

Contents

1	Inleiding.....	2
2	Een analogie, wat is aantrekkingskracht?.....	2
3	Snelheid elektronen in een koperdraad.	3
4	Wat is een koperdraad, elektrisch bekeken?	5
5	Analogie met ijsblok.....	6
6	Wat is de snelheid van de elektronen stroom in een koperdraad?	7
7	Wat is de werkelijke snelheid van een elektron in een geleider?	8
8	En wat is de gemiddelde lengte dat een elektron aflegt?	8
9	Snelheid van een elektron in het luchtledige.....	8
10	Hoe wordt een elektron afgebogen.....	8
11	Fotonen	10
12	Wat radio golven niet zijn.....	11
13	Wat zijn het dan wel?.....	12
14	De boodschapper aan het werk.	13
15	Het ontstaan van fotonen in een koperdraad.....	14
16	Analogie met een lange rij wachtende mensen.....	15
17	Verklaring van massaloze elementen.	16
18	Van menselijke rijen naar elastische bollen in een buis.	17
19	Energie rijke en minder energie rijke fotonen.	20
20	Fotonen uitgezonden in een versnelde beweging.....	20
21	Verschil tussen licht en radio straling	21
22	Kan een zender of ontvanger de afstand bepalen?	21
23	Pauze.	22
24	Foton opgenomen in een ontvangstantenne	22
25	De schade veroorzaakt door straling.	22
26	Waarover ik nog niets verteld heb.....	24

27	Nawoord.	24
28	Zijn er nog vragen?	25
29	Enkele gegevens	25

Radio golven.

1 Inleiding.

Vandaag wil ik met jullie het eens hebben over een onderwerp dat iedereen weet dat het bestaat maar waar zo weinig mensen van weten wat het eigenlijk is, namelijk radio- of TV-stralen. Een onderwerp waar zowel leken als experts in het vak niet veel van begrijpen. En misschien daarom dat er zoveel onzin, ja zelfs complot theorieën, over verteld worden om het één of het ander fenomeen te bestrijden.

Ik heb op school veel geleerd, maar weinig dingen begrepen. En daar zit volgens mij de grote fout van ons onderwijs.

Mijn kleindochter die kreeg op haar tiende verjaardag een e-mail, en ik heb haar dan beloofd dat ik iedere week een mailtje zou sturen. 52 kleine gedichtjes of aanbevelingen heb ik haar gestuurd zoals "Droom lieve schat, droom dag en nacht, van wat je nog van het leven verwacht. Maar lieve schat er is een maar, maakt minstens één van je dromen waar!"

En als je weet wat is $9 \times 8 / 7$ is waardeloos. Maar als je weet hoe je als je 9 zakjes hebt en in ieder zakje zitten 8 snoepjes en je wilt dat eerlijk verdelen onder je 7 vrienden dat moet je leren. Maar als je denkt dat je dat steeds kan zonder te weten hoeveel is $9 \times 8 / 7$ is hopeloos en dat moet je leren."

Zo is het ook met het begrijpen met wat eigenlijk fysica is en dus ook wat radio straling is. En dan moet je je niet verstoppen achter een hele hoop wiskundige formules zonder uit te leggen wat die formules fysisch, in de natuur betekenen. Wiskunde is slechts een gereedschap dat je gebruikt om iets sneller op te lossen maar nooit om iets te bewijzen dat het zo in elkaar steekt. Maar spijtig genoeg heeft men in het onderwijs van wiskunde een kunst gemaakt in plaats van een gereedschap. Denk maar aan een schilderij van uit de oudheid en middeleeuwen.....

2 Een analogie, wat is aantrekkingskracht?

Het zou z gezegd Einstein zijn die volgende woorden heeft gesproken: "Maak alles zo eenvoudig mogelijk maar vereenvoudig niets" Dat eerste zal ik nog wel kunne nastreven maar dat tweede, vereenvoudig niets, is onmogelijk. Maar wat ik wel kan doen is steeds de nadruk leggen wanneer ik iets vereenvoudig. En dat wordt zeer veel gedaan door analogieën, beeldspraak, dat het ongrijpbare visualiseert.

Procedure voor een ingenieur

"Elke nieuwe ingenieur moet zeer vlug leren dat het niet van goede smaak getuigd om de som van twee getallen neer te schrijven in de vorm:

$$1 + 1 = 2 \quad (1)$$

Elkeen die de studies van hogere wiskunde heeft doorlopen is op de hoogte dat:

$$1 = \ln e \text{ en dat } 1 = \sin^2(x) + \cos^2(x) \text{ daarenboven is } 2 = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{2^n}$$

Daarom vergelijking 1 kan wetenschappelijk uitgedrukt worden als:

$$\ln e + (\sin^2 x + \cos^2 x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{2^n} \quad (2)$$

Deze vergelijking kan nog eenvoudiger geschreven worden door gebruik te maken van volgende vergelijkingen:

$$1 = \cosh y \cdot \sqrt{1 - \tanh^2 y} \text{ en } e = \lim_{z \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{z}\right)^z$$

Vergelijking (2) kan daarom herschreven worden als:

$$\ln \left(\lim_{z \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{z}\right)^z \right) + (\sin^2 x + \cos^2 x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\cosh y \cdot \sqrt{1 - \tanh^2 y}}{2^n} \quad (3)$$

Zover gekomen is het vanzelfsprekend dat vergelijking (3) klaarder is, en gemakkelijker te begrijpen dan vergelijking (1). Andere methodes van gelijksoortige aard kunnen ook gebruikt worden om vergelijking (1) beter te verstaan.

Maar deze zijn gemakkelijk te ontdekken eens de lezer de onderliggende principes begrepen heeft"

Einde van de poster.

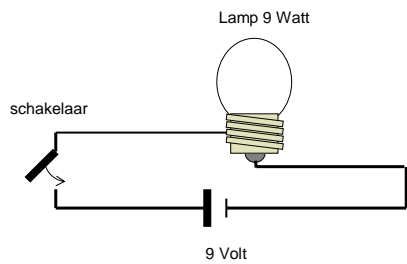
Maar veronderstel ik zie op een mooie zomerdag een vijftigtal meters voor mij een zeer mooie aantrekkelijke vrouw. Dat wil zeggen, ik word door haar aangetrokken. Maar wie is de boodschapper die er voor zorgt dat ik door haar word aangetrokken? Als het donker was zou ik niet eens weten dat zij bestaat. Als ik naar de andere kant keek had ik haar niet gezien. Als ze stil bleef staan had ik haar minder snel opgemerkt dan dat ze voorbij wandelt, en ze zou nog meer in het oog springen als ze heen en weer naar mij aan het zwaaien was.

Er is dus een boodschapper die de uitstraling van haar tot mij brengt. Het moet zeker en vast iets te maken hebben met licht. Maar wat is licht? En waarom zie ik haar beter als ze beweegt, en ik kan haar zelf nog op een veel grotere afstand ontwaren als ze zwaait. Wat is dan het verschil tussen stilstaan, eenvoudig bewegen of hevig heen en weer bewegen? Ook dit voorbeeld is een manier van informatie overdracht door de ruimte. Meer nog, ze is universeel en is zowel mogelijk op aarde als in de ruimte, zelfs ver buiten de atmosfeer in de ijle ruimte. Als er maar licht is dan kan ik het ontvangen. Maar wat precies ontvang ik? Wat ik ontvang is dat hetzelfde als een radio ontvanger geluid of een TV ontvanger beelden capteert?

3 Snelheid elektronen in een koperdraad.

Vooraleer verder te gaan wens ik één van de grote onzekerheden bij de meeste mensen eens uit te leggen. Het gaat over de snelheid van elektronen in een koperdraad. Immers radio stralen heeft veel te maken met het bewegen van elektronen.

Veronderstel dat we een schakeling hebben zoals in fig1. Een lampje van 9 Watt is via een schakelaar verbonden aan een batterij van 9 volt. De verbindingsdraden hebben een doorsnede van 1 mm². Het lijkt mij dus een eenvoudige vraag: "Wat is de snelheid van de elektronen in deze koperdraad?"



• figuur 1

Wanneer men aan verschillende personen vraagt wat is de snelheid waarmee de elektronen zich verplaatsen in de koperdraad kan men de volgende antwoorden verwachten.

De snelheid is gelijk, of toch bijna gelijk, aan de snelheid van het licht. Er kan wel een materiaal constante zijn μ_r die de snelheid iets vertraagt zodat er wel een klein verschil bestaat tussen koperdraad of aluminiumdraad. Als men bedenkt dat hoe lang de afstand van de draad van de schakelaar naar de lamp ook moge zijn men onmiddellijk ziet dat de lamp aangaat. Vergelijk dit met een telefoongesprek dat men voert met een persoon, laten we zeggen die in Oostende woont, dan is er toch ook geen (hoorbare) vertraging in het gesprek, en ook hier is het een elektronisch circuit dat elektronen verplaatst van mij tot in Oostende.

Een ander zeer nadenkend persoon redeneert als volgt. Als stroom een verplaatsing is van elektronen dan is dat te vergelijken met verplaatsing van elementaire deeltjes. Nu weten we dat als deeltjes zich hevig (dus snel) verplaatsen dat dit warmte veroorzaakt. Als de elektronen zich zouden verplaatsen met de snelheid van het licht dan zou de koperdraad gloeiend heet staan, en dat gebeurt niet. Dus de snelheid zal veel minder zijn maar toch nog behoorlijk snel want ook ik zie geen tijdsverschil tussen het sluiten van de schakelaar en het opflitsen van het licht in de lamp.

Weer anderen zullen verschrikt met hun wenkbrauwen fronsen in hun haar krabben en dan voorzichtig beweren dat deze vraag een strikvraag is en dat het meer met magnetische en elektrische velden te maken heeft dan met het verplaatsen van elektronen.

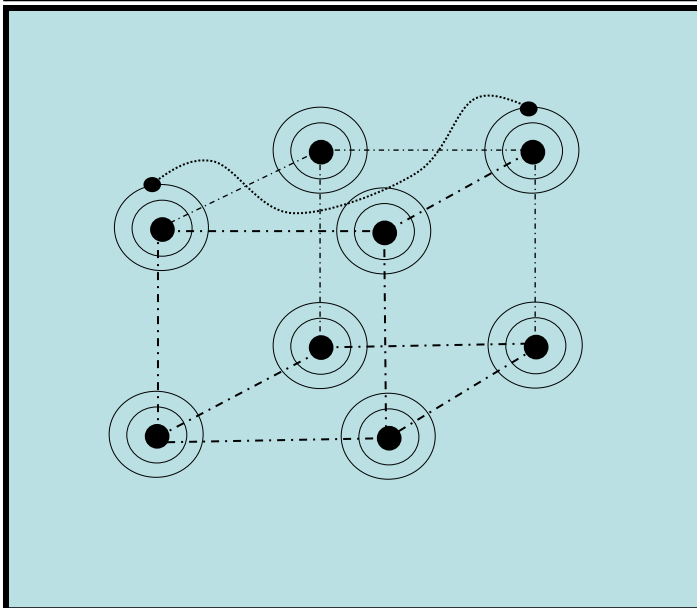
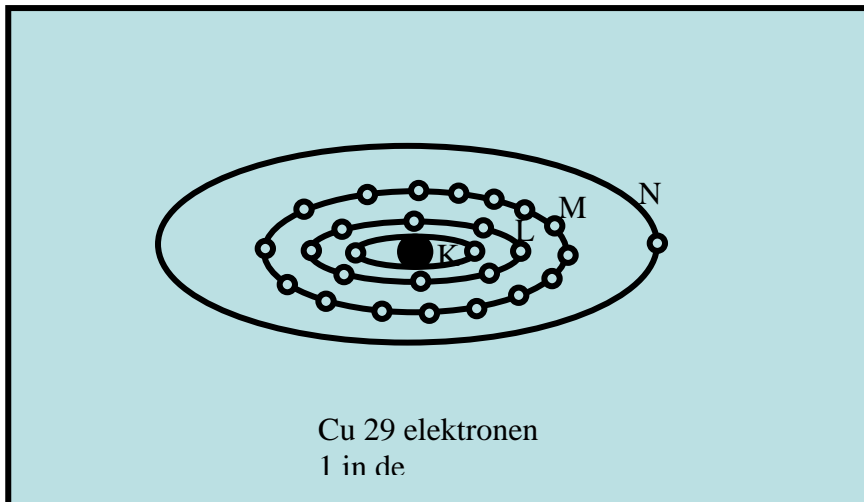
Maar wat is dan het juiste antwoord?

Om dit te beantwoorden moeten we even enkele begrippen wat beter definiëren.

4 Wat is een koperdraad, elektrisch bekeken?

In een koperdraad is de binding van de elektronen rond de atoomkern in de buitenste schil, (namelijk de valentieband) niet zeer sterk. Dit is de reden dat reeds door de omgevingstemperatuur er genoeg elektronen kunnen vrijgemaakt worden die zich vrij gemakkelijk, door de warmte kracht, kunnen bewegen in de een of andere richting in het kopermateriaal. Dit is dus wat men noemt de geleidbaarheid van koper, of misschien anders uitgedrukt de kleine weerstand die koper biedt ten opzichte van het transport van elektronen. Het aantal vrije elektronen/mm³ is enorm groot en gelijk aan:

$n \approx 8.5 \times 10^{22}$ elektronen/mm³ Dit getal komt ongeveer overeen met het aantal koper-moleculen een stuk draad bevat. Of in andere woorden, men mag aannemen dat voor koper er per molecule (één proton + 29 elektronen) er één elektron bij is (het valentie elektron) dat zich kan vrijmaken.



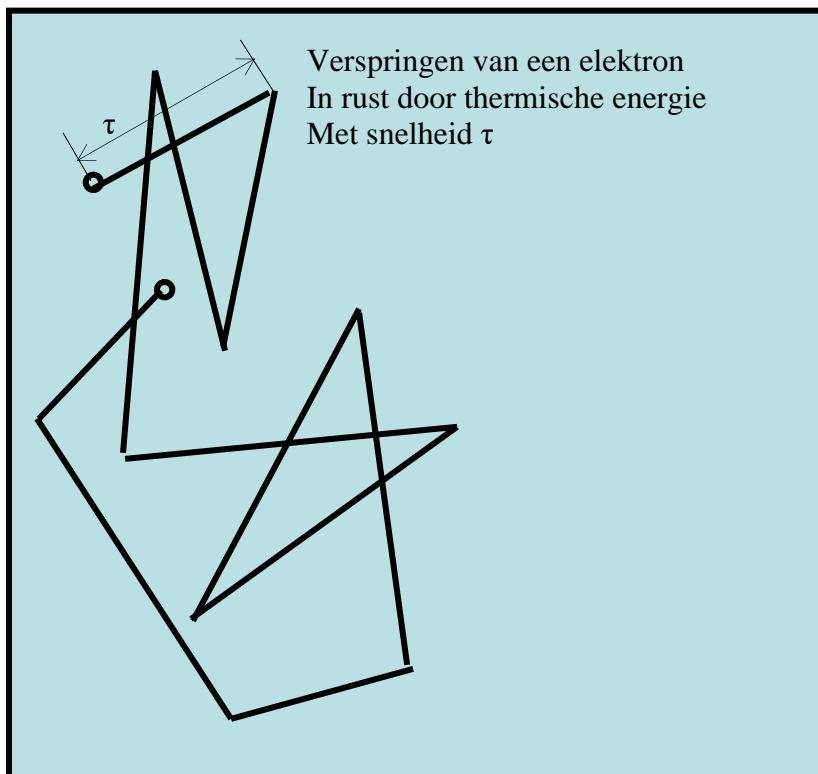
• figuur 2

Een vrij elektron wordt onmiddellijk aangetrokken door een proton in de geburen dat ook een elektron verloren heeft op zijn buitenste schil. Met een tamelijk grote snelheid en versnelling verplaatst het elektron zich totdat het gevangen wordt in zijn nieuwe omgeving.

Dit gebeurt voortdurend in een kriskras beweging maar totaal beschouwd is er gemiddeld genomen geen elektronen verplaatsing naar boven of naar onder (maar misschien wel van links of naar rechts). De draad gedraagt zich voor de buitenwereld neutraal. Er komen geen elektronen bij of er verdwijnen geen elektronen in het beschouwde stukje draad.

Wanneer er echter een spanning aangelegd wordt over de uiteinden van de draad, dan zal onder invloed van deze spanning de elektronen meer de neiging vertonen om zich GEMMIDELD gezien meer naar de positieve kant (waar er een tekort is aan elektronen) te verplaatsen. Deze gemiddelde snelheid is, verbazingwekkend genoeg, niet erg groot. In een draad met doorsnede van 1 mm^2 waarin een stroom vloeit van 1 Ampère is deze minder dan 1 mm per seconde!

Noteer dat er wel degelijk een spanningsverschil bestaat over een stuk koperdraad (ook al is deze spanning zeer klein door de grote geleidbaarheid van koper). Vergelijk dit met een grote waterbuis. Zolang er geen waterniveau verschil bestaat tussen de ingang en de uitgang van de waterbuis zal er geen druppel water zich verplaatsen van het ene niveau naar het andere



• figuur 3

5 Analogie met ijsblok

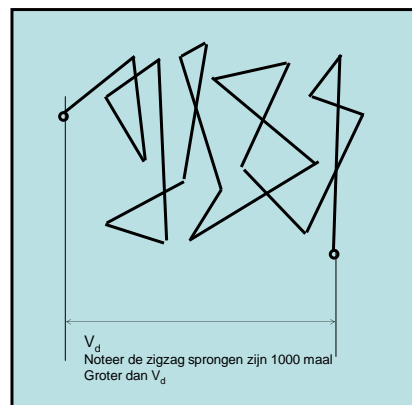
Hoe kan men zich dat voorstellen? Veronderstel dat men een dun gemaasd rooster hebt, zoals een kiekendraad, en men legt daar een ijsblok op, dan zal deze er niet doorheen vallen. Maar

als men er warm water van boven op de ijsblok giet dan zal er een gedeelte van de ijsblok smelten en deze druppels vallen zeer eenvoudig door de gaten van het rooster naar beneden. Ook de zonnewarmte zal er voor zorgen dat er altijd ijskristallen smelten, met andere woorden er niet aan een rooster gebonden bevroren waterdeeltjes zich losrukken en vrij langs de bevroren ijskristallen naar beneden glijden. Dit gebeurt op macroscopisch gebied met moleculen maar op ultra microscopisch gebied gebeurt er iets dergelijks wat wij spijtig genoeg zeer moeilijk kunnen waarnemen en laat staan volkomen begrijpen.

6 Wat is de snelheid van de elektronen stroom in een koperdraad?

Ik laat hier de wiskundige berekeningen achterwege. Deze zijn terug te vinden op onze website "ECH-VZW.be" maar het resultaat is, bijna niet te geloven maar in een koperdraad van 1mm^2 met een stroom van 1 Ampère is dit niet meer dan 0.744 mm/sec , dit is zelfs trager dan een luie slak. Hoe is zo iets te verklaren, als men weet dat een elektron in de vrije ruimte tegen een snelheid van bijna 100.000 km/s raast?

Juist zoals in een watervat waarvan men onderaan de kraan opendraait, zal het ook nog een tijdje duren vooraleer de waterdruppels van boven in het vat naar onder gezakt zijn. Zo ook onder invloed van de spanning over de draad, zullen de elektronen aan het uiteinde van de draad eerst naar de negatieve kant van de Spanningsbron vloeien, en al de elektronen in de draad schuiven op. Vermits er zoveel vrije elektronen aanwezig zijn per mm^3 zal de opschuiving traag verlopen, maar het effect dat er stroom vloeit naar de spanningsbron is (bijna) onmiddellijk zichtbaar.



• figuur 4

7 Wat is de werkelijke snelheid van een elektron in een geleider?

Uit de fysica weet men dat de energie die nodig is om een elektron uit zijn rooster te onttrekken gelijk is aan 7.04 ev. Dat is dus ook de energie dat het elektron meegegeven krijgt bij zijn aanvang als vrij elektron in het rooster. En ook dat kunnen we uitrekenen en we bekomen dat de snelheid van het verspringen van het enen rooster naar het ander rooster tegen een snelheid gaat van omtrent 1570 km/s.

En dit is dan toch wel een behoorlijke snelheid.

8 En wat is de gemiddelde lengte dat een elektron aflegt?

Dit is een langer verhaal maar in een degelijk boek van fysica zal men wel een formule kunnen vinden. En de uitkomst hiervan is gelijk aan 76.6nm

Wanneer men weet dat de ionen in een koperrooster op 0.26nm van elkaar staan dan passeert gemiddeld genomen een elektron $76.6/0.26 = 295$ ionen vooraleer terug opgenomen te worden bij een ander proton.

Ik hoop dat deze uitleg niet te ingewikkeld was, maar langs de andere kant toch een juiste verklaring weergeeft over een eenvoudige vraag die intuïtief zeer moeilijk te beantwoorden valt.

9 Snelheid van een elektron in het luchtledige.

Ook dat is uit te rekenen, en in dit geval hangt het af van de spanning die er is tussen het begin (de bron) en het scherm waar het elektron tegenaan botst. Bijvoorbeeld in een oude TV beeldbuis daar is tussen het scherm van de beeldbuis en het begin waar de elektronen gemaakt worden een spanning van ongeveer 25000Volt dan vliegt deze elektron met een snelheid van 100.000 km/sec.

10 Hoe wordt een elektron afgebogen.

Iedereen van ons kent nog de oude Wit Zwart TV toestellen van in de jaren zestig met die grote TV-buis die in de loop der jaren maar steeds groter en groter werd en later zelfs kleuren TV kon laten zien. Maar laten we even zo een TV buis eens wat nader bekijken. Het is maar een inleiding om enkele merkwaardigheden aan te tonen waar de meeste mensen niet blijven bij stilstaan, omdat we het nooit op school geleerd hebben.

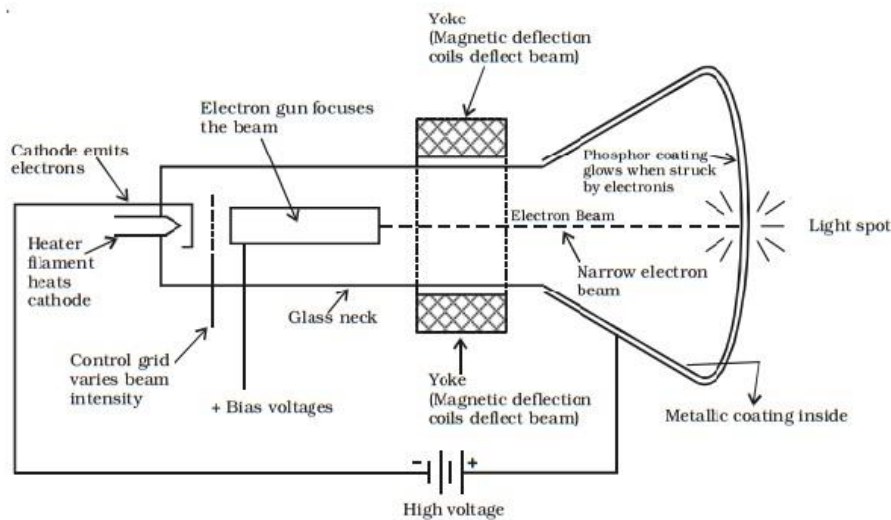


Fig. Monochrome picture tube

• figuur 5

In deze figuur ziet men dat er achteraan een filament, een gloeilamp staat deze straalt zijn licht op een koper of zilver plaatje straalt. Hierdoor worden er elektronen losgemaakt die door een buisje gefocust wordt zodat daarachter een zeer fijne elektronen bundel verschijnt. Deze elektronen worden aangetrokken door een scherm dat op zeer hoge spanning staat (25000 volt) en tegen ongeveer 1/3 van de snelheid van het licht (100.000km/s) naar dat scherm vliegen. Ondertussen worden ze door een magneet horizontaal of verticaal afgebogen naar van links naar rechts en van boven naar onder.

En dan botsen op een scherm dat met een zekere stof is bedekt om een lichtflits te doen opflitsen.

Maar wat eigenaardig is zijn de volgende punten. Hoe is het mogelijk dat een lichtstraal elektronen kan lospeuteren (en niet een klein beetje) uit een metalen plaatje. Wie of wat doet dat. En de uitleg is een elektro statisch veld is geen uitleg, dat is alleen het kind een (geleerde) naam geven en dan moet je het maar weten. Maar eigenlijk weet je niets. Dan komt er de tweede vraag:” Hoe weten die elektronen dat zij naar dat scherm moeten vliegen dat (in de ogen van elektronen) mijlen ver verwijderd is maar wel op 25000 Volt staat?” Omdat zij hierdoor worden aangetrokken is geen antwoord. Hoe weet een elektron dat er ergens ver weg een(positieve) spanning is. Wie is de boodschapper. Want moest het een negatieve spanning zijn dan zou het er van wegvliegen, en als er geen spanning was zouden deze elektronen naar alle kanten vliegen. Wie is de boodschapper die zegt dat ik naar daar moet vliegen en met welke snelheid dat ik dat moet doen.

Merk daarenboven op dat een elektron in een draad slechts minder dan een centimeter per seconde beweegt, maar in de vrije ruimte (vacuüm) tegen ongeveer 1/3 van de snelheid van het licht (100.000jkm/sec. vliegt.

Met andere woorden als ik in de verte een zeer mooie vrouw zie en ik voel me daardoor aangetrokken, hoe komt dat dan? Als het donker was had ik haar niet gezien, dus ze straalt iets uit.

Als ik naar de andere kant had gekeken had ik haar niet gezien. Ik moet dus van alle kanten iets ontvangen dat me neutraal gezien niets opmerkelijks oplevert, behalve in de richting van die vrouw, en blijft dat onthouden als die dame naar mij zou wuiven of staan dansen had ik haar sneller opgemerkt dan dat ze stil zou staan. Dus dan kan ik haar ook verder verwijderd ook nog opmerken.

En dan vliegen de elektronen naar een scherm maar onderweg worden ze afgebogen door magneten en naargelang die magneet sterker of zwakker is worden die elektronen minder of meer afgebogen. Maar wie verteld aan de elektronen dat er een kracht is die me tegenwringt, zoiets als een zijwaartse wind die me doet uitwijken. Weeral een Magnetisch veld is een mooie naam, maar een mooie naam verklaart niets. Er moet toch iets tastbaars zijn, een veld is een veld of dat nu elektrisch of magnetisch heet geeft me weinig nuttige informatie.

Met wat zijwind storm ik naar die mooie dame en bots ik tegen haar geef haar zo een intense kus dat stukken eraf vliegen. Of met andere woorden de elektronen tussen haakjes "botsen" op dat scherm worden daar tot stilstand gebracht en verder geabsorbeerd door de positieve spanning. Maar wat interessanter is, op dat ogenblik een lichtflits veroorzaken. En dat is geen bliksem of een ontlading van een overspanning. Maar wat is het dan. Een straling. Het elektron heeft dus een zekere energie overgebracht vanuit de lichtstraal aan de kathode en terug omgezet in een licht straal.

In heel dit verhaal gaat het over elektronen, die we kunnen voorstellen als geweldig kleine knikkers die een massa hebben en dus volgens Newton een kracht kunnen ontwikkelen namelijk $F=m.a$.

Maar de lichtstralen waaruit zijn die gemaakt, en de magnetische velden of elektrische velden of al die andere bijvoorbeeld zwaartekracht velden waaruit zijn die gemaakt?

En is misschien het tegenoverstelde ook mogelijk, namelijk dat een lichtflits een elektron doet bewegen? Dat onze ogen een soort omgekeerd fluorescerend scherm zijn dat licht in elektronische stroom(pjes) omzet.

11 Fotonen

Maar de vraag blijft nog steeds onbeantwoord, wie of wat zijn de boodschappers, de berichtgevers die melden dat er hier een magneet (of tenminste een lading) is? Lading, de eerst die daar over nadacht was Newton die het licht onderzocht en zich afvroeg hoe de energie van de zon door de ijle lucht en atmosfeer kan overbrengen. Hij postuleerde dat dit energie pakketjes zouden zijn, maar die niets wegen. Begrijpelijk dat in die tijd men moeilijk kon veronderstellen dat er pakketjes zouden bestaan die niets wegen. Dat hij er niet veel succes mee had was te begrijpen, ze zouden anders vertragen door zijn eigen wet $F=m.a$. (met a versnelling of vertraging). En als de massa 0 is dan is er geen kracht.

In tussentijd bleven mensen proeven doen en geleerden vonden wetten uit, meestal door vele proeven te doen. De wet van Coulomb, van Faraday, van Gauss, van Biot en Savart, van Ampère,

En toen kwam er een wiskundig genie, Maxwell, die zelfs beweerde dat hij de fysica niet moest kennen als ze maar gehoorzamen aan wiskundige wetten. Het elektron of proton was nog niet uitgevonden laat staan die pakketjes van Newton, waar niemand in geloofde.

Deze wiskundige Maxwell formules konden alle wetten hiervoor opgenoemd verklaren met een in drie dimensies opgestelde vectoren leer gebaseerd op golfbewegingen in de ruimte op aarde. En geloof me slechts enkelen begrepen iets van deze wetten, maar de formules werken tot op vandaag. En daarom worden ze nog steeds onderwezen, alhoewel ze geen enkele fysische verklaring geven voor bijvoorbeeld straling. Een golf heeft een medium nodig om zich voort te planten. En elektronen kunnen niet van de ene kant naar een andere kant overspringen, en toch wordt er energie overgedragen van bv de ene schotel antenne naar de andere schotel antenne)

Maxwell heeft dan maar de displacement stroom uitgevonden die fysisch niet bestaat maar noodzakelijk was om zijn theorie te doen kloppen.

Ik ga u hier iets vertellen om jullie te laten begrijpen wat het verschil is tussen een wiskundig model en de fysica of hoe de natuur werkt.

Veronderstel dat ik met mijn fiets op het einde van de weg een bocht moet maken van 90° .

Dan weet ik dat ik met de formules van Newton, kracht is gelijk aan massa maal versnelling en actie is gelijk aan reactie en de som de krachten is gelijk aan nul, ik volledig kan uitrekenen hoe veel ik moet overhellen en mijn stuur verdraaien en welke snelheid ik moet aanhouden om die bocht feilloos te nemen. Dat is vele, vele malen uitgete probeerd en klopt als een bus. De wiskundige formules zijn juist.

Maar ik heb nog nooit geweten dat een fietser vooraleer hij een bocht neemt hij een 10-tal minuutjes op zijn rekenmachientje gaat tokkelen om te weten hoe hij moet overhellen enz. om die bocht (bijna) volledig juist te nemen. Wij in de natuur rekenen (of anders gezegd) lossen dat anders op. Wij weten wat dat is dat is met regeltechniek.

Ik wil alleen maar aanduiden dat er een groot verschil bestaat tussen u vastklampen aan wiskundige formules (die juist zijn) of een uitleg geven hoe het in feite in de natuur functioneert.

Iets later kwam er Einstein die met zijn relativiteit theorie verkondigde dat de snelheid van het licht een constante was en $E=mc^2$ (voor massa's in rust) Maar eigenlijk heeft hij gezegd dat

$E = m \cdot c^2 / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$, (voor massa's die voortvliegen aan de snelheid van het licht kan dat

alleen maar als zijn massa gelijk is aan 0) samen met Max Planck dat de overdracht van deze energie gedragen werd door, ja, wel degelijk energie pakketjes die zij fotonen noemden.

De grootte van deze energie overdracht is geformuleerd door Planck en die luidt $E= h \times f$.

Hierin is h de constante van Planck (een natuur constante) en f de frequentie van het foton.

Neem bijvoorbeeld een slinger die je ronddraait dan voel je wel dat die slinger meer energie bezit, aan het koordje trekt, dan als je losjes zit rond te draaien.

12 Wat radio golven niet zijn.

De meeste mensen denken dat radio golven iets te maken heeft met golven die lijken op

- Een druppel in een plas, die rimpelingen in het water doen ontstaan.
- Een koord die op en neer bewogen wordt.
- Een snaar van een viool of gitaar die aan het trillen gebracht wordt.
- De lucht die verdicht en verdunt door te spreken.
- Een gestrekt laken dat op en neer bewogen wordt.
- Een metalen blok waarop men klopt en door het metaal voortgeplant wordt.

Niets van dat alles heeft iets te maken met straling of elektromagnetische golven.

Al deze voorbeelden hebben een medium nodig, een materiaal, een houvast. Maar een radio signaal heeft dat allemaal niet. Er is geen medium. We kunnen radio signalen zelfs sturen naar een ontvanger op Mars, door de ijle van de kosmos, waar slechts gemiddeld één proton per kubieke meter is, een allerkleinste speldenkop en de rest niets.

Vroeger dacht men dat er toch iets was, zoiets als een soort laken, maar dan in drie dimensies, die ze dan de ether noemde.

13 Wat zijn het dan wel?

Het heeft iets te maken met elektromagnetisme. Maar wat betekent dat?

We kennen allemaal een magneet, en voelen dat als we twee magneten op een afstand van elkaar houden we een kracht nodig hebben om ze uit elkaar te houden.

Maar wie is de boodschapper die van de ene magneet aan de andere magneet vertelt dat ik hier ben met een zekere energie en jij daar bent met ook een zekere energie?

Met vele proeven heeft me ondervonden en kunnen vaststellen dat deze krachten bestaan en dat deze een zekere wet (formule) volgen, namelijk de wet van Coulomb.

Ik heb niet de intentie om hier een hoop formules uit te leggen maar deze éne wil ik toch even nader belichten omdat hij zo fundamenteel is. Deze formule is, in zijn meest eenvoudige vorm, als volgt:

$$F = \frac{k \times Q1 \times Q2}{R^2}$$

Deze wet zegt dat de kracht tussen twee ladingen (van magneten bijvoorbeeld) Q1 en Q2 gelijk is aan het product van beiden maar vermindert R^2 en een natuurconstante k .

Wat lading is dat weet niemand. Ik herhaal niemand in de wereld weet wat lading is. Het is een eigenschap van bepaalde elementen zoals magneten maar ook elektronen en protonen en hoogstwaarschijnlijk zijn het de elektronen en protonen in een magneet die deze lading veroorzaakt. Het is een eigenschap van de natuur, eigen aan bepaalde elementen.

Ik vroeg eens aan een burgerlijk ingenieur: "Wat is lading?" en hij antwoordde: "dat is eenvoudig, het is een hoop elektronen (negatieve lading) of protonen (positieve lading)"

Ok, en ik vroeg hem dan en wat is dan de lading van een elektron? En toen kwam er een doodse stilte.

Maar heeft ooit één leraar hetzij in de les van natuurkunde, scheikunde of filosofie dit ooit gezegd.

Ik ga jullie hier iets uitleggen wat ik zelf niet weet wat het is.

En nochtans is deze wet de fundamentele wet van de elektronica over straling of magnetisch veld of Elektrisch veld en spanning.

Ik wil maar zeggen, ik heb op school en hogeschool en universiteit veel geleerd maar weinig dingen begrepen.

Wat komt die R^2 en bij uitbreiding $4\pi R^2$ (boloppervlakte) hier doen?

Wel schijnbaar vermindert die kracht in de ruimte alsof ze verspreid wordt in alle richtingen. Ze straalt in alle richtingen, tenminste als de lading geconcentreerd is in een punt.

De kracht manifesteert zich alleen als er nog minstens een andere lading aanwezig is. Ze moeten minstens met twee zijn. Als Q1 of Q2 = 0 dan is $F = 0$.

En ze is afhankelijk van een natuurconstante (ϵ).

Wel als je een formule tegenkomt met een natuurconstante in dan betekent dat dat men eigenlijk niet weet wat het eigenlijk is. Er zijn er nog zo een 20-tal.

De meest gekende zijn de snelheid van het licht, de constante van Planck die onrechtstreeks zegt wat het kleinste deeltje is dat niet meer kan gesplitst worden.

De zwaartekracht constante.

Zo ook is (ϵ) de primitiviteit constante, om de dimensies aan te passen moest er zo een constante zijn, al is er wel een relatie met de snelheid van het licht en nog een ander constante

niet met R^2 gaat maar alleen met R wat een enorm verschil maakt. En daarom zijn alle radio stralingen tot en met X-ray stralingen bewegende fotonen (met andere woorden, ze hebben een zekere snelheid en verlopen met een zekere frequentie of wat hetzelfde is een ronddraaiende beweging wat een versnelling is).

15 Het ontstaan van fotonen in een koperdraad.

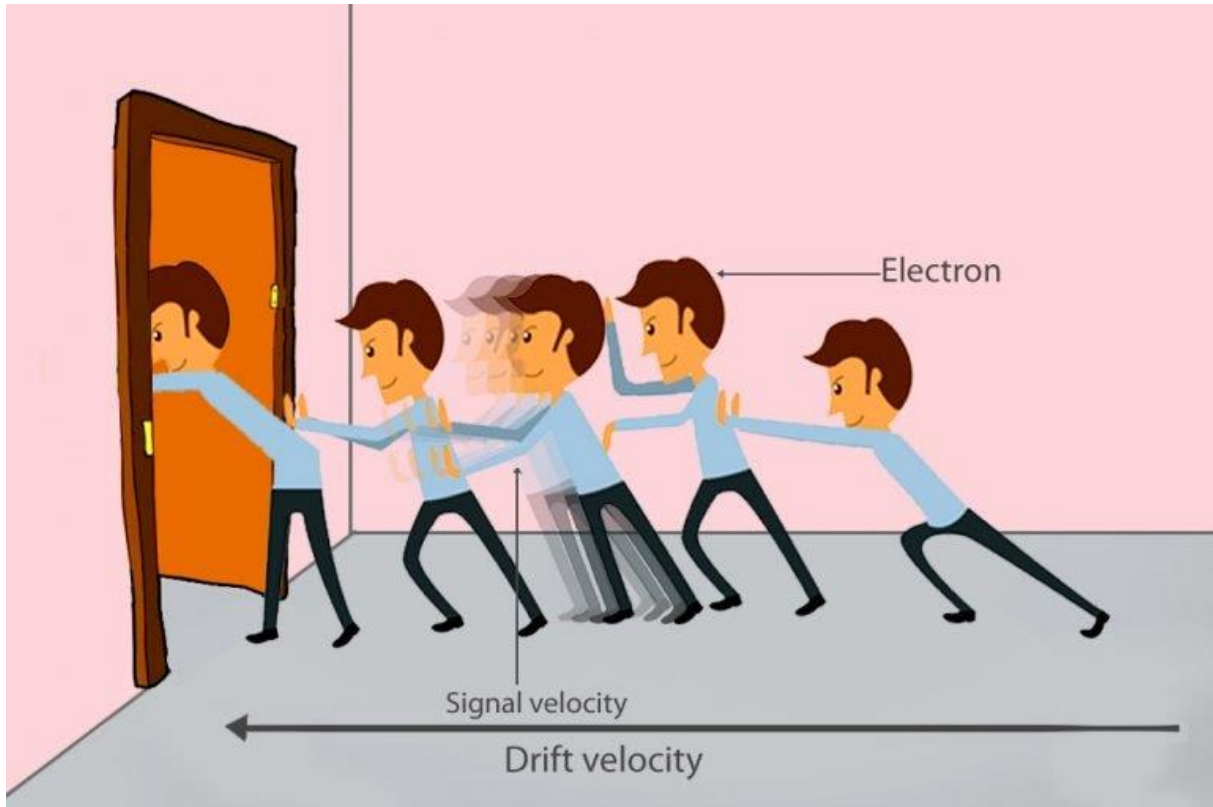
Er zijn verschillende manieren hoe dat fotonen gemaakt worden of ontstaan, maar om te begrijpen hoe straling in elkaar zit ga ik in 't kort twee manieren beschrijven.

- 1) De manier die praktisch in alle schoolboeken wordt onderwezen en dat is de manier hoe bijvoorbeeld zonnestrallen ontstaan, namelijk dat het elektron dat ronddraait rond zijn waterstof proton (warmte of beweging) energie toegevoegd krijgt en hierdoor krijgt het een versnelling en spring het elektron op een hogere schil maar valt nadat de versnelling gedaan is terug naar een lagere schil en verliest hiermee zijn toegevoegde energie door het uitzenden van een energie pakketje, namelijk een foton. De frequentie waarmee dat pakketje ronddraait om zijn as is gelijk aan de frequentie dat het ronddraaide rond zijn proton. Vergelijk dit met een renner op een piste (het kuipke van Gent) en plots een duw krijgt, waardoor hij wat hoger op de pist kan rijden. Bij het terug naar beneden komen moet hij minder energie verbruiken.

- 2) De manier hoe dit gebeurt in een koperen (antenne) draad is helemaal anders. Maar ook in andere materialen die zeer geleidend zijn voor elektriciteit zoals ijzer, aluminium, kwik, goud, zilver om maar enkele te noemen.

Een koperdraad die heeft (onder normale omstandigheden) bij een temperatuur van -20° tot $+70^\circ$ vele vrije elektronen die in de koperdraad rondspringen van het ene rooster naar het ander. Gemiddeld 1 per atoom. Dit komt omdat al deze elementen op hun buitenste schil slechts één elektron hebben dat ver verwijderd is van het proton en daarom praktisch niet meer aangetrokken worden door die protonen. Wanneer deze vrije elektronen ook energie toegevoegd krijgen, door een duwkracht bijvoorbeeld en daardoor een versnelling krijgen, dan ook wordt die toegevoegde energie omgezet in het uitzenden van een foton. Over de hele koperdraad gemiddeld genomen in alle richtingen evenveel, maar waar de grootste versnelling bestaat worden ook de meeste fotonen uitgestuurd. Maar de frequentie van dit foton is niet de frequentie van het materiaal maar wel de frequentie die in verband staat met de lengte van de antenne. En dat ga ik proberen uit te leggen.

16 Analogie met een lange rij wachtende mensen.

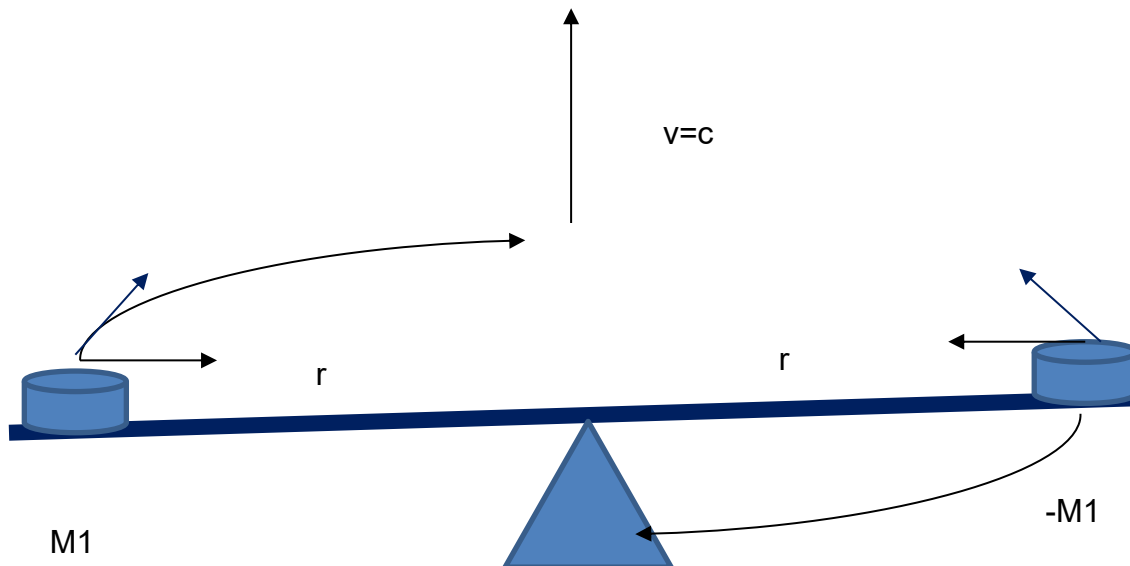


• figuur 6

Om dit aanschouwelijk te maken ga ik dat vergelijken met een rij wachtende mensen in een nauwe gang voor een gesloten (winkel deur) bij een uitverkoop, die in enkele minuten zijn deur komt opendoen. De mensen staan dicht op elkaar.

Maar degene die achteraan staat begint tegen deze rij te duwen. Wat gebeurt er dan, zijn voorganger krijgt een duw en deze valt voorover en duwt op zijn beurt tegen zijn voorganger en zo verder totdat de man aan de deur, die niet verder kan de druk van zijn voorganger krijgt. Als in tussentijd de man achteraan maar blijft duwen dan zal de spanning, de druk steeds hoger en hoger worden en stapelt zich op hoger en hoger hoe dichter men bij de eerste in de rij komt. Als dan de achterste in de rij beslist het is genoeg geweest en begint aan de trui van zijn voorganger te trekken en deze doet dat ook bij zijn voorganger dan zal de spanning van degene die het dichtst bij de deur staan ook verminderen zelfs zo dat deze zelfs dan duwen in de andere richting. De mensen in heel de rij beginnen dus heen en weer te bewegen.

17 Verklaring van massaloz elementen.



Voor 100 Mhz is $\lambda = 3$ m en $r = 0.447$ m

• figuur 7

Hier wens ik ook te beginnen met een analogie.

Iedereen kent vanuit zijn kinderjaren een wip waar men op het uiteinde van een plank kan gaan zitten en als aan de andere kant ook iemand plaatst neemt die evenveel weegt dan gij kan men de wip in evenwicht houden. Het speelt geen rol hoe zwaar je weegt je moet alleen even veel wegen en op dezelfde afstand blijven van het midden van de wip plank. Als deze wip plank daarenboven op zijn middelpunt kan ronddraaien dan kunnen we nadat we een starstoot hebben gekregen en alles goed gesmeerd en zonder wrijving alles verloopt blijven ronddraaien en in evenwicht blijven en moest daarenboven deze wip naar beneden vallen ergens vanuit de ruimte naar de aarde, maar loodrecht op de richting van de voortbeweging. dan zouden we, weer volkomen wrijvingloos en zonder weerstand blijven voortbewegen. Maar wanneer we, na vele kilometers, ergens tegenbotsen dan zullen we tot stilstand komen en de energie die afhankelijk is van de snelheid deze wip aan het ronddraaien is, afgeven waardoor bijvoorbeeld een karretje op die rails in beweging kan gebracht worden.

Dit is een analogie maar het laat uitschijnen dat er geen tegenspraak is dat er een duo van twee massa's die elkaar in evenwicht houden zich voordoen voor de buitenwereld, de toeschouwer, dat zolang het beweegt geen weet moet hebben van de massa. Maar de energie die het kan afgeven gelijk is aan de massa maal de snelheid waarmee die ronddraait.

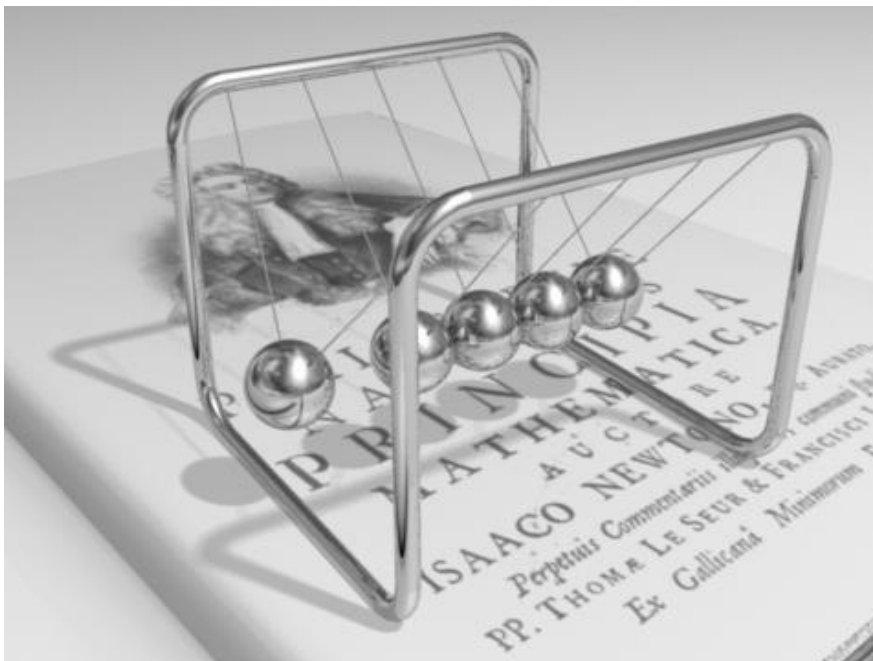
Hebben fotonen een massa? Wel, bijna alle moderne theorieën zijn het er overeen dat fotonen een massa hebben maar hoe groot deze is blijft een groot twistpunt, en wat erg vervelend is dat iedere foton een andere massa heeft afhankelijk van zijn snelheid hij ronddraait. En dat is vervelend omdat tot hiertoe ieder elementair element een enig gewicht heeft of anders gezegd zijn rustmassa is vast bepaald en hangt niet af van de kracht die hem doet ontstaan. Een tennisbal wordt niet zwaarder omdat ik topspin geef aan die tennisbal. Hij komt alleen sneller of trager aan maar zijn gewicht verandert niet.

18 Van menselijke rijen naar elastische bollen in een buis.

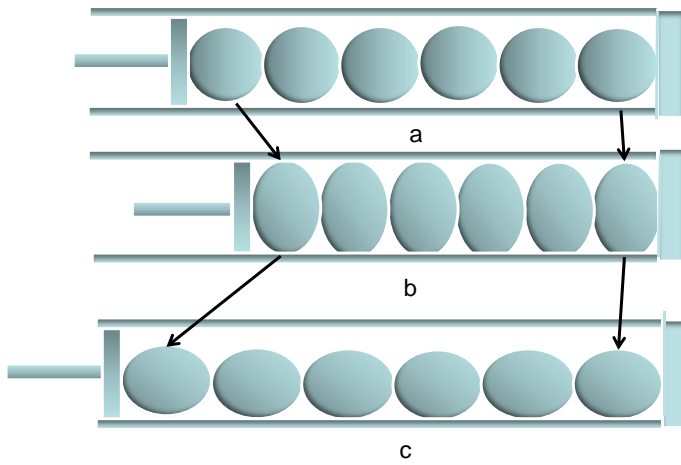
Veronderstel nu eens dat we onze antenne voorstellen als een gesloten buis waarin zich elastische bollen bevinden, die tegen elkaar geplakt zijn, en die door een zuiger heen en weer worden bewogen. Zij worden ingedrukt en daarna weer losgelaten en de zuiger beweegt zich dan in de andere richting zodat de bollen worden uitgetrokken, en dit gebeurt steeds maar heen en weer maar wel in een zeker ritme.

Als de zuiger ingedrukt wordt duurt het een tijdje vooraleer de laatste bol ook wordt samen gedrukt. De bollen die in het dichtst bij de zuiger liggen zullen de grootste afstand afleggen (stromen) en de laatste bollen zullen minder bewegen maar de druk (spanning) zal daar het hoogste worden. Maar dan begint de zuiger in de andere richting te bewegen en krijgt daarbij de kracht mee van de achterste bollen die terug drukken en zodoende de zuiger naar de andere kant beweegt, maar niet helemaal zover. Maar de motor aan de zuiger zorgt ervoor dat deze even ver naar de andere kant doet uitwijken.

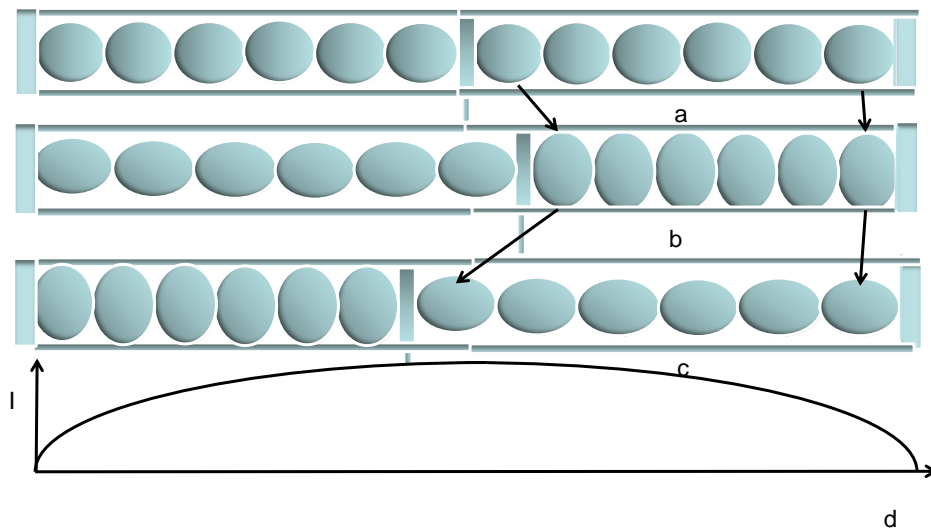
Er gaat dus steeds een gedeelte van de energie die de zuiger levert verloren en om de uitwijking steeds even groot te houden moet de zuiger bij iedere heen en weer beweging zoveel energie bijleveren als er verloren gaat.



• figuur 8



• figuur 9



• figuur 10

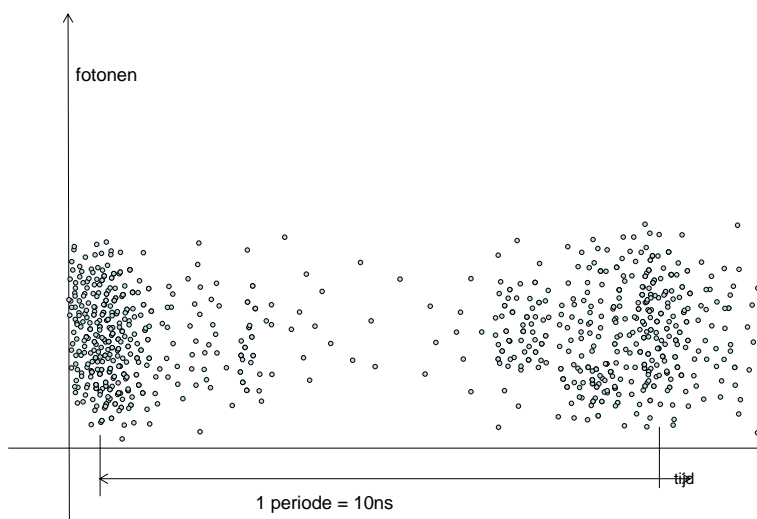
Maar wat gaat er verloren? Die bollen worden warm door het steeds vervormen van bolvorm naar eivorm ingedrukt tot eivorm maar dan horizontaal uitgetrokken. Deze energie verlies is warmte en deze warmte voelen wij als straling op een afstand. Nu weten we dat de warmte ontstaat door het hevig heen en weer bewegen van elektronen maar hoe komt het dat wij dat voelen op afstand? En hier komt het antwoord. Veronderstel dat iedere bol een elektron voorstelt dan gebeurt er iets zeer eigenaardig. Ieder elektron zal door een energiestoot deze energie opnemen en gebruiken om te gaan versnellen, maar als een beetje verder door vertraging wanneer dicht tegen het volgende elektron komt deze energie doorgeven, maar niet helemaal een gedeelte wordt uitgezonden als een foton, een

energie pakketje. En de totale som van de energie in de (foton) pakketjes moet gelijk zijn aan de energie (of het vermogen) die de zuiger (de wisselstroom maal spanning) moet leveren. Dus een tien watt zender (wat ongeveer het gemiddeld vermogen is van een GSM zender) is dus gelijk aan het totaal vermogen dat fotonen uitzenden. Nu heeft Max Planck, samen met Einstein kunnen bepalen hoe groot de energie van één foton is en deze is bepaald door een zeer eenvoudige formule namelijk $E = h \times f$. Hierin is h de constante van Planck en deze is 6.63×10^{-34} [J.s], wat een bijzonder klein getal is, en f is de frequentie (het aantal keren per seconde) waarmee de zuiger (de spanning en stroom) heen en weer gaat. Bijvoorbeeld voor radio Brussel is dat 100,000,000 keren per seconde. Dat is 100×10^6 /s en als we dat met elkaar vermenigvuldigen bekomen we een enorm klein getal uit namelijk 6.63×10^{-28} , 6,63 met 28 nullen ervoor (0,000 000 000 000 000 000 000 000 0663) Of een geweldig groot aantal fotonen worden er uitgezonden iedere seconde. Dit is de hoofdreden waarom, in de tijd van voor Einstein, waar niemand het bestaan van fotonen kende, men lang nadat Planck en Einstein met dit idee van het bestaan van fotonen naar voren brachten dat niemand, buiten enkele uitzonderingen er iets van wilde geloven, terwijl Maxwell met formules kwam die ook alles verklaarden wat op dat ogenblik op het gebied van elektrische verschijnselen te weten was. Wel is waar dat ook alleen enkele wiskundige knobbels er iets van begrepen, alhoewel fysisch Maxwell niets bewezen heeft. Denkt aan het verhaal tussen Newton formules en hoe iemand een bocht neemt met zijn fiets.

Deze constante van Planck zegt eigenlijk niets anders dat dit getal een aanduiding geeft hoe klein we gelijk welk element in twee kunnen snijden en steeds maar kleiner en kleiner tot dat het niet meer kan (de kleinste quantum). Alleen is het niet uitgedrukt in meters maar in J.s of N.m.s (en N.m /s =Vermogen) er worden dus een zillion aan fotonen uitgestuurd iedere seconde.

En toch doen deze fotonen ons niets, alleen in een antenne schijnen ze te ontstaan en kunnen ze ook opgevangen worden. Maar wat is deze frequentie, en hoe weten die elektronen dat zij fotonen moeten uitzenden op die bepaalde frequentie (100 Mhz voor radio Brussel).

Maar doen ze werkelijk niets?



figuur 11

19 Energie rijke en minder energie rijke fotonen.

Het is John Thomson die het elektron ontdekt heeft en hier kom ik terug op wat ik in het begin verteld heb over een TV-buis, Namelijk hoe is het mogelijk dat een lichtbundel (een gewone gloeidraad lamp) elektronen kan losmaken van een koper of ijzer plaatje.

Thomson ontdekte dat als hij een lichtstraal op een ijzeren plaatje liet schijnen en een eindje verder een spanning van vele volts (bv. 100V) er een stroom van elektronen van dat ijzer plaatje naar het plaatje dat op 100V verplaatste. Maar deed hij diezelfde proef maar met een Infrarood licht er niets gebeurde. Ook al gebruikte hij een infrarood lamp die een zeer groot vermogen had.

Het was Einstein die de ware uitleg hiervan kon verklaren. Om een elektron los te maken van de buitenste schil naar de ruimte daar rond heeft men de energie van één enkele foton nodig die groter is dan 7.7eV. Dit was ook het bewijs dat straling van licht bestaat uit het uitzenden van fotonen die een zekere energie kunnen overdragen. Deze energie is gelijk aan $E=h.f$. Nu heeft Ultra violet licht een dubbele grotere frequentie dan infra rood. En daarom kan ultra violet licht elektronen losmaken en infra rood licht niet.

Daarenboven wij weten dat ook dat ultra violet licht onze huid verbrandt dus schade berokkend en daardoor onze huid verbrand, maar infra rood alleen onze elektronen wat sneller dooreen schudt en daarom een warmte gevoel geeft.

Nu is het verschil tussen een lichtstraal en een radio of TV straal of wifi straal alleen dat deze fotonen een veel lagere frequentie hebben. Bv radio Brussel zendt uit op 100Mhz dat betekent met een golflengte van 3 m, ten opzichte van zichtbaar licht dat een golflengte heeft van 10^{13} Hertz dat is in de orde van 100.000.000 maal minder sterk, minder energie, dan een licht straal.

Meteen is hiermee gezegd dat de straling van radio golven (zelfs van onze GSM toestellen) 100.000.000 maal minder erg is dan in de zon te lopen.

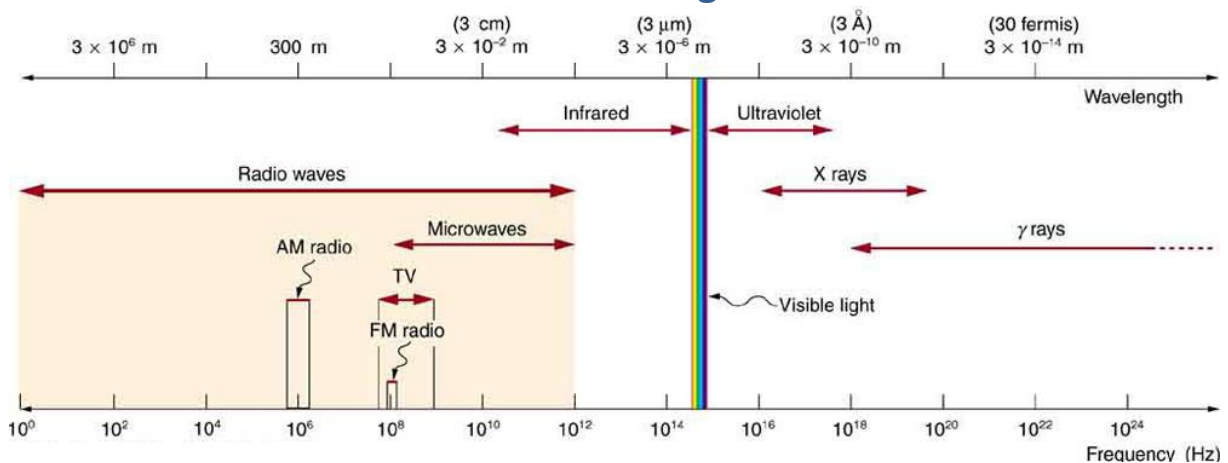
20 Fotonen uitgezonden in een versnelde beweging.

We hebben aangetoond dat de fotonen ontstaan door het snel heen en weer bewegen van de elektronen. Dit betekent steeds een versnelling en vertraging van de elektronen. Nu kan men bewijzen dat bij versnelde beweging de wet van Coulomb verandert en zodanig dat de vermindering van de kracht niet afneemt met het kwadraat van de afstand maar alleen met de afstand.

En dat maakt natuurlijk een geweldig verschil uit. Dat wil zeggen dat ik een kracht uitgezonden door een krachtige magneet die ik nog kan voelen op 10km afstand door deze magneet steeds maar om haar as om te draaien ik deze nog kan waarnemen op 100km afstand.

Dit is intuïtief aan te voelen als bijvoorbeeld ik in een grote plas één liter bijvoeg dan zal aan de rand van de plas een iets breder worden maar bijna niet te meten en zeker niet als ik later bij de plas kom en wil weten of er meer water is bijgevoegd of niet. Maar als ik regelmatig een liter bijvoeg en ook een liter uitschep dan zal continu aan het einde van de plas een verschil kunnen waargenomen worden. En als dat daarenboven op regelmatige wijze gebeurt zal ik zelf het verschil tussen de rimpeling veroorzaakt door de wind (geruis) en door het ingieten en uitscheppen van het water nog kunnen onderscheiden. (selectief meten).

21 Verschil tussen licht en radio straling



Wie nog iets heeft onthouden van de lessen natuurkunde zal hoogstwaarschijnlijk geleerd hebben dat zowel licht stralen als radiostralen hetzelfde zijn alleen de frequentie is verschillend. Maar dat is maar de helft van de waarheid. En wie maar de helft vertelt, vertelt een hele leugen. Wel degelijk in het licht spectrum hebben de golflengten een waarde tussen 4000 en 7000×10^{-10} meter terwijl een radiosignaal een lengte heeft tussen grosso-modo 6 m en 0.06 m. dat maakt een verschil van gemiddeld 10^{10} , ofwel een radio signaal is 10miljard maal groter dan een lichtstraal van de zon.

Daarenboven straalt de zon steeds een hele hoop verschillende stralen uit allen met een verschillende frequentie. Een radio of TV signaal straalt (praktisch) één enkele frequentie uit. Bv. Radio Brussel straalt een frequentie uit van 100 Mhz.

En als dat nog niet genoeg is, in een lichtsignaal zijn de verschillende frequenties niet in fase, dat wil zeggen niet allemaal in een gezamenlijk ritme, zoals een colonne soldaten die mooi in de pas marcheren ten opzichte van een mars in een betoging. Een Laser licht is in feite meer te vergelijken met een radio signaal. Dit is ook één enkele kleur (frequentie), coherent (dit betekent alle fotonen gelijk in de maat) maar een frequentie die 10 miljard keren kleiner is.

Men kan moeilijk een olifant met een mug vergelijken en dat heeft men ons op school niet geleerd.

22 Kan een zender of ontvanger de afstand bepalen?

Een ontvanger noch een zender kan, uitsluitend met het uitzenden van fotonen, niet bepalen hoe ver de zender en de ontvanger van elkaar verwijderd zijn. Wel kan men op een afstand van een zender een reflector plaatsen die de fotonen absorberen en terug uitzenden. Maar dat is juist het principe van een RADAR, of zoals je verkiest, dat is precies wat die borden langs de weg weergeven, en die berekenen hoe snel je met je auto (of zelfs met je fiets) rijdt. De ontvanger kan alleen maar mededelen dat de zender die hij ontvangt nog voldoende energie afgeeft om hem nog te ontvangen. Veronderstel dat je een radio ontvanger hebt die nog een zender kan ontvangen als het inkomend signaal aan de voet van de antenne nog een spanning kan opwekken van bv. 5μ V. Maar deze 5μ V kan evengoed komen van een zender die veel vermogen heeft maar zeer ver verwijderd staat, dan wel van een plaatselijke zender maar die maar weinig vermogen uitzendt.

Dit is analoog met een foto waar twee even grote figuren opstaan maar de ene staat dichtbij de fotocamera en de andere verder vandaan. Dan ziet men op de foto dat de ene persoon

kleiner is dan de andere en dat geeft je de illusie, een diepte beeld, dat die persoon verder verwijderd staat. Moest die tweede persoon een dwerg zijn dan zou hij zelfs vlakbij de eerste persoon kleiner zijn.

Dit is hetzelfde met magneten. Als de ene magneet veel groter is (sterker) dan de andere dan zal deze de andere kunnen aantrekken vanaf een grotere afstand met dezelfde kracht (Energie) als een kleine magneet die dichterbij staat. Maar waar deze grotere of kleinere magneet staat kan nog de ene nog de andere magneet bepalen.

23 Pauze.

24 Foton opgenomen in een ontvangstantenne

Nu we zover zijn dat een zillion of fotonen in de lucht uitgezonden worden en in alle richtingen zich voortbewegen, maar daardoor het aantal fotonen afneemt naargelang we verder van de zendmast verwijderd zijn komen we tot het moment dat deze fotonen in de nabijheid van een antenne komen. Vermits de fotonen een spin hebben en ronddraaien met een bepaalde frequentie zullen deze achtereenvolgens met een verschillende fase aan de antenne aankomen. Deze fotonen “botsen” ,ketsen min of meer af tegen de vrije elektronen in de antenne. Is de fase naar beneden gericht dan zal dit elektron zich een beetje in die richting beginnen te bewegen. Is de fase naar boven gericht dan zal dit elektron zich naar boven bewegen. Is de fase schuin gericht ten opzichte van de antenne dan zal slechts een gedeelte van de energie in een opwaartse of neergaande beweging omzetten de rest beweegt de elektronen in horizontale richting in de koperdraad maar draagt niets bij tot de beweging van de elektronen. Gebeurt dat nu in een ritme dat overeenkomt met de mogelijke heen en weer beweging van de elektronen dan komen deze, zoals bij een schommel, in resonantie en beginnen de elektronen meer en verder uit elkaar te bewegen. Deze beweging van elektronen veroorzaakt een spanning in het midden van de dipool antenne. Deze wordt dan verder zeer sterk versterkt in een hoogfrequent versterker. En zo wordt dus één bepaalde draaggolf ontvangen.

Eigenlijk ontvangt het een band van draaggolven, maar om uit deze band van draaggolven één bepaalde uit te kiezen is een totaal bijkomend verhaal, waarover ik nog met meer detail zou kunnen uitweiden, maar dit is buiten het bereik van deze voordracht.

Ook moet om muziek of beeld te kunnen horen of zien, moet de draaggolf wat men noemt gemoduleerd worden (AM of FM of DAB) ook dat is een spreekbeurt op zichzelf.

Noteer als ik de antenne in de richting van de zender zou houden ik veel minder fotonen zou ontvangen, en dit verklaart ook waarom de ontvanger fotonen capteert en niet zozeer elektrische of magnetische golven wat volgens mij maar geleerde woorden zijn voor wat wiskundige cijfers.

25 De schade veroorzaakt door straling.

Om na te gaan of straling, of beter gezegd welke straling, gevaarlijk is voor onze gezondheid moeten we twee afzonderlijke aspecten van straling onder de loep nemen, namelijk wat is de

energie van ieder foton afzonderlijk, en als we dit met zillion vermenigvuldigen wat dan de nadelige invloeden zijn.

Anderzijds is er nog een ander verschijnsel dat nog niet expliciet naar voor gebracht is, namelijk dat een gezamenlijk in fase bewegen van op één en dezelfde frequentie een oscillatie, een schommeling kan veroorzaken en deze schommeling kan zo groot worden dat hetgeen dat schommelt kan stuk gebracht worden.

Laten we het eerste eens nader bekijken.

We hebben uitgelegd dat Thomson licht liet schijnen op een geleidende plaat (zilver of goud) en hij tot de vaststelling kwam dat Ultra violet licht elektronen kon losmaken die dan konden bewegen naar een plaat (anode) die op een hogere positieve spanning staat.

Deed hij dezelfde proef maar dan met Infrarood licht, dan gebeurde er niets.

Het was Einstein, samen met Planck die de verklaring gaven van dit eigenaardig verschijnsel. De energie van ieder foton afzonderlijk moest groter zijn dan een bepaalde minimum energie (uitgedrukt in eV). Voor Al=5.98 eV, Cu=7.7 eV, Ag = 7.75 eV en Fe = 7.9 eV, om de voornaamste geleidende materialen te noemen. Maar ook voor andere elementen heeft men een bepaalde minimum energie nodig. Voor C is dit vele malen groter.

Dit is te vergelijken met een hagelbui die neerkomt op het glas van een serre. Zolang de hagelbollen niet een bepaalde grootte hebben zullen zij het glas niet kunnen beschadigen ook al vallen er duizenden hagelbollen tegelijkertijd naar beneden. Maar moest er maar één hagelbol tussen zitten die laten we zeggen een samenklontering is van 100 hagelbollen dan kan deze ene hagelbol de oorzaak zijn dat het glas van de serre barst.

Wij weten allemaal dat te lang rondlopen in de zon de ultra violet stralen onze huid verbranden. Dit wil zeggen stuk maken en daarom we bruine plekken vertonen. Maar met infrarood (onder een warmte lamp) we alleen warmte ontwikkelen maar geen blijvende beschadiging. Nu is de energie van een Ultra violet foton ongeveer 10 eV en infrarode ongeveer 1 eV. Daar tegenover staat dat de energie van radio signalen in de orde van 1×10^{-6} eV ligt of ongeveer 1.000.000 keren minder dan de energie van infrarood stralen.

Er zijn mensen die beweren dat mensen die onder hoogspanning draden wonen kanker krijgen door de stralen van de leidingen boven hun hoofd. Nu is de frequentie van die leidingen 50 Herz dat is nogmaals 2.000.000 minder dan de straling van radio Brussel. Met deze getallen in ons achterhoofd durf ik beweren dat de straling van hoogspanning leidingen of radio golven niet de minste schadelijke gevolgen kan hebben op ons lichaam.

Zijn dan de statistieken niet juist? Jawel, die betwijfel ik niet. Maar als je een test doet dat moet men ook alle storende invloeden kunnen onderdrukken anders is de uitslag van generlei waarde. Veronderstel dat mensen die onder hoogspanning draden wonen gemiddeld armere mensen zijn, en de huizen onder deze leidingen goedkoper zijn. En deze mensen eten meer hamburgers en mayonaise dan gezonde groenten en dat dat nu de oorzaak is van meer kanker gevallen.

Maar er is ook nog iets anders. Namelijk oscillaties, of regelmatige schommelingen. Wij weten allemaal dat om een schommel hoog in de lucht te laten schommelen we niet veel kracht nodig hebben of energie moeten verbruiken om de schommel steeds hoger te laten gaan. We moeten alleen op het juiste moment een nieuwe kleine duw geven. Gesynchroniseerd wordt dat met een geleerd woord genoemd, en dat is een heel ander verhaal.

Laat mij het verhaal vertellen, vanuit een pseudo wetenschappelijk boek, dus geen wetenschappelijk boek, waarin beschreven wordt hoe de Amerikaanse ambassade door de Russen zonder dat de Amerikaanse ambtenaren er weet van hadden de ambassade bestraald

hebben met x-stralen op een niveau dat hoger lag dan de Russische (en ook Europese) norm maar lager dan de Amerikaanse norm.

En schijnbaar zijn verscheiden ambtenaren (niet allemaal) na hun terugkeer in Amerika aan een zeldzame bloedkanker gestorven, weliswaar jaren later. Is hier een verband gelegd tussen straling en kanker? Ook hier moeten we nagaan of we alle andere invloeden hebben uitgeschakeld. Het zou kunnen (een hypothese) dat deze ambtenaren meer (minder kwaliteit) wodka hebben gedronken en dat dat de oorzaak is!

Maar laten we het ruimer houden. Wij weten wel door degelijke proeven en wiskundig rekenwerk dat men een kristal glas kan breken door een bepaalde toon (gelijk aan de eigen toon van het glas) uit te zenden.

Ook weten we als we een paaltje stevig in de grond willen losmaken dat we door geduldig uren heen en weer te schudden het paaltje los begint te komen.

Deze proeven op personen toepassen gedurende jaren aan een stuk en alle andere storende invloeden uit te sluiten zijn bij mijn weten nog nooit niet uitgevoerd. Maar dat wil niet zeggen dat er een mogelijke waarheid in schuil gaat.

Dus besluit, resonantie zou wel eens een oorzaak kunnen zijn van bepaalde lichamelijke aandoeningen, maar waarvan het bewijs nog nooit op een fatsoenlijke manier is bewezen.

26 Waarover ik nog niets verteld heb.

Deze spreekbeurt gaat over wat radio (of algemeen) straling is. Maar ik heb nog niets verteld over modulatie technieken, zoals AM, FM, FSK, GMSK, QAM, DAB en diens meer.

Ook heb ik nog niets verteld hoe een radio ontvanger maar alleen die ene zender ontvangt waar ik op afgestemd heb, terwijl ik zoveel stations met dezelfde antenne kan ontvangen.

Ook niets verteld hoe men ruis kan onderdrukken, verschil tussen analogen en digitale zenders ontvangers, en hoe het mogelijk is met schotel antennes om nog zeer ver verwijderde zenders (van op Mars) nog kan ontvangen.

27 Nawoord.

Ik had misschien dezelfde spreekbeurt kunnen geven met in plaats van mij te laten leiden door de wetten van Einstein, Thomson, Planck, en diens meer die de fotonen beschouwen als partikels, maar wel door de wetten van Maxwell, De Broglie, Schrödinger enz..die zich baseren op de golf theorie in drie dimensies. Maar dan had ik ook van jullie verwacht dat je goed op de hoogte zou zijn van het rekenen met vectoren en de berekenen van de “differgent” en de “curl” en het rekenen met imaginaire getallen enz. Ik beweer niet dat deze manier geen resultaat oplevert maar zij is een zuivere wiskundige benadering. En zoals het verhaal van de fietser die een bocht moet nemen geloof ik dat de aanpak met het voorstellen van fotonen mij dichterbij de natuur brengt.

Maar zeker weten ken ik niet. Twijfelend zoeken is mijn lot.

Ik dank jullie om zolang naar mij te luisteren. Maar nu is het aan jullie...

28 Zijn er nog vragen?

29 Enkele gegevens

$$E = m \cdot c^2$$

$$E = h \cdot c / \lambda$$

$$h = 6.629 \cdot 10^{-34} \text{ [J.s]}$$

$$1 \text{ [e.V]} = 1.6010 \cdot 10^{-19} \text{ [J]}$$

$$h = 4.1410 \cdot 10^{-15} \text{ [e.V.s]}$$

$$h \cdot c = 1240 \text{ [e.V.nm]}$$

$$UV = 100 \text{ [nm]}$$

$$IR = 1000 \text{ [nm]}$$

$$E_{UV} = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{1240 \text{ [J.nm]}}{100 \text{ [nm]}} = 12.4 \text{ [e.V]}$$

$$E_{IR} = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{1240 \text{ [J.nm]}}{1000 \text{ [nm]}} = 1.24 \text{ [e.V]}$$

$$E_{AM} = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{1240 \text{ [J.nm]}}{196 \text{ [m]}} = 6.341 \cdot 10^{-9} \text{ [e.V]}$$

$$E_{elektron} = 25 \cdot 10^3 \text{ [e.V]}$$

$$Al = 5.98 \text{ [e.V]}$$

$$Cu = 7.7 \text{ [e.V]}$$

$$Ag = 7.75 \text{ [e.V]}$$

$$Fe = 7.9 \text{ [e.V]}$$

$$E_{absorbsie} = 1 \text{ [e.V]}$$

Als $E = h \cdot c / \lambda$ en $E = m \cdot c^2$ dan is $m = \frac{h}{\lambda \cdot c} \text{ [kg]}$

$$m_{FM} = 6.62617 \cdot 10^{-42} \text{ [kg]}$$

$$m_{UV} = 6.62617 \cdot 10^{-39} \text{ [kg]}$$

Jan Spaenjers