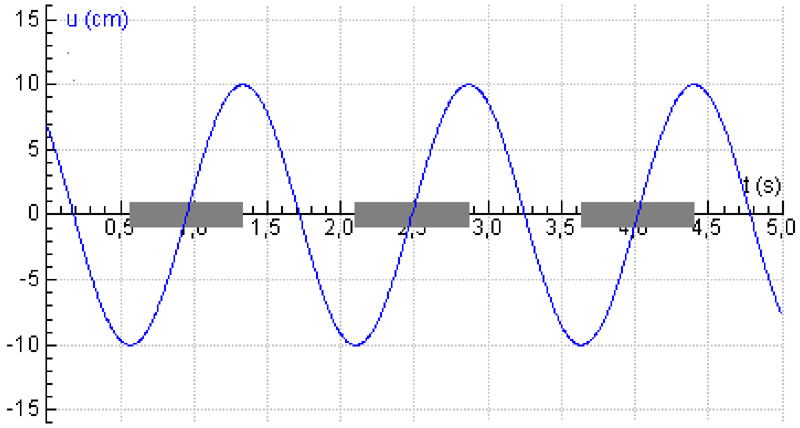
Als je een ander antwoord vindt, zijn er minstens twee mogelijkheden:
óf dit antwoord is fout, óf jouw antwoord is fout.
Als je er (vrijwel) zeker van bent dat een antwoord fout is, stuur dan een briefje naar www.stevin.info. Alvast bedankt.

Opgaven 7.1 – Trillingen

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 $\Rightarrow f = \frac{1}{86400} = 1{,}1574{\cdot}10^{-5}$ 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***	Gebruik de snijpunten met de *t*-as om af te lezen; de tweede decimaal is een schatting. eerste: $3T = 2{,}75 - 0{,}33 = 2{,}42$ s $\Rightarrow T = 0{,}81$ s tweede: $2T = 2{,}69 - 0{,}48 = 2{,}21$ s $\Rightarrow T = 1{,}1$ s derde: $2T = 2{,}53 - 0{,}46 = 2{,}07$ s $\Rightarrow T = 1{,}0$ s	0,81 s 1,1 s 1,0 s
	b	Herschrijf $T = 2\pi{\cdot}\sqrt{(m/C)}$ tot $C = 4\pi^2 m / T^2$ en vul $m = 0{,}100$ kg en T in: $C_{\text{sterk}} = 4\pi^2{\cdot}0{,}100 / 0{,}81^2 = 6{,}0$ N/m $C_{\text{slap}} = 4\pi^2{\cdot}0{,}100 / 1{,}0^2 = 3{,}9$ N/m	6,0 N/m 3,9 N/m
	c[1]	0,035 m	0,035 m
	c[2]	Lees de grootste uitwijking af $\Rightarrow$ 0,090 m. De amplitude hangt niet van het tijdstip af.	0,090 m
3	***a***	Ja, de maximale uitslag zie je steeds kleiner worden.	–
	b	Nee, de hoek per periode blijft constant.	–
	c[1]	$T = \frac{60}{45} = 1{,}33$ s	1,33 s
	c[2]	$\alpha = 154^\circ$	154º
	c[3]	Bij 360º hoort 1,33 s, bij 154º hoort dus: $t_\alpha = \frac{154}{360}{\cdot}1{,}33 = 0{,}57$ s	0,57 s
	d	$4T = 0{,}57$ s $\Rightarrow T = 0{,}14..$ s $\Rightarrow f = 7{,}0$ Hz	7,0 Hz
4	***-***	Na 0,5*T* is de bol voor de eerste keer in het laagste punt. Dus is de bol na 1,5*T* voor de tweede keer in het laagste punt.	1,5*T*
5	***a***	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} \Rightarrow 1{,}2 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{15}} \Rightarrow \sqrt{\frac{m}{15}} = \frac{1{,}2}{2\pi}$ $\Rightarrow \frac{m}{15} = \left(\frac{1{,}2}{2\pi}\right)^2 \Rightarrow m = 15\cdot\frac{1{,}2^2}{4\pi^2} = 0{,}547.. = 0{,}55$ kg	0,55 kg
	b	*T* is recht evenredig met $\sqrt{m}$. *m* wordt 4x zo groot $\Rightarrow$ *T* wordt $\sqrt{4}$ = 2x zo groot, dus *T* wordt $2{\cdot}1{,}2 = 2{,}4$ s	2,4 s
6	***a***[1]	$3T = 4{,}8 - 0{,}2 = 4{,}6$ s $\Rightarrow T = 1{,}5..$ s $\Rightarrow \frac{1}{2}T = 0{,}8$ s De omkeerpunten worden bereikt bij de toppen en de dalen van de grafiek ; die liggen ½*T* uit elkaar. $t = 0{,}6 + n{\cdot}0{,}8$ s	$0{,}6 + n{\cdot}0{,}8$ s
	a[2]	De evenwichtsstand wordt ook steeds na ½*T* bereikt: $t = 0{,}2 + n{\cdot}0{,}8$ s	$0{,}2 + n{\cdot}0{,}8$ s

	b	Het gewicht beweegt naar rechts betekent: $v > 0$. Dus gedurende de grijze balken op de *t*-as.	–



	c	De *u*(*t*)-grafiek is een sinus. Daaruit volgt dat de trilling harmonisch is.	–
7	***a***	$m = \rho V$. De massa's *m* verhouden zich als de dichtheden ρ, want V_{bol} is gelijk. $m_{Al} : m_{Pb} = 2{,}70 : 11{,}3 = 1 : 4{,}19$	1 : 4,19
	b	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} \Rightarrow T$ 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

		Opgaven 7.2 – Lopende golven en geluid	
8	*a*	Het geluid legt de afstand twee keer af: $2\ell = 343 \cdot 0{,}25 \Rightarrow \ell = 42{,}9$ m	43 m
	b	De afstand blijft hetzelfde. Volgens tabel 15A van *Binas* is de snelheid nu kleiner, dus duurt het langer voor je de echo hoort.	–
9	*a*	Je hoort het geluid via het ijzer en via de lucht. De snelheden zijn verschillend.	–
	b	$\Delta t = \frac{150}{343} - \frac{150}{5{,}1 \cdot 10^3} = 0{,}437 - 0{,}029 = 0{,}41\text{ s}$	0,41 s
	c	Als je schuin slaat, komt de staaf zowel in transversale als in longitudinale trilling. Zie proef 8. Die twee snelheden verschillen. Het antwoord is dus drie keer.	
10	*a*	Nee. Geluid plant zich niet voort door vacuüm.	–
	b	Er zit geen tijd tussen. Bij het zien van de flits speelt de lichtsnelheid een rol en bij het radiocontact ook.	0 s
11	*a*	tabel 15A ijzer: $5{,}1 \cdot 10^3$ m/s ; water van 273 K: $1{,}403 \cdot 10^3$ m/s ; lucht van 273 K: 332 m/s	$5{,}1 \cdot 10^3$ m/s $1{,}403 \cdot 10^3$ m/s 332 m/s
	b	Pas $\lambda = \frac{v}{f}$ toe $\Rightarrow$ 10,2 m ; 2,81 m ; 0,664 m	10,2 m 2,81 m 0,664 m
12	*a*	Tussen de twee ontvangsten zit een tijdsverschil.	–
	b	$t_1 = \frac{50}{343} = 0{,}15\text{ s}$ en $t_2 = \frac{2 \times 36000 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^8} = 0{,}24\text{ s}$ Het directe geluid vanaf de luidsprekers wint.	–
	c	$\Delta t = 0{,}09$ s	0,09 s
13	*a*	Uit de figuur blijkt $5 \cdot T = 9{,}2 - 1{,}0 = 8{,}2\text{ ms}$ $\Rightarrow T = \frac{1}{5} \cdot 8{,}0 = 1{,}64\text{ ms}$	1,64 ms
	b	$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1{,}64 \cdot 10^{-3}} = 609{,}7.. = 6{,}10 \cdot 10^2\text{ Hz}$	$6{,}10 \cdot 10^2$ Hz
14	*a*	De schokgolf is longitudinaal, want in het verlengde van de klap.	–
	b	Tabel 15A: $3{,}8 \cdot 10^3$ m/s. $26 \cdot 10^{-3} = 3{,}8 \cdot 10^3 \cdot t \Rightarrow t = 6{,}8 \cdot 10^{-6}$ s = 0,0068 ms	0,0068 ms

Opgaven 7.3 – Staande golven en muziekinstrumenten

15 ***a*** Tussen knoop en buik zit ¼λ → ℓ = ¼λ, dus λ = 4ℓ = 4·2,5 = 10 cm

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{0{,}10} = 3{,}4 \cdot 10^3 \text{ Hz}$$

3,4 kHz

b $\lambda = 4\ell = 4 \cdot 2 = 8$ dm ⇒ $f = \frac{343}{0{,}8} = 4{,}3 \cdot 10^2$ Hz $= 4 \cdot 10^2$ Hz

$4 \cdot 10^2$ Hz

16 ***a*** Het scherm zorgt voor een 'spiegelbeeldluidspreker' en zo ontstaat er een staande golf met buiken en knopen.

In een knoop is de snelheid van de luchtdeeltjes nul, maar de druk*variatie* het grootst (want de luchtdeeltjes bewegen er naar toe en vanaf) en zal de microfoon een signaal doorgeven aan de versterker en gaat het lampje aan.

–

b

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{3{,}4 \cdot 10^3} = 0{,}10 \text{ m}$$

De afstand tussen twee knopen is ½λ dus 5,0 cm.

5,0 cm

17 ***a*** Tussen twee knopen zit 0,5λ.

Bij de grondtoon is dit gelijk aan de lengte van de snaar: ℓ = 0,5λ

0,5λ

b Tussen een buik en een knop zit 0,25λ.

0,25λ

c De grondtoon is 110 Hz (ℓ = ½λ) . De 1^e boventoon is 2·110 = 220 Hz (ℓ = λ) en de 2^e boventoon 3·110 = 330 Hz (ℓ = 1½λ) en de 3^e boventoon 4·110 = 440 Hz (ℓ = 2λ).
De snaar is dan 2λ lang. Dus: 2λ = 0,65 m ⇒ λ = 0,325 m

0,33 m

18 ***a*** Tabel 15A $5{,}08 \cdot 10^3$ m/s

$5{,}08 \cdot 10^3$ m/s

b Bij je vingers bevindt zich een knoop, de staaf is dus ½λ lang ⇒ λ = 2,00 m

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{5{,}08 \cdot 10^3}{2} = 2{,}54 \cdot 10^3 \text{ Hz}$$

$2{,}54 \cdot 10^3$ Hz

c De geluidsnelheid *v* in koper is kleiner dan in aluminium. De λ is voor beide staven gelijk. Uit $\lambda = v / f$ volgt dan dat *f* lager is → lagere toon.

lager

19 ***a*** De buis is aan beide kanten open. Je kunt deze proef op verschillende manieren doen.

1) Je slaat *transversaal* met de zijkant van je hand op een uiteinde. Bij een buis van soepel plastic hoor je dan een toon. In dit geval is ℓ = ½λ.

2) Je slaat *longitudinaal* met je vlakke hand, maar met gespreide vingers, tegen het uiteinde. Nu kun je ieder soort buis gebruiken, bijvoorbeeld van karton waar je een poster in verzendt. In dit geval is ook ℓ = ½λ.

3) Je slaat weer *longitudinaal*, maar nu zorg je ervoor dat je met de palm van je hand de buis tijdens de klap afsluit. Haal je hand niet te snel weg. Nu is ℓ = ¼λ.

<u>Oplossingen</u>

ℓ = ½λ dus λ = 2,00 m

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{2{,}00} = 172 \text{ Hz}$$

ℓ = ¼λ dus λ = 4,00 m

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{4{,}00} = 86 \text{ Hz}$$

Eigenlijk is λ wat langer, want de buiken bevinden zich iets buiten de buis. De tonen zijn dus wat lager.

$1{,}7 \cdot 10^2$ Hz
of
86 Hz

b Je sluit dan één uiteinde. We gaan uit van een buis die ½λ lang was; die wordt nu ¼λ lang, dus λ = 4,00 m. De toon wordt 85 Hz.

85 Hz

	c	$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{110} = 3{,}12$ m Tussen twee buiken zit ½λ. ½λ = 1,56 m → ℓ + 0,04 = 1,56 ⇒ ℓ = 1,52 m	1,52 m
20	*a*	resonantie	
	*b*1	B K B	
	*b*2	ℓ = ½λ → λ = 2ℓ = 2·3,0 = 6,0 m	6,0 m
	c	$\lambda = v / f$ ⇒ f_{toon} = 400 / 6,0 = 66,6.. Hz Delen door 4 want per cilinder; maal 2, want motor draait 2 keer zo snel. f_{motor} = 66,6.. / 2 = 33 Hz (= 2000 toeren per minuut)	33 Hz (2000 tpm)
21	*a*	Aan beide uiteinden een open uiteinde, dus buik. De fles is 0,5λ lang ⇒ λ = 0,60 m $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{0{,}60} = 572$ Hz	$5{,}7 \cdot 10^2$ Hz
	b	Een kortere fles geeft een kortere λ dus een hogere toon. Die fles zal beter werken.	–

Opgaven 7.4 – Informatieoverdracht

22	***a1***	Tabel 19B: VHF	–
	a2	$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2{,}997925 \cdot 10^8}{1{,}56700 \cdot 10^8} = 1{,}91316\ \text{m}$	1,91316 m
	b	Het is de frequentie van de draaggolf. De frequentie van de audiogolf is maximaal 10 kHz.	–
	c	Bij FM wordt de frequentie niet beïnvloed door onweer, bij AM de amplitude wel.	
23	***a***	17 kHz – 20 Hz = 17 kHz	17 kHz
	b	200 + 7,5 kHz = 7,7 kHz	7,7 kHz
	c	De bandbreedte is te smal zodat er te weinig informatie in past om de muziek goed te laten klinken.	–
	d	Drie kanalen op 86 – 47 = 39 MHz. Dus 39/3 = 13 MHz per kanaal.	7,0 MHz
24	***a***	$\text{aantal stappen van } 0{,}30\ \text{MHz} = \frac{108{,}00 - 87{,}30}{0{,}30} = 69 \Rightarrow$ er passen 70 kanalen in de band.	–
	b[1]	$f = 87{,}30 + 39 \times 0{,}30 = 99{,}00$ MHz	99,00 MHz
	b[2]	$\lambda = c/f = 2{,}998 \cdot 10^8 / 99{,}00 \cdot 10^6 = 3{,}028$ m	3,028 m
25	***a***	AM: amplitudemodulatie FM: frequentiemodulatie	–
	b	BIj FM zijn de zijbanden het grootst.	–
	c[1]	Ja	ja
	c[2]	Nee	nee
26	***a***	Nee	nee
	b	$f_{terug} = 1{,}086 \cdot 2{,}11 = 2{,}29$ GHz $f_{heen,\ max} = 2{,}11$ GHz + 40 MHz = 2,15 GHz. Dit is minder dan 2,29 GHz dus interferentie is uitgesloten	–
27	***a***	Hier is frequentiemodulatie toegepast.	–
	b1	Het eerste signaal is het audiosignaal.	–
	b2	Het tweede hoort bij de draaggolf.	–
	c	Als het audiosignaal negatief is, zie je dat de afstand tussen de pieken groter wordt, dus dat de frequentie lager is.	–

Opgaven hoofdstuk 7

28 ***a*** $u = \Delta\ell = 15 - 12 = 3$ cm bij $\Delta m = 350 - 200 = 150$ g
dus $u = 1$ cm bij $\Delta m = 50$ g
Dan is $u = \Delta\ell = 17 - 12 = 5$ 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 $\Delta\ell = 6$ cm
dus $\ell = 12 + 6 = 18$ 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

29 ***a***

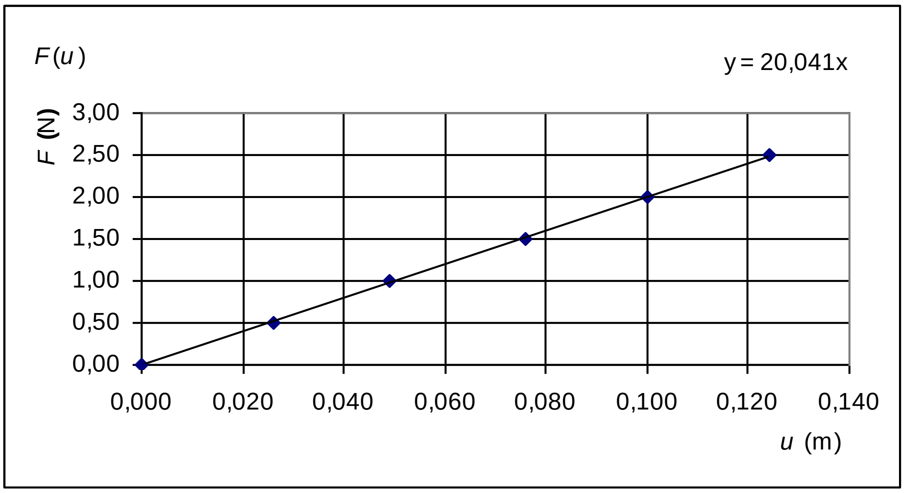
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{980}{1{,}3 \cdot 10^5}} = 0{,}54.. = 0{,}55\,s$$

0,55 s

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

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

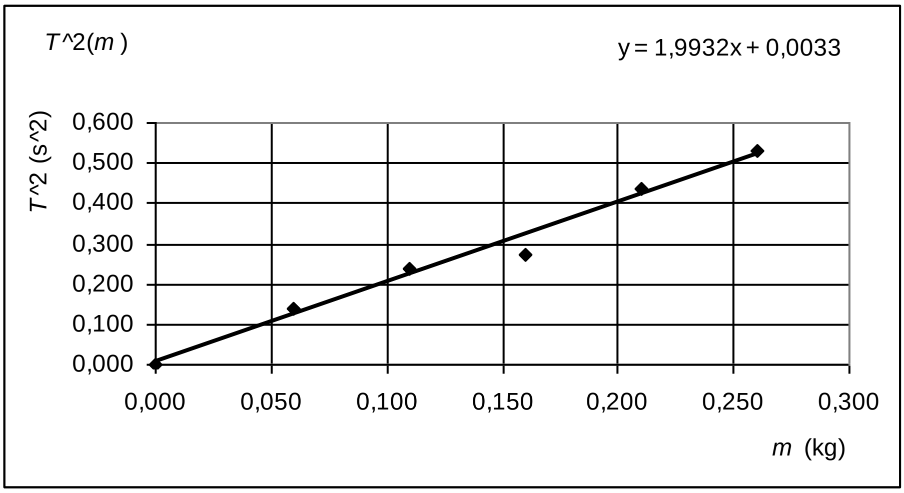
30 ***a*[1]**



–

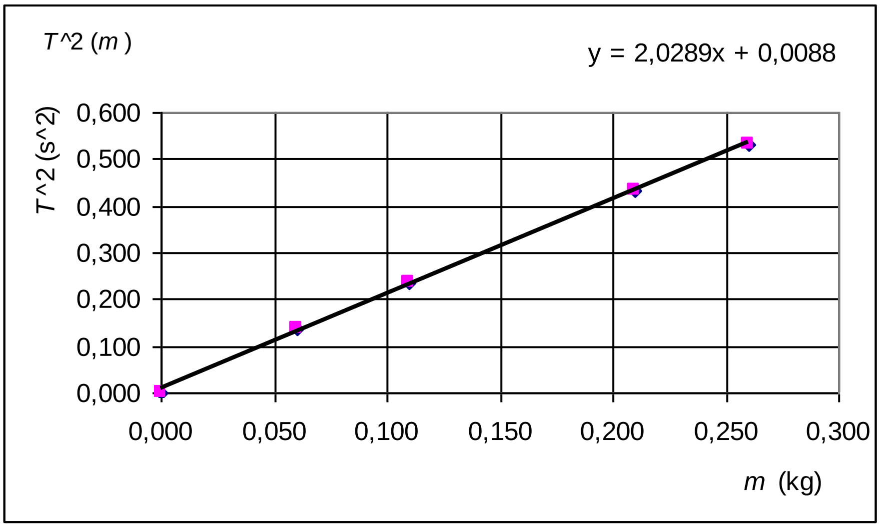
***a*[2]** Uit y = 20,041x en $F = C \cdot u$ volgt $C = 20$ N/m — 20 N/m

***b*[1]**



–

***b*²** 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. –



***c*¹** $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{C}\cdot m \Rightarrow \frac{4\pi^2}{C}$ is de helling van de $T^2(m)$-grafiek. –

***c*²** 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 — 20 N/m

Dat klopt met de bij ***a*²** berekende waarde.

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

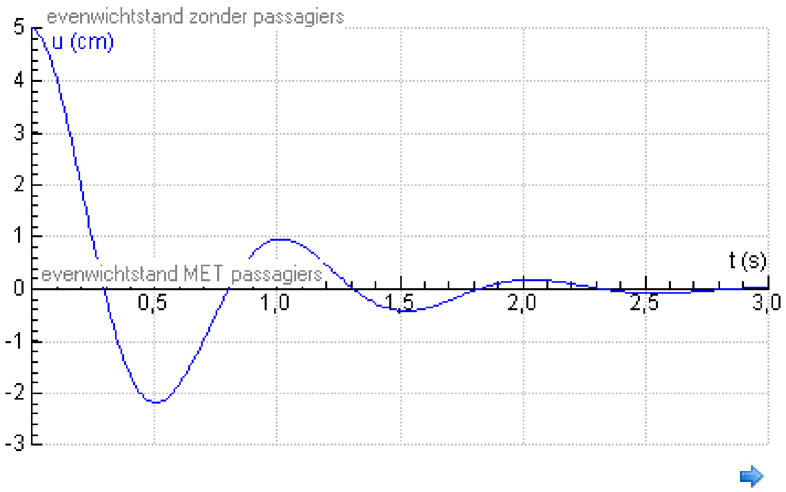
$F = C \cdot u$

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

b De gehele massa, auto én passagiers, trilt.

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

c



–

32 $T = 2\sqrt{R} = 2\sqrt{2} = 2{,}82..$ 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

33 ***a***

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

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

3,9 Hz

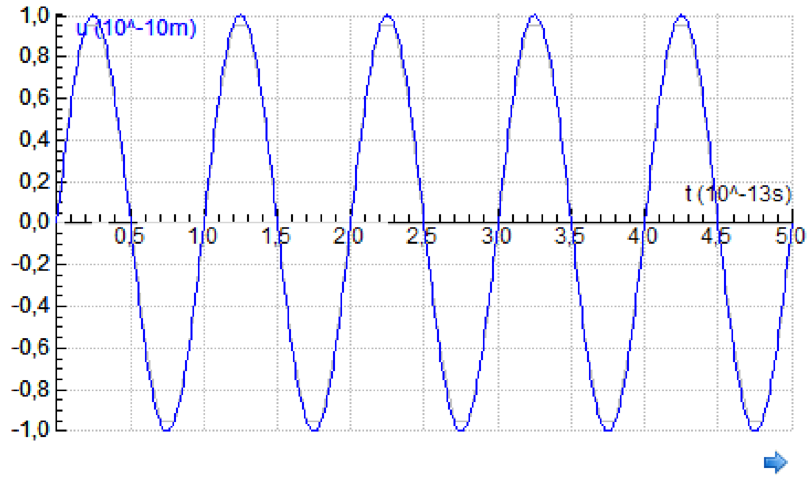
b Als je op de plank staat, trilt er een grotere massa. Stel, je massa is 60 kg, dan

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

1,7 Hz

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

34 ***a***



–

b

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

$4\cdot 10^2$ 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

35

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} \Rightarrow \sqrt{\frac{m}{C}} = \frac{T}{2\pi} \Rightarrow \frac{m}{C} = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 \Rightarrow m = C\cdot\frac{T^2}{4\pi^2}$$

a

$$m_{stoel} = 800\cdot\frac{1^2}{4\pi^2} = 20{,}2.. = 20\text{ kg}$$

20 kg

b

$$m_{stoel+astronaute} = 800\cdot\frac{2^1}{4\pi^2} = 81{,}0..\text{ kg}$$

$$\Rightarrow m_{astronaute} = 81{,}0.. - 20{,}2.. = 60{,}7.. = 61\text{ kg}$$

61 kg

36 ***a*** Het scherm is 10 schaaldelen breed $\Rightarrow$ 10 ms.

10 ms

b Links is iets meer dan 3,75T te zien en rechts ongeveer 7,5T.
Rechts staat de tijdbasis dus op 2 ms/sd.

2 ms/sd

c¹ $3{,}75T = 10$ ms $\Rightarrow$ $T = 2{,}67\cdot 10^{-3}$ s $f = \frac{1}{T}$ $\Rightarrow$ f = 429 Hz

2,67 ms
429 Hz

c² a1 met 440 Hz zit er het dichtste bij; de afwijking is 11 Hz

$$\text{afwijking} = \frac{11}{440}100 = 2{,}5\%$$

Zo'n afwijking is zeer acceptabel.

440 Hz

37 ***a*** Vul in de formule voor T de waarde 1 in.

$1 = \pi\sqrt{(\ell / 9{,}81)} \Rightarrow \ell = (1/\pi)^2\cdot 9{,}81 = 1$ m

1 m

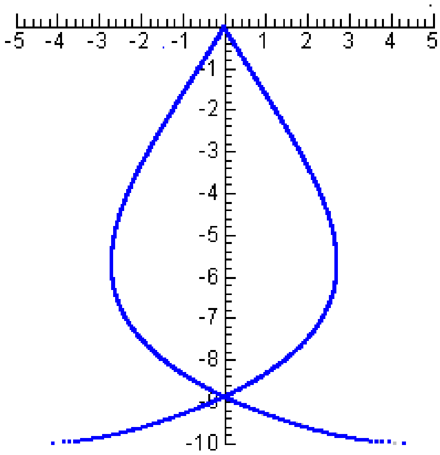
b $(\pi - \sqrt{9{,}81}) / \pi = 3{,}0\cdot 10^{-3} \rightarrow 0{,}30$ %

0,30 %

c De formule kun je ook zo schrijven: $T = (\pi/\sqrt{9{,}81})\cdot\sqrt{\ell}$
Uit ***b*** volgt dat $\pi / \sqrt{9{,}81} \approx 1 \rightarrow T = \sqrt{\ell}$

38	***a***	De dobbers gaan niet harmonisch trillen, want er staat dat de golf niet-sinusvormig is.	–
	b	$x = v{\cdot}t$ dus $3{,}0 = 0{,}80{\cdot}t \Rightarrow t = 3{,}75$ s	3,75 s
	c [1]	$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{0{,}80}{2} = 0{,}40$ m	0,40 m
	c [2]	$3{,}0\text{ m} = \frac{3{,}0}{0{,}4} = 7{,}5\ \lambda$	7,5λ
	c [3]	Omdat de dobbers 7,5 λ uit elkaar liggen, bevindt de ene dobber zich in een dal als de andere dobber zich op een berg bevindt. Ze trillen dus uit de pas.	–
39	***a* + *b***	Teken de standaard sinus van 12 hokjes breed. (zie de **TIP** op p. 127) Na 1 hokje is de sinus op $u = ½A = 5{,}0$ cm en na 3 hokjes (2 s later) op $u = A = 10$ cm. Dus 2 hokjes = 2 s →12 hokjes = T = 12 s.	12 s
	c	$t(\text{top}) = \frac{1}{4}T = 3{,}0\text{ s} \Rightarrow t = 3{,}0 + 5{,}0 = 8{,}0\text{ s}$ $\Rightarrow \alpha = \frac{360 \cdot t}{T} = \frac{360 \cdot 8{,}0}{12} = 240°$ $\Rightarrow u = 10{,}0 \cdot \sin 240 = -8{,}66.. = -8{,}7\text{ cm}$	-8,7 cm
40	***a***	C = rc van de $F(u)$-grafiek = 0,40/0,060 = 6,7 N/m	6,7 N/m
	b1	$C = F_v/u = F_z/u = mg/u = 0{,}100{\cdot}9{,}81/0{,}155 = 6{,}3$ N/m	6,3 N/m
	b2	6,7 – 6,3 / 6,7 = 0,06 → 6 %	6 %
41	***a***	De glijder bevindt zich links van de evenwichtsstand, dus de nettokracht is naar rechts.	–
	b1	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ dus: $0{,}70 = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}150}{C}} \Rightarrow C_{totaal} = \frac{4\pi^2{\cdot}0{,}150}{0{,}70^2} = 12\text{ N/m}$	12 N/m
	b2	De veren 'werken samen', dus $C_{totaal} = C_1 + C_2 \Rightarrow C_1 = 6$ N/m	6 N/m
42	***a***	$h = ½{\cdot}9{,}81{\cdot}3{,}00^2 = 44{,}1$ m	44,1 m
	b	De steen valt en het geluid gaat omhoog $\Rightarrow t = t_{val} + t_{geluid}$ $t = \sqrt{\frac{2{\cdot}90}{9{,}81}} + \frac{90}{343} = 4{,}284 + 0{,}262 = 4{,}55\text{ s}$	4,55 s
43	***a***	Lees in de eerste grafiektwee periodes af: $2T = 43{,}1 - 1{,}5 = 41{,}6$ ms $\Rightarrow$ $T = 20{,}8$ ms $\Rightarrow f = 48$ Hz	48 Hz
	b	De tijd Δ*t* voor 1,545 m is af te lezen uit de twee grafieken samen: $\Delta t = 28{,}727 - 24{,}208 = 4{,}519$ ms $\Rightarrow v = \frac{1{,}545}{4{,}519{\cdot}10^{-3}} = 342\text{ m/s}$	342 m/s
44	***a***	Er is 3,5 keer een halve golflengte te zien, dus 1,75λ.	1,75λ
	b	De spankracht in een punt wordt geleverd door het snoer dat onder dat punt hangt. T is constant (vast toerental) en bovenin is F_s dus groter. Uit $\lambda = vT$ volgt dat λ bovenin groter is.	–

c



45 ***a***

$\ell_{snaar} = ½\lambda$ en $\lambda = v/f$

Om de lengte van de snaar binnen de perken te houden, moet je dus een kleine *v* zien te krijgen. Dat lukt met een grote *m* in de formule. Dus wordt de snaar extra omwikkeld. –

b

$v = \lambda \cdot f = 2 \cdot 0{,}325 \cdot 294 = 1{,}91 \cdot 10^2$ m/s

$F_s = v^2 \cdot m/\ell = (1{,}91 \cdot 10^2)^2 \cdot 1{,}4 \cdot 10^{-3} = 51$ N

51 N

c

De hoogte van de beschuitbus is (iets kleiner dan) ¼λ.

$h = \frac{1}{4} \cdot \frac{343}{360} = 0{,}24$ m

0,24 m

d

$\lambda = \frac{v}{f}$ en $\ell = \frac{1}{4}\lambda$

De lengte van de snaar is dus omgekeerd evenredig met de toonhoogte.

$\ell = \frac{294}{360} \cdot 32{,}5 = 26{,}5$ cm

26,5 cm

46 ***a***

De buis is aan beide kanten dicht, dus heb je daar knopen. –

b

Tel de pieken $\Rightarrow$ $f_6 = 2000$ Hz

Bij de 6e boventoon is de buis $7 \cdot ½\lambda$ lang , dus $\ell = 3{,}5\lambda$.

$3{,}5\lambda$

c

$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{2000} = 0{,}17..\text{ m} \Rightarrow \ell = 3{,}5 \cdot 0{,}17.. = 0{,}60$ m

0,60 m