

Het verschil tussen golven op het water en stralingsgolven

Elektromagnetische straling

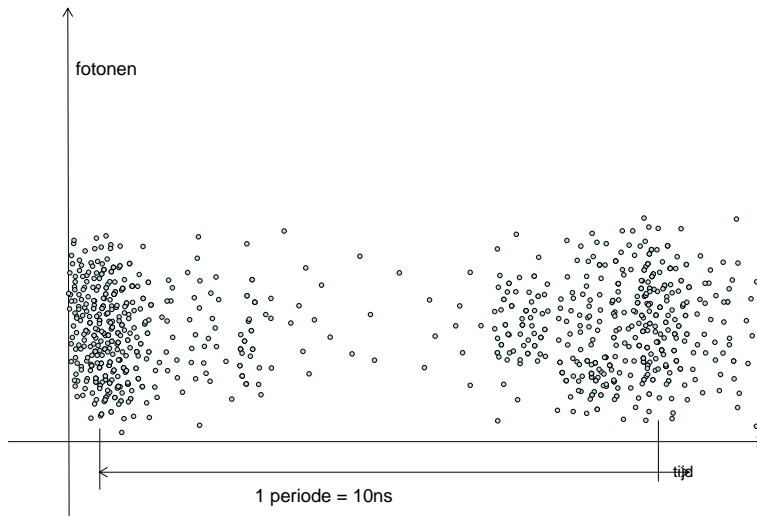
Het verschil tussen golven op het water, of golven van geluid of voortplanting van golven in metalen, of het op en neer bewegen van springveren en stralingsgolven is dat al deze golven een medium nodig hebben behalve stralingsgolven. Dit medium is water, lucht, metaal enz. Maar stralingsgolven geraken door het luchtruim of zelfs vacuüm en hebben dus geen media nodig om energie te kunnen overdragen. Zelfs al gebruiken ze een medium, bv. Een glasvezel dan zal dit medium alleen maar de snelheid kunnen veranderen maar de glasvezel zelf trilt niet mee.

Alle golven zijn plaatselijke bewegingen van het medium dat op en neer of/en links en rechts lokaal beweegt. Straling niet. Straling bestaat uit fotonen en die worden vanuit een bron uitgezonden en verdwijnen in de ruimte maar keren nooit terug.

De meeste golven doen het medium op en neer gaan, bv. water, en het medium heeft dus een positieve of negatieve verplaatsing ten opzichte van zijn rust toestand, of bv.in metalen een links en rechts beweging van het metaalrooster, en hier ook is er dus een positieve en negatieve verplaatsing ten opzichte van de rusttoestand.

Zelfs in een elektrisch circuit bestaande uit een serieschakeling van een capaciteit en spoel (of ook een parallel schakeling van capaciteit en spoel) gaan de elektronen op en neer en verplaatsen zich rond een evenwichtstoestand. Noteer zoals reeds vroeger is aangehaald, de verplaatsing van de elektronen naar links en rechts is slechts enkele nano- of micrometers. Maar de gemeten stroom (aantal elektronen per seconde die zich verplaatsen) en spanning (tekort of teveel aan elektronen over de spoel of capaciteit) hebben een positieve of negatieve waarde ten opzichte van de rusttoestand.

Stralingsgolven die uitsluitend bestaan uit het uitzenden van fotonen hebben geen lading, gaan NOOIT op en neer, en verplaatsen zich steeds rechtlijnig met de snelheid van het licht (in vacuüm of in de lucht). Fotonen hebben slechts één richting, namelijk van de bron naar de ruimte. Hetgeen wat de golfbeweging maakt is dat er ogenblikken zijn dat er fotonen geproduceerd worden, en uitgezonden en andere ogenblikken dat er minder (of geen) fotonen uitgezonden worden, en dit gebeurt op een ritmische wijze (Figuur 1). Maar NOOIT is er sprake van een negatieve fotonen stroom, of een foton dat op en neer golft. Noteer dat gedurende de halve periode dat er negatieve spanning over een LC-circuit gemeten wordt er ook fotonen geproduceerd worden.



Figuur 1: Elektromagnetische straling

Dus straling wordt bepaald door het zijn (of meer zijn) van fotonen en het niet zijn (of minder zijn) van fotonen. Ieder foton is een energiepakketje, en de grootte van deze energie is gelijk aan $e = h \cdot \nu$ waarin $h = 6.63 \times 10^{-34} \left[\frac{Nm}{s} \right]$ de constante van Planck. Hoe groot dat ν is weet ik niet, maar gemiddeld genomen moet ν gelijk zijn aan de uitgezonden frequentie f .

In water gebeurt de energieoverdracht door het medium zelf. De bron heft of drukt een hele hoop waterdruppels in of uit het water tot op tot een zekere hoogte en daardoor worden de naburige waterdruppels (door hun cohesiekracht) meegesleurd, waardoor deze zich verplaatsen naar links en rechts en ook op en neer en deze opgeslagen potentiële en kinetische energie doorgeven aan hun naburige waterdruppels. En zo rimpelt deze golfbeweging vanuit de bron naar de oeverkant. Noteer dat ook hier de waterdruppels zich slechts enkele centimeters links en rechts of op en neer verplaatsen maar nooit vanuit de bron naar de oever golven. Om het water op en neer te bewegen heeft men energie nodig om dit te doen.

Dus stralingsgolven kan men dus voorstellen als het aanstormen van een hoop fotonen (energiepakketjes) en die daarna terug verdwijnen, als een zwerm bijen die voorbij vliegt, en dit op een zeer snelle ritmische manier de ene zwerm fotonen na de andere telkens met de tussenpauze van een periode.

Wanneer men dit beeld steeds voor ogen houdt, kan men min of meer een gedacht vormen van wat er zich afspeelt als een radiozender een radiosignaal uitzendt. Begrijpen echter is voorlopig onmogelijk, en de fysica zal nog veel moeten rekenen en experimenteren vooraleer dit eenvoudig alledaags verschijnsel een fatsoenlijke begrijpelijke uitleg krijgt. Richard Feynmann, nobelprijs winnaar en pionier van de Quantum Electro Dynamica (QED) heeft dit probleem van straling zeer nauwkeurig beschreven en deze uitleg is gebundeld in "Lectures of Richard Feynmann" over "the nature of light"

1. Electro magnetische golven.

Indien men toch wilt vasthouden aan velden dan kunnen we zoals Einstein gedaan heeft met de zwaartekracht, waar hij het heelal voorstelt als een strak aangetrokken laken waarin een massa (de zon bv.) het laken vervormt, en er een put inmaakt. Hierdoor worden kleinere massa's (de aarde bv.) op een zekere afstand afgebogen van hun rechte baan en ondergaan een afbuiging op het laken waardoor indien de put gemaakt door de massa op het strakke laken groot genoeg is en de kleine massa (de aarde) een juiste niet te grote snelheid heeft zelfs rond blijft cirkelen rond de grote massa (de zon).

Zo ook zou men voor ladingen een soortgelijk laken kunnen voorstellen en dus zal een grote lading (de zender) een grote put in dit laken veroorzaken. Een kleine testlading (ontvanger) zou dus door deze put in het laken aangetrokken worden. Maar verdwijnt deze grote lading, en wordt zelfs een berg (Verandering van lading in de zender) dan zal ook de kleine testlading (ontvanger) naar de andere kant bollen. Wanneer dit op en neer gaan van de lading gebeurt op een zeer hoog ritme (bv. 50.000.000 keren per seconde) dan zal ook dit elektromagnetisch veld laken ook op en neer gaan, en als dusdanig een energie overdracht in gang houden, in alle richtingen over het laken en omgekeerd evenredig met de omtrek. Wanneer we dit idee verder uitbreiden naar een drie dimensioneel vlak, dan wordt dit omgekeerd evenredig met de bol oppervlakte of $4\pi.R^2$. Dit is een verdedigbare opvatting, maar het introduceert wel degelijk een ether, een fluïdum, een drie dimensioneel "strak gespannen laken" waarmee wiskundigen graag mee werken maar wat fysisch niets voorstelt. Niemand heeft tot op heden zo een strak gespannen laken kunnen waarnemen, dat er ook, als er geen lading zou zijn (zender), toch moet aanwezig zijn. Want als je de zender aanzet, moet het elektromagnetisch veld (het strak getrokken laken) reageren. De verandering van lading trekt dus als het ware het laken op en neer, en om dit te doen heeft men een zeker vermogen nodig (zendvermogen) om een zekere weerstand (de etherweerstand = 377Ω) te overbruggen.

Maar zelfs als met deze abstracte manier van denken volgt, zie ik nog altijd niet waar precies zich het elektrisch veld en het magnetisch veld zich bevinden en hoe deze velden dan ook nog loodrecht op elkaar staan en in fase zijn en even groot zijn. En toch blijven alle schoolboeken deze bizarre voorstelling verdedigen, maar geen enkel van deze boeken of leraars heeft me kunnen verklaren wat dit eigenlijk fysisch waarneembaar voorstelt.

2. Het mysterie van imaginaire getallen.

Ik dacht dat het Euler was, maar ik kan me vergissen die de link legde tussen getallen en een assenstelsel.

Op een lijn kan ik alle positieve getallen van 0 tot bijna oneindig naast elkaar zetten, en zodoende wordt een lijnsegment een waarde voorstelling van een getal. Meer nog, als ik deze lijn een dimensie geef, bv. Meters, of kg, of tijd, of stroom of appels.... dan worden mijn abstracte getallen benoemd en krijgen ze een fysische betekenis. Zo ook kan ik de negatieve getallen uitzetten beginnende van 0 en naar links gaande tot bijna -oneindig op dezelfde as.

Maar door loodrecht op deze as een andere as te maken die ik de *i*-as of *j*-as noem kan ik dus terug opnieuw een bijna oneindig aantal getallen op afzetten met een totaal andere dimensie.

Wel kan er indien nodig een relatie bestaan tussen de twee loodrecht op elkaar staande assen.

Meer stelt deze verticale as niet voor en heeft dus niks te maken met imaginaire niet voor te stellen ongrijpbare en onbegrijpelijke getallen.

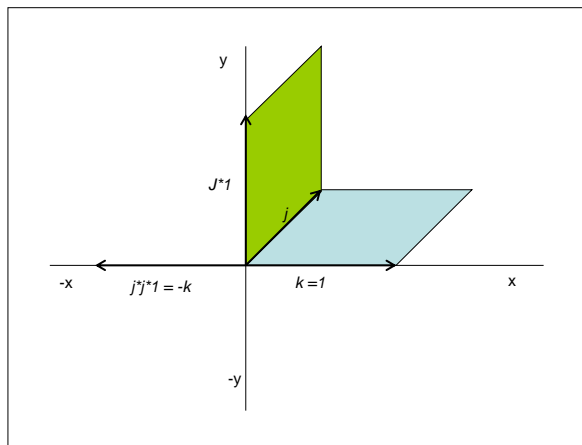
Maar in de wiskunde hebben we geleerd dat het onmogelijk is de wortel te trekken uit een negatief getal, omdat de omgekeerde bewerking, namelijk het kwadraat van een getal steeds een positief getal oplevert. De truck om deze onmogelijkheid te omzeilen was de uitvinding van wat men placht te noemen een imaginair getal $i = \sqrt{-1}$. Hieruit volgt dat $i^2 = -1$. Zodoende bestaat iedere negatief getal uit $i^2 \cdot a$

en dan is de worteltrekking uit een negatief getal in feite gelijk aan $\sqrt{i^2 a} = -1 \cdot \sqrt{a}$. Moeilijkheid omzeilt, vraagstuk opgelost, maar alle slimme studenten blijven zitten met dat wrange gevoel van wat is eigenlijk de fysische betekenis van i ?

Laten we dit toepassen op de elektronica waar, om verwarring te vermijden men in plaats van i men de letter j gebruikt, omdat het symbool van de stroom meestal door de letter i wordt voorgesteld.

Maar de fysische betekenis van de letter j komt uit het domein van de vectoren leer, waarin j

De richting coëfficiënt van een vector bv. a voorstelt zodoende wordt een vector $\vec{a} = j \cdot a$. Wenst men dit te onderscheiden van een even grote vector, maar in een andere richting dan kan dit geschreven worden als $\vec{a} = k \cdot a$ waarin k een andere richting van de vector voorstelt. Definiëren we nu dat de richtingen j en k loodrecht op elkaar staan en we bepalen dat $k = 1$ dan is volgens de regels van vectorenleer het product een **andere** vector die loodrecht staat op beide vectoren. Als daarenboven $a = 1$ dan is de grootte van deze vector gelijk aan $j \cdot 1 \cdot 1 = j \cdot 1$. Dit is voorgesteld in **figuur 2**.



figuur 2

Wanneer men nu nogmaals deze nieuwe vector vermenigvuldigen met $j \cdot 1$ of $j \cdot 1 \cdot j \cdot 1 = j^2 \cdot 1$ dan bekomen we terug opnieuw een **andere** vector $j^2 \cdot 1$ welke nu in de tegenovergestelde richting wijst van k welke we gelijkgesteld hadden aan 1 of $j^2 \cdot 1 = -1 \cdot 1$ en hieruit moeten we besluiten dat $j = \sqrt{-1}$. Eigenlijk bepaalt $1, j, j^2 = -1, j^3 = j^2 \cdot j = -j, j^4 = j^2 \cdot j^2 = -1 \cdot -1 = 1$ niets anders dan het verdraaien van het assenkruis met 90° . Maar iets imaginair moet men hierachter in 't geheel niet gaan zoeken. Wel is waar dat alle waarden aangeduid in de $j^2 = -1$ richting gelijk maar tegengesteld zijn aan de waarden in de $k = 1$ richting.

Wie herinnert zich niet, uit de lessen natuurkunde, de regel met de drie vingers, om de richting van de vector $\vec{F} = \vec{B} \cdot l \cdot \vec{I}$ te bepalen. Hierin is de richting van de kracht F loodrecht op het vlak bepaald door de oppervlakte van de vectoren $B \cdot I$. Puur wiskunde maar met weinig inzicht in wat er fysisch gebeurt. Maar de vector F staat dus wel loodrecht op de vectoren B en I .

Jan Spaenjers