Opgaven 4.1 – Lopende golven

1	***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.	–
2	***a***	Je hoort het geluid via het ijzer en via de lucht. De snelheden zijn verschillend.	–
	b	$\Delta t = \frac{150}{343} - \frac{150}{5{,}1 \cdot 10^3} = 0{,}437 - 0{,}029 = 0{,}41$ s	0,41 s
3	***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
4	***a***	Tussen de twee ontvangsten zit een tijdsverschil.	–
	b	$t_1 = \frac{50}{343} = 0{,}15$ s en $t_2 = \frac{2 \times 36000 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^8} = 0{,}24$ s	–
	c	$\Delta t = 0{,}09$ s	0,09 s
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***	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
	c¹	$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{0{,}80}{2} = 0{,}40$ m	0,40 m
	c²	$3{,}0 \text{ m} = \frac{3{,}0}{0{,}4} = 7{,}5\,\lambda$	$7{,}5\lambda$
	c³	De dobbers gaan trillen met $\Delta\varphi = 7{,}5$ dus in tegenfase.	–
7	***a***	De schokgolf is longitudinaal, want in het verlengde van de klap.	–
	b	Tabel 15A: nikkel staat er niet bij, maar bij de wel genoemde metalen is de geluidssnelheid $5 \cdot 10^3$ m/s. $26 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^3 \cdot t \Rightarrow t \approx 5 \cdot 10^{-6}$ s = 0,005 ms	$\approx 5 \cdot 10^3$ m/s $\approx 0{,}005$ ms

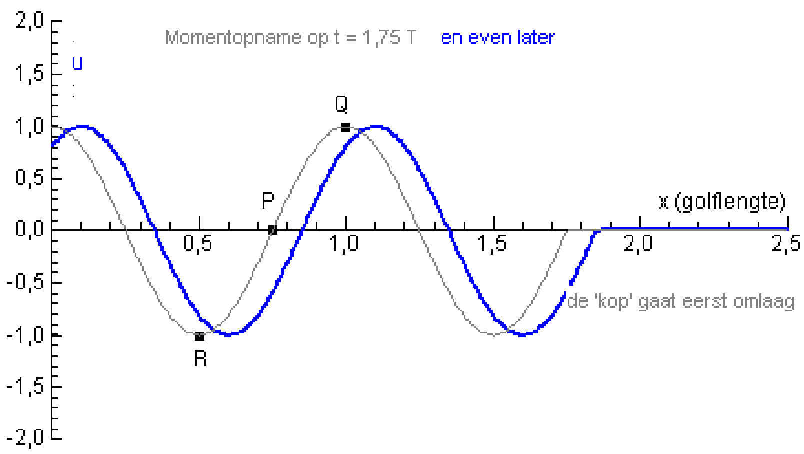
4.2 Staande golven

8	*a*[1]	Bij een lagere *f* wordt λ groter.	–
	a[2]	Het knopenpatroon wordt daardoor wijder want je hebt een groter weglengteverschil nodig om op 0,5λ , 1,5λ ... uit te komen.	–
	b	Als de bronnen $\Delta\varphi$ = ½ hebben, zijn alle knooplijnen een buiklijn en alle buiklijnen een knooplijn geworden.	–
9	*a*	De afstanden ML_1 en ML_2 zijn gelijk. De golven komen dus zonder faseverschil in M aan.	–
	b[1]	$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{1{,}7 \cdot 10^2} = 2{,}0\ \text{m}$ ML_1 wordt nu 0,25λ korter en ML_2 wordt 0,25λ langer. Het weglengteverschil wordt daardoor 0,5λ $\Rightarrow$ knooplijn.	–
	b[2]	Je hoort daar L_1 iets sterkter dan L_2 doordat $ML_1 < ML_2$.	–
	b[3]	Je moet L_1 wat zachter zetten.	–
	c	Je moet dan weer 50 cm opzij gaan.	50 cm
10	*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 van beide hetzelfde signaal opvangt.	–
	b	De afstand tussen twee buiken is ½λ dus 5,0 cm.	5,0 cm
11	*a*	Bij de grondtoon is de snaar 0,5λ lang.	0,5λ
	b	0,25λ.	0,25λ
	c	440 Hz is de derde boventoon van 110 Hz. De snaar is dan 2λ lang. dus: 2λ = 0,65 m $\Rightarrow$ λ = 0,325 m	0,33 m
112	*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	$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{110} = 3{,}12 \text{ m} \Rightarrow$ $\ell + 0{,}04 = 1{,}56 \Rightarrow \ell = 1{,}52$ m	1,52 m
13	**a**	γ's gaan met de lichtsnelheid.	$3{,}00 \cdot 10^{8}$ m/s
	b	Idem.	$3{,}00 \cdot 10^{8}$ m/s
	c¹	$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^{8}}{633 \cdot 10^{-9}} = 4{,}74 \cdot 10^{14}$ Hz	$4{,}74 \cdot 10^{14}$ Hz
	c²	Tabel 19A: rood.	–

Opgaven hoofdstuk 4

14 ***a*** Er is een golftreintje van 1,75λ in beeld.

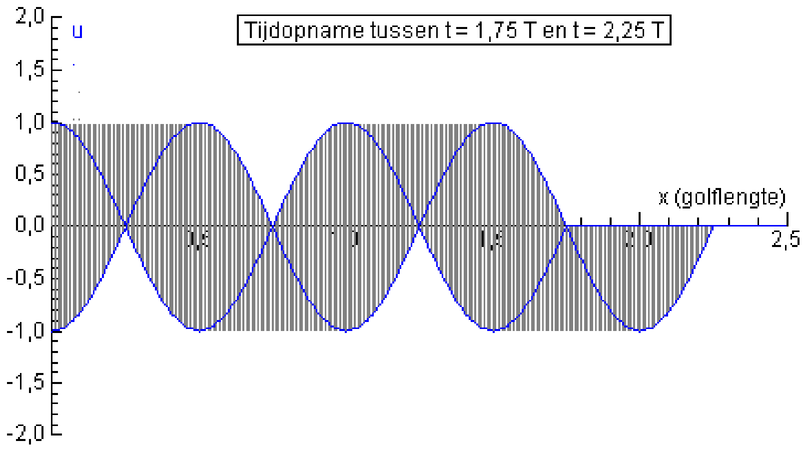


–

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·λ dus Q trilt 0,75T

T en 0,75T

c



–

15 ***a*** h = ½·9,81·3,00^2 = 44,1 m — 44,1 m

b De steen valt en het geluid gaat omhoog ⇒
$t = t_{val} + t_{geluid}$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 90}{9,81}} + \frac{90}{343} = 4,284 + 0,262 = 4,55 \text{ s}$$

4,55 s

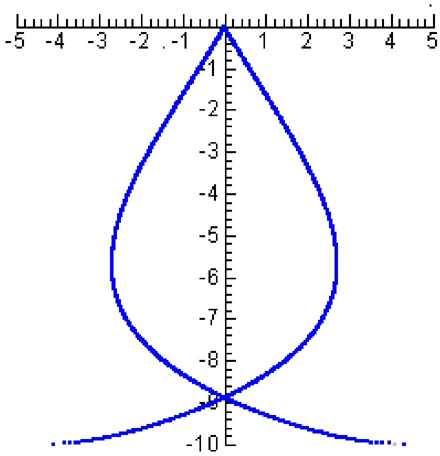
16 ***a*** Lees in de eerste grafiektwee periodes af: 2T = 43,1 − 1,5 = 41,6 ms ⇒
T = 20,8 ms ⇒ f = 48 Hz

48 Hz

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

Δt = 28,727 − 24,208 = 4,519 ms ⇒ $v = \dfrac{1,545}{4,519 \cdot 10^{-3}} = 342$ m/s

342 m/s

17	***a***		0,90 s
	b	$2{\cdot}\ell = v{\cdot}T$ Bereken T met $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}}$ De langste ℓ is 0,20 m en de kortste is 0,14 m. Hieruit volgt: $T_{\text{grootste}} = 0{,}898\ \text{s} \Rightarrow v > \dfrac{2{\cdot}127}{0{,}898} = 283\ \text{m/s}$ $T_{\text{kortste}} = 0{,}751\ \text{s} \Rightarrow v < \dfrac{2{\cdot}127}{0{,}751} = 338\ \text{m/s}$	0,75 s *v* ligt tussen $2{,}8{\cdot}10^2$ m/s en $3{,}4{\cdot}10^2$ m/s
18	***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	$\Delta\ell = 1{,}00\ \text{m} = 2{,}5\lambda$	$2{,}5\lambda$
	c	$\lambda = 0{,}40$ m	0,40 m
	d	$v_{273\ \text{K}} = 332$ m/s $f = \dfrac{v}{\lambda} = \dfrac{332}{0{,}40} = 830\ \text{Hz}$	830 Hz
19	***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 $\Rightarrow \lambda = 2{,}00$ m $f = \dfrac{v}{\lambda} = \dfrac{5{,}08{\cdot}10^3}{2} = 2{,}54{\cdot}10^3\ \text{Hz}$	$2{,}54{\cdot}10^3$ Hz
20	***a***	De botsingen vinden chaotisch plaats. Ze zou dus ruis horen.	–
	b	Daar word je helemaal gestoord van.	–
21	***a***	Er is 3,5 keer een halve golflengte te zien, dus $1{,}75\lambda$.	$1{,}75\lambda$
	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		
22	***a***	$\ell_{\text{snaar}} = ½\lambda$ 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. $h = \frac{1}{4}{\cdot}\dfrac{343}{360} = 0{,}24\ \text{m}$	0,24 m

d

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

De lengte van de snaar is dus omgekeerd evenredig met de toonhoogte. — 26,5 cm

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

23 ***a***

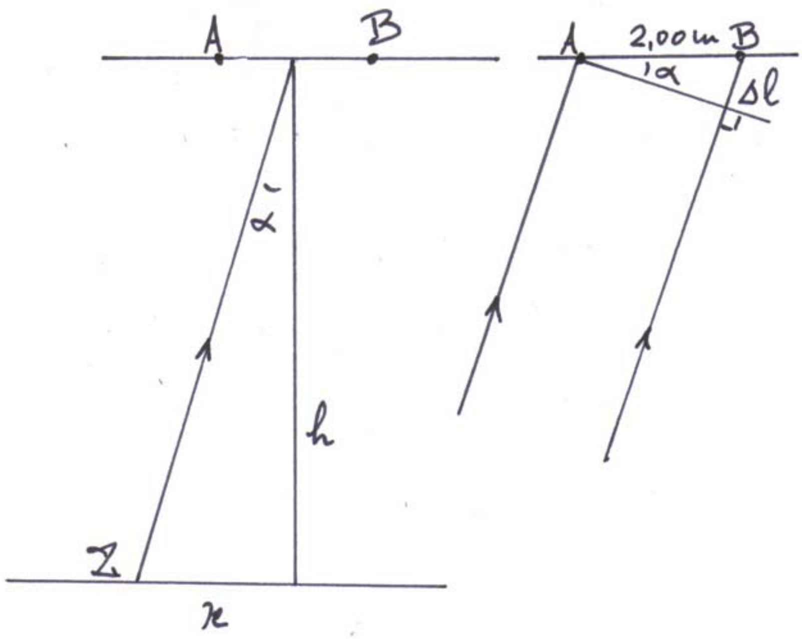
$v_{zeewater}$ = 1,51·10^3 m/s 2h = 1,51·10^3·0,534 $\Rightarrow$ h = 403 m — 403 m

b

$\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{1{,}51 \cdot 10^3}{30 \cdot 10^3} = 0{,}050$ 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

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

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

x = 485·tan31,9° = 302 m

24 ***a***

Je gehoorgang is ¼λ lang, dus λ = 10 cm $\Rightarrow$ $f = \dfrac{v}{\lambda} = \dfrac{343}{0{,}10} = 3{,}4 \cdot 10^3$ Hz — 3,4 kHz

b

λ = 8 dm $\Rightarrow$ $f = \dfrac{343}{0{,}8} = 4{,}3 \cdot 10^2$ Hz — 4,3·10^2 Hz

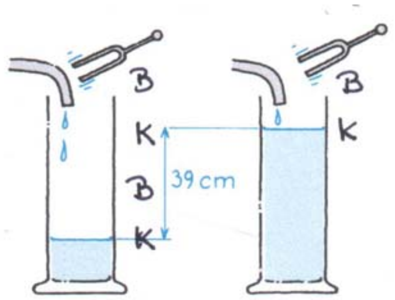
25 ***a***

Zo'n klankkast is ¼λ lang (eigenlijk iets korter omdat de buik buiten de kast ligt).

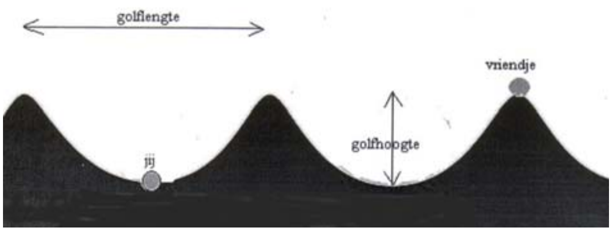
$\lambda = \dfrac{v}{f}$

$\ell_{587} = 0{,}25 \cdot \dfrac{343}{587} = 0{,}15$ m — 0,15 m

$\ell_{1700} = 0{,}25 \cdot \dfrac{343}{1700} = 0{,}05$ m — 0,05 m

	b		–
	c	$0{,}5\lambda = 0{,}39$ m $\Rightarrow$ $\lambda = 0{,}78$ m	0,78 m
	d	$v = \lambda \cdot f = 0{,}78 \cdot 440 = 3{,}4 \cdot 10^2$ m	$3{,}4 \cdot 10^2$ m
26	*a*	$v = \lambda \cdot f$ en $\lambda = 2 \cdot 0{,}70$ m $= 1{,}40$ m $\Rightarrow$ $v = 462$ m/s	462 m/s
	b	$f = \frac{v}{\lambda}$ Daaruit volgt dat λ en dus ℓ omgekeerd evenredig zijn met $f \Rightarrow$ $\ell = \frac{330}{494} \cdot 70 = 46{,}7.. = 47$ cm	47 cm
27	*a*	Die fles is $0{,}5\lambda$ lang $\Rightarrow$ $\lambda = 0{,}60$ 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.	–
28	*a*	Het geluid legt dan $2 \times 21{,}0 = 42{,}0$ cm meer weg af.	42 cm
	b	$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{1{,}2 \cdot 10^3} = 0{,}285$ m $\frac{0{,}285 \text{ m}}{0{,}42 \text{ m}} = 1{,}5$	$1{,}5\lambda$
	c	W hoort een uitdoving, want $\Delta\varphi = 1{,}5$.	–
29	*a*	Bij iedere volgende boventoon komt er een knoop bij. Er geldt: $\ell = 0{,}5\lambda_0 = \lambda_1 = 1{,}5\lambda_2 = ...$ 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
30	*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	$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{2000} = 0{,}17..$ m $\Rightarrow$ $\ell = 3{,}5 \cdot 0{,}17.. = 0{,}60$ m	0,60 m

Toets

1		**Een design golfgenerator**	
	a	Je ziet 3·½λ .	1,5λ
	b	λ = 0,40 m en $v = \lambda \cdot f$ = 0,40·150 = 60 Hz	60 Hz
2		**In het golfslagbad**	
	a¹	Je hoort dezelfde toon. Anders zou communicatie niet mogelijk zijn. Het water gaat in hetzelfde ritme trillen als de lucht erboven.	–
	a²	$v_{water} > v_{lucht}$ en $\lambda = v \cdot T$ dus is de golflengte onder water groter dan erboven.	–
	b	$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{4,8}{15} = 0,32$ m	0,32 m
	c¹	$\frac{22,5 \text{ m}}{15 \text{ m}} = 1,5$	1,5λ
	c²	Jullie kunnen elkaar niet zien, want er zit altijd een muur van 2 m water tussen.  	–
3		**Blazen op een rietje**	
	a	Het rietje is 0,5λ lang $\Rightarrow \lambda$ = 0,56 m. $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{0,56} = 612,5 = 6,1 \cdot 10^2$ Hz	$6,1 \cdot 10^2$ Hz
	b	De golflengte wordt dan kleiner, dus de toon wordt hoger.	–
	c	$\lambda_1 = 0,5 \cdot \lambda_0 \Rightarrow$ het rietje is nu 14 cm lang.	14 cm