Tehnilised õppevihikud.

V. 3.

Elektrisoojus ja elektrivalgus.

Elektro-praktikum II.

Dipl.-ins. K. Grimm.

Autori kirjastus.
Tartus 1932.

TEHNILISED ÕPPEVIHIKUD.

Vihik 3.

Käsikirja õigustega.

ELEKTRISOOJUS ja ELEKTRIVALGUS.

Elektro-praktikum II.

Dipl.-ins. K.Grimm.

Autori kirjastus.
Tartus 1932.

S i s u .

A l l i k a d.

1.W.Seibt.Elektro-Praktikum.Leipzig 1922.

2.E.Orlich.Anleitungen zum Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium.

3.A.Linker.Elektrotechnische Messkunde.

I. Joule'i seaduse kontrollimine.

Riistad.

1. Kalorimeeter 2 tk.
2. Ampermeeter 0-10 Amp.
3. Wheatstone'i silla II skeemilaud.
4. Kaitse 6 amp.
5. Mõõduklaas 100 cm³.
6. Voolualikas (transformaator või akkum. 4-10v. 3-5 amp.)
7. Galvanomeeter.
8. Nuppkatkestaja.
9. Takistuse etaloon 2 Ω.
10. Edisoni akkumulaator 1-1,5 volti.
11. Kraadiklaas 2 tk. kuni 100° C.

Selle katse ülesanne on mitmekülgselt kontrollida Joule'i seaduse valemit. Saame järgmised juhud:

1. Valemi konstandi K leidmine.

$$Q = k.I^2.Rz \qquad (1)$$

kus on arvatud

Q - soojuse hulk

I - voolutugevus amprites

R - takistus oomides

z - aeg, sekundites.

ja

$$K = \frac{Q}{I^2 R z} \qquad (2)$$

Valemist järjeldub, et mõõtmise alla kuuluvad: soojuse hulk Q, mida on võimalik leida kalorimeetriliselt; voolutugevus I - ampermeetri abil; traadi takistus R - Wheatstone'i silla kaudu ja z - kella või stopperi abil.

Q täppis leidmine teeb raskusi, sest soojuse hulk, mis tekib elektrienergia arvel kalorimeetri traatspiraalis, läheb ümbruskonna soojendamiseks ja kulub ära:

Q_1 - vee soojendamiseks

Q_2 - vaskanuma soojendamiseks

Q_3 - traatspiraali soojendamiseks

Q_4 - kraadiklaasi soojendamiseks

Q_5 - kõik teised soojusekaotused (isolatsioon, puu, õhk, segamislabidas jne).

Meie võtame arvesse ainult suuremad soojusekulud Q_1 ja Q_2, kuna väiksed ja selle tõttu võrdlemisi tähtsuseta Q_3, Q_4 ja Q_5 jätame tähelepanemata.

Q_1 - soojust, mis elektrienergia arvel veele juurde tuli, saab kergesti kätte, kui on teada vee hulk M_1 grammides, (või cm^2) vee erisoojus $C_1 = I$ ja vee alg- jd lõpptemperatuurid t_a ja t_l.

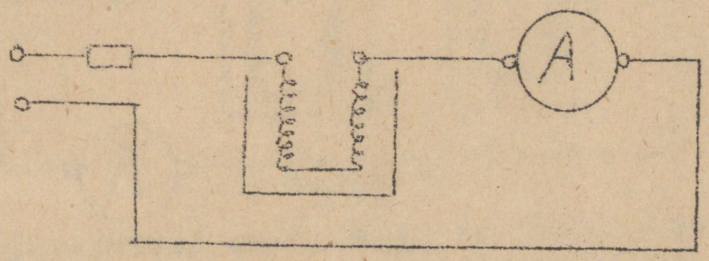
$$Q_1 = C_1 . M_1 (t_l - t_a) \qquad (3)$$

Sellisel teel saame ka anuma soojendamiseks mineva soojuse Q_2

$$Q_2 = C_2 M_1 (t_1 - t_2) \qquad (4)$$

kus $C_2 = 0,092$ valge vase jaoks, millest on tehtud meie kalorimeetri anum. Tema massi M_2 leiame kaalumise teel. Paras vee hulk on $M_1 = 180$ gr.

Kalorimeetri traatspiraalide takistuse määrame kindlaks Wheatstone'i silla abil (v. vihik I katse 7.B) Peale selle ühendame riistad joonise I. järgi ja laseme voolu läbi 4-8 minuti jooksul. Saadud andmete põhjal arvutame K valemi (2) abil.



Joonis I.

On meil katse korralikult läbi viidud, siis ei tohi K olla 0,24-st suurem, või 0,23-st väiksem, vastasel korral tuleb katset korrata.

2. Joule'i seaduse põhjal tekkinud soojuse hulk on päriproportsionaalne voolutugevuse ruuduga.

Selle lause kontrollimiseks teeme katse läbi kaks korda, muutes ainult voolutugevusi, kõik teised suurused aga endiselts jättes, s.o. takistus - R, aeg - z, veehulk - M_1, jne.

Selle tõttu saame:

$$Q_1 = KI_1^2 Rz \text{ ja } Q_2 = KI_2^2 Rz \qquad (5)$$

$$Q = C_1 M(t-t_1) \qquad (4)$$

kus $C_1 = 0{,}092$ on vase jooks, millest on teh-tud meie kalorimeetris ainult. Veemass M_1 leiame kaalumise teel. Veemass on $M_1 = 160$ g.

Kalorimeetri ja veesisu soojuse tähistaga mõõtmis kinnitus Pretsisioonilise tähistaga mõõtmis kinnitus viiakse läbi (u. 6 tähtl. kaise [illegible] Pretsisioonilise tähistaga joonise 1. Kõrgel temperatuuril [illegible] minutit joonisel. Saadud [illegible] arvutamise [illegible] (2) abil.

Joonis 1.

Ca meil [illegible] läbi viidud, siis ei tähi K ülle [illegible] ei 0,25-st voltsem, vastasel korral tuleb tähest kõrvata.

2. Joonis 1 sisaldab [illegible] soojuse hulk on pöördvõrdeline [illegible] funktsioon. Seega tuleb kontrolliküsimus teenus kaise läbi kaka kõrvata, mudelo minutil [illegible], kõik taiesi suurusad nõu [illegible] tähtes, s.o. tähtis tua - λ, ceo - c, [illegible] - M, jne. Seega tõtim sõnu.

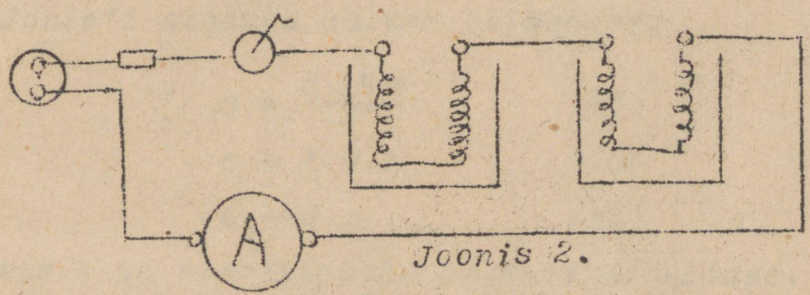
$$Q = K(t_1^2 - t_2^2) \qquad (5)$$

jagades võrrandid saame

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{I_1^2}{I_2^2} \qquad (6)$$

3. Joule'i seaduse põhjal tekkinud soojuse hulgad on päriproportsionaalsed takistustega.

Katse läbiviimiseks tarvitame kaht ühesugust kalorimeetrit, aga isesuguste traatidega (ühendusskeem joon. 2.)



Joonis 2.

Kalorimeetritel on I, M_1, M_2, jaz ühesugused.

Iga kalorimeetri jaoks teeme ise arvutuse tema soojusehulga kohta.

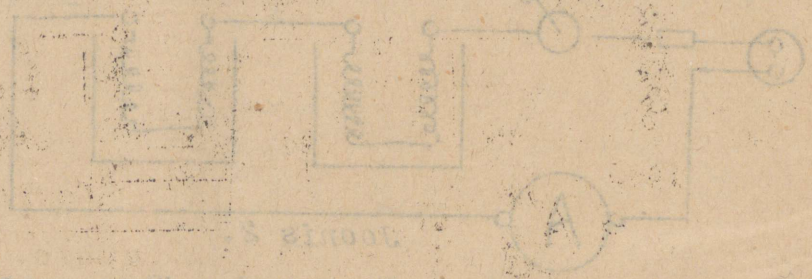
$$Q_1 = K.I^2.R_1.z \text{ ja } Q_2 = K.I^2.R_2.z \qquad (7)$$

Jagades saame jälle

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_1}{R_2} \qquad (8)$$

4. Joule'i seaduse põhjal tekkinud soojuse hulgad on päriproportsionaalsed voolu voolamise ajaga.

Katset korraldatakse ühe ja sellesama kalorimeetriga kaks korda, iga kord valides isesuguse



aja - z, kuna kõik teised tingimused ja suurused jäävad endisteks.

$$Q_1 = K.I^2.Rz_1 \quad ja \quad Q_2 = K.I^2.Rz_2 \qquad (9)$$

ja $$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{z_1}{z_2} \qquad (10)$$

Märkus. Ampermeetri asemel on võimalik tarvitada Joule'i seaduse kontrollimiseks ka voltmeetrit, wattmeetrit, või lõppude lõpuks, voolulugejat. Arvutamiseks tarvitame siis vastavalt Joule'i seaduse valemi teisendeid.

$$Q = \frac{K.v^2.z}{R} \qquad (11)$$

$$Q = K.W.z \qquad (12)$$

$$Q = K.A. \qquad (13)$$

kus A on elektrivoolu tööhulk džaulides.

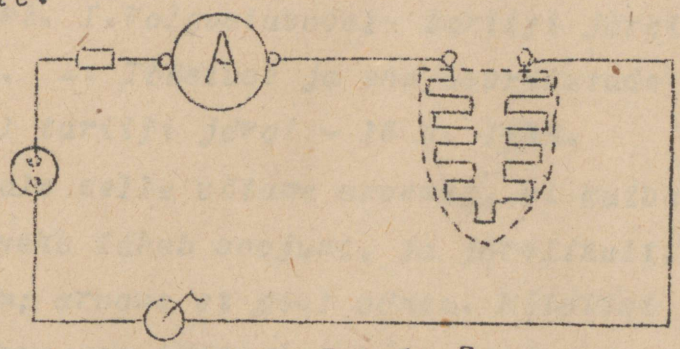
2. El.-triikraua voolukulu leidmine.

Riistad.

1. Ampermeeter 3 amp. } või wattmeeter.
2. Voltmeeter 220 volti }
3. Kaitse.
4. Katkestaja.
5. El.-triikraud.

Tihti on tarvis teada kui palju läheb maksma el.-riistas tarvitatav vool. Selleks kontrollime triikraua voolutugevust ja pinget ja nende kaudu arvutame välja ühe tunni jooksul ära kulutatud

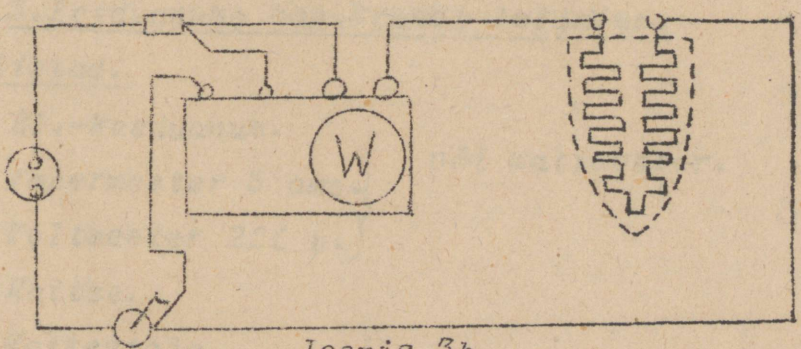
el.-energia. Voolutugevuse ja pinge mõõtmiseks teeme ühendusi joon.3a järgi. On tarvitusele võetud wattmeeter, siis sünnib ühendamine joon. 3b järele.



Joonis 3a.

Kirjutame enne välja riistade näidud,- voolutugevuse ja pinge ja arvutame triikrauas kulunud el.-voolu võimsust.

$$W = i.v \text{ watti } \text{ või } W = \frac{i.v}{1000} \text{ kW} \quad (14)$$



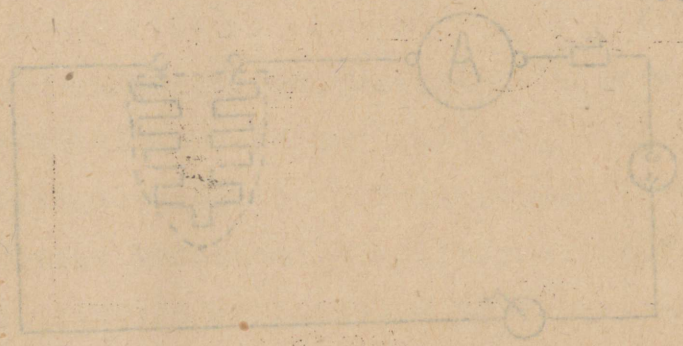
Joonis 3b.

Et aga el.-energiat mõõdetakse el.-töö ühikutega,- džaulidega, või harilikult kilowatt-tundidega (kWh), siis saame

$$A = W.t \text{ (kWh)}$$

A - el.-töö
W - võimsus kW
t - aeg tundides.

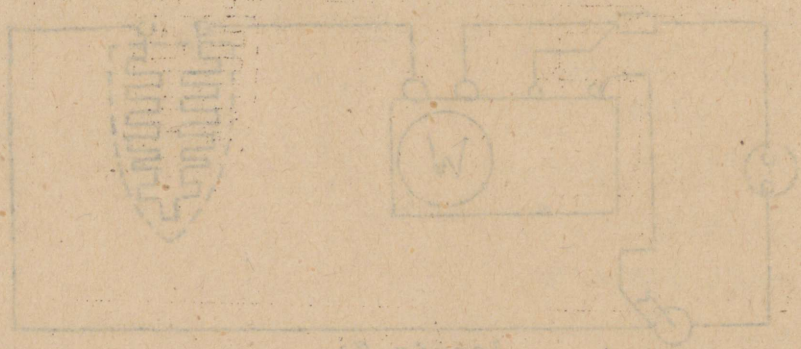
el.-energia. Vaihtelujenkin ja ottaja mittaileka teema uudenkin joon.ja jo-yl. on kurvitusaiz pöe tud uutimaterv, siis suunta uusmoonine joon. Ja jotsie.



Joonis 3a.

Kirjutame sama nüüd ja risiade notand.-peali-tugeduse ja pinge ja arvutame kriitrovee kulumud el.-voolu ostmaksi.

$$W = I \cdot U \text{ ehk } W = \frac{I \cdot U}{1000} \text{ kW} \quad (1a)$$



Joonis 3b.

Et nüüd el.-energiat müüdiakse el.-tarbijatele.- dessuldeegu, nüüd kuulitkeit kilowattituuddiga oo (kWt), siis saame

$$A = el.\text{-}vool \quad (2)$$

$$t - W_1 \quad (kWt)$$

W – võimsus kW

t – aeg (h) tundides.

Kui W on wattides ja t sekundites, siis tuleb töö A džaulides. Ühes kWh-nis on 3600000 dž. Katset teisendame selles mõttes, et teeme mitu arvutust. I. Valgustusvoolu tariifi järgi - 24 senti IkWh. 2. Tööstuse ja soojuseriistade (tehniline vool) tariifi järgi - 16 s. IkWh.

Peale selle võtame arvesse, et kuiva pesu triikimiseks läheb soojust, ja järelikult, el.-tööd vähem; arvame et pool vähem. Niiviisi tuleb ka triikrauaga töötamine kaks korda odavam. Katse juures viime kütmise nii kaugele, et triikraud hästi kuumaks läheks. Selle juures vaatame kogu aeg ampermeetri näitu ja märgime üles, kui voolutugevus i peaks muutuma.

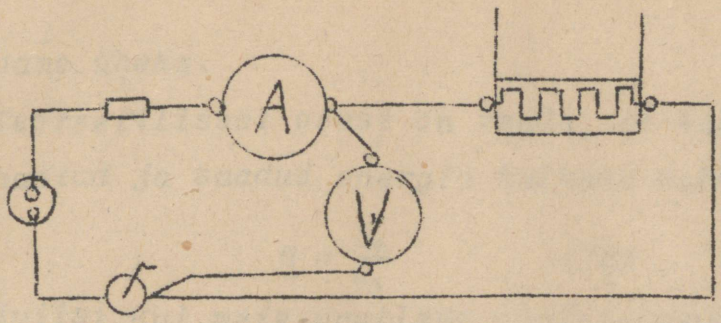
3. Keeduanuma kasukraadi leidmine.

Riistad.

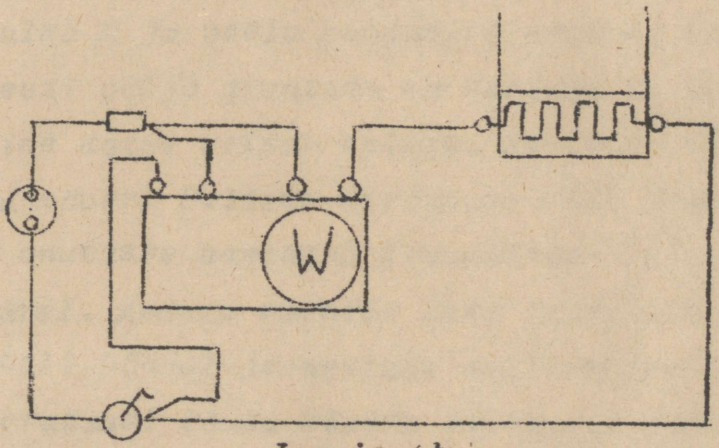
I. El.-keeduanum.
2. Ampermeeter 3 amp. } või wattmeeter.
3. Voltmeeter 220 v. }
4. Kaitse.
5. Katkestaja.
6. Termomeeter kuni I20°.

Riistad ühendame nagu näitab skeem 4a või 4b. Katse ülesanne on kindlaks teha:

I. Missuguse kasukraadiga töötab keeduanum?
2. Kuidas tõuseb soojendatava vee temperatuur



Joonis 4a.



Joonis 4b.

ajaga?

3. Kui palju läheb maksma ühe liitri vee soojendamine kuni 100°?

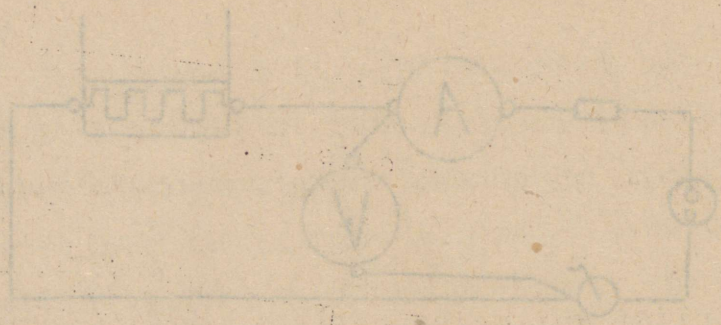
Esimesele küsimusele vastamiseks peame meeles pidama, et see soojuse hulk, mis tekib keeduanuma kütteelemendis Joule'i seaduse põhjal, võrdub:

$$S_s = 0{,}24 I^2 Rz \quad \text{või} \quad S_s = 0{,}24 I.V.z \text{ cal.}$$

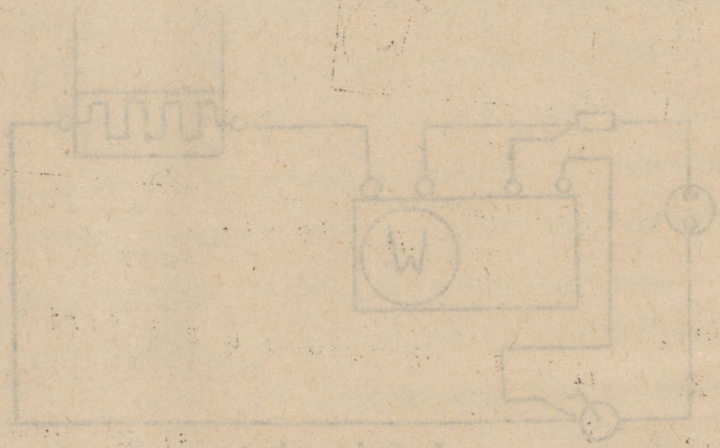
vee soojuse hulk, mille on saanud vesi

$$S_ä = c.M(t_l - t_a) \text{ cal.}$$

kus M - on veehulk grammides (cm^3), t_l ja t_a vee lõpp- ja algtemperatuurid. C - vee erisoojus, mida



Joonis 4a.



Joonis 4b.

arvame üheks.

Teoreetilisest osast on teada, et kasukraad on äraantud ja saadud energia hulkade suhe

$$\eta = \frac{S_ä}{S_s} \qquad (I8)$$

Niiviisi kui meie vaatleme voolutugevust I, voolupinget V, vee alg- ja lõpptemperatuure t_a ja t_l, veehulka M ja voolu voolamise aega z, siis võime kergesti välja arvutada ka keeduanuma kasukraadi.

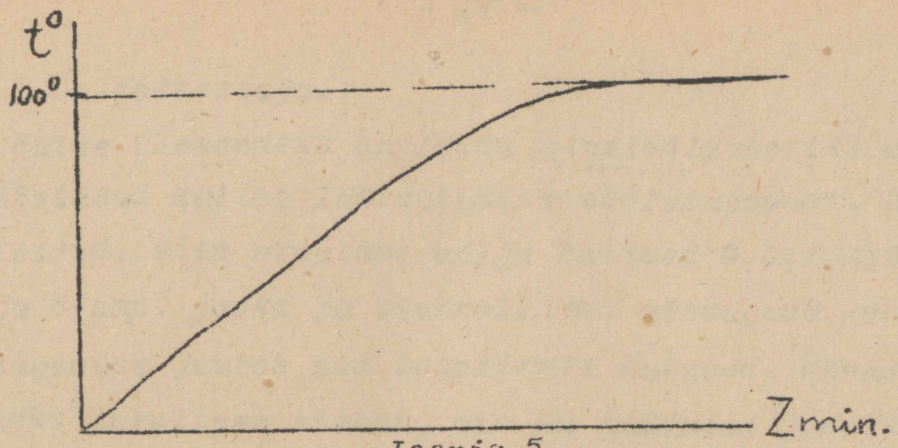
Teine katse seisab selles, et leida temperatuuri tõusu kõver. Selleks kirjutame üles temperatuuri, mida anumasse asetatud kraadiklaas näitab iga minuti järel. Andmed märgime üles tabelisse I.

Tabeli põhjal joonestame millimeetripaberile temperatuuri tõusu kõvera (joon.5.) Abstsissideks võtame aja, kuna ordinaatideks kraadid. Kõveral on see tähtsus, et kui temale juurde lisada ärakuluva elektrivoolu tööhulga kõver kWh-des, siis on võimalik otsekohe kätte saada vee soojendamise kulu iga temperatuuri jaoks, mis tähtis oleks, näiteks vanni vee soojendamisel.

Tabel I.

NN	Z	t
1	aeg	temp
2		
3		
4		
⋮		

Kolmanda küsimuse lahendamiseks peame meie välja



Joonis 5.

arvutama keeduanuma tarvitatud el.-energia hulga kWh

$$A_s = \frac{I \cdot V \cdot z}{3600000} = \frac{I \cdot V \cdot z}{3,6 \cdot 10^6} \text{ kWh}$$

z on siin aeg sekundites, 3,6.IO - džaulide arv ühes kWh.

On meil katse jaoks võetud M liitrit, siis ühe liitri soojendamise hinna saamiseks peame jagama A - M-le ja korrutama IkWh hinnaga. (24s. või I6s. sellele vastavalt, kas tarvitame me valgustuse või tööstuse (tehnilist) voolu).

4. Kaitse sulatamise katse.

Riistad.

I. Ampermeeter IO amp.

Reostaat 5Ω

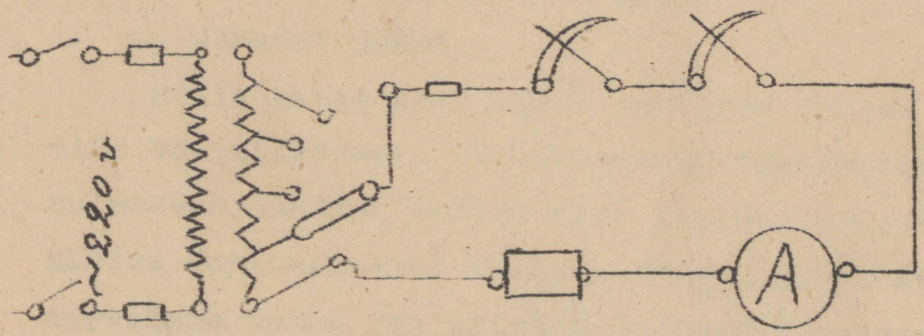
3. Reostaat 0,5Ω

4. Laboratooriumi kaitsed, mitmesugused.

5. Kaitse I5 amp.

6. Katkestaja.

Katse ülesandeks on leida stamioolpaberist valmistatud kaitse läbisulamise voolutugevust. On ta leitud, siis arvutame välja kaitsed 0,5; I; 2; 3; 4; 5 ja 6 amp. jaoks ja kontrollime, missuguse voolutugevuse juures nad tegelikult sulavad. Ühenduseks tarvitame skeemi, mis on näidatud joonisel 6.



Joonis 6.

Märkus. Voolutugevuse reguleerimine sünnib aegamööda ja peatustega kuni I - 2 minutini.

Kui tarvitatakse kaitseks peenikesi vask-, tina- või teisi traate, siis tuleb tähele panna, et kahe- või mitmekordselt kokkukeeratud traadid kannatavad vähem voolutugevust, kui seda võiks arvata üksiku traadi sulamise voolu järgi, sest jahutuspind on kokkukeeratud traatidel suhteliselt väiksem, kui ühel traadil.

5. Juhtme ja traadi sulatamise katse.

Riistad.

I. Ampermeeter kuni 50 amp.

2. Ampermeetrile šunt kuni 250 amp.

3. Reostaat 3000Ω

4 Reostaat 500 Ω

5. Reostaat I00Ω

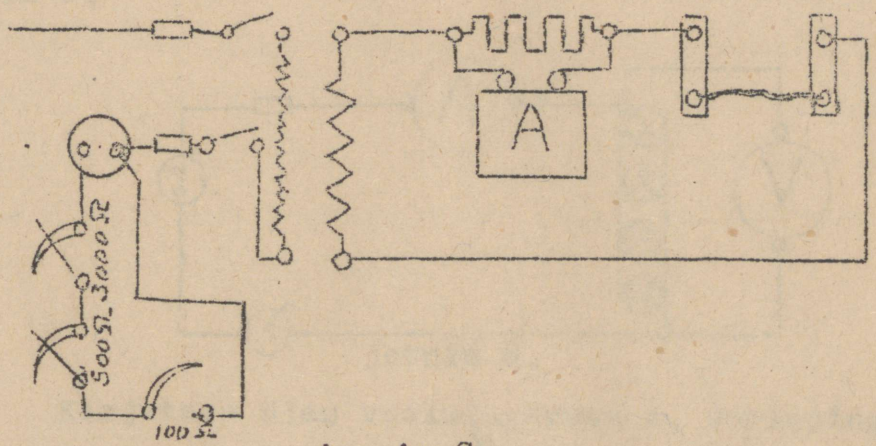
6. Kaitse 6 amp.

7. Traadi sulatamise klemmid.

8. Jämedat juhet.

Selle katse abil teeme kindlaks juhtme sulamise voolutugevuse. Voolutugevuse reguleerimine sulatavas juhtmes sünnib transformaatori primaarmähise voolutugevuse reguleerimise kaudu. Selleks tarvitame kolme järjestikku ühendatud reostaati, mil on algul ära kasutatud terve takistus. Edasi lülitame aegamööda enne 3000Ω-reostaadi, siis 500Ω ja lõpupoole I00Ω . Viimasel reostaadil kaks-kolm viimast astet jäävad välja lülitamata. Kui tarvis oleks voolutugevust veel suurendada, siis võtame abiks 20Ω-reostaadi ja töötame temaga kuni lõpuni. Nagu eelmisel katsel nii ka siin tuleb ära oodata iga voolutugevuse suurenemise juures nii kaua, kuni traadi silmapaistev soojenemine järele annab, ja siis ainult edasi lükata reostaadi kangi järgmise kontaktini.

Riistade ühendamise skeemi näitab meile joonis 7.



joonis 7.

6. El.-lambi voolukulu ja kasukraadi η määramine.

Riistad.

I. Süsiniidiga lambireostaat 4 lampi.

2. Metallniidiga lambireostaat 4 lampi à IOOHK

3. Metallniidiga lambireost. 4 lampi. à 50HK või 32HK.

4. Ampermeeter 5 amp.

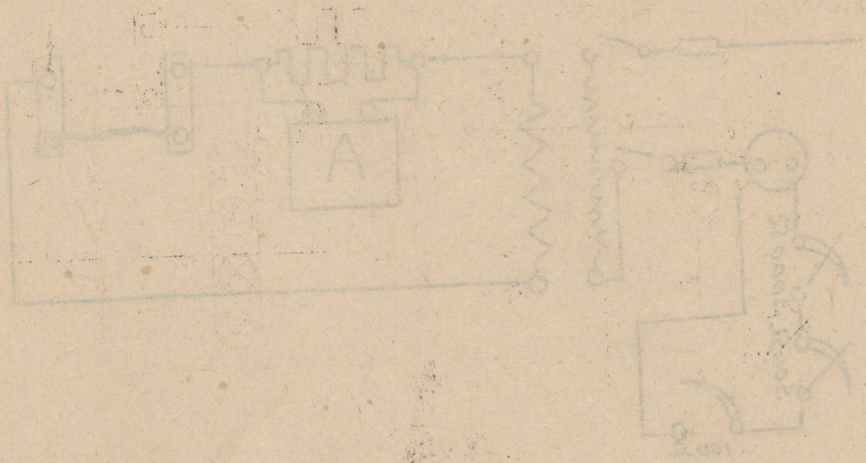
5. Voltmeeter IIO ja 220 v.

6. Kaitse.

7. Katkestaja.

Nagu teoreetilisest osast on teada, el.-hõõglambid ei tarvita ühepalju voolu ühe HK pääle.

Meie ülesanne on kindlaks teha, kui suur on vattide arv ühe HK pääle mitmesugustel hõõglampidel. Selleks ühendame mõõduriistad ja lampide



joonis 6.

6. El.-lambi voolumõõtja komplekt mõõtmiseks.

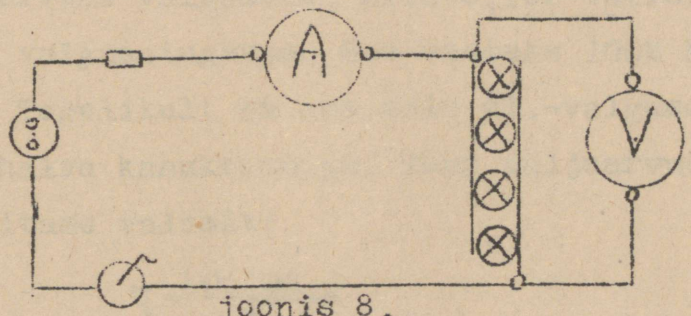
Riistad.

1. Suunatõkke lambisoojenat - lamp.
2. Metallitõkke lambisoojenat - lamp a 100WK
3. Metallitõkke lambisoojenat - lamp a 50WK
4. Ampermeeter 5 amp.
5. Voltmeeter 110 ja 220 v.
6. Keerd.
7. Kaitsemata.

Nagu boorelektrisõnat oleme näinud, ei-hõõglambid ei tunnista ühepoolset voolu läbi ka paaris.

Mõõtmiste on kindlasti tehtud, ühe kõrvale vastide ara ühe ja teise suunamõõtmisel lõpetamisel. Selliste mõõtmiste läbiviimiseks ja lampide

grupi vooluallikaga, nagu seda näitab meile joonis 8.



joonis 8.

Kirjutame üles voolutugevuse i, voolupinge v, lampide arvu n, ühe lambi valgusetugevuse J vabriku andmete põhjal, mis lambi soklil on ära tähistatud ja lampide grupi kogu valguse tugevuse J.

Need andmed lubavad välja arvutada:

I. El.-voolu võimsust W , mis lampidegrupp n lambiga ja kogu valgusetugevusega J ära tarvitab

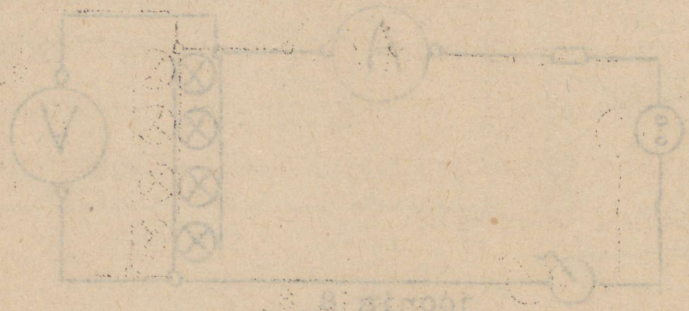
$$W = i.v$$

2. Võimsust, mis kulub ühele valgusetugevuse ühikule (I HK).

$$w = \frac{W}{J} \text{ watt/IHK}$$

3. Et valguskiired on niisamuti kui näiteks soojus, elekter, energia kuju, siis peavad temal olema ka oma suuruste mõõduühikud. Nii vastab võimsusele valgusetugevus. Vati ja IHK vaheline võrdlusetegur, mida võiksime nimetada el.-valguse ekvivalendiks, on 0,I02, s.t. ühele Heffneri

grupi voolamiskõver, mille seda näitab joonis 8.



Joonis 8.

Kirjutame nüüd voolutugevuse i, voolupinge v, lampide arvu, ühe lambi valgusvõimsuse l vahelise seose, mis lambi sortiil on ära toodud kõikide lampide grupi kohta valgusmõõtmiste näitajate järgi.

Need arvulised lähtetõed võiksid olla järgmised:

1. Mõõtke voltmeeter V, mis lampidegrupp a lambiga $1a$ kogu vahelduvvoolu i ära tarvitab

$$W = i \cdot v$$

2. Võtmeset, mis kuiub ühelt valgusteljelt teisele ühendab (I ühe).

$$W = \frac{W}{i} \text{ watt/LUHK}$$

3. Ta valgusfiiruon mõõdumiseks mõõtekoopiaelektor, energia kulu $\frac{W}{i}$ ei ole vaatud temal olema ka ühe suurusega mõõdühikud. Nii vastab võimsusele valgustugevus. Võtta ja LUH vahelise võrdlusteelgu mida võrkelus nimetada el.-valgusele elektrivõrkku, on 0,102, s.t. ühele vatiseni

küünlale vastab 0,I02 vatti või, kui el.-energia muutuks tervena valguseks, siis 0,I02 vatist tekiks I HK valgusetugevus. See vastaks I00% kasukraadile. Tegelikult on aga meie el.-valguse allikad õige halva kasukraadiga. Tema väljaarvutamiseks tarvitame valemit:

$$\eta = \frac{0.I02.J}{W}$$

Kasukraadi η arvutame välja meie katses iga lambiliigi jaoks.

7. Korteri elektrivalgustuse sisseseade.

Riistad.

I. Raam lampidega.

2. Voolulugeja 3 amp. 220 v.

3. Kątkestaja.

4. Korteri kaitsed 4 amp.

5. Seinakontakt.

6. Laualamp.

7. Stopper või taskukell sekundite näitajaga.

Selle katse abil kontrollime korteri elektrivalgustuse sisseseade osade ühendusi, skeemi ja voolukulu. Ühendused viime läbi joonisel 9 näidatud viisil.

Voolukulu arvutamiseks tarvitame vooluluge-

Ühmajale vastab 0,102 vatti või, kui el.-energia maksuks teiseme vaj.-mõõte, siis 0,102 vatist tekib 1 MK valgusenergiaga, ühe vatiga 100% kasumiteadlie. Tegelikult on see mõõt el.-valgusele siiski ühes hulva kasutadlie. Tema valgusvõtmeseen taritsame valemit:

$$\eta = \frac{0,102 \cdot L}{V}$$

Kasutades η arvutamiseks võite meie kätes olla lambitüüsi järgi.

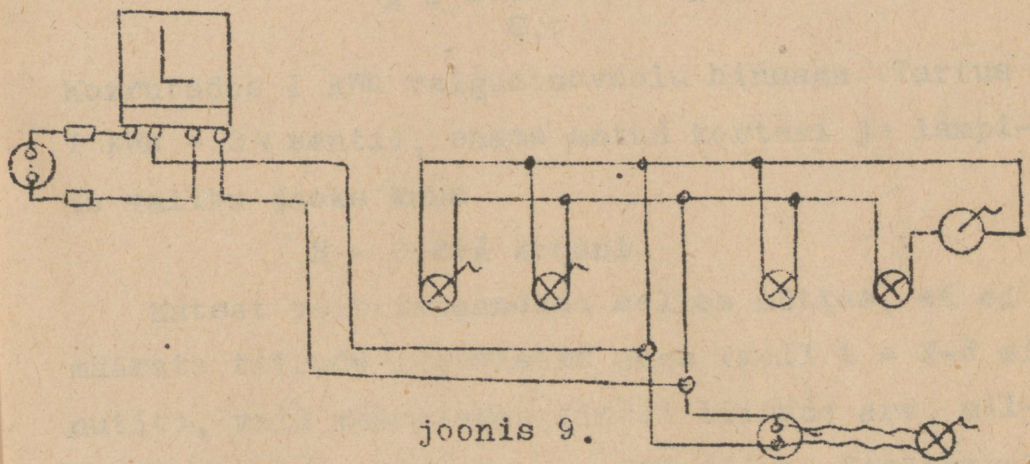
7. Kortsu elektrivalgustuse ülesanne.

Ülested.

1. Naas lampidega.
2. Voolutugeja 3 amp. 220 v.
3. Juhtmeid.
4. Kortsu kaitsed 4 amp.
5. Sõiakontakt.
6. Lauslamp.
7. Stopper või teekaeli ühendtee puitaja.

Seiza ratse ühtl kontrollime kortsu elektrivalgustuse ülesanne oende ühendusi, eksmi ja voolukulu. Uhenduse viime läbi joonisel 9 näidatud viisil.

Voolukulu arvutamiseks tarvitame voolutugeja-



joonis 9.

jat. Loetleme tema ketta (ankru) tiirude arvu n teatava t aja jooksul. (näiteks 2. või 3. min. jooksul). ja arvutame, arvesse võttes lugeja kilbil tähistatud konstanti C, nii:

C - ankru tiirule vastab I kWh.

I ankru tiirule vastab $\frac{I}{C}$ kWh

n ankru tiirule vastab $\frac{n}{C}$ kWh

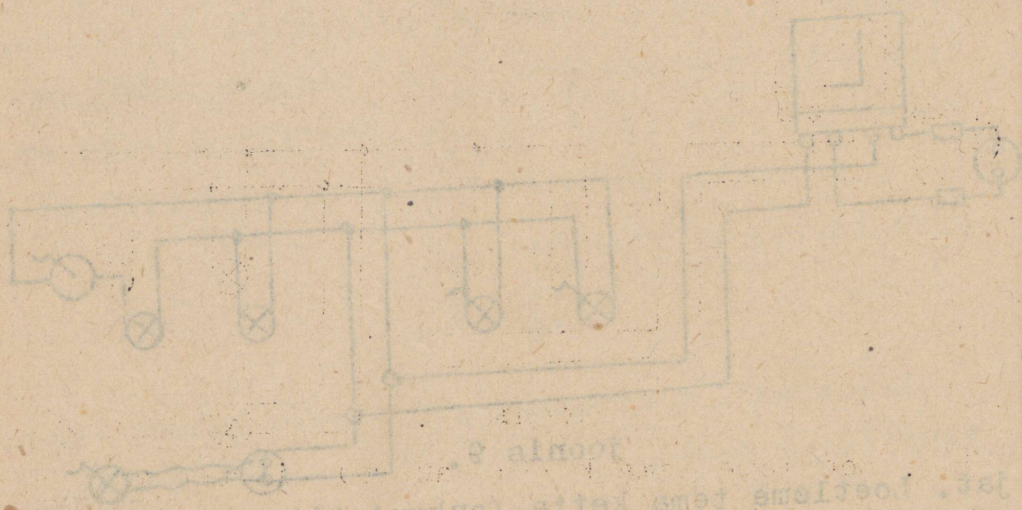
minuti jooksul kulub ära

$$\frac{n}{C.t} \text{ kWh}$$

Ühe tunni jooksul aga 60 korda rohkem:

$$\frac{n.60}{C.t}$$

30. päeva, kuu jooksul à z tundi päevas, järeli-



Joonis 9.

Jet. Loetleme tema kolta (ankru) liikude arvu n testava 1 aja jooksul. (näiteks 2. vtill 8. ainu jooksul). Ja arvutame arvesse võtteb lugeja kõrbi tähistatud konstandi C, mis:

C - ankru liikuja vastab 1 kWh.

1 ankru liikuja vastab $\frac{1}{C}$ kWh

n ankru liikuja vastab $\frac{n}{C}$ kWh.

minuti jooksul kulub ära

$$\frac{n}{C \cdot t} \text{ kW}$$

ta tunni jooksul ära 60 korda rohkem

$$\frac{n \cdot 60}{C \cdot t}$$

0. Daava, kun jooksul 3 s tunti daava. Jäänd

kult:

$$A = \frac{n.60.30.z}{C.t} \text{ kWh}$$

Korrutades I kWh valgustusvoolu hinnaga (Tartus I kWh - 24 senti), saame antud korteri ja lampide valiku jaoks kuus

$$H = 0,24A \text{ krooni.}$$

Katset võib teisendada selles mõttes, et ei määrata tiirude lugemiseks aega (meil t = 2-3 minutit), vaid määratakse kindel tiirude arv, milleni loetakse, näiteks n = I00 tiiru. See korraldus lubab ühe vaatleja töötamist, ainult on sel juhul stopper vältimatu, kuna eelpool kirjeldatud viisi juures saab läbi hariliku taskukellaga, mil on sekunditenäitaja.

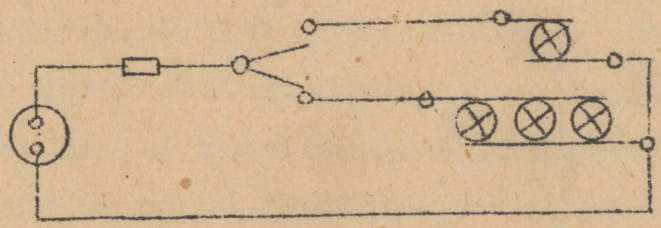
8. Kroonlühtri ühendus.

Riistad.

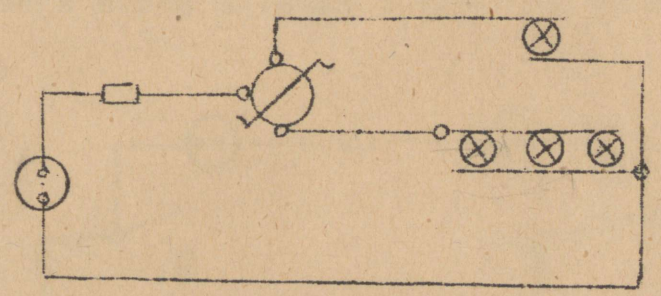
I. Kroonlühtri mudel 4 lambiga.
2. Grupikatkestaja nuppudega.
3. Pöördgrupikatkestaja.
4. Kaitse 2 amp.

Harilik kroonlühter koosneb ühest suuremast ja kolmest väiksemast valgusetugevusega lambist. Grupikatkestaja võimaldab kolm lülitamise kombinatsiooni. Harilikult tulevad ette sellised, kus: I.- hõõgub ainult üks suur lamp. 2.- hõõgu-

vad kõik neli lampi, 3.- ainult kolm väiksemat ja 4.- vool on katkestatud, ükski lampidest ei hõõgu. Selleks tarvitame ühenduste skeemi joonise IO. või II. järgi. Joon. IO. skeemis on ette nähtud grupikatkestaja nuppudega, kuna joon. II. on pöördgrupikatkestaja.



joonis IO.



joonis II.

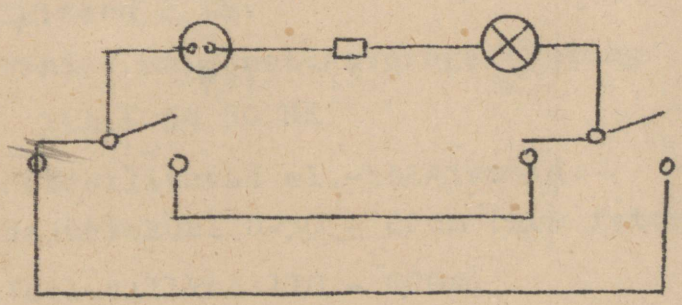
9. Trepi valgustus.

Riistad.

I. Ümberlülitaja (vahetuskatkestajaga) 2 tk.
2. El.-lamp pesaga.
3. Kaitse.
. Ajakatkestaja (treppautomaat).

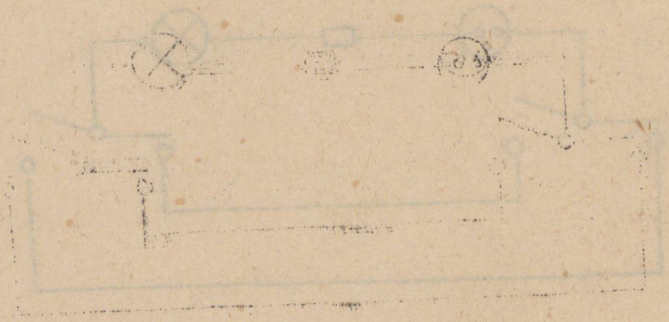
Et treppe ajutiselt (2-3.min. jooksul)

valgustada tuleb,siis nõuab see asjaolu kas isesuguseid ühendusskeeme või eraldi selle jaoks ehitatud kustutajaid ja releesid.Need on kallid,iseäranis releed ning seepärast katsutakse tihti läbi saada nendeta.Sellise skeemi kokkuseadmisel tuleb meeles pidada,et lampi võiks kahest kohast iseseisvalt hõõguma panna ja kustutada.See ei ole läbi viidav hariliku kustutaja abil,on aga õige lihtis kahe vahetuslülitaja kaudu/Wechselschalter/ Nendest üks on trepiruumis all,teine üleval.Ühendusskeem on antud joonisel 12.Kui tegemist on treppautomaadiga/ajakustutaja/,siis võib tema lülitusaega seada 1 .kuni 3.minutini.Selleks tuleb

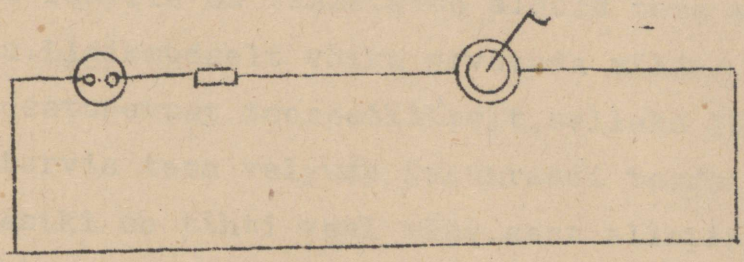


joon.12.

tema kaas maha võtta ja pendli kerakene ümber paigutada:ülespoole - lühema aja saavutamiseks, allapoole,otsale - pikema aja jaoks.Tegelikult on siin tegemist lihtsama kellavärgiga,kus vedru üleskeeramine sünnib sisselülitamise momendil Trepp-



automaadi lülitamise skeem on antud joonisel 13.



joon.13.

10.El.-lambi valgusetugevuse leidmine fotomeetriga.

Riistad.

1.Bunseni fotomeeter.

2.Voltmeeter 220 v.

3.Kaitsed 2 tk.

4.Tuntud valgusetugevusega/etalong lambid 16;25 ja 50 HK.

5.Kotrollitavad el.-hõõglambid.

6.Hajumiskuul D=50 - 60cm ühes fotomeetriga.

7.Vooluallikad:110 - 220v.

Tihti tuleb ette,et on tarvis teada el.-lambi valgusetugevust.Enne sõda märgiti lambi soklile lambi valgusetugevus Heffneri küünaldes Praegu aga seda ei tehta ja seepärast on raske otsustada,mitmeküünlalise lambiga on tegemist ,

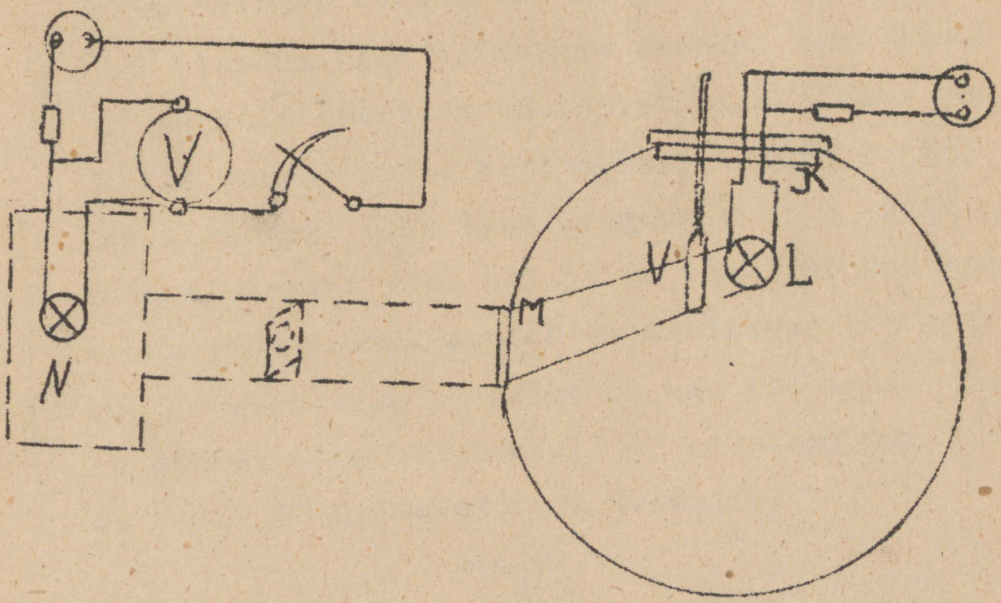
sest lambile on tähistatud ainult tema voolu - kulu. Ligikaudselt võiks arvutada välja lambi valgusetugevust teoreetiliselt, selleks läheks aga tarvis tema valguse kasukraadi teadmist ja sellestki on tihti veel vähe, sest allapinge mõjub õige tunduvalt valgusetugevusele. Et neist raskusist üle saada, määratakse kindlaks lambi valgusetugevus katse teel. Küsimus jaguneb kaheks osaks: 1. El.-lambi lineaarse, s.o. ühesihilise valgusetugevuse mõõtmine. Selleks tarvitame mitmesuguseid fotomeetreid, näiteks Bunseni oma. /v. õppevihik: III. Elektrotehnika. El.-voolu soojuse mõju "El.-küte ja valgustus" või J. Lang - "Füüsika õpperaamat keskkoolidele II". Ka F. Maltenek ja M. Kesküla "Füüsika õpperaamat keskkoolile". Teine köide. Heli ja valgus/.

2. El.-lambi ruumilise valgusetugevuse mõõt - mine. Ta toimub samuti fotomeetri abil, ainult on selleks vaja abiriista suure /kuni 1 -1,5m läbimõõduga/ õõnsa kuuli kujul. Selline kuul on valmistatud plekist või paberist ja on seestpoolt mattvalgeks värvitud. Kuulil on olemas üleval kaas K, mille kaudu asetatakse lamp L ja vari V/joon. 14/

1/. El.-lambi valgusetugevuse leidmine Bunseni fotomeetri abil.

Selleks tarvitame Bunseni fotomeetri laboratooriumitüüpi, mille pikkus on 300cm. Nagu teoreetilise 5 osast teada on, põhjeneb Bunseni fotomeetriga töötamine rasvapleki valgustamisel kahe valguseallikaga. Muutub ekraanil rasvaplekk nähtamatuks, siis on ekraan mõlemast valguseallikast valgustatud võrdselt. Aga valgustus/valgusetugevus / E on päriproportsionaalne allika valgusetugevusega ja vastuproportsionaalne ekraani ja lambi kauguse ruuduga:

$$E = \frac{J}{r^2}$$



joon.14.

Meil on kaks valguseallikat, üks varem tuntud valgusetugevusega J_1 ja teine otsitavaga J_2, mille kauguse vahed ekraanist on vastavalt r_1 ja r_2 cm.

Sellele vastavalt on valgustuse tugevused:

$$E_1 = \frac{J_1}{r_1^2} \quad \text{ja} \quad E_2 = \frac{J_2}{r_2^2}$$

Et aga $E_1 = E_2$ /rasvaplekk ei ole enam nähtav/

siis $\frac{J_1}{r_1^2} = \frac{J_2}{r_2^2}$ või $J_2 = \frac{J_1 \cdot r_2^2}{r_1^2}$,

kus $r_2 = 300 - r_1$.

Tegelikult teeb raskusi ekraani niisuguse asukoha leidmine /keskmise ekraaniga varustatud laua edasi-tagasi ümberpaigutamise teel/, et mõlematel pooltel rasvaplekk korraga kaoks. See tuleb sellest, et esiteks ei ole ekraan absoluutselt valgening teiseks rasvaplekk ideaalselt läbipaistev. Vea ärahoidmiseks paigutame ekraani enne ainult niikaugele ümber, et rasvaplekk kaoks ühel poolel. Selle juures on ta veel nähtav teisel poolel ja me kirjutame üles tema kauguse vahe r :siis paigutame ekraani veel nii palju edasi, et rasvaplekk kaoks nüüd teisel poolel ja tähistame ära tema uue kauguse vahe r" /nüüd on aga rasvaplekk jälle nähtav esimesel poolel/ ja arvutamiseks võtame r' ja r" aritmeetilise keskmise:

$$r_1 = \frac{r_1' + r_1''}{2}$$

Eduka katse läbiviimiseks tuleb silmas pidada:

1. Tuntud ja otsitava valgusetugevusega lambid peavad sama laadi olema, s.o. kas mõlemad süsini-

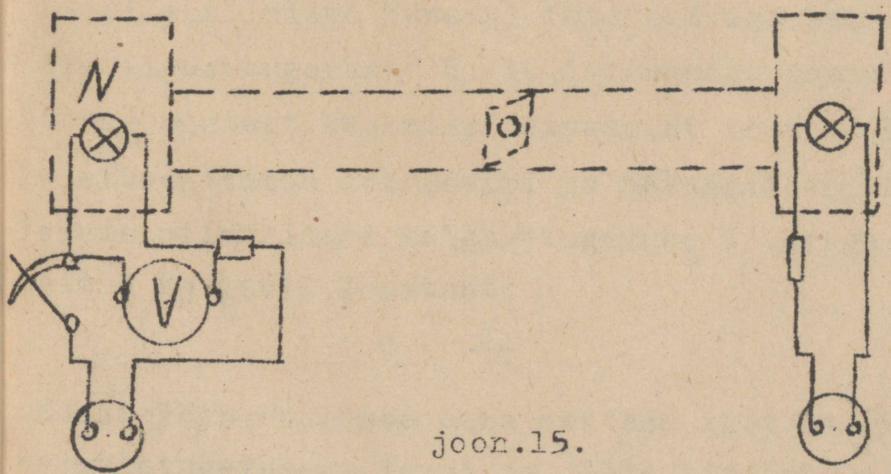
ga või mõlemad metallniidiga./Valguse värvili - sus eksitab vaatlemist ja viib valetagajärjele/

2.Normeeritud lamp,millel on ära tähistatud tema valgusetugevus HK-des,on õige ainult ühe voolupinge jaoks,mille juures ta on kontrollitud. Sellepärast tuleb ühendusse võtta voltmeeter ja reostaat /v.skeem joonisel 15/pinge vaatlemiseks ja reguleerimiseks.

3.On silm väsinud töötamise ajal,siis tuleb vaatlemine paariks minutiks katkestada ja silma puhata lasta.

4.Mõõtmine on subjektiivne /isiklik/ ja oleneb vaatleja omadustest,sellepärast annab ta tihti suurema vea,isegi kuni 10-15%.

5.Lampide asend fotomeetri kastides peab igapidi keskkohal olema.300 cm on arvatud ühe kasti



joon.15.

keskkohast teise kasti keskkohani.Ei mahu lamp kasti keskkohta,siis tuleb ta r_2 juures arvesse

võtta /s.o. r_2 vastavalt lühemaks arvata/

6.Lambi asend/rippuv lamp,seinalamp,püst-laualamp jne/ on tähtis.Iga asendi jaoks saame me eri valgusetugevuse.Aruannetes tuleb lambi asend täpsalt ära märkida.

7.Minimaalsed r_1 ja r_2 suurused,mis annavad veel kõlblikke mõõtmisi,on 50-60cm.Tulevad nad väiksemad välja,siis tuleb vahetada normaallampi.

2/.El.-lambi ruumilise valgusetugevuse mõõtmine.

Eelpool tähendatud kuuli ülesanne on hajutada lambi valguse kiiri nii,et avale M langeks keskmise valgusetugevusega kiirte kimp.Ava M on kaetud piimaklaasiga.Enne mõõtmist tuleb konstant kindlaks teha.Selleks asetame kuuli el.-lambi , mille keskmine valgusetugevus on teada./Viimase saamiseks leiame Bunseni fotomeetriga selle lambi valgusetugevused 8.-10.isesugusos asendis ja võtame nendest keskmise/.Arvame,et ta on J.Kuulile etteehitatud fotomeetri ja normaallambi N abil leiame piimaklaasi valgusetugevuse J'.Seega on leitud ka kuuli konstant:

$$C = \frac{J}{J'}$$

Edasi võib kuulisse juba asetada igat otsitava valgusetugevusega lampi ja jälle kindlaks teha piimaklaasi valgusetugevus,nüüd juba J".

$$J'' = \frac{r_2^2}{r_1^2} N \quad \text{ja} \quad J' = C.J'';$$

või otsekohe

$$J' = \frac{C.r_2^2}{r_1^2} N,$$

kus N on kogu aeg fotomeetri normaal-/tuntud/ lambi valgusetugevus HK-des.

11.El.-lambi valgusetugevuse pingest olenevuse leidmine.

Riistad.

1.Fotomeeter /Bunseni 300cm/.

2.Voltmeeter 220v.

3.Voltmeeter 10-60-120v.,või 20-110-220v.

4.Ampermeeter 0-lamp.

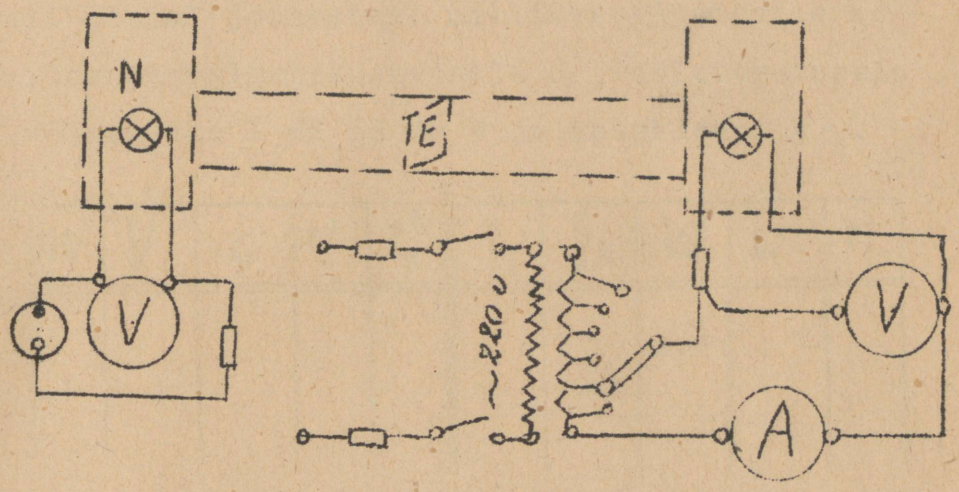
5.Reostaat 100Ω.

6.Transformaator 10-110v. või dünamo.

Kaitsed 2 tk.

Nagu teada,on el.-lambi valgusetugevus seda suurem,mida kõrgem on tema niidi hõõgumise t°. Viimane oleneb aga voolutugevusest,mis omakorda ripub ära pingest.Selle katse ülesanne ongi teha kindlaks,kuidas mõjub voolupinge muutmine el.-lambi valgusetugevusele.Katse korraldamiseks teeme ühenduse skeemi joonise 16 järgi.Vaatlemisele tulevad vôolutugevus i,pinge v ja fotomeetri ekraani kauguse vahe r_1 /v.eelmine katse punkt 1/.Alul reguleerime pinge poole pääle lam-

bi normaalpingest /näiteks lamp on 110.voldili-



joon.16.

ne,võtame 60v;on lamp,220.voldiline - 150-160v/ Siis leiame r_1 selle lambi hõõgumise jaoks ja vastava valgusetugevuse J_2 .On see tehtud,paneme pingele 2-5 volti juurde ja jälle kirjutame üles voolutugevuse i,pinge V_1 ja r_1 jne. seni,kui pinge täis saab.Andmete põhjal arvutame välja järgmised suurused;

1.Lambi valgusetugevuse iga pinge juures J_2 .

2.Voolu võimsuse W_1,mis lampi iga kord läbib.

3.Voolu võimsus W = 1 HK-le

$$W_0 = \frac{J_2}{W_1}$$

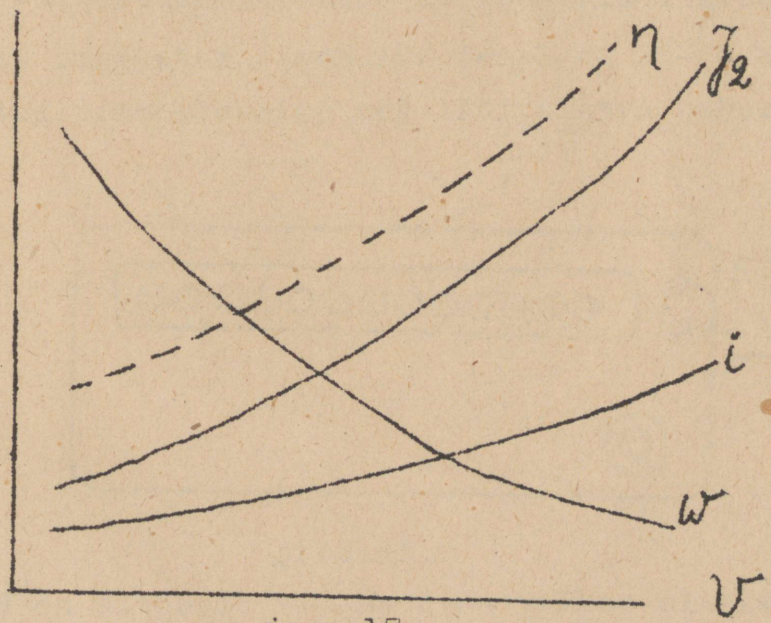
4.Lambi valguse kasukraad

$$\eta = \frac{0,102}{W_0}$$

Kõik need suurused paneme kirja tabelisse. Tabeli põhjal joonestame millimeetripaberile kõverjooned valgusetugevusele J_2, voolutugevusele i, võimsusele 1 HK jaoks W ja kasukraadile η.

NN	V	i	i_1'	i_1''	i_1	J_2	W	w	η

Abstsissideks on iga kõvera jaoks mõeldud pinge v voltides /v.joon.17/.



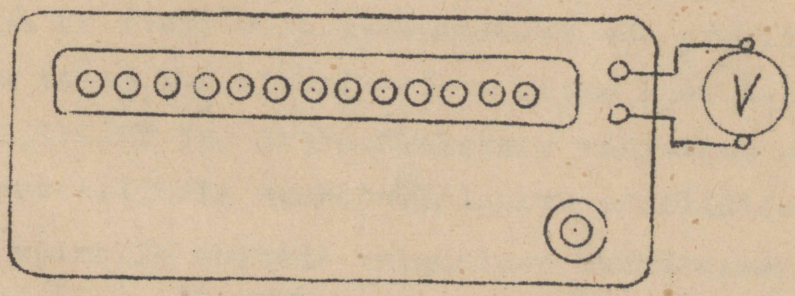
joon.17.

12. Luxmeetriga töötamine.

Riistad.

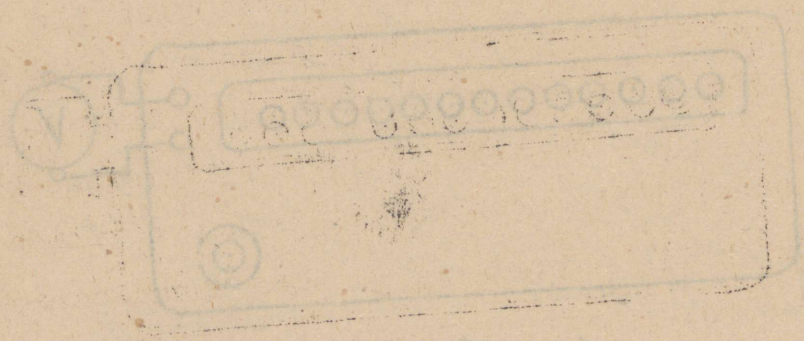
1. Luxmeeter.
2. Mõõdulint 10-20 m.
3. Mõõdupuu 1-2 m.

Viimasel ajal pannakse palju rõhku korralikule valgustusele. Katsed näitasid, et töö intensiivsus ja töötaja meeleolu, silmade väsimusest rääkimata, olenevad suurel määral valgustusest. Igale tööalale ja ruumi ülesandele vastab teatav valgustuse tugevus. /v. tabel vihikus II/. Viimase kontrollimiseks on ehitatud mitmesugused valgustuse tugevuse mõõtjad. Üks lihtsam on neist luxmeeter /joon. 18/. Temal on 25-30 auku, kaetud piimaklaasiga või läbipaistva paberiga.



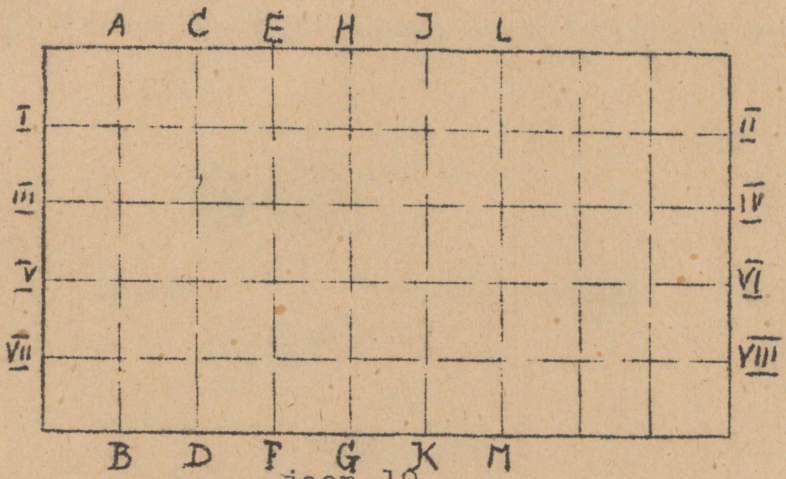
joon. 18.

Augud on altpoolt valgustatud väikse el.-lambiga nii, et nende valgustus kahaneb ühest otsast teisele. Igale valgustatud augule vastab juurde-



lisatud tabelis teatav valgustuse tugevus luxides.Tahame me mingisugust näiteks kirjutuslaua valguse tugevust kindlaks teha,siis asetame luxmeetri kasti lauale ja vaatame,missuguse augu valgustus luxmeetri valge ekraani /millesse augud on tehtud/ valgustusega ühte langeb ning siis vaatame tabelist,mitu luxi ta on.Ruumi valgustuse uurimiseks /näiteks klassiruumi oma/ joonestame tema plaani ja jagame ruumi pikuti ja risti plaanil joontega,mille vahe on 50cm/v.joonis 19/.Seda sama teeme mõõtlindi ja mõõdupuu abil ruumi põrandal ja iga joone otsa ,sina juurde ,samuti kahe joone lõikepunkti asetame lux - meetri ja mõõdame nende valgusetugevused.Andmed kirjutame tabelisse /tabelIII/.Tabelis-olevad arvud lubavad meil joonestada klassi plaanile pikuti ja ka risti valgustusekõverad või profiilid.Seda teeme iga plaanis-oleva joone s.o. A-B, C-D,I-II,III-IV jne jaoks.Sealsamas tähistame ka ära valgusealliikate asukoha.Valgustusprofiilide abil on võimalik ehitada valgustuse ruumdiagrammi.Selleks valmistatakse puust või papist kast , mis masstabis kujutab klassi.Kasti põhjale tõmbame plaanis-olevad jooned A-B,I-II jne.Iga joone otsa ja ristpunkti lööme traaditüki,mille pikkus on proportsionaalne selle punkti valgustuse tu-

gevusega. Kui nüüd traatide otsad ühendada paberipaeltega või täita kast kipsi ja liiva segugа



joon. 19.

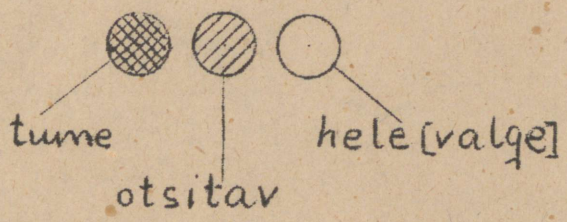
Tabel III.

Punkt	Auk	E luksi
A	9	
AB-I II	12	
AB-III IV	14	

kuni otsadeni, siis saame klassi valgustuse tugevuse ruumdiagrammi.

Märkus. Luxmeeter ei luba saada valgustuse tugevust objektiivselt - temaga töötamine on jälle subjektiivne ja oleneb vaatleja vilumusest ja omadustest. Samuti on raske igakord kidlaks teha

missugune auk on ekraaniga ühetugevalt valgustatud. Abiks võib olla viimase läbipaistva ja järgmise tumedas asuva augu valimine /joon.20/.



joon.20.

Luxmeeter töötab õieti ainult nii kaua, kuni tema patarei on vähe tarvitatud ja lambi juures on täpsalt reguleeritud pinge. On soovitav igakord enne mõõtmist kontrollida pinget ja reguleerida teda luxmeetri kastis oleva reostaadiga.

HIND 60 SENTI