

Uitwerkingen § 1

Opgave 1

Onder de uitwijking verstaan we de verschuiving ten opzichte van de evenwichtsstand.

Opgave 2

Periode

Opgave 3

$$f = \frac{1}{T}$$

Opgave 4

Dan is het geluid een zuivere toon.

Opgave 5

Een harmonische beweging (want de projectie van een cirkelbeweging op een plat vlak geeft een harmonische beweging).

Opgave 6

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,27 \text{ ms}} = \frac{1}{0,00227 \text{ s}} = 441 \text{ Hz}$$

Opgave 7

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{20 \text{ Hz}} = 0,050 \text{ s}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{20 \text{ kHz}} = 0,000050 \text{ s} = 0,050 \text{ ms} = 50 \mu\text{s}$$

Opgave 8

a.

Naar links.

b.

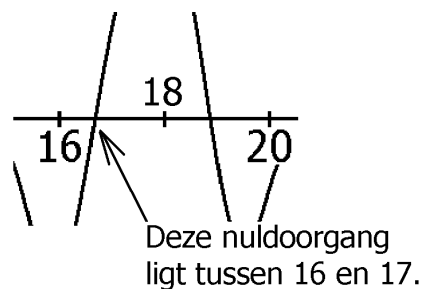
Naar rechts.

$$\frac{40 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} \cdot 23 \text{ N} = 31 \text{ N}$$

Opgave 9

$$3 \cdot T = 16,7 \text{ ms.}$$

$$T = 5,6 \text{ ms}$$



Opgave 10

$$3,25 \cdot T = 3,50 \text{ ms}$$

$$T = 1,08 \text{ ms}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,08 \text{ ms}} = 929 \text{ Hz}$$

Uitwerkingen § 2

Opgave 1

Transversale golf: de trillingsrichting staat loodrecht op de bewegingsrichting van de golf.
Longitudinale golf: de trillingsrichting is evenwijdig aan de bewegingsrichting van de golf.

Opgave 2

Zowel het elektrisch als het magnetisch veld staat loodrecht op de bewegingsrichting van de golf.

Opgave 3

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Opgave 4

De golf is een combinatie van transversaal en longitudinaal.
De waterdeeltjes bewegen namelijk zowel horizontaal als verticaal.

Opgave 5

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{22,3 \text{ m}}{0,0644 \text{ s}} = 346 \text{ m/s}$$

Opgave 6

$$\text{P-golven: } \Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{100 \text{ km}}{6,0 \text{ km/s}} = 17 \text{ s}$$

$$\text{S-golven: } \Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{100 \text{ km}}{3,5 \text{ km/s}} = 29 \text{ s}$$

Opgave 7

a.

Je kunt de voortplantingssnelheid uitrekenen zonder de frequentie te weten. Blijkbaar speelt de frequentie dan geen rol.

b.

$$v = \sqrt{\frac{F_s}{m_L}} = \sqrt{\frac{28 \text{ N}}{0,040 \text{ kg/m}}} = 26 \text{ m/s}$$

$$\Delta s = v \cdot \Delta t = 26 \text{ m/s} \cdot 0,050 \text{ s} = 1,3 \text{ m}$$

Opgave 8

a.

Als de frequentie groter wordt, wordt de voortplantingssnelheid kleiner.

Als de voortplantingssnelheid kleiner wordt, is de benodigde tijd om het diepe bad over te steken groter.

b.

In het diepe bad geldt:

$$v = \frac{g}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{9,8 \text{ m/s}^2}{2 \cdot \pi \cdot 2,0 \text{ Hz}} = 0,78 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{4,0 \text{ m}}{0,78 \text{ m/s}} = 5,1 \text{ s}$$

In het ondiepe bad geldt:

$$v = \sqrt{g \cdot h} = \sqrt{9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,050 \text{ m}} = 0,70 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{2,3 \text{ m}}{0,70 \text{ m/s}} = 3,3 \text{ s}$$

De totale tijd is dus $5,1 \text{ s} + 3,3 \text{ s} = 8,4 \text{ s}$.

Uitwerkingen § 3

Opgave 1

De golflengte is de afstand die de golf in één trillingstijd aflegt.

Opgave 2

$$v = f \cdot \lambda$$

Opgave 3

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343 \text{ m/s}}{100 \text{ Hz}} = 3,43 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343 \text{ m/s}}{3000 \text{ Hz}} = 0,114 \text{ m}$$

Opgave 4

$$v = f \cdot \lambda = 440 \text{ Hz} \cdot 1,50 \text{ m} = 660 \text{ m/s}$$

Opgave 5

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{300 \text{ Mm/s}}{600 \text{ m}} = 0,500 \text{ MHz} = 500 \text{ kHz}$$

Opgave 6

De voortplantingssnelheid van geluid is onafhankelijk van de frequentie.
Als de frequentie verdubbeld wordt, wordt de golflengte twee keer zo klein.

Opgave 7

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{7,2 \text{ m/s}}{3,3 \text{ m}} = 2,2 \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3,1 \text{ m/s}}{2,2 \text{ Hz}} = 1,4 \text{ m}$$

Opgave 8

a.

$$\lambda = 2,0 \text{ m}$$

b.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{0,2 \text{ m}}{0,1 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}$$

c.

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{2 \text{ m/s}}{2 \text{ m}} = 1 \text{ Hz}$$

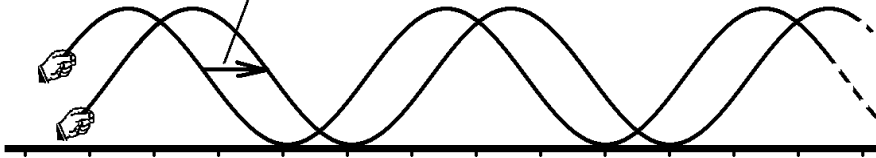
Opgave 9

$$\lambda = 5 \times 30 \text{ cm} = 1,5 \text{ m}$$

$$v = f \cdot \lambda = 2,0 \text{ Hz} \cdot 1,5 \text{ m} = 3,0 \text{ m/s}$$

$$\Delta s = v \cdot \Delta t = 3,0 \text{ m/s} \cdot 0,10 \text{ s} = 0,30 \text{ m} = 30 \text{ cm}$$

Het hele patroon is 30 cm naar rechts opgeschoven.



Opgave 10

Eerst substitueren we $f = v/\lambda$ in de gegeven vergelijking.

$$v = \frac{g}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{g}{2 \cdot \pi \cdot \frac{v}{\lambda}} = \frac{g \cdot \lambda}{2 \cdot \pi \cdot v}$$

Nu brengen we v naar een kant van de vergelijking.

$$v^2 = \frac{g \cdot \lambda}{2 \cdot \pi}$$

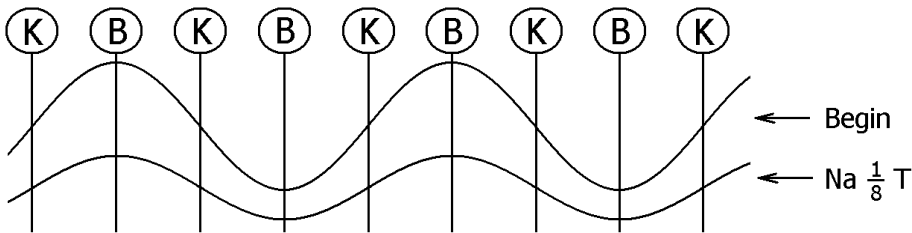
Tenslotte trekken we de wortel.

$$v = \sqrt{\frac{g \cdot \lambda}{2 \cdot \pi}}$$

Uitwerkingen § 4

Opgave 1

a.



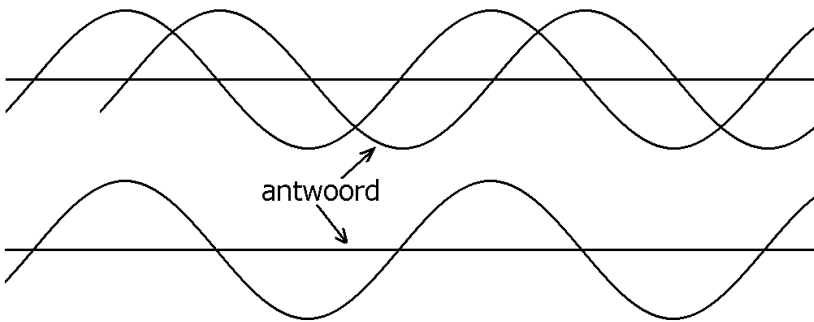
b.

In de uiterste stand bij begin, na $(4/8)T$ en na T .

c.

Door de evenwichtsstand na $(2/8)T$ en na $(6/8)T$.

Opgave 2



Toelichting

Bij de lopende golf verschuift de golf precies een kwart golflengte naar rechts.

Bijvoorbeeld komt de top van een golfberg dan precies boven een oorspronkelijke nuldoorgang.

Bij de staande golf gaan alle punten door de evenwichtsstand. Overal is de uitwijking dus nul.

Opgave 3

Een halve golflengte

Een halve golflengte

Opgave 4

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{90 \text{ m/s}}{50 \text{ Hz}} = 1,8 \text{ m}$$

$$KK = \lambda/2 = 0,90 \text{ m}$$

Opgave 5

$$\lambda = 2 \cdot BB = 2 \cdot 18,0 \text{ cm} = 36,0 \text{ cm}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343 \text{ m/s}}{0,360 \text{ m}} = 953 \text{ Hz}$$

Opgave 6

Bij de knoop treden afwisselend verdichtingen en verdunningen van de lucht op. Een gaatje in de buiswand maakt verdichtingen en verdunningen in de buis op die plaats onmogelijk. Dit kun je als volgt begrijpen. De samengeperste lucht tijdens een verdichting ontsnapt meteen via het gaatje. De uitgerekte lucht tijdens een verdunning wordt meteen aangevuld met lucht van buiten de buis.

Bij de buik treden geen verdichtingen en verdunningen van de lucht op (de lucht beweegt wel heen en weer). Er is dan ook geen enkele reden voor de lucht om door het gaatje te stromen.

Kortom: bij een gaatje kan zich wel een buik maar geen knoop bevinden.

Opgave 7

$$\lambda = 2 \cdot KK = 2 \cdot 40 \text{ cm} = 0,80 \text{ m}$$

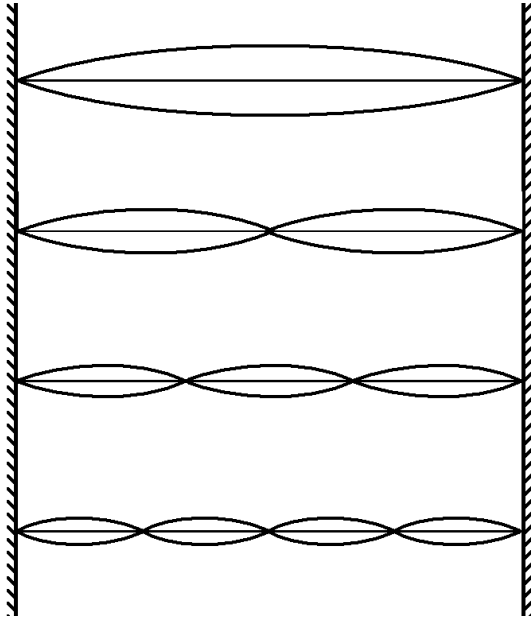
$$v = \sqrt{\frac{g \cdot \lambda}{2\pi}} = \sqrt{\frac{9,8 \cdot 0,80}{2 \cdot \pi}} = 1,1 \text{ m/s}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{1,1 \text{ m/s}}{0,80 \text{ m}} = 1,4 \text{ Hz}$$

Uitwerkingen § 5

Opgave 1

a. en b.



c.

$$1 : 1/2 : 1/3 : 1/4$$

d.

$$1 : 2 : 3 : 4$$

Opgave 2

a.

$$\lambda_0 = 2 \times 60,0 \text{ cm} = 120 \text{ cm} = 1,20 \text{ m}$$

b.

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{200 \text{ m/s}}{1,20 \text{ m}} = 167 \text{ Hz}$$

c.

$$\lambda_1 = 1,20 / 2 = 0,600 \text{ m}$$

$$\lambda_2 = 1,20 / 3 = 0,400 \text{ m}$$

d.

$$f_1 = 2 \times 167 = 333 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 3 \times 167 = 500 \text{ Hz}$$

Opgave 3

a.

$$4 T = 14,5 \text{ ms}$$

$$T = 3,63 \text{ ms}$$

$$f_0 = \frac{1}{T} = \frac{1}{3,63 \text{ ms}} = 276 \text{ Hz}$$

b.

$$f_1 = 2 \times 276 \text{ Hz} = 552 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 3 \times 276 \text{ Hz} = 828 \text{ Hz}$$

c.

$$\lambda_0 = 2 \times 90,0 \text{ cm} = 180 \text{ cm} = 1,80 \text{ m}$$

$$v = f_0 \cdot \lambda_0 = 276 \text{ Hz} \cdot 1,80 \text{ m} = 497 \text{ m/s}$$

Opgave 4

Als je de spankracht 2 keer zo groot maakt, wordt de voortplantingssnelheid wortel 2 keer zo groot. Dit is 1,41 keer zo groot. Omdat de lengte van de snaar gelijk blijft, wordt de grondfrequentie ook 1,41 keer zo groot. Dus $1,41 \times 440 \text{ Hz} = 620 \text{ Hz}$.

Opgave 5

Tweede boventoon: 600 Hz.

Grondtoon: $600 \text{ Hz} / 3 = 200 \text{ Hz}$

Vierde boventoon: $5 \times 200 \text{ Hz} = 1000 \text{ Hz}$.

Opgave 6

De toonhoogte wordt bepaald door de grondtoon. Deze is voor beiden gelijk namelijk $2400 \text{ Hz} / 6 = 400 \text{ Hz}$.

Het timbre wordt bepaald door de onderlinge verhouding van de sterktes van de grondtoon en zijn boventonen. Deze is voor beide instrumenten verschillend.

Uitwerkingen § 6

Opgave 1

Buik
Knoop

Opgave 2

Open luchtkolom: b
Gesloten luchtkolom: c

Opgave 3

Bij twee open uiteinden: 1 : 2 : 3 : 4
Bij een open en een gesloten uiteinde: 1 : 3 : 5 : 7

Opgave 4

Gesloten luchtkolom omdat de eigenfrequenties zich verhouden als 1 : 3 : 5 : 7.

Opgave 5

a.

$$BB = \lambda / 2 \text{ dus } \lambda_0 = 2 \times 40,0 \text{ cm} = 80,0 \text{ cm} = 0,800 \text{ m}$$

b.

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{343 \text{ m/s}}{0,800 \text{ m}} = 429 \text{ Hz}$$

c.

$$f_1 = 2 \times 429 = 858 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 3 \times 429 = 1287 \text{ Hz}$$

Opgave 6

a.

$$BK = \lambda / 4 \text{ dus } \lambda_0 = 4 \times 30,0 \text{ cm} = 120 \text{ cm} = 1,20 \text{ m}$$

b.

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{343 \text{ m/s}}{1,20 \text{ m}} = 286 \text{ Hz}$$

c.

$$f_1 = 3 \times 286 = 858 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 5 \times 286 = 1430 \text{ Hz}$$

Opgave 7

$$KK = 10,0 \text{ cm dus } \lambda = 2 \times 10,0 \text{ cm} = 20,0 \text{ cm.}$$

$$v = f \cdot \lambda = 1700 \text{ Hz} \cdot 0,200 \text{ m} = 340 \text{ m/s}$$

Opgave 8

a.

$$\lambda_0 = \frac{v}{f_0} = \frac{343 \text{ m/s}}{520 \text{ Hz}} = 0,660 \text{ m} = 66,0 \text{ cm}$$

$$\text{Lengte} = \text{BB} = \lambda_0 / 2 = 66,0 \text{ cm} / 2 = 33,0 \text{ cm}$$

b.

Een (open) gaatje maakt verdichtingen en verdunningen van de trillende lucht onmogelijk. Daarom moet daar een buik komen.

c.

Door de extra buik in het midden van de blokfluit, wordt de golflengte gehalveerd en daarmee de frequentie verdubbeld. De frequentie wordt $2 \times 520 \text{ Hz} = 1040 \text{ Hz}$.

Opgave 9

a.

$$7 \cdot T = 48,0 \text{ ms} \quad \text{dus } T = 6,86 \text{ ms.}$$

$$f_0 = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,00686 \text{ s}} = 146 \text{ Hz}$$

b.

3 keer

c.

$$\lambda_0 = \frac{v}{f_0} = \frac{343 \text{ m/s}}{146 \text{ Hz}} = 2,35 \text{ m}$$

$$\text{Lengte klarinet} = \text{BK} = \lambda_0 / 4 = 2,35 \text{ m} / 4 = 0,588 \text{ m (bij benadering)}$$