – |
| | ***c*²** | Ja, maar geen harmonische trilling. Een golfpatroon in water heeft geen sinusvorm. | – |
| **2** | ***a*** | $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}}$ met $\ell = 0{,}75$ m en $g = 9{,}81$ m/s$^2$. Invullen geeft $T = 1{,}7$ s | 1,7 s |
| | ***b*** | Nu is $g = 1{,}63$ m/s$^2$ (tabel 31) $\Rightarrow T = 4{,}3$ s | 4,3 s |
| **3** | ***a*** | Gebruik de snijpunten met de *t*-as om af te lezen; de tweede decimaal is een schatting.<br>eerste slinger: $2T = 5{,}15 - 0{,}92 = 4{,}23$ s $\Rightarrow T = 2{,}12$ s<br>tweede slinger: $2T = 4{,}55 - 0{,}85 = 3{,}70$ s $\Rightarrow T = 1{,}85$ s | 2,12 s<br>1,85 s |
| | ***b*** | $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}} \Rightarrow \ell = \dfrac{T^2 \cdot g}{4\pi^2}$ Invullen geeft :<br>$\ell = 1{,}11$ m en $\ell = 0{,}85$ m | 1,11 m<br>0,85 m |
| | ***c*¹** | 0,06 m | 0,06 m |
| | ***c*²** | Lees de grootste uitwijking af $\Rightarrow$ 0,14 m | 0,14 m |
| **4** | ***a*** | $t = \pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}} \Rightarrow \ell = \dfrac{t^2 \cdot g}{\pi^2}$ met $t = 1$ s $\Rightarrow \ell = 0{,}994$ m $= 1$ m | 1 m |
| | ***b*** | $\dfrac{\sqrt{9{,}81}}{\pi} = \dfrac{3{,}13209}{3{,}14159} = 0{,}99697 = 99{,}7\%$ Ze wijken dus 0,3% van elkaar af. | 0,3% |
| | ***c*** | $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}} = \dfrac{2\pi}{\sqrt{9{,}81}} \cdot \sqrt{\ell} \approx 2\sqrt{\ell}$ | – |
| **5** | ***a*** | Ja, de maximale uitslag zie je steeds kleiner worden. | – |
| | ***b*** | Nee, de hoek per periode blijft constant. | – |
| | ***c*¹** | $T = \dfrac{60}{45} = 1{,}33$ s | 1,33 s |
| | ***c*²** | $\alpha = 154°$ | 154° |
| | ***c*³** | Bij 360° hoort 1,33 s, bij 154° hoort dus: $t_\alpha = \dfrac{154}{360} \cdot 1{,}33 = 0{,}57$ s | 0,57 s |
| | ***d*** | $4T = 0{,}57$ s $\Rightarrow T = 0{,}14..$ s $\Rightarrow f = 7{,}0$ Hz | 7,0 Hz |
| **6** | ***a*** | $f = \dfrac{1}{8{,}3} = 0{,}12$ Hz | 0,12 Hz |
| | ***b*** | $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{9{,}81}} \Rightarrow 8{,}3 = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{9{,}81}} \Rightarrow \sqrt{\dfrac{\ell}{9{,}81}} = \dfrac{8{,}3}{2\pi}$<br>$\Rightarrow \dfrac{\ell}{9{,}81} = \left(\dfrac{8{,}3}{2\pi}\right)^2 \Rightarrow \ell = 9{,}81 \cdot \dfrac{8{,}3^2}{4\pi^2} = 17{,}1.. = 17$ m | 17 m |
| **7** | ***a*** | Gebruik de snijpunten met de *t*-as om af te lezen; de tweede decimaal is een schatting.<br>$2T = 2{,}54 - 0{,}45 = 2{,}09$ s $\Rightarrow T = 1{,}045$ s | 1,05 s |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | *b* | $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} \Rightarrow C = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = \frac{4\pi^2 \cdot 0{,}100}{1{,}045^2} = 3{,}6\ \text{N/m}$ | 3,6 N/m |
| 8 | *a* | Lees af: (0,10 m; 0,65 N)<br>$F = C \cdot u \Rightarrow C = 6{,}5$ N/m | 6,5 N/m |
| | *b¹* | $F_z = C \cdot u \Rightarrow 0{,}100 \cdot 9{,}81 = C \cdot 0{,}155 \Rightarrow C = 6{,}3$ N/m | 6,3 N/m |
| | *b²* | Vergelijk het verschil met het gemiddelde van de twee waarden:<br>afwijking = $\frac{0{,}2}{6{,}4} 100 = 3{,}1 = 3\%$ | 3% |
| 9 | *a* | $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} \Rightarrow 1{,}2 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{15}} \Rightarrow \sqrt{\frac{m}{15}} = \frac{1{,}2}{2\pi}$<br>$\Rightarrow \frac{m}{15} = \left(\frac{1{,}2}{2\pi}\right)^2 \Rightarrow m = 15 \cdot \frac{1{,}2^2}{4\pi^2} = 0{,}547.. = 0{,}55\ \text{kg}$ | 0,55 kg |
| | *b* | *T* is recht evenredig met $\sqrt{m}$.<br>*m* wordt 4x zo groot → *T* wordt $\sqrt{4}$ = 2x zo groot, dus *T* wordt 2·1,2 = 2,4 s | 2,4 s |

## Opgaven 3.2 − Fase en geluid

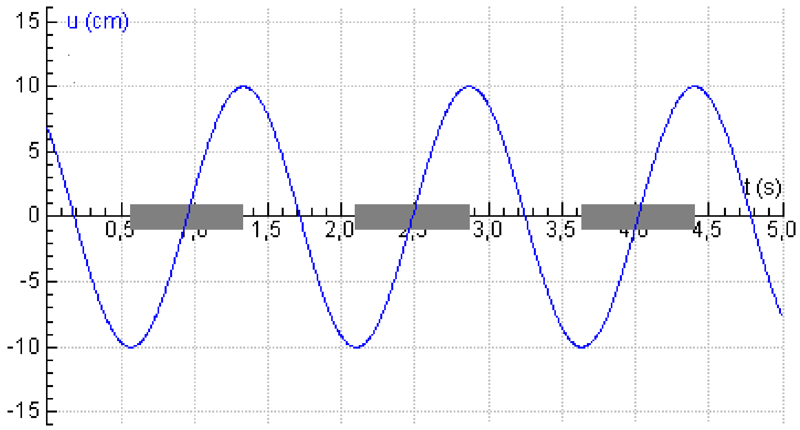
**10** ***a*** $3T = 4{,}8 - 0{,}2 = 4{,}6$ s $\Rightarrow$ $T = 1{,}5..$ s $\Rightarrow$ $½T = 0{,}8$ s
De omkeerpunten worden bereikt bij de toppen en de dalen van de grafiek ; die liggen $½T$ uit elkaar.
$t = 0{,}6 + n·0{,}8$ s

0,6 + $n$·0,8 s

***b*[1]** De evenwichtsstand wordt ook steeds na $½T$ bereikt:
$t = 0{,}2 + n·0{,}8$ s

0,2 + $n$·0,8 s

***b*[2]** Het gewicht beweegt naar rechts betekent: $v > 0$.

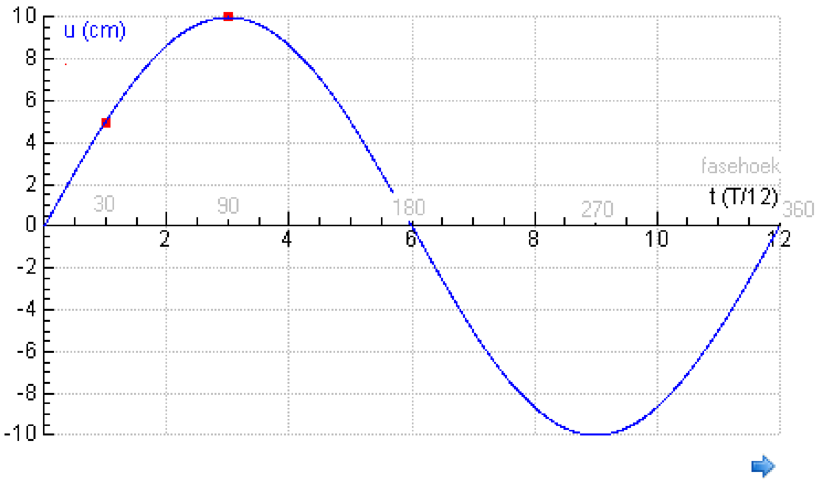



–

***c*** De $u(t)$-grafiek is een sinus. Daaruit volgt dat de trilling harmonisch is. –

**11** ***a*** *u(t)* is sinusvormig:de uitwijking van de evenwichtstand naar $½A$ duurt korter dan van $½A$ naar $A$. Een kwart trilling duurt dus korter dan 2 x 2,0 = 4,0 s, dus $T < 16$ s –

***b***




12 s

$u = A \cdot \sin\alpha$

$5{,}0 = 10{,}0 \cdot \sin\alpha \Rightarrow \sin\alpha = \frac{5{,}0}{10{,}0} = 0{,}50..$

$\Rightarrow \alpha = \sin^{-1}(0{,}50..) = 30° = \frac{1}{12} \cdot 360°$

Bij het eerste rode punt hoort dus $\alpha = 30°$ en $t = \frac{1}{12}T$ en bij het tweede hoort $\alpha = 90°$ en $t = \frac{1}{4}T$

Dus is de verandering in 2,0 s

$$\left.\begin{array}{l} u = \frac{1}{2}A \text{ na } \frac{1}{12}T \\ u = A \text{ na } \frac{1}{4}T \end{array}\right\} \Rightarrow 2{,}0 = \frac{1}{4}T - \frac{1}{12}T = (\frac{3}{12} - \frac{1}{12}) \cdot T = \frac{2}{12}T = \frac{1}{6}T$$

$\Rightarrow T = 6 \cdot 2{,}0 = 12$ s

***c***

$t(\text{top}) = \frac{1}{4}T = 3{,}0 \text{ s} \Rightarrow t = 3{,}0 + 5{,}0 = 8{,}0$ s

$\Rightarrow \alpha = \frac{360 \cdot t}{T} = \frac{360 \cdot 8{,}0}{12} = 240°$

$\Rightarrow u = 10{,}0 \cdot \sin 240 = -8{,}66.. = -8{,}7$ cm

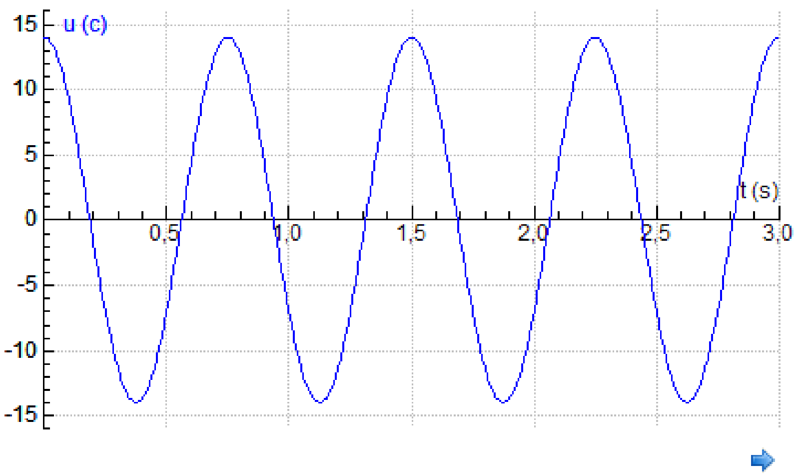
-8,7 cm

**12** ***a***

$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}14}{9{,}81}} = 0{,}75$ s

0,75 s

***b*** 3,0 s = 4*T*




–

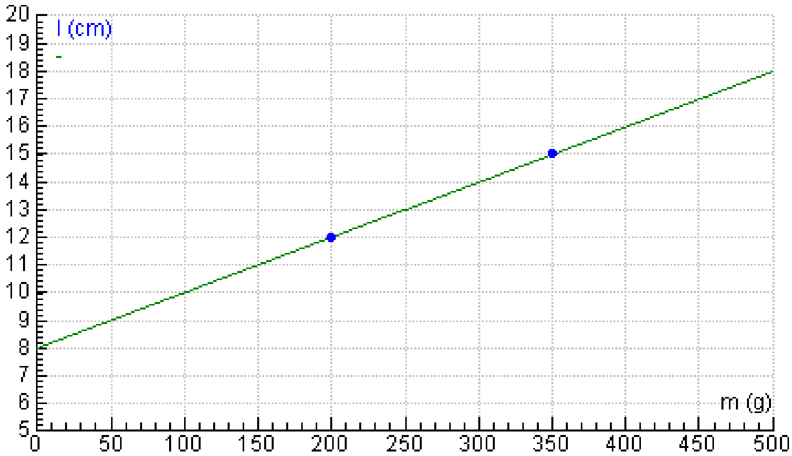
**13** ***a*** Als het ene atoom naar links gaat, gaat het andere naar rechts en omgekeerd. –

***b*** Tegenfase betekent $\Delta\varphi = ½$ ½

| | | | |
|---|---|---|---|
| **14** | | In een mensenleven kun je bijvoorbeeld onderscheiden kindsheid, jeugd, volwassenheid, ouderdom.<br>Dus de ontwikkelingsstadia die elk mens doorloopt.<br>In een jaar heb je op onze breedtegraad de steeds terugkerende seizoenen lente, zomer, herfst, winter. | – |
| **15** | ***a*** | $\phi(0) = \frac{1}{4} = 0{,}25$<br>want de bol begint in de eerste uiterste stand na het gebruikelijke beginpunt. | 0,25 |
| | ***b*** | Na 1,5·$T$<br>want na 0,5·$T$ is de bol voor de eerste keer in het laagste punt. Na nog een periode is hij daar opnieuw. | 1,5 |
| | ***c*** | $\phi = 0{,}25 + 1{,}5 = 1{,}75 \Rightarrow \phi^* = 0{,}75$<br>Vanaf het gebruikelijke beginpunt heeft de bol driekwart van zijn trilling voltooid. | 0,75 |
| **16** | ***a*** | Uif de figuur blijkt<br>$5 \cdot T = 9{,}2 - 1{,}0 = 8{,}2$ ms<br>$\Rightarrow T = \frac{1}{5} \cdot 8{,}0 = 1{,}64$ ms | 1,64 ms |
| | ***b*** | $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1{,}64 \cdot 10^{-3}} = 609{,}7.. = 6{,}10 \cdot 10^2$ Hz | $6{,}10 \cdot 10^2$ Hz |
| **17** | ***a*** | Het scherm is 10 schaaldelen breed $\Rightarrow$ 10 ms. | 10 ms |
| | ***b*** | Links is iets meer dan 3,75$T$ te zien en rechts ongeveer 7,5$T$.<br>Rechts staat de tijdbasis dus op 2 ms/sd. | 2 ms/sd |
| | ***c¹*** | 3,75$T$ = 10 ms $\Rightarrow$ $T = 2{,}67 \cdot 10^{-3}$ s $f = \frac{1}{T}$ $\Rightarrow$ f = 429 Hz | 2,67 ms<br>429 Hz |
| | ***c²*** | a1 met 440 Hz zit er het dichtste bij; de afwijking is 11 Hz<br>afwijking = $\frac{11}{440} 100 = 2{,}5\%$<br>Zo'n afwijking is zeer acceptabel. | 440 Hz |

**Opgaven hoofdstuk 3**

**18** Je kunt voor ***a*** en ***b*** gebruik maken van een grafiek, maar het hoeft niet.




| *l* (cm) | *m* (g) | *u* (cm) | Δ*m* (g) |
|---|---|---|---|
| 12 | 200 | 0 | 0 |
| 15 | 350 | 3 | 150 |
| | | 1 | 50 |
| 17 | ? → 200 + 250 | 5 | ? → 250 |
| ? → 12 + 6 | 500 | ? → 6 | 300 |

***a*** $u = \Delta l = 15 - 12 = 3$ cm bij $\Delta m = 350 - 200 = 150$ g
dus $u = 1$ cm bij $\Delta m = 50$ g
Dan is $u = \Delta l = 17 - 12 = 5$ cm bij $\Delta m = 5 \times 50 = 250$ g
en $m = 200 + 250 = 450$ g — 450 g

***b*** Bij $\Delta m = 500 - 200 = 300$ g (= 6 x 50 g) hoort $\Delta l = 6$ cm
dus $l = 12 + 6 = 18$ cm — 18 cm

***c***
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} \sim \sqrt{m} \Rightarrow T_1 : T_4 = \sqrt{200} : \sqrt{500} = 1 : 1{,}58..$$
$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f_1 : f_4 = 1{,}58.. : 1 = 1{,}6 : 1$$
1,6 : 1

**19** ***a*** De massa's verhouden zich als de dichtheden, dus:
$m_{Al} : m_{Pb} = 2{,}70 : 11{,}3 = 1 : 4{,}19$ — 1 : 4,19

***b***
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} \Rightarrow T \text{ is evenredig met } \sqrt{m} \Rightarrow$$
$$T_{Al} : T_{Pb} = 1 : \sqrt{\frac{1}{4{,}19}} = 1 : 0{,}49 = 2{,}0 : 1$$
2,0 : 1

**20** ***a***
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{980}{1{,}3 \cdot 10^5}} = 0{,}54.. = 0{,}55 s$$
0,55 s

***b*** Als de auto die 11 m aflegt in 1*T* gaat hij resoneren $\Rightarrow$ $v = \frac{11}{0{,}55} = 20$ m/s = 72 km/h — 72 km/h

Als de auto er 2*T* over doet, gaat hij ook resoneren. Bij de dubbele snelheid niet.

**21** ***a*** De auto zakt in door het gewicht van de passagiers.

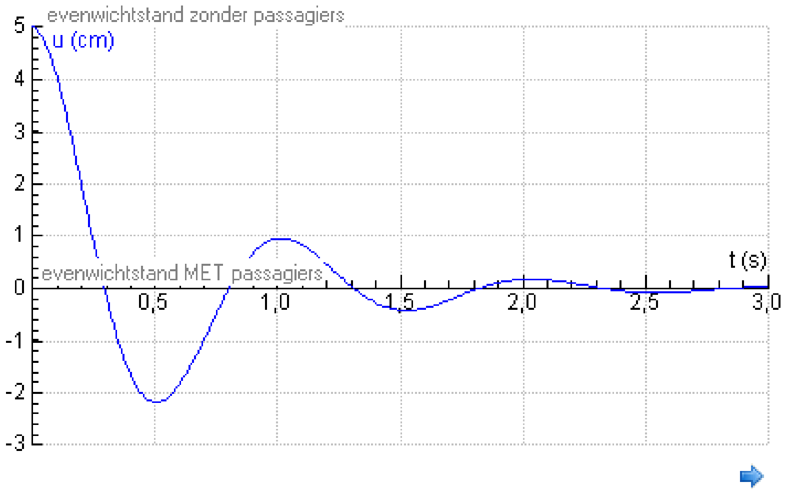
$F = C \cdot u$

$\Rightarrow 250 \cdot 9{,}81 = 5{,}0 \cdot 10^4 \cdot u \Rightarrow u = 0{,}0490.. = 0{,}049$ m — 4,9 cm

***b*** De gehele massa, auto én passagiers, trilt.

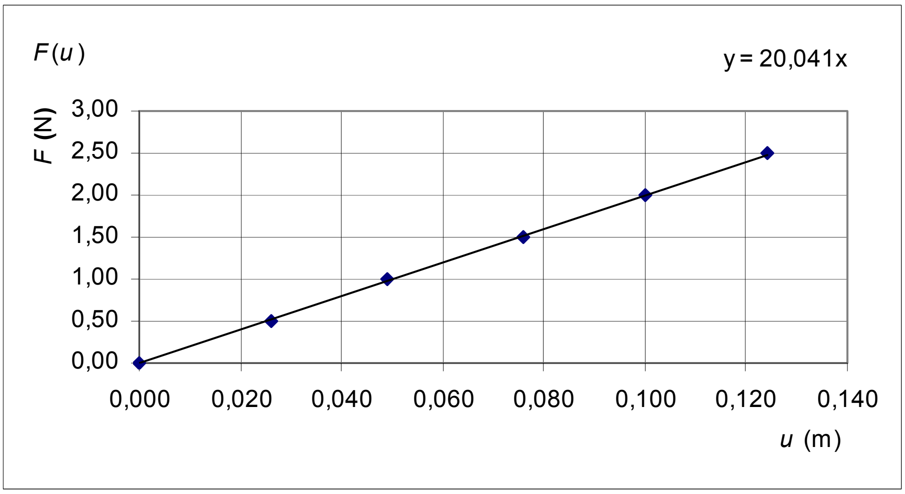
$T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{C}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{1250}{5{,}0 \cdot 10^4}} = 0{,}993.. = 0{,}99$ s — 0,99 s

***c***




–

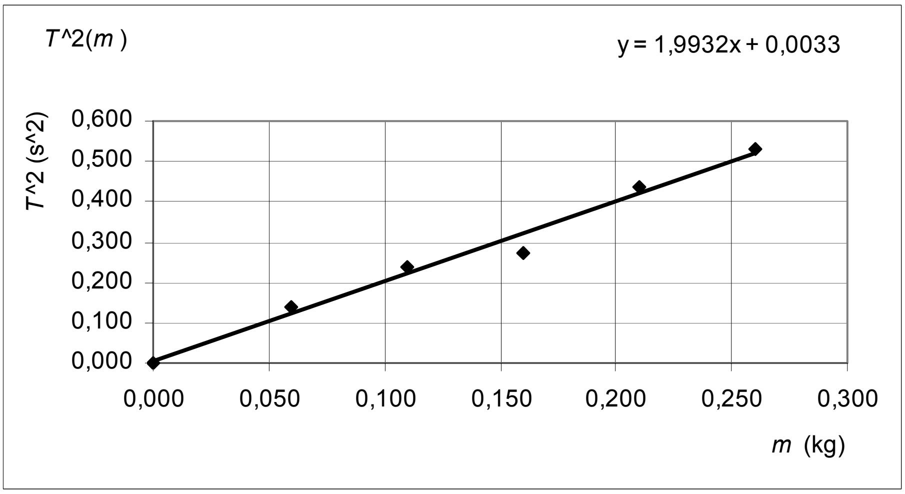
**22** ***a***[1]




–

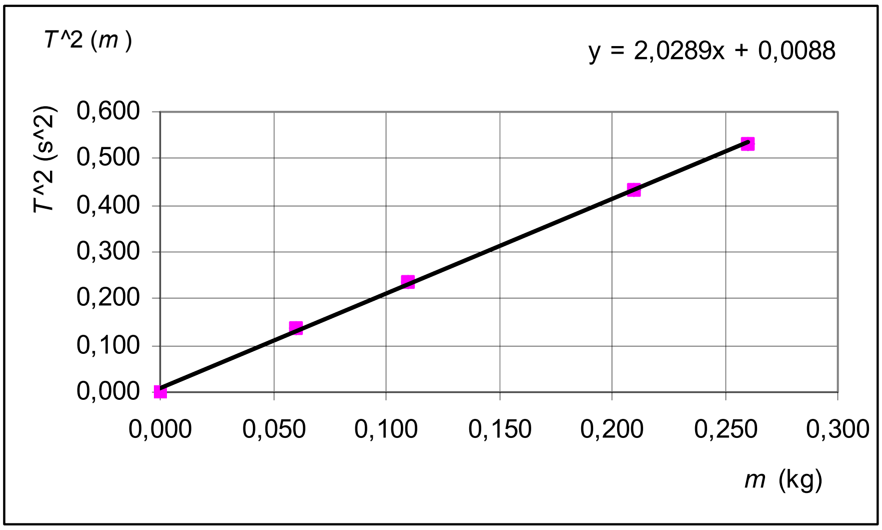
***a***[2] Uit y = 20,041x en $F = C \cdot u$ volgt $C = 20$ N/m — 20 N/m

***b***[1]




–

***b²*** Bij de meting bij 160 g is een fout gemaakt, want dat punt ligt ver van de trendlijn verwijderd. Als je dat punt weglaat, ziet de trendlijn er meteen beter uit.




–

***c¹*** $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{C}\cdot m \Rightarrow \frac{4\pi^2}{C}$ is de helling van de $T^2(m)$-grafiek.

–

***c²*** De helling van de trendlijn is 1,9932 $\Rightarrow \frac{4\pi^2}{C} = 2{,}0 \Rightarrow C = \frac{4\pi^2}{2{,}0} = 20$ N/m

Dat klopt met de bij ***a²*** berekende waarde.

20 N/m

**23** $T = 2\sqrt{R} = 2\sqrt{2} = 2{,}82..$ s en 10 s $= \frac{10}{2{,}82..} = 3{,}53..$

De skater stond rechtsboven. Na 3,5 perioden staat hij linksboven. In elke periode passeert hij 2 x het onderste punt. In totaal 3,5 x 2 = 7 x.

7

**24** ***a*** $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} = 2\pi\sqrt{\frac{13}{8000}} = 0{,}253..$ s

$\Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}253..} = 3{,}94.. = 3{,}9$ Hz

3,9 Hz

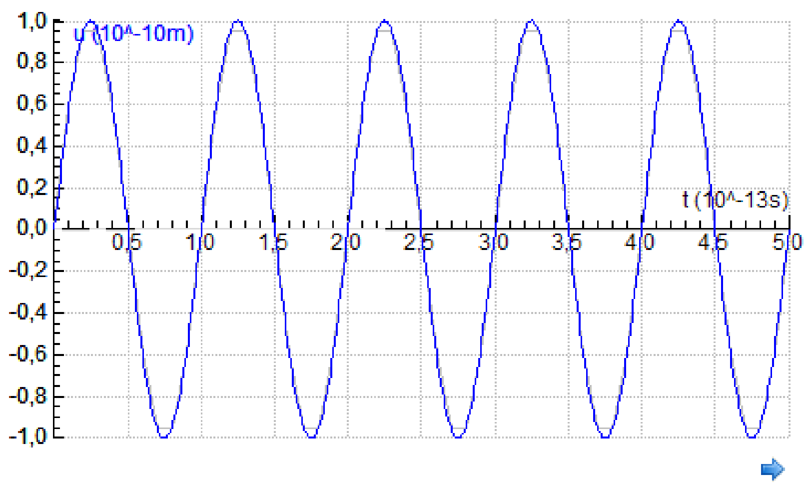
***b*** Als je op de plank staat, trilt er een grotere massa. Stel, je massa is 60 kg, dan

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} = 2\pi\sqrt{\frac{73}{8000}} = 0{,}600..\text{ s} \Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}600..} = 1{,}66.. = 1{,}7$ Hz

Je zou met die frequentie op de plank moeten dansen om resonantie te krijgen

1,7 Hz

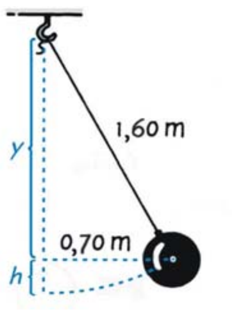
**25** ***a***




–

***b*** $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{C}{m}} \Rightarrow C = 4\pi^2 m f^2 = 3{,}9..\cdot 10^2 = 4\cdot 10^2$ N/m

$4\cdot 10^2$ N/m

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **c** | $F_{max} = C{\cdot}A = 4{\cdot}10^2{\cdot}1{\cdot}10^{-10} = 4{\cdot}10^{-8}$ N | $4{\cdot}10^{-8}$ N |
| **26** | **a** | $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{C}}$ moet links en rechts gelijk zijn.<br>$\Rightarrow \dfrac{90}{5{,}0} = \dfrac{120}{C} \Rightarrow C = 120 \cdot \dfrac{5{,}0}{90} = 6{,}66.. = 6{,}7$ N/m | 6,7 N/m |
| | **b** | Links is $5{,}0 = \dfrac{k}{50} \Rightarrow k = 5{,}0 \cdot 50 = 250$<br>Rechts geldt $6{,}66.. = \dfrac{250}{N} \Rightarrow N = \dfrac{250}{6{,}66..} = 37{,}5$<br>Er moeten rechts 50 − 37,5 = 12,5 windingen afgeknipt worden. | 12,5 |
| **27** | **a** | Het middelste belletje. Daarvan is de slingerlengte, dus de eigenfrequentie, even groot als die van de bol links. | – |
| | **b** | Er is resonantie als $T_{slinger} = T_{veer}$, dus als<br>$2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{C}} \Rightarrow \dfrac{\ell}{g} = \dfrac{m}{C}$<br>$\Rightarrow \dfrac{\ell}{9{,}81} = \dfrac{0{,}200}{7{,}0} \Rightarrow \ell = 0{,}280.. = 0{,}28$ m | 28 cm |
| **28** | | $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{C}} \Rightarrow \sqrt{\dfrac{m}{C}} = \dfrac{T}{2\pi} \Rightarrow \dfrac{m}{C} = \left(\dfrac{T}{2\pi}\right)^2 \Rightarrow m = C \cdot \dfrac{T^2}{4\pi^2}$ | |
| | **a** | $m_{stoel} = 800 \cdot \dfrac{1^2}{4\pi^2} = 20{,}2.. = 20$ kg | 20 kg |
| | **b** | $m_{stoel+astronaute} = 800 \cdot \dfrac{2^1}{4\pi^2} = 81{,}0..$ kg<br>$\Rightarrow m_{astronaute} = 81{,}0.. - 20{,}2.. = 60{,}7.. = 61$ kg | 61 kg |
| **29** | **a** | De glijder bevindt zich links van de evenwichtsstand, dus de nettokracht is naar rechts. | – |
| | **b** | $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{C}}$ dus: $0{,}70 = 2\pi\sqrt{\dfrac{0{,}150}{C}} \Rightarrow C_{totaal} = \dfrac{4\pi^2{\cdot}0{,}150}{0{,}70^2} = 12$ N/m | 12 N/m |
| | **b** | De veren 'werken samen', dus $C_{totaal} = C_1 + C_2 \Rightarrow C_1 = 6$ N/m | 6 N/m |
| **30** | **a** | $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{1{,}60}{9{,}81}} = 2{,}537.. = 2{,}54$ s | 2,54 s |
| | **b** | $v_{max} = \dfrac{2\pi A}{T} = \dfrac{2\pi \cdot 0{,}70}{2{,}537..} = 1{,}73.. = 1{,}7$ m/s | 1,7 m/s |
| | **c** | $E_{trilling} = E_{k,max} = \tfrac{1}{2} m \cdot v_{max}{}^2 = \tfrac{1}{2} \cdot 0{,}200 \cdot (1{,}73..)^2 = 0{,}300.. = 0{,}30$ J | 0,30 J |
| | **d** | <br>$\left.\begin{array}{l} h = \ell - y = 1{,}60 - y \\ y = \sqrt{1{,}60^2 - 0{,}70^2} = 1{,}438.. \end{array}\right\} \Rightarrow h = 1{,}60 - 1{,}438.. = 0{,}161.. = 0{,}16$ m | 0,16 m |

| | | |
|---|---|---|
| ***e*** | $E_z \rightarrow E_k$<br>$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m \cdot v_{\max}{}^2 \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$<br>$\Rightarrow v_{\max} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}161..} = 1{,}778.. = 1{,}78 \text{ m/s}$ | 1,78 m/s |
| ***f*** | *1^e^ manier*<br>$v_{\max} = \frac{2\pi A}{T} = \frac{2\pi \cdot 1{,}60}{2{,}537..} = 3{,}961.. = 3{,}96 \text{ m/s}$<br>Maar de uitwijking is bepaald niet ‘klein’. | 3,96 m/s |
| | *2^e^ manier*<br>$v_{\max} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}60} = 5{,}602.. = 5{,}60 \text{ m/s}$<br>Deze uitkomst zal veel dichter bij de werkelijkheid liggen. | 5,60 m/s |

## Toets

**1** **De polsfrequentiemeter van Galilei**

*a*

$$T = \frac{60}{50} = 1{,}2\text{ s}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \qquad 1{,}2 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{9{,}81}} \Rightarrow \ell = \frac{1{,}2^2 \cdot 9{,}81}{4\pi^2} = 0{,}36\text{ m}$$

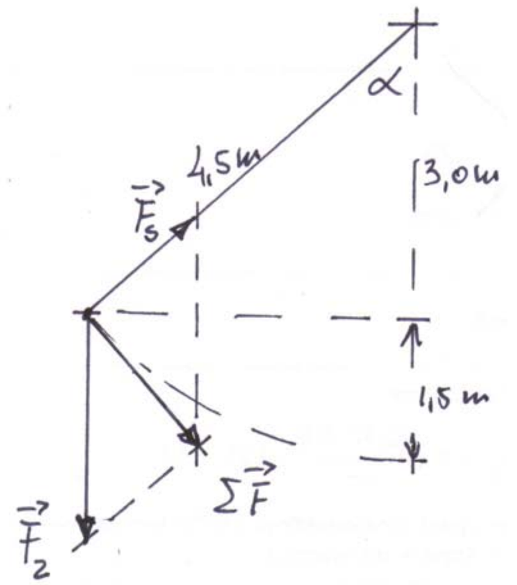
0,36 m

*b* Je hartslag is dan sneller, dus $T$ is kleiner, dus je moet $\ell$ kleiner maken. –

**2** **In het circus**

*a* $E_z \rightarrow E_k$ $mgh = ½mv^2$ streep $m$ weg $\Rightarrow$ $v = 5{,}4$ m/s — 5,4 m/s

*b[1]*
*b[2]*




$$\cos\alpha = \frac{3{,}0}{4{,}5} \Rightarrow \alpha = 48°$$

48°

*c[1]* Als je je afzet, bots je tegen je partner aan. Dat is gevaarlijk. De koppeling moet plaatsvinden als jullie beiden stilstaan. –

*c[2]*

$$T_{jou} = 2\pi\sqrt{\frac{4{,}5}{9{,}81}} = 4{,}25..\text{ s} \quad T_{partner} = 1{,}5 \cdot 4{,}25.. = 6{,}38\text{ s}$$

$$6{,}38.. = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{9{,}81}} \Rightarrow \ell = 10{,}1.. = 10\text{ m}$$

10 m

**3** **Een trillend zaagblad**

*a* $5T = 2{,}00 - 0{,}14 = 1{,}86$ s $\Rightarrow$ $T = 0{,}37$ s $f = 1/T$ $\Rightarrow$ $f = 2{,}7$ Hz — 2,7 Hz

*b* Je zou een $u(t)$-grafiek moeten bepalen en nagaan of die harmonsich is. –

*c* $m_{slim} = 72\text{ g} = 72 \cdot 10^{-3}$ kg — 72 g

*d*

$$0{,}32 = 2\pi\sqrt{\frac{72 \cdot 10^{-3}}{C}} \Rightarrow C = \frac{4\pi^2 \cdot 72 \cdot 10^{-3}}{0{,}32} = 8{,}88.. = 8{,}9\text{ N/m}$$

8,9 N/m