

Industriële wetenschappen

“Golven”

Mentoren

D. Vansteenlandt

K. Werbrouck

K. Geeraert

D. Goethals

T. Vandenbulcke

G. De Jaeger

Naam leerling(en)

Quinten Callewaert

VERSLAG GEINTEGREERDE PROEF 2023-2024

VRIJ TECHNISCHE INSTITUUT St. Aloysius | Papebrugstraat 8A | 8820 TORHOUT

e-mail: vti@sint-rembert.be | website: <http://www.sint-rembert.be/vti>

Inhoudstafel

1.	Inleiding	3
2.	Mechanische golven	3
2.1	Wat zijn mechanische golven?	3
2.2	Ontstaan van mechanische golven.....	3
2.3	Transversale en longitudinale golven.....	4
3.	Dimensies van golven	4
4.	Begrippen rond golven	5
4.1	Golffronten	5
4.2	Golfstralen	5
4.3	Golflengte	5
5.	Huygens	6
6.	Eigenschappen van golven	7
6.1	Buiging van golven.....	7
6.2	Weerkaatsing van golven	7
6.3	Breking van golven	8
6.4	Interferentie van golven.....	8
7.	Wiskunde van de golven	9

1. Inleiding

Golven komen we in allerlei toepassingen in het dagdagelijkse leven tegen. In deze toepassingen komen de golven in verschillende vormen voor.

Of het nu gaat om de rimpelingen in een vijver, het geluid van een muziekinstrument of de elektrische signalen die door onze apparaten worden getransporteerd, golven spelen een belangrijke rol in de manier waarop energie en informatie zich verspreiden.

2. Mechanische golven

2.1 Wat zijn mechanische golven?

Voorbeelden van mechanische golven zijn geluidsgolven en watergolven. Mechanische golven treden op in allerlei soorten middens, zoals in water, in elastische voorwerpen of in een verzameling van voorwerpen die onderling verbonden zijn. Kenmerkend voor deze golven is dat zij materie nodig hebben om zich voort te planten.

2.2 Ontstaan van mechanische golven

Mechanische golven ontstaan door een verstoring van het evenwicht in een bepaald medium. Deze storing omvat bijvoorbeeld een trilling van een object, drukverandering of een beweging van deeltjes in het medium. De verstoring zorgt voor een tijdelijke afwijking van de evenwichtspositie van de deeltjes in het medium.

Die afwijking bezit energie die van het ene deeltje naar een ander deeltje wordt doorgegeven, een energieoverdracht dus. Hierna wordt de overgedragen energie verspreid over het medium als golf. De deeltjes geven telkens hun energie door aan hun aangrenzende deeltjes waardoor de golf zich voortplant als gevolg van de onderlinge krachten en interacties tussen de deeltjes in het medium.

Naarmate de golf zich voortplant, keren de deeltjes van het medium terug naar hun evenwichtstoestand. Dit proces herhaalt zich totdat het weer in evenwicht is.

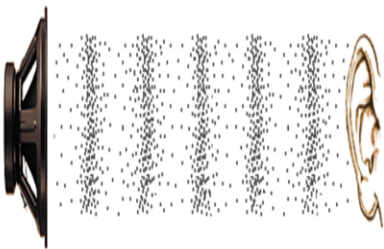
2.3 Transversale en longitudinale golven

Mechanische golven zijn op te delen in 2 soorten, namelijk transversale en longitudinale golven.



Transversale golven hebben als kenmerk dat de trilrichting en de voorplantingsrichting van de golf loodrecht op elkaar staan. Voorbeelden hiervan zijn watergolven: de deeltjes van het water bewegen op en neer terwijl de golf zich horizontaal wil voortplanten.

Een ander voorbeeld is een golf in een gespannen koord. Wanneer je een koord strak spant en aan het trillen brengt, ontstaan transversale golven in het koord. Hierbij trillen de deeltjes op en neer in een richting die loodrecht staat op de voorplantingsrichting van de golf.



Bij **longitudinale golven** loopt de trilrichting evenwijdig met de voortplantingsrichting. Ze veroorzaken variaties van dichtheid en ook verschillen in de druk van de deeltjes in het medium. Er zijn afwisselende gebieden met verdichtingen (hogere druk) en verdunningen (lagere druk).

Voorbeelden van longitudinale golven zijn geluidsgolven. Geluidsgolven ontstaan wanneer de lucht-moleculen trillen en samengeperst of uitgedund worden. Het menselijk gehoor is in staat deze drukvariaties waar te nemen als geluid. Hierbij verloopt de trilrichting van de deeltjes dus in dezelfde richting als de voortplantingsrichting.

3. Dimensies van golven

Je kan ook nog een indeling maken in golven op het gebied van de dimensies waarin een golf zich voortplant.

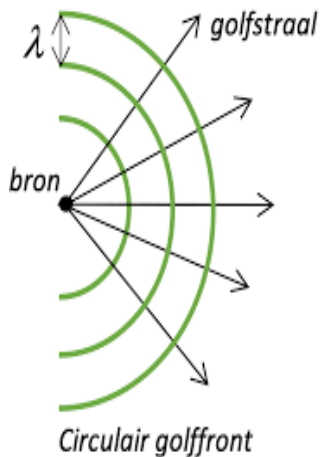
Eendimensionale golven zijn golven die zich uitbreiden in één enkele richting. Voorbeelden hiervan zijn een golf op een touw of een geluidsgolf in een tunnel.

Tweedimensionale golven zijn golven die zich uitbreiden in een vlak. Voorbeelden hiervan zijn golven op een trommelvlies of golven op een wateroppervlak.

Driedimensionale golven zijn golven die zich uitbreiden in de ruimte. Een voorbeeld hiervan zijn geluidsgolven in een open ruimte.

4. Begrippen rond golven

4.1 Golffronten



Golffronten kunnen we zien als de verzameling van alle deeltjes die op hetzelfde tijdstip trillen. Golffronten schuiven op volgens de golfsnelheid. Golffronten kunnen ook andere vormen hebben.

Lijnen of vlakken: dan spreken we van vlakke golven, bv. golven in een tunnel.

Cirkelvormig: dat zijn circulaire golven, bv. golven op een wateroppervlak.

Bolvormig: dat zijn sferische golven, bv. geluidsgolven in de ruimte.

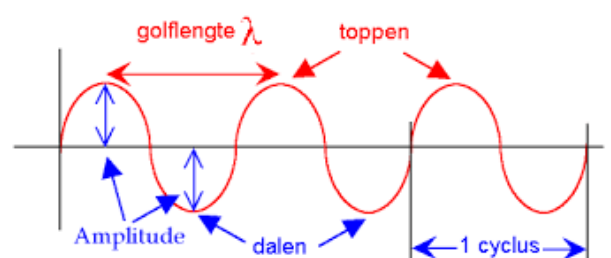
4.2 Golfstralen

De golfstralen zijn lijnen vanuit de bron die loodrecht op de golffronten staan. Een golfstraal is dus de richting waarin een golffront zich zal voortbewegen. En dit voor zowel circulaire als vlakke golffronten.

4.3 Golflengte

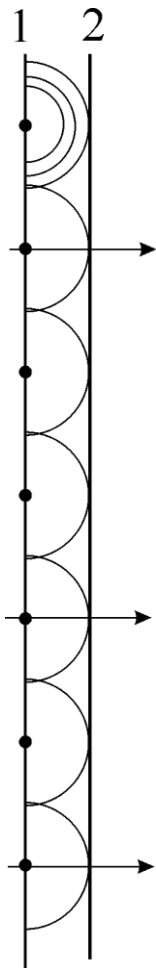
De golflengte λ is de afstand waarover de trilling zich uitbreidt in een tijd T . De afstand tussen twee opeenvolgende golffronten is gelijk aan de golflengte.

Golftoppen heb je wanneer de amplitude maximaal is en **golfdalen** wanneer de amplitude minimaal is. **Golflengte** is de afstand tussen 2 toppen of 2 dalen. Een **knooppunt** heb je als de golf in neutrale toestand is, dus op de nul ligt / je as snijdt. Eén **periode** is steeds

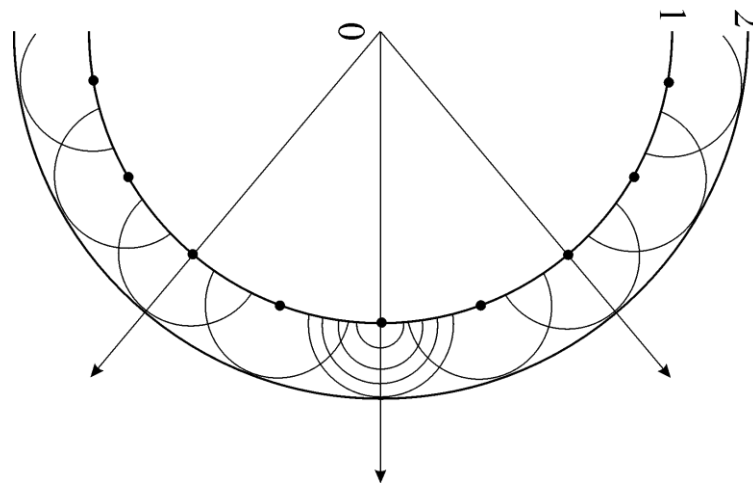


hetzelfde (sinus)vormig stukje dat zich steeds herhaalt in een bepaalde tijdsinterval, het hoeft niet sinusvormig te zijn, het kan bv. ook blokvormig zijn. **De frequentie** is een trilling per seconde, de frequentie heeft invloed op de golflengte. Bij een golf met hogere frequentie zullen de golven korter zijn en sneller op elkaar volgen.

5. Huygens



Elk punt van een golffront is als het ware het uitgangspunt van een nieuwe golfbeweging. Ze treden zelf als het ware op als trillingsbron en veroorzaken secundaire golven. In een homogeen midden, waar de voortplantingssnelheid dezelfde is in alle richtingen, zullen na een bepaalde tijdsinterval de golffronten van deze secundaire golf zo gevorderd zijn dat hun omhullende een nieuw golffront vormen. Op dezelfde manier gaat elk punt van dit nieuwe golffront het uitgangspunt zijn van andere secundaire golven en zo herhaalt het proces zich.

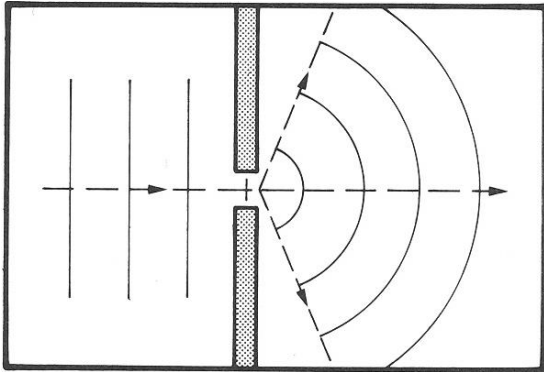


Op basis van dergelijke experimenten en waarnemingen formuleerde Huygens de volgende hypothese.

Elk punt van een golffront kan worden beschouwd als een trillingsbron waaruit golven ontstaan. Deze secundaire golven planten zich in alle richtingen voort met dezelfde snelheid als de golven van de oorspronkelijke bron. Het volgende golffront is dan het omhullende van deze secundaire golven.

6. Eigenschappen van golven

6.1 Buiging van golven

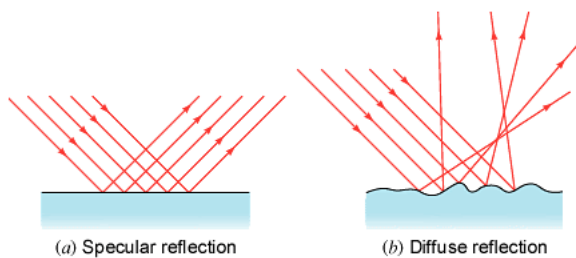


Wanneer een vlakke golf terechtkomt op een scherm met een kleine opening, ontstaan er achter de opening cirkelvormige golffronten met dezelfde golflengte als deze van de vlakke golven. De vorm van de buiging aan de kleine opening kan verklaard worden met het beginsel van Huygens.

Buiging of diffractie ontstaat als golven binnendringen in het schaduwgebied van een hindernis of achter een scherm met kleine opening. Het buigingspatroon is cirkelvormig met dezelfde golflengte. Dit principe verklaart ook hoe het kan dat je muziek van een stereo-installatie kunt horen zelfs als je ergens achter een muur bevindt. Het geluid dat je oor zal bereiken, is afgebogen.

6.2 Weerkaatsing van golven

We beschouwen een vlakke golf die vertrekt vanuit de bron als een invallende golf en de



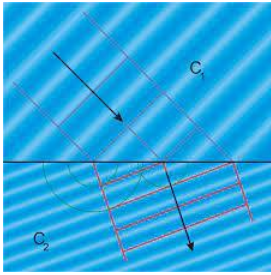
vlakke golf die weerkaatst wordt als de teruggekaatste golf. We kunnen waarnemen dat de teruggekaatste golven dezelfde snelheid en dezelfde golflengte hebben als de invallende golven. We zien ook dat de invalshoek gelijk is aan de terugkaatshoek.

Toepassingen van weerkaatsing van golven:

Een goed voorbeeld hiervoor is een echo die ontstaat door terugkaatsing van geluidsgolven. In de bergen kan het geluid zelfs meermaals worden teruggekaatst. Daardoor is onweer in de bergen zo overdonderend.

Nog een andere toepassing is de terugkaatsing van elektromagnetische golven op een paraboolantenne, zo kunnen signalen gebundeld worden en opgevangen door de antenne.

6.3 Breking van golven

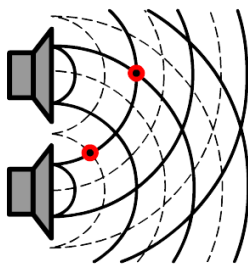


De breking van golven is het afbuigen van golven wanneer ze van het ene medium naar het andere gaan, zoals van lucht naar water of van lucht naar gas. Dit veroorzaakt een verandering in de richting van de golf, en het kan ook leiden tot een verandering in snelheid en golflengte. Eigenlijk wordt dus de golfstraal aan de scheidingslijn gebroken en ontstaan er nieuwe golven met verschillende voortplantingsrichtingen.

Toepassing van breking van golven

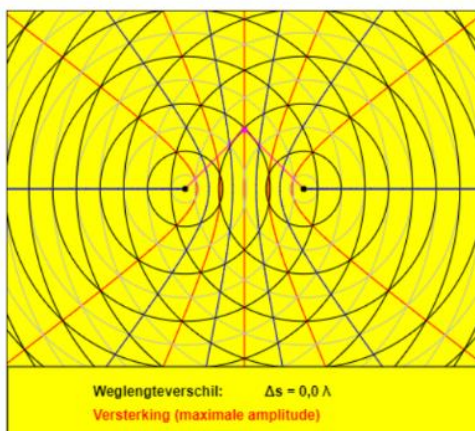
De lichtgolven uitgezonden door de zon worden gebroken bij de overgang tussen de luchtlagen met een verschillende dichtheid. In elk van die luchtlagen heeft het licht een andere snelheid. Daardoor zien we de zon hoger aan de hemel dan dat ze zich in werkelijkheid bevindt.

6.4 Interferentie van golven



© wetenschapsschool.nl

2 coherente trillingsbronnen werken tegelijk in op een wateroppervlak, waardoor we 2 identieke reeksen van cirkelvormige golven krijgen. We gaan uit van 2 golven in fase en met dezelfde amplitude. De golven die door beide trilpunten worden uitgezonden, dit fenomeen heet interferentie. De golven die door beide plaatsen worden uitgezonden kunnen elkaar op bepaalde posities versterken tot een maximale amplitude of kunnen elkaar op andere posities verzwakken tot een minimale amplitude



Weglengteverschil: $\Delta s = 0,0 \lambda$
Versterking (maximale amplitude)

Deze afbeelding toont de interferentie van twee cirkelvormige golven (b.v. golven in water). De golven breiden zich uit vanuit twee bronnen die trillen met dezelfde fase, we noemen dit coherente bronnen. Voor de interferentie geldt dat de golven daar, waar ze elkaar ontmoeten, opgeteld mogen worden.

Je kunt de volgende twee uiterste gevallen bekijken.

Op die punten waar het verschil in weglengte Δs (het verschil in afstand vanaf de twee bronnen naar een willekeurig punt) een even aantal keer een halve golflengte ($\lambda/2$) bedraagt, komen de golven in dezelfde fase aan en versterken ze elkaar tot maxima (zwarte cirkels) respectievelijk minima (grijze cirkels). De interferentie laat hier dus een versterking zien met maximale amplitude. Al de punten die hieraan voldoen, zijn te zien op de figuur en liggen op de rode lijnen.

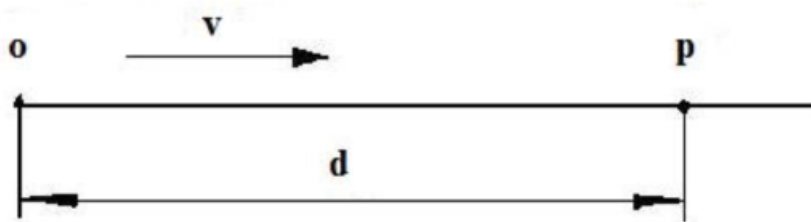
Daar waar het weglengteverschil Δs van de golven een oneven aantal keer de halve golflengte ($\frac{1}{2} \lambda$) is, gebeurt er iets anders. In deze punten komen beide golven aan in tegenfase en doven ze elkaar uit, zodat er verzwakking optreedt (minimale amplitude).

7. Wiskunde van de golven

Afleiding sinusgolf

We kunnen de uitwijking van een punt p van een golf schrijven als een functie $y(x,t)$. De tijd t wordt gemeten vanaf het ogenblik dat de bron begint te trillen.

λ = golflengte [m]
f = frequentie [hz]
v_{golf} = golfsnelheid [m/s]
T = periode[s]
A = amplitude [m]



Voor het opstellen van de golfvergelijking beperken we ons tot ééndimensionale golven, opgewekt door een harmonische trilling en we nemen ook aan dat de golf geen energie verliest.

De elongatie van het punt o kunnen we noteren als:

$$y(t) = A \sin(\omega * t)$$

Als de golf zich verplaatst van een punt o naar een punt p zal de golf een tijd Δt later het punt p bereiken. Dus als het punt o gedurende een tijd t trilt, dan trilt het punt p nog maar gedurende

een tijd $t - \Delta t$. Omdat we ervan uitgaan dat er geen energieverlies optreedt, mogen we aannemen dat de amplitude van alle punten hetzelfde is. De uitwijking van het punt p kunnen we dus noteren als:

$$y(x,t) = A \sin(\omega(t - \Delta t))$$

Omdat de golf zich eenparig voortplant met een snelheid v is de afstand d tot p gelijk aan:

$$d = v * \Delta t \rightarrow \Delta t = d/v$$

Waardoor de golffunctie van het punt p kan geschreven worden als:

$$y(x,t) = A \sin(\omega * (t - d/v))$$

$$v = \lambda * f$$

$$\omega = 2 \pi f = \frac{2\pi}{T}$$

$$y(x,t) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{d}{v}\right)\right)$$

$$y(x,t) = A \sin\left(2 \pi \left(\frac{t}{T} - \frac{d}{\lambda}\right)\right)$$

Deze vergelijking toont aan dat de uitwijking van een deeltje p, dat door een golf getroffen wordt, afhankelijk is van de tijd t en van de afstand d tot de trillingsbron.

8. Bronnenlijst

Wikipedia (info ook gecheckt op andere sites omdat Wikipedia niet altijd betrouwbaar is).

Cursus *Lopende golven* 5^e jaar IW (MNR: Vansteenlandt).

Natuurkunde.nl

Katholiek Universiteit Leuven

Vrije Universiteit Amsterdam

Walter-fendt.de