

221  
G. HACKER

Elektri-insener

# Elektrivalgustus

Hind 80 mrk.



---

Kirjastus Aktsia-Selts „VARRAK“, Tallinnas 1923



ELEKTRIVALGUSTUS

LEHRE VON  
ELEKTRIZITÄT

# Üldine elektrotehnika

Praktiline käsiraamat

Toimetaja

Elektri-insener **G. HACKER**

Tallinna Tehnikumi elektrotehnika osak. dotsent ja laboratooriumi juhataja

- |       |   |                      |
|-------|---|----------------------|
| I.    | Elektrivalgustus . . . . .                | ins. G. Hacker.      |
| II.   | Elektri mõõtmise aparaadid . . . . .      | ins. G. Hacker.      |
| III.  | Alalise voolu masinad . . . . .           | ins. J. Ratassepp.   |
| IV.   | Vaheldava voolu masinad . . . . .         | ins. E. Heinrichsen. |
| V.    | Transformaatorid ja konvertorid . . . . . | ins. E. Heinrichsen. |
| VI.   | Elektri võrgud . . . . .                  | ins. O. Reinwaldt.   |
| VII.  | Elektri valgustusseaded . . . . .         | ins. Th. Kollist.    |
| VIII. | Elektri aparaadid . . . . .               | ins. Th. Kollist.    |
| IX.   | Elektri keskjaamad . . . . .              | ins. G. Hacker.      |
| X.    | Elektri raudteed . . . . .                | ins. O. Reinwaldt.   |
| XI.   | Elektrokeemia . . . . .                   | prof. F. Dreyer.     |
| XII.  | Elemendid ja akkumulaatorid . . . . .     | ins. A. Gering.      |
| XIII. | Telefon ja telegraaf . . . . .            | ins. J. Ratassepp.   |
| XIV.  | Nõrkvoolu tehnika . . . . .               | ins. A. Gering.      |

**TARTU ÜLIKOOLI  
RAAMATUKOGU**

A-4029

**G. HACKER**

Elektri-insener.

# Elektrivalgustus

---

Kirjastus Aktsia-Selts „VARRAK“, Tallinnas, 1923.

# Elektrivalgustus.

## Sisukord:

- 1) Valguse üksused ja valguse jaotus.
- 2) Elektrivalgustuse juhtmõte ja hõõgtule arenemine.
- 3) Süsiniit-lambid.
- 4) Süsiniit-lambi eluiga, praktiline kasutus-kestvus ja eritarvitus.
- 5) Nernst-lamp.
- 6) Metallniit- ja metalltraat-hõõglambid.
  - Osmium-lamp.
  - Tantal-lamp.
  - Wolfram-lamp.
- 7) Gaasiga täidetud hõõglambid.
- 8) Leeklambid.
- 9) Looktuli.
- 10) Leeklambi elektroodid.
- 11) Alalise voolu leeklambid.
- 12) Leeklampide lülitusviisid.
- 13) Peavoolu-lamp.
- 14) Haruside-lamp.
- 15) Differentsiaal-lamp.
- 16) Leeklampide tarvitamise võimalused ja lisaaparaadid.
- 17) Leeklamp vähese õhuga ruumis põleva leegiga.
- 18) Effekt-leeklamp.
- 19) Vaheldava voolu leeklambid.
- 20) Vaheldava voolu leeklampide lisaaparaadid.
- 21) Elavhõbeda auru-lamp.
- 22) Kuplid ja reflektorid.
- 23) Helklamp.
- 24) Praktilised andmed tarviliku valgustugevuse väljaarvamiseks.

## Valgus ja valguse üksused.

Igasugune valguse nähtus, missugusesse liiki ta ka ei kuulu, on kõige väiksemate eetriosade võnkuva liikumise resultaat. Sünnib võnkumine nende osade tasakaaluseisu ümber nii ruttu, et võnkumiste arv sekundis 375 kuni 750 biljoni on, siis on see valgus; satub säärase võnkuva liikumise kiir meie silma, siis on meil valguse tunne. Kõik ained, mis meie näeme, saadavad valgust välja, nendest on aga ainult üks osa iseseisvad valguseallikad, kõik teised ained on valguse laenajad; nad paistavad kas läbi, s. o. lasevad valgust läbi või reflekteerivad valgust.

On võnkumiste arv väiksem kui 375 biljonit, siis mõjub see meie peale soojusena. Mida suurem võnkumiste arv on, seda suurem on keha temperatuur. Tõuseb keha temperatuur nii kõrgele, et ta hõõgub, siis saadab ta valgust välja.

Teatavasti võib elektrivool juhti soendada. Elektrivoolu ja juhi takistust võib nii valida, et juht kuumaks läheb, hõõguma hakkab ja valgust välja saadab. Seda nähtust kasutab elektrotehnika valguseallikate ehitamises.

Valgustuse tehnikas tehakse vahet **valgustugevuse** ja **valgustuse** vahel. Valgustugevus on see valguse hulk, mõõdetud teatud mõõduga, mille valguseallikas teatud sihis välja kiirgab. Igasugused valgustugevused mõjuvad füsioloogiliselt meie silma peale, sellepärast on väga raske absoluutse, s. o. sentiimeetergramm-sekundi mõõdusüsteemi abil valgustugevusele mõõtu luua. Sellepärast on kunstlik valgustugevuse üksus loodud, ta nimetatakse selle leidja järele Hefner-küünal (H. K.) ehk normaal-küünal (N. K.). Hefneri lambi leek on 40 mm. pikk, lambi taht on valgest metallist ümmarguse torukese sees, mille sisemine  $\varnothing$  8 mm. ja mille vaba ots 25 mm. pikk on. Ta põleb puhtas äädika-amüül eetris ( $C_7H_{14}O_2$ ). Valgustugevuse üksust tundes, võime valgustugevust järgmiselt defineerida: **valgustugevus on see valguse hulk mõõdetud normaal-küünaldes, mille valguseallikas ühes sihis välja kiirgab.**

Et valguseallika valgustugevust mõõta, võrreldakse tema valgust normaal-lambi omaga.

Valgustugevuse mõõtmise aparaat nimetatakse fotomeetriks (vaata Üldine Elektrotehnika, Elektri mõõtmise aparaadid).

Kujutame punktitaolise valguseallika ümber kaks kera, mil-  
lede raadiused olgu 1 ja 2. Valguseallika valguse vool jaguneb  
ühetaoliselt esimese kera pinna peal.

**Pinnaüksuse peal olev valguse vool nimetatakse val-  
gustuseks.**

$$\text{Valgustus} = \frac{\text{Valguse vool}}{\text{pind}}$$

Oletades, et valguse punkti ümber ainult teine kera olemas on, jaguneb seesama valguse vool ühetaoliselt teise kera pinna peal. Selle kera pind on aga 4 korda suurem kui kaks korda väiksema raadiusega esimese kera pind, järjekult on aga nüüd ka teise kera pinna valgustus 4 korda väiksem. Sel-  
lest järeldame, et pinna valgustus vastupidi proportsionaalne on pinna ruutkaugusele valgusepunktist ja proportsionaalne valgus-  
tugevusele.

Valgustust mõõdetakse **meeterküünaldes** ehk luks'ides. Üks meeterküünal ehk luks on see valgustus, mis saab valge ja vertikaalne pind ühe metri kaugusel valguseallikast, mille valgustugevus üks normaal-küünal on.

Hõõglamp, mille valgustugevus 16 N. K., valgustab 2 m kaugusel olevat pinda  $\frac{16}{2^2} = 4$  meeter-küünlaga, on aga pind 4 m kaugel, siis on pinna valgustus kõigest  $\frac{16}{4^2} = 1$  meeterküünal. Peab aga pinna valgustus 50 korda suurem olema, s. o. 50 meeterküünalt, siis peab ka hõõglambi valgustugevus 50 korda suurem olema,

$$\frac{50 \cdot 16}{4^2} = 50 \text{ meeterküünalt.}$$

Kõige väiksem valgustus, mille juures inimese silm häda-  
ohuta lugeda võib, on 10 meeterküünalt ehk luks'i, 2 meeter-  
küünla juures võib vaevaga näha, kuna 50 meeterküünla juures  
näeb silm selgesti kui päevavalgusel.

Valguseallikate hõõguvad ained ei ole punktitaolised, selle-  
pärast on näiteks hõõglambi valgustugevus kõigis suhtides ise-  
sugune (vaata Üldine Elektrotehnika, Elektrimõõtmise aparaadid).  
Praktikas arvatakse keskmiste valgustugevustega.

## Elektrivalgustuse juhtmõte ja hõõgtule arenemine.

Tarvitusel olevad elektrivalguse allikad võib kahte salka jagada. Esimesse salka kuuluvad kõik hõõgtuled, nende valgusekandjad on kõvad voolujuhid, mis elektrivoolu läbimisel Jouli seaduse järele kuumaks lähevad, nad on seega temperatuuri kiirgajad.

Teise salka kuuluvad leektuled. Leek, mis sillana kahe kõva või vedela elektroodi vahel tekib, annab valgust ja juhib ühtlasi ka elektrivoolu. Leektuli võib kas õhuga, vähese õhuga või õhuta ruumis põleda.

Kõik nimetatud valguseallikad tekivad elektrivoolu läbivoolamisel:

- 1) esimese klassi, s. o. headest juhtidest;
- 2) teise klassi juhtidest, mis ainult kuumas olekus elektrivoolu juhtida võivad;
- 3) gaasi segudest.

Esimeste hõõglampide valmistamisel tarvitati plaatinatraati. Et aga plaatina kuigi suurt temperatuuri ei kannata, siis põles ta õige varsti läbi, kui vool liiga tugevaks läks. Teiseks on plaatina kallis metall ja sellepärast tuli temast õige varsti loobuda. Oli vaja leida säärane aine, mille eritakistus õige suur oleks ja mis kõrgemat temperatuuri välja kannataks, sest siis on võimalik traati kuumemaks ajada; mida kuumem aga traat, seda valgem tuli. Mitmete katsete järele leiti, et süsi kõige kohasem materjal on. Esimesed süsiniidid lampide jaoks valmistati rohest, juurikast ja paberist. Edison valmistas oma esimesed süsiniidid pilliroost. Praegusel ajal on ainult veel tselluloos tarvitusel.

Elektri hõõglambi ülesleidmist ei või teatud isikuga siduda, vaid ka siin on, nagu enamasti kõigi suurte leiduste juures, mitmed inimesed kümneid aastaid koos töötanud, kuni viimaks ta täna tuntud soliid lambina särama hakkas.

Esimesed katsed elektrivoolu hõõgtule jaoks tarvitada tegi 1838 a. Jobart Brüsselis. Peale seda tegi Grove katset plaatinatraadiga ja 1859. a. valgustas prof. Farmer üht maja 42 hõõglambiga. Hõõglambil ei võinud sel ajal veel mingisugust praktilist tagajärge olla, sest vooluallikatena tarvitati siis ainult kallid elemente. Alles siis, kui dünamomasin oli leitud, hakati hõõglambi parandamiseks ja täiendamiseks agaralt tööd tegema. Esimesed praktilised lambid valmistas sakslane Heinrich Göbel. Ta oli mehaanik, istus õhtuti New-York'is tänaval ja näitas tasu eest mõõdaminejatele oma tehtud pikksilma abil tähti taevas. Et tähelepanu enese peale juhtida, pani ta vahetevahel mõned omatehtud süsiniit-hõõglambid 30 tsinksöe-elementidega põlema.

Göbel ei osanud aga oma leidust praktiliselt kasutada. Alles Edison õpetas hõõglampi praktilises elus tarvitama.

1880 a. pandi Edison'i poolt sisseseatud esimene suurem valguseseade aurik „Columbia“ peal käima. 1881. a. Pariisi näitusel oli Edison'i poolt üles seatud juba 1000 hõõglampi, mida toitis Edison'i dünamomasin.

## Süsiniit-lambid.

Nagu juba eelpool tähendatud, tarvitatakse tänapäev süsiniidi valmistamiseks puhast tselluloosi, s. o. puuvilla. Tselluloos muudetakse tsinkkloriidi abil pudruks ja pressitakse siis klaasi sisse puuritud peenest august läbi. Ümmargune põiklõik valitakse sellepärast, et jahutuspind väike oleks; sest mida suurem jahutus ehk soojuste kiirgamine on, seda rohkem energiat tarvitatakse valgustugevuse alalhoidmiseks.

Väljapressitud niit pestakse korralikult vee sees, kuivatatakse ja mähitakse siis grafiit-pakkude peale. Nii valmistatud toored niidid pannakse karboniseerimis-ahju, kus nad ilma õhuta 24 tundi mõõduka kuumuse käes hoitakse, siis tõstetakse temperatuur järsku kõrgele ja 12 tunni pärast on niit täitsa karboniseeritud, s. o. söeks muutunud.

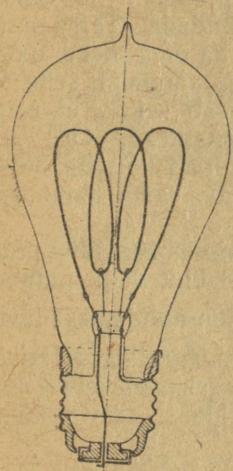
Esimese 24 tunni jooksul antakse niiskusele võimalus niidist aegamööda lahkuda, sünniks see protsess aga liiga järsku, s. o. kui temperatuur algusest peale kõrgel hoitaks, siis läheks niidist suur osa katki.

Karboniseeritud niit ei kõlba aga veel tarvitada, sest tema läbimõõt ja seega ka takistus ei ole veel ühesugune. Tarvitamisel põleks niisugune niit ruttu läbi, sest need kohad, millede läbimõõt väiksem, läheksid kuumemaks kui teised kohad. Sellepärast pannakse niit uuesti ahju, kusjuures üksikud niidid elektrivoolu abil hõõguma pannakse. Ahju lastakse süsivesinik. Need niidi kohad, mis heledamalt hõõguvad (millede läbimõõt väiksem), koguvad gaasist puhta söe oma peale. Selle protsessi läbi muutub süsiniidi läbimõõt ühesuguseks ja tema pind siledaks.

Meie lambiniit on nüüd valmis ja tuleb paigutada lambi-klaasi, millest õhk välja pumbatakse või mille sees gaasid on, mis ei sisalda hapnikku, vastasel korral ühineks hapnik kuuma sõega ja niit põleks läbi.

Süsiniidi ühendamise lambi kontakttraadiga peab väga hoolikalt tehtama, et ühendamise kohal mitte suur takistus ei tekiks. See ühendamine sünnib jälle süsivesiniku abil. Algusel läheb koht, kus süsiniit ja kontakttraat kergesti kokku puutuvad,

paha kontakti mõjul väga kuumaks, mille läbi gaasist sinna kohta puhas süsi koguneb ja mõlemad otsad nagu kokku kitib.



Joon. 1.

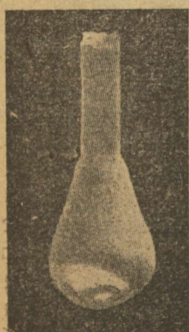
Joon. 1 on see koht musta punktina näha. Kontakttraat seisab kolmest tükist koos (vaata joon. 1). Süsiniidiga ühendatakse nikkeltraat; see osa, mis klaasi sisse sulatatakse, peab säärane aine olema, mille paisumise tegur klaasiga ühesugune on, sest ruudu võiks temperatuuri muutumisega klaasi ja kontakttraadi vahel lõhe tekkida, mille läbi õhk lampi pääseks ja selle ruttu hävitaks. Säärane nõutav omadus on plaatal. Umbes 3 mm. pikkune tükk ühendatakse nikkeltraadiga. Viimane osa, mis lambi vindega ühendatakse, on vasktraat.



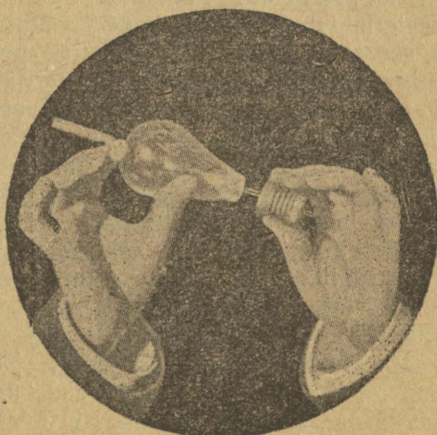
Joon. 2.

Süsiniit, mis klaasjala sisse sulatatud kontakttraatidega ühendatud (joon. 2), rändab nüüd klaasivabrikusse. Siin joodetakse lambiklaasi silindritaoline ots (joon. 3) niidi klaasjalaga kokku.

Õhu väljapumpamiseks joodetakse klaasi teise otsa külge peenike klaastoru (joon. 4),



Joon. 3.



Joon. 4.

millest valmis lambi juures ainult terav ots veel järele on jäänud. Õhk pumbatakse klaasidest välja suuremalt jaolt elavhõbeda pumpadega, milledest kaks tüüpi tarvitusel on: Sprengel'i ja Geissler'i oma. Sprengel'i tüüp on odav ja lihtne parandada. Tema pumpab ainult ühe lambi korraga tühjaks, millel ka oma head omadused, sest läheb töötamise ajal pump rikki, siis kannatab selle all ainult üks lamp. Selle pumba paha külg seisab selles, et elavhõbeda kihvtiste gaaside all töölisel väga kannatavad. Geissler'i pump, mis palju kallim ja väga õrn on, pumpab korraga 20 ja rohkem lampi tühjaks. Läheb aga tööajal üks lamp katki, siis kannatavad selle all muidugi kõik teised.

Mitmed firmad tarvitavad õhu kõrvaldamiseks keemilist protsessi. Üks viis seisab selles, et lambist esiti õhk välja pumbatakse mehaanilise pumbaga kuni  $\frac{1}{6000}$  atm. Siis eraldatakse lamp pumbast, saadetakse lambiniidist vool läbi ja aurutatakse lambi sees fosfor ära. Fosfori aurud ühinevad klaasi sees olevate gaasidega ja sünnitavad kõvad ühendused, mis klaasi seinte külge sademetena kogunevad.

## Süsiniit-lambi eluiga, praktiline kasutus-kestvus ja eritarvitus.

Süsiniit-lambid valmistatakse 10—250 voldi jaoks ja 5, 10, 16, 25, 32, 50 ja 100 N.K. suuruses.

Lambi valgustugevus kahaneb lambi tarvitamise ajaga. Lambi niidimaterjal muutub aegamööda suure temperatuuri mõjul tolmuks, see tolm langeb klaasi seinte peale ja katab viimast musta söekihiga. Materjali tolmustumisega läheb aga niit ikka peenemaks ja tema takistus kasvab. Ühesuguse näpitspinge juures väheneb niidis hävinud elektriline efekt ja sellega niidi temperatuur. Ka läheb niidi pind karedaks, mis valguse kiirgamise mõttes mitte nii kasulik ei ole kui endine sile pind.

Kõik need asjaolud kokku mõjuvad lambi valgustugevuse kahanemise peale, mis viimaks niikaugele langeb, et lambi uendamise kasulikum on. Need üksikud nähtused näitavad ka, et lambi eluiga piiratud on. Raske on aga lambi elueale aega määrata. Mõni lamp põleb läbi juba esimese tunni jooksul, mõni lamp aga põleb tuhandet tunde. Keskmise eluiga ühe lambi grupist ütleb ka vähe. 1909. a. tehti Saksamaal järgmine huvitav katse. Pandi põlema 110 V süsiniidiga lamp. Peale seda, kui lamp 24.000 tundi põlenud oli, tõsteti pinge 145 V peale, mille järele lamp veel 6000 tundi põles, kokku 30.000

tundi ehk keskmiselt  $3\frac{1}{2}$  a. Lamp oli katse lõpuole süssimust ja ainult mõõtmiseriistad tõendasid, et niit veel terve oli.

Lambi praktiline kasutus-kestvuse aeg on see aeg, mille jooksul lambi valgustugevus 20% võrra kahanenud on.

Süssiniit-lampide praktiline kasutus-kestvuse aeg on keskmiselt 500 tundi. On lamp 500 tundi põlenud, siis on lambil ta esialgsest valgustugevusest veel 80% järel.

$$\text{Lambi eritarvitus} = \frac{\text{Watt}}{\text{N.K.}}$$

On lamp 16 N.K. ja tarvitab ta 51,2 watti, siis on tema eritarvitus  $\frac{51,2}{16} = 3,2$  watti ühe küünla jaoks.

Süssiniit-lampide eritarvitus on 3—3,5 W/N.K.

Eelpool tähendatud põhjustel tõuseb lambi eritarvitus ta põlemisajaga.

Näide: 16 N.K. süssiniit-lambi eritarvitus on uuest peast 3 W/N.K. 500 põlemistunni järele tõuseb lambi eritarvitus 3,6 W/N.K. peale ja järgmise 500 põlemistunni järele 4,0 W/N.K. peale. Lamp maksab 50 mk. ja üks kWh 25 mk.

	0—500 põlemistundi	501—1000 põlemistundi
Voolukulud	$\frac{3 + 3,6}{2} \cdot \frac{500 \cdot 16 \cdot 25}{1000} = 660$ mk.	$\frac{3,6 + 4}{2} \cdot \frac{500 \cdot 16 \cdot 25}{1000} = 760$ mk.
Lambi uuendamise kulud	50 mk.	—
Kokku	710 mk.	760 mk.

501—1000 põlemistundi maksavad, kui lampi mitte ei uuendata, 760 mk., võetaks aga uus lamp, siis maksaks see põlemisaeg ainult 710 mk.

Hõõglampide valmistamisel seisab lõppsiht ja püües selles, et saada head, odavad ja ühetaolised saadused. Ei või aga mitte ühe grupi lambid kõik ühe ja sellesama pinge jaoks teha, katsumaks aga vabrik seda, siis tuleks tal neid väga suurel arvul valmistada, et neist siis välja valida näiteks täpsalt 110-voldilised. Harilikult kõigub turul olevate lampide pinged  $\pm 2\%$  ümber. Trükitab firma lambi peale 110 V 16 N.K., siis leiame nende hulgas 108 V, 110 V ja 112 V. Üheridatakse need lambid 110-voldilise võrguga, siis annavad nad umbes 18, 16 ja 14 N.K. Nende eritarvitus saab umbes 3, 3,5 ja 4 V/N.K. olema. Nendest kolmest lambist põleb normaal 108 V heledamini, tema eluiga on aga kõige lühem; normaal 112 V lamp põleb kõige

tumedamini, tema eluiga on kõige pikem, kuid voolukulud sellel lambil on kõige suuremad.

Igasugune võrgupinge kõikumine mõjub väga halvasti lambi eluea peale. Pinge tõusmisega kasvab lambi vool, seega ka niidi temperatuur. Teatavasti kahaneb aga söe takistas temperatuuri tõusmisega. Nendel põhjustel võib vool pingega tõusmisega nii suureks kasvada, et niit läbi põleb. Ei ole voolukasvamine just mitte nii äärmine, mõjub siiski niidi temperatuuri tõusmine hävitavalt ta peale, sest mida suurem temperatuur, seda rutemini tolmustub niit.

Pingetõusmisega kasvab ka lambi valgustugevus. Arvesse võttes, et valgustugevus süsiniit-lambil pingega astmel 6 kasvab, s. o. 1% pingemuutumisele vastavad 6% valgustugevuse muutumised, mõjuvad niisugused valgusemuutumised väga pahasti silma peale.

Vaheldava voolu juures on mõjuandev ainult efektiivpinge ja efektiivvool. Niidi temperatuur võib momentvoolu suurustele niidi ja lambi soojuse tagavara tõttu ainult osalt jälgida ja mida suurem niidi mass, seda vähem ta seda võib. H. Weberi mõõtmiste järele kõigub süsiniidi temperatuur 50 perioodi juures 1569 ja 1577° vahel, s. o. 8° ehk 1/2% võrra 1573° keskmise temperatuuri juures. 20 perioodi juures on tule vilkumine silmale väljakannatamata. 30 perioodi juures on tuli juba kaunis rahulik. Töökodade ja tänavate valgustamisel ei tohiks mitte alla 25 perioodi minna.

## Nernst-lamp.

Kõigil tehnilistel valguseallikatel on valgusekiirte sünnitamine võimalik ainult ühes soojusekiirte sünnitamisega. Ka elektri hõõglambi kiirgav süsiniidi pind saadab ümbruskonda teatud hulga kiiri, millest aga ainult üks väike osa valgusekiired on. See valgusekiirte osa kasvab seda suuremaks, mida kõrgem niidi temperatuur on. Valgus ei kasva aga mitte proportsionaalselt temperatuuriga, vaid vahekorras 1:5.

Süsiniit-lamp oma suure eritarvitusega ei võinud suurt poolehoidu leida, sest tema tarvitamine oli palju kallim kui petrooleumi põletamine. Gaasi hõõgtule leidmisega ilmus elektri hõõglambile veel suurem võistleja, sellepärast töötasid paljud elektrikud ülesande kallal valmistada väiksema eritarvitusega elektrivalguse allikat. Mitmete katsete järele süsiniit-lambiga jõudsid nad otsusele, et söega seda saavutada ei saa. Selge oli, et hea valguse kasutamine ainult suurema temperatuuriga kättesaadav on. Süsiniidi temperatuuri aga veel tõsta ei olnud enam võimalik, sest niit hakkas kiiresti tolmustuma ja põles ruttu läbi.

1897. a. läks professor Dr. Walter Nernst'il korda konstrueerida uut elektri-hõõglampi, mille eritarvitus palju väiksem on kui süsi-niit-lambi oma. Hõõgmaterjaliks tarvitab Nernst teise klassi juhtisid.

Kõik elektrolüüdid lahundatud olekus lagunevad nii, et üks osa moleküülidest, mis lahu erikaalust ja temperatuurist oleneb, elektrikandjatesse, s. o. ioonidesse lagunevad. Nii on ka lugu kõva elektrolüüdiga, kui teda soendatakse. Temperatuuri tõusmisega lagunevad ka tema moleküülid, mille läbi takistus, mis külmast peast väga suur on, nüüd väheneb. Suure temperatuuri juures saab teise klassi juht heaks elektrivoolu juhiks. Siia kuuluvad metalli hapendid, peaasjalikult aga magneesiumi hapend, kaltsiumi hapend, tsirkooni hapend ja ütriumi hapend. Tänapäev tarvitatakse Nernst-lambi valmistamisel peaasjalikult ainult veel ütriumi hapendit. Soendatakse ütriumi hapendist pulgakest, siis laseb ta nõrka elektrivoolu läbi, viimane aga tõstab ta temperatuuri ikka kõrgemaks ja kõrgemaks, hõõgmaterjal saab väga heaks juhiks ja hakkab ilusa valge tulena särama. Nernst-lambi põlemapanelamiseks peab ütriumipulgakest enne soendatama, mida üsna lihtsalt tiku- või piirituse-tulega teha võib.

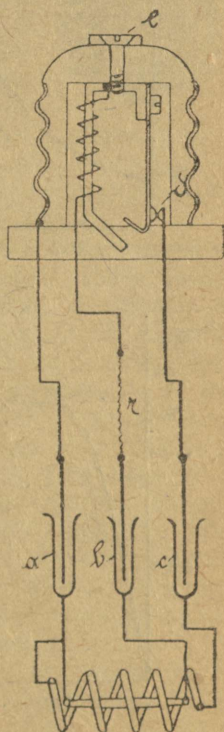
Praktikas on see aga väga tülikas, sellepärast ehitatakse praegu kõik Nernst-lambid automaat-süütajatega. Süütamiseks tarvitatakse plaatinatraati (joon. 5), mis 1 mm. paksu portselaanpulgakese peale spiraalitaoliselt mähitakse ja õhukese kihiga tulekindlast materjalist kaetakse. Niiviisi valmistatud süütaja tehakse tule abil pehmeks ja keritakse nüüd omalt poolt spiraaliks, mille sisse või lähedale hõõgmaterjalist pulgake pannakse.



Joon. 5.

Selle automaat-süütaja abil hakkab Nernst-lamp  $\frac{1}{4}$  kuni  $\frac{1}{2}$  minuti jooksul põlema. Üks Nernst-lambi headest omadustest seisab selles, et hapnik tema hõõgmaterjali mitte ei hävita, ta ei tarvitse sellepärast mitte õhuta ruumis põleda.

Lambi lülituskava näitab joon. 6. Süütaja ja hõõgpulgake ühendatakse kolme kon-



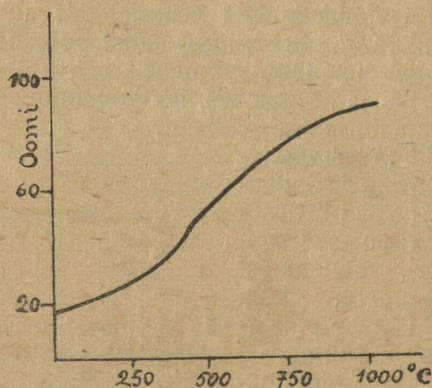
Joon. 6.

takti abil (*a, b, c*) lambiga. Süütaja ja hõõgpulgake on paralleelselt ühendatud. Vool, mis viimasest esialgu veel läbi ei pääse, voolab lambi vindest üle *a* tulles süütajast läbi ja sealt üle *c* ja vedrude *d* lambikontakti *e*. Spiraal-süütaja läheb kuumaks, soendab hõõgpulgakese, kuna lõpuks viimane voolu juhtima hakkab. Temast läbivoolav vool jõuab üle *b* läbi eeltakistuste *r* ja elektromagneedi katsa jälle lambikontakti *e*. Tekkinud magneetväli tõmbab vedru külge ja eraldab selle läbi võrgust spiraal-süütaja.

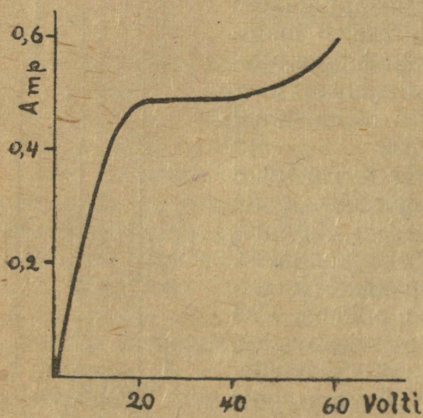
Iga Nernst-lamp peab eeltakistusega varustatud olema, sest muidu kasvaks ütrüümi temperatuur ikka suuremaks, tema takistus aga väheneks ühtelugu, mille tõttu elektrivool väga suureks

kasvaks ja lambi hävitaks. See takistus peab aga vooluga automaadiliselt kasvama. Ta valmistatakse raudtraadist, mis vesinikuga täidetud kinise klaastoru sisse pannakse.

Keemiliselt puhta raua iseäraline omadus seisab selles, et tema temperatuuri tegur  $\alpha$  kuni  $100^{\circ}$  on 0,0048, kasvab aga siis ja on  $850^{\circ}$  juures 0,018. Peale seda langeb ta jälle ruttu 0,0067 peale. Joon. 7-a näitab, kuidas elektrivooluga kuumaks aetud keemiliselt puhta raudtraadi takistus temperatuuriga muutub. Tähtis on, et selle takistus  $500^{\circ}$  ja  $750^{\circ}$  vahel proportsionaalselt temperatuuriga kasvab, mille läbi voolutugevus säärases traadis teatud piirides, vaatamata pingetõusule, konstant jääb. Joon. 7-b näitab, kuidas voolutugevus 20 ja 40 voldi vahel peaaegu ühesugune on. Kõverjoonest on näha, et



a



b

Joon. 7.

pinge kasvamisega esialgu ka vool kasvab. On raud-vesiniku takistuse näpitspinge umbes 20 voldini jõudnud, siis muudab ta oma takistust nii tugevasti, et lambi vool konstant jääb. On pingekõikumine suurem kui 20 volti, siis kasvab vool ja peenike raudtraat, mille läbimõõt umbes 0,05 mm., põleb muidugi läbi.

Nernst-lambid valmistatakse 100—300 voldi jaoks. Voolutarvitus on 0,2—1,0 A. Lambi eritarvitus on keskmiselt 1,5 W/N.K., ta kõigub aga 0,8—18 V/N.K. vahel, on madalpinge lampidel (110 V) suurem ja kõrgepinge lampidel (220 V) väiksem. Voolu-  
tugevus on, nagu näha, piiratud, sest on võimatu valmistada hõõgpulgakesi alla 0,2 A. ja üle 1,0 A. jaoks. Suurematel lampidel pannakse 3 ja rohkem üttriimi pulgakest ritta (joon. 8).

Lambid 0,25 A ja 110 või 220 V jaoks annavad 14 ehk 40 N.K. 1,85 ja 1,56 W/N.K. eritarvitusega, niisugused 0,5—1,0 A ja 200—300 V

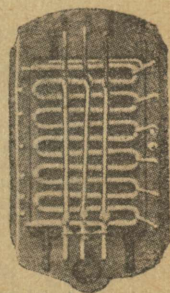
jaoks annavad 75 kuni 250 N.K. 1,5 ja 1,3 W/N.K. eritarvitusega. Kõige suurem tüüp, mida A.

E. G. valmistab, tarvitab 3 A 200 kuni

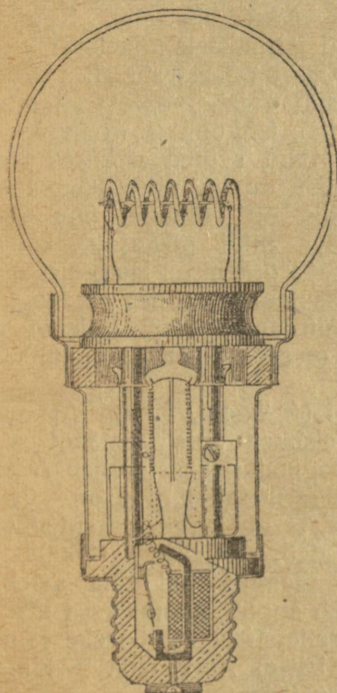
260 V juures, tema eritarvitus on 0,82 W/N.K. ja annab 800 N.K.

Nernst-lambid valmistatakse alalise ja vaheldava voolu jaoks. Esialgu oli Nernst arvamisel, et alaline vool hõõgmaterjali elektrolüütiliselt lahutab, kuid varsti tõendas Bose eksperimentaalselt, et see nii ei ole. Katodi juures äralahutatud metall ühineb õhu hapnikuga ja muudab ennast jälle hapendiks. Vaheldava voolu juures ei või elektrolüüsil mingit tagajärge olla, sest praegu ühe elektroodi juures tekkinud metall ühineb järgmisel nabavahetusel seal kogutud hapnikuga jälle hapendiks.

On leitud, et alalise voolu lampide nabade muutmise hõõgmaterjal ruttu pudeneb ja katki läheb. Sellepärast tähendab vabrik lambi peal nabad ära.



Joon. 8.



Joon. 9.

Ka ei tohi alalise voolu lampi, mis = märgitud, vaheldava voolu jaoks tarvitada, ja vaheldava voolu lampi, mis ~ märgitud, alalise voolu jaoks tarvitada.

Nernst-lambi eluiga oleneb väga palju konstant võrgupingest. Vähemate pingekõikumiste paha mõju hävitab raudvesiniku takistus ära. Lambi eluiga on umbes 800 tundi.

Lambid ehitatakse horisontaal-, vertikaal- ja loogataolise hõõgpulgaga ja on varustatud Edisoni normaalvindega (joon. 9, v. lhk. 15). Hõõgpulgake on 20—30 mm. pikk ja 1 mm. jäme.

## Metallniit- ja metalltraat-hõõglambid.

### O s m i u m - l a m p .

Nernst-lambiga, oli võrreldes süsiniit-hõõglambiga, küll suur ökonoomia kätte saadud, kuid see ei rahuldanud veel elektrotehnikuid. Püüti lambi eritarvitust ikka väiksemaks teha. Selleks oli aga vaja leida ained, mis vastaksid järgmistele nõuetele: hea voolujuht, odav ja raskesti sulatatav. Katsed õnnestusid alles selle aastasaja algul, kusjuures peaaegu ühel ajal firmade poolt tarvitusele võeti järgmised metallid: osmium, tantal, tsirkoon ja wolfram.

Metallniit-lampide valmistamisel tulid suured raskused ära võita. Et metallide takistus väga väike on ja niidi jämeduse miinimumiga äärmise piirini jõuti, siis oli võimalik nõutavat üldist lambi takistust ainult veel vastava niidi pikkusega kätte saada. Mida pikem aga lambi niit, seda õrnem on lamp mehhaaniliste mõjude vastu, ka valguse ärakasutamise mõttes on lühem niit kasulikum kui pikk. Iga metallniit-lamp töötab sellepärast seda ökonoomilisemalt ja tema eluiga on seda pikem, mida lühem lambi niit on.

1898. a. nõudis gaasi hõõglambi ülesleidja, tuntud Austria valgustustehnik Dr. Karl Auer von Welsbach omale patendi esimese metallniit-hõõglambi peale. Hõõgmaterjaliks tarvitab Auer osmiumi, mis kui kõige raskemini sulav metall tuntud on. Osmium leidub looduses seltsis plaatinaga, ta on kõige raskem aine, ta aatomikaal on 198,6 ja ta erikaal 22,5. Aetakse ta 2500° C. kuumaks, millise temperatuuri juures plaatina kui tina sulab, siis läheb ta ainult pehmeks ja muutub apraks, sinimustaks massiks. Osmiumi ümbertöötamine on sellepärast väga raske ja et teda traadiks tõmmata ei saa, siis katsus Auer teda traadina võita. Aueri traadivalmistamise viis on järgmine.

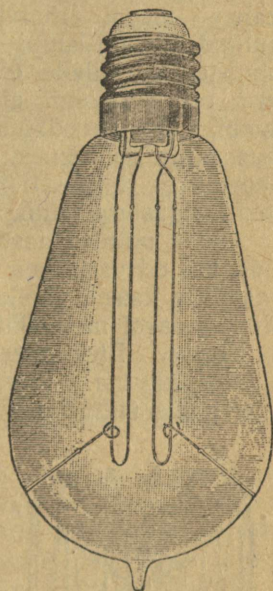
Metalltraadi peal saadakse osmium sadena. Siis saadetakse metalltraadist elektrivool läbi ja aetakse niiviisi osmiumi-

kiht kuumaks. Peale selle tõstetakse gaaside abil temperatuur nii kõrgeks, et metalltraat ära aurab. Jääb järele osmiumist torutaoline, plaatina-värviline ja vähe elastiline niit. Nüüd tõmmatakse seda osmiumi keemilise ühenduse lahuga nii kaua üle, kuni ta viimaks küllalt jämedaks on läinud. Et niidi läbimõõt ühesugune oleks, tõmmatakse ta veel niiskest peast vastava jämedusega august läbi ja pannakse siis kuivama. Peale kuivamist antakse talle see kuju, mis tal lambis olema peab ja lõpuks kuumendatakse veel lühikest aega. Niit on nüüd valmis. Et niit kaunis abras, siis toetatakse teda lambiklaasi külge kinnitatud tugede abil. Niidi klaasjala sulatamine lambiklaasi külge ja õhu väljapumpamine sünnib harilikul viisil. Osmium-lambis on harilikult kaks kuni kolm niiti sees, mis järjestikku lülitatud on (joon. 10).

Niidi väikese takistuse pärast on võimalik valmistada osmium-lampisid ainult kuni 77 V jaoks „Saksa Gaashöõgtule Aktsiaselts“ (Auer-Aktsiaselts), kes osmium-lampide ainuvalmistaja on, valmistab neid 16 77 V ja 10—32 N.K. Lambi eritarvitus on 1,4—1,5 W/N.K.

Et osmium-lampi ainult kuni 77 V valmistada võib, siis ei ole võimalik teda harilikude võrgupingete juures üksikult tarvitada, mis teda muidugi vähe praktiliseks teeb. 110 V juures lülitatakse 3 lampi à 37 V ja 220 V juures 3 lampi à 77 V järjestikku

Osmium-lambi kui ka kõigi teiste metallniit-lampide väga hea omadus on see, et ta harilikude võrgupinge kõikumiste vastu pea sugugi mitte tundlik ei ole. Osmium-lambi pinget võib poole võrra suurendada, ilma et niit sealjuures läbi põleks. See tuleb sellest, et osmiumi kui ka teiste metallide takistus temperatuuri tõusmisega kasvab, kuna ta söe juures kahaneb. Osmiumi takistus on põlemisel kuumast peast ligi 9 korda suurem kui külmas olekus. Et osmiumist niit süsinikku ei sisalda, siis ei lähe lambiklaas põlemise ajal ka mustaks. Osmiumi-lambi kui ka teiste metallniit-lampide iseäralik omadus on see, et nende valgustugevus esimese 200 tunni jooksul umbes 10% võrra kasvab, alles peale seda aega hakkab valgus üsna aegamööda kahanema; on lamp näiteks 800 tundi põlenud, siis ei ole valgustugevus mitte



Joon. 10.

20% võrra, vaid ainult 4% võrra kahanenud. Eelpool defineeritud praktilist kasutuskestvust ei või meie sel kujul enam mitte iga metallniit-lambi kohta tarvitada.

Osmium-lambi eluiga on 800—1000 tundi.

Osmium-niit on põlemisel kaunis pehme, sellepärast võib lampi ainult vertikaalselt allarippuvana tarvitada.

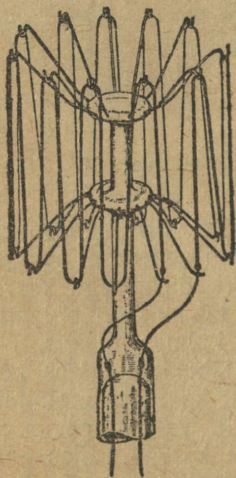
### Tantal-lamp.

Nernst- ja osmium-lambid, vaatamata nende heade omaduste peale — madal eritarvitus ja valge, päikese taoline tuli — ei suutnud süsiniit-lampi kõrvale tõrjuda, sest peale nende kõrgete valmistamise kulude ei või Nernst-lamp kohe põlema hakata, kuna osmium-lampi ainult järjestikku lülitamisel tarvitada võib. Lambi, millel tähendatud pahad omadused puuduvad ja mille eritarvitus mitte suurem ei ole kui eelmiste lampide omad, saatis Siemens ja Halske 1905 a. turule, mis järgmiseks edusammuks elektrivalgustuse tehnikas nimetada tuleb.

Juba mitmed aastad katsus firma Siemens ja Halske metalli leida, mis odava ja hea hõõglambi valmistamiseks kõlbaks. Pike-maajaliste katsete järele leiti tantal kõige kohasem olevat. Tantalit sisaldavat metallikivi leitakse Ameerikas, Austraalias, Rootsisis ja Norras. Elektrokeemilisel teel saadakse sellest metallkivist tantalit pulbrina. See pulber sisaldab veel rohkesti kõrvalisi aineid, mis mitmekordse sulatamisega hävitatakse.

Keemilise puhta tantali erikaal on 16,8. Värv pooltest on ta vähe tumedam kui plaatina, mehaanilisel teel võib teda valtsimisega õhukeseks plekiks teha ja kõige peenemaks traadiks tõmmata. Aetakse tantal punaseks ja taotakse vasaraga, siis läheb ta kõvaks kui teemant. Siemens ja Halske valmistab tantalist väga häid puurisid. Vakuumis kannatab tantal 2300° C. välja, kuna plaatina 1775° C. juures sulab.

Hõõglambi jaoks tõmmatakse tantalist traat kuni  $\varnothing 0,03$  mm. Väikese läbimõõdu peale vaatamata võib niisugune traat veel 200 g kanda. Et tantal-lamp ka 110 V ja 220 V jaoks valmistada tuli ja tantali eritakistus väike on, siis tuli abinõud leida, et umbes 0,65 m. pikka traati otstarbekohaselt lambiklaasi sisse paigutada. Firma tegi seda järgmiselt. Klaas-



Joon. 11.

pulga ottesse sulatatakse traadikandjad vihmavarju taoliselt teineteisest isoleeritult sisse, kandjate peale mähitakse hõõgtraat siksak kujuliselt. Seda printsiipi hakkasid ka teised firmad tarvitama (joon. 11).

Tantal-lambid tehakse 20—240 V jaoks ja 5—50 N.K., nende eritarvitus 1,5 W/N.K., valgustugevus kasvab esialgu 10% võrra ja peale 1000 tunni on ta 30% võrra langenud. Lambi praktiline kasutuskestvus on 500—600 tundi. Põlemise ajal muutub traat palju. Nimelt läheb peale pikemat aega ta esialgne sile ja läikiv pind karedaks, traat ise väga apraks. Ka on traat kokku tõmbunud ja lühemaks läinud, traadi käänaku kohad, mis uuel lambil kandjate otstel (joon. 11) ümmargused olid, on nüüd teravaks nurgaks muutunud. Imelik on tantal-lambil järgmine omadus. Kuna teistel lampidel hõõgniidi läbipõlemine lambi majandusline surm on, põleb tantal-lambi hõõgtraat tihti mitu korda läbi, sulab sealjuures aga kohe kokku ja põleb vähenenud takistuse tõttu heledamini kui enne. Tantal ei tolmuistu mitte sel määral kui süsiniit, tema takistus kasvab põlemisel viiekordseks ja kannatab sellepärast rohkem pingekoikumist kui süsiniit-lamp.

### Wolfram-lambid.

1906 a. saatis Auer-Aktsiaselts turule esimesed ühewattilised lambid, nad nimetatakse osram-lampideks. Hõõgmaterjaliks tarvitatakse wolfram. Sõna osram on lihtsalt kokku liidetud kahest sõnast: Os[mium]-[wol]fram.

Hõõglambi tehnika arenemiseks nii väga tähtis metall wolfram ei leidu looduses puhtal kujul, vaid wolframsooladena ja wolframiidina peaaesjalikult Saksamaal, Austrias, Rootsis ja Ameerikas. Tema aatomikaal on 183 ja erikaal 19. Wolfram sulab 3200°C juures. Et wolfram väga abras on, siis ei olnud esialgu võimalik teda otsekohe ümber töötada, ja hõõgniit tuli kunstlikult valmistada.

Aueri niidivalmistamise printsiip on järgmine. Wolframpulbrist tehakse süsinikku sisaldavate sideainetega, nagu tõrv või süürup, pasta. See pasta pressitakse suure rõhumisega teemandi sees oleva augu läbi peeneks niidiks. Nüüd kuivatatakse niit ja pannakse siis õhukindlasse ahju, milles niisked ja vesinikku sisaldavad gaasid on. Ahjus aetakse niit esialgu vähe ja pärast äärmiselt kuumaks, nii et niit seda temperatuuri veel parajasti kannatada võib; see temperatuur on palju kõrgem kui see, mis niidil on, kui ta pärast lambis hõõgub. Selle protsessi abil põletatakse süsinik niidist välja ja metallipulber nagu sulab kokku.

Firma Just ja Hanamann'i niidivalmistamise viis on järgmine. Wolframi kloriidihapendid muutuvad kõrge temperatuuri juures wolframmetalliks, kloorhappeks ja veeks. Pannakse peenike süsiniit wolframi kloriidihapendi aurudega täidetud retorti, siis kogub niidi peale sädemena puhas wolfram. See wolframiga kaetud süsiniit pannakse õhukindlasse ahju, kus kuumendamise läbi süsi teda ümbritseva wolframiga keemiliselt karbiidiks muudab. See protsess sünnib mõne minuti jooksul. Süsiniidi läbimõõt on 0,02–0,06 mm. Wolframkarbiidi- niidil on särav valge värv. Süsiniku täieliseks ärapõletamiseks kuumendatakse wolframkarbiidi niit vesinikuga täidetud ruumis, mille järele puhas wolframmetallist niit järele jääb.

Wolfram-lampide eritarvitus on 1 W/N.K.

Walgustugevus kasvab esialgu kuni 10% ja langeb siis lõpuks 5% võrra. Tihti tuleb ette, et lambiklaas peale pikemat põlemisaega mustaks läheb; see tuleb sellest, et niidi valmistamisel mitte kõik süsinik ei ole välja põletatud, mis asjaolu lambi valgustugevuse kahanemise peale tuntavalt kaasa mõjub. Wolfram-lambid valmistatakse igasuguste pingete jaoks (2–260 V) ja 1–1000 N.K. Nad ei kannata pingekõikumiste all peaaegu sugugi. Nende hõõgniit on aga kaunis õrnatundeline ja ei kannata palju põrutamist. Nad võivad põleda igasuguses seisus.

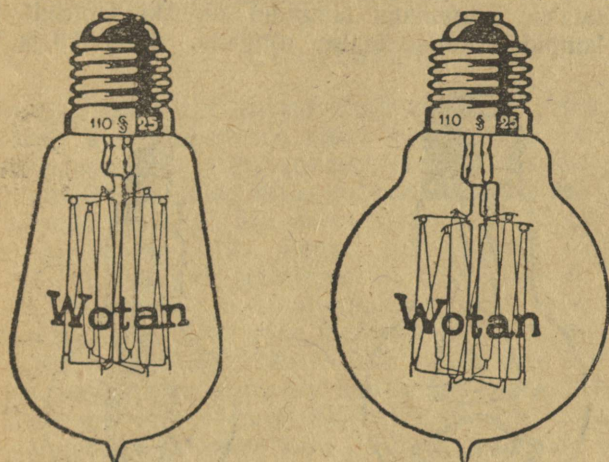
Wäga ruttu üksteise järele läksid kõik teised lambitööstused wolframi peale üle ja tänapäev tarvitatakse metallniit-hõõglampide valmistamiseks ainult veel wolframi. Tsiirkoonil, mida mõned firmad, võib olla, ehk veel tarvitavad, on peaaegu needsamad omadused kui wolframil.

1908. aastal läks Siemens ja Halske firmal 4 a. kestvate katsete järele korda wolframist hõõgtraati tõmmata nii kui tantalistki. Seda Siemens ja Halske leidust peab üheks kõige suuremaks edusammuks elektrivalgustuse tehnikas lugema, sest selle abil on lamp loodud, mis mitte üksnes palju ratsionaalsemalt ei põle kui süsiniit-lamp, vaid hõõgtraadi vastupidamise mõttes söe- niidiga vast üheväärliline on.

Wolframpulber pressitakse suure rõhumise abil pulkadeks kokku. Mitmekordse vasardamisprotsessi järele muutub kokkupressitud wolframpulber nii homogenseks materjaliks, et teda nüüd teemandi läbi kõige peenemaks traadiks tõmmata võib (kuni 0,01 mm.). Niisuguse õige peene traadi tugevus on 70000 kg/sm<sup>2</sup>, milline tugevus pikema hõõgumisaaja järele aga väheneb. Wolframi eritakistus on 0°C juures 0,06 7. Normaalne põlemis-temperatuur on 2100°C, selle temperatuuri juures on takistus umbes 12 korda suurem.

Wolframtraat-lampide eritarvitus on 1 W/N.K. Heade lampide põlemisaeg on 1500 kuni 1800 tundi.

Vaatamata selle peale, et traadil süsinik ptuudub, tekib pikema põlemisaja pärast niidi-äraauramise ja tolmustumise mõjul siiski klaasi peale tume kate, kuid viimasel ajal on korda läinud õige vähesese kloori abil musta katet kollakaks wolframkloriidiks muuta. Sellepärast võib wolframtraat-lampisid tarvitada kuni nende majanduslise surmani.



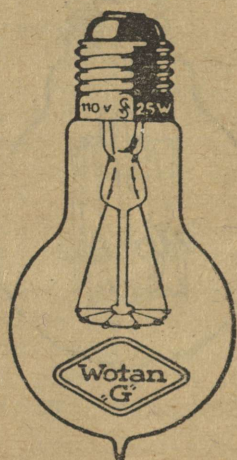
Joon. 12.

Siemens nimetab oma wolframtraat-lampisid „wotan“-lampideks. See sõna on jälle kokku liidetud järgmistest sõnadest: wo[lfram]-ta[n[tal] (joon. 12).

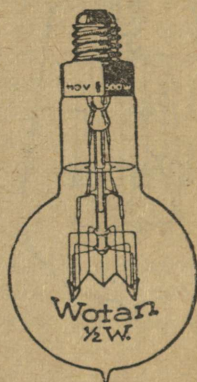
### Gaasiga täidetud hõõglambid.

Kõige uuem saavutus hõõglambi tehnikas on paljuküünlaline, tihti veel nimetatud poolwattlamp. Nende ja senini tuntud hõõglampide vahe seisab selles, et esimeste hõõgniit mitte õhuta ruumis, vaid lämmastikuga või viimasel ajal haruldaste gaasidega, nagu argoon, neon ja teised, 2–3 atm. surumise all täidetud ruumis põlevad. Selle tõttu võib wolframi temperatuuri tõsta (normaalne põlemis-temperatuur  $2500^{\circ}\text{C}$ ), ilma et ta ära aurama hakkaks, ja valguse kasutamine tõuseb selle läbi märksa suuremaks. Hoidis vakuum hõõgmaterjali hapendamise eest ja oli

ta hea kaitse hõõgniidi soojuse kiirgamise vastu, siis tuli gaasiga täidetud lambile iseäraline abinõu leida, et soojuse kaotust võimalikult vähendada. Hõõguv traat annab seda rohkem soojust teda ümbritsevale õhule või gaasile edasi, mida pikem see traat on, soojuse edasiandmine ei olene pea sugugi traadi läbimõõdust. Seda arvesse võttes tuli konstrueerida võimalikult lühike hõõgniit, mis sel teel saavutati, et pikk ja peenike wolframtraat kruvitaoliselt keerati, kusjuures üksikud keerud teineteisele nii lähedal seisavad kui võimalik. Nõnda valmistatud niit kinnitatakse suurematel lampidel sik-saki taoliselt ja väiksematel lampidel horisontaalse rõngana. Joon. 13 ja 14 näi-



Joon. 13.



Joon. 14.

tavad Siemens-Schuckerti gaasiga täidetud lampe; lambid joon. 13 järele valmistatakse 25- kuni 100-wattilise kogutarvituse, lambid joon. 14 järele 150- kuni 1500-wattilise kogutarvituse jaoks. Gaasiga täidetud lampide kaelad on pikemad kui vakuumi lampidel, sellepärast et hõõgniidi poolt kuumaks aetud gaasid mitte lambi pära peale ei mõjuks. Ülemine ruum mõjub nagu gaaside jahutaja ehk kondensaator. Lambiklaas läheb põlemisel väga tuleseks, sellepärast peab temast eemale hoidma tulekardetavad ained.

Gaasiga täidetud hõõglambid valmistatakse 25 wattist kuni 2000 wattini. Suured lambid tarvitatakse projektsioonlampidena ja ka helgiviskajatena. Nende eritarvitus on suurematel lampidel kuni 500 N.K. 0,5 W/N.K., kuna vähematel lampidel üle selle ja kõige väiksematel koguni üle 1 watti on. Sellepärast ei ole nende nimetamine poolwatt-lampideks sugugi mitte õigustatud. Suuremad

lambid nimetatakse vabriku poolt poolwatt-lampideks (Joon. 14), kuna vähemad gaasiga täidetud lampideks nimetatakse. (Joon. 13).

Vähemate lampide valguse kasutamine on palju parem kui paljukuünlaliste oma, kõige väiksemate eritarvitus ei ole sugugi parem kui vakuumi lampide oma, esimeste lampide tuli on aga valgem ja nende valguse jaotus niidi tsentreerimise tõttu on parem.

## Leeklambid.

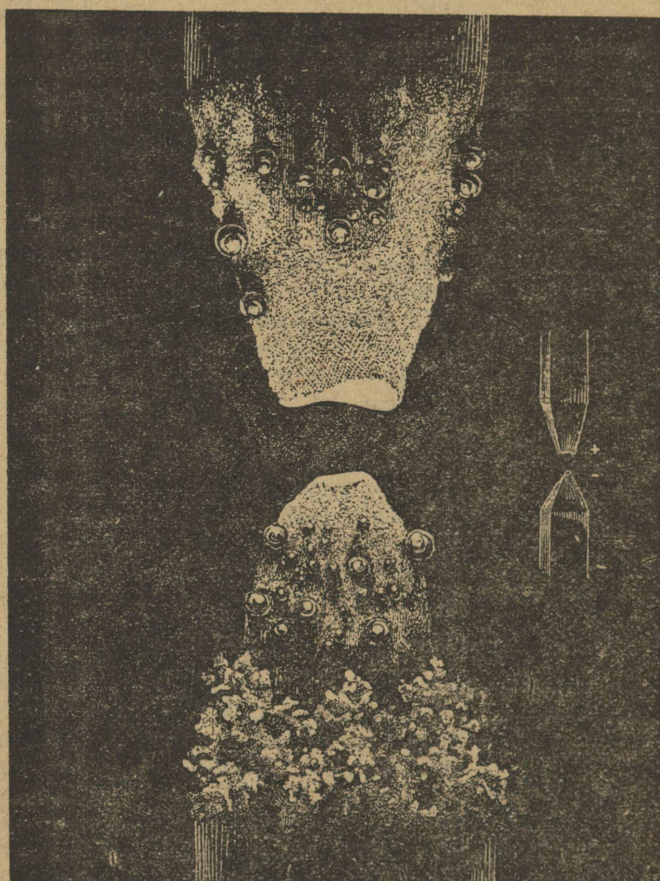
### Looktuli.

Voolab elektrivool kahest süsipulgast läbi, siis leiab ta sellel kohal, kus süsipulkade otsad kokku puutuvad, suure üleminekutakistuse, mille läbi süsimoleküülid selles kohas ägedasti võnkuma hakkavad, mida meie soojuseks nimetame. Siinjuures põleb nendest üks osa ära, kuna teine osa valgeni kuumaks aetakse ja voolu sihis pulgast ära kistakse. Tõmmatakse nüüd süsipulga otsad teineteisest eemale, siis ei kustu tuli mitte ära, vaid läheb veel valgemaks ja süte otste vahel tekib särav loogakujuline tuli, mille ülesanne on voolu kui sild ühest otsast teise otsa juhtida. Kahe süte vahel olev tuli omandab ainult siis loogataolise kuju, kui süsipulgad horisontaalselt seisavad. Ülespoole tõusev kuum õhuvool kisub tule kaasa ja annab temale sellepärast ka looga kuju. Füüsik Davy, kes seda katset juba 1808. a. esimesena tegi, nimetas selle uue nähtuse „looktuleks“. Et aga käesoleval ajal süsipulgad lampides, peale helgiviskajate, vertikaalselt asetatakse, siis ei või loogast enam juttu olla ja meie moodsate lampide nimetamine Davy järele ei oleks enam hästi kohane. Meie nimetame edaspidi kõik elektrilambid, mis kahe süsipulkade otste vahel tekkinud tuleleegiga valgust annavad, leeklampideks.

On tuleleek mõnda aega põlenud, siis näeme, et see süsipulga ots, mis vooluallika positiivse nabaga ühendatud, kraatri-taoliselt õõnsaks muutunud on, kuna teine ots teravaks on läinud. See tuleb sellest, et positiivsest sõest, mille temperatuur kõrgem kui negatiivse oma, elektrivool sõe tükikesed kaasa kisub ja need negatiivse sõe peale jätab (joon. 15). Saadetakse süsipulkadest vahelduv vool läbi, siis lähevad mõlemad sõe otsad teravaks.

Süte otste temperatuur on väga kõrge ja ulatub 4000° C., kuna tuleleegi temperatuur veel kõrgem on. Tuleleegi väga suure temperatuuri peale vaatamata on sünnitatud soojusehulk siiski õige väike. Nii sünnitab leeklamp, mis 6 A-ga põleb, tunnis 200 kalooriat, kuna 12 gaasi-hõõglampi, mis kokku

eeklambi valgustugevusele vastavad, tunnis 5000 kalooriat  
 ünnitavad. Sellest võime järeldada, et leeklambi valguse kasu-  
 amine palju parem on.



Joon. 15.

Leeklambi valgustugevus tuleb kolme -allika  
 vahel ära jagada:

positiivne elektrood . . . . .	85%
negatiivne elektrood . . . . .	5%
tuleleek . . . . .	10%

Neil põhjustel tarvitatakse positiivset elektroodi oma kraatritaolise otsaga harilikult pealpooleks sõeks, tema õnar, mis reflektorina mõjub, kiirgab kõige suurema valguse allapoole.

Iga leegi pikkuse jaoks on minimaalne pinge olemas, mille muutmisega leek mitte enam rahulikult ei põle ja sisisema hakkab. Pinge on alalise voolu jaoks 40—47 V ja vaheldava voolu jaoks 27—32 V.

Tabel II.

Alaline vool.			Vahelduv vool.		
Vool amp.	Pinge voltides.	Leegi pikkus mm.	Vool amp.	Pinge voltides.	Leegi pikkus mm.
2	40	0,8	6	27	1,5
4	42	1,5	10	28	1,7
6	43	2	12	28	1,8
8	44	2,5	16	29	2,0
10	45	3	20	30	2,3
12	46	3,5	25	30	2,4
16	47	4	30	32	2,5

Negatiivse elektroodi otsast võib ära tunda, kas leek normaalpingega põleb või mitte. On pinge väiksem kui normaalpinge,

siis muutub koonuse taoline sõe ots teravaks, vähendatakse pinget veel, siis tekib negatiivse sõe otsas väike kerake, mis seeneks nimetatakse (joon. 16, 17, 18). Tõuseb pinge liiga kõrgeks, siis läheb terav ots ikka enam ümmarguseks. Proua Ayrton'i järele tekib seen positiivse sõe kraatrist negatiivse sõe peale kogunenud sõetolmust. Mida pikemaks kas-



Joon. 16.



Joon. 17.



Joon. 18.

vaab leek, seda vähem koguneb kraatrist negatiivse elektroodi poole paisatud sõest viimase otsa peale ja seen kaob lõpuks üsna ära.

Peale soojuse ja valguse nähtuste mõjub leek veel akustiliselt, nimelt võib ta sisiseda ja ümiseda. Proua Herta Ayrton on neid akustilisi nähtusi põhjalikult uurinud ja leidnud, et liiga pikk look häält teeb, nagu keeks vesi, langeb pinge vähe alla normaal-pinget, siis hakkab leek kahisema kui tuul; langeb pinge veel, siis hakkab leek sisisema ja vilkuma, sealjuures ilmuvad leegis paelataolised heledad ja tumedad tiirlevad viirud.

Leegi värv on sinikas-valge, ta on seda valgem, mida suurem elektroodi vahe, ja seda sinisem, mida väiksem see vahe. Leegi värv võib muutuda, kui sütele juure lisatakse hapendeid, soolasid või elementaarseid aineid.

T a b e l III.

Lisa sütele.	Leegi värv.
Tsink (Zn)	valge
Raud (Fe)	heleviolet
Raua alahapend (FeO)	violet
Kaltsiumi hapend (CaO)	punane
Fluorkaltsium (CaF <sub>2</sub> )	kollane

Leegi takistus seisab oomilisest ja ebatahistusest koos. Tarvitab leeklamp 45 V-ga 10 A., siis on tema takistus

$$r = \frac{e}{i} = \frac{45}{10} = 4,5 \Omega$$

Leeklambi üldine oomiline takistus seisab koos järgmistest üksikutest takistustest:

positiivne elektrood . . . . .	0,3 $\Omega$
negatiivne elektrood . . . . .	0,6 $\Omega$
õhukiht . . . . .	0,2 $\Omega$
magnetmähe . . . . .	0,1 $\Omega$
Kokku . . . . .	1,2 $\Omega$

Selle oomilise takistuse järele tarvitaks aga lamp kõigest

$$e = i \cdot r = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ V.}$$

Mis otstarbeks ülejääv osa, s. o.  $45 - 12 = 33 \text{ V}$  ära tarvitatakse, või mis asjaolu sünnitab ebatahistuse  $4,5 - 1,2 = 3,3$  oomi?

Ollakse arvamisel, et leegis tekib vastu-elektromootorne jõud, mille hävitamiseks 33 V. vaja läheb. Selles arvamises oldi kaua aega ja veel tänini leiavad mõned selle õige olevat. Uuemaajaline teadus aga ütleb, et elektrootidide vahel tekib väga õhuke gaasi-kiht, mille takistus kõne all oleval lambil just 3,3 oomi on.

Töötab leeklamp vaheldava vooluga, siis ei või juttu olla ühest positiivsest ja negatiivsest elektrootidist, sest süsi, mis ühel silmapilgul oli positiivne, on järgmisel silmapilgul voolusihhi muutmise tõttu negatiivne. Sellel põhjal on mõlemate süte valgustugevus ühesugune. Tabelist II on näha, et leegi alalhoidmiseks vaheldava vooluga väiksemat pinget tarvis on kui alalise vooluga. Selle peapõhjuseks on, et vaheldava vooluga süsi rutemini ära põleb, mille tõttu leegi gaaside voolujuhtivus suurem on. Sõe kiire ärapõlemine tekib rohke hapniku pärast; voolutugevuse muutmiseiga paisub leek ja tõmbub kokku, milline protsess rohkem hapnikku juure voolama sunnib.

Iseäraliseks nähtuseks vaheldava voolu leegil tuleb nime-  
tada, et teatud metallidest, nagu tsink, antimoon, kadmium, vis-  
mut ja vask, valmistatud elektrootidide vahel ei teki leeki. Alles  
1000 V peale tekib ka nende elektrootidide vahel leek. Ameerika  
insener A. Wurts, kes neid metalle piksekaitstjate valmistamiseks  
tarvitama hakkas, seletab seda sellega, et leegi tekkimisel muu-  
tuvad metalli hapendid auruks, viimaste voolujuhitavus on aga  
väga väike ja nad sunnivad leeki ära kustuma.

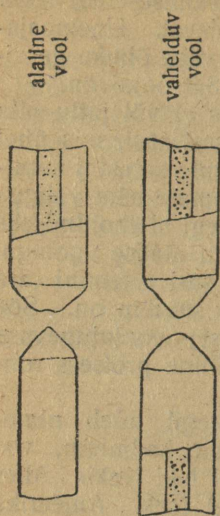
## Leeklambi elektrootidid.

Elektrootidide keemilised ja füüsilised omadused mõjuvad väga leeklambi töötamise peale. Nende mõõtudest oleneb nende eluiga ehk leeklambi elektrootidide uuendamise aeg, nad peavad võimaldama, et leek rahulikult põleda võib, tuhahulk peab väike olema ja nende hind mitte kõrge.

Sõe elektrootidide mõõdud on kindlaks tehtud igasuguste voolusuuruste jaoks katse abil. Et positiivne elektrootid peaaegu kaks korda nii ruttu ära põleb kui negatiivne, siis tehakse viimase läbimõõt ligi kaks korda väiksem kui positiivse elektrootidi oma. Vaheldava voolu lampidel on elektrootidide läbimõõt ühesugune.

Elektrootidide põlemisaeg oleneb nende pikkusest. Keskmiselt põleb tunnis 1,5 cm. ära. See arv oleneb aga elektrootidi materjalist ja hapniku rohkusest. Sõe-elektrootidid ei tohi mitte lõpuni ära põleda lasta, vaid umbes 5-sm ots peab järele jäetama, muidu sulaksid lambi kontaktid ära. Seda arvesse võttes võib sõe-elektrootidide põlemisaega välja arvata. Nii põle-

vad näiteks 20 sm



Joon. 19.

pikkused elektroodid 10 tundi ja 29 sm pikkused elektroodid 16 tundi.

Et leek mitte ei tiirleks ja kontsentreeritult põleks, varustatakse alalise voolu leeklampidel positiivne elektrood tahiga. Taht on harilikult grafiidi ja vedela klaasi segu. Vaheldava voolu lampidel on mõlemad söed tahiga. Elektroodid tahiga nimetatakse tahtsüteks, ilma tahita homogeensüteks (joon. 19).

Elektroodide valmistamiseks tarvatakse peaaesjalikult tahma, siis veel koksi, grafiiti ja puusütt. Kõik nimetatud ained peavad täitsa puhtad olema ja põlemisel vähe tuhka andma. Söe-elektroodid valmistatakse järgmiselt. Tooresaine jahvatatakse peeneks ja sõtkutakse siis mingisuguse sideainega, näiteks tõrvaga taignaks. See taigen lõigatakse hüdrauliliste presside abil terasmundstükist läbipressitult tükkideks ja pannakse siis ahju, milles temperatuur kuni 2000°C hoitakse, kus taigen küpseb homogeenseks aineks. Hea söe-elekt-

rood peab õige kuiv olema, tal ei tohi palju pragusid olla (iseäranis põigiti praod) ja ta kõla peab metalli taoline olema.

## Alalise voolu leeklambid.

### Leeklampide lülitusviisid.

Elektroodide ärapõlemisega kasvab süteotste vahe ikka suuremaks, temaga kasvab aga ka õhusamba takistus ja leek kustub viimaks ära. Et lambi valgus konstant jääks, peab elektroodide vahe ühesuurune hoitama, nii palju kui nad ära põlevad, nii palju peavad nad teineteisele lähemale liigutatama. See elektroodide vahe reguleerimine sünnib kahel viisil:

a) magnetkatsa tõmbab oma sisse raudpulga, mille liikumine otsekohe või mehhanismi abil elektroodide peale üle kantakse;

b) elektromagnet tõmbab ankru külge, selle läbi hakkab mehhanism töötama, mille liikumisjõuks sütehoidja kaalu tarvitatakse.

Lükatakse ainult üks süsi edasi, siis vajub ühes süte ärapõlemisega leek ikka rohkem allapoole. Reguleeritakse aga mõlemaid

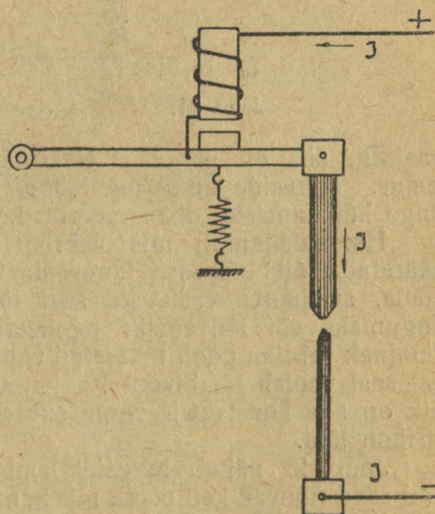
elektroode siis püsib leek endises seisus paigal. Viimast reguleerimisviisi tarvitatakse enamasti kõigi leeklampide juures. Elektromagnetite magnetvälja sünnitamiseks võib muidugi ainult lambi voolu tarvitada. Kahaneb lambi vool, siis peab reguleer-mehanism süte vahet vähendama, kasvab lambi vool, siis peab süte vahet suurendama. Reguleer mehhanismi otsekohene ülesanne on seega leeklambi võime — vool  $x$  pinge konstant hoida. Magnetvälja sünnitamiseks võib magnetkatsa leegiga järjestikku lülitada, katsast voolab läbi terve lambi vool, elektromagnet reageerib siin üksikutele voolu võnkumistele. Nii lülitatud lambid nimetatakse peavoolu-lampideks.

Magnetvälja sünnitamiseks võib aga ka ainult üht osa lambi voolust tarvitada, katsa ühendatakse leegiga paralleelselt, ta reageerib pingekõikumistele. Need lambid nimetatakse haru-side-lampideks.

Kolmas lülitusviis tarvitab mõlemaid esimesi metoode kokku, nii et reguleer-mehanism nii voolu- kui ka pingekõikumistele reageerib ja seega väga õrnatundeline on. Viimased lambid nimetatakse differentsiaal-lampideks.

### Peavoolu-lamp.

Joon. 20 on peavoolu-lambi lülituskava näidatud. On leegil normaalpikkus, siis on vedru ja elektromagneti jõud tasakaalus. Niipea kui vool süte vahet suurendamisega kahaneb, on elektromagneti külgetõmbejõud väiksem kui vedru oma ja viimane tõmbab positiivse elektroodi allapoole. Kasvab aga süte otste vahet vähenemisega vool liiga tugevaks, siis on elektromagneti külgetõmbejõud suurem kui vedru oma ja tõmbab positiivse sõe ülespoole. Peavoolu-lamp reguleerub seega konstant voolu peale. Peavoolu-lamp hakkab põlema ainult siis, kui elektroodide otsad kokku puutuvad. On lamp kustunud, siis peab

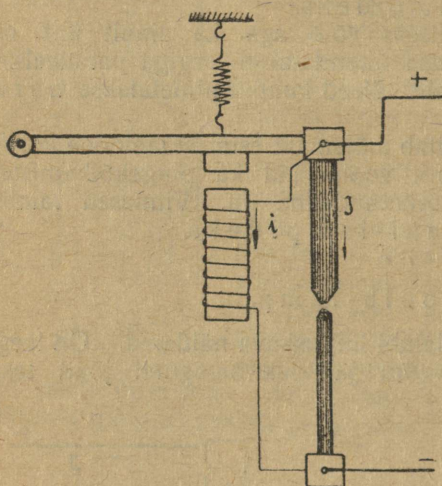


Joon. 20.

vedru suutma elektroodid üsna kokku tõmmata. Ühendamisel võrguga voolab lambist ja ka magnetmähest tugev vool läbi, tugev elektromagnet tõmbab söed laiali, mille mõjul tekib leek.

### Haruside-lamp.

Joon. 21 näitab haruside-lambi lülitus-kava. Elektromagneti mähe on paralleelselt leegile lülitatud, leegi ja katsa näpits-pinge on üks ja seesama. Katsal on palju keerusid peenest traadist peale mähitud, nii



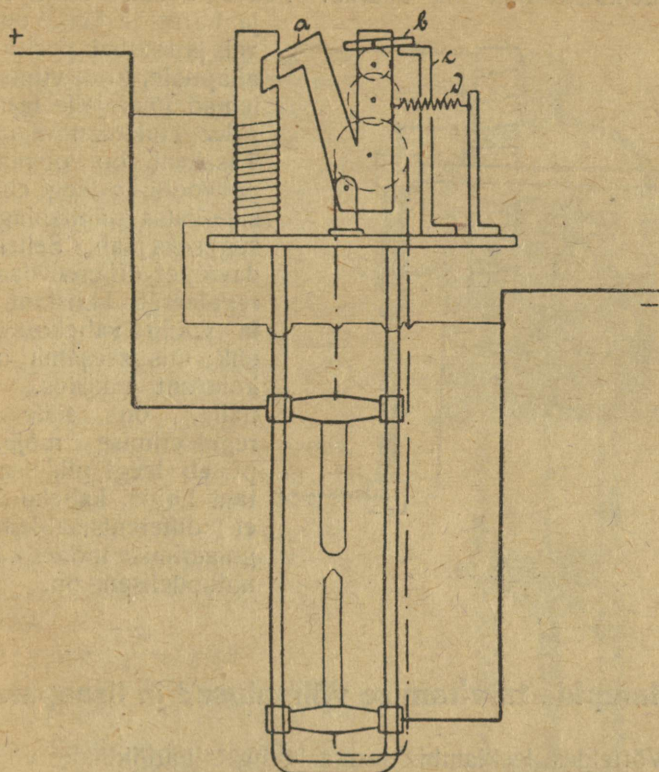
Joon. 21.

et tema takistus võrdlemisi õige suur ja haruvool  $i$  üks väike osa lambivoolust on. On elektroodi otsad koos, siis on leegi pinge null ja haruvool  $i$  katsas selle tõttu ka rull. Vedru tõmbab söed laiali ja tekib leek. Mida suuremaks kasvab vahe elektroodide vahel, seda suuremaks läheb aga ka katsa näpitspinge, temaga kasvab aga ka haruvool  $i$ , elektromagneti külgetõmbejõud on suurem kui vedru oma ja tõmbab positiivse sõe alla-poolle. Põleb leek normaalselt, siis on vedru ja elektromagneti külgetõmbejõud tasakaalus. Haruside-lambi reguleer-mehanism reageerib ainult lambi pinge kõikumistele, ta reguleerub konstant pinge peale.

Haruside-lampi, mis vabriku poolt teatud voolu jaoks on määratud, võib hõlpsasti tugevama või nõrgema voolu jaoks tarvitada, sealjuures vastavaid süsi tarvitades. Vaja ainult vedru pingumaks või lödvemaks reguleerida. Peavoolu-lambil ei ole üleminek vabriku poolt määratud voolust teise peale mitte võimalik, sest seal voolab lambivool ka katsast läbi. Katsa mähe põiklõik on aga konstant ja voolu suurendamisega põleks traadi isolatsioon läbi.

Joon. 22 näitab haruside-lambi reguleer-mehanismi. Mõlemad söed ripuvad keti otsas, mis hambaratta peale pandud. Läheb leek liiga pikaks, siis tõmbab elektromagnet ankru (a) külge, selle läbi tõmmatakse tiivratas (b), mis lambi sumbutaja on,

(c) küljest ära ja positiivne elektrood liigub allapoole, ühes temaga liigub aga ülespoole negatiivne süsi, sest kett, mis hambaratta



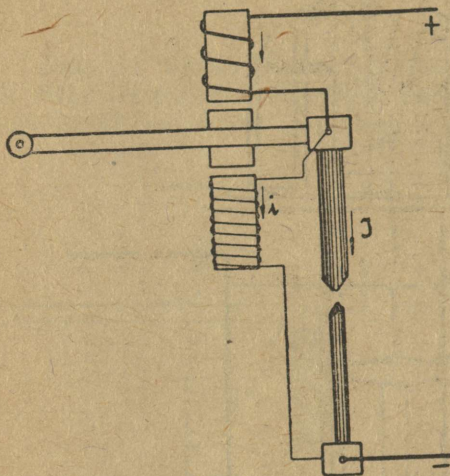
Joon. 22.

tiirlemisega ühelt poolt alla liigub, liigub teiselt poolt üles. Mehanismi käimapanemise jõud on siin raske positiivne söehoidja.

### Differentsiaal-lamp.

Joon. 23 on differentsiaal-lambi lülituskava näidatud. Siin on haruside ja peavoolu-lambi reguleerimise viisid ühendatud. Kaks elektromagneti, millest üks järjestikku ja teine paralleel leegile ühendatud on, mõjuvad teineteisele vastu. Nende jõudude vahet tarvitatakse leegi pikkuse reguleerimiseks. On leegil normaalpikkus, siis on mõlemad jõud tasakaalus. Vooluta lambil puutuvad söed kokku. Ühendatakse lamp võrguga, siis tõmbab

peavoolu katsa söed laiali ja lamp hakkab põlema. Söe ärapõlemisega kahaneb lambi vool ja leegi pinge, mis ühtlasi ka haruside-katsa oma on, kasvab. Peavoolu katsa mõju väheneb



Joon. 23.

ja haruside katsa oma kasvab ja tõmbab positiivse söe allapoole, kuni viimaks mõlemad jõud jälle tasakaalus ja leegi pikkus normaalne on. Tasakaal on olemas, kui peavoolu ja leegi ehk haruside-katsa näpitspinge ühesuguseks jääb. Sellest järel-dame, et differentsiaal-lamp reguleerub konstant pinge ja voolu vahekorra peale ehk mis seesama on kui konstant takistus. Nagu näha, on selle lambi reguleerimise mõju, mis püüab leegi pikkuse konstant hoida, kahekordne, nii et differentsiaal-lamp reguleerimise mõttes kõige õrnatundelisem on.

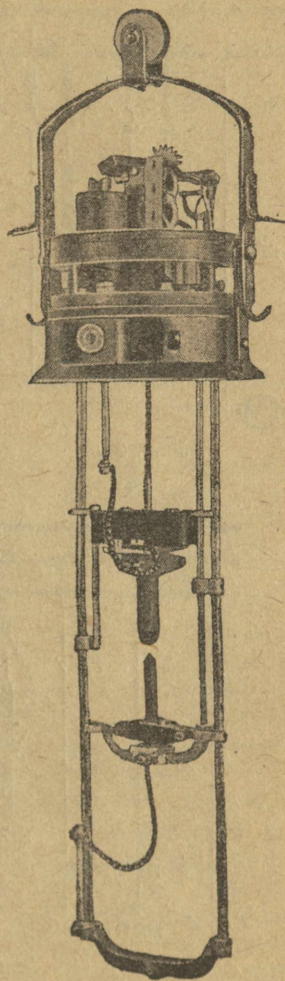
## Leeklampide tarvitamise võimalused ja lisaaparaadid.

Võrreldes leeklambi normaal-pinget harilikkude võrgupingetega (110 ja 220 V) selgub, et leeklambi üksikult otsekohe võrguga ühendada ei või. Tahame leeklampi, mis tarvitab 40 V, 110 V võrguga ühendada, siis peame lambiga lülitama järjestikku takistuse, mis hävitaks  $110 - 40 = 70$  V. Et seda suurt võimet, mis hävitatakse eeltakistuses, valgustuseks kasutada, ühendatakse mitu leeklampi järjestikku. Nüüd ei ole aga mitte võimalik kõiki leeklampe järjestikku lülitada. Peavoolu-lampisid, mis reguleeruvad konstant voolu peale, ei või lülitada järjestikku. Kahest järjestikku lülitatud peavoolu-lambist saab üks ikka õrnatundelisem olema kui teine, ka ei põle nende söed ühesuguse kiirusega ära, nii saab siis üks lamp reguleeruma, ilma et teisel selleks vajadust oleks; esimese lambi reguleerumisega suurendab aga viimane süte vahet, selle läbi kahaneb aga vool esimeses lambis, ta lükkab söed jälle koomale jne., kuni viimaks üks lamp ära kustub ja teine lamp kahekordse pinge all seisab.

Peavoolu-lampe võib seepärast ainult üksikult võrguga ühendada. Neid ei või tänavate ja ruumide valgustamiseks arvesse võtta, neid tarvitatakse ainult projektsioon-lampidena, kopeerimiseks ja helgiviskajatena.

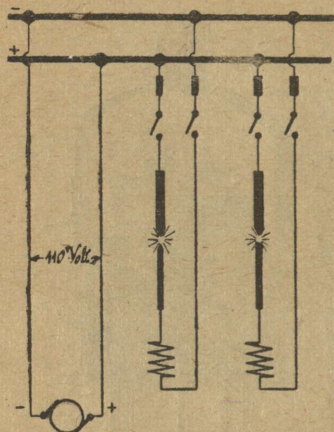
Haruside - lampid on kõige lihtsamad ja odavamad leeklampid, neid võib järjestikku ühendada, neid tarvitatakse nii ruumide kui ka tänavate ja plat-side valgustamiseks. Et nende mehanism konstant pingele reguleerub ja lamp sellepärast pingele kõikumiste mõjul väga rahutult põleb, siis tarvitatakse neid rohkem väiksemis ja lihtsamis valgustus-seadeis ja seal, kus järelvalve mitte küllalt vilunud tööliste käes on. Haruside-lampid valmistatakse 2 kuni 15 A jaoks, nende põlemis-aeg kestab 6 kuni 19 tundi ja eritarvitus on 0,45—1,2 W/N.K. Joon. 24 näitab A. E. G. haruside-leeklampi. Neid lülitatakse 110 V võrguga 2 ja 220 V võrguga 4 tükki järjestikku.

Differentsiaal - lampide peale ei mõju võrgupinge kõikumised mitte nii nähtavalt kui haruside-lampide peale, nende reguleerumine on täpsam, neid võib tarvitada igasuguseks otstarbeks; differentsiaal-lamp on üksik lamp, mida suuremal arvul võib järjestikku lülitada. Nad valmistatakse 3—15 A jaoks, põlemisaeg kestab 8—18 tundi, nende eritarvitus on 1,02—0,45 W/N.K., nende valgustugevus on 225—1800 N.K. Neid lülitatakse 110 V võrguga 2 ja 220 V võrguga 4 tükki järjestikku. Lampide ühendamisviise võrguga näitavad joon. 25, 26, 27. Joon. 25 ja 26 on lampide üksik-ühendus ja järjestikku-ühendus võrguga, kuna joonisel 27 lampide ühendamine kolmejuhi-võrguga on

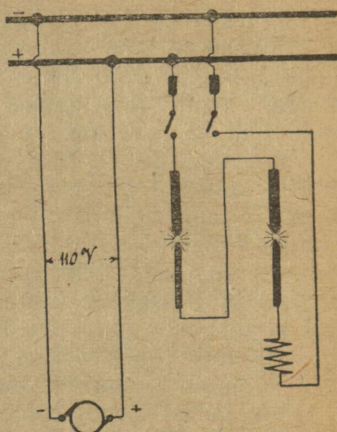


Joon. 24.

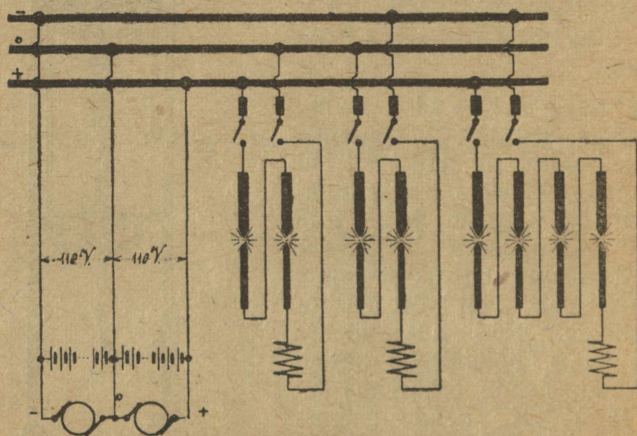
näidatud. Nagu joonistest näha, on iga lambi salk varustatud eeltakistusega. Selle ülesanne on järgmine. Joon. 27 on 220 V võrguga ühendatud järjestikku 4 leeklambi à 45 V. See



Joon. 25.



Joon. 26.



Joon. 27.

salk tarvitab kokku  $4 \times 45 = 180$  V. Ülejääva osa  $220 - 180 = 40$  V peab eeltakistus ära hävitama! Põlevad lambid 10 A-ga, siis peab eeltakistus  $\frac{40}{10} = 4$  oomi suur olema. Üldine võimetarvitus on

$$W = e \cdot i = 220 \cdot 10 = 2200 \text{ watti.}$$

Sellest võimest hävitatakse eeltakistuses

$Wr = e_r \cdot i = i^2 \cdot r = 40 \cdot 10 = 10^2 \cdot 4 = 400$  watti ehk 18,2%. Siinjuures ei ole juhtide takistust arvesse võetud, harilikult on ühendus-juhid lühikesed, nii et nende takistust tähelepanemata võib jääda. On aga ühendus-juhid pikad, siis peab nende takistust arvesse võtma, muidu põleksid lambid liiga pimedalt. Oleks meie juhtumisel üldine ühendus-juhtide pikkus 250 m ja nende põiklõige 4 mm<sup>2</sup>, siis on juhi takistus

$$r_j = \frac{c \cdot l}{q} = \frac{0,0175 \cdot 250}{4} = 1,08 \text{ oomi.}$$

Eeltakistus võib nüüd ainult olla

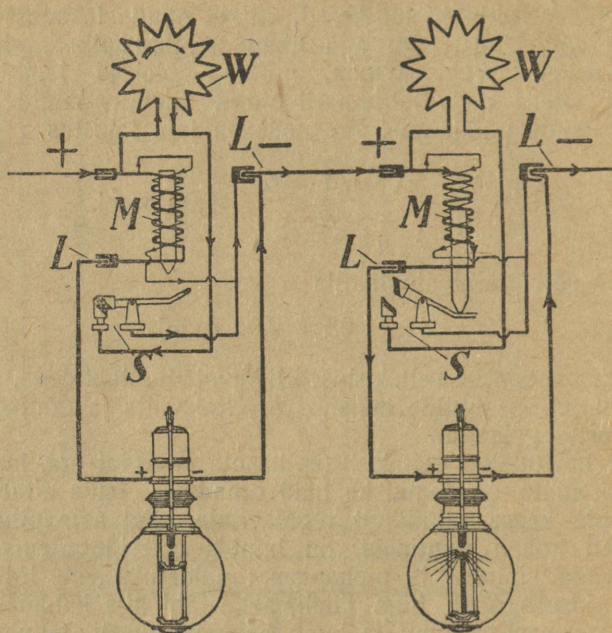
$$r = 4 - 1,08 = 2,92 \text{ oomi.}$$

Harilikult varustatakse eeltakistused liikuvate kontaktidega, millede abil võimalik on juhtide takistust arvesse võtta ja nõutud takistuse suurust reguleerida.

Küll hävitatakse eeltakistuses kasuta energiat ära, kuid selle peale vaatamata on temal ka häid omadusi: tema aitab lambi mehhanismile kaasa rahulikult reguleeruda. Sel silmapilgul, mil lambi söed kokku puutuvad, on lambis otseside olemas, vool kasvaks väga suureks ja mehhanism reguleeruks selle tõttu liiga järsku ja kisuks söed liiga laiali, selle läbi aga kahaneks vool alla oma normaal-tugevust ja lamp hakkaks uuesti reguleeruma. Nii kõiguks lambi vool laialt ja lambi rahulik põlemine oleks võimatuks tehtud, kui mitte eeltakistus neid voolukõikumisi ei takistaks. Ta mõjub nagu puhver, voolu tõusmisega häviv temas rohkem pinget, voolu kahanemisega aga vähem. Seepärast nimetatakse eeltakistust ka veel rahustus-takistuseks.

Tihti tuleb ette, et ühel lambil mingisugusel põhjusel söed enne ära põlevad kui teistel temaga järjestikku põlevatel lampidel ehk et leek liiga pikaks venib. Selle läbi kustub terve salk ära või esimese lambi haruside-katsa võib suure näpitspinge mõjul läbi põleda. Et teda selle eest kaitsta ja et teised lambid rahulikult edasi põleda võiksid, varustatakse iga differentsiaal-lamp tagavara-takistusega ühes automaatlise ümberlüli-jaga, mis lambiga paralleelselt ühendatud on. Silmapilgul, kus lambi vool nulliks saab või alla normaalvoolu kahaneb, ühendab ümberlülija leegi takistuse asemel tagavarataktistuse vooluringiga, mis niipalju pinget hävitab kui leek. Teised lambid võivad nüüd rahulikult edasi põleda ja esimene lamp on hävimise eest kaitstud. Joon. 28 näitab selgesti ümberlülija töötamis-

viisi. Siin tähendavad:  $W$  = tagavara-takistust;  $L$  = leeklambi kontakte;  $M$  = elektromagneti ühe peaside- ja ühe haruside-mähkme, mis nii mähitud, et sünnitatud magnetväljad teinetei-



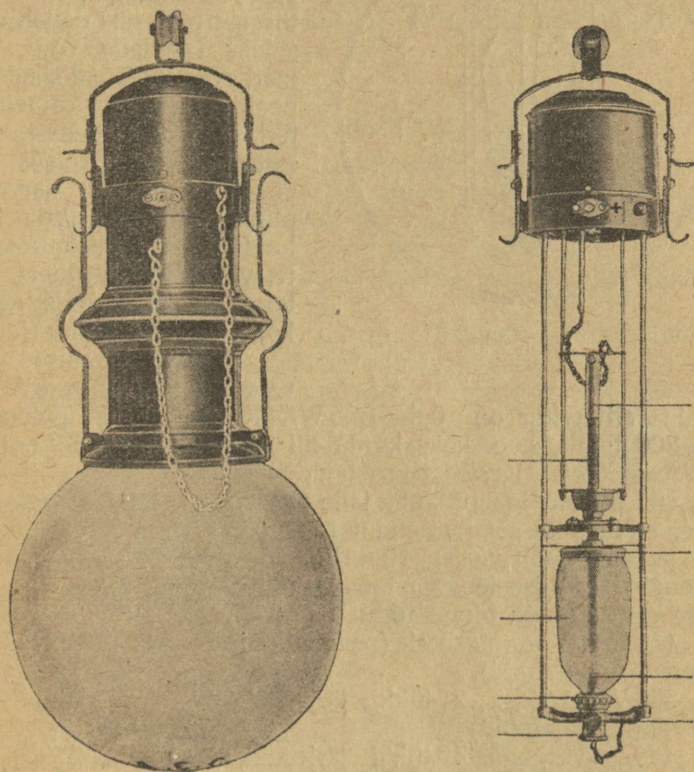
Joon. 28.

sele vastu töötavad. Põleb lamp normaalselt, siis on katsa resulteeriv jõud null; niipea aga, kui vool peaside-mähkmes alla oma normaal-tugevust kahaneb või täitsa ära kaob, tõmbab haruside-mähkme magnetväli, mis nüüd ülekaalus, raudpulga oma sisse ja lülilija  $S$  langeb pahema poole suurema kaalu pärast alla ja ühendab järjestikku teise lambiga tagavara-takistuse.

### Leeklamp vähese õhuga ruumis põleva leegiga.

Senini tuntud leeklambid olid lambid lahtiselt põleva leegiga, s. o. vabalt õhus ärapõlevate sütega. Nende lühike põlemisaeg, mis maksimum 20 tundi kestab, oli väga tülikas ja süte vahetamine muutus tööliste palkade tõusuga ikka kulukamaks. Seepärast püüdsid lampide ehitajad seda põlemisaega pikendada.

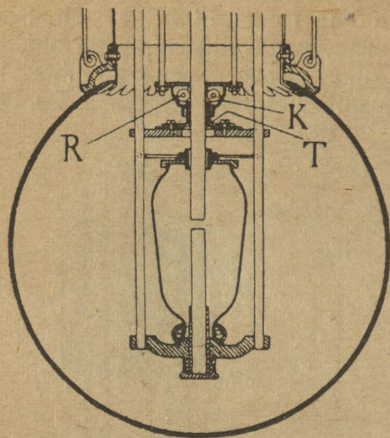
Nii tekkis 1895. a. nõndanimetatud kauapõlev lamp (Dauerbrandlampe), mille põlemisaeg 200 ja rohkem tundi kestab. Seda pikka põlemisaega on võimalik saavutada ainult selle läbi, et leek kinnises ruumis põleb, kus õhu juurevool peaaegu täitsa takistatud on. Leek põleb silindritaolise klaasi sees (joon. 29, 30),



Joon. 29.

mis ülevalt ja alt metallist kaantega kaetud on. Alumise kaane abil, mis ühtlasi negatiivse söe hoidja on, kinnitatakse alumine silindri avaus täitsa õhukindlalt kaane ja klaasi vahele pandava pehme asbestrõngaga. Pealmisele kaanele on auk sisse puuritud, mille sees vabalt üles ja alla liikuda võib reguleeritav positiivne süsi ja kust silindri sees kogunevad gaasid välja pääsevad.

Kauapõleva lambi leek on palju pikem kui lahtiselt põleva leegi oma, tema normaal-pinge on 70—85 võlti. Ta söed on hari-



Joon. 30.

nende eritarvitus on 0,6—1,25 W/N.K. vastavalt põlemisajale 50—200 tundi, s. o. kaks korda nii suur lahtise leegiga. Kustutatakse lampi tihti ära, siis pääseb igakord õhk jälle silindri sisse, mille tõttu söed rutemini ära põlevad ja lambi põlemisaeg 10—15% võrra väheneb. Kinnise leegiga lambid lülitatakse nende suure pinge tõttu

110 V võrguga üksikult (peavoolu- ja differentsiaal-lambid).

220 V võrguga 2 tükki järjestikku (differentsiaal-lambid).

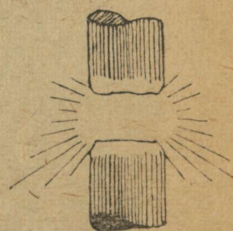
440 V võrguga 4 tükki järjestikku (differentsiaal-lambid).

Kinnise leegiga lambil loeti ta pikk põlemisaeg esialgul väga heaks omaduseks. Selle pika põlemisajaga on aga palju halbu omadusi seotud. Põlemisajaga kasvab lambi eritarvitus, see on kaks korda nii suur kui lampidel lahtise leegiga, ka ei ole tema tuli leegi rändamise pärast mitte rahulik. Kahe klaasi tõttu (sisemine silinder ja väline ümmargune klaas, vaata joon. 30) on valguse ärakasutamine pahem, peale selle katavad gaasid silindri sisemise seina tumeda korruga, mis seda paksemaks läheb, mida kauemini lamp põleb.

Kõiki neid halbu omadusi arvesse võttes ei pandud uemate konstruktsioonide juures enam nii suurt rõhku lambi pika põle-

likult ühejämedused tahtsöed, positiivne süsi on rohkem kui poole pikem negatiivsest söest. Positiivset sütt põleb tunnis umbes 1 mm ja negatiivset 0,3—0,5 mm ära, nii et positiivsete süte otsi negatiivseteks süteks tarvitada võib. Mõlemad söed põlevad siledalt ära, positiivse söe otsas ei teki kraateri. See tuleb sellest, et pikal suure pingega põleval leegil võimalik ei ole tervet söe pinda katta ja seda kuuma hoida, ta ei kontsentreeru mitte, vaid rändab ühest kohast teise ja põletab sealjuures kõige kõrgemad kohad ära (joon.31).

Lambid kinnise leegiga valmistatakse 2,5—8 A jaoks, kui lampide eritarvitus



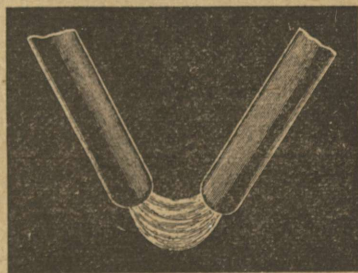
Joon. 31.

misaja peale, vaid püüti lampi ökonoomilises mõttes parandada. Nii tekkis ökonoomne leeklamp, millel on ainult üks klaas ja kus õhu juurevool võrreldes lahtise leegi lampidega ikkagi veel kitsendatud, ent suurem kui kaupõlevatel lampidel. Nende põlemisaeg on keskmiselt 30 tundi ja eritarvitus 0,5 W/N.K. See on ruumide valgustamiseks kõige kohasem lamp, söe- ja talitus-kulud on väikesed ja ta [tuli täitsa valge. Ta põleb üksikult 110 V-ga ja 2 tükki järjestikku 220 V-ga.

### Effekt-leeklamp.

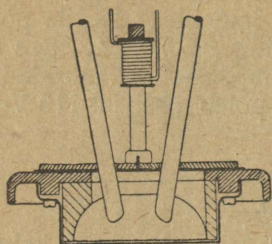
Kõik senini kirjeldatud leeklambid ei vasta veel kahele nõudmisele, nimelt nõutakse tihti lampi suurema valgustugevusega ja teiseks on nende eritarvitus veel kaunis suur. Kõige suurem valgustugevus, mis meil tuntud lampidega võib saavutada, on 1800 N.K., sealjuures on kinnise leegiga põlevate lampide oma veel palju vähem.

1898. a. soovitas Hugo Bremer leeklampi sütele metallisoolasid, nagu kaltsiumi, siliitsiumi ja magneesiumi juure lisada. Katsed sooladega impregneeritud sütega, mis efekt-süteks nimetatakse, andsid valguse kasutamise mõttes väga head tagajärjed. Teistel leeklampidel puhta söega muutub ainult umbes 8% elektrilise energiast valguseks, kuna efekt-sütega lampidel kasulikkuse tegur umbes kolmekordseks tõuseb. See suurem valguse kasutamine lampidel efektsütega on aga ainult siis võimalik, kui söed mitte teineteise peal ei seisa, vaid kõrvuti asetatakse. Teatavasti võtab puht-sütega leeklampide valgustugevusest leek ise ainult 10%-ga osa. Kõrvuti seisvate efektsütega lambil on leegi valgustugevus järgmistel põhjustel aga palju suurem. Meie nimetame efekt-sütega töötavat lampi edaspidi efekt-leeklampiks. Effekt-leeklampil on leegi seisund peaaegu horisontaalne (joon. 32). Magnetväli, mille sütest läbivoolav elektrivool sünnitab, „puhub“ leegi peale ja sunnib teda allapoole välja venima. Selle läbi läheb leek pikemaks ja võib oma valguse varjuta alla edasi anda. Leeklampidel väiksema voolu jaoks ei suuda nõrk magnetväli leeki küllalt alla puhuda ja pikaks venitada, sellepärast tarvitatakse nende lampide juures iseäralist elektro-



Joon. 32.

magneti, mille mähet leegiga järjestikku lülitatakse ja mis süte nõrga magnetvälja puhumismõju suurendab (joon. 33).



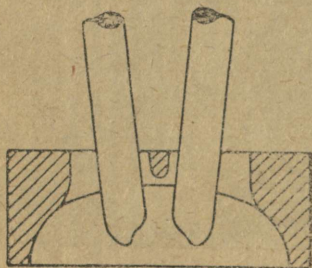
Joon. 33.

Teine põhjus leegi valguse suurenemiseks on see, et söele juurelisatud metallisoolad leegi suure kuumuse pärast lagunevad ja vabaks saanud metallid oma karakteristilise heledalt särava tulega ära põlevad.

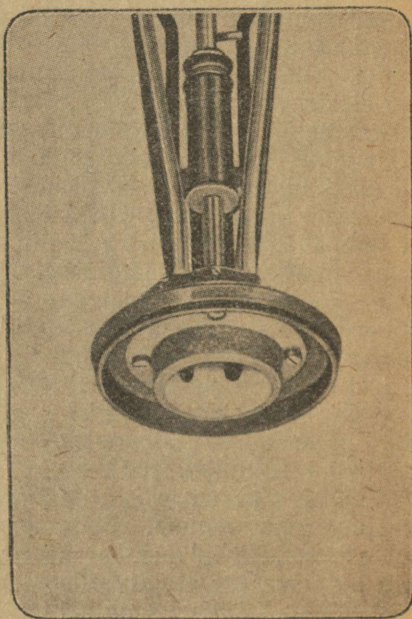
Effekt-söed põlevad rutemini ära kui puhtad söed, kuid süte kõrvuti ülesseadmisega võib pikemad söed tarvitusele võtta, mille läbi on võimalik kätte saada puht-sütega lampide normaal-põlemisaega.

Mida väiksem efekt-sõe läbimõõt, seda rahulikum ja ühetaolisem on valgus. Et aga söed kiire ärapõlemise pärast kaunis pikad peavad olema (kuni 750 mm), siis on nende takistus kaunis suur. Nii on pinge langemine 16-tunnilise põlemisajaga sütepaaris 12 kuni 15 volti.

See paha nähtus kõrvaldati sellega, et söele peenikesest metalltraadist taht sisse tõmmati. Need söed nimetatakse ekstsello-süteks. Pinge langemine 16-tunnilise põlemisajaga ekstsello-sütepaaris on kõigest 2—3 volti. Effekt-leeklambi leek on oma suure pikkuse pärast



Joon. 34.



Joon. 35.

väga õrnatundeline õhuvoolu vastu, nõrk õhuvool suudab teda nii liigutada, et tuli rahutuks jääb. Lambi armatuur peab selle-

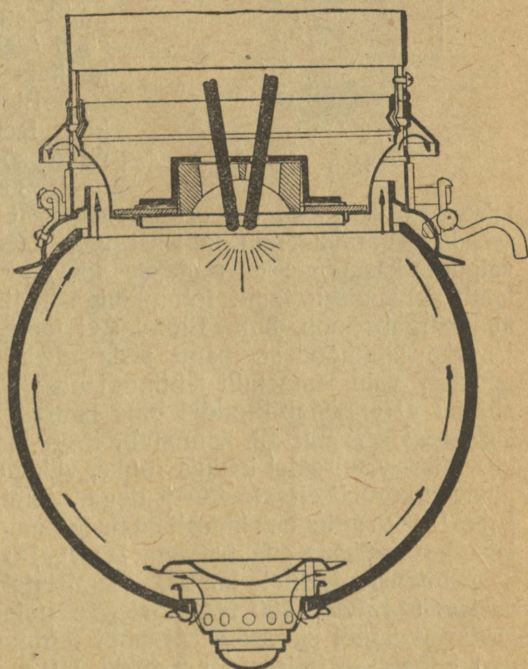
pärast nii konstrueeritud olema, et ta leeki õhuvoolu eest kaitseb. Firma Körting ja Mathiesen hakkas esimesena tarvitama reflektori mis schamotist või portselanist tehtud. Reflektori ülesanne on järgmine (joon. 34 ja 35). Tema abil väheneb õhu juurevool leegile, mille läbi süte otste temperatuur ja ühes sellega valgustugevus suureneb; vähese õhuga väheneb aga ka hapniku juurevool, mis põlemisaega pikendab. Lõpuks kaitseb reflektor leeki õhuvoolude eest, mis selle, nagu eespool nägime, rahutumaks teevad. Reflektor võib aga oma ülesannet ainult siis täita, kui leek või süte otsad tema mõjupiirkonnas on, viimased ei tohi seepärast mitte üle reflektori ääre välja ulatada.

Pika elua ja hea töötamise kättesaamiseks on vaja lambi põlemisruumi reguleer-mehanismust nii isoleerida, et süte ärapälemisel tekkinud metalliaurud reguleer-mehanismi ei pääseks ja viimast ei hävitaks. Sellepärast peab põlemisruumi hästi ventileerima, kuid nii, et sissevoolav õhk ei takistaks leeki rahulikult põlemast.

Joon. 36 näitab ventileerimisviisi, millist firma A. E. G. oma efekt-leeklampide juures tarvitab. All on kambritesse jaotatud tuha-

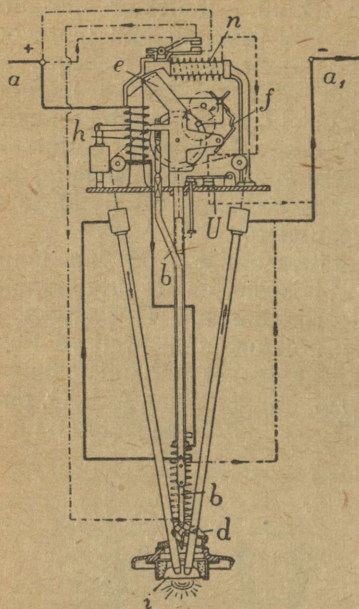
toos, millest läbi õhk põlemisruumi pääseb. Klaasi seina mööda edasi voolates võtab ta söötivad gaasid kaasa ja pääseb ülevalt välja. Üks osa gaasidest kondenseerub kõige parema ventileerimise juures siiski klaasi seina küljes ja katab viimast sademega, mis valguse kaotust kaasa toob. Seepärast peab klaasi igal süte vahetamisel hästi puhastama.

Süte kõrvuti-asetamine nõudis üsna uut reguleer-mehanismi; et leek tekkida võiks, peavad sõed mitte enam vertikaalselt kokku puutama, vaid horisontaalselt.



Joon. 36.

Joon. 37 näitab efekt-leeklambi reguleermehhanismi. *h* on peavoolu-magnet, *n* on haruside-magnet, *e* on ankur, mis mehhanismi piduriga *f* ühendatud on, *i* on reflektor, mis ühtlasi põlemisruumi reguleer-mehhanismist eraldab.



Joon. 37.

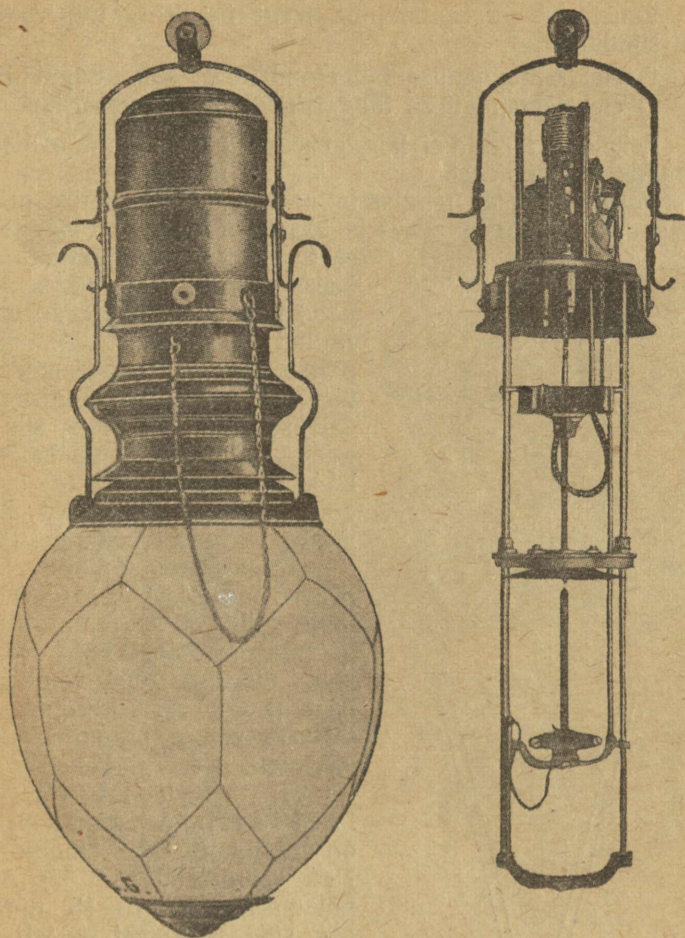
Ühendatakse lamp võrguga, siis voolab esialgu ainult haruside-mähkmeest vool läbi, kuna peavoolumähe leegi tekkimiseni vooluta on. Haruside-magnet tõmbab ankru (*e*) külge, viimane on aga latiga (*b*) ühendatud ja tõmbab teda üles, mis liigutus siibri (*d*) abil süsi sunnib kokku puutuma. Niipea aga kui söed kokku puutuvad, voolab peavoolu-mähkmeest tugev vool läbi, peavoolu-elektromagnet tõmbab nüüd ankru tagasi oma külge, söed kistakse selle liigutuse läbi laiali ja tekib leek.

Blondeli ettepanekul hakati leektule-lampisid ehitama, mille söed mitte kõrvuti, vaid nagu puht-sõe lampidel teineteise

peal seisavad, ent selle vahega, et positiivne efektsüsi all seisab, negatiivne puht-tahtsüsi aga üleval. Positiivse söe suure valguse kasutamiseks seatakse ülevalpool leeki reflektor, mis lambi põlemisel valge tolmukihiga kattub ja nii hästi valgust alla kiirgab (joon. 38). Blondel ei tarvita süte tahiruumiks mitte  $\frac{1}{3}$  söe läbimõödust, nagu seda efektleeklampide efektsütega tehakse, vaid tema tahi läbimõõt on  $\frac{5}{6}$  söe läbimõödust. Selle abinõu varal püüab Blondel oma lambi valgustugevust, mis vertikaal-leegi seisendi all kannatab, tõsta ja ka räbu tekkimist, mis kõrvutiseisvatel sütel kaunis rohke, vähendada. Kõik lambid, mis põlevad kõrvutiseisvate efektsütega, nimetatakse intensiiv-leektule-lampideks ehk lihtsalt intensiiv-lampideks, kuna lambid teineteise peal seisvate efekt-sütega leektulelampideks nimetatakse.

Intensiiv-leektule-lambid valmistatakse 6 kuni 12 A jaoks vastavalt 1300—4000 N.K. Nende põlemisaeg on 6—16 tundi vastavalt lambi suurusele. Lambi normaal-pinge on 40—46 volti, nad lülitatakse järjestikku 2 tükki 110 V võrguga ja 4 tükki 220 V võrguga ühendamisel. Nende eritarvitus on 0,15 W/N.K., mõnel lampidel vähe rohkem.

Ruumide valgustamiseks ei ole nad mitte soovitatavad nende  
söötivate metalliaurude pärast.



Joon. 38.

Leektule-lampide eritarvitus on vähe suurem kui intensiiv-  
lampide oma, kõik teised andmed on pea ühesugused viimaste  
omadega. Nad on iseäranis sündsad tänavate valgustamiseks,  
sest nende valgusekiirgamise maksimum on umbes  $35^{\circ}$  horisontaal-  
joone all, kuna intensiiv-lambi kiirgamise maksimum vertikaalselt  
lambi all on.

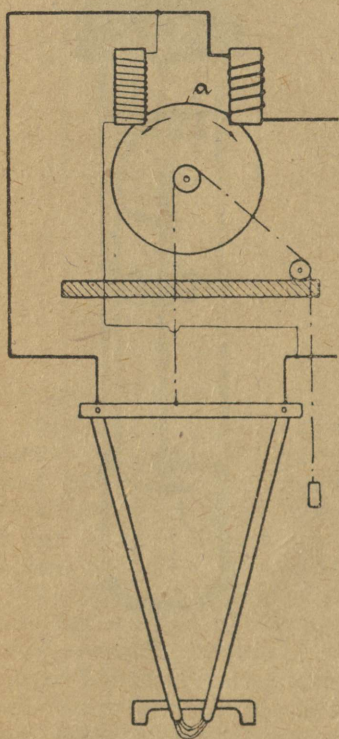
## Vaheldava voolu leeklampid.

Vaheldava voolu lampide leegi reguleerimine võib kahel viisil sündida:

- 1) elektromagnetilise külgetõmbamise abil (magnet-lampid),
- 2) elektromagnetilise induktsiooni abil (mootor-lampid).

Esimesed lampid ei lähe peaaegu sugugi lahku alalise voolu differentsiaal-lampidest.

Mootor-lampide reguleerimine põhjeb Ferrarise printsiibil. Üks peavoolu-elektromagnet ja üks haruside-elektromagnet indut-



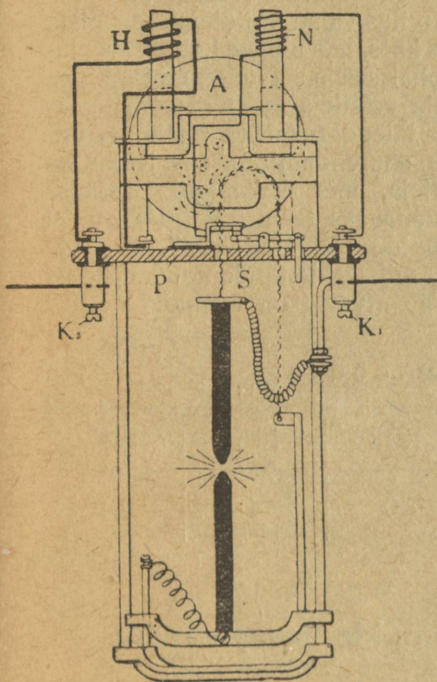
Joon. 39.

seerivad mõlemad alumiiniumist diskuses elektrivoolud, nende ja magnetväljade vahel mõjuvad vastupidi sihitud keermomendid. Joon. 39 näitab kõrvuti seisvate sütega mootor-lambi reguleer-mehanismi. Ühendatakse lamp võrguga, siis voolab esialgu ainult haruside katsast vool läbi, ta liigutab ratta (a) pahemale poole, mille mõjul söed allapoole liiguvad kuni kokkupuutumiseni. Kokkupuutumise silmapilgul voolab peavoolu katsast tugev vool läbi, mille läbi ratas liikuma hakkab paremale poole, söed tõstetakse üles, kistakse selle liigutuse läbi laiali ja tekib leek. Teineteise peal seisvate sütega mootor-lambi reguleer-mehanismi näitavad joon. 40 ja 41. Vaheldava voolu leeklampid puht-sütega on harilikult ikka mootorlampid. Nad valmistatakse 6–20 A jaoks, põlemisaeg on 6–18 tundi, mis aeg süte pikkusest oleneb. Rahu- lise ja ühetaolise süte ärापõlemise pärast on mõlemad söed taht-söed. Eritarvitus oleneb voolu suurusest ja on 0,85–1,6 W/N.K. Nende normaalpinge on 27–30 volti.

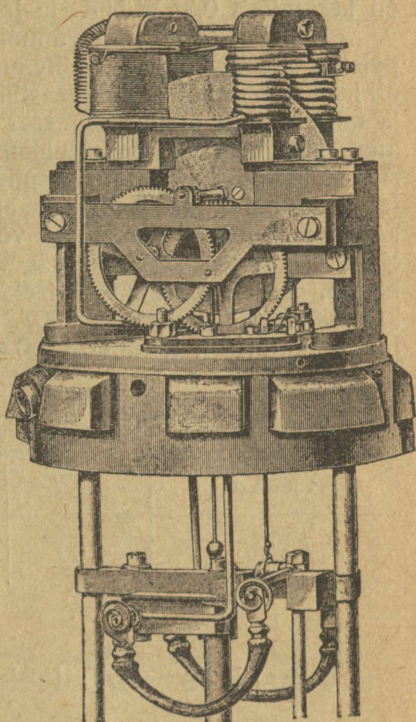
Ka k a u a p õ l e v l a m p ehitatakse vaheldava voolu jaoks. Firma A. E. G. ehitab nimetatud lampid 6–12 A jaoks 50–80-tunnilise põlemisega. Nad on mootorlampid ja põlevad üksikult 110 V võrguga, 2 tükki järjestikku 220 V võrguga ühendatult.

Effekt-leeklampe vaheldava voolu jaoks tarvitatakse ainult tänavate, platside ja suurte töökodade valgustamiseks. Tarvitusel on nii intensiiv-lambid kui ka leektulelambid. Joon. 41 näitab intensiiv-mootorlampi.

Kauapõlev efekt-leeklamp. Kõigi efekt-leeklampide halbuse seisab selles, et nende söed ruttu ära põlevad, harva on põlemisaeg suurem kui 16 tundi. Lambi madala eritarvituse tõttu on voolukulud palju väiksemad kui talituskulud,



Joon. 40.



Joon. 41.

mis seisavad koos süte- ja töökuludest. Firma A. E. G. püüdis talituskulusi sellega vähendada, et pikendas lambi põlemisaega. 1912. a. läks nimetatud firmal korda valmistada kauapõlevat efekt-leeklampi vaheldava voolu jaoks. Pikemat põlemisaega võib aga ainult sellega saavutada, et leek kinnises ruumis põleb. Metalligaasid, mis efektsüte ärapõlemisel tekitavad, katavad aga ventilatsioonita kupli paksu mitte-läbipaistva sademega. Selle-

pärast tegi esialgu suuri raskusi saada sademeta lambikuplit. Paljude katsete järele läks nimetatud firmal korda seda raskust ära võita. A. E. G. kauapõleva efekt-leeklambi sisemine klaas seisab koos kahest ruumist, mis oma vahel ühendatud ja millede temperatuuride vahe õige suur on. Alumises ruumis kogunevad gaaside kondensatsiooni saadused, kuna pealmine ruum sademeta jääb.

Lambi põlemisaeg kestab 80—100 tundi, tema eritarvitus on keskmiselt 0,35 W/N.K. ja lambi pinge 45 V.

1912. a. peale, mil võimaldus rahuldavalt valmistada kauapõlevat efekt-leeklampi, mille eritarvitus väike ja põlemisaeg pikk, oli leeklambi-tehnikal valguseallikas käes, mis üldiste kulude (voolu- ja talituskulud) mõttes esimesel kohal seisis. Hõõglambi-tehnika arenemisega kasvas aga leeklambile võistleja ja et sõja ajal gaasiga täidetud hõõglampi igapidi täiendati (eluea tõstmine, eritarvituse surumine ja küünla-arvu suurendamine), siis tekkis ka kõige paremale leeklambile võistleja, mis leeklambi püsimise elektrivalgustuse seadetes väga küsitavaks teeb. Järgmine tabel näitab, kuidas Saksamaal leeklampide tootmine 1907. a. peale kahanenud on, kusjuures 1907. a., mil leeklampide toodang oma maksimumini oli jõudnud, 100 % -ga arvesse on võetud.

#### Leeklampide toodang.

Aasta	1907	1913	1915	1917
% %	100	40	4	0,4

#### Vaheldava voolu leeklampide lisaaparaadid.

Vaheldava voolu ringides tarvatakse leeklampide ühendamisel võrguga ülejääva pinge hävitamiseks eeltakistuste asemel suuremalt jaolt lämmatis-katsu. Need moodustavad wattita vastuelektromotoorse jõu, nende oomiline takistus on sealjuures väga väike, nii et võime kaotused pingehävitamisel lämmatis-katsuga palju väiksemad on kui eeltakistusega (vaata „Üldine Elektrotehnika“ IV „Vaheldava voolu teooria algmõisted“). Järgmine näide seletagu seda arvude abil.

6 lampi on järjestikku ühendatud 220 V vaheldava voolu võrguga, lambid põlevad 20 A-ga, nende normaalpinge on 30 volti.

a) Ülejääv pingeline hävitatakse eeltakistusega.

Viimane peab hävitama

$$220 - 6 \cdot 30 = 40 \text{ volti.}$$

Tema takistus on

$$r = \frac{40}{20} = 2 \text{ oomi.}$$

Temas hävinud võime on

$$W = i^2 \cdot r = 20^2 \cdot 2 = 800 \text{ watti.}$$

b) Ülejääv pingeline hävitatakse lämmatis-katsaga. Selle takistus olgu nii väike, et ainult 5% kasutatud võimest temas hävitatakse:

$$W = 0,05 (6 \cdot 30 \cdot 20) = 180 \text{ watti.}$$

Selle oomiline takistus on

$$r = \frac{W}{i^2} = \frac{180}{20^2} = 0,45 \text{ } \Omega$$

Oomiline pingekaotus tema läbi on

$$e_r = i \cdot r = 20 \cdot 0,45 = 9 \text{ volti.}$$

Oomiline pingekaotus katsas on

$$e_1 = 6 \cdot 30 = 180 \text{ volti.}$$

Lämmatis-katsa peab seega sünnitama oma induktiooni-pinge

$$e_s = \sqrt{e^2 - (e_1 + e_r)^2} = \sqrt{220^2 - (180 + 9)^2} = 113 \text{ volti.}$$

Mõlemal juhtumisel on ülejääv pingeline hävitatud, kuid esimesel juhtumisel on wattkaotused 800 watti, teisel juhtumisel aga ainult 180 watti suured.

Ka tagavara-takistused on vaheldava voolu lampide juures tarvilikul. Nagu alalise voolu lampidel peavad nemadki haruside-katsa liiga suure pingeline eest kaitsma ja ühe lambi kustumisel selle asemele astuma, et teiste lampide edasipõlemist võimaldada.

Väga tihti tarvitatakse vaheldava voolu lampe ühendatult transformatoritega. Rohkearvuliste leeklampidega valgustuse seadetes transformeeritakse pingeline harilikult 40 voldini alla ja selle 40 V võrguga ühendatakse siis leeklampid üksikult.

## Elavhõbeda auru lambid.

Õhuta-ruumis võib elavhõbeda katoodi ja mingisugusest teisest metallist anoodi vahel leeki sünnitada. Voolu juhib ühest elektroodist teise elavhõbeda aur, mis tekib katoodi, s. o. elavhõbeda äraauramisel. Selleks peab aga lampi süütama nagu leeklampide juures tegime: klaasist toru ots, millesse on asetatud elavhõbedast katood, tõstetakse üles, nii et elavhõbe anoodi juure voolata ja temaga kontakti luua võib; on kontakt loodud, siis lastakse toru ots jälle alla, elavhõbe voolab oma ruumi tagasi ja mõlemate elektroodide vahel tekib nüüd elavhõbeda auru leek. Elavhõbeda aur kondenseerub klaasi seinte küljes jälle elavhõbedaks. Valgust kiirgab ainult elavhõbeda aur, mitte aga elektroodid. Elavhõbeda spektrumis puuduvad teatavasti täitsa punased kiired, ta on rikas siniste kuni ultravioletti-kiirte poolest. Elavhõbeda auru lambi tuel on helkjas sinirohekas värv.

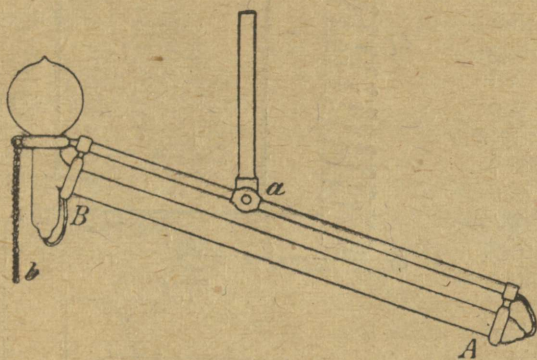
Elavhõbeda auru lambid valmistatakse ainult alalise voolu jaoks. 400 mm pika elavhõbeda auru leegi alalhoidmiseks alalise vooluga on kõigest 35 V vaja, kuna samasuguse leegi alalhoidmiseks vaheldava vooluga mitutuhat volti tarvis on. Ühe nabavahetuse järele langeb vool jälle nullini, mille tagajärjel leek ära kustub. On lambi näpitspinge ainult 35 volti, siis peab lampi uuesti süütama, kuid järgmisel silmapilgul kustuks ta jälle ära. Ainult suur pinge, mis suudab elektroodide-vahelisest soojast õhusambast läbi lüüa, võiks elavhõbeda auru leeki alal hoida. Vaheldava voolu leeklampides, mille elektroodideks süüsi tarvitatakse, ioniseerib see elektrood, mis viimasel nabavahetusel anoodiks oli, voolu kahanemise silmapilgul nullini oma kuumade temperatuuri abil õhusammast, millest väike pinge suudab voolu läbi saata.

Esimese praktilise elavhõbeda-aurulambi konstrueeris Cooper Hewitt. Joon. 42 näitab Cooper-Hewitt-Electric Company poolt valmistatud lampi. Klaastoru seisab viltu ja teda võib keerata horisontaalse telje (*a*) ümber. Lambi süütamiseks on vaja ainult ketist (*b*) tõmmata, nii et klaastoru horisontaalselt seisab; selles seisendis voolab elavhõbe *A*-st peene niidina kuni *B*-ni ja loob niiviisi kontakti *A* ja *B* vahel. Lastakse nüüd kett lahti, siis omandab klaastoru jälle oma endise viltu-seisendi, elavhõbeda niit rebeneb ja lamp lööb põlema.

Kirjeldatud lambid ehitatakse 50 ja 100 V jaoks. Esimeste klaastoru pikkus on 0,5 kuni 0,6 m, kuna 100 V oma 1 m pikad on. Esimesed lülitatakse ühes eeltakistusega 2 tk. järjestikku

110 V võrguga, kuna teised 2 tk. järjestikku eeltakistusega 220 V võrguga ühendatakse. Nende eritarvitus on umbes 0,6 W/N.K. ja keskmine eluiga 1600 tundi.

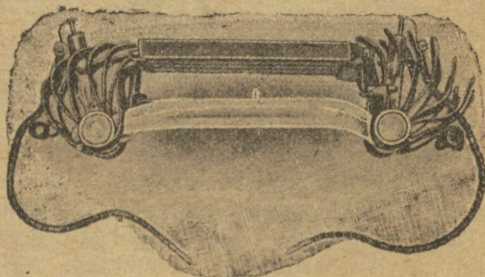
Pika klaastoru ja võrdlemisi leeklampidega kõrge eritarvituse pärast ei leidnud lamp suuremat tarvitust elektrivalgustuse



Joon. 42.

seadetes. Alles siis, kui Dr. R. KÜch klaasi asemel ränikivi tarvitama hakkas, oli võimalik lambi ökonoomiat palju tõsta ja lambile meeldivat välimust anda.

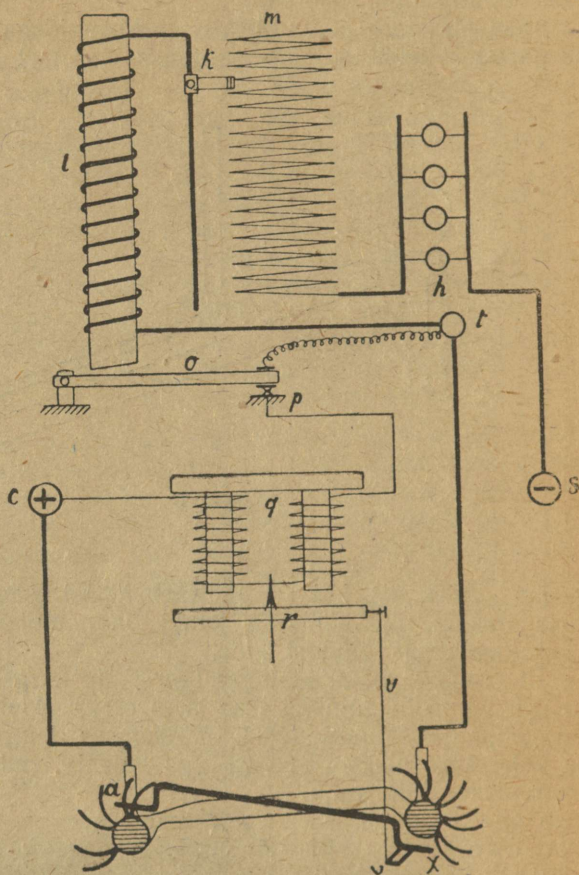
Et ränikivi sulamis-temperatuur palju kõrgem on kui klaasi oma, on võimalik ränikivi toru sees oleva elavhõbeda temperatuuri palju kõrgemaks tõsta, missuguses temperatuuris klaasitoru kohe ära sulaks. Sellega aga langeb lambi voolu tarvitus ja toru pikkus võib palju lühem olla. — Joon. 43 näitab ränikivi-lambi põlejat. Ta on varustatud lehvitaoliste vasest jahutajatega, millede abil soojuse kiirgamist ja voolutugevust reguleerida võib. Voolutugevust ränikivi-lampidel ei või pingega reguleerida, tema on ainult elavhõbeda temperatuurist. 110-voldiliste ränikivi-lampide põleja on ca. 80 mm ja 220-voldiliste lampide oma 150 mm pikk.



Joon. 43.

Joon. 44 ja 45 näitavad ränikivi-lambi lülituskava.  $a-x$  on ränikivi-toru laagrid, mis toru viltu hoiavad. Viimane on

lati ( $u$ ) abil haru-  
side-magneti ( $q$ )  
ankru ( $r$ ) ühen-  
datud. Ühenda-  
takse lamp võr-  
guga, siis tõm-  
bab  $q$  oma külge  
ankru ( $r$ ), vii-  
mane tõstab toru  
otsa üles, mis  
liigutus elektroodide  
vahel kontakti  
loob. Nüüd on  
peavoolu ring  
ühendatud, mag-  
net ( $l$ ) tõmbab  
ankru ( $o$ ) külge  
ja katkendab  $p$   
juures haruside-  
me, selle läbi ku-  
kub põleja oma  
vana seisendisse  
tagasi ja tekib  
leek. Raud-vesi-  
niku takistused  
( $h$ ) (vaata ka  
joon. 7) hoiavad  
voolu lambi süü-  
tamisel normaal-  
piirides. Takis-  
tus ( $m$ ) on reo-  
taantraadist ja  
tarvitatakse lam-  
bi pinge regu-  
leerimiseks. Joon. 46 näitab ränikivi-lampi.



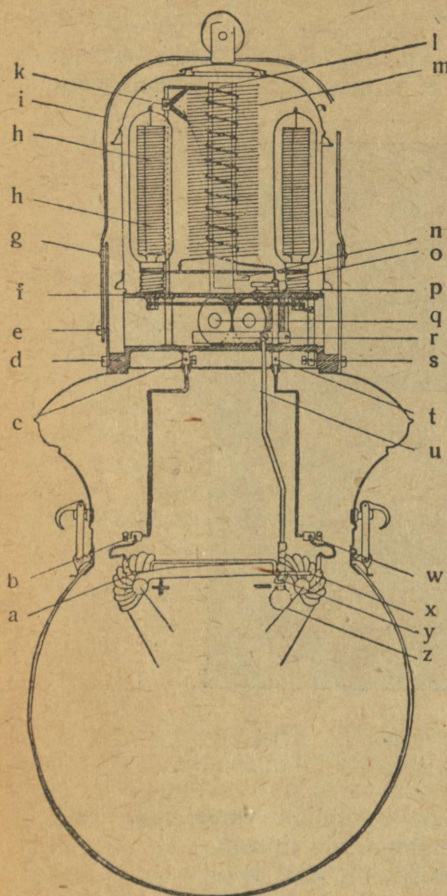
Joon. 44.

Ränikivi-lampide eritarvitus on 0,25—0,35 W/N.K., nende eluiga on 2000 ja rohkem tundi. Et nende valgus keemiliselt mõjuvate ultraviolettkiirte poolest väga rikas on ja ränikivi neid täielikult läbi laseb, siis varustatakse kõik ränikivi-lambid klaasiga, viimane absorbeerib ehk neelab ultraviolettkiired ära. Nad valmistatakse 1000—3000 N.K. suuruses.

Ränikivi-lambi iseäralise valguse pärast ei või teda mitte igal pool tarvitada. Et aga tema tuli kõik asjad väga plastili-

selt nähtavale toob, siis tarvitatakse teda tihti trükikodades, ladumisruumides ja graafilistes töökodades. Et need lambid

järevalvet ei vaja, siis tarvitatakse neid ka töökodades, masinaruumides, katlamajades ja igal pool, kus värvi äratundmise peale rõhku ei panda.



Joon. 45.

## Kuplid ja reflektorid.

Vastavalt valgustusele, milleks nad määratud, varustatakse kõik elektrivalguse allikad kuplitega ja reflektoriga. Viimased peavad kolm nõudmist täitma:

a) nad peavad silma pimestamise ära hoidma valguseallika liiga suure pinnavalguse eest;

b) nad peavad valguseallikat kaitsma tuule, vihma ja tolmu eest;

c) nad peavad võimaldama ruumide valgustamisel tekkivate varjude kõrvaldamise ja hea valguse ärajaotamise.

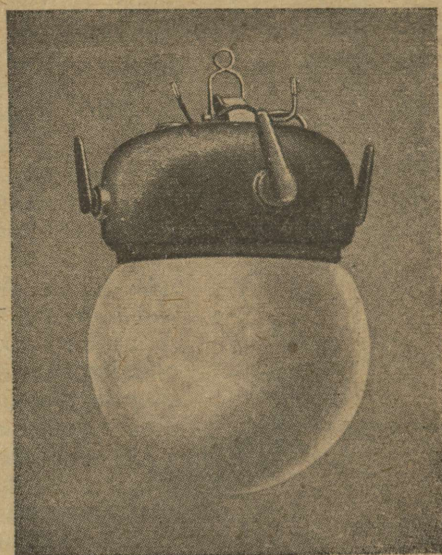
a) Füsioloogilistel põhjustel ei tohi silma peale otsekoheselt mõjuv valguseallika pinnavalgus ehk pinnasäravus mitte üle 0,0075 N.K. ühe ruutmillimeetri peal olla.

Suurema pinnasäravuse juures erutub silm, silmatera kitseb ja pimestamine ning väsimus tuleb peale. Järgmine tabel näitab üksikuid pinnavalguseid:

päike lõuna ajal . . . . .	900—1000 N.K./mm <sup>2</sup>
leeklamp . . . . .	15—200 „
hõõglamp . . . . .	0,3 — 10,0 „

petrooleumilamp . . . . .	0,006—	0,012 N.K./mm <sup>2</sup>
gaashõõgtuli . . . . .	0,03 —	0, 04 „
küünal . . . . .	0,005—	0,006 „
helklamp . . . . .	0,001—	— „

On pinnasärvus suurem kui üleval tähendatud, siis peab valguseallikas nii üles seatama, et ta otsekohe silma peale mõjuda



Joon. 46.

ei saa, või peab valgust lahutava kupliga varustama. Kuplid, mis valgust lahutavad, on happega või liivaga mateeritud; tarvitatakse ka nõndanimetatud jääklaasi, mille väline pind lugemata paljude pragudega kaetud on; leeklampide jaoks tarvitatakse suuremalt jaolt opaalklaasi. Kõigi nende klaaside halbuse seisab selles, et nad kaunis suure valgusekaotuse kaasa toovad, mis on mateeritud klaasidel 10—20%, jääklaasil kuni 40% ja opaalklaasil 30%. Nende valgust lahutav mõju põhjeneb asjaolul, et valgusekiir, mis nende peale langeb, ei murdu ega ka enam endises sihis paista, vaid nendes ära lahutatakse, nii et nende üksikud osakesed nüüd edasi helendavad (joon. 47).



Joon. 47.

Kerataolise kupli pind, mille läbimõõt on 30 sm, on 700 sm<sup>2</sup> suur. On selle opaalklaasist kupli sees 1000 N.K. valguseallikas, mille valgusepind 100 mm<sup>2</sup> (pinna säravus on  $\frac{1000}{100} = 10$  N.K./mm<sup>2</sup>), ja neelab kupel 30% valguse voolust ära, siis on helendava kupli pinnasäravus

$$\frac{1000 - 1000 \cdot 30}{700 \cdot 100} = 0,01 \text{ N.K./mm}^2;$$

seada pinnavalgust võib silm veel kannatada, kuna 10 N.K./mm<sup>2</sup> täitsa lubamata on.

b) Tuule, niiskuse ja tolmu kaitseks varustatakse lambid lihtsa klaaskupliga. Need ei kaitse aga silma mitte pimestuse eest, sest valguseallikas jääb muutmata nähtavaks. Leeklambid ja gaasiga täidetud hõõglambid oma suure pinnavalgusega, mis varustatud on lihtsate klaaskuplitega, peavad seepärast kõrgelt üles seatama. Nad sünnitavad teravaid varje ja pinnavalgustus on väga isesugune. Nad neelavad aga ainult 4–6% valgusevoolust ära, mispärast neid palju tänavate, raudteede ja suurte platside valgustamiseks tarvitatakse.

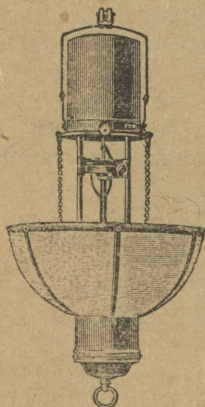
c) Ruumide valgustamiseks on kolm viisi tarvitusel:

otsekohene valgustus,  
 kaudne                    "  
 poolkaudne               "

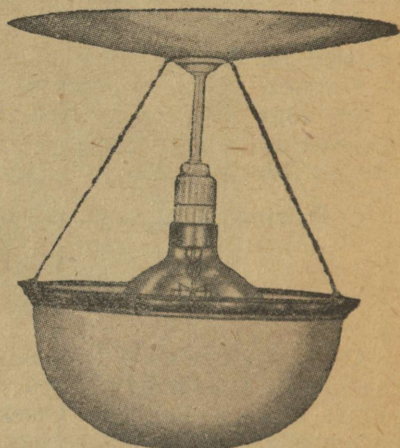
Otsekoheseks nimetatakse niisugune valgustus, kus lambivalguse vool tervelt või ülekaalus alla kiirgab. Otsekohene valgustus sünnitab kõige pimedamad varjud ja valguse jaotamine on väga paha. Valguse jaotamist parandavad ja varje pehmendavad valgust-puistavad kupid ja reflektorid ning rohkemate valguseallikate ülesseadmine.

Kaudne on niisugune valgustus, kus lambi valgusevool tervelt üles visatakse, kust valge lagi või reflektorteda diffuus alla kiirgab. Kaudse valgustuse abil võib kõige hügieensemata ruumivalgustamise saavutada. Ta head omadused seisavad selles, et valguseallikas silmale täitsa peidetud on, valguse jaotus on kaunis ühesugune ja varjude tekkimine pea täitsa kõrvaldatud. Armatuurid varustatakse emaleeritud plekist või opaalklaasist reflektoriga, mis valgusekiired vastu lage viskab, viimane puistab nad alla. Silma peale mõjub nüüd lagi oma väikese pinnavalgusega valguseallikana, lambi pimestav läikivus on siin kadunud. Kaudset valgustust

võib seepärast võrrelda pilvitatud päikese varjuta valgusega. Kui lagi ei ole valge, siis varustatakse lamp üleval valge reflektoriga. Valguse kaotused kaudsel valgustamisel on 30—40%, sest reflektor ja lagi neelavad ühe osa valgusest ära. Mida mustem ja tolmusem lagi ja reflektor, seda suuremad on kaotused. Kaudseks valgustamiseks tarvitatakse suurte valguse kaotuste ärahoidmiseks suuremalt jaolt leeklampe ja gaasiga täidetud hõõglampe nende väikese eritarvituse pärast. Kohane on siin alalise voolu lamp, mille positiivne süsi 85% üldisest valgusest annab. Viimase kraatri pärast, mis reflektorina mõjub, asetatakse tema alla ja negatiivne süsi üles. Alumine reflektor kaob selle läbi ära, leek peidetakse väikese mattklaasist taldriku abil silma eest. Joon. 48 näitab leeklambi armatuuri opaalklaasist reflektoriga, kuna joon. 49 niisugust pealmise reflektoriga varustatud hõõglambi jaoks näitab.



Joon. 48.



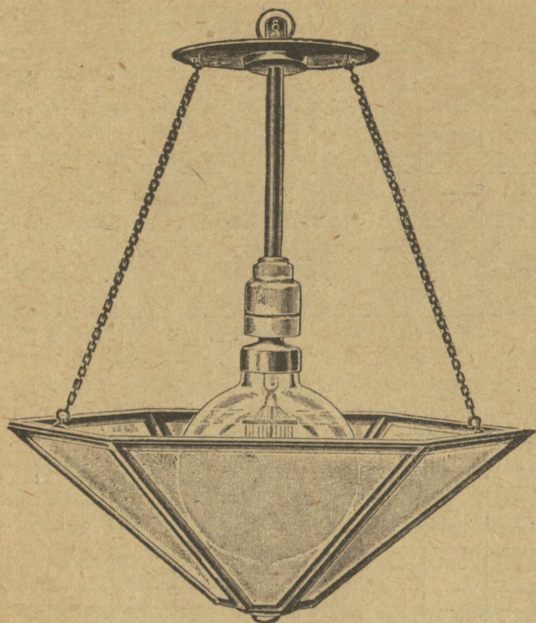
Joon. 49.

Poolkaudne valgustus on niisugune, kus umbes pool valgusevoolust üles saadetakse, kuna teine pool otsekoheseks valgustamiseks, valgust äralahutatavast kuplist läbi, alla saadetakse.

Reflektoriks tarvitatakse siin harilikult piimklaasi (joon. 50). See laseb ühe osa valgusekiirtest läbi ja puistab need laiali, teise osa aga saadab ta lae vastu, mis neid sealt äralahutatult reflekteerib.

Eelpool-tähendatud põhjustel on vahe valgustuse maksimumi ja miinimumi vahel kaudse valgustuse juures kõige väiksem. Seatakse lambid otstarbekohaselt üles, võib see vahe peaaegu

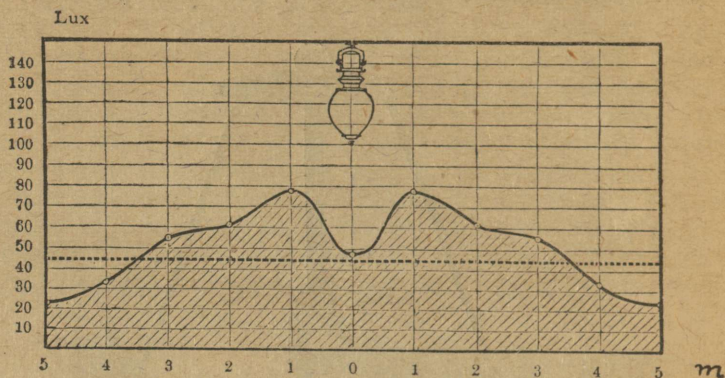
täitsa kaduda, millega on loodud ideaalne valgusejaotus ruumis. Mida väiksem aga see vahe on, seda suuremad on valguse kaotused. Joon. 51 ja 52 näitavad ruumi valgustamist ühe ja sama leeklampiga.



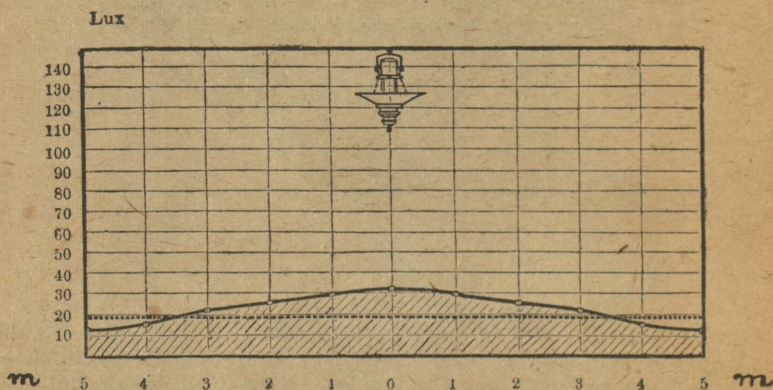
Joon. 50.

Esimesel korral on ruum otsekoheselt valgustatud, leeklamp on varustatud opaalklaasist kupliga. Ruum on 10 m pikk, 6 m lai ja 5 m kõrge. Nagu joonisest näha, on vahe valgustuse maksimumi ja miinimumi vahel õige suur, nimelt 60 luksi. Joon. 52 on ruum kaudselt valgustatud, sellepärast ka vahe maksimumi ja miinimumi vahel kõigest 20 luksi, keskmine valgustus, mis 20 luksi, on suurte kaotuste mõjul aga palju väiksemaks läinud. Seda väiksema kasulikkuse tegurid ei tule aga kaudse valgustuse heade omaduste pärast sugugi arvesse võtta. Büroodes, auditooriumides, operatsioon- ja kontsertsaalides peab kõige väiksem silmapimestus ja valguseallika läikivus kõrvaldatama. Otsekohese valgustusega ei või aga kunagi normaalset ja varjuta valgusejaotust kätte saada. Üldiseks valgustamiseks, nagu vabrikuruumid ja tänavad, tarvitatakse otsekohesest valgustust, ruu-

mide valgustamiseks tuleb ainult kaudset ja poolkaudset valgustust tarvitada. On ruumid küllalt kõrged — umbes 3,5 kuni 4 m, siis mõjub ka poolkaudne valgustus väga hästi.



Joon. 51.



Joon. 52.

*Englamps.*

### Helklamp (Glimmlampe).

Uue elektrilambi ilmunisel lambiturule oleme harjunud küsima, kui suur on selle lambi eritarvitus. Säärane mõõdupuu lambi hindamisel on õige siis, kui teda pinna või ruumi valgustamiseks tarvitatakse, sest tema abil on meil võimalik nõutud valgustugevuse tarvitamise kulud välja arvata.

Valguseallikaid ei tarvitata aga mitte üksnes ruumide valgustamiseks, vaid väga palju ka reklaam-märkideks, kontroll-lampideks ja igasuguste teiste optiliste signaalide jaoks. Säärasteks otstarveteks jätkub küllalt väikesest valgustugevusest, nõutakse ainult, et valguseallikas hästi näha on, teda peab teatava maa tagant selgesti valgusepunktina ära tundma. Säärastel lampidel ei ole enam nii väga tähtis nende eritarvitus kui lambi koguwatt-tarvitus ja tema eluiga.

Sääraste alaliselt põlevate lampide kogutarvitus ei tohiks mitte üle 5 watti olla. Nii väikese watt-tarvitusega kõrgevoldilisi hõõglampe valmistada on senini aga võimatu olnud, sest nii peenikest traati, kui 5-wattiline ja 220-V lamp nõuab, ei suuda tehnika teha.

Firmal Julius Pintsch'il on 1919. a. korda läinud valmistada signaali ja kontrolli otstarveteks 1 kuni 5 watt-tarvitusega helklampi, mida 220-V võrguga ilma iseäralise abimehanismita nagu iga teist harilikku hõõglampi ühendada võib.

Teatavasti on üks osa elektrolüüdi moleküülidest lahundaja mõjul lagunud elektropositiivsetesse ja elektronegatiivsetesse osadesse, mida ionideks nimetatakse. Pannakse elektrolüüdi sisse elektrodid ja ühendatakse viimased vooluallikaga, siis liiguvad elektrodide vahel tekkinud elektrivälja tõttu positiivsed ioonid ehk katioonid voolusihiga negatiivse elektroodi ehk katoodi juure, negatiivsed ioonid ehk anioodid aga voolusihiga vastu, positiivse elektroodi ehk anoodi juure. Siin täituvad nad vastupidise elektriga ja neutraliseeruvad.

Umbes samasugustel põhjustel tuleb seletada elektri läbi-voolamist gaasist.

Iga neutraalne ühevääriline gaasi aatom seisab koos ühest elektropositiivsest ja ühest elektronegatiivsest osast, mida gasioonideks nimetatakse. Aatomite lagunemiseks gasioonidesse on aga teatud jõudu vaja. Aatomite lagunemine gasioonideks nimetatakse gaasi ioniseerimiseks. On kahe elektroodi vahel olev gaas ioniseeritud, siis liiguvad elektrodide-vahelise elektrivälja mõjul positiivsed gasioonid katoodi juure, negatiivsed gasioonid anoodi juure. Elektrodide küljes täituvad nad vooluallika vastupidise elektriga ja neutraliseeruvad. Mõju mõttes tähendab seega gaasi ioniseerimine niipalju kui: gaas saab juhitudavaks.

Missugune on aga nüüd see jõud, mis gaasi ioniseerida suudab, s. o. tema aatomid gasioonideks lahutab? Elektrolüüdis sunnib lahundaja (vesi, alkohol ja teised) moleküüle lagunema ionideks, mille läbi elektrolüüt juhitud on.

Ühendame kahe elektrodiga klaastoru vooluallikaga, siis hakkab elekter alles mitmetuhande-voldilise pingega ühest elektrodist teise juure läbi õhusamba sädeme näol läbi voolama.

Mida rohkem õhku torust välja pumbatakse, seda väiksem võib pinge olla, mis suudab elektrootide vahelisest gaasisambast elektrit läbi saata. Sellest asjaolust välja minnes on leitud jõud, mis gaasi ioniseerib.

Igas gaasis on vabad gasioonid olemas. See tuleb sellega seletada, et kõik atmosfäärilised gaasid vist raadioaktiivsed on, s. o. raadiumikiiri ruumi saadavad, viimased aga mõjuvad ioniseerivalt gaasi peale. Satub nüüd niisugune vaba gasioon elektrivälja mõju alla, siis tõmbab üks elektroot teda külge ja teine tõukab teda eemale — gasioon hakkab kiirendatult liikuma. Ta liigub seda kiiremini, mida tugevam elektriväli on ja mida hõredam gaas. Liikumisel satub gasioon aga neutraalse aatomiga kokku, ja oli tema liikumise kiirus ehk kineetiline energia suur küllalt, siis purustab ta kokkupuutumisel neutraalse aatomi, kuna viimasest kaks isenimelist gasiooni tekib. Nüüd liigub iseseisvalt juba kolm gasiooni, milledest igaüks kokkupuutumisel aatomiga uusi sünnitab. Gasioonide hulk võiks niiviisi kohutavalt kasvada ja elektrivool lõpmata suureks saada, kuid gasioonide liikumisel elektrootide poole puutuvad ka isenimelised gasioonid kokku, mis jälle aatomiteks ühinevad.

Sellest seletusest võib tuletada põhjuse, miks hõredama gaasi juures väiksemat pinget vaja on. Neutraalse aatomi purustamiseks on gasioonil teatud kineetilist energiat tarvis, viimane on aga seda suurem, mida suurem gasiooni liikumise kiirus kokkupuutumise silmapilgul on. Et aga gasioonid kiirendatult liiguvad, siis oleneb gasiooni kineetiline energia muidugi vabalt läbikäidud teepikkusest. Mida väiksem nüüd aatomite hulk ruumi üksuses on, seda harvemini tuleb kokkupuutumine ja seda pikem on läbikäidud tee, kui gasioon viimaks oma teekonnal aatomiga kokku saab. On aga aatomite hulk ruumi üksuses suur, siis põrkab gasioon väga tihti aatomitega kokku, tema läbikäidud tee on aga lühike, sellepärast ka kineetiline energia väike, gasioon ei jõua aatomisi purustada ja tõugatakse viimastest tagasi.

Pumpame klaastorust veel õhku välja kuni umbes 0,1 mm rõhumiseni, siis ei lähe elekter ühest elektrootist teise juure mitte enam sädemena gaasisambast läbi, vaid me saame sootu teise pildi. Anoodist umbes toru keskpaigani on näha punakas valgusesammas, mis positiivseks valguseks nimetatakse. Siis järgneb pime ruum, mis nimetatakse Faraday' pimedaks ruumiks ja pea-aegu katoodini ulatub. Lõpuks järgneb valgusekiht, mis katoodi pinda katab ja helktuleks nimetatakse. Pea-valguseallikas on siin positiivne valgusesammas.

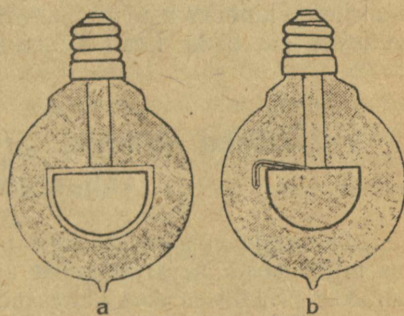
Eelmisest nägime, mida hõredamaks gaas klaastorus muutus, seda väiksem oli pinge, mis suutis elektrootide vahelist gaasi ioniseerida. Üsna hõredatel gaasidel ei ole see aga mitte enam

maksev. On õhu rõhumine alla 0,1 mm, siis peab pinget suurendama. Õhu surumise vähendamisega kahaneb ka aatomite hulk ruumi üksuses, viimasega väheneb aga ka kokkupõrkamiste arv gasioonide aatomite vahel. Tarviliku hulga gasioone võib nüüd ainult seeläbi sünnitada, et vabade gasioonide liikumise kiirust suurendataks, mida aga suurema elektrivälja abil saavutada võib.

Esimestes lampides tarvitas nimetatud firma puht-neongaasi. Juba 150 V peale hakkab niisugune lamp helkima. See lamp annab puhta neongaasi tõttu, mille spektrum rikas on tugevate valgusejoonte poolest, ja võrdlemisi pika positiivse valgusesamba abil koguni kuni 2 normaal-küünla valgustugevuse.

Selle lambi viga seisab aga selles, et ta abisüütamist vajab, sest lülitamise silmapilgul ei suuda võrgupinge elektrodide vahelist maad ioniseerida. Abisüütamiseks võiks tarvitada kõrgeimat momentpinget ehk abielektroodi, mis abinõud lambi ehituse väga keeruliseks teeksid. Soovides lihtsat ja odavat lampi valmistada loobus firma sellest keerulisest abisüütamisest ja ühes sellega lambi suuremast valgustugevusest ja tarvitab praegu neoneeliumi-gaasi segu 8–10 mm rõhumise all. Lambi valgustugevus on kõigest 0,7 - 1,0 NK., kuid ta hakkab kohe helkima ilma mingisuguse abimehanismita. Lülitamisel 220-V võrguga hakkab lamp kohe helkima, kuid lambi näpitspinge langeb ka kohe 190 V peale. Ülejääva osa,  $220 - 190 = 30$  V, peab eeltakistuse abil hävitama. Ilma nimetatud eeltakistusega ehk voolupiirajata kasvaks vool liiga tugevaks, mille läbi lambi metallist osad väga ruttu tolmustuksid. Metallitolm kataks lambiklaasi musta kihina, see võib aga ka väga kardetavaks saada, kui tema, s. o. metallitolmu abil elektrodide vahel tuleleek tekiks. Viimase tekkimisega kasvaks vool silmapilkselt nii tugevaks, et ta lambi hävitaks.

Helklambid valmistatakse alalise kui ka vaheldava voolu jaoks. Joon. 53 näitab helklampi alalise voolu jaoks. Lambiklaasi sees, mille läbimõõt 55 mm, on pallikujuline poleeritud raudplekist katood, mis voolu läbimisel helgib. Raudraa-

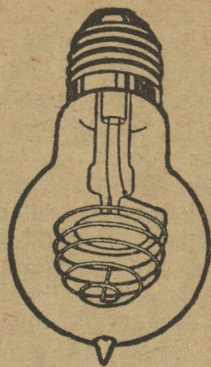


Joon. 53.

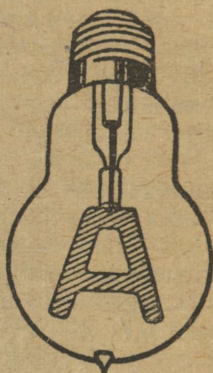
dist anood on konksukujuline ja seisab 3 mm katoodist eemal. Lamp on Edisoni normaal-vindegaga varustatud, mille sisse eeltakistus asetatud on. Ühendamisel võrguga peab selle eest hoolt kandma, et õiged nabad lambiga ühendatakse, vastasel korral

ei hakka helkima mitte suurepinnaline katood (joon. 53-a), vaid väikese pinnaga anood (joon. 53-b).

Vaheldava voolu jaoks on lambi elektroodide pinnad peaaegu ühesuurused. Joon. 54 näitab vaheldava voolu helklampi. Üks elektrood on spiraali taoline, kuna teine taldriku taoline on. Joon. 55 näitab reklaami otstarbeks tähega valmistatud lampi.



Joon. 54.



Joon. 55.

Viimastel aastatel on Saksamaal helklampi väga laialt hakatud tarvitama. Heade tagajärgedega tarvitatakse teda lülitusseadetes pinge, lülijate, kaitsjate jne. kontrollimiseks. Helklampide väikese pinnasäravuse pärast ( $0,001 \text{ N.K./mm}^2$ ) tarvitatakse neid teatrites ja kinodes uste äramärkimiseks, hajgemajades ja magamisruumides (vaata ka Eesti Tehnika Seltsi ajakiri nr. 8 — 1921. a.).

### Praktilised andmed tarviliku valgustugevuse väljaarvamiseks.

Hõõgtule valgustusseadete projektimisel ei tehta valgustugevus mitte iseäralise arvestamise abil kindlaks, vaid suuremalt osalt valitakse praktilises elus kättesaadud andmete varal nõutav lambi suurus. Ei tasukski ennast sääre arvestamine, sest valgustugevust võib üsna lihtsalt muuta hõõglampide ümbervahetamisega.

Järgmine tabel näitab mitmesuguste ruumide jaoks tarvismineva keskmise horisontaalse valgustuse ja nende valgustustele vastavad hõõglampide künla-arvud ühe ruutmeetri põrandapinna jaoks, valguspunkti kõrguse olles 3–4 m.

Ruumid.	Luks 1 m üle põ- randa.	N.K. 1 m <sup>2</sup> põranda- pinna jaoks.
Magamistoad . . . . .	8 — 25	1,5 — 5
Köögid . . . . .	10 — 30	2 — 6
Elu- ja söögitoad . . . . .	20 — 40	4 — 8
Pidu- ja kontsertsaalid . . . . .	50 — 80	10 — 16
Kuuldesaalid ja klassid . . . . .	50 — 70	10 — 14
Joonistussaalid . . . . .	80 — 120	16 — 24
Operatsioonitoad . . . . .	200 — 400	40 — 80
Laduruumid . . . . .	10 — 25	2 — 5
Valukuurid ja sepikojad . . . . .	20 — 40	4 — 8
Lukusepa-, tislari- ja montaashi- töökojad . . . . .	30 — 60	6 — 12
Trükikojad . . . . .	50 — 80	10 — 16
Bürood . . . . .	40 — 60	8 — 12
Keldrid . . . . .	2 — 10	0,5 — 2
Koridorid ja kõrvalised trepid . . . . .	5 — 10	1 — 2
Peatrepid . . . . .	20 — 50	4 — 10

Väga hõlpsasti võib nõutava lambisuuruse Siemens ja Schuckert'i poolt kokkuseatud joontabeli abil leida (joon. 56).

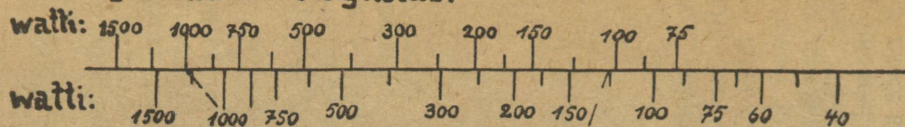
See tabel on maksev gaasiga täidetud lampide tarvitamisel.

Esimesel joonel on lambi suurused watt'ides peale kantud ülespoole poolkaudse valgustuse ja allapoole otsekoheise valgustuse jaoks. Teisel joonel on lampide omavaheline kaugus meetrites ja kolmandal joonel nõutav valgustus luks'ides peale kantud. Järgmine näide seletagu joontabeli tarvitamist.

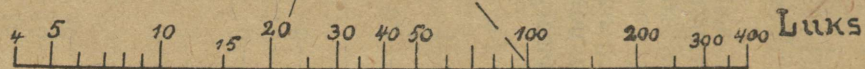
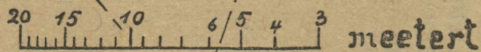
Suuremas ruumis nõutakse 100 luks'i valgustust. Lampide omavaheline kaugus olgu 10 m. Mitmewattilisi gaasiga täidetud lampe on selleks vaja?

Joonelaua abil ühendatakse alumise skaala punkt 100 keskmise skaala punktiga 10. Seal, kus joonelaud ülemist skaalat lõigub, leiame poolkaudse valgustuse jaoks 1000-wattilise lambi (valged laed ja heledad seinad nõutavad) ja otsekoheise valgustuse jaoks 1250-wattilise lambi (lambid kupliga).

Poolkaudne valgustus.



Otsekohene valgustus.



Joon. 56.

Suuremate platside valgustamiseks leeklampidega võib järgmist tabelit tarvitada.

	N.K. 1 m <sup>2</sup> pinna jaoks
Vab iku hoovid . . . . .	0,3—0,5
Raudteejaamad . . . . .	0,5—1,0
Turuplatsid . . . . .	1,5—2,5

Leeklampi keskmist valgustugevust võib järgmisest tabelist leida.

Lambi vool amp.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Keskmine sfääriline valgustugevus N.K. . . . .	70	130	200	300	380	480	570	650	800	1100

### Valgustugevus, kasulikkuse tegur ja põlemisaine ehk energia tarvitus mitmesugustel lampidel.

L a m p.	Valgustugevus N.K.	Kasukraad %/0/0	Kaotused soojuse läbi %/0/0	Põlemisaine ehk energia tarvitus N.K. pealt tunnis.
Petrooleum . . . . .	8 — 50	0,50	99,5	3—2,5 g
Gaas				
a) lahtine tuli . . . . .	12— 40	0,40	99,6	12—81
b) hõõgtuli . . . . .	30— 330	4,0—6,0	96,0—94,0	1,5 0,71
Elektrilambid				
a) süsiniit . . . . .	kuni 100	5,0	95,0	3—3,5 W
b) metalltraat . . . . .	„ 1000	17,0	83,0	1,2—0,85W
c) gaasiga täidetud . . . . .	„ 4000	32,0	68,0	1,0—0,5 W
d) leeklamp . . . . .	„ 6000	—	—	1,35—0,5W

A  
4029 i