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 – Golven; geluid

1 ***a*** $\Delta t = \dfrac{20}{343} = 5{,}8 \cdot 10^{-2}$ s — $5{,}8 \cdot 10^{-2}$ s

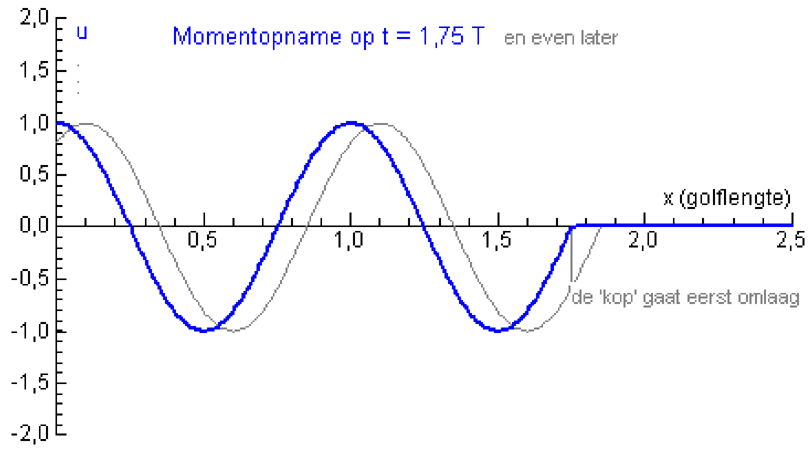
b In 0,01 s legt het geluid 3,4 m af. De afstanden van startpistool tot renners zijn zeker groter. Deze manier van starten is zinloos. — –

2 ***a¹*** Δt = 4,0 – 0,5 = 3,5 ms — 3,4 ms

a² 0,1 ms — 0,1 ms

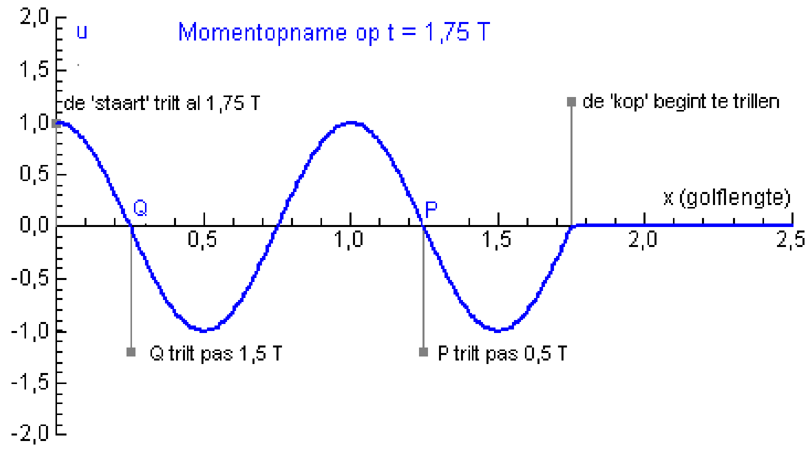
b Δx is bij proef 1 gegeven: 1,20 m
v = 1,20 / 0,0035 = $3{,}4 \cdot 10^2$ m/s — $3{,}4 \cdot 10^2$ m/s

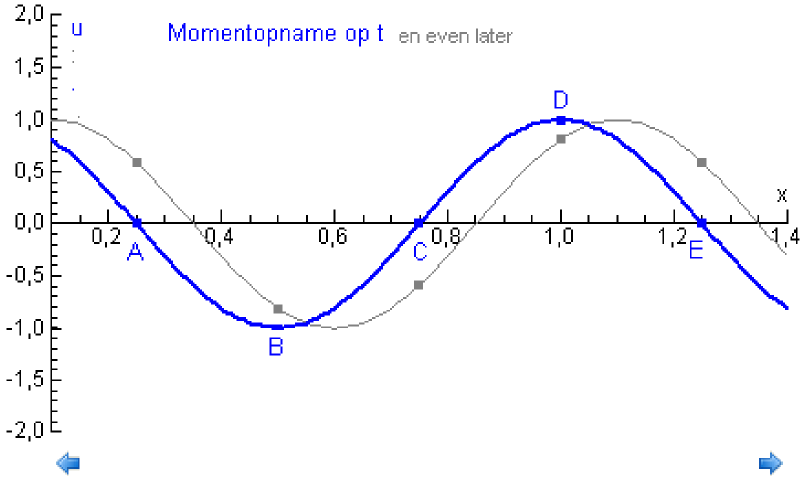
3 ***a*** Er is een golftrein van 1,75λ te zien.
De bron heeft 1,75T getrild, maar door $\varphi(0)$ = 0,5 is zijn gerduceerde fase 0,25.
Hij is dus op zijn hoogste punt.



b P ligt op 1,25λ vanaf de bron; zie volgende figuur.

c Q ligt op 1,5λ vanaf de kop.



4	***a***		–
	b	De punten A, B en E gaan omhoog.	–
5	***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
6	***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
7	***a***	Tussen de twee ontvangsten zit een tijdsverschil.	–
	b	$t_1 = \frac{50}{343} = 0{,}15\text{ s}$ en $t_2 = \frac{2 \times 36000 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^8} = 0{,}24\text{ s}$	–
	c	Δt = 0,09 s	0,09 s
8	***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

7.2 Interferentie van golven; muziekinstrumenten

9 ***a*** In het plaatje zie je dat de verdichtingen boven en onder samenvallen met de verdunningen in het midden. Dat wijst op uitdoving. –

b Bij hoge tonen zijn de golflengtes zo klein dat de kans op uitdoving een stuk kleiner is. –

c Als de luidsprekers naast elkaar zouden staan, zou je al gauw kans hebben op weglengteverschillen, dus op faseverschillen dus op verzwakking van het geluid. –

10 ***a¹*** Bij een lagere f wordt λ groter. –

a² Het knopenpatroon wordt daardoor wijder want je hebt een groter weglengteverschil nodig om op $0{,}5\lambda$, $1{,}5\lambda$ ... uit te komen. –

b Als de bronnen $\Delta\varphi$ = ½ hebben, zijn alle knooplijnen een buiklijn en alle buiklijnen een knooplijn geworden. –

11 ***a*** De afstanden ML_1 en ML_2 zijn gelijk. De golven komen dus zonder faseverschil in M aan. –

b¹

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{1{,}7 \cdot 10^2} = 2{,}0 \text{ m}$$

ML_1 wordt nu $0{,}25\lambda$ korter en ML_2 wordt $0{,}25\lambda$ langer. Het weglengteverschil wordt daardoor $0{,}5\lambda$ $\Rightarrow$ knooplijn. –

b² Je hoort daar L_1 iets sterkter dan L_2 doordat $ML_1 < ML_2$. –

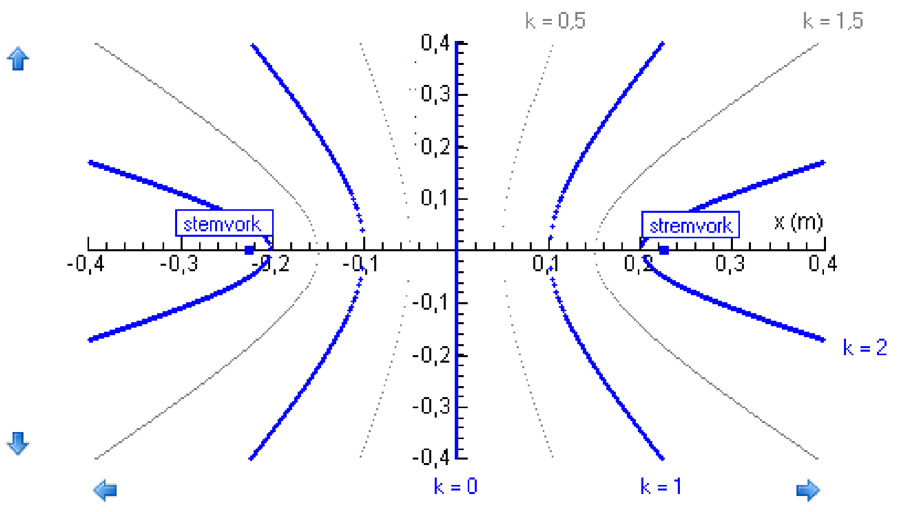
b³ Je moet L_1 wat zachter zetten. –

c Je moet dan weer 50 cm opzij gaan. 50 cm

12 **-**

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{1700} = 0{,}20 \text{ m} \quad 0{,}45 \text{ m} = 2{,}25\lambda$$

Je hebt dus de buiklijnen met $\Delta\varphi$ = 0, 1 en 2 en de knooplijnen met $\Delta\varphi$ = 0,5 en 1,5.
Samen zijn het er negen in totaal.
Op de verbindingslijn tussen de stemvorken liggen de buiklijnen op 10 cm van elkaar.



–

13 ***a***

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

Het scherm zorgt voor een ‘spiegelbeeldluidspreker’.
Het lampje brandt als de microfoon zich in een bewegingsknoop bevindt. Zie proef **10** op p. 144. –
Extra: De ‘spiegelbeeldluidspreker’ heeft een faseverschil van 0,5 met de echte luidspreker. Ze staan even ver van het scherm. Daarom heb je bij het scherm een knoop.

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

14 ***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 $\ell = ½\lambda$.

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 $\ell = ½\lambda$.

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 $\ell = ¼\lambda$.

1,7·10² Hz of 86 Hz

Oplossingen

$\ell = ½\lambda$ dus $\lambda = 2{,}00$ m

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

$\ell = ¼\lambda$ dus $\lambda = 4{,}00$ 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.

b

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

85 Hz

c

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{110} = 3{,}12\ \text{m} \Rightarrow \ell^* = 1{,}56\ \text{m (want } \ell^* = ½\lambda)$$

$\ell^* = \ell + 0{,}04 = 1{,}56 \Rightarrow \ell = 1{,}52$ m

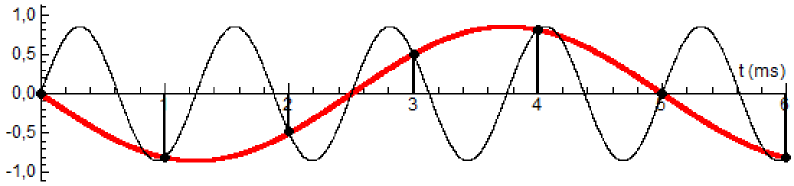
1,52 m

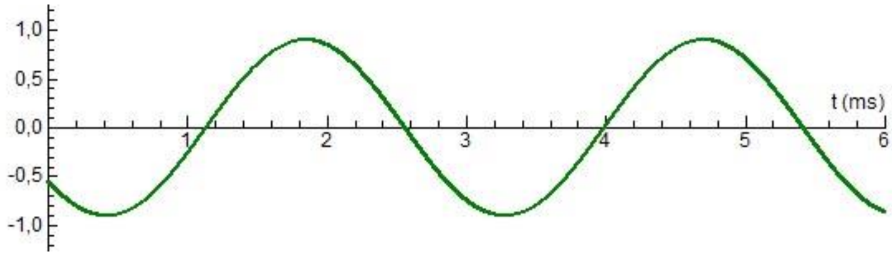
15

Zie p. 141 rechtsonder: hoe dichter de spleten bij elkaar staan, hoe wijder het patroon. Dus bovenaan stonden de spleten dichter bij elkaar dan onderaan.

boven

7.3 Informatieoverdracht

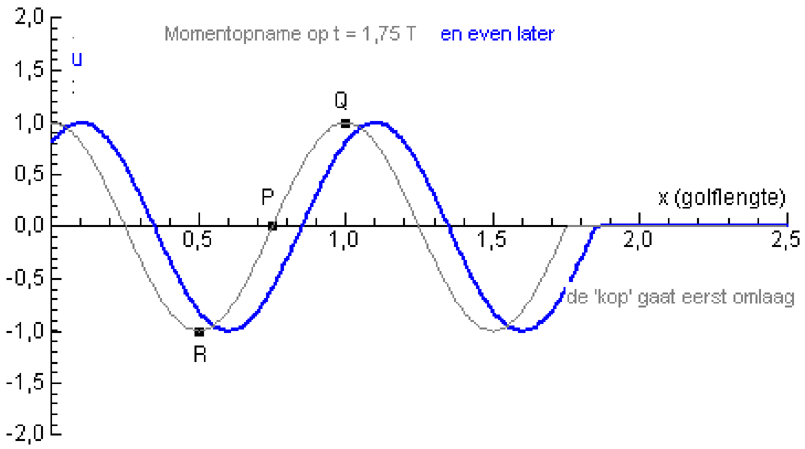
16	***a***	$4T = 5$ ms $\Rightarrow$ $T = 1{,}25 \cdot 10^{-3}$ s $\Rightarrow$ $f = 800$ Hz	800 Hz
	b	Iedere 1 ms wordt een monster genomen; $f_b = 1$ kHz.	1 kHz
	c	 De periode van de rode sinus is 5,0 ms $\Rightarrow$ $f_s = 1/0{,}0050 = 200$ Hz. Bonusvraag: is het toeval dat $f_s = f_b - f$?	–
	d	De bemonsteringsfrequentie is veel te laag.	–
	e	$f_b = 2$ kHz → Aan de regel is dus voldaan.	–
17	***a***	AM: amplitudemodulatie FM: frequentiemodulatie	–
	b	Bij FM zijn de zijbanden het grootst.	–
	c1	Ja	–
	c2	Nee	–
18	***a1***	Tabel 19B: VHF	–
	a2	$\lambda = \dfrac{c}{f} = \dfrac{2{,}997925 \cdot 10^8}{1{,}56700 \cdot 10^8} = 1{,}91316$ 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.	–
19	***a***	17 kHz – 20 Hz = 17 kHz	17 kHz
	b	200 Hz + 7,5 kHz = 7,7 kHz	7,7 kHz
	c	Muziek bevat veel meer informatie (o.a. boventonen en klankleuren) dan spraak. De bandbreedte is niet groot genoeg.	-
	d	68 – 47 = 21 MHz Per kanaal: 21 / 3 = 7,0 MHz	7,0 MHz
20	***a***	Nee.	Nee
	b	$f_{terug} = 1{,}086 \cdot 2{,}11 = 2{,}29$ GHz Laagste f_{terug} = 2,29 GHz – 40 MHz = 2,25 GHz Als het signaal naar de satelliet dezelfde bandbreedte heeft als het signaal terug naar de aarde, dan is hoogste f_{heen} = 2,11 GHz + 40 MHz = 2,15 GHz Omdat 2,25 > 2,15 kunnen deze signalen niet interfereren.	-
21	***a***		-


1,0
0,5
0,0
-0,5
-1,0
t (ms)
1
2
3
4
5
6

Opgaven hoofdstuk 7

22	*a*	$r_{lucht} : r_{water} = v_{lucht} : v_{water} = 343 : 1484 = 1 : 4{,}3$ (tabel 15A)	1 : 4,3
	b	De energie gaat door een steeds grotere cirkel of boloppervlak.	–
	c	*A* wordt kleiner bij demping; λ , *f* en *T* veranderen niet.	–
23	*a* *b*	$2 \cdot \ell = v \cdot T$ Bereken *T* met $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ De langste ℓ is 0,20 m en de kortste is 0,14 m. Hieruit volgt: $T_{grootste} = 0{,}898$ s $\Rightarrow v > \frac{2 \cdot 127}{0{,}898} = 283$ m/s $T_{kortste} = 0{,}751$ s $\Rightarrow v < \frac{2 \cdot 127}{0{,}751} = 338$ m/s	0,90 s 0,75 s *v* ligt tussen $2{,}8 \cdot 10^2$ m/s en $3{,}4 \cdot 10^2$ m/s

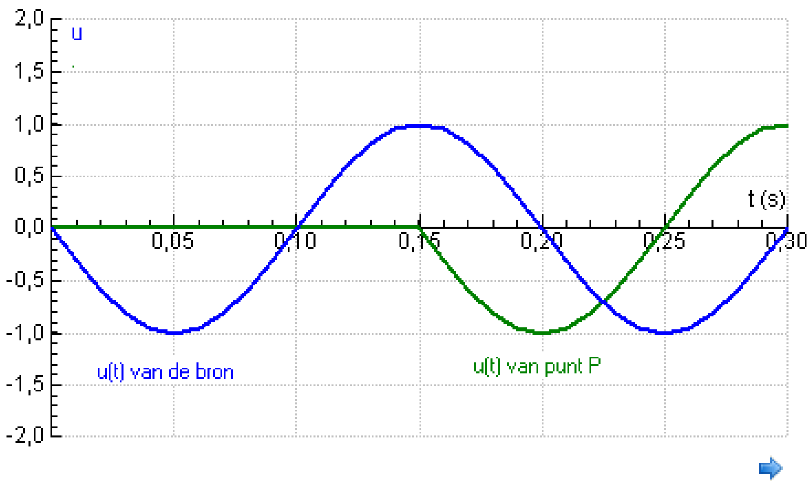
24 *a*



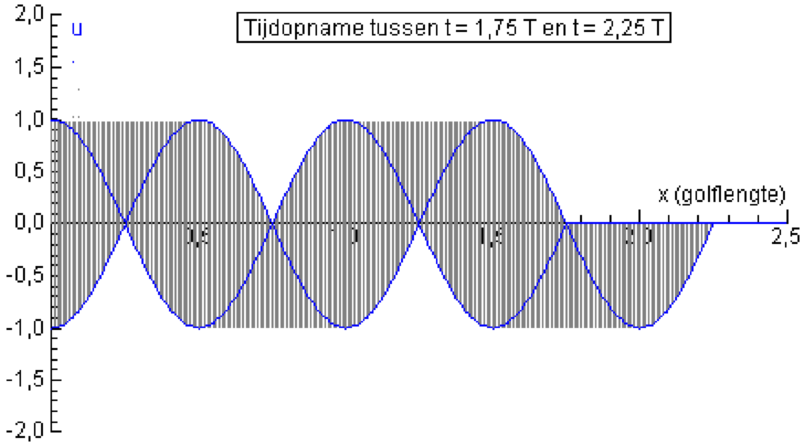
b Kijk naar de afstanden tussen kop en P en Q,
P: die afstand is λ dus P trilt *T*
Q: die afstand is $0{,}75 \cdot \lambda$ dus Q trilt $0{,}75T$ — *T* en $0{,}75T$

c R ligt $\frac{1}{2}\lambda$ links van Q, dus precies in de kuil. —

d 0,30 s $\triangleq$ $1{,}5T$ —



e



–

25 ***a*** h = ½·9,81·3,00^2 = 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

c $h = ½ \cdot 9{,}81 \cdot t_1^2 = 343 \cdot t_2$ en $t_1 + t_2 = 3{,}00$ dus $t_2 = 3{,}00 - t_1$

$½ \cdot 9{,}81 \cdot t_1^2 = 343 \cdot (3{,}00 - t_1) \Rightarrow 9{,}81 \cdot t_1^2 + 686 \cdot t_1 - 2058 = 0 \Rightarrow$

$t_1 = 2{,}88$ s $\Rightarrow h = 40{,}7$ m

40,7 m

26 ***a*** Lees in de eerste grafiek twee periodes af: $2T$ = 43,1 − 1,5 = 41,6 ms $\Rightarrow$

T = 20,8 ms $\Rightarrow$ f = 48 Hz

48 Hz

b De tijd Δt voor 1,545 m is af te lezen uit de twee grafieken samen:

$$\Delta t = 28{,}727 - 24{,}208 = 4{,}519\ \text{ms} \Rightarrow v = \frac{1{,}545}{4{,}519 \cdot 10^{-3}} = 342\ \text{m/s}$$

342 m/s

27 ***a*** λ = 1,40 m $v = \lambda \cdot f$ = 1,40·330 = 462 m/s — 462 m/s

b

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{462}{494} = 0{,}94\ \text{m} \Rightarrow \ell = 0{,}47\ \text{m}$$

Je moet de snaar dus 23 cm inkorten.

23 cm

28 ***a*** $v / f = \lambda = ½\ell$ = constant $\Rightarrow f_{He} = (v_{He} / v_{lucht}) \cdot f_{lucht}$

In tabel 15A kun je de snelheid van het geluid in lucht en helium vinden.

f_{He} = (965 / 343)·523 = 1,47 kHz

1,47 kHz

b De frequentie waarmee de stembanden trillen blijft 200 Hz.

Die fequenties waarmee de / a / wordt gemaakt, worden 965 / 343 = 2,8 × zo hoog

gelijk en ×2,8

29 ***a*** Bij iedere volgende boventoon komt er een knoop bij. Er geldt:

$\ell = 0{,}5\lambda_0 = \lambda_1 = 1{,}5\lambda_2 = \ldots$

De golfsnelheid verandert niet. Voor de frequenties geldt dus:

$f_1 = 2 \cdot f_0$ $f_2 = 3 \cdot f_0$ ...

–

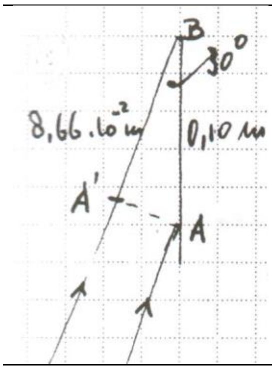
b λ is 10 keer zo klein, dus f is 10 keer zo hoog: 4400 Hz — 4400 Hz

30 ***a***

$$\Delta t = \frac{0{,}10}{343} = 2{,}9 \cdot 10^{-4}\ \text{s} = 0{,}29\ \text{ms}$$

$2{,}9 \cdot 10^{-4}$ s

b



Tot AA′ lopen de golven in de pas. A′B = 10·cos 30° = 8,66 cm

Voor de afstand A′B heeft het geluid $2{,}5 \cdot 10^{-4}$ s = 0,25 ms nodig.

Het geluid van microfoontje B komt dus 0,04 ms eerder aan bij het oor.

c Deze bril is bedoeld om in een rumoerige omgeving geluid goed op te vangen van iemand met wie je aan het praten bent. Geluiden die van opzij komen, krijgen faseverschillen waardoor ze verzwakt worden.

31 ***a*** Dit geldt alleen bij een (ongedempte) lopende golf.

BIj een staande golf heeft ieder punt zijn eigen amplitude die kan variëren van nul (in een knoop) tot maximale waarde (in een buik).

b Bij een lopende golf is dit zeker niet waar: de bron heeft het langst getrild en dus de grootste fase; de kop begint net met trillen en heeft de fase 0 of ½.

Bij een staande golf hebben alleen de punten tussen twee knopen dezelfde fase.

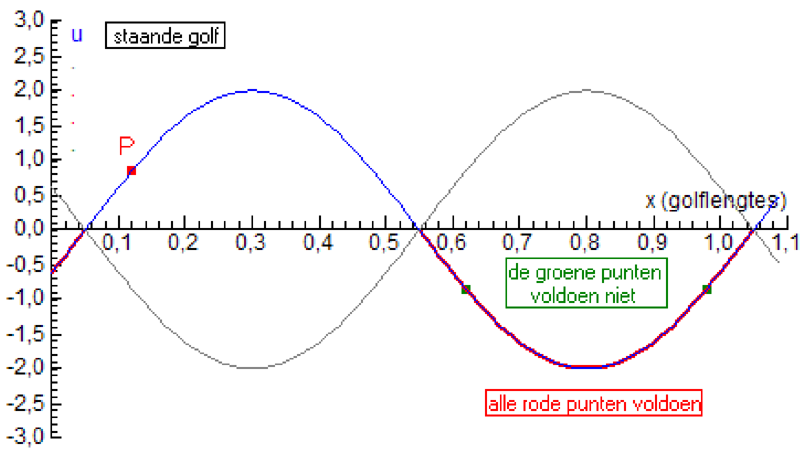
c Dit geldt alleen bij een lopende golf. Daar doen alle punten achtereenvolgens precies hetzelfde als de bron (afgezien van demping).

BIj een staande golf heeft ieder punt zijn eigen amplitude die kan variëren van nul (in een knoop) tot maximale waarde (in een buik).

d Dankzij de verschillende amplitude kan dit alleen maar bij een staande golf.

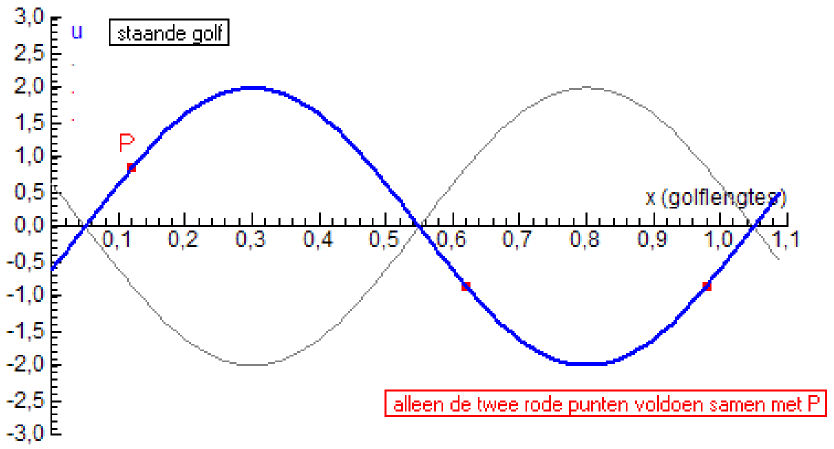
In de figuur voldoen alle rode punten samen met P aan de voorwaarde $\Delta\varphi$ = ½, want ze liggen aan weerskanten van een knoop.

De twee groene punten voldoen niet want die hebben dezelfde amplitude als P.



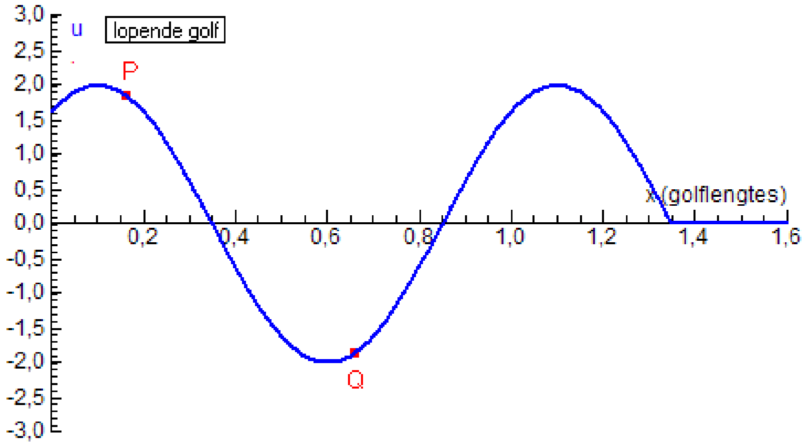
	e	Dit kan bij beide soorten.	

Bij deze staande golf hebben de twee rode punten dezelfde amplitude als P en $\Delta\varphi$ = ½, want ze liggen aan de andere kant van de knoop.



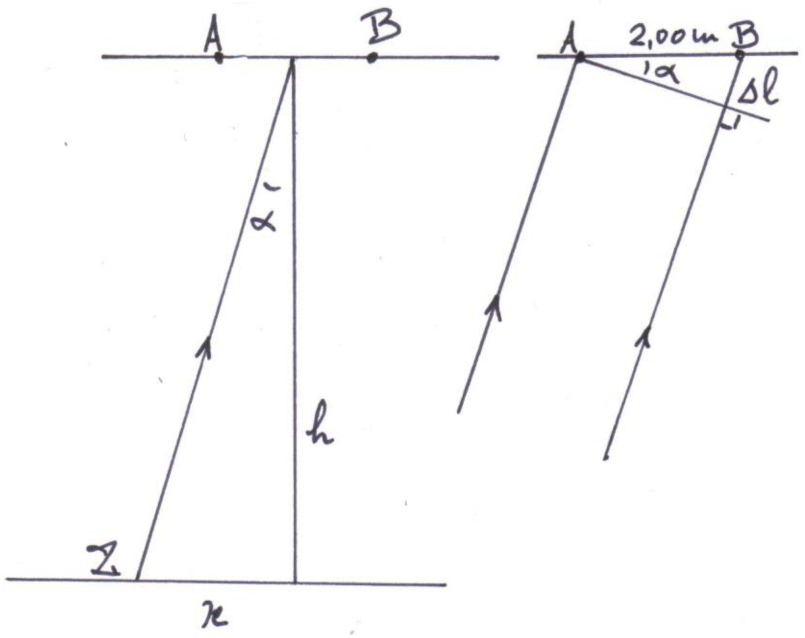
–

Bij deze lopende golf voldoen de punten P en Q aan de voorwaarde, want die liggen op ½λ van elkaar (P is willekeurig gekozen).



32	***a***	In A sta je op de centrale buiklijn. De golven versterken elkaar.	–
	b¹	Pythagoras: $L_1B^2 = 12^2 + 5^2 \Rightarrow L_1B = 13{,}00$ m	13,00 m
	b²	$\Delta\ell = 1{,}00$ m $= 2{,}5\lambda$	2,5λ
	c	$\lambda = 0{,}40$ m	0,40 m
	d	$v_{273\text{ K}} = 332$ m/s $\quad f = \dfrac{v}{\lambda} = \dfrac{332}{0{,}40} = 830\text{ Hz}$	830 Hz
33	***a***	$v_{\text{zeewater}} = 1{,}51 \cdot 10^3$ m/s $\quad 2h = 1{,}51 \cdot 10^3 \cdot 0{,}534 \Rightarrow h = 403$ m	403 m
	b	$\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{1{,}51 \cdot 10^3}{30 \cdot 10^3} = 0{,}050\text{ m}$	0,050 m

c $x = h \cdot \tan\alpha$ en $\Delta\ell = 2{,}00 \cdot \sin\alpha$ (net als bij het tralie)



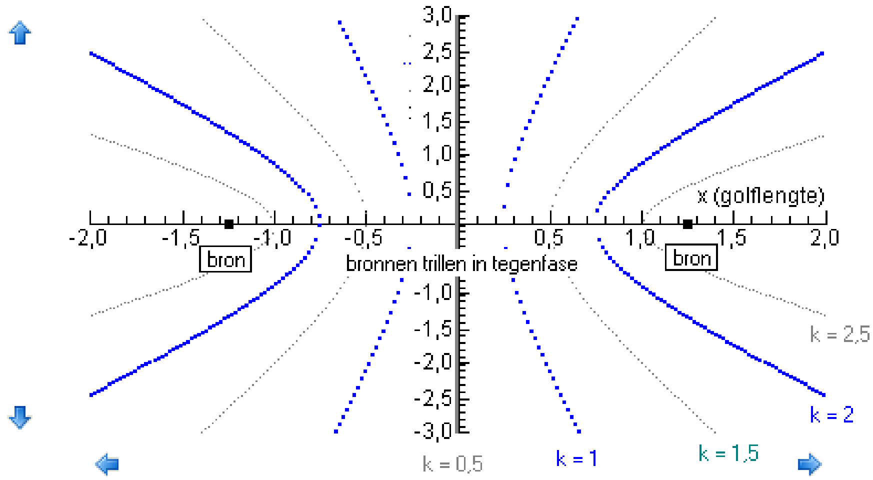
302 m

$\Delta\ell = 1{,}51 \cdot 10^{3} \cdot 7{,}0 \cdot 10^{-4} = 1{,}057$ m

$$\sin\alpha = \frac{1{,}057}{2{,}00} = 0{,}5285 \Rightarrow \alpha = 31{,}9°$$

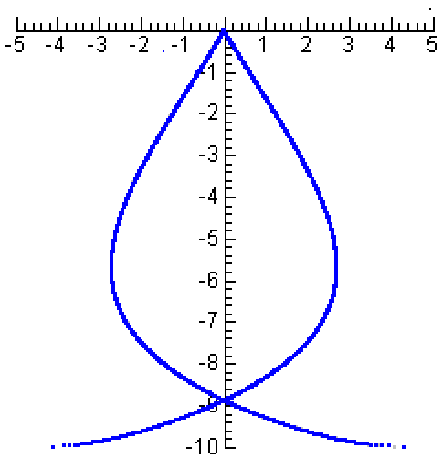
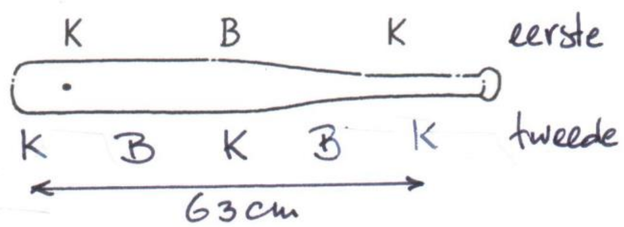
$x = 485 \cdot \tan 31{,}9° = 302$ m

34 **-** Het is bijna dezelfde figuur als bij opgave 12. Alleen zijn buikijnen knooplijnen geworden en omgekeerd. –



35 **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 <u>onder</u> dat punt hangt. Bovenin is F_s dus groter. Uit $\lambda = vT$ volgt dat λ bovenin groter is. –

	c		
36	*a*	Bij praten heb je te maken met de totale terugkaatsing uit de vorige opgave. Als je iets laat vallen, gaat de scheepswand als trillingsbron fungeren.	–
	b	z_L = 1,293·343 = 443 z_r = 1,4·10³·0,05·10³ = 7,0·10⁴ $I_t = \left(\frac{443-7{,}0\cdot10^4}{443+7{,}0\cdot10^4}\right)^2 \cdot I_0 = 0{,}98\cdot I_0$ dus 98% wordt teruggekaatst en 2% wordt doorgegeven.	2%
	c	Je moet in de formule z_L en z_r van plaats verwisselen, maar dankzij het kwadraat blijft de uitkomst hetzelfde.	2%
37	*a*	Je gehoorgang is ¼λ lang, dus λ = 10 cm $\Rightarrow$ $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{0{,}10} = 3{,}4\cdot10^3$ Hz	3,4 kHz
	b	λ = 8 dm $\Rightarrow$ $f = \frac{343}{0{,}8} = 4{,}3\cdot10^2$ Hz	$4{,}3\cdot10^2$ Hz
38		De douchecel is een klankkast met gesloten uiteinden. De laagste grondtoon vind je bij ℓ = 2,50 m = ½$\lambda \Rightarrow \lambda$ = 5,00 m. $f = v / \lambda$ = 347/5,00 = 69,4 Hz	69,4 Hz
39	*a*	$\lambda = v / f$ = 343 / 66·10³ = 5,19.. mm = 5,2 mm	5,2 mm
	b	Geluid dat tegen de achterkant van de holte weerkaatst legt 2·10 = 20 cm meer af. $\Delta t = \Delta x / v$ = 0,20 / 343 = $5{,}8\cdot10^{-4}$ s	$5{,}8\cdot10^{-4}$ s
	c	$v_{methaan}$ = 430 m/s $\Rightarrow$ Δt kleiner, dus lijkt de holte minder diep. $\lambda_{gas} > \lambda_{lucht}$ $\Rightarrow$ alleen grotere insecten zijn nog waarneembaar voor de vleermuis.	–
40	*a*		–
	b¹	Die afstand is één golflengte. $v = \lambda \cdot f$ = 0,63·660 = $4{,}2\cdot10^2$ m/s	$4{,}2\cdot10^2$ m/s
	b²	Hier gaat het om een transversale golf en bij de geluidssnelheid om een longitudinale.	–
	c	v_1 = ½v_2 = 207,9 m/s en λ_1 = 2·0,49 = 0,98 m $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{207{,}9}{0{,}98} = 2{,}1\cdot10^2$ Hz	$2{,}1\cdot10^2$ Hz