

7 Trillingen en golven

3 havo

7.1 Wat is een trilling?

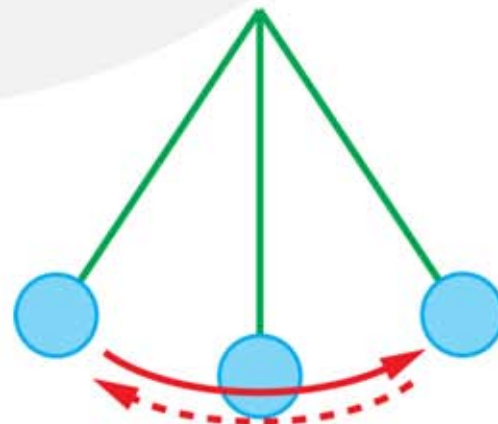
Trillingstijd, frequentie, uitwijking en amplitude

- 1*
- a Wat is een trilling?
 - b Wat is de trillingstijd?
 - c Met welke letters worden de grootte en eenheid van de trillingstijd aangegeven?
 - d Wat is de periode?
 - e Wat is de frequentie?
 - f Wat bedoel je met Hertz (Hz) ?

- 2*
- Leg uit welke van de volgende voorbeelden wel of geen trillingen zijn.
- a De trapper van een fiets tijdens het fietsen.
 - b De beweging van je trommelvlies als je iets hoort.
 - c Een robot die dozen van een lopende band pakt.
 - d Eb en vloed aan de kust.
 - e De beweging van een satelliet om de aarde.
 - f Een kind op een schommel.
 - g Een kind op een wipkip.
 - h Een tak aan een boom die heen-en-weer zwaait.



- 3**
- Een slinger beweegt tussen de uiterste standen A en C. Op een bepaald moment is de slinger in stand A. Over 10 slingeringen doet de slinger 4,0 seconden.
- a Hoe vaak is de slinger in deze tijd in punt A geweest?
 - b Hoe vaak is de slinger in deze tijd in punt B geweest?
 - c Hoe groot is de trillingstijd?
 - d Bereken de frequentie.

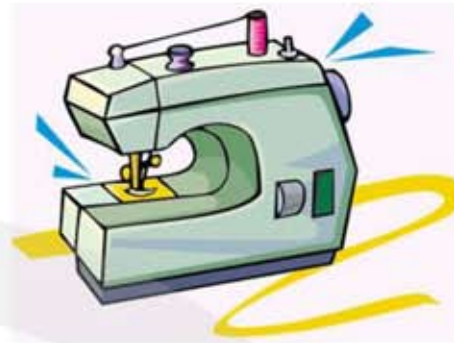


4** Een naaimachine maakt 300 steken per minuut.

a Welke frequentie heeft deze machine?

Een auto heeft een toerental van 2400 per minuut.

b Met welke frequentie draait de motor?



5** Soldaten marcheren met een ritme van 120 stappen per minuut.

a Hoeveel seconde duurt een enkele stap.

Een gemiddelde stap is 80 cm. De soldaten moeten 10 km marcheren.

b Bereken hoeveel minuten ze er over doen.

6* Een fluitketel geeft een fluittoon met een frequentie van 650 Hz.

a Bereken de trillingstijd.



7** Een hondenfluitje maakt een fluittoon van $2,1 \cdot 10^4$ Hz.

a Bereken de trillingstijd.

Je geeft een kort signaal dat 0,20 s duurt.

b Hoeveel trillingen bevat dit signaal?



8** Je laat een blokje aan een touw slingeren. In het begin geef je het blokje een uitwijking van 15 cm. Daarna laat je het blokje los. Het blokje beweegt steeds in 0,20 s van de uiterste stand naar de evenwichtsstand.

a Leg uit wat er NIET verandert als je het blokje een tijdje laat slingeren:

- de frequentie
- de uitwijking
- de amplitude
- de trillingstijd

b Wat weet je van de snelheid in de uiterste stand?

- c Wat weet je van de snelheid in de evenwichtsstand?
- d Bereken de frequentie van deze slinger.

9** Een tak aan een boom zwiëpt 18 keer per minuut heen-en-weer door de wind.

- a Bereken de trillingstijd.
- b Bereken de frequentie.

10*** Een blokje hangt aan een veer en voert een trilling uit. Met een stopwatch wil je de trillingstijd bepalen.

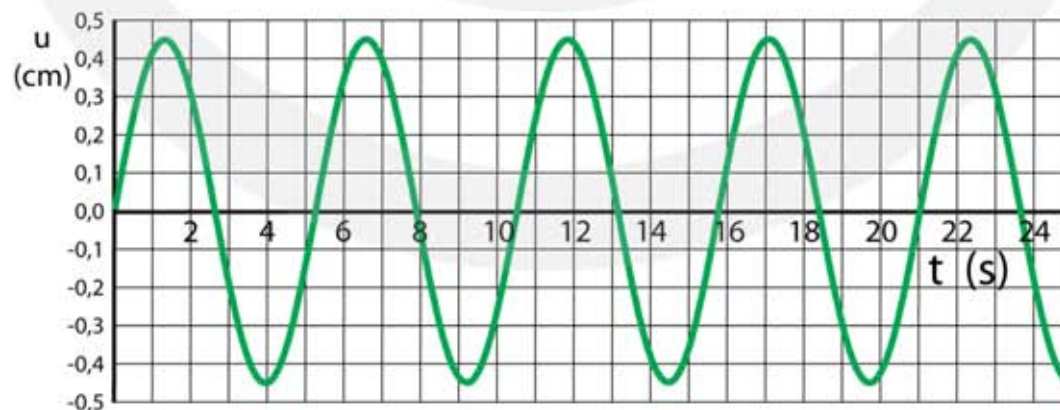
- a Leg uit in welke stand je het beste de stopwatch kunt starten.

Om de trillingstijd te bepalen meet Arend de tijd van één heen en weer gaande beweging. Simon meet de tijd van 10 heen en weer gaande bewegingen en deelt daarna het resultaat door 10.

- b Wie van hen voert de nauwkeurigste meting uit: Arend of Simon, of zijn beide metingen even nauwkeurig?

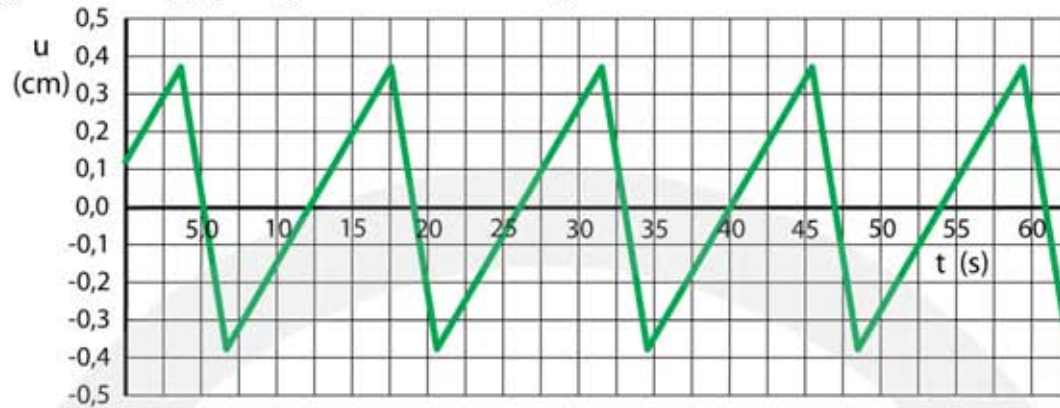
(u, t)-diagram

11** De figuur is het (u, t)-diagram van een trilling.



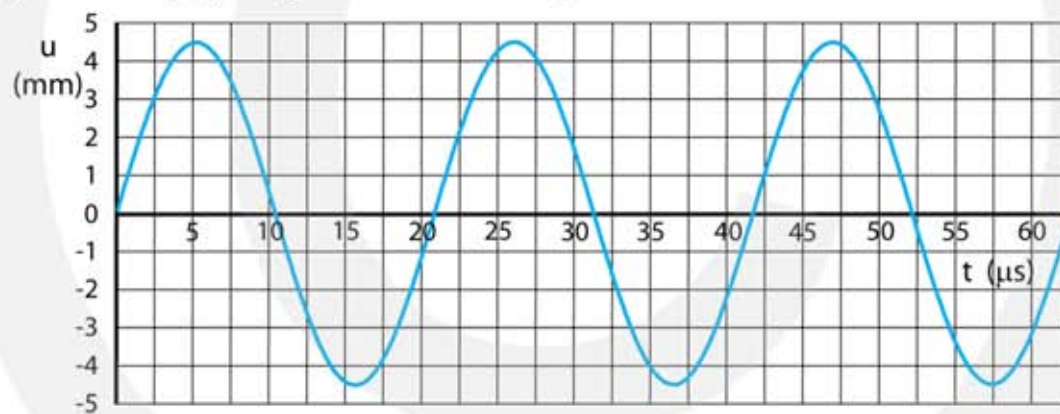
- a Hoe groot is de amplitude?
- b Hoe groot is de trillingstijd?
- c Hoe groot is de frequentie?

12** De figuur is het (u, t)-diagram van een trilling.



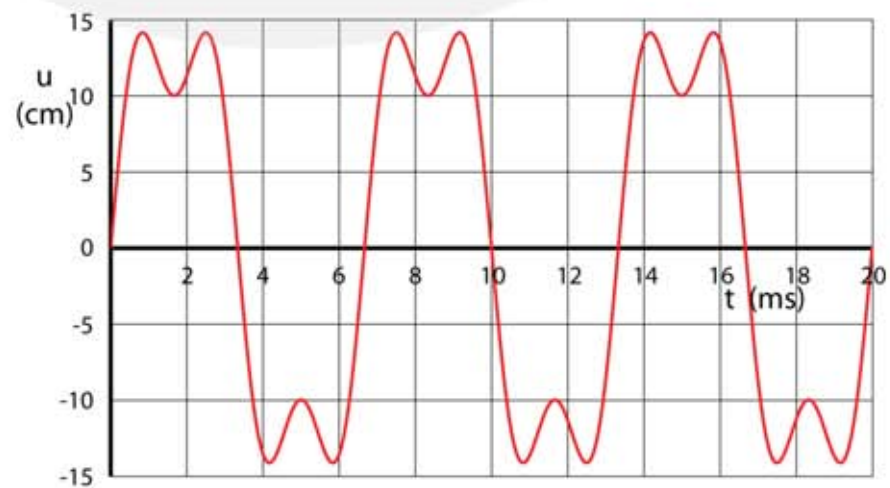
- a Hoe groot is de amplitude?
- b Hoe groot is de trillingstijd?
- c Hoe groot is de frequentie?

13** De figuur is het (u, t)-diagram van een trilling.



- a Hoe groot is de amplitude?
- b Hoe groot is de trillingstijd?
- c Hoe groot is de frequentie?

14*** De figuur is het (u, t)-diagram van een trilling.

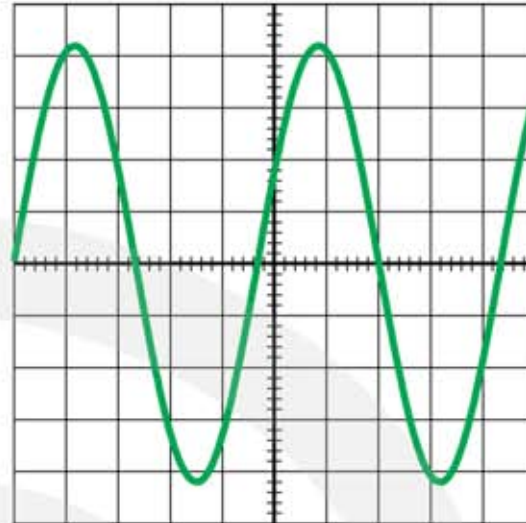


- a Hoe groot is de amplitude?
- b Hoe groot is de trillingstijd?
- c Hoe groot is de frequentie?

Trillingen waarnemen

- 15**** De figuur is het beeld op een oscilloscoop.
De tijdbasis is $20 \mu\text{s} / \text{div}$
De gevoeligheid is $0,5 \text{ V} / \text{div}$

- Bepaal de trillingstijd.
- Bepaal de frequentie.
- Bepaal de amplitude.

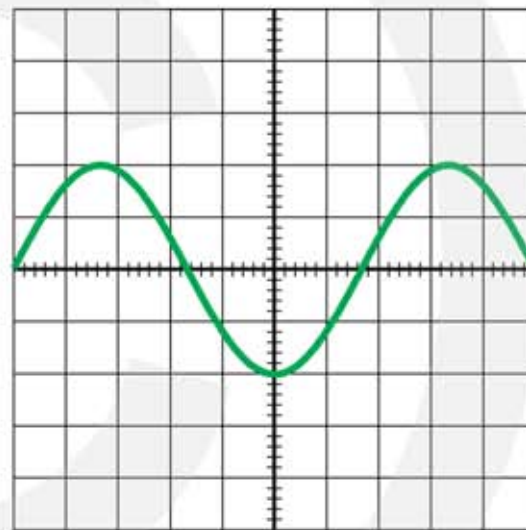


- 16***** De figuur is het beeld op een oscilloscoop.
De tijdbasis is $5 \mu\text{s} / \text{div}$.
De gevoeligheid is $0,2 \text{ mV} / \text{div}$.

- Bepaal de trillingstijd.
- Bepaal de frequentie.
- Bepaal de amplitude.

Je wilt dat het signaal van boven tot onder het scherm vult.

- Leg uit wat je moet doen met de tijdbasis.
- Leg uit wat je moet doen met de gevoeligheid.

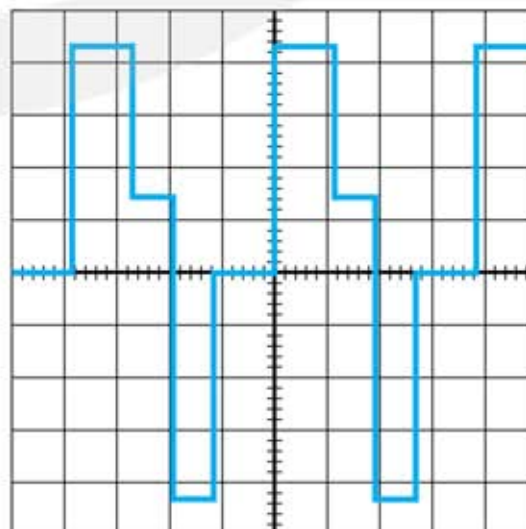


- 17***** De figuur is het beeld op een oscilloscoop.
De tijdbasis is $50 \text{ ms} / \text{div}$.
De gevoeligheid is $0,2 \text{ V} / \text{div}$.

- Bepaal de trillingstijd.
- Bepaal de frequentie.
- Bepaal de amplitude.

Je verandert de tijdbasis van de oscilloscoop naar $20 \text{ mV} / \text{div}$.

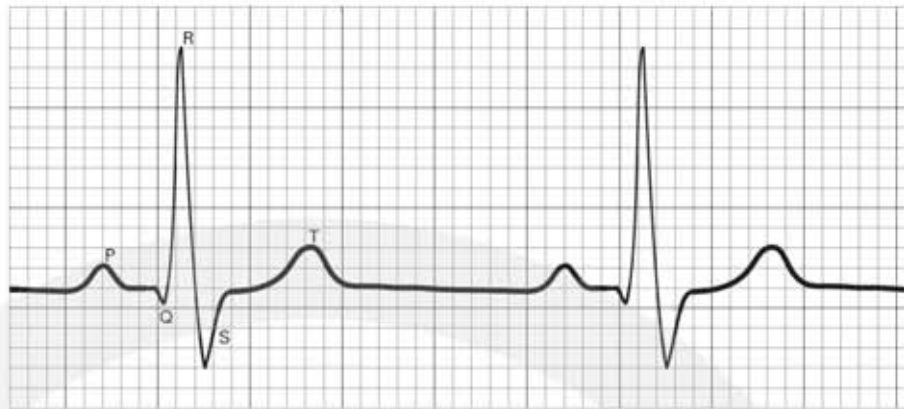
- Leg uit of je nu meer of minder trillingen op het scherm ziet.



18*** De figuur is een elektrocardiogram (ECG).

De tijdbasis is 20 ms / div.

De gevoeligheid is 200 μ V / div.



- Hoeveel tijd zit er tussen de punten P en T?
- Hoeveel slagen geeft het hart per minuut?
- Hoeveel millivolt is het signaal bij punt R?

7.2 Eigentrilling en resonantie

Massaveersysteem

- 1**** Voor een massaveersysteem geldt: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$.
- a Bereken de trillingstijd als $m = 400 \text{ g}$ en $C = 2,0 \text{ N/m}$.
 - b Bereken de trillingstijd als $m = 800 \text{ g}$ en $C = 2,0 \text{ N/m}$.
 - c Bereken de trillingstijd als $m = 400 \text{ g}$ en $C = 4,0 \text{ N/m}$.

- 2**** Voor een massaveersysteem geldt: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$.
- a Bereken de massa als $T = 1,0 \text{ s}$ en $C = 10 \text{ N/m}$.
 - b Bereken de massa als $T = 2,0 \text{ s}$ en $C = 10 \text{ N/m}$.
 - c Bereken de massa als $T = 1,0 \text{ s}$ en $C = 20 \text{ N/m}$.

- 3***** Voor een massaveersysteem geldt: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$.
- a Bereken de veerconstante als $T = 10 \text{ s}$ en $m = 5,0 \text{ kg}$.
 - b Bereken de veerconstante als $T = 20 \text{ s}$ en $m = 5,0 \text{ kg}$.
 - c Bereken de veerconstante als $T = 10 \text{ s}$ en $m = 10 \text{ kg}$.

- 4**** Een auto heeft een massa van 950 kg . De veerconstante van de vering van de auto is $4,0 \cdot 10^4 \text{ N/m}$. Op een hobbelige weg gaat de auto op en neer trillen.
- a Hoe groot is de trillingstijd van de auto?
 - b Hoe groot is de frequentie van de auto?
 - c Waar dienen de schokdempers bij een auto voor?



5*** Een chauffeur bepaalt haar massa met een verende stoel. De veerconstante van de stoel is 800 N/m. De lege stoel trilt met 1,00 Hz. Als de chauffeur op de stoel zit is de frequentie 0,500 Hz.

- a Bereken de massa van de stoel.
- b Bereken de massa van de chauffeur.

6*** Je hangt een blokje met een massa van 20 gram aan een veer en laat het blokje trillen. De trillingstijd is 0,50 s. Je wilt een trillingstijd van precies één seconde krijgen.

- a Beredeneer met behulp van de formule $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ hoeveel extra massa die je aan de veer moet hangen.

Je kunt ook een trillingstijd van precies één seconde krijgen door niet extra gewicht toe te voegen maar door een andere veer te nemen.

- b Leg uit of je een veer moet kiezen met een grotere of met een kleinere veerconstante.

- c Beredeneer met behulp van de formule $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ hoeveel groter of kleiner de veerconstante moet zijn.

7**** In de wieg van een baby hangt een poppetje aan een veer. De massa van het poppetje is 50 gram. Als je het poppetje naar beneden trekt en daarna loslaat gaat hij trillen met een trillingstijd van 0,80 s.

- a Bereken de veerconstante van de veer.

Als het poppetje stil hangt heeft de veer een lengte van 20 cm.

- b Bereken de lengte van de veer als er geen poppetje aan hangt.
HINT gebruik $F = C \cdot u$ met $F = F_z = m \cdot g$

8**** Je hangt een blokje van 250 gram aan een spiraalveer. De veer rekt hierdoor 150 mm uit.

- a Bereken de veerconstante van de spiraalveer.
HINT gebruik $F = C \cdot u$ met $F = F_z = m \cdot g$

Daarna breng je het blokje in trilling door de veer 5,0 cm verder uit te rekken en daarna los te laten.

- b Hoe groot is de amplitude?
- c Met welke trillingstijd gaat het blokje trillen?
- d Hoe groot is de frequentie?
- e Hoeveel trillingen zijn er per minuut?

Slinger

- 9** Voor een slinger geldt: $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$.
- a Bereken de trillingstijd als $\ell = 2,0$ m.
 - b Bereken de frequentie als $\ell = 4,0$ cm.

- 10** Voor een slinger geldt: $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$.
- a Bereken de lengte als $T = 4,0$ s.
 - b Bereken de lengte als $T = 1,6$ minuten.
 - c Bereken de lengte als $T = 25$ ms (milliseconden).

- 11** Ella zit op een schommel. Sofie trekt de schommel 1 meter naar achteren en laat dan los.

Ella beweert dat ze een amplitude heeft van 2 m.
Sofie beweert dat Ella een uitwijking heeft van 2 m.

- a Wie heeft er gelijk, Ella, Sofie of geen van beiden?
- b Wanneer is tijdens het schommelen de snelheid nul?
- c Wanneer is de snelheid maximaal?

Sofie wil ook op de schommel. Sofie is zwaarder dan Ella.

- d Wie heeft de grootste trillingstijd, Ella, Sofie of is de trillingstijd gelijk?



12** De slinger van Foucault

Op de wereldtentoonstelling van 1851 in Parijs werd de eerste slinger van Foucault tentoongesteld. Met zo'n slinger kan de draaisnelheid van de aarde om haar as worden bepaald. Het bijzondere is dat dit kan gebeuren in een afgesloten ruimte, dus zonder zicht op de zon of de sterren of andere astronomische waarnemingen.



De originele slinger van Foucault bestond uit een bol van 28 kg die met een lang koord aan het plafond van het Panthéon in Parijs was vastgemaakt.

De afstand tussen het zwaartepunt van de bol en het ophangpunt aan het plafond is 67 meter. De slinger heeft een maximale uitwijking van 3,0 m.

- Bereken de trillingstijd van deze slinger met de formule $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$.
- Bereken de frequentie van deze slinger.

13*** Drie slingers van verschillende lengte zijn naast elkaar opgehangen. Hun lengtes zijn 1,0 m, 4,0 m en 9,0 m.

- Bereken voor iedere slinger de trillingstijd. Gebruik $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$.
- Bereken de verhouding van de trillingstijden.

14**** Een sloopkogel hangt aan een lange kabel. Hij wordt met een touw naar rechts getrokken en vervolgens losgelaten zonder beginsnelheid. De kabel is precies verticaal op het moment dat de kogel tegen een muur botst. De tijdsduur tussen het loslaten van het touw en het botsen tegen de muur van de kogel is 2,6 s.



- Bereken de lengte van de kabel.

Gebruik $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$.

Resonantie

15** Als je een stemvork aanslaat gaat hij met 440 Hz trillen. Je hoort dan zachtjes de muziknoot a1. Om het geluid harder te maken kun je de stemvork met de achterkant tegen een raam houden.

a Leg uit waardoor er versterking optreedt.

Als je de stemvork tegen het raam houdt dooft het geluid sneller uit.

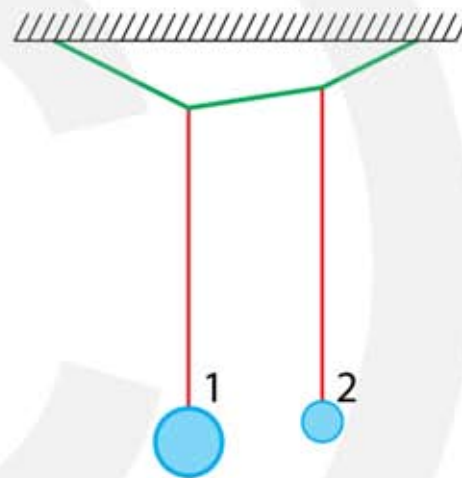
b Leg uit waarom dit het geval is.

16** Twee slingers zijn naast elkaar opgehangen, zie figuur. De massa van slinger 1 is vijf keer zo groot als de massa van slinger 2. Slinger 1 heeft een lengte van 1,5 m

Slinger 1 wordt in trilling gebracht en na een poosje gaat slinger 2 ook bewegen. Er is sprake van resonantie.

a Leg uit wat met resonantie wordt bedoeld.

b Bereken de lengte van slinger 2.



7.3 Lopende golven

- 1**** In een stadion ontstaat een "wave" doordat de mensen die naast elkaar zitten vlak na elkaar opstaan, hun armen omhoogsteken en daarna weer gaan zitten. Hierdoor ontstaat een golf die horizontaal door het stadion beweegt.



- a** Leg uit of deze golf transversaal of longitudinaal is.

In het stadion is de afstand tussen het midden van twee stoeltjes 50 cm. De tijd tussen het opstaan van twee mensen die naast elkaar zitten is 0,40 s.

- b** Bereken de snelheid waarmee de golf beweegt.

Bij een bepaalde rij is een rondje in het stadion 400 meter lang.

- c** Bereken hoe lang de golf erover doet om één keer rond te gaan.

- 2**** In een eend met haar kuikens zwemt in de sloot. Er vaart een boot voorbij die een golf veroorzaakt.

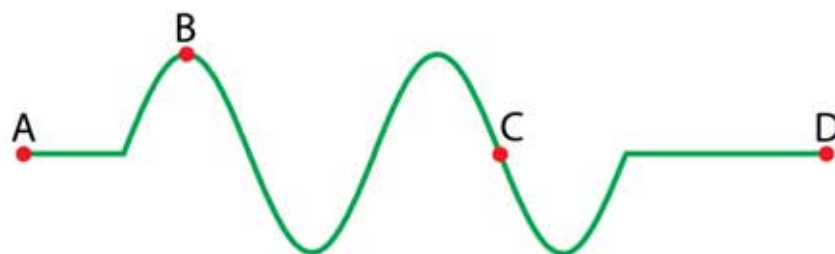


- a** Leg uit of de eendjes hierdoor horizontaal of verticaal gaan bewegen.

Als de golf voorbij is kijkt eend achterom om te zien of haar kuikens niet zijn afgedreven.

- b** Leg uit of de afstand tussen de kuikens na de golf groter is geworden, kleiner is geworden of gelijk is gebleven.

- 3***** In de figuur zie je een koord waarin een golf naar rechts beweegt.



- a** Leg uit hoe punt A zijn beweging is begonnen, vanuit de evenwichtsstand omhoog of omlaag.

- b** Bepaal hoeveel trillingen B heeft uitgevoerd.
- c** Bepaal hoeveel trillingen C heeft uitgevoerd.
- d** De snelheid van punt B is op dit moment nul. Leg dit uit.
- e** Geef met een pijl de richting van de snelheid van punt C aan.

Neem aan dat er geen demping is.

- f** Leg uit of de hoeveelheid energie in het koord groter wordt, kleiner wordt of gelijk blijft.
- g** Leg uit of de amplitude waarmee punt C trilt groter, kleiner of gelijk is aan de amplitude van punt B.

Neem aan dat er wel demping is.

- h** Leg uit of de hoeveelheid energie in het koord groter wordt, kleiner wordt of gelijk blijft.
- i** Leg uit of de amplitude waarmee punt C trilt groter, kleiner of gelijk is aan de amplitude van punt B.

4* In een golfslagbad worden golven opgewekt met een trillingstijd van 5,0 s en een golflengte van 7,5 m.

- a** Hoe groot is de frequentie?
- b** Hoe groot is de golfsnelheid?

5** Een schip vaart over een rivier en veroorzaakt daarbij een golf. De golf heeft een snelheid van 2,3 m/s. De afstand tussen het schip en de oever is 46 m.

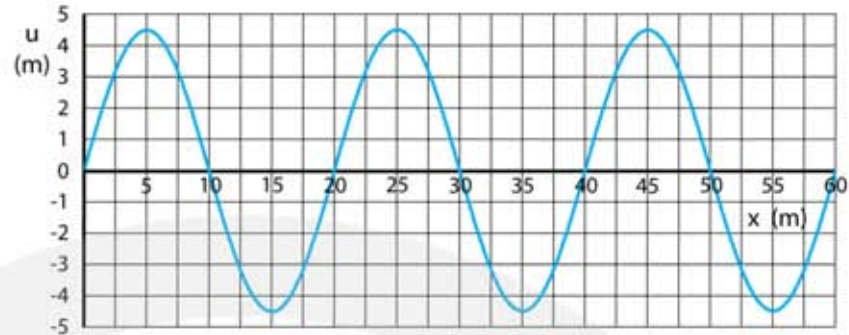
- a** Hoe lang doet de golf erover om van het schip naar de oever te gaan?

Aan de oever staat iemand te vissen. Als de watergolf zijn dobber bereikt begint de dobber op een neer te bewegen. Het duurt steeds 0,80 s voordat de dobber opnieuw zijn hoogste punt bereikt.

- b** Bereken de golflengte van de golf.
- c** Hoeveel golven zijn er tussen het schip en de oever?



6** In de figuur zie je een het (u, x)-diagram van een golf.



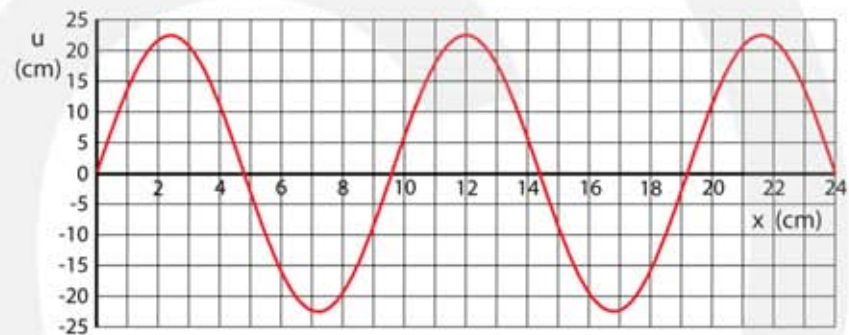
a Bepaal de golflengte.

b Bepaal de amplitude.

De golfsnelheid is 840 m/s.

c Hoe groot is de frequentie?

7** In de figuur zie je een het (u, x)-diagram van een golf.



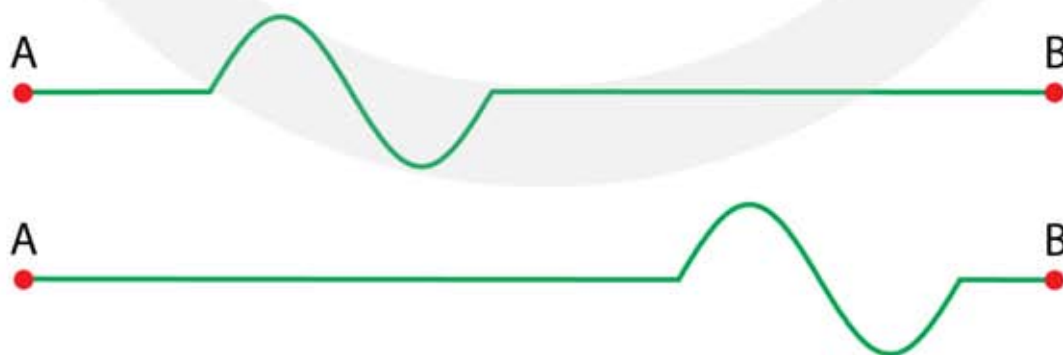
a Bepaal de golflengte.

b Bepaal de amplitude.

De frequentie is 50 Hz.

c Hoe groot is de golfsnelheid?

8*** In een koord beweegt een golf naar rechts. Van het koord zijn twee foto's gemaakt. Zie figuur. De onderste foto is 0,40 s later opgenomen dan de bovenste foto. De foto's laten het koord 20 keer verkleind zien.



a Bepaal de golflengte.

b Bepaal de golfsnelheid.

c Bereken de frequentie.

- d Hoe lang heeft punt A getrild?
- e Hoeveel tijd er is verstreken tussen het moment waarop A in trilling is gebracht en het moment waarop de onderste opname is gemaakt?

9*** Een zeebeving is een aardbeving onder water. Door een zeebeving kan een tsunami worden veroorzaakt. Een tsunami die ontstaat in Hawaï doet er 12,5 uur over om de kust van Zuid-Amerika te bereiken en heeft dan een afstand van 9000 km afgelegd.

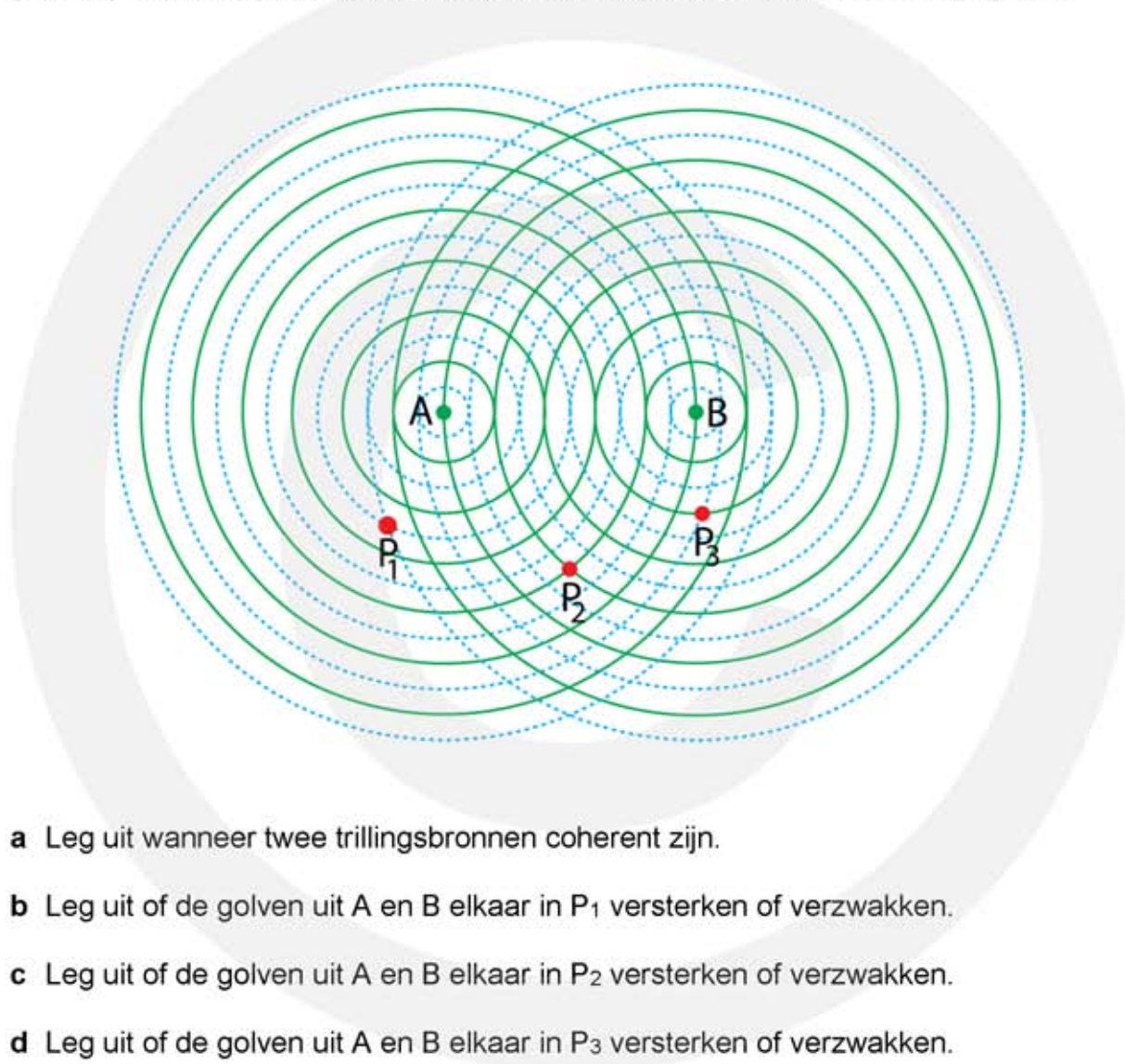
- a Bereken de golfsnelheid van de tsunami.

De golfsnelheid is recht evenredig met de wortel van de waterdiepte: $v_{\text{golf}} = C \cdot \sqrt{d}$.
C is een vast getal. Als de golf in ondiep water komt verandert de golflengte maar de frequentie blijft hetzelfde.

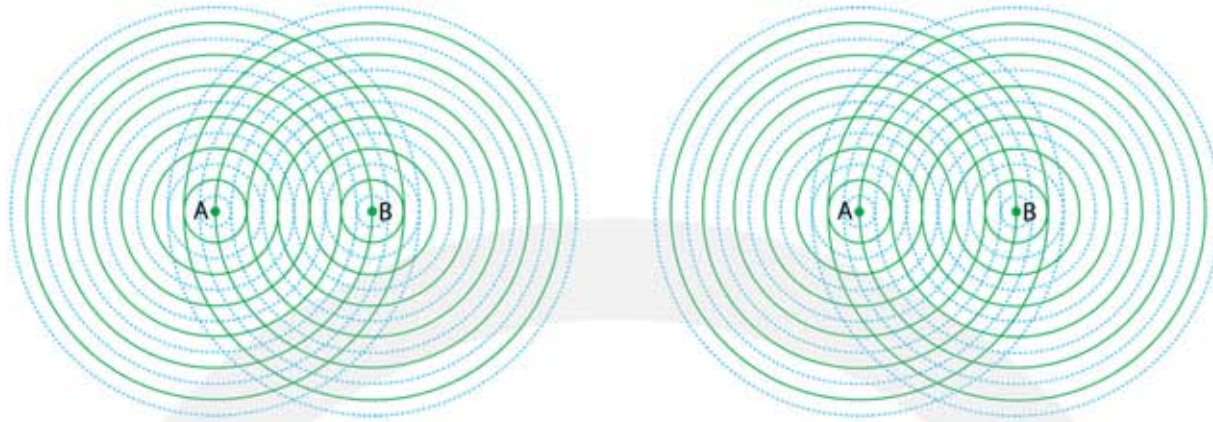
- b Leg uit waarom de frequentie niet verandert.
- c Leg uit of in ondiep water de golflengte groter of kleiner wordt.

7.4 Interferentie

- 1** In de figuur zie je het golfpatroon veroorzaakt door twee coherente trillingsbronnen A en B. In de figuur zijn de groene getrokken cirkels golfbergen en de blauwe gestreepte cirkels golfdalen. In de figuur zijn de punten P_1 , P_2 en P_3 aangegeven.



- a Leg uit wanneer twee trillingsbronnen coherent zijn.
- b Leg uit of de golven uit A en B elkaar in P_1 versterken of verzwakken.
- c Leg uit of de golven uit A en B elkaar in P_2 versterken of verzwakken.
- d Leg uit of de golven uit A en B elkaar in P_3 versterken of verzwakken.
- 2** In de figuur zie je het golfpatroon veroorzaakt door twee coherente trillingsbronnen A en B. In de figuur zijn de groene getrokken cirkels golfbergen en de blauwe gestreepte cirkels golfdalen.
- a Schets de buiklijnen in het linker figuur.
- b Schets de knooplijnen in het rechter figuur.

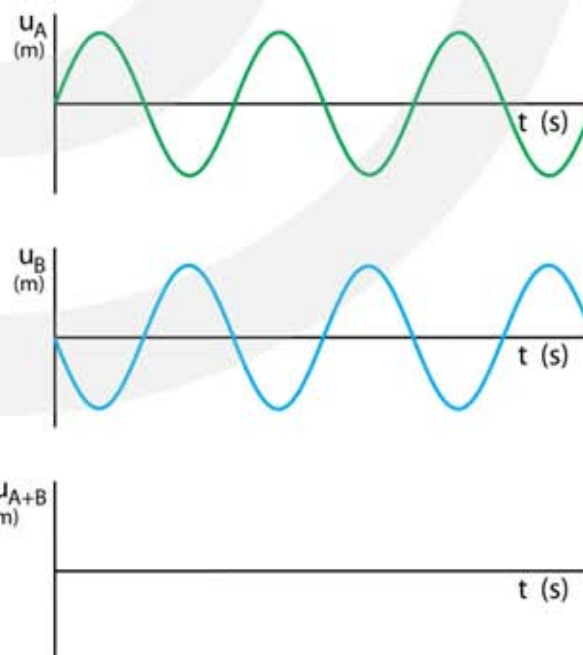


3*** Het patroon van buiklijnen en knooplijnen kan worden beïnvloed.

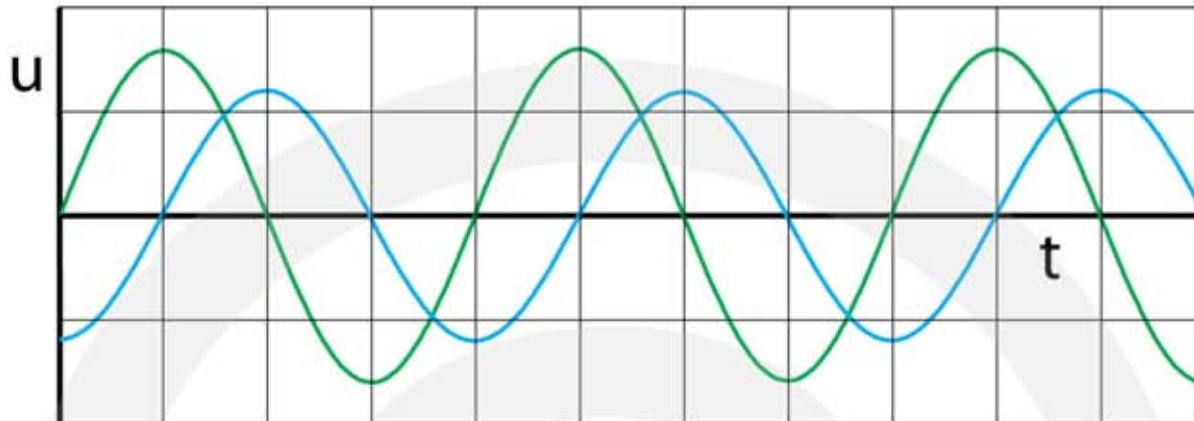
- Leg uit hoe het patroon verandert als de frequentie van de trillingsbronnen toeneemt en de golfsnelheid gelijk blijft. **HINT gebruik $v_{\text{golf}} = f \cdot \lambda$**
- Leg uit hoe het patroon verandert als de golfsnelheid toeneemt en de frequentie gelijk blijft. **HINT gebruik $v_{\text{golf}} = f \cdot \lambda$**

4*** In de figuur zie je (u, t) -diagrammen van punt P. Het bovenste diagram hoort bij de golf veroorzaakt door bron A. Het onderste diagram hoort bij de golf veroorzaakt door bron B.

- Ligt punt P op een buiklijn of op een knooplijn?
- Schets het (u, t) -diagram in punt P veroorzaakt door de bronnen A en B samen.



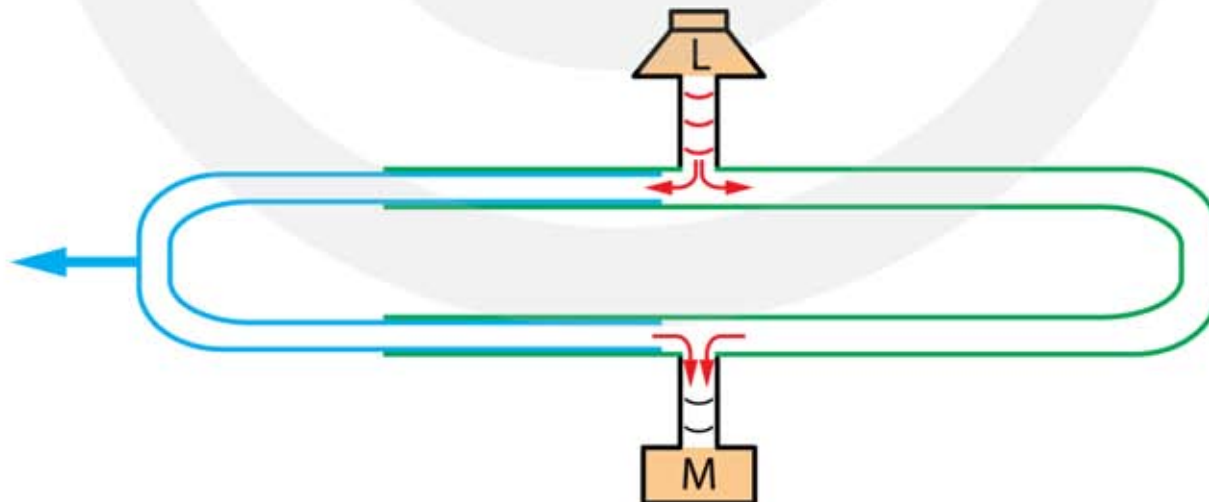
- 5**** In de figuur zie je (u, t)-diagrammen van punt P. De groene grafiek met de grootste amplitude hoort bij de golf veroorzaakt door bron A. De blauwe grafiek met de kleinste amplitude hoort bij de golf veroorzaakt door bron B.



- a Ligt punt P op een buiklijn, op een knooplijn of tussen een buiklijn en een knooplijn in?
 HINT als twee golfbergen tegelijk aankomen ligt P op een buiklijn en als een golfberg tegelijk aankomt met een golfdal ligt P op een knooplijn
- b Schets in de figuur het (u, t)-diagram veroorzaakt door de bronnen A en B samen.

6**** **Toestel van Quincke**

In de figuur zie je het toestel van Quincke. Met dit toestel heeft Georg Hermann Quincke eind 19^e eeuw de voorplantingssnelheid van geluid in lucht bepaald.



Het toestel van Quincke bestaat uit twee pijpen die, net als bij een trombone, in elkaar schuiven. Bovenin is een opening, waarop luidspreker L is aangesloten. Onderin is een andere opening met microfoon M.

Als de geluidsgolven bij de vertakking komen worden ze gesplitst. De helft gaat linksom en de andere helft rechtsom. Bij de microfoon komen de golven weer samen.

De golven die linksom gaan leggen een grotere afstand af dan de golven rechtsom. Als het verschil in afstand gelijk is aan de golflengte versterken de golven elkaar.

- a Leg dit uit.
- b Wat gebeurt er met de golven als het verschil in afstand gelijk is aan de helft van de golflengte?

De frequentie van het geluid is 500 Hz. De golfsnelheid van geluid is 343 m/s.

- c Hoe groot is het verschil in afstand als de golven elkaar versterken?
- d Hoe groot is het verschil in afstand als de golven elkaar uitdoven?

7.5 Geluid

1** Je gehoor is het gevoeligst voor geluid met een frequentie van $4,5 \cdot 10^3$ Hz.

a Bereken de trillingstijd van je trommelvlies als je deze frequentie hoort.

De hoogste toon die je kunt horen heeft een frequentie van 20 kHz en de laagste toon een frequentie van 20 Hz.

b Bereken de trillingstijd van je trommelvlies als je de hoogste toon en als je de laagste toon hoort.

2** Een stemvork trilt met 261,63 Hz (muzieknoot c1). De snelheid van geluid in lucht bij 20 °C is 343 m/s.

a Bereken de golflengte in lucht bij een temperatuur van 20°C.

In de winter is de temperatuur gedaald tot 0 °C.

b Leg uit of de stemvork bij deze temperatuur hogere toon, een lagere toon of dezelfde toonhoogte geeft.

De snelheid van geluid in lucht bij 0 °C is 332 m/s.

c Bereken de golflengte in lucht bij een temperatuur van 0 °C.



3** Een blokfluit maakt een toon met een golflengte van 780 mm. De temperatuur is 20 °C. De snelheid van geluid in lucht bij 20 °C is 343 m/s.

a Bereken de frequentie van de toon.

Op een warme dag is de temperatuur opgelopen tot 40 °C. De snelheid van geluid in lucht bij 40 °C is 354 m/s.

b Bereken de golflengte van dezelfde toon in millimeter.



4** Een dolfijn maakt een fluitend geluid met een frequentie van 800 Hz. De geluidssnelheid in zeewater is 1510 m/s.

a Bereken de golflengte van deze toon in zeewater.

De snelheid van geluid in lucht bij 20 °C is 343 m/s.

b Bereken de golflengte van deze toon in lucht bij een temperatuur van 20 °C.

5** Ultrasoon geluid heeft een frequentie hoger dan 20.000 Hz. Mensen kunnen dit geluid niet horen. Dolfijnen communiceren met elkaar door ultrasone tonen te maken. Een dolfijn maakt op zeker moment een ultrasone toon met een golflengte van 25 mm. De geluidssnelheid in zeewater is 1510 m/s.

a Bereken de frequentie van deze toon in kHz.

Infrasoon geluid heeft een frequentie lager dan 20 Hz. Mensen kunnen dit geluid niet horen maar als het hard genoeg is wel voelen. Olifanten communiceren met infrason geluid van bijvoorbeeld 14 Hz. De snelheid van geluid in lucht bij 20 °C is 343 m/s.

b Bereken de golflengte van een toon van 14 Hz.



6*** Om te onderzoeken met welke snelheid geluid zich in ijzer voortplant, slaat Jan met een hamer op de spoorrails. Op 150 m afstand ligt Cato met één oor op de rails. Cato hoort vlak na elkaar twee klappen. De geluidssnelheid in lucht is 343 m/s. De geluidssnelheid in ijzer is 5100 m/s.

a Leg uit waarom ze niet één maar twee klappen hoort

b Bereken hoeveel tijd er zit tussen de klappen die Cato hoort.

Bij een tweede experiment boort Jan een gaatje in de rails. De boormachine heeft een toerental van 18000 toeren per minuut wat te horen is als fluittoon.

c Leg uit of Cato één of twee verschillende toonhoogten hoort.



- d Bereken de golflengte van de toon in ijzer
- e Bereken de golflengte van de toon in lucht.

De decibelschaal

7** Een kind zingt een liedje met een geluidssterkte van 54 decibel. Na een tijdje gaat een tweede kind even hard meezingen.

- a Bereken de nieuwe geluidssterkte in decibel.

Er komen nog 6 kinderen bij die allemaal even hard meezingen.

- b Hoeveel kinderen zingen er nu in totaal?
- c Welke geluidssterkte produceren deze kinderen samen?

8** De geluidssterkte van een fanfare is 65 decibel. Op een bepaald moment spelen ze twee keer zo zacht.

- a Bereken de geluidssterkte die je dan hoort.

Daarna spelen ze marsmuziek met een geluidssterkte van 71 decibel.

- b Hoeveel keer sterker is het geluid van 71 dB in vergelijking met de 65 dB die er eerst was?



9** Sofie luistert graag naar 3FM. Het geluid uit de luidsprekers heeft een sterkte van 78 dB. Als er een liedje van Adele wordt gespeeld zet ze haar radio twee keer zo hard.

- a Hoeveel decibel is de geluidssterkte bij het liedje van Adele?



De vader van Sofie vindt dat het geluid nu veel te hard staat en zegt dat ze de radio 10 keer zo zacht moet zetten. Sofie vindt van niet, maar doet toch wat vader zegt.

- b Bereken hoeveel decibel de geluidssterkte nu is.

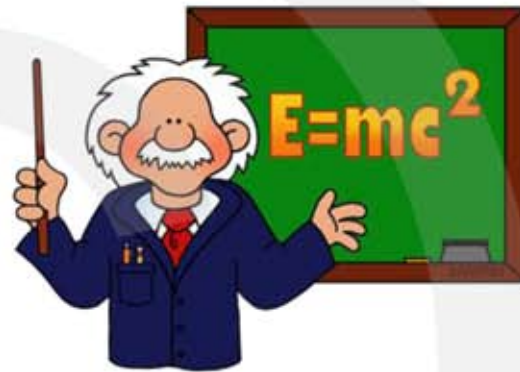
10** Op een parkeerplaats langs de snelweg is het geluid midden op een drukke dag 80 dB. Om 7 uur 's avonds is het veel rustiger en rijdt er 8 keer zo weinig verkeer.

a Bereken hoeveel decibel je dan op de parkeerplaats hoort.

Nog later om 12 uur 's nachts is de geluidssterkte afgenomen tot 68 decibel. Stel dat er midden op de drukke dag iedere minuut 320 auto's voorbij rijden.

b Bereken hoeveel auto's er om 12 uur 's nachts per minuut voorbij rijden.

11*** Van je docent natuurkunde mag je met elkaar fluisteren bij het samenwerken. De fluisterende leerlingen produceren een geluidssterkte van 45 decibel. Bij een moeilijke opgave gaan twee leerlingen toch hardop praten. De geluidssterkte wordt hierdoor 60 decibel.



- Volgens Anna is het geluid nu 15 keer zo hard geworden, want $60 - 45 = 15$.
- Volgens Bea is het geluid bijna anderhalf keer zo hard geworden, want $60 : 45 = 1,3$.
- Volgens Carla is het geluid nu meer dan 30 keer zo hard geworden.

a Leg uit wie er gelijk heeft: Anna, Bea of Carla.

b Bereken hoeveel harder het geluid is geworden toen de leerlingen hardop zijn gaan praten.

De leraar wordt boos en zegt met een stem die vier keer zo hard is dan het geluid van 60 dB dat iedereen stil moet zijn.

c Hoeveel decibel produceert de boze leraar?

Hierna wordt het stil in de klas. Zelfs 10 keer zo stil als toen iedereen nog fluisterde.

d Hoeveel decibel is er nu aanwezig?

Afstand tot de geluidsbron

12** In een discotheek is de geluidssterkte op 1 meter afstand van de boxen 97 dB.

a Bereken de geluidssterkte op 2 meter afstand.

b Bereken de geluidssterkte op 4 meter afstand.

Je wilt even uitrusten bij een geluidsterkte van 73 dB.

c Hoe ver moet je van de boxen gaan staan?

Je vader belt op om te vragen hoe laat je naar huis komt. Om hem goed te kunnen verstaan mag het geluid niet harder zijn dan 61 dB.

d Bereken hoe ver je van de boxen moet gaan staan.

13*** In de klas zit je vlak naast Tim die een enorme kletskaus is. Als hij praat hoor je soms wel 64 dB. De afstand tussen jou en Tim is 50 cm. De leraar staat aan de andere kant van de klas op een afstand van 8 meter van Tim.

a Hoeveel decibel hoort de leraar als alleen Tim praat?

Als Tim niks in de gaten heeft loopt de leraar naar hem toe. Op een zeker moment hoort de leraar Tim praten met een geluidsterkte van 52 dB.

b Hoeveel meter heeft de leraar gelopen?

14** Tijdens een onweer slaat de bliksem 10 meter van je vandaan in. Je hoort een keiharde knal van 120 dB.

a Leg uit of je hierdoor schade aan je oren kunt oplopen.

Je vriend woont een paar straten verderop op een afstand van 320 meter van de inslag.

b Hoeveel decibel hoort je vriend?