

A. VERHALLEN

AM<sub>2</sub> 30+

A. Verhallen

*ant*



NV. UITG. MIJ  
A. KEMPERMAN  
HAARLEM

I<sup>e</sup> DEEL

▶▶▶ DE  
ELECTRICITEIT

EN HAAR  
PRACTISCHE TOEPASSINGEN

DOOR P. VISSER

## DE ELECTRISCHE VERLICHTING

### *Inleiding*

In een elektrische gloeilamp wordt een kool- of metaaldraad als er stroom doorvloeit, tot gloeien verhit en heeft daardoor het vermogen een hoeveelheid licht uit te stralen. De sterkte van het licht, dat in een bepaalde richting wordt uitgezonden, geven we aan met de eenheid: de internationale kaars (k) <sup>1)</sup>.

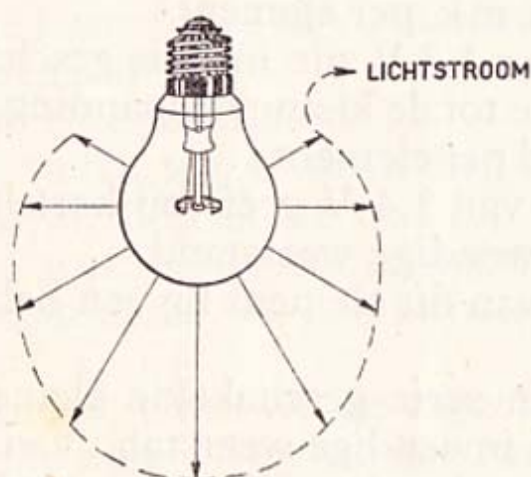


Fig. 85.

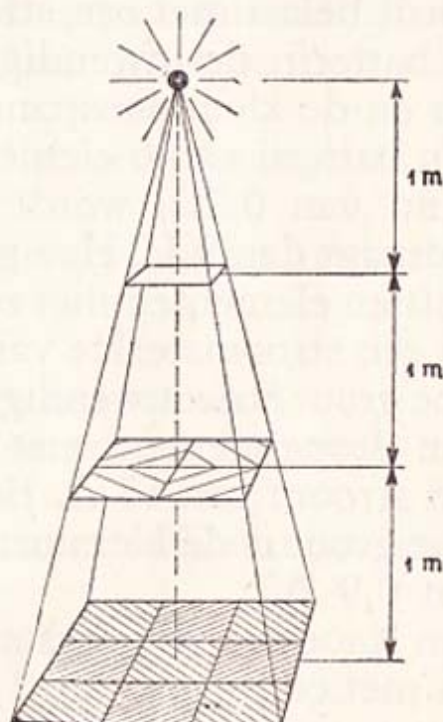


Fig. 86.

Het heeft echter weinig nut te weten, dat de lamp in figuur 85 b.v. loodrecht naar beneden een lichtsterkte heeft van 50 k en horizontaal

<sup>1)</sup> Alleen in Duitsland gebruikt men als eenheid van lichtsterkte de Hefnerkaars (Hk).  
1 Hk = 0,9 k.

25 k. Van veel groter belang is de verlichtingssterkte op een bepaald vlak en deze is niet alleen afhankelijk van de lichtsterkte, doch ook van de afstand, waarop het vlak zich van de lichtbron bevindt. Op 3 m afstand van de lichtbron in figuur 86 zal de verlichtingssterkte 9 maal kleiner zijn dan die van een zelfde vlak op een afstand van 1 m. De eenheid van verlichtingssterkte is de lux (lx). De totale hoeveelheid licht, die een gloeilamp per seconde uitstraalt, noemen we de lichtstroom; deze wordt aangegeven in lumen (lm). In de praktijk werkt men meestal met decalumen.

$$1 \text{ décalumen} = 10 \text{ lumen}$$

$$1 \text{ Dlm} = 10 \text{ lm}$$

Bij de beoordeling van een elektrische gloeilamp komt het er hoofdzakelijk op aan:

1° hoeveel licht straalt de gloeidraad per seconde uit, m.a.w. hoe groot is de lichtstroom, en

2° welk vermogen onttrekt ze hiervoor aan het net?

Daarom geven de Philips' Gloeilampenfabrieken op de lampen, behalve het vermogen en de netspanning, tevens het aantal Decalumen aan.

### *De Booglamp*

De eerste elektrische verlichtingslamp, de booglamp, berust op de door Davy ontdekte lichtboog (fig. 87). Sluit men twee koolstaven aan op een spanning van  $\pm 45$  V, drukt de punten tegen elkander en verwijdert men ze daarna iets, dan ontstaat tussen de punten een helder licht gevende boog. Door de afstand tussen de koolspitsen gelijk te houden, verkrijgt men een constante lichtstroom.



Fig. 87. Het voordeel van een booglamp is de grote hoeveelheid licht per watt-energieverbruik. De nadelen zijn echter, dat de booglampen niet voor kleine lichtstromen te construeren zijn, dat de boog een grote hitte en verbrandingsgassen ontwikkelt en het witte licht verblindend werkt. Ze komen daarom voor huiskamerverlichting niet in aanmerking. Verder is het onderhoud (vernieuwen der koolstaven en schoonmaken) een groot bezwaar. De booglampen werden daarom uitsluitend voor straat- en terreinverlichting en voor de algemene verlichting in grote fabrieksruimten toegepast. De booglamp is voor gewone verlichting verdrongen door de hierna te bespreken gloeilamp. Voor zoeklichten en voor sommige projectie-apparaten wordt de booglamp nog gebruikt.

*De Kooldraadlamp*

De eerste bruikbare gloeilamp werd door ~~Edison~~ vervaardigd en bestaat uit een kooldraad, die door de elektrische stroom tot gloeien wordt gebracht. Om verbranding te voorkomen, is de gloeidraad opgesteld in een luchtledige glazen ballon (fig. 88). Ongeveer gelijktijdig werd door den Engelsman Swan een gloeilamp vervaardigd, waarvan de gloeidraad eveneens een kooldraad is, doch van geheel andere samenstelling.

In vergelijking met de booglamp is het energieverbruik per lumen van een kooldraadlamp zeer hoog, maar daartegenover staan grote voordelen, o.a. dat ze als kleine lichtbron te maken is, geen open vlam heeft, geen onderhoud vereist, gemakkelijk te verwisselen is en dat het licht aangenaam voor de ogen is.

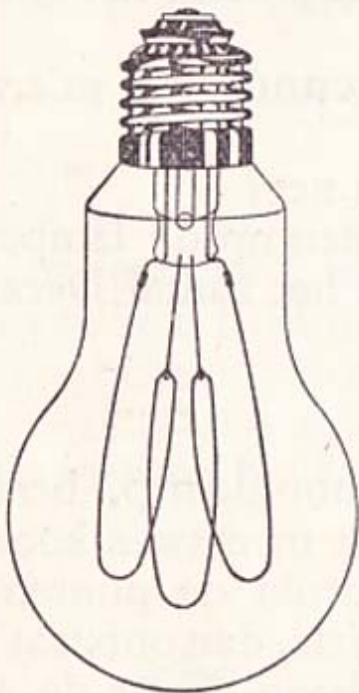


Fig. 88.



Fig. 89.



Fig. 90.

Het verwisselen is mogelijk, doordat de lamp is voorzien van een huls, die in de lamphouder kan worden aangebracht. Door Edison werd voor de bevestiging van de lamp een schroefhuls vervaardigd (fig. 89), terwijl Swan de naar hem genoemde Swan- of bajonethuls (fig. 90) construeerde.

Gloeilampjes van geringe afmetingen worden bevestigd in kleine edison- of swanlamphouders (mignonlamphouders). Grote lampen hebben een grotere huls en worden in een goliathlamphouder geschroefd.

Daar de gloeidraad bij een schroefhuls in verbinding staat met de huls, komt deze onder spanning te staan. Bij de oude lamphouders wordt aanraking met de huls voorkomen door een porseleinen ring; bij de moderne uitvoering valt de huls geheel in de bakelieten houder.

Alleen kooldraadlampen worden, wat hun grootte betreft, nog aangegeven in het aantal kaars lichtsterkte, doch uit de inleiding zal het ons duidelijk zijn geworden, dat deze wijze van aangeven onjuist is.

De kooldraad is zeer sterk en daarom vinden deze lampen nog toepassing op die plaatsen, waar zij aan trilling onderhevig zijn; ook voor signaallampen, (o.a. de navigatielichten aan boord van schepen) en voor handlampen worden zij nog gebruikt. Ter bepaling van het opgenomen vermogen mogen we gemiddeld  $3\frac{1}{2}$  watt per kaars ( $3\frac{1}{2}$  W/k) rekenen.

### De Metaaldraadlamp

De vervanging van de kooldraad door een metaaldraad had het voordeel, dat de gloeitemperatuur kon worden opgevoerd en zodoende het energieverbruik voor eenzelfde lichtstroom aanmerkelijk werd vermindert. Tegenwoordig worden de gloeidraden uitsluitend van wolfram vervaardigd.

De metaaldraadlampen worden verdeeld in:

- 1° vacuumlampen (fig. 91 en 92);
- 2° gasvullingslampen (fig. 93).

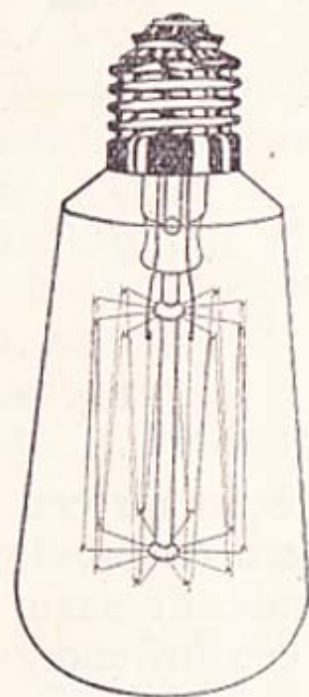


Fig. 91.

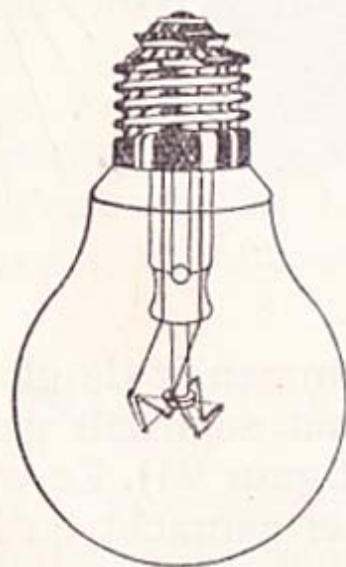


Fig. 92.

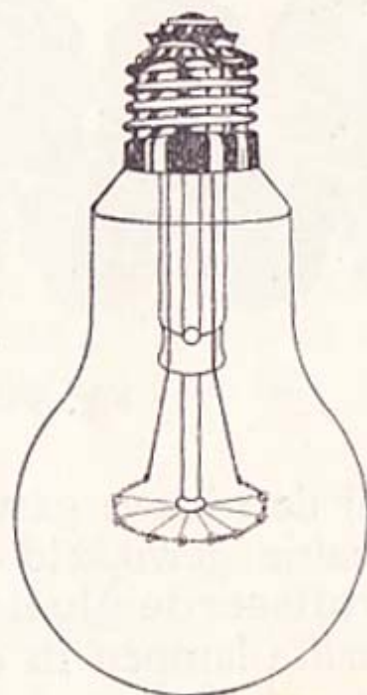


Fig. 93.

De oude metaaldraad-vacuumlampen hebben een rechtgespannen wolframdraad, zoals in fig. 91 is aangegeven. Bij deze opstelling is de lichtverdeling niet gunstig. Ze zullen daarom meer en meer worden verdrongen door de *Spiralta* vacuumlampen; hierbij is de gloeidraad tot een uiterst fijn spiraaltje gewikkeld (fig. 92).

De gasvullingslampen (fig. 93) hebben eveneens een gespiraliseerde draad. De zeer hoge temperatuur —  $2300$  à  $2500^{\circ}\text{C}$  — waaraan de

gloeidraad bij deze lampen wordt blootgesteld, zou een verdamping van het metaal veroorzaken en zodoende een neerslag op de binnenzijde van de ballon doen plaatsvinden. Om dit te voorkomen, wordt de ballon, na luchtledig te zijn gemaakt, gevuld met argon. Wel werkt het gas de warmte-uitstraling in de hand en veroorzaakt dit dus een weinig energieverlies doch de gasdruk belemmert de verstuiving van de gloeidraad en verlengt daardoor de gemiddelde levensduur (ca. 1000 branduren). De hogere gloeitemperatuur heeft een witter licht ten gevolge en nu is het energieverbruik per lumen gunstiger dan van de vacuumlampen.

De oude gasvullingslampen van 40 tot 100 W worden *Arga*-lampen genoemd. Om verblinding te voorkomen, vervaardigt de firma Philips sinds 1922 lampen van melkglas, z.g. *Argenta*-lampen. De lichtuitstraling is hierbij zodanig, dat de schaduwen van de voorwerpen minder scherp zijn (meer diffuus licht).

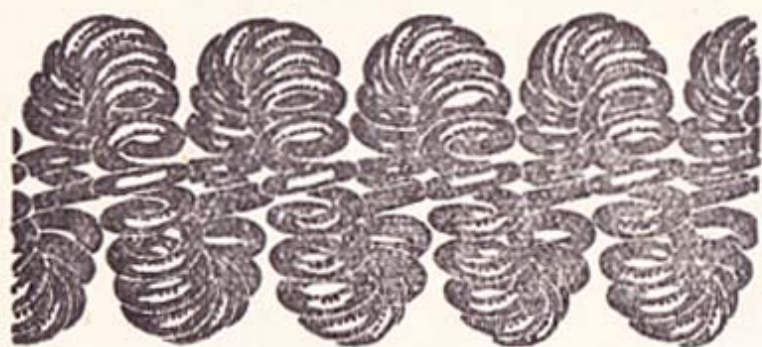


Fig. 94.



Fig. 95.



Fig. 98.

Bij de nieuwe gasvullingslampen is de gloeidraad eerst tot een fijn spiraaltje gewikkeld en daarna nogmaals gespiraliseerd (dubbel-gespiraliseerde gloeidraad, figuur 94). Ze worden onder de naam van *Bi-arlita*-lampen in de handel gebracht en hebben een inwendig gematteerde ballon.

Daar het bij de hierboven besproken gloeilampen niet mogelijk is de natuurlijke kleuren te onderscheiden, heeft men gasvullingslampen vervaardigd van blauwgekleurd glas, z.g. zonlichtlampen, die aan dit bezwaar tegemoet komen. Ze zijn van 60 W af verkrijgbaar.

De gloeilampen worden aangebracht in een armatuur (ornament), waarmede verschillende verlichtingsmethoden te verkrijgen zijn. Vindt een naar beneden gerichte uitstraling plaats, dan spreken we van een **directe verlichting** (fig. 95), die een scherpe schaduwwerking veroorzaakt.

Het z.g. indirecte verlichtingsarmatuur in figuur 96, heeft een ballon, waarvan de ondoorzichtige onderkant aan de binnenzijde als spiegelreflector is ingericht en de bovenkant van matglas is vervaardigd. Het licht straalt nu tegen het plafond, wordt hierdoor gereflecteerd en heeft een diffuse verlichting ten gevolge (zeer geringe schaduwen).

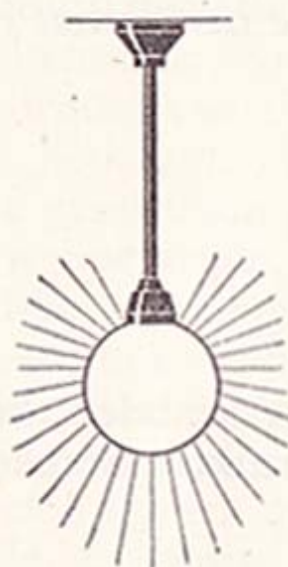


Fig. 97.

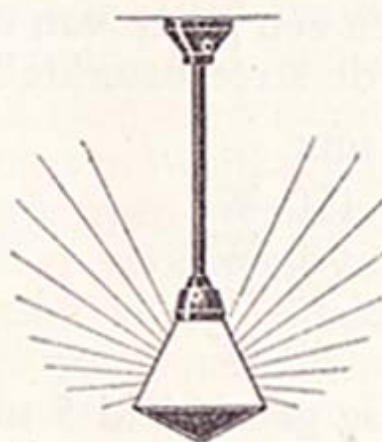


Fig. 96.



Fig. 99.

De gemengde verlichting (fig. 97) geeft een lichtstraling naar alle zijden (geen scherpe schaduwwerking). De ballon is geheel van melkglas.

De figuren 98 en 99 geven respectievelijk de overwegend directe en de overwegend indirecte verlichting aan. De eerste heeft een ballon, waarvan de onderkant van matglas, het bovenste gedeelte van melkglas is, terwijl bij de overwegend indirecte verlichting juist het tegengestelde het geval is.

## VRAAGSTUKKEN

1. Een gloeilamp voor 220 V verbruikt 2000 W. Bereken de stroomsterkte en de weerstand van deze lamp.
2. Als we deze lamp aansluiten op 110 V, ontstaat dan de helft van de in het vorige vraagstuk berekende stroom?
3. Hoe groot is het stroomverbruik en de weerstand van een 220 V 60 W Argentalamp?
4. Een lamp voor 125 V verbruikt 500 W. Bepaal de stroomsterkte, de weerstand, het verbruik in 12 uur en de prijs, welke hiervoor in rekening wordt gebracht. (1 kWh à f 0.25).
5. Hoe groot is het energieverbruik van een 50 k kooldraadlamp en in hoeveel tijd verbruikt deze lamp 1 kWh?

6. Een lichtbak bevat 12 metaaldraadlampen van 220 V 40 W. Bereken het energieverbruik, de stroomsterkte en de kosten per dag van 6 uur tegen een kWh prijs van f 0,15.
7. Een winkel heeft 2 étalages. Aan weerszijden van de ramen zijn 3 buis- of étalagelampen van 220 V 100 W gemonteerd en al deze lampen vormen te zamen één groep van de installatie. Hoe groot is het energieverbruik en de stroomsterkte?
8. Een installatie bestaat uit:
- |                 |     |       |
|-----------------|-----|-------|
| 10 lampen       | van | 150 W |
| 6 Argentalampen | „   | 100 W |
| 12 „            | „   | 75 W  |
| 15 Argalampen   | „   | 40 W  |

Als deze lampen per dag gemiddeld 5 uur branden, hoeveel kWh wordt dan per maand (30 dagen) verbruikt? Bereken de prijs (1 kWh à f 0.12).

9. De installatie van een kantoorgebouw bevat:

8 Bi-Arlita-lampen	à	111 W (150 Dlm),
6 „	„	97 W (125 Dlm),
11 „	„	78 W (100 Dlm),
18 „	„	58 W ( 65 Dlm),
7 „	„	39 W ( 40 Dlm),
14 Spiralta-lampen	„	33 W ( 30 Dlm),
9 „	„	25 W ( 20 Dlm),
5 „	„	16 W ( 12,5 Dlm).

Deze lampen branden gemiddeld per dag  $1\frac{1}{2}$  uur. Welk bedrag kost deze installatie per jaar (260 dagen) als per kWh gemiddeld f 0.14 (vastrechtbedrag en b.v. f 0.05 per kWh) wordt berekend?

10. Een automobielerverlichting bestaat uit:

2 koplampen à 25 W  
 1 verlichtingslampje voor de instrumenten à 5 W (dashboardverlichting)  
 1 achterlicht à 5 W  
 1 verlichtingslampje à 10 W.

Hoeveel stroom moet de dynamo leveren bij 6 V, als al deze lampen zijn ingeschakeld?



## DE GASONTLADINGSGLAMPEN

### *Inleiding*

Het lichtgevend vermogen van:

de gloeilamp berust op het verschijnsel, dat een kool- of metaaldraad, als er stroom doorvloeit, tot gloeien wordt gebracht,

dat van de gasontladingslamp berust op de eigenschap, dat een gas onder bepaalde omstandigheden licht kan geven.

De lichtstroom van een gloeilamp neemt toe bij stijgende temperatuur; deze bedraagt voor een wolframdraad in witgloei-hitte 2300 à 2500°C. De gasontladingslampen bereiken in bedrijf slechts een betrekkelijk lage temperatuur. Ter verklaring van deze lampen zullen we de verschijnselen op eenvoudige wijze behandelen.

In een met een of ander gas gevulde glazen buis (fig. 100) brengen we twee metalen plaatjes (electroden) aan. Deze worden aangesloten op

een spanningsverschil; de positieve electrode noemt men de anode, de negatieve de kathode. De atomen van iedere stof bestaan uit kleine electriciteitsdeeltjes, z.g. electronen. Wordt de buis op een hoge spanning aangesloten, dan trekt de anode deze electronen met grote snelheid

aan, doch deze komen in botsing met gasatomen. Bij sommige botsingen wordt het arbeidsvermogen van de electronen omgezet in licht. Andere botsingen zijn zo sterk, dat de gasatomen gesplitst worden en de vrij komende electronen aan de stroomloop deelnemen. In één van de toevoerdraden moet een grote weerstand worden geschakeld, daar anders de stroomsterkte zo groot zou worden, dat de glazen buis stuk springt.

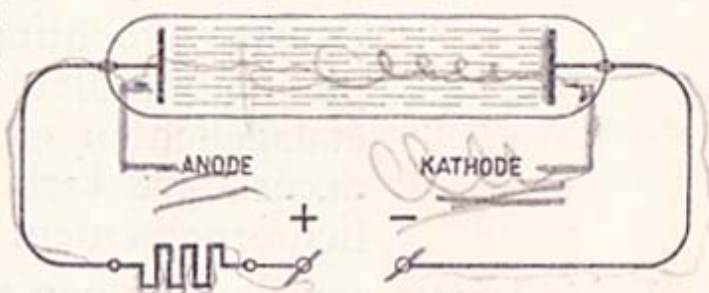


Fig. 100.

### *De Neonverlichting*

Hoewel bij de edelgas-ontladingsbuizen steeds van neonverlichting wordt gesproken, bestaat de gasvulling niet altijd uit neon, doch

PHILIPS-OSRAM NEON.



Fig. 101.

past men ook helium, argon en andere edelgasen toe.

In beide einden van de ontladingsbuis worden de electroden aangebracht. Deze bestaan uit een cilindertje van zuiver plaatstaal (fig. 101), gemonteerd op een glazen brugje; de toevoerdraden zijn luchtdicht in het glas gesmolten. Op

het einde van de buis bevindt zich een huls met schroefcontact. Worden de elektroden onder spanning <sup>1)</sup> gebracht, dan begint het gas licht te geven. De stroomsterkte varieert van 10 tot 100 mA (1 mA = 1/1000 A), afhankelijk van de buisdiameter (resp. 10 tot 45 mm).

In vergelijking met de gasvullingslampen, is het energieverbruik van de gasontladingsbuizen voor een zelfde lichtstroom ongeveer 2 à 3 maal gunstiger.

De drie hoofdkleuren van de neonverlichting zijn:

rood ..... neonvulling  
 rose-achtig wit ..... heliumvulling  
 blauw ..... kwik alsmede een weinig neon en argon.

Andere kleuren worden verkregen door het gebruik van gekleurd glas, dat als filter dienst doet.

De neonverlichting vindt toepassing voor:

reclameverlichting,  
 plantenbestralers in kwekerijen,  
 étalagelichten en uitsteekschilden,  
 decoratieve verlichting,  
 lichtornamenten.

Beide laatste gevallen tot nog toe uitsluitend in bioscopen, theaters, winkels en restaurants.

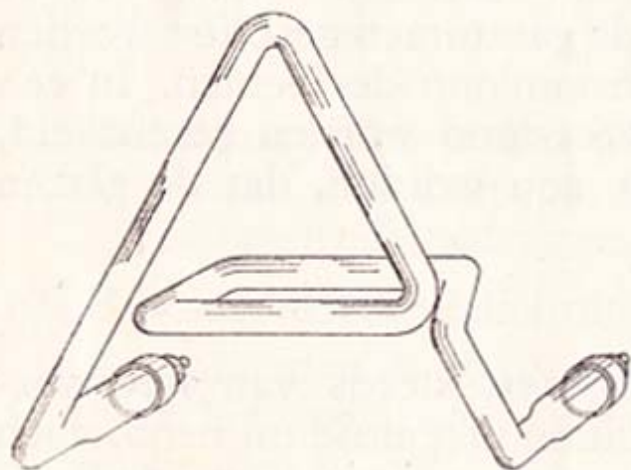


Fig. 102.

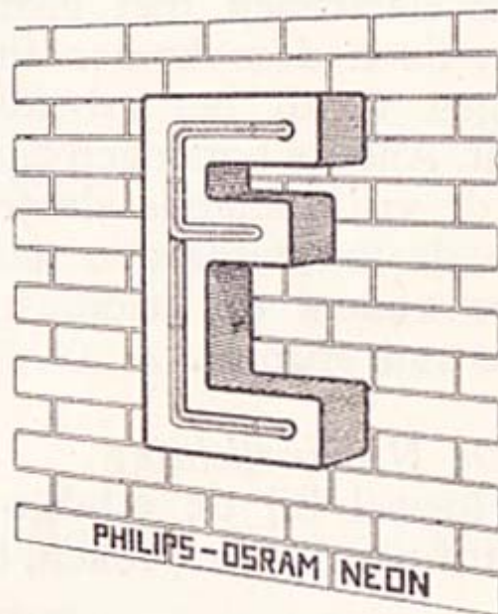


Fig. 103.

Voor het vormen van een letter moet de buis één doorlopend geheel

<sup>1)</sup> Bij verreweg de meeste toepassingen worden de ontladingsbuizen aangesloten op een hoge wisselspanning, nl. 6000 V, zodat door de buizen een wisselstroom vloeit. Een wisselstroom verandert voortdurend van grootte en van richting. Beide elektroden doen dus afwisselend als anode en kathode dienst. In het tweede deel zullen we de wisselstroom uitvoerig behandelen.

vormen. Bij de letter A (fig. 102) wordt de buis na het horizontale gedeelte naar achteren omgebogen.

De N.V. Philips-Osram Neon past voor letter-reclameverlichting z.g. uitgenippelde bronzen platen toe, waarin de letteruitsparingen zijn aangebracht; de neonbuizen steken voor de helft buiten de platen, op dezelfde wijze als bij de reliëf-gevelletter in figuur 103. De buizen worden met zilver-binddraad op de steunen bevestigd.

Voor decoratieve verlichting worden door bovengenoemde firma opaalbuizen vervaardigd, bestaande uit 3 laagjes van melkglas en helder glas. De wijze, waarop de neonbuizen tegen muren worden bevestigd, is aangegeven in figuur 104.

PHILIPS-OSRAM NEON.

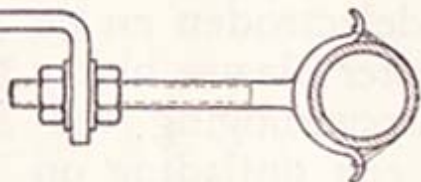


Fig. 104.

„PHILORA“ Natriumlamp tube 50.

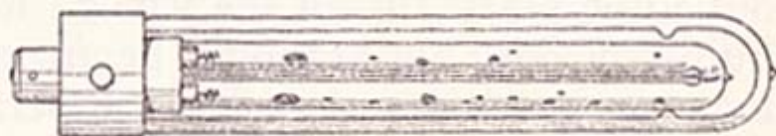


Fig. 105.

### *De Natriumlamp*

Een U-vormige glazen buis, waarin zich een weinig neon bevindt, is aangebracht in een dubbelwandige luchtledige buis (fig. 105). De natrium bevindt zich in vaste toestand en hecht zich als een neerslag tegen de binnenzijde van de ontladingsbuis. De electroden worden met voor-schakeling van een apparaat, dat we later zullen bespreken, via een bajonet-lamphouder op de normale netspanning aangesloten.

De ontleding begint in het neongas en tengevolge van de temperatuurstoename verdampt het natrium. Aanvankelijk ontstaat een rood licht, dat in een tijdsverloop van 6 à 10 minuten geleidelijk overgaat tot het heldere gele natriumlicht. Deze lampen worden gemonteerd in z.g. breedstralende armaturen.

Door de Philips Gloeilampenfabrieken worden ook gloeikathode natriumlampen gefabriceerd. De electroden worden hierbij door een afzonderlijke gloeistroom verhit. Deze lampen worden in diepstralende armaturen aangebracht. De wijze van aansluiting en de nodige voor-schakelapparaten zullen we in het laatste deeltje behandelen.

Bij natriumlicht is het niet mogelijk de kleuren te onderscheiden. In vergelijking met de gasvullingslampen, is het energieverbruik voor een zelfde lichtstroom ongeveer 3 maal gunstiger, terwijl de gemiddelde levensduur veel groter is. Het waarnemingsvermogen bij natriumver-

lichting is zeer groot, zodat de natriumlampen steeds meer toepassing vinden voor de verlichting van wegen, spoorwegstations en rangeerterreinen, opslagplaatsen, fabrieksterreinen, scheepswerven, kaden en sluizen. Doch ook voor binnenverlichting, in gevallen, waarbij de onderscheiding van kleuren geen rol speelt, neemt het gebruik van de natriumlampen steeds toe, zoals o.a. in machinefabrieken, constructiewerkplaatsen, gieterijen en vormerijen.

### *De Kwiklamp*

In de ontladingsbuis (fig. 106), welke met argongas is gevuld, bevindt zich een geringe hoeveelheid vloeibaar kwik (kwikdruppeltje). Behalve de twee electroden, is een z.g. hulpelectrode aangebracht. De ontladingsbuis is opgesteld in een luchtledige buis; het geheel wordt met een Goliathhuls in de armatuur bevestigd.

Wordt de lamp op het net aangesloten, dan vindt een ontlading plaats tussen één van de hoofdelectroden en de hulpelectrode; het argongas begint daar ter plaatse blauw licht te geven en door de temperatuursverhoging verdampt het aanwezige kwik. Nu treedt een ontlading op tussen de beide hoofdelectroden. In een tijdsverloop van 7 à 11 minuten bereikt de lamp haar normale lichtsterkte. Bij het blauw-groene licht is het niet mogelijk de kleuren te onderscheiden. Het energieverbruik is 2 à 3 maal gunstiger dan van de gasvullingslampen, terwijl de gemiddelde levensduur veel groter is.

Door de Philips Gloeilampenfabrieken worden ook z.g. meng-armaturen vervaardigd. In één armatuur wordt een kwiklamp en een gloeilamp aangebracht. Bij een mengverhouding van 2 : 1 wordt een op daglicht gelijkende lichtsoort verkregen, waarmede een uitstekende kleurenonderscheiding wordt bereikt.

„PHILORA“ KWIKLAMP.



Fig. 106.