

## Een nieuwe kwiklamp.

Voordracht, gehouden voor de Afdeling voor Electrotechniek en Technische Natuurkunde van het Kon. Instituut van Ingenieurs op 22 Maart 1935 te Delft,

door

C. BOL.

### Résumé.

Démonstration d'une lampe à décharge dans la vapeur de mercure (tube de 2 ou 3 mm.) à refroidissement par l'eau ayant une consommation d'environ 600 W/cm, une différence de potentiel d'environ 500 Volt/cm., un rendement lumineux de 50 à 60 L/W et une brilliancy de 40000 bougies/cm<sup>2</sup>. Cette lampe pourra servir comme source pour les phares, pour la projection de cinéma, pour divers buts photographiques, chimiques et médicaux. Une lampe d'une consommation de 50 W/cm. peut être opérée sans refroidissement artificiel. La lumière de cette décharge contient plus de rouge que celle de la décharge de mercure connue jusqu'ici.

### Summary.

Demonstration of a discharge in mercury vapour in a watercooled tube of 2 or 3 mm. inner diameter, consuming about 600 W/cm. with a potential difference of 500 V/cm. The luminous efficiency is 50—60 L/W, the brilliancy 40000 candles/cm<sup>2</sup>. This lamp can serve as a source for searchlights, for cinema projection, for photographic, chemical and medical purposes. A similar lamp consuming 50 W/cm can be operated without artificial cooling. The light of this discharge contains more red than the light of an ordinary mercury discharge.

Bij pogingen, in het Philips' Laboratorium in het werk gesteld om kwiklampen voor grootere vermogens te maken, kwamen wij tot lampen van zoodanige afmetingen, dat de mogelijkheden der practische toepassing daaronder ernstig moest lijden. Onder andere werd een buis vervaardigd, bestemd voor een vermogen van 14 kVA met de volgende afmetingen: lengte 110 cm, diameter 95 mm. De groote afmetingen van deze buis werden daardoor veroorzaakt dat men, bij de poging, het aantal opgenomen Watts/cm te vergrooten, begrensd wordt door de verweking van den buiswand. Het streven desondanks meer vermogen (per cm) in een kleinere lamp te verwerken leidde tot proeven, waarbij de buiswand kunstmatig gekoeld werd. Allereerst bleek, dat wanneer men, bij een 250 Watt lamp bijvoorbeeld, langs de buis een luchtstroom blaast, men aan dezelfde lamp 4 × meer energie kan toevoegen, terwijl de lichtopbrengst nog meer toeneemt. Proeven en theoretische beschouwingen van dr. ELENBAAS<sup>1)</sup> hadden reeds in dezelfde richting gewezen.

Het succes met de afkoeling van de kwikontladingsbuis door een luchtstroom verkregen, leidde tot een nader onderzoek van de vraag of men nog verder zou kunnen komen met de toepassing van een koeling met vloeistof (water, olie). De zeer groote temperatuurverschillen, die hierbij in den wand van de buis moeten optreden, maakten het noodig het glas door kwarts te vervangen, dat door zijn geringe uitzetting groote temperatuurgradienten kan verdragen, terwijl bovendien de temperatuur aan de binnenzijde veel hooger kan zijn; een kwartsbuisje van kleinen diameter en groote wanddikte beantwoordde het best aan het doel.

Ruim een jaar geleden was het ons, vooral dank zij de volharding van den heer H. J. LEMMENS, assistent aan het Natuurkundig Laboratorium, al gelukt om wolframdraden van 600 μ, en zelfs nog dikkere, door middel van slechts één tusschenglas in kwarts in te smelten. In de huidige kwartskwiklamp (Philips Biosol) wordt deze stroomdoorvoer reeds toegepast. Hierdoor was het ons nu mogelijk de gewenschte watergekoelde kwartslamp op eenvoudige wijze samen te stellen. Een recht kwartsbuisje werd genomen, inwendig ongeveer 2 mm diameter, uitwendig 6,5 mm. Wolframelectroden werden ingesmolten, deze waren geheel door kwik omgeven. Voor zoover de elektroden betreft, hadden we dus kwikelectroden. Het lampje brandde, hoewel nog onrustig. Het rendement bleek boven 50 Lumen/Watt te liggen en de kleur van het licht was veel witter dan van de tot nog toe gebruikelijke kwiklampen.

Het verdere onderzoek toonde, dat deze lamp veel rustiger brandde, wanneer de kwikelectroden vervangen werden door oxydkathodes, welke een weinig buiten het

kwikoppervlak uitsteken. De afstand van den top der electrode tot het kwikniveau is tevens een maatstaf voor het vermogen, dat we aan het lampje moeten toevoeren om een gegeven kwikdruk en brandspanning te verkrijgen.

Dit is begrijpelijk, wanneer we zien hoe de ontlading uitgaat van het topje der oxydkathode. Hoe dichter het kwikoppervlak zich bij dit punt bevindt, des te meer zal het kwik ook verhit worden en des te grooter zullen dus ook bij gegeven stroom de kwikdampschikking en het potentiaal verschil tusschen de elektroden worden. De hoogste tot op heden bereikte potentiaalgradient is 850 V/cm waaraan, volgens een door dr. DE GROOT aangegeven

empirische formule, de kwikdruk ongeveer  $\frac{850 - 100}{3} =$

250 atmosferen bedraagt. Een lampje, dat zoo'n druk uithoudt, is momenteel echter nog een hooge uitzondering. De meeste gaan tusschen 600 en 700 V per cm te gronde. De oppervlaktehelderheid kan uit het volgende voorbeeld worden afgeleid:

Een lampje van 2 cm kathode-afstand verbruikt bij 1200 V 1,35 ampère, dit is 1620 VA of ± 1450 Watt. Rekenen we op 5,5 K/Watt, hetgeen inderdaad het gemiddelde rendement is dat de metingen hebben opgeleverd, zoo hebben we ongeveer 8000 kaarsen. Projecteeren we de ontladingsbaan, dan zien we dat de ontlading een oppervlakte heeft van ± 0,2 cm<sup>2</sup>. Zoo komen we tot een oppervlaktehelderheid van 40.000 K/cm<sup>2</sup>. Belangrijk is dat de lamp ook op gelijkstroom kan branden.

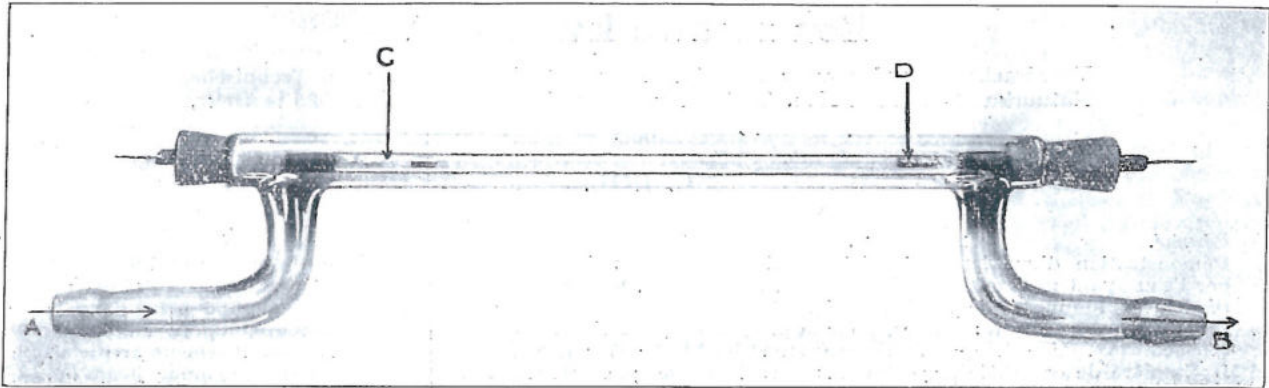
Wenschen we een grootere hoeveelheid licht, zoo kunnen we de ontlading verlengen. Een lamp van 15 cm kathode-afstand bijvoorbeeld, heeft 6000 V bij 1,6 amp., d.i. ± 10 kVA of 9 kW, gevend ± 500.000 Lumen (zie fig.).

Er wordt naar gestreefd, deze watergekoelde lampen in een practisch bruikbaren vorm te brengen. In de eerste plaats is een houder ontworpen, zoodat de uitwisseling van een lampje zoo eenvoudig en snel mogelijk geschieden kan. Vlak achter het lampje bevindt zich een spiegel in de koelvloeistof. De voorzijde is afgesloten door een bolvormig glaasje van 3 à 4 mm wanddikte. Het geheel vormt dus een soort waterlens. Springt een lampje, dan wordt slechts een zwakke tik gehoord en het koelwater wascht de stukjes kwarts etc. weg, terwijl het venster heel blijft. De lamp kan zoowel op de waterleiding als op een circulatiesysteem aangesloten worden, waarin dan een zeeffinrichting is opgenomen.

Voor al bioscoopprojectie beloven deze lampjes een belangrijke rol te zullen spelen. Er zijn reeds zeer goede resultaten verkregen door de heeren dr. VAN ALPHEN en E. DORGELO. In het bijzonder bij gebruik met wisselstroom treedt hier nog een belangrijk voordeel op: In dit geval gaat het lampje voor iedere periode tweemaal aan en uit. Verschuift men nu de film gedurende het korte tijdperk,

<sup>1)</sup> W. ELENBAAS, *De Ingenieur*, no. 24, 1935 blz. E. 83. *Physica* 2, 169 (1935).





Watergekoelde kwartslamp 6000V, 1,6 A 500.000 Lumen. A watertoevoer; B waterafvoer; C D ontlading (lengte 15 cm). Afmetingen binnenbuis (kwarts): uitw. 6,5 mm, inw. 2 mm.

dat de kwikboog uit gaat, dan is het mogelijk om zonder vlinder te projecteren. De lichtstroom op het doek wordt daardoor met 100 % verhoogd. Het is dan ook reeds gebleken, dat met een zeer klein lampje van 600 Watt de projectie in een bioscoopzaal van normale afmetingen is te bedienen.

Voor zoeklichten wordt deze lamp ook zeer belangrijk, gezien de groote oppervlaktehelderheid en ook doordien geen dikke stroomvoerende kabels noodig zijn, doch hoogspanningskabels van eenige duizende volts, welke veel gemakkelijker te hanteeren zijn.

Verder zal deze lichtbron kunnen dienen bij opnamen in de filmstudio, waar een aanmerkelijk geringere warmtestraling dankbaar aanvaard zal worden, temeer waar het photographisch rendement van deze lichtbron, vergeleken met een koolboog van dezelfde lichtkracht, ongeveer het dubbele bedraagt.

Ook voor medische doeleinden zal de lamp zeker zeer bruikbaar blijken te zijn.

Wat de verdeling van de energie over het zichtbare spectrum betreft, is gebleken, dat het licht van deze ontlading een zeer aannemelijke hoeveelheid rood bevat, in tegenstelling met de tot heden gebruikelijke kwiklampen.

Behalve voor projectiedoeleinden, zou deze lichtbron daardoor ook voor gewone verlichtingsdoeleinden in aanmerking komen. Voor verlichtingsdoeleinden heeft echter een watergekoelde lamp in vele gevallen bezwaren. Er is nu met goed gevolg geprobeerd, zij het met een sterk verminderd energieverbruik per cm buislengte, een dergelijk buisje in de lucht te doen branden, waardoor men bijvoorbeeld een lampje van 70 Watt met een ontladingslengte van 15 mm verkregen heeft. De kleur van het licht is ook in dit geval beter dan van de gewone kwiklamp, vooral als we zoo hoog mogelijke drukken, dus een zoo groot mogelijke spanningsgradient, toelaten. Een spaar-lektransformator voor dit doel, uitgewerkt door ir. KLINKHAMER, geeft b.v. een openspanning van 440 Volt. De brandspanning op het lampje is 270 Volt bij een stroom van 0,3 ampère. Zoo'n lampje geeft in nieuwen toestand ruim 40 Lumen per Watt. Willen we de kleur van het licht nog verder verbeteren, dan kunnen we dit doen door een deel van den reflector met een rood fluoresceerende stof (een Rhodamine-preparaat, „Signalon”), te behandelen. Proeven om deze lamp nog verder te verbeteren, vooral wat nuttigen levensduur betreft, zijn in vollen gang.

Eindhoven, 15 Maart 1935.

## Het emissie- en absorptie-spectrum van kwikdamp bij zeer hoge drukken (tot 300 at).

Voordracht, gehouden door de Afdeling voor Electrotechniek en Technische Natuurkunde van het Kón. Instituut van Ingenieurs op 22 Maart 1935, te Delft,

door

dr. W. DE GROOT.

### Résumé.

Le spectre d'une décharge dans la vapeur de mercure à une différence de potentiel de plusieurs centaines de Volts/cm, dans un tube étroit montre: 1) des raies diffuses, pour la plupart déplacées vers le rouge. 2) un fond continu assez fort, s'étendant de 2300 A° jusqu'à 12.000 A°. 3) une région d'absorption à la côté rouge de la longueur d'onde de 2537 A° dont la largeur varie avec la pression. La largeur de la bande d'absorption permet, en connexion avec des mesures de cette largeur sous conditions bien connues de déterminer la pression. En outre, celle-ci est mesurée par une méthode directe. On trouve pour une décharge à courant alternatif dans un tube de 2 mm refroidi par l'eau, la formule suivante:  $p = \frac{1}{3}(G-100)$  ( $p$  = Pression en at,  $G$  = Volts/cm.,  $200 < G < 500$ ). Avec un tube refroidi par courant d'air on atteint une différence de potentiel de 900 Volts/cm., correspondant à une pression d'environ 300 at. Une mesure préliminaire est communiquée de la distribution d'énergie dans le spectre.

### Summary.

The spectrum of a discharge in mercury vapour in narrow tubes at several hundred volts/cm, shows: 1) broadened lines, mostly winged to the red, 2) a strong continuum from 2300-12.000 A°, 3) a large absorption region extending from 2537 A° to the red (~ 2650 A°, depending on pressure). The width of the absorption region in connection with absorption experiments allows a determination of the pressure which is checked by direct measurement. For a 2 mm. watercooled tube at 1.3 A a.c. the connection between pressure ( $p$ ) and gradient ( $G$ ) is about  $p = \frac{1}{3}(G-100)$  (between  $G = 200$  and 500). For an aircooled tube a gradient of about 900 V/cm is reached, corresponding to about 300 at. A preliminary measurement of the distribution of energy in the spectrum of a watercooled discharge tube at 500 V/cm. is communicated.

Het nieuwe, door de heeren C. BOL en W. ELENBAAS uitgewerkte, kwiklampje geeft de mogelijkheid, het spectrum van kwikdamp bij zeer hooge dichtheden te onderzoeken. Fig. 1 is een voorbeeld van het spectrum van zulk een ontlading.

Opvallend zijn:

- 1) de sterke verbreding der meeste spectraallijnen naar de roode zijde van het spectrum.
- 2) een uitgebreid continu-spectrum, dat zich van het