



Licht en X-stralen

<https://hdl.handle.net/1874/233757>

mm 10218

MAATSCHAPPIJ DILIGENTIA

*Natuurkundige voordrachten,
beschreven door P. A. Haaxman Jr.
1898/99.*

195. A. 9 ⁴/₂

Dr. C. H. WIND

Lector a/d. Universiteit te Groningen.

Licht en X-stralen.



UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK UTRECHT



3519 1463

Licht en X-stralen.

De mededeelingen, die Dr. Wind den 10^{en} Februari ll. aan een talrijk publiek in *Diligentia* deed over de jongste onderzoekingen in het natuurkundig laboratorium van de Hoogeschool te Groningen, waren wel een schitterend bewijs dat de beoefenaars der wetenschap een taai geduld hebben, zich door teleurstellingen hoe groot ook niet uit het veld laten slaan, maar integendeel met des te grooter volharding, zoo noodig, weer van voren af aan beginnen.

Een paar maanden geleden, toen Dr. Wind zijn onderwerp opgaf, had hij zich geveleid zijn Haagsch auditorium den primeur te kunnen geven van een wetenschappelijk nieuwtje ter wereld gekomen in 't physisch laboratorium der Groningsche Universiteit, namelijk niet veel minder dan de oplossing van de vraag, wat Röntgen- of X-stralen eigenlijk voor stralen zijn. Dit is toch de vraag welke sedert een paar jaar een deel van de werkkrachten van genoemd laboratorium in beslag heeft genomen. Spreker gaf ons een levendig beeld van de moeilijkheden die dit vraagstuk voor den onderzoeker oplevert, hoe men telkens de waarheid meende te vatten, maar ze ook dra weer ontglipte en hoe hier een merkwaardige illustratie werd geleverd van het beweren, dat de natuur er op uit schijnt te zijn, den onderzoeker zoo veel mogelijk om den tuin te leiden.

Was spreker dus teleurgesteld geweest, dat hij heden-avond het laatste woord in dit onderzoek niet had mogen spreken, zijn gehoor zal er hem dankbaar voor geweest zijn, dat hij nochtans bij zijn keuze van dit onderwerp gebleven was, want er volgde nu een verrassend kijkje in de wording van de oplossing van een probleem: wel geen eclatante nieuwigheden, geen stukje natuur in haar zondagsgewaad, maar een stukje natuur in werkgewaad.

Aan dat intieme kijkje in een werkplaats van het natuurkundig onderzoek liet spreker vooraf gaan een heldere schets van een interessant hoofdstuk der natuurkunde.

Toen nu ruim drie jaar geleden professor Röntgen te Würzburg de merkwaardige stralen ontdekte, die het vermogen hebben door ondoorschijnende lichamen heen te gaan, sommige stoffen te doen fluoresceeren en ook de photographische plaat aan te tasten, was dadelijk de eerste vraag: van welken aard zijn die stralen? Men was het spoedig hierover eens, dat zij van geheel andere natuur zijn dan de licht-, de electrische- en de warmtestralen. Maar wat waren het dan?

Prof. Röntgen heeft die vraag trachten te beantwoorden, maar is geëindigd met daarover geen besliste meening uit te spreken. De meest waarschijnlijke mogelijkheid achtte hij deze, dat de X-stralen waren trillingen of golvingen van den aether, evenzeer als het gewone licht, maar dat die trillingen hier dan niet zooals bij de lichtstralen loodrecht op het vlak, waarin zij zich voortplanten, dus niet transversaal plaats vinden, maar evenwijdig aan die richting, d.i. longitudinaal. Dit punt van verschil in wezen zou, volgens hem, voldoende zijn om het groote onderscheid in eigenschappen te verklaren.

Vele geleerden echter hebben zich ernstig bezwaard gevoeld om die hypothese te aanvaarden, of liever gezegd zij zouden het zeer betreurd hebben, wanneer dit de eenige houdbare hypothese mocht blijken te zijn. En wel om deze reden. Transversale aethertrillingen zijn er bekend van allerlei soort.

Als men van een Leidsche flesch een vonk laat overspringen, worden er naar alle zijden electriche trillingen uitgezonden, die steeds echter plaats vinden loodrecht op de richting, waarin zij zich voortplanten. Neemt men, in plaats van een Leidsche flesch, twee kleine bollen, tusschen welke een vonk overspringt, dan zal die vonk weer een bron zijn van zich naar alle zijden voortplantende transversale aethertrillingen, alleen van een veel sneller tempo dan die van de flesch. Ook onderstelt men dat de moleculen van een lichaam transversale trillingen uitzenden, die, wanneer zij door toeneming van de temperatuur sneller worden, ten slotte het netvlies van ons oog aandoen. Die snellere trillingen planten zich dan voort als *lichtstralen*, waaronder de roode met hun betrekkelijk langzame trillingen, de gele met snellere, eindelijk de violette stralen met nog snellere trillingen. Dan zijn er nog de nog snellere trillingen van deze zelfde soort, die het netverlies niet meer aandoen, maar wel de photographische plaat en die de zg. ultraviolette stralen vormen.

Welnu, al die *transversale* trillingen kent men nauwkeurig, maar *longitudinale* electriche trillingen heeft men nog nooit waargenomen, ja de tegenwoordige electriche theorie is zoo gebouwd, dat zij eigenlijk geen longitudinale trillingen toelaat. Als ze er waren, zou de electriche theorie een goed deel van haren tegenwoordigen betrekkelijken eenvoud moeten inboeten.

Dit was de reden, waarom vele geleerden zich bezwaard gevoelden bij de gedachte, dat de X-stralen zouden zijn longitudinale trillingen. Velen verklaarden zich dan ook spoedig voor een andere hypothese, nl. dat de nieuwe stralen zouden bestaan in zich zeer snel voortbewegende stofdeeltjes, zoo ontzettend fijn dat ze zich met weinig moeite een weg konden banen tusschen de moleculen van gewone lichamen door. Men herkent hier dadelijk de gedachte, die langer dan een eeuw aan de theorie van het licht heeft te gronde

gelegen. Men weet dat aan deze zg. *emissietheorie*, van Newton afkomstig, door de proeven van Young en Fresnel in 't begin van deze eeuw de genadeslag is toegebracht en dat eerst toen de even oude *undulatietheorie* van onzen grooten Huygens tot haar recht kon komen. Hier duikt het gronddenkbeeld der emissietheorie nu onmiddellijk weer op, waar het geldt, zich omtrent het wezen van een nieuw ontdekte soort van straling een voorstelling te vormen. Trouwens het is een feit dat er verschijnselen zijn op electrisch gebied, die zich inderdaad niet gemakkelijker laten verklaren dan door het aannemen van zeer snel bewegende stofdeeltjes. Met het oog op de verklaring der X-stralen nu had de emissie-theorie ongetwijfeld dit voor, dat ze niet streed tegen de fundamenteen van de electriciteitsleer.

Van den aanvang was er ook een derde hypothese, namelijk dat de X-stralen eenvoudig zouden behooren tot de bekende reeks van electrische trillingen. Te beginnen met die van de vonk der leidsche flesch, vervolgens die uitgezonden door de electrische trillingsbronnen of vibrators van Hertz, die van de kleinere vibratoren van zijne volgelingen (Righi in 't bijzonder), verder de warmte-, licht- en ultra-violette trillingen, verschillen zij alle in tempo of wel in golflengte (d. i. de weg dien de straal aflegt gedurende den tijd dat een enkele trilling duurt); deze toch wordt kleiner naarmate men verder in deze rij van trillingen voortschrijdt. Zoo kan de golflengte der trillingen van de vonk eener leidsche flesch 30 kilometer bedragen; Hertz wist trillingen teweeg te brengen met golflengten tusschen 3 M. en 30 cM., en tegenwoordig kent men langs electrischen weg teweeggebrachte trillingen tot zelfs van een golflengte van eenige mM. Maar tusschen deze electrische trillingen en de warmte-trillingen van 0,050 mM. golflengte bestaat een hiaat, dat tot dusverre nog niet is aangevuld — wat trouwens niet aan iets anders dan aan de onvolmaaktheid onzer toestellen en waarnemingen behoeft

te worden toegeschreven. De na dit hiaat volgende reeks van warmte-, licht- en ultra-violetten trillingen is geheel doorlopend en reikt, voor zoover men haar kent, van ruim $\frac{1}{20}$ tot ruim $\frac{1}{10000}$ mM.

In deze reeks vallen tusschen ongeveer $\frac{1}{1250}$ en $\frac{1}{2500}$ mM. de golflengten der op ons netvlies werkende stralen.

Is daarmee nu gezegd, dat de reeks der electriche trillingen daar haar einde heeft bereikt? Liggen misschien niet de X-stralen nog in dezelfde rij, doch verderop? 't Is waar, eenigszins onwaarschijnlijk moest dat wel schijnen, daar de wijze waarop de X-stralen zich gedragen, zoo veel verschilt van de bekende stralen. Immers deze worden gebroken aan de grens van twee middenstoffen en laten zich terugkaatsen, maar de X-stralen laten zich dat niet doen noch door prismaas, noch door lenzen, terwijl zij buitendien de eigenaardigheid hebben om door metalen en andere voorwerpen heen te dringen. Dit is dan ook de reden waarom die hypothese in den aanvang zoo weinig sympathie ontmoette. Evenwel kwam er spoedig weer weifeling, toen men overwoog hoezeer ook de bekende stralen uiteenloopen ten aanzien van de mate van breking en terugkaatsing. Gaan de roode stralen veel minder van hun weg af dan de blauwe, bij de ultraviolette is die breking nog veel sterker. En de theoriën omtrent de verschillende breekbaarheid enz. nagaande, zag men zelfs in dat zeer waarschijnlijk stralen van zeer geringe golflengte juist een zeer geringe mate van breekbaarheid en een groot doordringingsvermogen zouden bezitten. Het was dus nog niet zoo geheel onwaarschijnlijk, dat de X-stralen tot de rij bekende stralen behooren, als men maar wilde aannemen dat zij een heel eind verder in de rij liggen. De hypothese van gelijksoortigheid met de lichtstralen had dus voorloopig recht van bestaan en vond dan ook een plaats naast die van de stofdeeltjes.

Spreeker schetste nu de richting van het verder onderzoek,

waarbij men op de X-stralen trachtte toe toe te passen het criterium waardoor zich ondubbelzinnig stralen van zich voortbewegende stofdeeltjes laten onderscheiden van stralen, die bestaan in zich voortplantende periodieke toestandsveranderingen. De eerstbedoelde stralen zullen, als zij op een bepaald punt vallen, elkaar altijd versterken; de tweede daarentegen kunnen elkaar òf opheffen òf versterken. Men heeft dus getracht te onderzoeken, of X-stralen al dan niet deze laatste eigenaardigheid, m. a. w. of zij *interferentie*-vermogen bezitten. Maar bij dat onderzoek kon men hier, bij de X-stralen, geen gebruik maken van prismaas of lenzen, die toch op die stralen geen vat hebben. Hier moet men zijn toevlucht nemen tot de zg. buigingsproeven. Wat heeft men te verstaan onder buiging van het licht? Wanneer stralen, van een lichtend punt uitgaande, door een opening in een scherm vallen, zou men mogelijk verwachten, dat er aan gene zijde van het scherm slechts verlichting zal plaats vinden in een ruimte, welke valt binnen den kegel, die het lichtgevende punt tot top heeft en door de opening wordt uitgesneden; in werkelijkheid zal echter het licht zich eenigermate om de randen der opening henen buigen, zoodat er ook nog verlichting buiten de genoemde ruimte plaats vindt.

Het bestaan van zulk een buiging bij de lichtstralen toonde Spr. aan door een van Cornu afkomstige eenvoudige doch zeer interessante proef, waarbij op het projectiescherm een fraai beeld verscheen van een vogelveer, dat slechts aan gebogen stralen kon worden toegeschreven, daar al de recht doorgaande stralen door diaphragmaas werden teruggehouden. Deze proef kon echter voor de X-stralen niet dienen, daar er weer van lenzen werd gebruik gemaakt. Hier moet men buigingsproeven doen, waarbij geen lenzen noodig zijn.

Als zoodanig kunnen echter uitstekend dienen de gewone

buigingsproeven, die in elken eenigszins volledige cursus over Natuurkunde worden behandeld.

Men kan deze proeven niet gemakkelijker begrijpen dan door toepassing van het zoogenaamde beginsel van Huygens, den vader der undulatie-theorie.

Dit beginsel werd door spr. uiteengezet en uitvoerig toegelicht door teekeningen en lichtbeelden. Op het projectiescherm werd een in elementaire zones verdeeld golfvlak voorgesteld en door het voorschuiwen van donkere schermen gedemonstreerd, hoe de totale uitwerking van het werkzaam gelaten deel van het golfvlak verandert, naarmate men een wijdere of een nauwere spleet gebruikt en naarmate men het punt, welks verlichting men in het oog vat, van plaats laat veranderen.

Tot illustratie van de langs dezen weg afgeleide resultaten werden gefotografeerde buigingsbeelden, verkregen door gebruik te maken van wijdere en nauwere spleten als buigende opening, op het scherm geprojecteerd.

Daarna keerde spr. terug tot de X-stralen, en wel tot de vraag of bij deze nu ook soortgelijke buigingsverschijnselen zouden zijn waar te nemen.

Velen hebben er naar gezocht, maar aan niemand mocht het gelukken, totdat de Duitscher Fomm beweerde dat hij buigingsbeelden van X-stralen verkregen had, waardoor dus bij nauwkeurige meting de golflengte der stralen zich zou laten berekenen. Fomm mat de beelden, berekende daarna de golflengte en vond deze ongeveer 40-maal kleiner dan die van het gewone licht. Over 't algemeen vond dit resultaat echter niet veel vertrouwen, vooral, omdat het in tegenpraak was met de door andere onderzoekers gepubliceerde resultaten. Onder die omstandigheden nu besloot men te Groningen de proeven van Fomm te herhalen; 't gelukte al zeer spoedig een figuur te verkrijgen, die met die van Fomm overeenkwam, doch nu bleek het al spoedig aan

de Groningsche waarnemers, dat de strepen in de figuren van F o m m onmogelijk gewone buigingsstrepen konden zijn, daar zij niet aan de daarvoor geldenden wetten gehoorzaamden.

Zijn beweren, dat de X-stralen golvingen zijn van die of die grootte had dus geen waarde. In plaats van één, stond men nu voor twee vraagstukken, want men moest nu ook oplossen van welken aard die lijnen van F o m m dan wèl waren. Te Groningen begon men met het laatste, in de hoop dan misschien in de oplossing daarvan tevens een uitgangspunt te vinden ter beantwoording van de andere, de groote vraag. Werkelijk meende men al spoedig de oorzaak van de donkere lijnen, die F o m m in zijne spleetbeelden had waargenomen en voor gewone zoogenaamde buigingsstrepen had aangezien, te kunnen aangeven. Terwijl bij de theorie der buigingsverschijnselen meestal stilzwijgend wordt vooropgesteld, dat als lichtbron een fijn lichtgevend punt of wel een verlichte zeer fijne spleet wordt gebruikt, kwam men op de gedachte, dat de spleetopening die voor de proeven van F o m m had gediend om den bundel van X-stralen af te grenzen, welken men op de buigingspleet liet vallen, hoe nauw zij ook was genomen, toch niet als een voor de onveranderde toepassing der theorie voldoende fijne spleet mocht worden aangemerkt en dat men wel degelijk met de breedte dier spleet had rekening te houden. Hoe men daarmee rekening kon houden, was gemakkelijk aan te geven. Deze gedachte scheen nu werkelijk een bevredigende verklaring te bieden van de F o m m'sche beelden niet alleen, zij leidde ook tot verschillende voorspellingen, die gemakkelijk op de proef konden worden gesteld. Vooreerst deed zij verwachten dat volkomen soortgelijke verschijnselen als de F o m m'sche, zich ook bij gewoon licht onder de overeenkomstige omstandigheden zouden voordoen. Dan leerden zij al spoedig, wat er voor buigingsbeelden moeten ontstaan, wanneer men, hetzij met licht, hetzij met X-stralen werkende,

de buigende spleet verving door een schaduwgevende naald b.v. Toen nu de proeven die voorspellingen op de meest duidelijke wijze bevestigden, was het geen wonder dat men groot vertrouwen in de nieuw gevonden verklaring stelde en — ondanks enkele kleine moeilijkheden, die nog bleven bestaan — de overtuiging kreeg, dat de gelijksoortigheid in gedrag, bij die proeven aan den dag komende tusschen licht- en X-stralen, haar grond moest hebben in een gelijksoortigheid naar het *wezen* zelve van beiderlei stralen. Ook deed de gevonden verklaring der Fomm'sche strepen de hoop herleven dat men met behulp daarvan de golflengte der X-stralen zou kunnen vinden, al moest men dan ook de berekening iets anders inrichten dan Fomm had gedaan; en zoo werd vol moed weer een lange reeks van proeven ondernomen en begonnen met een zorgvuldige uitmeting van de daarbij verkregen beelden. De spleten bleken echter steeds nauwer, de afstanden tusschen de spleten en de gevoelige plaat, waarop het buigingsbeeld werd opgenomen, steeds grooter te moeten worden genomen; de grootste zaal van het laboratorium bleek ten slotte te klein, de corridors moesten er bij worden getrokken: het gansche gebouw werd vervuld van X-stralen. Tevens maakten de fijne spleten en de groote afstanden steeds grooter en grooter expositietijd noodzakelijk, zoodat deze ten slotte klom tot 80 uren.

Doch, zonderling — elke nieuwe uitmeting gaf steeds weer als resultaat, dat de omstandigheden, waaronder de proef was gedaan, nog meer moesten worden verscherpt, wilde men er werkelijk een golflengte uit kunnen berekenen — doch de golflengte zelve kwam er niet uit Toen kwam de ontgoocheling. Langzaam, als een grauw spook kwam het over ons, zeide spreker, of die strepen, waarop we zoo lang getuurd hadden, misschien het gevolg waren van een optische illusie.

Weer proeven, om dit vermoeden te controleeren; en de

verklaring van die proeven was niet het minst belangwekkende deel van spreker's rede. Met draaiende zwarte schijven en daarop uitgesneden witte sectoren toonde hij aan, hoe op de grens tusschen het licht en een overgang naar een donkerder gebied zich een streep kan vertoonen, zichtbaar voor het oog, maar werkelijk niet bestaande. Het vermoeden werd maar al te zeer bevestigd.

Men had dus metingen gedaan van iets dat niet bestond en een half jaar naar een gezichtsbedrog zitten kijken, zonder het vraagstuk zelf een stap verder te brengen. Toch wel. Uit al de genomen proeven bleek ten minste, dat als de X-stralen een golflengte hebben, deze niet 40maal kleiner, maar meer dan 1000 maal kleiner dan die der gewone lichtstralen moet zijn.

Maar daarbij heeft men het te Groningen niet gelaten. Men is op 't oogenblik aan 't bestudeeren van de buigingsverschijnselen in het nauwe gedeelte van een spits toeloopende zeer fijne spleet. Het buigingsbeeld wordt daar wijder en breidt zich penseelvormig uit. De hoop wordt nu gekoesterd dat, als de X-stralen golvingen zijn en men die puntige spleet maar fijn genoeg neemt, de verbreeding van het beeld wel verkregen zal worden.

Proeven worden nu genomen met spleten, die in 't nauwste gedeelte $\frac{2}{1000}$ mM. bedragen en met expositietijden tot zelfs van 200 uren. En de verbreedingen zijn daarmee werkelijk verkregen maar . . . zijn er ook hier misschien weer andere omstandigheden in 't spel, die het noodig zouden kunnen maken al te ras getrokken conclusies later weer te corrigeeren?

Als die verbreedingen intusschen werkelijkheid mochten blijken, dan kan men zeker zijn, dat X-stralen bestaan in trillingen en dat haar golflengte ligt in de buurt van 1 à 2 tienmillioenste van een millimeter.

't Heeft wel iets van een roman — zeide spreker aan 't eind zijner met groote spanning gevolgde voordracht —

maar die niet eindigt met „dat ze elkaar krijgen”. De ontkenning is voor later weggelegd.

Dan zal de naam van Dr. Wind er zeker aan verbonden worden.

P. S. Op den dag dezer voordracht werd door Prof. Haga te Groningen de laatste fotografische opname, tot dit onderzoek behorende, ontwikkeld. In de Februari-zitting der Kon. Akad. v. Wet. te Amsterdam mocht deze het genoegen smaken, mede namens Dr. Wind, mede te deelen dat het onderzoek over de buiging der X-stralen als geeindigd mocht worden beschouwd en na allerlei overwegingen had geleid tot de nu zeer vast staande overtuiging, dat de X-stralen buigingsverschijnselen vertoonen, derhalve in trillingen moeten bestaan — en dat hun een reeks van golflengten toekomt, reikende van een paar tienmillioenste van een mM. tot een minstens nog wel twintigmaal kleiner bedrag.
