Opgave 1

Met een *lopende golf* wordt een trilling bedoeld die zich in zijn omgeving voortplant. Zo ontstaat een golf. Als de golf zich uitbreidt in de ruimte dan is het een *lopende golf*.
Een golf kan ook stilstaan, dat wil zeggen: zich niet voortplanten. Dan hebben we een *staande golf*. Bij voorbeeld in een gitaarsnaar.

Opgave 2

a Een *transversale golf* is een trilling die zich voortplant in zijn omgeving waarbij de trilling loodrecht op de voortplantingsrichting staat.

b Voorbeelden: golf in een touw of snaar en golven op een vloeistofoppervlak, bijvoorbeeld water.

Opgave 3

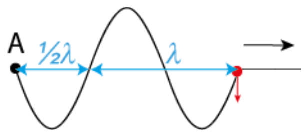
a Een *longitudinale golf* is een trilling die zich voortplant in zijn omgeving waarbij de trillingsrichting gelijk is aan de voortplantingsrichting.

b Geluidsgolven zijn longitudinaal maar ook golven in een veer of materiegolven, bijvoorbeeld een klap op een heipaal wordt doorgegeven in de paal.

Opgave 4

a A heeft 1,5 trilling uitgevoerd. 1,5 × λ is er gepasseerd.

b De trilling van A begon omlaag. Het begin van de golf heeft een trilrichting die omlaag begint. (rode punt in de tekening.



Opgave 5

Stemvork.
Gegeven: f = 220 Hz, v = 343 m/s.
Gevraagd: λ
Oplossing: $v = \lambda \cdot f \rightarrow \lambda = v / f \rightarrow \lambda = 343 / 220 =$ **1,56 m**

Opgave 6

Veer.
Gegeven: f = 8,0 Hz, λ = 2,25 m.
Gevraagd: v
Oplossing: $v = \lambda \cdot f \rightarrow v = 2{,}25 \times 8{,}0 =$ **18 m/s**.

Opgave 7

Koord.
Gegeven: λ = 120 cm, v = 4,0 m/s.
Gevraagd: f
Oplossing: $v = \lambda \cdot f \rightarrow f = v / \lambda \rightarrow f = 4{,}0 / 1{,}20 =$ **3,3 Hz**

Opgave 8

Koord.
Gegeven: T = 0,14 s, v = 5,4 m/s.
Gevraagd: λ
Oplossing: $v = \lambda / T \rightarrow \lambda = v \cdot T \rightarrow \lambda = 5{,}4 \times 0{,}14 =$ **0,76 m**

Opgave 9

Lichtgolven.
Gegeven: λ = 589 nm, $v = 3{,}00 \cdot 10^8$ m/s.
Gevraagd: f
Oplossing: λ = 589 nm $\rightarrow \lambda = 589 \cdot 10^{-9}$ m $\rightarrow 5{,}89 \cdot 10^{-7}$ m

$v = \lambda \cdot f \rightarrow f = v / \lambda \rightarrow f = 3{,}00 \cdot 10^8 / 5{,}89 \cdot 10^{-7} =$ **$5{,}09 \cdot 10^{14}$ Hz**

Opgave 10

Geluidsgolven.
Gegeven: f = 500 Hz, v = 343 m/s.
Gevraagd: λ
Oplossing: $v = \lambda \cdot f \rightarrow \lambda = v / f \rightarrow \lambda = 343 / 500 =$ **0,686 m**

Opgave 11

Interferentie is het verschijnsel dat een punt tegelijk verschillende trillingen uitvoert. Deze trillingen versterken of verzwakken elkaar.

Opgave 12

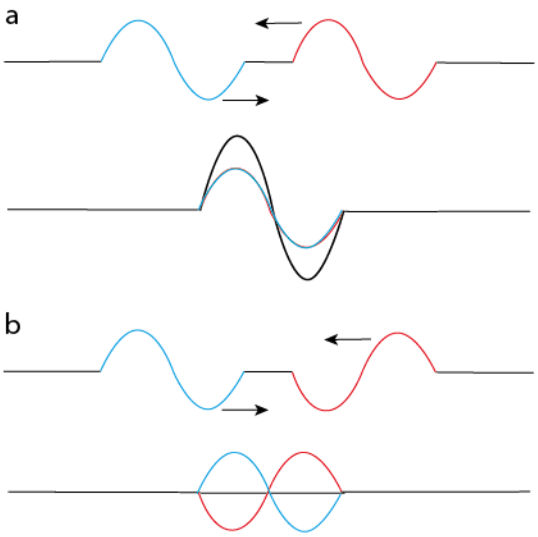
Antigeluid bestaat uit geluidsgolven die in tegenfase zijn met golven van hard, storend geluid. Hierdoor doven de golven elkaar (gedeeltelijk) uit en is het geluid veel minder hard.

Dit wordt toegepast in vliegtuigen en (dure) autos.

Opgave 13

a We laten twee golven op elkaar afkomen. Op een zeker moment overlappen ze elkaar. De somgolf is een versterkte golf, heeft een grotere amplitude

b We laten weer twee golven op elkaar afkomen. Maar nu zo dat de golven elkaar op een zeker moment uitdoven. Op een zeker moment overlappen ze elkaar. De somgolf is in dit geval een rechte lijn, op dit moment doven ze elkaar uit.



Opgave 14

a De *eigenfrequentie* is de frequentie waarmee een voorwerp gaat trillen, als het uit zijn evenwichtstand wordt gebracht. Dus zonder aandrijving zijn eigen voorkeurstrilling uitvoert.

b *Resonantie* is ook een eigenfrequentie, maar dit gaat over een gedwongen trilling die op een zeker moment dezelfde frequentie heeft als de eigentrilling. Dus je rijdt in een auto en bij een bepaalde snelheid gaat de auto meer herrie maken doordat de carrosserie gaat trillen. De carrosserie resoneert dan.

c Een *gedwongen trilling* is een trilling die wordt aangedreven en die niet de resonantiefrequentie hoeft te zijn.

Opgave 15

Wanneer de frequentie van een gedwongen trilling overeenkomt met de eigenfrequentie van een voorwerp, kan het gebeuren dat het voorwerp zoveel trillingsenergie opneemt dat het stuk gaat. Hierom moeten marcherende soldaten uit de pas lopen wanneer zij een kwetsbare fragile brug overgaan. De brug kan kapot trillen. Zo kun je een glas kapot zingen. Niet gemakkelijk omdat je wel precies de frequentie van de eigentrilling moet zingen. Bovendien moet de energie-inhoud van de zang voldoende zijn.

Opgave 16

Zij moeten uit de pas lopen omdat de brug kapot kan trillen. Als de marcheerfrequentie overeen zou komen met de eigentrilling van de brug.

Opgave 17

Een kop en schotel op de pianovleugel kan bij bepaalde tonen mee gaan trillen. Dat komt de muziek niet ten goede.

Opgave 18

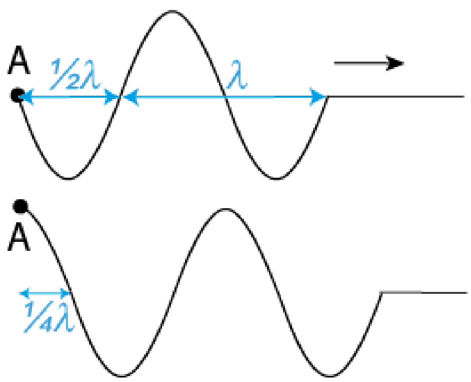
Een stemvork heeft bij het trillen een bepaalde energie-inhoud. Wanneer een klankkast gaat meetrillen dan gaat dat wel ten koste van deze energie-inhoud. De stemvork verliest sneller energie en is sneller uitgetrild.

Opgave 19

a A heeft 1,5 trilling uitgevoerd.
De golf omvat 1,5 λ.

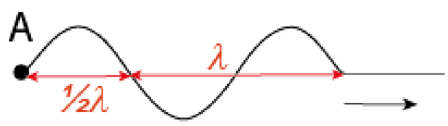
b Op t = 0 s ging A omlaag. Het front van de golf geeft een uitwijking omlaag.

c ¼ T later is er dus ¼ λ bijgekomen, en is de hele golf ¼ λ opgeschoven.



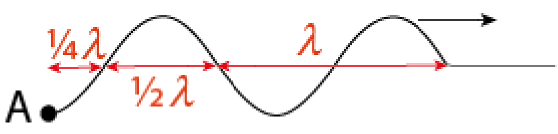
Opgave 20

Beginpunt A na $1^1/_2$ trilling.
Op t = 0 s ging A omhoog.
Koord is precies 2 λ lang.
Schets de stand van het koord.



Opgave 21

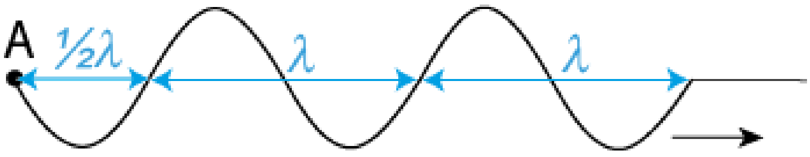
Beginpunt A na $1^3/_4$ trilling.
Op t = 0 s ging A omhoog.
Schets de stand van het koord.



Opgave 22

Koord.

Gegeven: Beginpunt A: f = 10 Hz, Op t = 0 s ging A omlaag
Gevraagd: Stand koord op t = 0,25 s
Oplossing: $T = 1/f \rightarrow$ 1 / 10 = 0,10 s, $\varphi = t/T \rightarrow$ 0,25 / 0,10 = 2,5.
Er zijn dus 2,5 golflengten gepasseerd.



Opgave 23

Koord AB.
Gegeven: l = 1,75 m, v = 360 m/s, amplitude (r) = 8,0 cm, f = 12,0 Hz
Gevraagd:

a Hoe groot is de golflengte?

$v = \lambda \cdot f \rightarrow \lambda = v / f \rightarrow \lambda$ = 360 / 12,0 = **0,300 m**

b Hoeveel golflengten is AB lang?

l = 1,75 m, λ = 0,300 m zodat: 1,75 / 0,300 = **5,83** golflengten op AB (5,833)

c Hoeveel trillingen heeft B uitgevoerd, als A er precies zeven heeft uitgevoerd?

A heeft 7 golflengten geproduceerd. Er passen 5,83 λ's op AB, B heeft dan 7,00 – 5,83 = **1,17 trilling** uitgevoerd. (1,167)

d Wat is dan de (gereduceerde) fase van B?

φ_B = 1,17 $\rightarrow$ φ_r = **0,17** (0,167)

e Hoe groot is de uitwijking van B op dat tijdstip?

$u_{t,B} = r \cdot \sin(2\pi f \cdot t)$ waarin: $f \cdot t = t / T = \varphi_r$

$u_{t,B} = r \cdot \sin(2\pi\ \varphi_r) \rightarrow u_{t,B} = 8{,}0 \times \sin(2\pi \times 0{,}167)$ = **6,9 cm**

$2\pi \times 0{,}167$ = 1,049 rad

sin(1,049) = 0,867

8,0 cm × 0,867 = 6,9 cm

Opgave 24

Buis AB met geluidsgolven.
Gegeven: l = 25 cm, v = 340 m/s, amplitude (r) = 0,100 mm, f = 850 Hz
Gevraagd: u_B als A is in uiterste stand rechts (u_A = 0,100 mm, φ_A = ¼)
Oplossing:

De uitwijking is maximaal voor A. De fase van A is dan ¼.

$u_{t,A} = r \cdot \sin(2\pi \cdot \varphi_A)$ → $\sin(2\pi \cdot \varphi_A) = 1{,}00$

voor $2\pi \cdot \varphi_A = 1{,}571$ rad → $\varphi_A = 0{,}25$

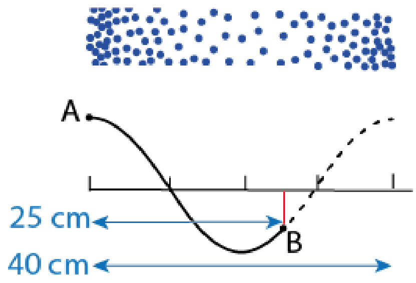
$u_{t,B} = r \cdot \sin(2\pi \cdot \varphi_B)$ → we berekenen eerst de fase van B, deze is de fase van A min het faseverschil AB / λ

$\lambda = v / f$ → $\lambda = 340 / 850 = 0{,}400$ m en AB = 0,25 m dus:

$\varphi_B = \varphi_A - AB / \lambda$ → $\varphi_B = 0{,}25 - 0{,}25 / 0{,}40 = -0{,}375$

$u_{t,B} = r \cdot \sin(2\pi \cdot \varphi_B)$ →

$u_{t,B} = 0{,}100$ mm × $\sin(2\pi \times -0{,}375) = $ **− 0,071 mm**



Opgave 25

Een koord AB is vier golflengten lang. B is bevestigd aan een wand.
Deze opgave gaat over terugkaatsing.

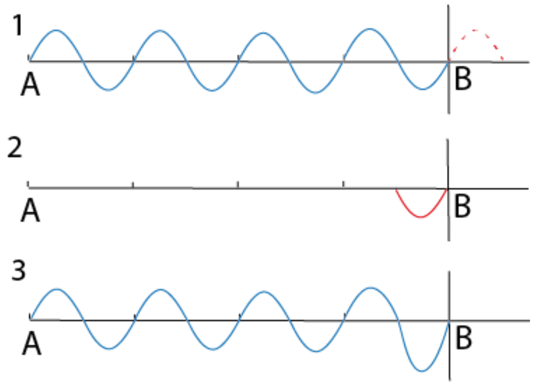
Schets de stand van het koord als …

a punt A $4^1/_2$ trilling heeft uitgevoerd.
In de tekening:

1 4,5 golflengten, 0,5 golf te veel,

2 de halve golf wordt teruggekaatst met een faseverschil van ½,

3 somgolf.

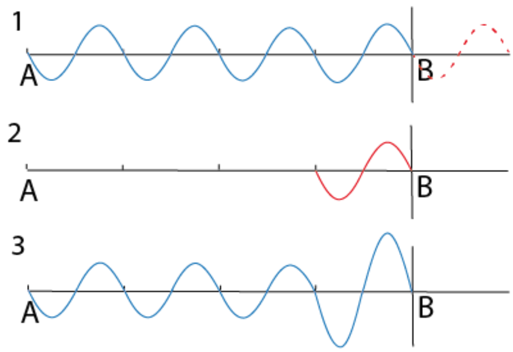


b punt A heeft 5 trillingen uitgevoerd.
In de tekening:

1 5 golflengten, één te veel,

2 één hele golf teruggekaatst, faseverschil: ½,

3 De somgolf.

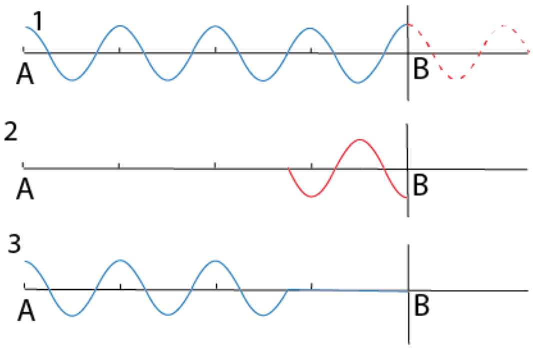


c punt A heeft $5^{1}/_{4}$ trilling uitgevoerd.
In de tekening:

1 5 golflengten, één teveel,

2 één hele golf teruggekaatst, faseverschil: ½,

3 De somgolf.



Opgave 26

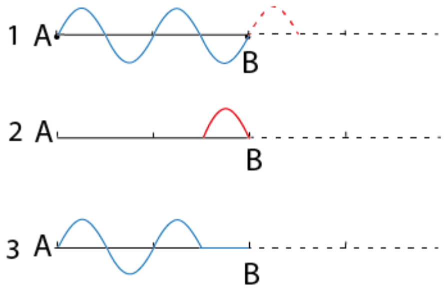
Koord AB is 2 golflengten lang, los einde.

a Stand koord als A $2^{1}/_{2}$ trilling heeft uitgevoerd?

1 2½ golf, ½ te veel,

2 halve golf teruggekaatst, geen faseverschil,

3 somgolf.

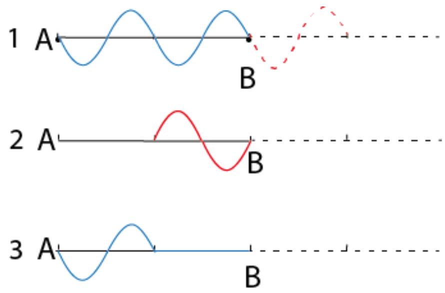


b *Stand koord als A 3 trillingen heeft uitgevoerd?*

1 3 golven, één te veel,

2 hele golf teruggekaatst, geen faseverschil,

3 somgolf.

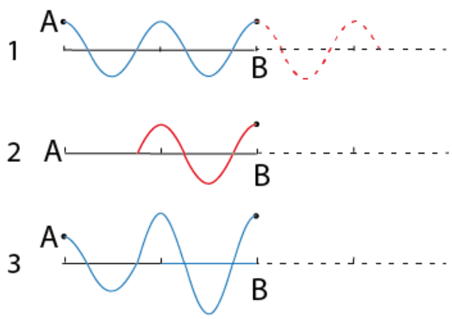


c *Stand koord als A $3^{1}/_{4}$ trilling heeft uitgevoerd?*

1 3½ golf, 1½ te veel,

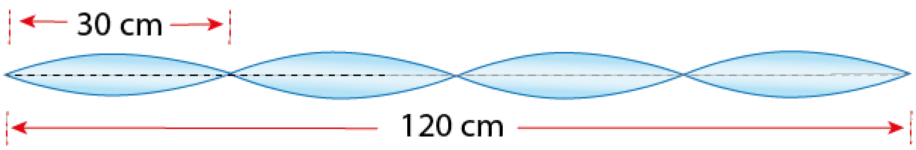
2 anderhalve golf teruggekaatst, geen faseverschil,

3 somgolf.



Opgave 27

Staande golf in een koord.
Gegeven: l = 120 cm, 4 buiken
Gevraagd: a) Δl 2 knopen b) Δl 2 buiken c) Δl buik-knoop d) λ
Oplossing:



a Afstand tussen 2 knopen: 120 cm / 4 = **30 cm**

b Een buik is 30 cm lang (afstand tussen twee knopen) de afstand tussen de middens van twee buiken is dan 2 × 15 cm = 30 cm.
Afstand tussen 2 buiken dus ook **30 cm**.

c Midden buik – knoop = **15 cm**.

d λ twee buiken = **60 cm**.

Opgave 28

Staande golf in een snaar.
Gegeven: l = 90 cm, f = 110 Hz, staande golf is grondtoon.
Gevraagd: a) λ b) λ, f eerste boventoon c) λ, f tweede boventoon
Oplossing:

a Er is een staande golf met een halve golf op de lengte (grondtoon).
Dus λ = 2 × 90 cm = **180 cm**.

b Eerste boventoon betekent: hele golf op de lengte (2 buiken) .
Dus λ = **90 cm.**
f is dan 2 × zo groot: **220 Hz**.
Netjes f berekenen kan ook: $v = \lambda \cdot f \rightarrow v =$ 1,80 m × 110 Hz = 198 m/s.
$f = v / \lambda \rightarrow f$ = 198 / 0,90 = **220 Hz**

c Tweede boventoon betekent: 1,5 golf op de lengte (3 buiken) .
Dus λ = 90 cm / 1,5 = **60 cm**
f is dan 3 × zo groot: **330 Hz**.
Of berekenen: $f = v / \lambda \rightarrow f$ = 198 / 0,60 = **330 Hz**

Opgave 29

Staande golf in een orgelpijp.
Gegeven: l = 1,80 m, beide uiteinden open, v = 340 m/s.
Gevraagd: a) λ grondtoon b) f grondtoon c) λ *1e* boventoon d) f 1e boventoon
e) f 2e boventoon
Oplossing:

a Twee open einden, grondtoon heeft dan twee buiken en één knoop.
0,50 × λ op 1,80 m → λ = 1,80 / 0,50 = **3,60 m**

b $f = v / \lambda$ → f = 340 / 3,60 = **94,4 Hz**

c 1e boventoon met 2 knopen, één golflengte op 1,80 m: λ = **1,80 m**

d $f = v / \lambda$ → f = 340 / 1,80 = **189 Hz**

e 1e boventoon met 3 knopen, 1½ × λ op 1,80 m: λ = 1,80 m / 1½ = 1,20 m
$f = v / \lambda$ → f = 340 / 1,20 = **283 Hz**

Opgave 30

Staande golf in een orgelpijp.
Gegeven: l = 1,80 m, één uiteinde open, één gesloten, v = 340 m/s.
Gevraagd: a) λ grondtoon b) f grondtoon c) f *1e* boventoon d) f 2e boventoon
Oplossing:

a Bij de laagste grondtoon is het gesloten eind een knoop en het open eind een buik.
Er staat dan ¼ λ in de pijp. ¼ λ = 1,80 m. λ = 4 × 1,80 = **7,20 m.**

b $f = v / \lambda$ → f = 340 / 7,20 = **47,2 Hz**

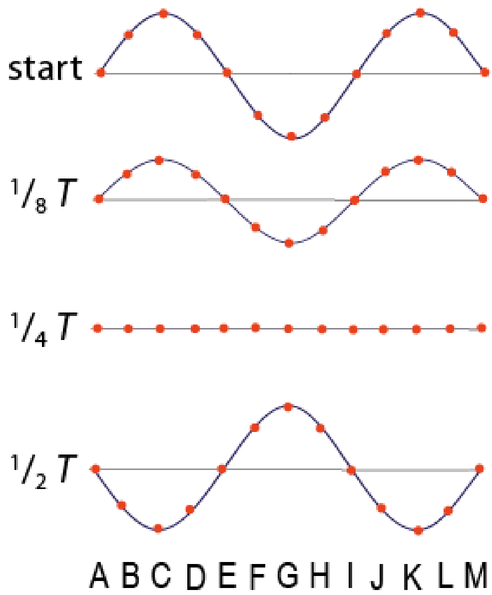
c Eerste boventoon met één knoop in de pijp: de staande golf omvat nu ¼ + ½ = ¾ λ.
¾ λ = 1,80 m. λ = 4/3 × 1,80 = **2,40 m**

d $f = v / \lambda$ → f = 340 / 2,40 = **142 Hz**

e Tweede boventoon met twee knopen in de pijp: de staande golf omvat nu 1 + ¼ = 1 ¼ λ.
1 ¼ λ = 1,80 m. λ = 1,80/ 1,25 = 1,44 m
$f = v / \lambda$ → f = 340 / 1,44 = **236 Hz**

Opgave 31

Koord met staande golf.



a Koord na $^1/_8 T$

b Koord na $^1/_4 T$

c Koord na $^1/_2 T$

d De grootste uitwijking: C, G, K

e De grootste amplitude: C, G, K

f Snelheid omlaag: vlak na t = 0:
B, C, D, J, K, L

g Zelfde fase als D: B, C, J, K, L
Zij staan alle in hun uiterste stand.

h Fase tegengesteld aan die van B: F, G, H.
Ook zij staan alle in hun uiterste stand.

Opgave 32

Watergolven.
Gegeven: v = 2,00 m/s, f = 10,0 Hz
Gevraagd: a) λ b) $s_{t=0,40}$ c) punten φ_r = 0 na 0,40 s d) punten φ = 1,75
Oplossing:

a $\lambda = v / f \rightarrow \lambda =$ 2,00 / 10,0 = **0,200 m**

b $s = v \cdot t \rightarrow s$ = 2,00 × 0,40 = **0,80 m**

c Alle punten met gereduceerde fase nul op t = 0,40 s.
Het golffront heeft 0,80 m afgelegd. Dat zijn 0,80 / 0,200 = 4 golflengtes. Na iedere golflengte is er een ring van punten met gereduceerde fase 0.
Dus **0,20 m, 0,40 m, 0,60 m en 0,80 m**.

d φ = 1,75 geldt voor alle punten die 1,75 × 0,200 = 0,35 m hebben afgelegd.
Dus een concentrische cirkel op **35 cm** van de bron.

Opgave 33

Interferentie met uitdoving of versterking krijg je voornamelijk bij buiging rond vaste voorwerpen. En dan vooral als de afmetingen van de voorwerpen in dezelfde orde van grootte zijn als de golflengte. Golven die in de stad gebruikt worden hebben dan meer storing wanneer de golflengte in de orde van grootte is als de bebouwing.

Opgave 34

Geluidssnelheid = 340 m/s.

a Grote trom f = 50 Hz. $\lambda = v / f \rightarrow \lambda =$ 340 / 50,0 = **6,8 m**.

Blaasinstrument: 1000 Hz. $\lambda = v / f \rightarrow \lambda =$ 340 / 1000 = **0,34 m**.

b Golven van de grote trom hebben een golflengte in de orde van grootte van huizen en straten ze zullen daardoor meer buiging rond straathoeken geven.

Opgave 35

Voorwerpen kunnen alleen worden waargenomen als de golflengte kleiner is dan de voorwerpen. Met radargolven van 1 cm kun je voorwerpen zichtbaar maken die (veel) groter zijn dan 1 cm.

Opgave 36

Vleermuizen. Ultrasonore trillingen

a Als λ = 1,0 mm voor geluid met v = 340 m/s, dan is de frequentie:

$f = v / \lambda \rightarrow f =$ 340 / 0,001 = $\mathbf{3{,}4 \cdot 10^5}$ **Hz**.

b '*Ultra'* komt uit het Latijn en betekent: *voorbij*, *verder dan* en '*-soon'* komt van hoorbaar geluid. Dus ultrasonoor is geluid dat verder op de frequentieschaal ligt dan mensen kunnen horen. De frequenties zijn (veel) hoger dan 20 kHz (gehoorgrens)

Opgave 37

Lichtmicroscoop.

a Objecten die je met licht van 550 nm golflengte kan zien moeten in elk geval groter zijn dan deze golflengte.

b Een deeltje onder de lichtmicroscoop van 0,1 μm is niet te zien. 0,10 μm is 100 nm. Met licht van 550 nm moet het deeltje (veel) groter zijn dan 550 nm voor een goed beeld.100 nm is dan veel te klein.

Opgave 38

Coherente trillingsbronnen geven golven met:
- gelijke frequentie
- gelijke fase
- gelijke amplitude

Opgave 39

Afstand tussen de maxima als:

a *L_1 en L_2 dichter bij elkaar?*

De afstand tussen de maxima wordt dan groter. De scheiding tussen de maxima wordt beter.

b *De golflengte groter?*

De afstand tussen de maxima wordt dan groter. De scheiding tussen de maxima wordt beter. De golflengte groter maken is vergelijkbaar met de afstand tussen de bronnen kleiner maken. Het gaat om de verhouding.

c *L_1 uitdooft?*

Als één bron uitdooft zijn er geen maxima en minima meer.

Opgave 40

De *toonhoogte* wordt bepaald door de frequentie van de golf.

De *klank* door de vorm van de golf en daarmee door het aantal boventonen.

Opgave 41

Een *toon* is één frequentie.

Ruis is een wisselende samenstelling van frequenties.

Opgave 42

Gegeven: v = 343 m/s, f = 20 Hz (laagste gehoorgrens) of 20 kHz (hoogste gehoorgrens)
Gevraagd: a) λ bij 20 Hz b) λ bij 20 kHz
Oplossing:

a $\lambda = v / f \rightarrow \lambda = 343 / 20 = \mathbf{17\ m}$

b $\lambda = v / f \rightarrow \lambda = 343 / (20 \cdot 10^3) = \mathbf{1{,}7 \cdot 10^{-2}\ m}$ (17 mm)

Het menselijk gehoor loopt dus (in golflengten) van ongeveer 17 m tot 17 mm.

Opgave 43

Gegeven: lucht, t = 20 °C, p = 990 mbar

Gevraagd: a) ρ b) v_{geluid}
Oplossing:

a Voor de dichtheid van lucht:

$$\rho = \frac{p}{1{,}013\ \cdot\ 10^5} \cdot \frac{273}{T} \cdot \rho_n$$

Dus met p = 990 mbar en 293 K:

$$\rho = \frac{0{,}990 \cdot 10^5}{1{,}013 \cdot 10^5} \cdot \frac{273}{293} \cdot\ 1{,}293 \quad = \mathbf{1{,}177\ kg/m^3}$$

b $v_{gas} = \sqrt{\frac{\gamma \cdot p}{\rho}} \rightarrow v_{gas} = \sqrt{\frac{1{,}4\ \times 0{,}990\ \cdot 10^5}{1{,}177}}$ = **343 m/s**

Opgave 44

Gegeven: aluminium, t = 20 °C
Gevraagd: a) $v_{trilling}$ b) $\lambda_{100\ Hz}$
Oplossing:

a $v_{Al} = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$

Binas: E_{Al} = 71 · 10^9 Pa ρ_{Al} = 2,70 · 10^3 kg/m^3

$v_{Al} = \sqrt{\frac{71 \cdot 10^9}{2{,}7 \cdot 10^3}}$ = **5,1 · 10^3 m/s**

b $\lambda = v / f \rightarrow \lambda$ = 5,1 · 10^3 / 100 = **51 m**

Opgave 45

a $v_{Fe} = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$

Binas: E_{Fe} = 220 · 10^9 Pa ρ_{Fe} = 7,87 · 10^3 kg/m^3

$v_{Fe} = \sqrt{\frac{220 \cdot 10^9}{7{,}87 \cdot 10^3}}$ = **5,29 · 10^3 m/s**

b $\Delta s = v \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t$ = 60 m / 5,29 · 10^3 m/s = **0,011 s**

Opgave 46

Zeewater met 30% zout,
Gegeven: t = 20 °C, K = 2,3 · 10⁹ Pa, ρ = 1,024 ·10³ kg/m³ (Binas)
Gevraagd: a) v_{geluid} b) Δs voor t = 0,12 s
Oplossing:

a $$v_{vloeistof} = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$$

$$v_{vloeistof} = \sqrt{\frac{2{,}3 \cdot 10^9}{1{,}024 \cdot 10^3}} = \mathbf{1{,}50 \cdot 10^3\ m/s}$$

b $\Delta s = v \cdot \Delta t \rightarrow \Delta s = 1{,}50 \cdot 10^3 \times 0{,}12 = 179{,}8$ m

Diepte is dan: 179,8 m / 2 = **90 m.**

Opgave 47

Geluidsintensiteit als het geluidsniveau 45 dB is?

45 dB = 4,5 B

$L = \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 4{,}5$ en: $I_0 = 1 \cdot 10^{-12}$ W/m², hoe groot is dan I?

$L = \log\left(\frac{I}{1 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{W/m^2}}\right) = 4{,}5\ \mathrm{B} \rightarrow 10^{4{,}5} = I / 1 \cdot 10^{-12} \rightarrow$

$I = 3{,}16 \cdot 10^4 \times 1 \cdot 10^{-12} = \mathbf{3{,}2 \cdot 10^{-8}\ W/m^2}$

Opgave 48

Gegeven: $I = 1{,}0 \cdot 10^{-6}$ W/m²
Gevraagd: L
Oplossing:

$L = \log\left(\frac{1{,}0 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^{-12}}\right) = 6{,}0\ \mathrm{B} \rightarrow$ **60 dB**

Opgave 49

Gegeven: P_{bron} = 50 W
Gevraagd: L op 25 m
Oplossing:

$I = P / A$ (intensiteit = vermogen / oppervlak)

$A = 4\pi \cdot r^2 \rightarrow 4 \times \pi \times 25^2 = 7{,}85 \cdot 10^3\ \text{m}^2$

$I = P / A \rightarrow 50\ \text{W} / 7{,}85 \cdot 10^3\ \text{m}^2 = 6{,}37 \cdot 10^{-3}\ \text{W/m}^2$

$L = \log\left(\frac{6{,}37 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-12}}\right) = 9{,}8\ \text{B} \rightarrow$ **98 dB**

Opgave 50

Gegeven: L op 10 m = 80 dB
Gevraagd: P_{bron}
Oplossing:

$L = \log\left(\frac{I}{1 \cdot 10^{-12}}\right) = 8{,}0\ \text{B} \rightarrow I / 10^{-12} = 10^8 \rightarrow I = 10^{-12} \times 10^8 = 10^{-4}\ \text{W/m}^2$

$A = 4\pi \cdot r^2 = 4 \times \pi \times 10^2 = 1{,}26 \cdot 10^3\ \text{m}^2$

$I = P / A \rightarrow 10^{-4} = P / 1{,}26 \cdot 10^3 \rightarrow P =$ **0,13 W**

Opgave 51

Bronnen A en B.
Gegeven: $P_A = 5 \times P_B$
Gevraagd: ΔL
Oplossing:

$L = \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \rightarrow L_A = \log\left(\frac{I_A}{I_0}\right)$ en: $L_B = \log\left(\frac{I_B}{I_0}\right)$

I is evenredig met P op gelijke afstand. Dus $I_A = 5 \times I_B$

$\Delta L = L_A - L_B = \log\left(\frac{5 \times I_B}{I_0}\right) - \log\left(\frac{I_B}{I_0}\right)$

We passen nu de volgende rekenregel toe: log(ab) = log(a) + log(b)

$L_A - L_B = \log(5) + \log\left(\frac{I_B}{I_0}\right) - \log\left(\frac{I_B}{I_0}\right) \rightarrow L_A - L_B = \log(5) = 0{,}70\ \text{B} \rightarrow$ **7,0 dB**

Opgave 52

Bron met L = 40 dB.
Gegeven: L_1 = 40 dB, L_2 = 80 dB
Gevraagd: Hoeveel maal zo groot wordt het vermogen?
Oplossing:

$L_1 = \log\left(\frac{I_1}{10^{-12}}\right)$ = 4,0 → 4,0 = log(I_1) – (-12)

log(I_1) = − 8 → I_1 = 10^{-8} W/m²

$L_2 = \log\left(\frac{I_2}{10^{-12}}\right)$ = 8,0 → 8,0 = log(I_2) – (-12) I_2 = 10^{-4} W/m²

I_2 / I_1 = 10^{-4} / 10^{-8} = $\mathbf{10^4}$ De vermogens verhouden zich als de intensiteiten.
Vermogen moet dus 10 000 maal zo groot worden.

Opgave 53

Een popgroep met geluidsterkte die 25 dB hoger ligt dan van andere groep.
Gegeven: $L_2 = L_1$ + 25 dB
Gevraagd: Vermogen, hoeveel maal zo groot?
Oplossing:

Het vermogen is evenredig met de geluidsintensteit bij gelijke afstand dus we zoeken de verhouding tussen I_2 en I_1

$L_2 = L_1$ + 2,5 B

$L_2 = \log\left(\frac{I_2}{10^{-12}}\right)$ → log(I_2) − log(−12) → 12 + log(I_2)

$L_1 = \log\left(\frac{I_1}{10^{-12}}\right)$ → 12 + log(I_1)

12 + log(I_2) = 12 + log(I_1) + 2,5 → log(I_2) - log(I_1) = 2,5

We passen de regel toe: log(a) - log(b) = log(a/b)

→ log(I_2 / I_1) = 2,5 → I_2 / I_1 = $10^{2,5}$ = $\mathbf{3{,}2 \cdot 10^2}$

Opgave 54

Instelling toongenerator.
Gegeven: L_2 - L_1 = - 20 dB
Gevraagd: Verhouding amplitudes (r_2 / r_1)
Oplossing:

De amplitudes in het kwadraat zijn evenredig met de geluidsintensteit bij gelijke afstand dus we zoeken de weer verhouding tussen I_2 en I_1 Vervolgens moeten we hieruit de wortel trekken.

$$\frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{I_2}{I_1}$$

L_2 - L_1 = - 2 B

$L_2 = \log\left(\frac{I_2}{10^{-12}}\right)$ → 12 + log(I_2)

$L_1 = \log\left(\frac{I_1}{10^{-12}}\right)$ → 12 + log(I_1)

log(I_2) − log(I_1) = − 2

We passen de regel toe: log(a) − log(b) = log(a/b)

→ log(I_2 / I_1) = − 2 → I_2 / I_1 = 10^{-2}

$\frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{I_2}{I_1}$ = 0,010 → r_2 / r_1 = √0,010 = **0,10**

Opgave 55

Geluidsbron
Gegeven: P = 30 W
Gevraagd: a) I op 20 m b) L op 20 m
Oplossing:

a $A = 4\pi \cdot r^2$

$A = 4 \times \pi \times 20^2 = 5{,}03 \cdot 10^3$ m²

$I = 30 / 5{,}03 \cdot 10^3 = 5{,}97 \cdot 10^{-3}$ W/m² → **$6{,}0 \cdot 10^{-3}$ W/m²**

b $L = \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$

$L = \log\left(\frac{5{,}97 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-12}}\right)$ = 9,8 B → **98 dB**