

A-16558 II

Populaarteaduslik sari



*A.S. Fjodorov ja G.B. Grigorjev*

**KUIDAS KINO  
TEENINDAB INIMEST**

*Eesti Riiklik Kirjastus*







A-16558 II

A. S. FJODOROV  
TEHNILISTE TEADUSTE KANDIDAAT

ja

G. B. GRIGORJEV

KUIDAS  
KINO TEENINDAB  
INIMEST



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS  
TALLINN 1951

Originaali tiitel:

А. С. Федоров и Г. Б. Григорьев

Как кино служит человеку

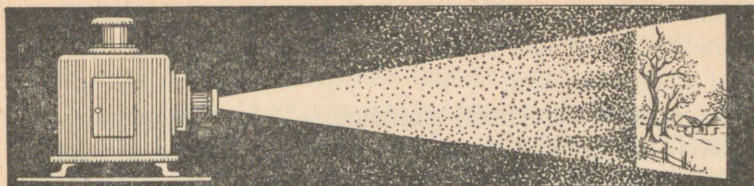
Государственное Издательство Технико-Теоретической Литературы  
Москва 1950 Ленинград

Tõlkinud G. Rajasaar

2

Tartu Riikliku Ülikooli  
Raamatukogu

17439



## SISSEJUHATUS

Saalis kustuvad aeglaselt elektrilambid. Vaikib sadade inimeste mitmehääleline kõnekõmin. Mööduvad mõned sekundid ja hele valguskiirte kimp, läbides pimeduse, langeb suurele ekraanile. Kuulduvad võitlusmarsi helid. Ja juba lendavad Kremli torni rubiintähe kohal õhulaevad, kihutab võimas vedur „Jossif Stalin“, nõukogude metallurgid täidavad väsimatult särdamissatsiga terasesulatusahju, mööda määratuid kolhoosipõlde liigub tore kombain. Kinoseanss on alanud. Ekraanil jookseb järjekordne number populaarsest nõukogude kinožurnaalist „Päevauudised“.

Iga päev külastavad meie maa kinoteatreid miljonid vaatajad. Poolteise kuni kahe tunni kestel reisivad nad mööda Nõukogudemaad, lahkumata oma linnast või külast. Koos kinofilmide kangelastega võitlevad nad vaenlastega, alistavad loodust, ületavad tuhandeid raskusi ja takistusi, kanduvad kaugetesse ajaloolistesse aegadesse, vaatavad tulevikku.

Miljonid inimesed kasutavad kino oma tootmisalase kvalifikatsiooni tõstmiseks, tööstuse, põllumajanduse, transpordi parimatele esindajatele iseloomulike kõrgetoodangulise töö võtete omandamiseks. Kinofilmid populariseerivad ilmekal ning haaraval kujul eesrindliku materialistliku teaduse aluseid, tutvustavad vaatajaid meie õpetlaste, inseneride ja novaatorite saavutustega mitmesugustel rahvamajanduse ja kultuuri aladel. Kino leiab laialdast kasutamist samuti ka

teadusliku uurimise asutistes, olles üheks kõige kindlamaks teadusliku uurimise vahendiks, aidates teadlastel avastada uusi loodusesaladusi.

Tänapäeva kinokunsti grandioosse hoone tähtsamad ehituskivid on pandud väljapaistvate vene teadlaste ja leidurite poolt.

V. V. Petrovi, P. N. Jablotškovi ja A. N. Lodõgini poolt avastatud ja leiutatud võimsad valgusallikad võimaldasid praktiliselt teostada liikuva kujutise projektsiooni ekraanile ja saada küllaldaselt teravat kujutist.

Vene teadlastele kuulub väga suur osa ka teiste, kinematograafia aluseks olevate teaduseharude arendamisel. Juba möödunud sajandi 60-ndatel aastatel teostasid vene uurijad Sereznevski ja Skamoni rea tähtsaid töid fotograafia alal.

Väärtusliku panuse fotograafiateadusse andsid suured vene teadlased D. I. Mendelejev ja K. A. Timirjazev.

1881. aastal esitas Moskva fotograaf I. V. Boldõrev uusi painduvale lindile kantud valgustundlikke materjale. Ilma sellise lindita oleks kinematograafia olemasolu ilmselt võimatu.

Tänapäeva kinematograafi üksikute elementide juures on produktiivselt töötanud ka paljud teised andekad vene leidurid: fotograafid S. A. Jurkovski, A. F. Reine, V. A. Djubjuk, füüsikaprofessor N. A. Ljubimov, mehaanikud I. A. Timtšenko, K. Nikolajev jt. Nii leiutas S. A. Jurkovski 1882. aastal fotoaparaadi momentavaja, tänu millele sai võimalikuks kiiresti liikuvate esemete pildistamine. Jooksu- ja ratsavõistlustel pildistamiseks konstrueeris V. A. Djubjuk aparadi, mis jäädvustas liikumise üksikuid, kiiresti vahelduvaid faase.

Moskva ülikooli füüsikaprofessor N. A. Ljubimov ja mehaanik I. A. Timtšenko lõid 1893. aastal esimese kinoaparaadi. Selles oli lindi katkendliku liikumise mehhanism originaalse teoülekande kujul ja projektsiooniga ekraanile.

1895. aastal leiutas suur vene teadlane A. S. Popov raadio.

Möödunud sajandi lõppu kuuluvad ka väljapaistva vene füüsiku A. G. Stoletovi tähelepanuväärsed tööd, mis on seo-

tud fotoelektrinähtuste uurimisega. Tema uurimuste tulemusena loodi uus tähelepanuväärne aparaat — fotorakk, mis on tänapäeva helikinoseadeldise tähtsamaid detaile.

A. S. Popovi ja A. G. Stoletovi tähtsad leiutused ja järgnevad avastused raadiotehnika alal võimaldasid edaspidi, kasutades lampe, võimendajaid ja teisi raadioseadeldiste elemente, üle minna helikinole, sundisid ekraani kõnelema.

Insener Sosnovski ehitas kodumaise projektori, mis kvaliteedilt ületas välismaise aparatuuri. Vene tehnik K. Nikolajev konstrueeris esimesed kaar-valgusallikad kinostuudiotega jaoks ning 1915. aastal sisustas nendega Jermoljevi kinoteatri. Juba 40 aastat tagasi pildistati Hanžonkovi kinofabrikus ruumilisi multiplikatsioone. Andekad operaatorid A. A. Levitski ja teised töötasid välja ning täiustasid uusi filmimismeetodeid.

Niisiis kindlustasid vene teadlaste ja leidurite tööd tänapäeva kinematograafi tähtsamate elementide loomise.

Oktoobrirevolutsiooni võit tingis õitsengu nõukogude kinokunstis, mis on kutsutud olema sotsialismi ideede levitajaks, töötajate kultuurilise taseme tõstmise võimsaks vahendiks.

Nõukogude teadlased suutsid kiiresti ja täiesti iseseisvalt lahendada väga keerulise teadusliku probleemi — helikino loomise. Suur rühm eriteadlasi, eesotsas A. F. Šorini, P. G. Tageri ja V. D. Ohhotnikoviga, töötas välja kodumaised heli ülesmärkimise ja taastekitamise meetodid. Need on saanud tänapäeva helikinotehnika aluseks. 1929. aastal avati NSV Liidus esimene helikinoteater, aga praegu demonstreerivad kõik meie maa kinoteatrid helifilme.

Nõukogude teadlased on palju teinud värvilise kinematograafia arendamiseks ja täiustamiseks.

Nõukogude värvilised filmid ületavad välismaisi mitte ainult oma sisult ja kunstiliselt meisterlikkusest, vaid ka tehnika poolest, värvi kvaliteedilt.

Nõukogude kinotehnika suureks saavutuseks on stereoskoopiline (ruumiline) kino, mis on leiutatud insener S. P. Ivanovi poolt, kes on nüüd Stalini preemia laureaat.

Nõukogude stereokino on välismaiste süsteemidega võrreldes parem selle poolest, et ruumi mulje saavutatakse ilma eriliste prillide kasutamiseta.

Suured Nõukogude riigi organiseerijad ning juhid Lenin ja Stalin nimetasid kinokunsti kõige tähtsamaks ja kõige massilisemaks kunstiks. Partei ja valitsus on alati osutanud ja osutavad ka nüüd väga suurt tähelepanu nõukogude kinematograafia igakülgsel arendamisele.

Tsaari-Venemaalt jäid meile päranduseks kaks-kolm armetut kinostuudiot, milledes puudus isegi kõige primitiivsem sisustus. Enne revolutsiooni ei toodetud meie riigis peaaegu üldse kinoaparatuuri, meil ei olnud oma kinofilm. Kõike seda veeti kalli hinna eest sisse välismaalt.

Nõukogude võimu aastail on kinematograafia NSV Liidus arenenud silmapaistvaks rahvamajanduse haruks. Meie maal töötab praegu hulk hästisisustatud kinostuudioid, mis toodavad kunstilisi, dokumentaalseid, teaduslik-õpetlikke ja õppefilme. On loodud suured tehased ja vabrikud, mis toodavad kinofilm ja kinoaparatuuri. Kinoteatrite ja rändkinode võrk katab üha tihedamalt Nõukogude riigi kaarti.

Tänapäeva kinematograaf omab rikkaliku arsenalililmekaid vahendeid, tehnilisi võtteid ja loomingulisi võimalusi, et kujukalt, rangelt teaduslikult ja ühtlasi kaasakiskuvalt, kõigile arusaadaval kujul selgitada laiadele massidele keerukaid teaduse ja tehnika probleeme, tutvustada pealtvaatajaid parimate kunstiteostega. See kinematograafi tähelepanuvääriv iseärasus on esmakordselt avastatud ja õigesti hinnatud just meie riigis.

Suur Lenin nägi juba kinoajaloo koidikul, „odava laadatraktsiooni“ (nagu kodanlus tollal üleolevalt nimetas kino) esimestes edusammudes eona tulevast võimsat vahendit teadusalaste teadmiste propageerimiseks. Juba 1907. aastal, jutuajamisel V. Bontš-Brujevitšiga, avaldas Vladimir Iljitš mõtte, et kui massid võtavad omaks kino ja kui see on tõeliste sotsialistliku kultuuri tegelaste käes, siis ta muutub üheks võimsamaks rahvamasside valgustamise vahendiks.

V. I. Lenini initsiatiivil ja juhtimisel rajati alused nõukogude kinokunstile, sealhulgas ka nõukogude teaduslik-õpetlikule kinematograafia. Lenin arvas, et koos kommunismi idee propageerimisega kunstilise ja kroonikalisdokumentaalse kinematograafia meetoditega peab kino omandama avalike näitlike loengute iseloomu, mis käsitlevad mitmesuguseid küsimusi teaduse ja tehnika valdkonnast.

Seltsimees Stalini tuntud juhendid kinoküsimustes määrasid kinokunsti suure tähtsuse.

„Kino nõukogude võimu kätes,“ ütleb seltsimees Stalin, „kujutab endast määratut, hindamatut jõudu...“

Omades erilisi võimalusi vaimse mõju avaldamiseks massidele, aitab kino tööliklassil ja tema parteil kasvatada töötajaid sotsialismi vaimus, organiseerida masse võitlusele sotsialismi eest, tõsta nende kultuuri ja poliitilist võitlusvõimet.“

Nõukogude rahva suur juht seltsimees Stalin hoolitseb järjekindlalt nõukogude kinematograafia edasise arendamise eest. NSV Liidus on kino muutunud tõeliselt võimsaks vahendiks miljonite nõukogude inimeste ideeliseks kasvatamiseks. Mitmekülgsed on meie kinokunsti žanrid. Laialdased on tema võimalused. Nõukogude kinematograafia meistrid on loonud hulga tähelepanuväärseid filme meie kodumaa kangelaslikust minevikust, tema kuulsusriikkaist poegadest — Aleksander Nevskist, Mininist ja Požarskist, Ivan Groznõist, Peeter I-sest, Suvorovist, Kutuzovist, Nahhimovist, Tšapajevist, Štšorsist, Parhomenkost, Kotovskist.

Nõukogude kinokunsti kullafondi on läinud filmid bolševike partei ja riigi juhtidest, filmid Leninist ja Stalinist — „Lenin Oktoobris“, „Lenin aastal 1918“, „Töötus“, „Inimene relvaga“, „Suur kuma“, „Berliini langemine“ ja teised.

Suure Isamaasõja aastail etendas nõukogude kinokunst suurt osa meie rahva vaimsete jõudude mobiliseerimisel vaenlase purustamiseks. Ja praegu, Nõukogude riigi sõjajärgse arengu epohhil, kuulub kinokunstile aukoht. Meie kunstilised filmid jutustavad tõepäraselt nõukogude inimeste

kõrgetest moraalsetest omadustest, nende piiritust armastusest Kodumaa vastu, kõikumatust truudusest Lenini-Stalini parteile.

Kunstiliste filmide kõrval on pealtvaatajate poolt üldiselt armastatud kroonikalis-dokumentaalsed filmid, mis ilmekalt näitavad nõukogude inimeste kuulsusrikkaid töökangelastegusid.

Lõpuks omavad tähelepanuväärset kohta meie kinotoodangus teaduslikud ja teaduslik-õpetlikud filmid. Nad etendavad suurt osa teaduse ja teadmiste populariseerimisel. Kino on muutunud teaduse propageerimise kindlaimaks vahendiks kõige laialdasemais töötajate massides.

Läbi imbunud kõige eesrindlikumate ja kõige õilsamate ideedega — kommunismi ideedega —, on nõukogude kinokunst pandud uut ühiskonda ehitava inimese teenistusse. Võimas, keerukas ja üha täienev kinotehnika leiab meil kasutamist tõepäraste kõrgekunstiliste filmide loomiseks, teenib teadust ja rahvaharidust.

Mis on kino?

Missugune on selle tähelepanuväärse leiutuse ajalugu?

Mil kombel „elustuvad“ kinoteatri ekraanil kinolindi liikumatud fotod?

Kuidas kinos tekivad heli ja värvus?

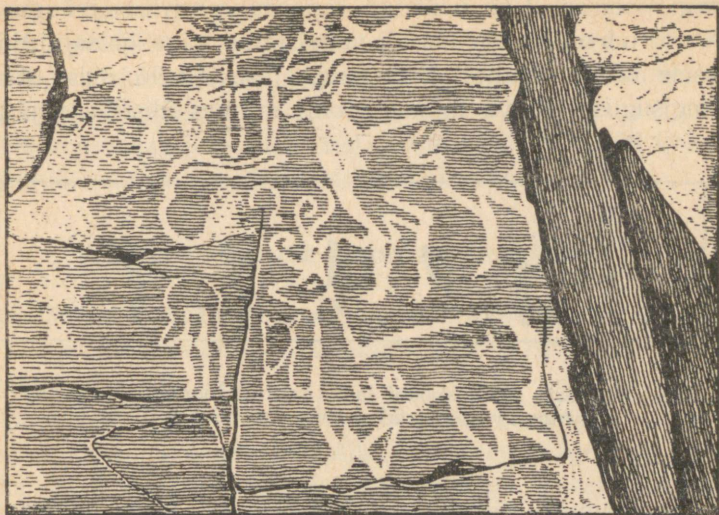
Kõigest sellest jutustatakse meie raamatukeses.

## I. KUIDAS SÜNDIS KINO

### 1. UNUSTATUD MANGUASI

Kaugel Aasias, Tuva autonoomses oblastis, on kaljudel säilinud iidsete joonised. Tuhandeid aastaid tagasi raiusid inimesed kivisse põtrade, hundi ja teiste loomade kujutised. Neil joonistel on loomad kujutatud liikuvatena: jooksvad põdrad (joon. 1), hüppav ilves.

Ja mitte ainult kauges Tuvas, vaid ka meie Kodumaa

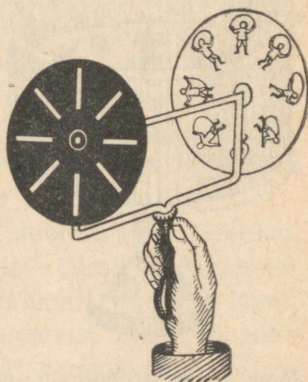


Joon. 1. Need joonised on tehtud tuhanded aastad tagasi praeguse Tuva autonoomse oblasti kaljudele.

teistes kohtades ning paljudes maailma maades on leitud taolisi jooniseid. Juba kaugel ürgajal õppisid inimesed kujutama neid ümbritsevat elu joonistes ja savivoolinguis (skulptuurides). Kõikide aegade ja rahvaste kunstnikud püüdsid kujutada elu niisugusena, nagu ta on tegelikkuses, see tähendab liikumises.

Kuid ka kõige ilmekam, kõige „elavam“ pilt või skulptuur võib jäädvustada ainult ühe hetke elust. Nii annab jooksjat kujutav skulptuur edasi ainult ühe, nagu tardunud jooksumomendi. Aga kui ahvatlev oleks saada liikuvaid kujutisi.

Niisuguseid katseid tehti am-



Joon. 2. Lihtsaim stroboskoop — esimene seade, mille abil võis vaadelda „elustunud“ jooniseid.

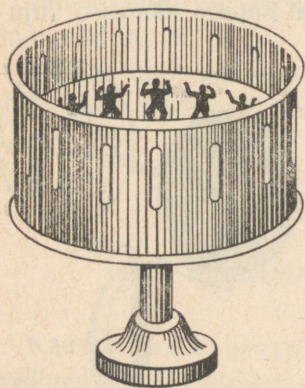
mugi. Joonisel 2 on näidatud vanaaegne huvitav mänguasi — stroboskoop. Ta oli valmistatud väga lihtsalt. Väikesele võllile kinnitati kaks pappketast. Ühele neist tehti mingisuguse liikuva figuuri joonis mitmes üksteisele järg-



Joon. 3. Seeria stroboskoobi jaoks tehtud jooniseid, mis kujutavad hüppava lapse üksteisele järgnevaid liigutusi.

nevas liikumisaasis; kujutati näiteks üle nõõri hüppavat poissi (joon. 3). Iga järgnev joonis erines veidi eelmisest, kujutas poisi liikumise uut momenti, nõõri uut asendit.

Teisesse kettasse lõigati pikad kitsad pilud, nii et iga pilu oli täpselt teisel kettal asetseva joonise vastas.



Joon. 4. See stroboskoop on juba täiuslikum. Pappkettad on asendatud pöörleva trumliga, millesse on tehtud kitsad pilud.

Kui panna stroboskoobi kettad pöörlema ja vaadata pöörlevatele joonistele piludega ketta poolt, siis näib vaatajale, et figuur liigub — poiss liigutab käsi ja hüppab osavasti üle nõõri.

Edaspidi stroboskoopi täiustati. Pappkettad asendati kitsaste paralleelsete piludega varustatud silindriga (joon. 4). Sellesse paigutati pabeririba, millel olid kujutatud inimesed või loomad oma liikumise eri momentidel. Sellejuures oli, nagu vanaski stroboskoobis, silindri iga pilu vastas eri

joonis. Silinder paigutati vertikaalsele völliile, millel ta võis kiiresti pöörelda. Kui vaadati jooniseid läbi pöörleva silindri pilude, näisid kujutised „elustuvat“, loomad ja inimesed hakkasid liikuma.

Nii võimaldas juba kaua aega enne kino leiutamist lihtne mänguasi saavutada liikuvaid kujutisi.

## 2. MEIE NÄGEMISE ÜHEST ISEÄRASUSEST

Mispärast näivad stroboskoobi liikuvale kettale paigutatud liikumatud joonised liikuvaina? Lihtne katse aitab meil sellele küsimusele vastata.

Õhtul, istudes põleva lambi lähedal, proovige sulgeda silmad kaheks-kolmeks minutiks. Seejärel avage nad hetkeks, vaadake otse valgusele ja sulgege nad uuesti. Suletud lau tumedal foonil näete selgesti heledat lambi kujutist. See katse räägib sellest, et nähtu ei kao meie teadvusest mitte kohe, vaid viibib temas veidi aega, tōsi küll, väga lühikest aega. Silmad on juba suletud, nad ei näe eset, kuid nägemisaisting elab veel meie teadvuses.

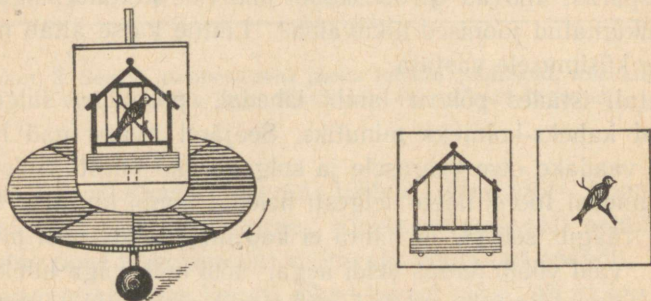
Kui pimeduses kiiresti ringi keerutada hōōguvat peergu, näeme pidevat tulerōngast. See huvitav nähtus seletub meie nägemise sama iseärasusega. Helendav punkt — peeru ots — paigutub kiiresti edasi möōda ringjoont. Nägemisaisting ühest punkti asukohast pole veel jõudnud kaduda, kui on tekkinud uus aisting tema järgmisest asendist. Nägemisaistingud ringleva peeru üksikutest asenditest liituvad ja silmade ette tekib hōōguv ringjoon.

Vōib teha veel järgmise katse. Joonistage nelinurkse papitükikese ühele küljele puur, teisele — linnuke. Kinnitage see papitükike vurrile ja pange vurr kiiresti pōörlema (joon. 5). Te näete, et kaks eri kujutist langevad ühte ja linnuke näib olevat puuris. Käesoleval juhul, samuti nagu eelmistelgi, ei jõua pōörleva papitüki ühel pool asuv joonis meie teadvusest veel kaduda, kui temale tuleb peale juba papitüki teisel pool asuv joonis.

Sel kombel tajume kahte joonist ühe kujutisena.

Nägemismuljete säilimine seletub meie nägemisorganeis toimuvate keerukate protsessidega. Teadlased on kindlaks teinud, et inimese silm säilitab nägemismuljeid umbes 0,1 sekundi kestel. Tähendab, kui ajavahemik, mis lahutab kahte nägemismuljet, ei ületa 0,1 sekundit, siis liituvad need muljed teineteisega.

Nimelt tänu meie nägemise sellele iseärasusele „elustuvadki“ joonised stroboskoobis. Kui vaatame selle seadme



Joon. 5. Kiirel pöörlemisel sulavad kaks joonist üheks.

pöörlevat ketast või silindrit, püüab meie silm kinni üksikuid kujutisi, mis kiiresti vilguvad läbi pilude. Kuid ajavahemikud üksteisele järgnevate kujutiste vahel on niivõrd lühikesed, et mulje ühest figuurist ei jõua veel kaduda, kui juba näeb järgmist. Tulemusena näeme pidevat liikumist.

Katsuge aeglustada stroboskoobi ketaste pöörlemist, ja mulje liikumise pidevusest kaob. Meie silm näeb iga figuurikesse kujutist eraldi. Pange kettad kiiremini pöörlema, ja joonistatud figuurikesed hakkavad uuesti „elama“.

Kirjeldatud seadmeil ei ole tänapäeva kinoga õieti midagi ühist. Nad vaid aitavad meil aru saada sellest meie nägemise iseärasusest, mis võimaldab meil tajuda üksikuid kiiresti vahelduvaid jooniseid kui neil joonistel kujutatud figuurikeste pideva liikumise protsessi.

Kinematograafia arengule avaldasid mõju kaks tähtsat leiutust, mis tehti XIX sajandil, — fotoaparaat ja projektsioonilatern. Nende aparaatide vältimatuks osaks on suurendusklaas, kaksikkumer lääts. Sellepärast tutvumegi temaga kõigepealt.

### 3. KAKSIKKUMERA LÄATSE SALADUS

Kes ei tunneks harilikku suurendusklaasi, mis sarnaneb läätseteraga. Võtame niisuguse klaasi — niinimetatud kaksikkumera läätse — ja vaatleme tema läbi mingisugust eset, näiteks kella, pliiaitsit või põlevat elektrilampi.

Muutes kaugust läätse, vaadeldava eseme ja silma vahel, võib kindlaks teha, et läätse mõningate asendite puhul näib ese vähendatuna, teiste puhul aga suurendatuna võrreldes tema tegelike mõõtmetega.

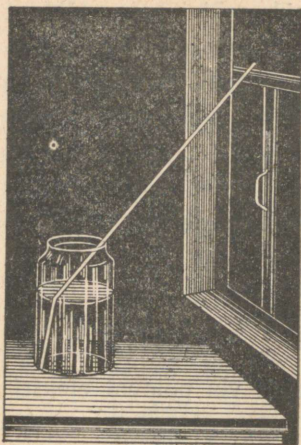
Milles peitub siis kaksikkumera läätse niisuguse toime saladus?

Et selle nähtuse põhjust hästi mõista, tuleb meenutada seda, kuidas levivad valguskiired.

Igapäevased vaatlused veenavad meid, et valgus levib sirgjooneliselt. Meenutage näiteks, kuidas vahel päike läbis- tab teda varjavaid pilvi sirgete, selgestinähtavate kiirtekimpudega.

Kuid kas valguskiired on alati sirgjoonelised? Selgub, et mitte alati. Tehke näiteks järgmine katse. Luuki, mis katab tihedalt teie toa akent, tehke väike avaus. Valguskiir, läbi- des selle avause, „joonistab“ pimedas toas sirgjoonelise jälje. Kuid asetage kiire teele veega täidetud purk ja te näete, et kiir vette sattudes muudab oma suunda ehk, teisiti öeldes, murdub (joon. 6).

Seega võib valguskiirte murdumist täheldada siis, kui nad satuvad teise keskkonda. Niikaua kui kiired läbivad õhku, on nad sirgjoonelised. Kuid niipea, kui nende teel esineb mingi teine keskkond, näiteks vesi, valgus murdub.



Joon. 6. Sattudes teise keskkonda — vette, muudab sirgjooneline valguskiir oma suunda, murdub.

Samasugune murdumine toimub kiirega ka sel juhul, kui ta läbib kaksikkumerat suurendusklaasi.

Inimene tajub ümbritsevaid esemeid nägemise kaudu sellepärast, et nad kas peegeldavad neile langevaid valguskiiri või ise kiirgavad, on ise valguskiirte allikaks. Kui niisuguste valguskiirte teele asetada kaksikkumer lääts, siis see sunnib suuremat osa kiiri muutma oma suunda. Tulemuseks on, olenevalt läätse asukohast, kas suurendatud või vähendatud kujutis esemest.

Vaatleme üksikasjalisemalt, kuidas saavutatakse kaksikkumer

läätsede abil niisugused kujutised. Arutleme esialgu kõige lihtsamat juhtu — ühe helendava punkti kujutise moodustumist.

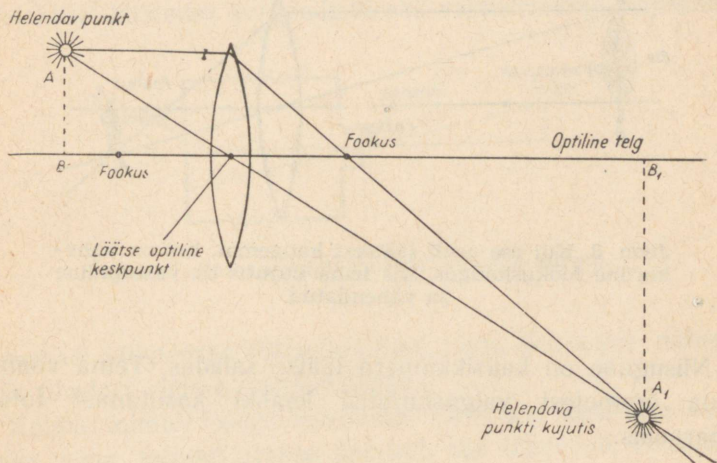
Kujutleme, et teatavale kaugusele kaksikkumerast läätsest on paigutatud mingisugune helendav punkt, näiteks väike hõõguv söeke. Sellest helendavast punktist lähevad kiired laiali igale poole. Üks osa neist satub läätsele ja, murdunud selles, läheb edasi. Läätsede taga, teatavas kauguses, koonduvad need kiired ühte punkti. Kui sellesse kohta asetada väike ekraan — tükk paberit või kartongi, siis näeme helendava punkti teravat kujutist.

Et määrata kindlaks, kus nimelt tekib kujutis, pole vaja teada kõikide läätse läbinud kiirte teekondi. On küllaldane teada saada, kuidas lähevad kaks neist ja kus nad lõikuvad. Samas punktis koonduvad ka kõik teised kiired. Siin tekibki helendava eseme kujutis.

Missugused siis on need kaks kiirt?

On kindlaks tehtud, et läätse keskpunkti läbivaist kiirtest

ükski ei murdu. Teisest küljest on kindlaks tehtud, et kõik kiired, mis lähevad paralleelselt läätse optilise teljega, läbivad tema taga kindlasti ühe ja sama punkti, mida nimetatakse läätse fookuseks. Teades seda leiamegi helendava punkti kujutise, mis on läätse keskpunkti läbiva kiire ja



Joon. 7. Helendava punkti kujutise saamine kaksikkumera läätse abil.

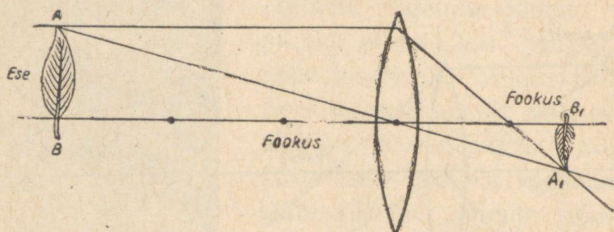
läätle optilise teljega paralleelselt langeva kiire lõikumise punktiks (joon. 7).

Fookuse kaugust läätsest nimetatakse fookuskauguseks. Kui helendav punkt asub läätsest kaugemal kui fookuskaugus ja lähemal kui kahekordne fookuskaugus, siis selle punkti kujutis asub optilisest teljest kaugemal kui helendav punkt. Täpselt niisugune juhtum ongi kujutatud joonisel 7. See on väga tähtis asjaolu. See seletabki, mispärast lääts annab mõningail tingimustel esemete suurendatud kujutise.

Tõepoolest, kujutleme, et kõik punktiirjoone punktid helendavast punktist A kuni punktini B läätse optilisel teljel on osa terveest helendavast esemest AB (joon. 7). Sel juhul kõikide nende punktide kujutised asuvad sirgel  $A_1B_1$ .

Joon  $A_1B_1$  on joone  $AB$  suurendatud ja ümberpööratud kujutis.

Pole raske tõestada, et kui ese  $AB$  asub läätest kaugemal, kui on kahekordne fookuskaugus, siis annab kaksikkumer lääts eseme vähendatud kujutise (joon. 8).



Joon. 8. Kui ese asub läätest kaugemal, kui on kahekordne fookuskaugus, siis tema kujutis on vastupidine ja vähendatud.

Niisugune on kaksikkumera lääts saladus. Tema võime luua esemetest valguskujutisi leiabki kasutamist fotoaparaadis.

#### 4. VALGUS — KUNSTNIK

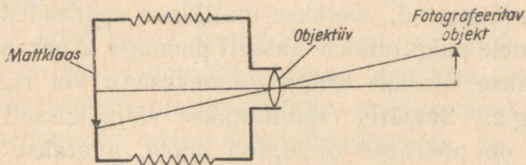
Asetage kaksikkumer lääts avausse, mis on tehtud väikese kasti ühte külge. Kasti sees, tema vastasoleval küljel, tekib selle eseme ümberpööratud kujutis, millele on suunatud lääts. Kui teha üks külgedest, näiteks läätsuga külge, liikuvaks, siis võib leida selle niisuguse asendi, mille puhul kasti olev kujutis on eriti selge.

Fotoaparaat tuletab oma ehituselt väga meelde kirjeldatud kasti.

On olemas palju fotoaparaatide tüüpe; nad erinevad üksteisest mõõtmetelt, kujult, ehituselt. Kuid üldised ehituse põhimõtted ja põhilised osad on kõikidel fotoaparaatidel umbes ühesugused. Iga fotoaparaat koosneb valguskindlast karbist (joon. 9), niinimetatud kaamerast, mille eesküljel asub kaksikkumer lääts või mitu lääts, mis on koondatud metallist torusse — raami. Fotografeerimisel on

toruke läätsedega alati suunatud ülesvõetavale esemele — objektile; sellepärast nimetatakse teda objektiiviks. Karbi tagumisele küljele on paigutatud mattklaas; sellel, nagu ekraanil, tekib ülesvõetava eseme kujutis.

Eriliste kruvikeermete abil võib fotoaparaadi objektiiv liikuda, kas mattklaasist kaugeneda või temale läheneda. Objektiivi liikumise kergendamiseks valmistatakse sagedasti



Joon. 9. Fotoaparaadi ehituse lihtsaim skeem.

aparaadi külgseinad lõõtsakujulised, kas õhukesest nahast või tihedast riidest, valguskindlad.

Kuidas toimub fotografeerimine? Eelkõige, liigutades eesmist seina, teravustatakse aparaat, see tähendab, et mattklaasil saadakse ülesvõetava eseme kõige selgem kujutis.

Nüüd seisab ülesanne selles, et saadud valguskujutis kauaks ajaks „kinni pidada“. See saavutatakse valgustundlike plaatide abil.

On teada, et paljud keemilised ained muutuvad valguskiirte mõjul. Niisugused on näiteks mõningad hõbedaühendid: broomhõbe, kloorhõbe ja teised. Niisuguseid aineid nimetatakse valgustundlikeks. Neid kasutataksegi fotoplaatide valmistamiseks.

Selleks kantakse erilistes vabrikutes valgustundlik kiht, mis koosneb hõbedasooladest ja sideainest — želatiinist, klaasplaadile või õhukesele tselluloidfilmile. Sel kombel saadud valgustundlike plaate ja filme säilitatakse pimeduses ja pärast fotografeerimist töödeldakse nõrga valguse käes, mis on niisuguse värvusega, et ta ei avalda mingit mõju antud valgustundlikule kihile.

Tänapäeva fotoplaadid ja -filmid on väga kõrge valgustundlikkusega. On küllaldane mõnest sajandikust või isegi tuhandendikust sekundist, et ülesvõetavast esemest tulevad valguskiired jäädvustaksid alatiseks tema kujutise plaadi valgustundlikul kihil. See võimaldab fotografeerida isegi langevat kivi või lendavat mürsku!

Valgustundlikud plaadid pannakse lamedasse valguskindlasse kastikesse — k a s s e t t i. Kui fotoaparaadi teravustamine on lõpetatud, võetakse mattklaas aparaadist välja ja tema asemele paigutatakse kassett plaadiga. Aparaaadi objektiiv suletakse tihedalt erilise kaanekesega või rulooga — k a t i k u g a. Seejärel tõmmatakse välja kasseti eesmine sein, mis on pööratud objektiivi poole, avatakse plaat ja fotoaparaat on ülesvõtteks valmis. Seejärel avab fotograaf kiire liigutusega lühikeseks ajaks objektiivi ja samas sulgeb selle uuesti. Ülesvõte on tehtud.

Nüüd tuleb kasseti sein tagasi lükata ja kassett aparaadist välja võtta. Ta viiakse fotolaboratooriumisse<sup>1</sup>. Siin võetakse plaat kassetist välja ja asetatakse erilisse keemilisse lahusesse — i l m u t i s s e. Ilmuti koostisse kuuluvad teatavates kindlates hulkades mitmesugused keemilised ained: metool, hüdrokinoon, potas, väävelhapu naatrium ja teised.

Fotoplaadile kantud hõbedasoolad lagunevad ilmuti mõjul ja hõbe eraldub; seejuures lagunevad eriti tugevasti need valgustundliku kihi kohad, mis said suuremat valgustust. Mõne minuti jooksul muutuvad need plaadi kohad tumedateks ja vahel ka täiesti mustadeks.

Vastupidi, hõbedasoolad, mis asuvad fotoplaadi valgustamata osades, ei lagune. Need kohad jäävad endiselt valguskiirtele tundlikeks. Sellepärast ei tohi ilmutatud plaati viia kohe valguse kätte. See rikub ta parandamatult. Teda tuleb enne töödelda teise lahusega — k i n n i s t i g a, nagu öeldakse, kinnistada.

Kinnistina tarvitatakse tavaliselt erilist keemilist ainet —

---

<sup>1</sup> Kodustes tingimustes — pimikusse. Toim.

hüposulfiit, lahustatuna vees. See aine annab hõbedasooladega hästilahustuva keemilise ühendi, mida on kerge veega ära pesta.

Niisiis omandab fotoplaat peale kinnistamist kirju, ebaühtlase välimuse. Ülesvõtmisel hästivalgustatud kohad muutuvad tumedateks, halvastivalgustatud kohad aga läbi-paistvateks. Valgustundlik plaat on muutunud niinimetatud negatiiviks.

Kujutise kõigi osade asetus ja samuti ka nende valgustus negatiivil on vastupidine ülesvõetava objektiga. Teiste sõnadega, mida heledam on mingisugune kujutise koht negatiivil, seda tumedam on vastav koht tegelikkuses ja vastupidi. Samuti muutub ülesvõetava objekti parem pool negatiivil vasakuks, vasak aga paremaks.

Peale kinnistamist pestakse negatiivi jooksva veega, et eraldada temalt igasugused ilmuti ja kinnisti jäänused. Kui-vatatud negatiiv on valmis fotode — positiivide valmistamiseks.

Selleks paigutatakse negatiiv puust raami, kus talle surutakse tihedalt vastu valgustundliku kihiga kaetud paber. Raam asetatakse mõneks ajaks valguse kätte. Seejuures peavad negatiivi mustad kohad valguskiiri kinni, heledad aga lasevad neid takistamatult paberini. Nii jätab valgus paberile oma jäljendi. Seejärel töödeldakse valgustundlikku paberit samade lahustega, nagu plaategi. Kujutis paberil saadakse otse vastupidine sellele, mis oli negatiivil, seega vastav ülesvõetud objektile.

Ühelt ja samalt negatiivilt võib kopeerida suure hulga positiive. Vahel kopeeritakse positiivsed kujutised mitte paberile, vaid valgustundlikule klaasplaadile või tselluloidfilmile. Sel juhul saadakse läbipaistvad positiivid; neid kasutataksegi projektsioonilaterna ja kino jaoks. Niisuguseid positiive demonstreeritakse suurtel ekraanidel — neid võib üheaegselt vaadata suur hulk inimesi.

Jutustame nüüd, kuidas see toimub.

Keda paneb tänapäeval hämmastama karilik projektsioonilatern? Ta on olemas peaaegu igas koolis, igas klubis. Samuti võib seda lihtsat aparati kohata sageli ka paljudes kodudes. Kuid alles möödunud sajandil oli projektsioonilatern vähetuntud ja teda nimetati „võlulaternaks“.

Eesrindlikud teaduse esindajad ja eelkõige vene teadlased kasutasid juba tollal „võlulaternat“ laialdaselt rahva õpetamiseks. Kuulus teadlane K. A. Timirjazev meenutab, kuidas möödunud sajandi keskpaiku organiseeriti Peterburis avalikke loenguid, mida saatis katsete ja „võlulaterna“ demonstreerimine. Seejuures avaldas K. A. Timirjazev arvamust, et nende loengute auditorium oli arvatavasti esimeseks avalikuks auditoriumiks Euroopas.

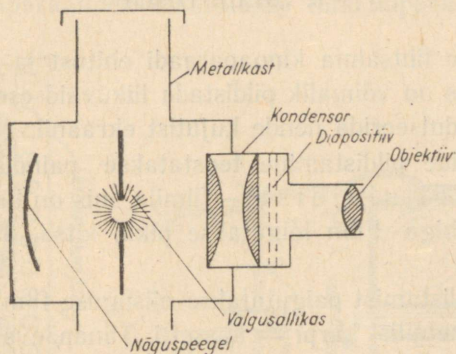
Tsarism püüdis samuti kui tänapäeva kodanlikud valitsused eemaldada rahvast teadusest. Vaatamata suurele huvile avalike loengute vastu oli nende organiseerimine seotud suurte raskustega isegi väljapaistvatele õpetlastele. „Võlulaterna“ demonstreerimine,“ jutustab Timirjazev, „ei möödunud ka mitte ilma laitvate pearaputuste ja imestuseta, et kuhu on siis jäänud vaimulik tsensuur.“

Muidugi ei ole „võlulaternas“ mingisugust nõidust. Projektsioonilatern kujutab endast üsna lihtsat aparati; ta annab ekraanil mingi eseme, joonise või foto mitmekordselt suurendatud kujutise.

Projektsioonilaterna (joon. 10) põhiosaks on objektiiv — samasugune nagu fotoaparaadiski, kaksikkumer lääts või mitu lääts, mis on koondatud ühte raami. Objektiiv on paigutatud laterna korpuseks oleva kasti küljesse. Objektiivi ja valgusallika vahele paigutatakse diapositiiv — joonisega varustatud läbipaistev plaat. Diapositiivi läbivad valguskiired „kannavad“ tema kujutise suurendatuna valgele, puuraamile tõmmatud linale — e k r a a n i l e.

Tänapäeva projektsioonilaternad annavad ekraanil sadu ja isegi tuhandeid kordi suurendatud kujutisi.

Et kujutis oleks ekraanil hästi ja ühtlaselt valgustatud, selleks on vaja tugevat valgusallikat. Valgusallikaks kasutatakse võimsaid elektrilampe. Aparaatides, mis on määratud suurte auditooriumide teenendamiseks, asendatakse lambid sageli võimsama valgusallikaga — Petrovi elektriikaarega.



Joon. 10. Projektsioonilaterna ehituse skeem.

Kuid ka seda on vähe. Valguskiired levivad lambi juurest kõikides suundades: seejuures kaob suurem osa neist kasutult. Sellepärast kinnitatakse valgusekadude vältimiseks lambi taha nõguspeegel. See peegeldab ekraani suunas seda osa valguskiirtest, mis langeb projektsioonilaterna tagumisele seinale.

Veel täielikumaks valguskiirte püüdmiseks ja nende ühtlasemaks jaotamiseks üle kogu diapositiivi varustatakse projektsioonilatern kondensoriga — mõningate suurediametriliste optiliste klaaside süsteemiga (vt. joon. 10).

Väike tagasihoidlik aparaat — projektsioonilatern — on toonud ja toob praegugi palju kasu teadmiste levitamisel. Meie teadlaste loengud, mida kaastavad fotode ja joonestuste demonstreerimine projektsioonilaterna abil ja lihtsate katsete demonstreerimine, on muutunud näitlikumateks, arusaadavamateks. Kuid projektsioonilaternal on alati olnud

üks tõsine puudus — kujutised ekraanil jäid liikumatuks. See puudus kõrvaldati alles peale kinoprojektori — erilise projektsiooniaparaadi ilmumist, mis võimaldas ekraanil saavutada liikuvaid kujutisi. Sellest jutustamegi otsekohe.

## 6. „SUUR TUMM“

Vaatleme lihtsaima kinoaparaadi ehitust ja tutvume sellega, kuidas on võimalik pildistada liikuvaid esemeid ja seejärel reprodutseerida nende kujutist ekraanil.

Kinofilmide pildistamine teostatakse painduvast materjalist — tselluloidist — filmile, mis on kaetud valgustundliku kihiga. Film lõigatakse pika, kitsa, 35 mm laiuse lindina.

Enne pildistamist paigutatakse niisuguse filmi rull valguskindlasse metallist karpis — kassetti. Tänapäeva filmiaparatuuride kassetid mahutavad endasse kuni 300 meetrit filmi — see on pikkus, millest piisab liikuvate esemete pidevaks pildistamiseks 10—15 minuti vältel.

Pildistamisel, ülesvõtetega kinofilmil töötlemisel ja selle demonstreerimisel kinoteatris liigub kinofilm teatava kindla kiirusega. Selleks varustatakse filmi niinimetatud perforatsiooniga — kahe rea aukudega, mis asetsevad filmi külgedel rangelt ühesugusel kaugusel üksteisest (joon. 11).

Kassett filmiga asetatakse pildistamisaparaadi pimedasse kaamerasse, mis on väga sarnane fotoaparaadi kaameraga.

Filmiaparaadi kaamera erineb fotoaparaadi omast peamiselt sellega, et ta omab erilist mehhanismi filmi edasinihitamiseks (joon. 12).

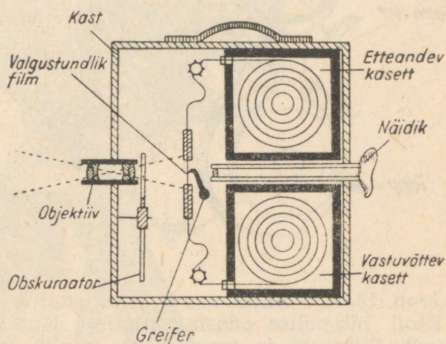
Kuid valgustundlik film ei või liikuda kinoaparatuuris vahetpidamatult. Et jäädvustada eseme kujutist, peab ta kas või kõige lühemaks ajavahemikuks peatuma pildistamiskaamera objektiivis ees.

Lihtsaimaks abinõuks, mis kindlustab kinofilmil hüppelise liikumise, on niinimetatud malta risti kombinatsioon hammastrumliga, mis oli tehnikas tuntud juba hulk aega enne

kino leiutamist (joon. 13). Selles teravmeelselt leiutatud mehhanismis pöörleb seib vahetpidamatult. Kui ta teeb täisringi ja tapp läheb malta risti lõikesse, pöördub trummel kiiresti veerand ringi võrra ja nihutab filmi edasi ühe pildi ehk ühe üksikülesvõtte võrra. Tänapäeva kinopildistamis- ja projektsiooniaparaatides kasutatakse filmi hüppeliseks edasi-



Joon. 11. Perforeeritud kinofilm.



Joon. 12. Filmimiseks määratud kinoaparaadi lihtsaim skeem.

nihutamiseks keerukamaid mehhanisme, mida nimetatakse greiferiteks.

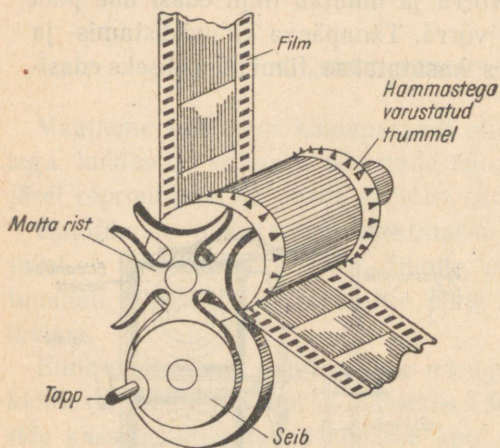
Kui kiiresti liigub pildistamisel kinofilm?

Me juba teame, et inimese silmad säilitavad nägemismuljet umbes 0,1 sekundi kestel. Järelikult, et saada ekraanil pidevalt liikuva kujutise muljet, tuleb filmile võtta mitte vähem kui 10 kujutist sekundis.

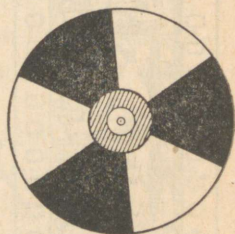
Tummkino seadmete juures teostati pildistamist kiirusega 16 üksikvõtet sekundis. Helikino juures on pildistamissagedus veel suurem — sekundis tehakse 24 üksikvõtet.

Niisiis peatub liikuv film objektiivi ees kaksikümmend neli või kuusteist korda sekundis ja nihkub siis uuesti edasi. Filmi edasinihutamise ajal peab aparraadi objektiiv olema muidugi

suletud. Pildistatava eseme juurest tulevad valguskiired peavad mõjuma filmi valgustundlikule kihile ainult sel momendil, mil film seisab liikumatult; vastasel juhul ei teki



Joon. 13. See lihtne seade kindlustab kino-  
filmil hüpeline edasinihkumise. Kui seib  
teeb täisringi ja tapp läheb malta risti  
lähilõikesse, pöördub trummel kiiresti  
veerand ringi võrra.



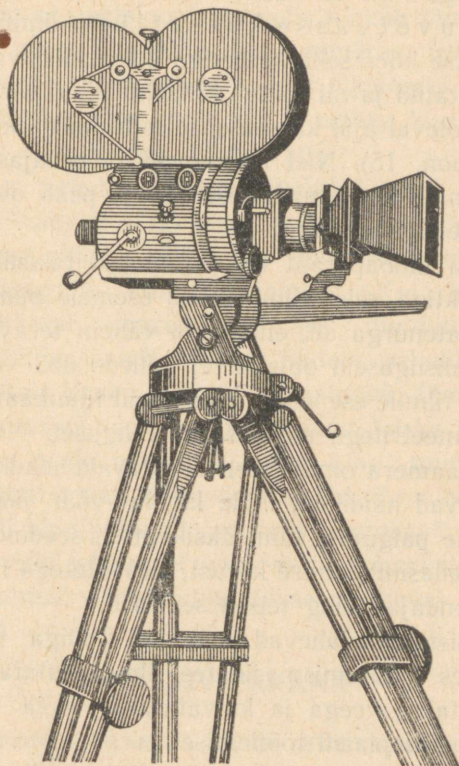
Joon. 14. Obskuraator.

teravat kujutist. Selleks on kinoaparaatides olemas spetsiaalne seadis, mis suleb objektiivi filmi edasinihkumise momendil. Seda seadist nimetatakse obskuraatoriks. Tavaliselt on see mustaks värvitud plekist ketas, millest on osa välja lõigatud (joon. 14). Filmimise ajal obskuraator pöörleb, kusjuures tema pöörlemiskiirus on täpselt kooskõlastatud filmi edasinihkumiskiirusega.

Kuidas toimub filmimine?

Kinooperaator — inimene, kes teostab filmimist, — asetab filmikaamera vajalikku asendisse erilisele alusele — statiivile. Seejärel ta teravustab objektiivi. Siis vaatab operaator erilise aknakese kaudu pildistatavaid esemeid ja valib

kujutise vajaliku paigutuse filmi üksikülesvõttel. Seejärel võib alustada filmimist. Kinooperaator pöörab filmikaamera vända või lülitab sisse erilise mootori, mis paneb automaat-



Joon. 15. Uks tänapäeva filmiaparaate.

selt tegevusse kõik kaamera mehhanismid: greiferi, obskuraatori ja filmi edasi nihutavad trumlid.

Spetsiaalne hammastega trummel tõmbab pidevalt filmi etteandvast kassetist välja (vt. joon. 12). Film peatub lühikeseks sekundiosaks avatud objektiivi vastas, kusjuures toimub järjekordse üksikvõtte pildistamine. Seejärel suleb obskuraatori tiib objektiivi ja greifer nihutab filmi kii-

resti alla ühe üksikvõtte võrra. Siis peatub film uuesti, obskuraator avab objektiivi, toimub uue ülesvõtte pildistamine jne.

Ülesvõtetega film nihutatakse hammastrumli abil niinimetatud vastuvõtvasse kasseti ja filmimise lõpeta-  
misel võetakse koos selle kassetiga aparaadist välja.

Nii on ehitatud ja nii töötab lihtsaim filmiaparaat.

Kuid käesoleval ajal kasutatakse mitu korda keerukamaid aparaate (joon. 15). Nad koosnevad mõnesajast väikesest üksikosast, millede valmistamise täpsus peab olema tuhandike millimeetrite piirides.

Tänapäeva kinoaparaat on varustatud täiuslike objektiivide komplektiga, mis võimaldavad esemeid pildistada ühe või teise vaatenurga all, enam või vähem teravalt jne. On olemas ka niisuguseid objektiive, millede abil võib teravalt jäädvustada filmile esemeid, mis asuvad filmikaamerast suu-  
rel, sadade meetritega mõõdetaval kaugusel.

Iga filmikaamera omab veel täiendavaid seadmeid. Nende hulka kuuluvad näidikud, mille kaudu võib jälgida pildistatava eseme paigutust filmi üksikvõttel, seadmed, mis näitavad filmi edasinihkumise kiirust, ülesvõtetega filmi pikkust näitavad loendajad ning teised seadised.

Peale pildistamist lähevad kassetid filmiga töötlemisele. Spetsiaalsetes ilmutamismasinates film ilmutatakse, kinnistatakse, pestakse veega ja kuivatatakse. Kõik see toimub samuti nagu fotoplaadi töötlemisel.

Pärast ilmutamist liimitakse ülesvõtetega filmi tükid üksteisega kokku teatavas järjekorras. See toimub kinostuudiotemontaažitöökodades. Seejärel liimitakse vajalikes kohtades vahele teise filmi tükid seletavate pealkirjadega. Tulevase tummfilmi negatiiv on valmis.

See läheb edasi kopeerimisvabrikusse, kus temast tehakse mõnisada jäljendit — positiivi, niinimetatud filmikoopia d. Filmikoopiad saadetakse laiali kinoteatritesse.

Kinofilmide demonstreerimiseks ekraanil kasutatakse erilist kinoaparaati — kinoprojektorit. See on projektsiooni-

latern, mis on varustatud mehhanismiga filmi edasinihutamiseks.

Projektori optiline süsteem, mis on varustatud tugeva valgusallikaga, reprodutseerib ekraanile filmile pildistatud kujutise. Kino projektsiooniaparaadis nihkub film edasi täpselt samuti, nagu ta nihkus filmikaameras. Iga üksikvõte ehk kinokaader peatub objektiivi ees lühikeseks ajaks, seejärel suleb obskuraator objektiivi ja eelnev üksikvõte asendub peaaegu silmapilkselt järgnevaga.

Üksikvõtete vahetus toimub niivõrd kiiresti, et ekraanil näeme vaid vaevaltmärgatavat valguse vilkumist. Filmi edasinihkumise kiirus kinopildi demonstreerimisel peab olema samasugune kui pildistamisel. Kui filmi edasinihkumise kiirust suurendada, siis muutub liikumine ekraanil mittetõepäraselt kiireks, näiteks rahulikult kõndiv inimene hakkab järsku jooksuma. Vastupidi, filmi aeglustatud edasinihkumisel näeme ekraanil lõtvu, laisku liigutusi.

Kaua aega peale tekkimist omas kino suurt puudust. Ekraanil näidati ainult liikuvaid kujutisi, ilma helita. Sellepärast kutsuti kino piltlikult „suureks tummaks“. Kulus hulk aastaid visa tööd selleks, et „suur tumm“ hakkaks rääkima. Kuidas see juhtus, sellest jutustatakse järgnevas peatükis.

## II. RÄÄKIV EKRAAN

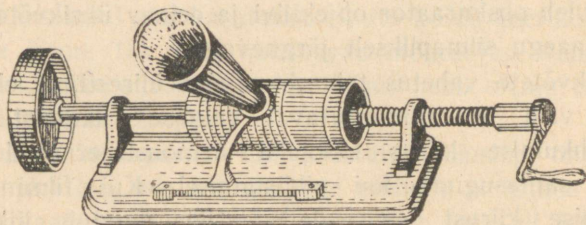
### 1. FONOGRAAF JA TEMA „SUGULASED“

Esimene aparaat, mis kirjutas üles ja taastekitas heli, fonograaf, oli lihtsa ehitusega (joon. 16).

Pikale metallteljele oli kinnitatud sile silinder, mis oli üle tõmmatud tinapaberiga. Üks telje ots oli varustatud kruvi-keermega. Kui silindrit vända abil keerutati, kruvis end telg aparaadi aluse külge kinnitatud mutrisse. Selle tagajärjel sai silinder peale pöörleva liikumise veel edasinihkuva liikumise — kas paremale või vasakule. Silindri ette oli kinnitatud väike metallist r u u p o r, mille kitsas ots oli suletud õhukese

vilgukivist plaadikesega — m e m b r a a n i g a. Selle plaadikeske keskele oli kinnitatud eriliselt teritatud, kaunis kõvast materjalist — safiirist valmistatud nõel.

Membraan koos nõelaga oli surutud vastu silindrit. Kui silinder pöörles, joonistas nõel tema pehmel pinnal — tinapaberil — pideva kruvijoone. Ja kui fonograafi ees tekitati



Joon. 16. Fonograaf — esimene aparaat heli ülesmärkimiseks ja taastekitamiseks.

heli, hakkas vilgukivist membraan võnkuma ja nõel surus end tinapaberisse juba ebahühtlaselt, kas tugevamini või nõrgemini, tekitades joonekesse rea süvendite ja lohkuudega. Nii teostati esmakordselt heli mehaaniline üleskirjutamine.

Sel kombel üleskirjutatud heli oli kerge taastekitada. Membraan nõelaga lükati silindrist eemale ja väнда keeramisega tagurpidi viidi silinder algasendisse. Seejärel paigutati nõel uuesti tema poolt tekitatud joonesse ja silinder pandi jälle pöörlema. Safiirist nõel, hüpatas ühest süvendist teise, pani membraani võnkuma ja — ruuporist kuuldusid kõik tinapaberile ülesmääritud helid!

Edaspidi fonograaf täiustus. Tinapaberiga kaetud silinder asendati õhukese vahakorruga kaetud kettaga. See parandas hääle ülesmärkimise ja taastekitamise kvaliteeti. Hiljem asendati ka vahast kettad kohasemate ning vastupidavamate plaatidega alumiiniumist, tselluloidist või eboniidist. Muutus ka fonograafi väline ilme. Meie kaasaegne gramofon pole midagi muud kui täiustatud fonograaf.

Varsti peale fonograafi ilmumist tehti ka katseid kasutada teda liikuvate kujutiste kaastamiseks helidega.

Leiutati aparaat, mis koosnes kahest osast — ühes liikus lühike kinolint pildistatud kujutisega, teises asetses fonograaf.

Kuid see, kinetoskoobiks nimetatud aparaat oli ainult individuaalseks kasutamiseks. Ta kujutas endast väikest kasti tugeva suurendusklaasiga. Vaataja asetas oma silma suurendusklaasi juurde ja laskis raha kasti erilisse avausse, mille järel seadise mehhanism asus tegevusse. Kinolindil kujutatud figuurikesed liikusid; samaaegselt kuuldusid ka fonograafi trumlile ülesmäärgitud helid. „Seansi“ kestus kinetoskoobis ei ületanud kolmekümmend sekundit.

Edaspidi, kui oli juba tekkinud tummkino, tegid leiutajad katseid kasutada täiustatud helitaastekitamisaparaati — grammofoni — helifilmide loomiseks. Seejuures võeti kujutis filmile, heli aga märgiti üles grammofoniplaadile. Kuid selgus, et on väga raske üheaegselt anda kujutist ekraanil ja heli. Sageli jäi heli kujutisest maha või, vastupidi, jõudis ette. Esimeste helifilmide vaatajad sageli naersid valjusti või avaldasid äärmist meelepaha täieliku mittevastavuse üle tegelaste sõnade ja toimingute vahel. Ka helide ülesmärkimine ise osutus väga keerukaks. Näitlejad pidid asetsema helide üleskirjutamise aparaadi ruupori otseses läheduses. Kui keegi neist pöördus natuke kõrvale, ei õnnestunud tema hääle ülesmärkimine plaadile.

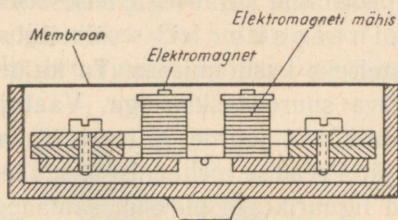
Kõik see sundis otsima uusi, täiuslikumaid viise helikino loomiseks. Need viisid leiti. Need juhatas kätte uus, kiiresti arenev teaduse ja tehnika haru — elektrotehnika.

## **2. KUIDAS ANTAKSE HELI EDASI JUHTMEID MÕÖDA**

Kas teate, kuidas on ehitatud ja kuidas töötab harilik telefon?

Kujutlege kahte väikest magnetit, mis on teineteisest eemaldatud kaunis suurele kaugusele. Kummagi ümber on pandud mõne kihi peene isoleeritud traadiga kaetud pool.

Mõlemad poolid on omavahel ühendatud juhtmetega. Magnetite lähedale kinnitatakse õhukesed elastsed terasplaadikesed — membraanid (joon. 17).



Joon. 17. Telefoni ehitust selgitav skeem.

Kui ühe membraani ees tekitada heli, siis õhu helivõnked kutsuvad esile terasmembraani võnkumise. Ta kord läheneb magnetile, kord eemaldub sellest. Magneti ümber olevas poolis tekib selle tagajärjel vahelduv elektripinge. Mõlemaid poole ühendavais juhtmeis hakkab kulgema elektrivool, mille suurus muutub vahetpidamatult, olenevalt terasplaadikesse võnkumisest.

Läbides teise magneti pooli, magneetib elektrivool seda suuremal või väiksemal määral. Selle tõttu tõmbub teine membraan kas tugevamini või nõrgemini magneti külge. Ta kordab täpselt esimese membraani võnkeid. Lähendades temale kõrva, kuuleme selgesti helisid, mida tekitatakse esimese membraani juures.

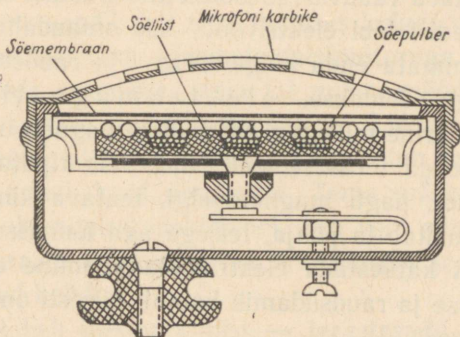
Sel nähtusel põhinebki telefoni tegevus — aparadi tegevus, mis on määratud heli edasiandmiseks juhtmete kaudu suurtele kaugustele.

Tõsi küll, tänapäeva telefoniaparaat on tunduvalt keerukama ehitusega. Kirjeldatud nähtust kasutatakse temas ainult selleks, et muuta elektrivoolu võnkeid helivõngeteks. Selleks aga, et muuta helivõnkeid elektrilisteks võngeteks, on telefoniaparaadis olemas eriseade — m i k r o f o n.

On olemas mitmesuguseid mikrofoni tüüpe. Üks neist, niinimetatud söemikrofon (joon. 18) on ehitatud järgmiselt. Tema peaosaks on õhuke ümmargune söeplaadike — memb-

raan. Membraan on kinnitatud erilisse karbikesse, mis on valmistatud plastmassist või metallist. Karbikese sisse, peaaegu vastu membraani, on asetatud söest liist, millesse on tehtud mõningad süvendid — väljalõiked. Neisse väljalõikeisse raputatakse söepulbrit.

Mikrofon lülitatakse elektriahelasse nii, et membraan on ühendatud ahela ühe otsaga, söeliist aga teisega. Niisiis on



Joon. 18. Nii on ehitatud söemikrofon — tänapäeva telefoniaparaadi tähtsaim üksikosa.

söepulber elektriahela ühendavaks lüliks. Sellesse ahelasse lülitatakse ka alalise elektrivoolu allikas — patarei — ja samuti ka helisid taastekitav telefonitoru.

Kui mikrofoni ees kõlavad mingisugused helid, võngub söemembraan ja surub söepulbri kokku kord tugevamini, kord nõrgemini. Selle tagajärjel takistus elektrivoolule mikrofoni läbimisel kord väheneb, kord suureneb. Seejuures muutub ahelas vastavalt ka voolutugevus.

Tugevuselt muutuv vool jõuab telefonitorru. Magnet paneb võnkuma elastse terasmembraani ja torus tekivad uuesti mikrofoni ees tekitatud helid.

Niisiis ühendab tänapäeva telefoniaparaat endas mikrofoni, mis muudab helivõnked elektrilisteks võngeteks, ja elektromagnetilise telefonitoru, milles toimub vastupidine protsess — elektrivoolu võngete muutmine helivõngeteks.

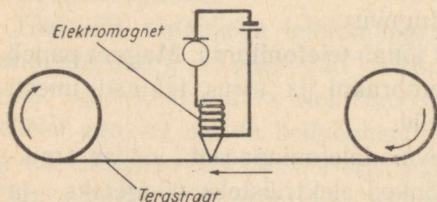
Elektrivoolu kasutamise edukus heli edasiandmisel suurtele kaugustele sundis uurijaid töötama ka selle probleemi lahendamiseks, kuidas kasutada elektrit helivõngete ülesmärgimiseks.

### 3. ELEKTER AITAB HELISID ULES MÄRKIDA

Kui paigutada raudvarras isoleeritud traadist keritud pooli ja lasta traadist läbi elektrivool, siis omandab raudvarras omaduse tõmmata enda külge teras- ja raudesemeid. Ta muutub, nagu öeldakse, elektromagnetiks. Tema omadused ei erine millegagi loomuliku magneti omadest. Ta võib magneetida terasesemeid. Niidi otsa riputatuna võtab elektromagnet, nagu magnetnõelgi, teatava kindla asendi: ühe otsaga näitab ta põhja, teisega aga lõunasse. Kuid tarvitseb ainult katkestada elektrivoolu andmine elektromagnetile mähisesse ja raudsüdamik kaotab kiiresti oma magnetilised omadused.

Erinevalt rauast säilitab magneeditud teras oma magnetilisi omadusi kaua aega. Seda terase omadust kasutatigi heli ülesmärgimiseks. Juba mõningaid aastakümneid eksisteerivad lihtsad ning ühtlasi originaalselt ehitatud aparaadid, mis võimaldavad heli üles märkida pikale teraslindile või -traadile. Üks niisugustest aparaatidest (joon. 19) on ehitatud ja töötab järgmiselt.

Poolile keritud teraslint või -traat keritakse kellamehhanismi või elektrimootori abil teisele poolile. Liikuva lindi otses läheduses asub elektromagnet; selle mähis on lülitatud alalisvoolu patareist ja mikrofonist koosnevasse elektriahelasse.



Joon. 19. Lihtsaim aparaat heli ülesmärgimiseks terastraadile elektromagnetite abil (skeem).

Kui mikrofone ees tekivad helid, muu-

tub elektrivool ahelas kogu aeg. Selle tagajärjel magneetub raudvarras voolumuutuste taktis kas tugevamini või nõrgemini. Liikudes vahetpidamatult elektromagneti läheduses, magneetub teraslint samuti. Seejuures ei ole magneetumine ühtlane. Lindi üksikud osad on magneetunud suuremal määral, kuna nad liikusid elektromagneti lähedal niisugusel momendil, mil tema mähist läbis tugev vool; lindi teised osad on magneetunud vähemal määral — nad möödusid elektromagnetist momendil, mil selle mähises kulges nõrgem vool.

Kui nüüd mikrofon asendada telefonitoruga ja, kerides lindi endisesse asendisse, lasta tal uuesti mööduda elektromagnetist, toimub vastupidine nähtus. Liikuva lindi erinevalt magneetunud kohtade mõjul magneetub raudvarras ise kord tugevamini, kord nõrgemini. Tema mähises tekib vahetpidamatult muutuv elektrivool. See vool paneb telefonitoru membraani võnkuma. Nii taastekitatakse teraslindile ülesmärgitud helid.

Niisugust heli ülesmärkimist — terastraadil — püütigi rakendada helifilmide valmistamiseks. Et heli langeks kokku tegevusega ekraanil, tehti ettepanek kinnitada ülesmärgitud heliga terastraat kinolindi servale. Pole raske mõista, et niisugune helifilmide valmistamine oli raske ja tehniliselt vaevalt teostatav. Selletõttu ei leidnud kirjeldatud viis kinematograafias kuigi suurt levikut.

Järgmiseks etapiks heli ülesmärkimise arengus olid katsed heli üles kirjutada valguse abil. See toimub järgmiselt. Elektriahelasse, mis koosneb vooluallikast ja mikrofonist, lülitatakse vahele elektrikaar. Kui nüüd mikrofone ees tekitada heli, siis, nagu alati, hakkab vool ahelas muutuma, pulseerima. Selle tõttu muutub ka elektrikaare helendamise eredus. Läätsel abil koondatakse kaare valgus kitsaks kiireks ja suunatakse edasinihkuva kinolindi valgustundlikule kihile. Peale lindi ilmutamist pole raske märgata, et valguskiire poolt joonistatud riba ei oma igas kohas ühesugust tihedust. Temal vahelduvad heledad ja tumedad kohad, mis vastavad kaare helendamise ereduse muutumistele, mida

omakorda põhjustasid mikrofone membraani võnked. Nii on ka sel juhul elekter aidanud meil heli lindile üles märkida.

Kuidas aga taastekitada sel kombel ülesmürgitud heli? Kuidas muuta tumedad ja heledad ribad lindil helivõngeteks?

Juba ammu on teadlased kindlaks teinud ühe keemilise elemendi — s e l e e n i — huvitava omaduse. Valguse mõjul muudab kristalliline seleen oma elektrilist takistust: mida tugevamini teda valgustatakse, seda väiksemaks muutub tema takistus. See seleeni omadus annabki võimaluse taastekitada kinolindile heledate ja tumedate ribad abil ülesmürgitud heli.

Tõepoolest, lülitame seleenplaadi ahelasse, mis koosneb elektripatareist ja telefonitorust, ning suuname sellele plaadile kitsa valguskiirte kimbu. Kui nüüd valguskiirte teele asetada liikuv lint ülesmürgitud helidega, siis langeb seleenile kord suurem, kord väiksem hulk valgust, olenevalt sellest, kas valguskiirte kimbule jääb ette läbipaistev või tume lindi osa. Vastavalt sellele muutub seleeni elektriline takistus vahetpidamatult, vool ahelas hakkab pulseerima, aga see omakorda paneb võnkuma telefoni membraani: meie kõrv kuuleb selgesti lindile ülesmürgitud helisid!

Sellest ajast, mil esmakordselt tehti kirjeldatud katse, on möödunud pool sajandit. Peale seda leiutati ka veel palju teisi aparate heli ülesmärkimiseks ja taastekitamiseks elektri abil. Kuid kõik need, meie sajandi kahel esimesel aastakümnel valmistatud aparaadid ei võimaldanud heli hästi üles märkida ega taastekitada. Põhjus oli selles, et ei mikrofon ega ka elektrihaar ei eristanud tugevuselt ja kõrguselt lähedasi helisid. Selletõttu tekkisid moonutused heli ülesmärkimisel valgustundlikule lindile. Need moonutused tugevnesid veel enam lindi fotograafilisel töötlemisel.

Heli moonutus ka tema taastekitamisel kinofilmilt. Telefonitoru polnud kaugeltki täiuslik seadis. Seleenplaadi vahelduva valgustamisega esilekutsutud voolumuutused olid väga väikesed. Helid olid nõrgad, ebaselged. Samuti ei sobinud ka seleenplaat ise heaks heli taastekitamiseks. Asi seisab

selles, et kui seleentakistisse toimib valguskiirte kimbu mõju, mille tugevus muutub väga kiiresti, ütleme, tuhat korda sekundis, siis seleen lihtsalt ei jõua „vastata“ nii kiiretele valguse muutustele. See aga põhjustab tugevaid helimoonutusi.

Sellepärast kulus veel peaaegu kaks aastakümnet pinge- list tööd mitmesugustel teaduse ja tehnika aladel selleks, et leida lõpuks kõrgekvaliteediline viis heli ülesmärkimiseks ja taastekitamiseks kinematograafias.

Möödunud sajandi lõpul teostas väljapaistev vene teadlane A. S. Popov esmakordselt elektriliste signaalide üleandmise suurtele kaugustele ilma juhtmeteta. See tähelepanuvääriv avastus kutsus ellu uue tehnikaharu — r a a d i o t e h n i k a.

Raadiotehnika otsustaski helikino saatuse.

Tekkisid täiesti uued aparaadid elektriliste võngete võimendamiseks, samuti ka helivõngete muutmiseks elektrilisteks võngeteks ja vastupidi. Need olid võimendaja d, mis koosnesid raadiolampidest, transformaatoritest ja teis- test elementidest, täiustatud mikrofoniid ja valjuhääldajad, mis võimaldasid helisid võimendada mitmekordselt.

Ja nüüd, nende uute aparaatide abil, sai juba võimalikuks väga nõrkade helide ülesmärkimine lindile ja nende helide taastekitamine niisuguse tugevusega, mis on vajalik suur- tes ruumides.

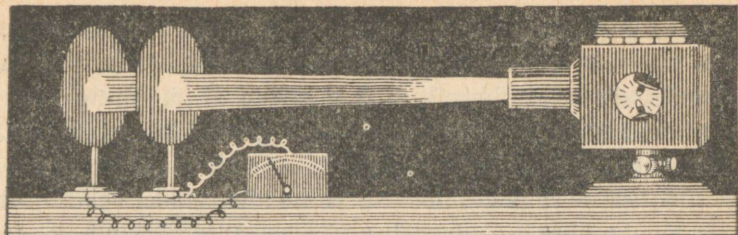
Kuid siiski oli üks asi heli taastekitamisel alles ebatäiuslik. Oli vaja asendada seleentakisti mingisuguse teise, uue sead- mega, millel oleks omadus silmapilkselt „vastata“ kõige väiksemailegi valgusvoolu muutustele.

Niisugune seade leiti varsti.

#### 4. „ELEKTRILINE SILM“

Möödunud sajandi lõpul avastas väljapaistev vene füüsik, Moskva ülikooli professor A. G. Stoletov uue ebatavalise nähtuse. See seisnes järgmises.

Asetage väikesele kaugusele teineteisest poleeritud tsink- plaat ja metallvõrk; ühendage nad väga tundliku elektri-



Joon. 20. Tsinkplaadile suunatuna kutsub elektrikaare valgus ahelas otsekohe esile elektrivoolu.

mõõteriistaga — galvanomeetriga (joon. 20). Kui nüüd valgustada tsinkplaati elektrikaarega, kaldub galvanomeetri osuti silmapilkselt kõrvale, näidates, et ahelas on tekkinud elektrivool.

Asetage metallvõrgu ja galvanomeetri vahele elektripatarei ja ühendage tema negatiivne poolus tsingiga, positiivne aga vaskvõrguga. Galvanomeetri osuti jääb seejuures liikumatuks: tsinkplaadi ja võrgu vahel on õhuvahe ja elektriahel on järelikult katkestatud. Ent niipea, kui elektrikaare valgus langeb tsinkplaadile, kaldub galvanomeetri osuti kõrvale! Seejuures tekib ahelas tunduvalt tugevam vool kui esimesel juhul, ilma patareita. Elektrikaarega valgustatud õhuvahe pole enam elektrivoolule tudevaks takistuseks.

Selle huvitava nähtuse põhjus selgitati varsti. Selgus, et valguse, eriti aga tema ultravioletsete kiirte mõjul vabanevad tsinkplaadist vahetpidamatult negatiivselt laetud elektriosakesed — elektronid, mis kanduvad seejärel üle metallvõrgule. Seejuures tekkiv vool nimetati fotoelektriliseks, see on vooluks, mis saadakse valguse mõjul (valgust nimetatakse kreeka keeles „photos“).

Fotoelektriline nähtus kasutati õpetlaste poolt ära uute tähelepanuväärsete seadiste — f o t o r a k k u d e, nõndanimetatud „elektriliste silmade“ loomiseks.

Need seadised andsidki võimaluse ehitada niisuguseid aparate ja seadmeid, mis tegutsuvad valguse mõjul praktiliselt silmapilkselt!

Peale selle omavad tänapäeva fotorakud ka eriti suurt valgustundlikkust. Nad „tunnevad“ isegi kõige nõrgemate tähtede valgust<sup>1</sup>.

Tähelepanuväärne seadis, fotorakk, on vältimatuks üksik- osaks tänapäeva helikinoseadmes. Võimendusseadmed ja fotorakud andsid lõpuks „suurele tummale“ võimaluse val- jult ja selgelt rääkima hakata!

Ennetades paljude aastate võrra välismaa, leiutas vene leidur A. Vikstsemski 1889. aastal heli ülesmärkimise foto- graafilise meetodi. A. Vikstsemski meetodi kirjelduses leia- me kõik heli kinolindile ülesmärkimiseks praegu kasutata- vate viiside põhilised elemendid.

Teine vene leidur I. Poljakov leiutas fotograafiliselt üles- märgitud helide taastekitamise meetodi.

Kuid helikino arendamisel ja rakendamisel praktikas seisid ees veel suured raskused. Väga tähtsat osa nende edukas ületamises etendasid nõukogude teadlased A. F. Šorin ja P. G. Tager, samuti ka V. D. Ohhotnikov.

Kuidas toimub helide ülesmärkimine ja taastekitamine kinos?

## **5. TANAPÄEVA MEETODID HELI ÜLESMÄRKIMISEKS KINOFILMILE.**

Laialdasemalt on tuntud kaks heli ülesmärkimise süsteemi. Mõlemad on välja töötatud nõukogude kinematograafia tegelaste poolt, üks prof. P. G. Tageri ja teine prof. A. F. Šorini poolt.

Heli ülesmärkimine prof. Tageri meetodi järgi toimub järgmisel viisil (joon. 21).

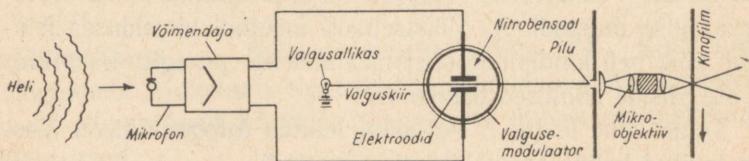
Ülesmärgitavad helid püüab kinni mikrofoni membraan ja nad muudetakse elektrivoolu võngeteks. Võimendaja abil võimendatakse seda voolu tuhandeid kordi ja ta satub nii- nimetatud valguse modulaatorisse. See on seadis, mis muudab elektrivoolu võnked valgusvõngeteks. Ta kuju-

<sup>1</sup> Üksikasjalisemalt fotorakkudest ja nende kasutamisest vaata V. A. Mezentsevi brošüürist „Elektriline silm“, Tallinn-Tartu, 1950.

tab endast väikest anumast, mis on täidetud erilise vedelikuga — nitrobensooliga; sellesse on paigutatud plaadid — elektroodid, millede juurde on toodud juhtmed võimendajast.

Nitrobensoolil on tähelepanuväärne iseärasus muuta oma valgustmurdvaid omadusi olenevalt võimendajast modulaatori elektroodidele tuleva elektrivoolu tugevuse muutumisest.

Modulaator asetseb valguskiirte teel, mis suunduvad rahu-



Joon. 21. Prof. P. G. Tageri meetodi järgi heli kinofilmile ülesmäärimise lihtsustatud skeem.

likult põlevast elektrilambist läbi pilu ja objektiivi pidevalt liikuvale valgustundlikule filmile, millele heli üles märgitakse.

Läbides nitrobensooli modulaatori elektroodide vahel, on valgus muutuva elektrivoolu mõjul kord heledam, kord nõrgem. Sellepärast, langedes modulaatori taga liikuvale kinofilmile, avaldab ta selle valgustundlikule kihile erinevat keemilist mõju. Nii helivõnked fotografeeritakse.

Filmile, ülesvõtete ja perforatsiooni vahele, tekib kitsas „heliriba“ ehk fonogramm. See koosneb paralleelsetest kriipsukestest, mis on ühesugused kõrguselt, kuid erinevad laiuselt ja läbipaistvuselt (joon. 22).

Tageri süsteemi nimetatakse intensiivseks ehk tooniliseks süsteemiks.

Veel lihtsama valgusemodulaatori esitas teeneline teadlane V. D. Ohhotnikov koos A. Maškovičšiga 1929. aastal. Oma ehituselt sarnaneb see modulaator hariliku elektrihõõglambiga<sup>1</sup>.

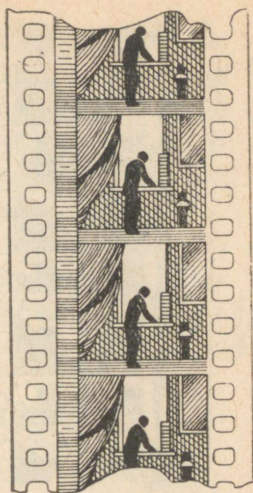
<sup>1</sup> Lähemalt mitmesugustest heli ülesmäärimise ja taastekitamise viisidest vaata V. D. Ohhotnikovi brošüürist „Tardunud helide maailmas“, Tallinn—Tartu, 1950.

Peale seda kui heli ülesmärkimise protsess on lõppenud, töödeldakse filmi samal viisil nagu iga teistki ülesvõtetega kinofilm. Selle tulemusena saadakse fonogrammi negatiiv. Kinopildi positiivi valmistamisel kopeeritakse ühele ning samale positiivsele filmile esiteks kujutised, hiljem aga fonogramm.

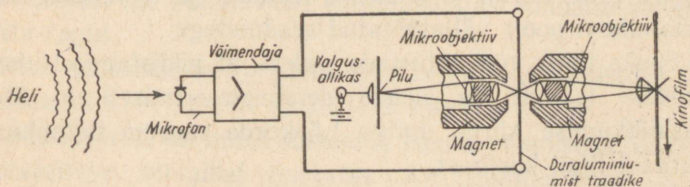
Prof. A. F. Šorini poolt väljatöötatud meetod heli ülesmärkimiseks erineb ülalkirjeldatust ka valgusemodulaatori ehituse poolest. Šorini aparaadis kasutatakse modulaatorina niinimetatud keelgalvanomeetrit.

Prof. Šorini meetodiga (joon. 23) teostatakse heli ülesmärkimist järgmiselt. Väikeselt elektrilambilt tulevad valguskiired, läbinud kitsa pilu ja spetsiaalse objektiivi, langevad kitsa ribana pidevalt liikuvale valgustundlikule filmile. Valguskiirte tee, nagu Tageri aparaadiski, on paigutatud valgusemodulaator. Kuid siin ta kujutab endast magnetit, mille pooluste vahele on tõmmatud duralumiiniumist traadike. Sellest traadikesest lastaksegi läbi mikrofonist tulev võimendatud elektrivool.

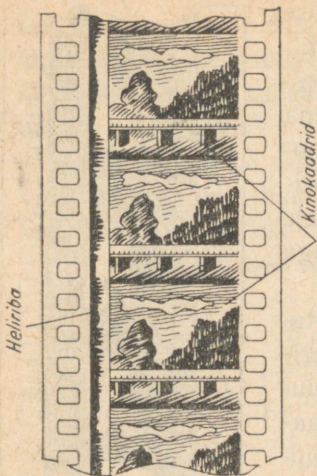
Et traadikest läbiva elektrivoolu tugevus helivõngete tõttu kogu aeg muutub, siis hakkab ka traadike võnkuma



Joon. 22. Selline on prof. P. G. Tageri süsteemi järgi kinofilmile ülesmargitud „heliriba“.



Joon. 23. Prof. A. F. Šorini meetodi järgi heli kinofilmile ülesmärkimise lihtsustatud skeem.



Joon. 24. Prof. A. F. Šorini meetodi järgi kinofilmile ülesmärgitud fonogramm.

taktis nende muutustega. Ta hakkab kõverduma kord tugevamini, kord nõrgemini.

Šorini aparaat on ehitatud selliselt, et kui traadike asub rahulikus seisundis, katab tema vari poole valgusepilust, mille kaudu filmi valgustatakse. Aparaaadi töötamisel, kui traadike hakkab võnkuma, katab ta valgusepilu kord suuremal, kord vähemal määral. Vastavalt sellele on film valgustatud kord tugevamini, kord nõrgemini. Nii osutuvad tema valgustundlikul kihil ülesmärgituks ka kõige väiksemad elektrivoolu muutused, mis on tekitatud helivõngetest mikrofoni ees.

Prof. Šorini meetodiga ülesmärgitud „heliriba“ koosneb läbipaistvast ja tumedast osast, mis teineteisest on eraldatud siksakilise piirjoonega (joon. 24).

Nii märgitakse heli kinofilmile.

Peab ütlema, et nüüd praktikas kasutatavad heli ülesmäärkimise aparaadid on veel keerukama ehitusega. Nende täiustamise kallal on töötanud kümned eriteadlased kõikides maailma maades. Kuid kõigi nende aparaatide aluseks on seadmed, mis sarnanevad meie nõukogude teadlaste prof. Tageri, prof. Šorini ja teenelise teaduse- ja tehnikategelase Ohhotnikovi poolt väljatöötatud seadmetega.

Lõpuks tuleb veel jutustada sellest, et pildistamisel heli-filmidele (samuti ka nende demonstreerimisel) on filmi edasinihkumise kiirus umbes 1,5 korda suurem tummkinoparaadi filmi kiirusest.

Millest on tingitud niisugune filmi edasinihkumise kiiruse tõus helikinos?

See on vajalik selleks, et kindlustada heakvaliteedilist heli ülesmärkimist ja taastekitamist. Tõepoolest, kõrgeimad helid, mida tuleb filmile üles märkida, omavad ligi 10 000 võnget sekundis. Filmi liikumiskiiruse juures, mis on tarvitusele võetud helikino puhul, tuleb ühe võnke kohta kõigest 0,045 mm „heliriba“. See on väga väike suurus.

Kui film liiguks aeglasemalt, oleks see suurus veel väiksem ja üksikute helivõngete kujutised filmil lihtsalt sulaksid ühte. Sel juhul ei õnnestuks saavutada heakvaliteedilist heli taastekitamist.

## 6. HELIFILMI DEMONSTREERIMINE

Aparaat helifilmi demonstreerimiseks koosneb kahest osast. Üks tema osa, mis on määratud kujutiste näitamiseks ekraanil, ei erine praktiliselt kuigi oluliselt tummfilmi projektorist. Ta kindlustab ainult filmi mõnevõrra kiirema edasinihkumise — 24 üksikülesvõtet (kinokaadrit) sekundis endise 16 asemel.

Projektori teine osa on heli taastekitamiseks. Tavaliselt monteeritakse see osa otse projektsiooniaparaadile ja nii kujutab helikinoprojektor endast üht tervikut.

Tänapäeva kinoprojektsiooniaparaadi heliosa ehitus on näha joonisel 25. Me juba teame, et kinofilmi demonstreerimisel liigub film edasi ebaühtlaselt. Ta nihkub edasi hüpetena, peatudes lühikesteks sekundi murdosadeks objektiivi aknakese ees ja liikudes jälle kiiresti edasi. Kuid kinoprojektori heliosas peab film liikuma ühtlaselt. Vastupidisel juhul ei kuule me mingit heli; valjuhääldajast kuuldu ainult korratu ragin.

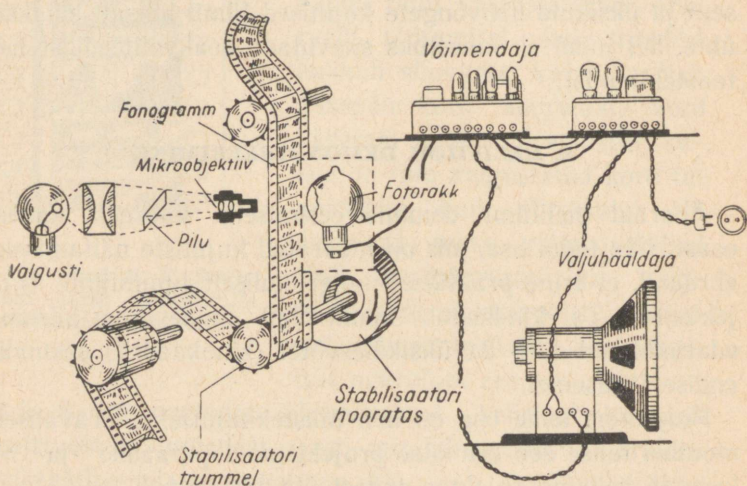
Selleks on helikinoprojektoris olemas spetsiaalne seade — niinimetatud filter ehk stabilisaator.

Stabilisaatoreid on mitut süsteemi. Nende peamiseks osaks on massiivne metallist hooratas — trummel, mis on paigutatud vabale võllile. Möödunud kinoprojektori objektiivist, satub film stabilisaatori trumlile ja paneb selle

pöörlema. Nii on film käesoleval juhul nagu omapäraseks veorihmaks.

Stabilisaatori trummel oli varemini varustatud hammas-  
tega. Praegu valmistatakse need trumlid siledatena ja film  
surutakse nende vastu erilise rullikese abil.

Stabilisaatori trummel pöörleb ühtlaselt ja kõrvaldab täie-  
likult filmi heliplokis liikumise ebaühtluse.



Joon. 25. Kinofilmile ülesmärgitud heli taastekitamine.

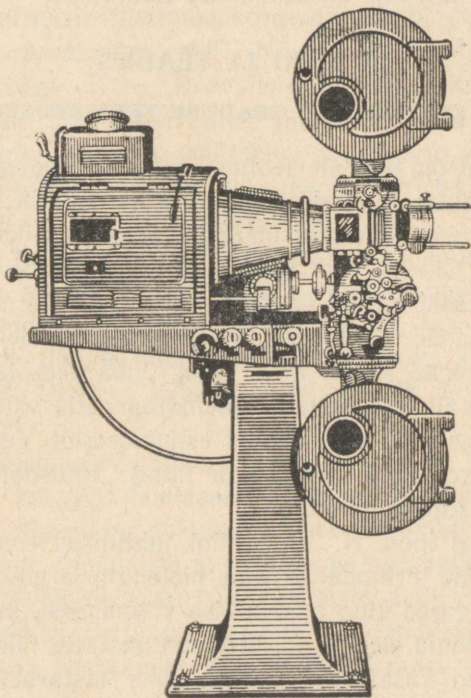
Väike, kuid hele elektrilamp — valgusti — heidab kitsa  
pilu ja mikroobjektiivi kaudu valguskiirte kimbu filmile.  
Mikroobjektiiv muudab selle kitsaks „valguskriipsukeseks“.  
See kriipsuke, mida nimetatakse „lugevaks kriipsuks“, val-  
gustab liikuva filmi fonogrammi ning langedes fotorakule  
kutsus selles esile elektrivoolu. Me juba teame, et see vool  
muudab oma tugevust olenevalt fotorakule langeva valgus-  
kiire eredusest.

Tänapäeva helikino projektsiooniaparaatides kasutatavad  
fotorakud kujutavad endast väga miniatuurseid elektriseadi-  
seid, mille mõõtmed ei ületa tikukarpi.

Fotorakus tekkivad elektrivoolud suunduvad võimenda-

jasse ja sealt valjuhäldajasse, mis muudab elektrivoolu võnked helivõngeteks. Nii on ehitatud ja nii töötab tänapäeva helikinoseade (joon. 26).

Kõik enam-vähem suuremad kinoteatrid varustatakse kahe projektsiooniaparaadiga. See tagab vahetpidamatut



Joon. 26. Tänapäeva helikino projektsiooniseade, mida toodetakse meie tööstuses.

filmi demonstreerimist. Iga suur kinofilm on kasutamise hõlbustamiseks jaotatud üksikuteks osadeks. Iga osa kujutab endast kuni 300 m pikkuse filmi rulli. Ühe niisuguse helifilmi-osa demonstreerimine kestab umbes 10 minutit. Peale seda tuleb projektsiooniaparaat uuesti laadida, asetades temasse uue pooli filmiga.

Kui kinoteatris on olemas kaks projektorit, siis ühe töötamise ajal mehaanik laeb teist projektorit filmi järgneva osaga. Kui filmi osa demonstreerimine esimese projektori abil on lõpetatud, lülitab mehaanik sisse teise aparaadi, mis projekteerib samale ekraanile uue osa filmist. Nii saavutatakse terve kinopildi katkestamatu näitamine.

### III. KINO JA TEADUS

#### 1. EESRINDLIKU TEADUSE TEENISTUSES

Kino sünnid on tihedalt seotud teaduse arenguga ja vajadusega täiustada teadusliku uurimise meetodeid. Idee uurida liikumisnähtusi, lahutades liikumise reaks üksikuteks liikumatuteks faasideks, viis eriliste fotoaparaatide loomisele, mis kindlustasid mitme üksikülesvõtte tegemise sekundis ja mis on tänapäeva filmikaamerate prototüüpideks.

Teaduslik kino sündis meie maal. Juba käesoleva sajandi algul teostas üks nõukogude kinematograafia vanemaid töötajaid professor V. N. Lebedev esmakordselt Venemaal filmimist mikroskoobi abil. Tema filmil „Infusoor“ oli suur edu nii meil kui ka piiri taga.

Samal ajal loodi N. V. Baklini juhtimisel esimesed teaduslikud filmid termodünaamika, bioloogia ja elektri alal.

Kuid laialdased kino kasutamise võimalused, mis ilmsid ootamatult tema olemasolu esimestel aastatel, lükkasid tahaplaanile kino kasutamise teaduslikuks otstarbeks. Kapitalismi tingimuses suundus kino areng teisele teele. Kino muutus rikastumise vahendiks, töötajate vaimse orjastamise vahendiks.

Alles Suur Sotsialistlik Oktoobrirevolutsioon avas kinokunstile uued perspektiivid. Nõukogude kord kindlustas kõik vajalikud tingimused kino igakülgeks arendamiseks ja kasutamiseks.

Kino on teaduslike ja tehniliste kogemuste näitamise ja propageerimise kindlaimaks vahendiks ja veenvaks piltlikuks õppeabinõuks. Kuid seda on vähe.

Kino leiab nüüd väga laialdaselt kasutamist kui iseseisev, sageli lihtsalt asendamatu vahend teaduslikus uurimises.

Juba kino suhteliselt noores eas hindasid väljapaistvad nõukogude teadlased õigesti „suure tumma“ võimalusi ja kasutasid teda oma laboratooriumes.

Akadeemik I. P. Pavlov organiseeris spetsiaalselt oma kuulsate uurimiste filmimist kõrgema närvitegevuse füsioloogia ja patoloogia alal. Niisuguste filmimiste teostamine oli väga raske. Kõrvaliste isikute — kinooperaatorite — ja tundmatu aparatuuri juuresolek laboratooriumis, filmikaamera müra, prožektorite ere valgus — kõik see avaldas katsealustele loomadele negatiivset mõju. Neid tuli spetsiaalselt harjutada filmimise tingimustega.

Selle töö tulemuseks ei olnud mitte ainult suure füsioloogi väärtusliku töö dokumentatsioon, vaid ka populaarteaduslike filmide loomine massidele.

Niisuguste filmide hulka kuuluvad „Roosa ja Raafael“, „Akadeemik Pavlovi katsed“, „Akadeemik I. P. Pavlov“ ja teised.

Teine väljapaistev nõukogude teadlane — N. N. Burdenko — kasutas ka väga laialdaselt filmiaparati. See võimaldas luua väga rikkalikku dokumentaalset kinomaterjali keerukatest peaaaju, rinnakorvi ja kõhukoopa operatsioonidest jne. See materjal oli aluseks väga tähtsate õppefilmide, nagu „Välikirurgia“, „Seljaaju vigastus“ jt. loomisele, mis leivad laialdast kasutamist uue arstide kaadri ettevalmistamisel.

Kinoaparaat on nüüd vältimatu vahend kõikidel rohkearvulistel nõukogude teadlaste ekspeditsioonidel. Filmiaparaat saadab juba ammu näiteks akadeemik J. N. Pavlovskit tema kaugetel ja rasketel ekspeditsioonidel. Õppides tundma rasket, inimese aju kahjustavat haigust, niinimetatud taiga entsefaliiti (peaajupõletikku), pildistas Pavlovski kinofilmile taiga metsikut loodust, entsefaliiti põdevate inimeste käitumist, mitmesuguseid haigust edasikandvaid putukaid. Filmine kõige tavalisema aparaadiga andis teadlasele üsna

hinnatavat materjali, mis võimaldas organiseerida efektiivset võitlust taiga entsefaliidiga.

Analoogiliste näidete hulka kinoaparaadi kasutamisest teaduslikus uurimistöös võiks piiramatult suurendada. See räägib kino kui teadusliku uurimise vahendi määratu suurest tähtsusest.

Tänapäeva teaduslik kinematograafia omab filmimisel spetsiaalsete võtete ja meetodite laialdast arsenali, mis annab teadlastele võimaluse näha ja uurida protsesse ja nähtusi, mis toimuvad niivõrd kiiresti või, vastupidi, niivõrd aeglaselt, et neid polnud võimalik tundma õppida otsese vaatluse meetoditega.

Tutvume tänapäeva teadusliku kinematograafia tehniliste võimalustega.

## 2. REIS NÄHTAMATUSSE MAAILMA

Vaadake veetilgale. Midagi erilist te temas ei näe. Kuid vaadake sama veetilka läbi mikroskoobi. Teie ees avaneb suur, varem nähtamatu maailm (joon. 27).

Kuidas näidata seda maailma suuremale arvule inimestele, näiteks mingisuguse loengu kuulajaile? Mikroskoop on selleks otstarbeks väga ebakohane. Temasse saab vaadata ainult üks inimene. Kui palju kulub siis aega selleks, et igaüks loengul viibijaist saaks hästi tutvuda eluga veetilgas!

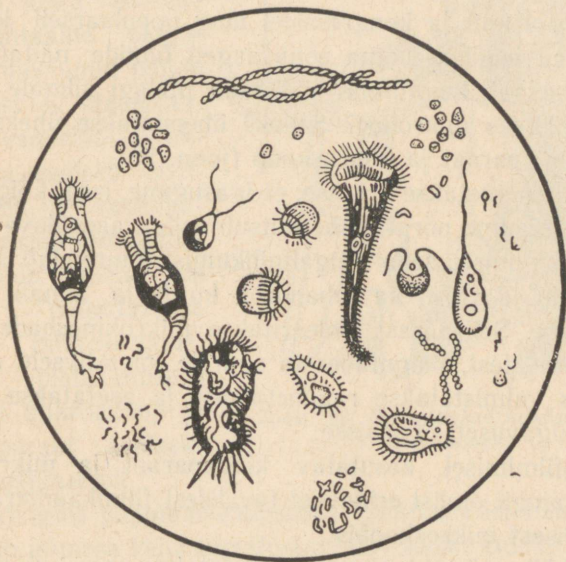
Ei kõlba selleks ka projektsioonilatern. Tema abil näidatakse ekraanil ainult liikumatuid kujutusi.

Kujutlege, et õpetaja või lektor tahab jutustada fagotsütoosist — suure vene teadlase I. I. Metšnikovi tähelepanuväärsest avastusest.

Fagotsütoos on vägagi tähtis ja huvitav nähtus, mis toimub inimorganismis. Kui näiteks inimese käesse on sattunud pind, siis tungivad tema organismi koos pinnuga ka mikroobid. Nad võivad inimorganismi kahjustada. Siis aga suunduvad lähematest veresoontest pinna juurde väikesed veres

leiduvad kehakesed — leukotsüüdid<sup>1</sup>. Nad astuvad võitlusse kahjulike mikroobidega ja hävitavad nad. Seda protsessi nimetataksegi fagotsütoosiks.

Mõttes on raske kujutleda leukotsüütide võitlust mikroobidega. Et selle nähtuse olemust mõista, peab iga loengukuu-



Joon. 27. Veetilk mikroskoobi all.

laja teda oma silmaga nägema. Aga kuidas seda teostada? Siin ei aita ei mikroskoop ega projektsioonilatern.

Kui aga lektor tahab näidata kuulajaile haigusetkitajaid? Siin juba ei tule mikroskoop üldse kõne alla. Sest nakkuse vältimiseks ei või paljusid mikroobe tuua loengutesaali elusaina.

Aga kui palju on raskesti selgitatavaid, palja silmaga märkamatu nähtusi, milliseid teadlane ootab kaua aega, tõstmata silmi mikroskoobilt! Niisugused on näiteks rakkude kasvamine ning pooldumine jne.

<sup>1</sup> Leukotsüüdid — valged verelibled.

Kuidas jutustada näitlikult kõigist neist huvitavaist nähtustest suurele auditooriumile?

Kõigil neil juhtudel tuleb appi kino. Kõike seda, mida teadlane nägi pikkade päevade kestel mikroskoobis, võib pildistada filmile. Kino abil on teadlaste kõige keerukamad uurimised muutunud kättesaadavaks igaühele. Ja nüüd, teaduslikel koosolekuil ja kongressidel ning populaarseil loenguil kinnitavad teadlased oma sõnu sageli filmide näitamisega.

Kuidas saab kinofilmile pildistada midagi silmale nähtamatut, näiteks mikroobe? Selleks ühendatakse üheks seadmeks filmiaparaat ja mikroskoop (joon. 28).

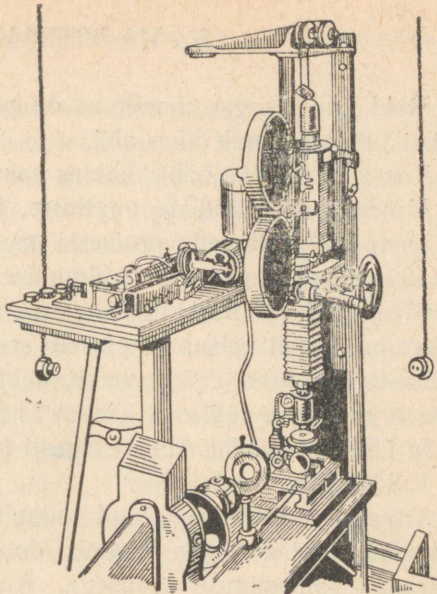
Seejuures võetakse arvesse, et igasugune, isegi kõige tähtsusetum seadme põrutamine kutsub esile vaadeldava eseme paigaltnihkumise; seda paigaltnihkumist suurendab mikroskoop sadu ja vahel ka tuhandeid kordi ja annab tohutu moonutuse. Sellepärast isoleeritakse mikrokinoseade kõikidest põrutustest, paigutades ta suurele, massiivsele alusele. See alus valmistatakse raudbetoonist ja asetatakse mitme meetri sügavuselt maa sisse.

Mikrofilmimisel kasutatav kinoaparaat ja mikroskoop ei oma mingit olulist erinevust tavalisest filmikaamerast ega ka tavalisest mikroskoobist.

Tõsi küll, mikrokinoseade ühendatakse sageli veel teiste spetsiaalsete seadmetega, mis võimaldavad filmimist kiirendada või aeglustada. Sellest jutustatakse hiljem.

Et mikroorganisme hästi näha ja filmile pildistada, tuleb klaasplaadikest mikroskoobi lauakesel eredalt valgustada. Selleks eesmärgiks kasutatakse kas söekaarlampe või niinimetatud punktlampe, millede ere valgus on koondatud ühte väikesesse punkti. Niisugused lambid annavad väga tugevat valgust. Kuid nad saadavad välja ka suure hulga soojust, mis võib mikroskoobis vaadeldavate organismide elule negatiivselt mõjuda. Sellepärast varustatakse mikrokinoseadmed veel eriliste jahutusseadmetega, mis takistavad valgusallikast tuleva soojuste pääsu vaadeldava objektiini.

Kui mikrokinoseadme abil pildistatakse mingisugust vedelat objekti, näiteks veevõi veretilka, siis takistab kogu seadme horisontaalne paigutus õnnestunud piltide saamist — klaasplaa-dike vaadeldava objek-tiga asetseb verti-kaalselt ja vedeliku-tilk valgub temalt pik-kamööda maha. Sel juhul paigutatakse seade mikroorganis-mide pildistamiseks nii, et mikroskoop ja kinoaparaat asetsek-sid vertikaalselt.



Joon. 28. Spetsiaalne seade mikro-filmimiseks.

Mõningais populaarteaduslikes filmides võib näha, kuidas kasvab inimese keha moodustav elav kude, kuidas kasvavad ja poolduvad rakud.

Nende, eriti aeglaselt toimuvate protsesside filmimiseks on nõutavad juba eriseadmed. Tõepoolest, harilik kinokaa-mera pildistab teatavasti kiirusega 24 üksikvõtet sekundis. Raku pooldumise protsess aga kestab mõnikord mitu tundi. Kui pildistame niisugust protsessi tavalise, meile tuntud aparaadiga, raiskame selle jaoks kümneid tuhandeid meet-reid filme. Peale selle, niisuguse filmi vaatamine võtab nii-sama palju aega kui tema filmiminegi. Ja mis peasi — vae-valt näeksid vaatajad seejuures midagi oma silmaga. See võrduks ju katsega näha kellaosuti liikumist või õie puhke-mist! Sellepärast ei filmita kõiki aeglaselt toimuvaid prot-sesse ja nähtusi mitte tavalisel teel. Selleks kasutatakse huvitavat seadet, mida nimetatakse „aja loendajaks“.

### 3. „AJA LOENDAJA“

Meid ümbritsevas maailmas on palju nähtusi, mida õpiti hästi tundma ainult kino abil.

Kas võib näiteks näha, kuidas kasvab rohi?

Muidugi, järjekindlate vaatluste, fotografeerimiste ja joonistuste abil võib seda protsessi kaunis selgesti kujutleda. Kuid näha saab seda ainult filmimise abil.

Niisuguseid nähtusi, mida ei saa otseselt vaadelda, on väga palju. Nii paisub aeglaselt seeme mullas ja sirutab endast välja juured ning varre, aeglaselt pooldub rakk elavas organismis, aeglaselt kasvab kinni haav jne.

Ja kõike seda võib kinos selgesti näha!

Kuidas seda teostatakse?

Tavaliste helifilmide puhul toimub pildistamine kiirusega 24 üksikvõtet sekundis. Valmis kinofilm demonstreeritakse ekraanil samasuguse kiirusega. Kui aga teha ühes sekundis mitte 24 üksikvõtet, vaid ainult üks, ning demonstreerida filmi ekraanil tavalise kiirusega, siis näeme 24 korda kiiremat liikumist!

Võtame näiteks tulbi õie; on teada, et ta puhkeb viie tunni, see on 300 minuti ehk 18 000 sekundi kestel. Kui kinoaparaat pildistab selle õie puhkemist tavalise kiirusega, siis tuleb teha  $24 \times 18\,000 = 432\,000$  üksikvõtet. Saame üle 8 kilomeetri pikkuse kinolindi! Niisuguse kinolindi demonstreerimine ekraanil tavalise kiirusega võtab aega samuti viis tundi. Sellepärast on loomulik, et me ei suuda ka ekraanil täheldada õie kroonlehtede aeglase avanemise protsessi.

Kui aga teeme ainult ühe üksikülesvõtte minutis? Siis „mahutub“ tulbi õie puhkemise kogu protsess 300 üksikvõttele. Me näeme ekraanil seda lühikest filmi  $300:24 = 12,5$  sekundi jooksul. Teiste sõnadega, tulp puhkeb ekraanil õitsema mitte viie tunni, vaid kõigest 12,5 sekundi jooksul. Väga aeglane, nähtamatu liikumine muutub, tänu niisugusele aja koondamisele, ekraanil nähtavaks!

Nii tuli kino teadusele abiks ja andis võimaluse jälgida

oma silmaga meie ümber toimuvaid väga aeglaselt protsesse ja nähtusi.

Aparaati, mis võimaldab teostada niisugust aeglustatud filmimist, nimetatakse „aja loendajaks“ ehk „aja koondajaks“. Selles aparatis on omavahel ühendatud filmikaamera, kellamehhanism ja elektrimootor. Eriline regulaator võimaldab suurendada või vähendada ajavahemikke iga üksikülesvõtte tegemise vahel. Iga kord, kui kell registreerib pildistamise aja, lülitub automaatselt sisse valgustus, mootor paneb filmikaamera tegevusse ja aparadi sisemuses olevale negatiivile jäädvustub järgmine üksikvõte. Peale järjekordse üksikülesvõtte tegemist lülitub mootor välja ja kustub elektrilambi ere valgus. Seade „puhkab“ seni, kuni jõuab kätte uue üksikvõtte tegemise aeg.

On juhtumeid, kus „aja koondajaga“ filmimise puhul terve tunni või isegi terve ööpäeva vältel tehakse kõigest üksainus üksikvõte.

#### 4. KIIRFILMIMINE

Kuid peale väga aeglaselt toimuvate nähtuste on ka niisuguseid, mis toimuvad, vastupidi, väga kiiresti. Nende hulka kuulub näiteks mürsu või kuuli lend. Suure kiirusega toimuvad ka mõned keemilised reaktsioonid. Selliseid nähtusi ja protsesse pole samuti võimalik näha palja silmaga.

Kuidas pildistada neid kinofilmile? Selgub, et väga lihtsalt. Tuleb toimida vastupidiselt „aja koondajaga“ filmimisele, s. t. suurendada pildistamise sagedust, kuid näidata filmi tavalise kiirusega. Nii näiteks, kui teha sekundis mitte 24, vaid 240 üksikvõtet ja siis demonstreerida seda filmi tavalise kiirusega, näeme 10-kordselt aeglustatud liikumist. Ja mida rohkem üksikvõtteid sekundis kinoaparaat teeb, seda aeglasemalt esinevad filmitud protsessid ja nähtused ekraanil.

Tänapäeva kiirfilmimisaparaadid võivad teostada pildistamist kiirusega mõni tuhat üksikvõtet sekundis. Niisuguseid

aparaate nimetatakse rapid-aparaatideks ehk „ajaluupideks“. Pildistamisel kiirusega 1500 üksikvõtet sekundis liigub film aparaadis kiirrongi kiirusega, mis sõidab üle 100 kilomeetri tunnis. Kuid vahel tuleb teostada filmimist veelgi suurema kiirusega. Kuivõrd täpsed ja täiuslikud peavad olema rapid-aparaadi väiksemadki üksikosad!

Kiirfilmimine leiab laialdast kasutamist ülikiirete protsesside ja nähtuste teaduslikul uurimisel. Nii oli veel hiljuti kuuli lend meie silmale tabamatu. Me võisime jälgida ainult kuuli purustava tegevuse tulemusi. Puruneb näiteks klaas, mida läbis see väike tinatükk, kuid lendav kuul jäigi inimsilmale nähtamatuks.

Kuuli lend pildistati kinoaparaadi abil, mis võimaldas teostada filmimist kiirusega 3500 üksikvõtet sekundis. Filmi demonstreeriti seejärel tavalise kiirusega. Nii aeglustati kuuli lendu ekraanil ligi 150 korda. Ja inimsilm nägi midagi hoopis ootamatut.

Pöördudes pikkamisi ümber oma telje, ümbritsetuna püssirohugaasidest, lendab kuul aeglaselt mööda ekraani. Nüüd ta läheneb klaasile. Kuid mis see on? Kuul pole veel puudutanud klaasi siledat pinda, kui see juba hakkab kumerduma. Seejärel moodustub klaasis ümmargune avaus ja väike ümmargune klaasitükk lendab kaugele eemale. Selle avause läbib kuul sujuvalt ning rahulikult. Ja kui ta on juba klaasist eemaldunud, puruneb viimane väikesteks tükkideks.

Mis juhtus? Mispärast tekkis klaasis avaus ja mispärast purunes klaas, kui kuul teda üldse ei puudutanud? Kiirfilmimine annab täpsed vastused kõigile neile küsimustele. Selgub, et avause klaasis tegi kiiresti lendava kuuli poolt kokkusurutud õhu laine ja lõplikult purustasid klaasi kuuli taga tekkinud õhukeerised. Niisiis, mitte kuul, vaid õhk purustas klaasi!

Kiirfilmimine on leidnud laialdast kasutamist teadusliku uurimise instituutide ja tööstusettevõtete töös. Võib tuua palju näiteid, kus niisugune filmimine võimaldas kiiresti lahendada tähtsaid tootmistehnilisi ülesandeid.

Suure Isamaasõja algul tekkis ühes masinaehitustehases viivitus uut tüüpi toodete väljalaskmisega. Viivituse põhjuseks oli üks väike üksikosa — kõigest 10 keerust koosnev vedruke. Töö juures pidi toimuma selle vedrukese kokku- ja lahtisurumine suure kiirusega. Metall ei talunud niisugust kiirust — uue toote katsetamisel tehes purunes vedruke ikka ja jälle. Konstruktorid murdsid kaua päid „vedrukese probleemi“ kallal. Nad katsetasid üha uusi terasesorte, suurendasid traadi läbimõõtu, millest vedruke oli valmistatud, kuid vedrukese purunemine jätkus.

Siis tuli appi kinoaparaat. Vedrukese katsetamised pildistati filmile kiirusega 240 üksikvõtet sekundis. See võimaldas ekraanil jälgida vedrukese liikumist aeglustatuna 10-kordselt. Ja purunemise põhjused ilmnest otsekohe. Selgus, et jämedast traadist vedru töötas kokkusurumisel suurte kiirustega kõigest 3—4 keeruga, seepärast puruneski ta mõne minuti järel.

Kiirfilmimine aitas leida terastraadi niisuguse diameetri, mille puhul vedruke töötas kõigi oma keerdudega. Praagi põhjused olid kõrvaldatud.

Suure sagedusega filmimise abil uurivad teadlased kivimite lõhkamisprotsesse, õpivad tundma mitmesuguste kiirelt-töötavate mehhanismide tööd, katsetavad lennukite tähtsaimaid üksikosi, jälgivad ainete kristalliseerumisprotsesse ja paljusid teisi nähtusi looduses ja tehnikas.

## 5. RÖNTGENIKIRED JA KINO

On vähe neid, kes pole kuulnud röntgenikiirtest. Need silmale nähtamatud kiired tungivad läbipaistmatutest kehast läbi ja muudavad nad nagu läbipaistvateks. Kui juhtida niisugused kiired inimkehast läbi, siis muutuvad nähtavaks tema siseorganid, haavatul aga — keha jäänud kuul või mürsukild. Kõike seda jälgib arst erilisel ekraanil. Röntgenikiirte abil on võimalik teostada ka inimese siseorganite ja tema keha mitmesuguste kudede fotografeerimist.

Kuni viimase ajani oli uurijal võimalus jälgida röntgeni-aparaadi ekraanil tundmaõpitavat objekti, näiteks inimese südant või kopsu liikumises, kuid ta ei saanud jäädvustada seda liikumist järgneva uurimise jaoks. Teisest küljest andis röntgenülesvõte fotoplaadil või filmil ainult objekti liikumatu kujutise.

See kõik sundis teadlasi juba ammu asuma filmiaparaadi ja röntgenseadme ühendamisele. Praegu on nende püüded kroonitud täieliku eduga. Röntgenfilmimist kasutatakse juba teadusliku uurimise ühe vahendina. On saanud praktiliselt võimalikuks pildistada kinofilmile niisuguseid palja silma eest varjatud protsesse, nagu toitainete liikumine taimes, terasetüki sisemuses toimuvad struktuursed muutused, raviainete imendumine inimorganismis ja palju teisi.

Praktiliselt kasutatakse kahte röntgenfilmimise meetodit. Esimene meetod on rajatud röntgenikiirte otsesele mõjule kinofilmil valgustundlikule kihile. Teise meetodi olemus seisneb selles, et röntgenikiirte abil saadud kujutis heidetakse esialgu erilisele võimendavale ekraanile ja pildistatakse sealt kinofilmile.

Vaatamata näilisele lihtsusele on röntgenfilmimine esialgu seotud veel suurte tehniliste raskustega. Ta vajab eriliselt sisseseatud ruumi, võimsat röntgeniaparatuuri, erilisi võimendavaid ekraane, pildistamiseks kõige suurema valgusjõuga objektiive, samuti ka eriti kõrge valgustundlikkusega kinofilmil.

Kuid nõukogude teadlastel ja kinotöötajail on õnnestunud leida teid nende raskuste ületamiseks. On olemas juba mitu teaduslikku filmi, millede valmistamisel leidis laialdast rakendamist röntgenfilmimine. Nendest võib mainida täieliku pikkusega teaduslikku filmi „Laskerelvade poolt tekitatud jäsemehaavade röntgenfilmdiagnostika“, mille valmistamine lõpetati juba 1945. aastal.

Röntgenfilmimine avab uurijatele uusi teid ja meetodeid paljude keerukate protsesside tundmaõppimiseks, mis toi-

muvad looduses ja tehnikas ning on harilikult varjatud otsese vaatluse eest.

Pole kahtlust, et edaspidi teadlased ühendavad röntgenfilmiaparaadi „aja koondajaga“ ja rapidkaameraga ning tungivad veel sügavamale meie silma eest varjatud protsessidesse ja nähtustesse.

Jutustasime ainult mõningaist juhtudest, kus kino kasutatakse teadusliku uurimise jaoks. Kinoaparaat on praegu muutunud vältimatuks vahendiks igale teaduslikule instituudile, igale teaduslikule ekspeditsioonile.

Selle aparaadiga varustatud inimene tõuseb õhku lennukitel ja stratostaatidel, see aparaat saadab nõukogude teadlasi nende ekspeditsioonidel Arktikasse, taigasse, Kesk-Aasia väheuuritud mägedesse ja kõrbedesse.

Kinoaparaadi klaassilm tungib kõikjale — nii meresügavustesse kui ka terasetüki sisemusse.

## IV. KINO RAHVAHARIDUSE TEENISTUSES

### 1. KOOLIEKRAAN

Iga pedagoog püüab jõuda selleni, et õpilane võimalikult paremini ja kiiremini omandaks temale edasiantavad teadmised. Teatavasti omandatakse teadmised hästi ja kiiresti siis, kui õpilane saab täpse ning selge kujutluse uuest esemest või looduseadusest.

Head pedagoogid püüavad alati oma tunde elustada. Nad annavad oma teadmisi üle mitte ainult sõnalise seletuse abil, vaid ka näidates õpilastele seda, millest tunnis kõneldi.

Viimaseil aastail on õpetajale ja lektorile ilmunud uus ning võimas abiline — kino. Kooliekraan on kiiresti võitnud õpetajate ja õpilaste üldise armastuse. Kogemused on näidanud, et kino abil läbiviidud loeng omandatakse kuulajate poolt kiiremini ja paremini. See on ka arusaadav: nägemisaistingud on üheks peamiseks vahendiks meid ümbritseva maailma tajumisel.

Eriti suurt osa etendab kino selliste teaduste õppimisel, nagu maateadus, botaanika, zooloogia ja teised.

Õppefilmide jaoks valitakse niisugused teemad, millede edasiandmine teiste pedagoogiliste vahenditega on kõige raskem. Just sellepärast demonstreeritakse koolides kõige sagedamini filme, milledes on laialdast rakendamist leidnud erilised filmimismeetodid: mikropildistamine, rapid-pildistamine, „aja koondajaga“ pildistamine ning teised meetodid, milledest jutustasime eelnevas peatükis.

Kuid õppefilmides, eriti kõrgemate õppeasutiste jaoks, leiab üsna laialdast rakendamist veel üks filmimisviis. Otsekohe tutvume sellega.

## 2. „ELUSTUVAD“ JOONISED

Kuidas anda õpilasele võimalikult selge ning õige kujutus temale täiesti tundmatust masinast? Kuidas selgitada temale keeruka mehhanismi ehitust ja selle üksikosade koostööd?

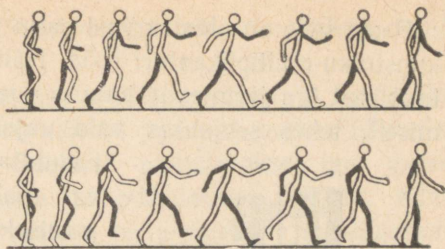
Tavaliselt õpetaja näitab jooniseid ja joonestusi ning annab nende varal seletusi. Kuid liikumatu joonestus annab meile vaid kaudse kujutluse masinast ja kuidagi ei näita tema liikumist.

Siin osutabki kino õpetajale hindamatu teene. Ekraanil on võimalik kujutada masinat igas suunas „läbilõigatuna“ ja näidata tema üksikosade koostööd. Seejuures võib masin olla näidatud kas pidevas või katkevas liikumises, olenevalt sellest, kuidas on võimalik masina ehitust paremini selgitada.

See saavutatakse erilise filmimismeetodi — multiplikatsiooni abil.

Multiplikatsiooni kasutatakse mitte ainult teaduslikus, vaid ka kunstilises kinematograafias. Paljud teist on muidugi enam kui korra näinud lõbusaid multiplikatsioonfilme, milledes näidatakse naljakaid joonistatud loomakesi ja inimesi. Nad käivad mööda ekraani, hüppavad koomiliselt, räägivad ja isegi laulavad.

Kuidas valmistatakse niisugune multiplikatsioonifilm? Mis pärast „elustuvad“ ekraanil ennenägematute loomade koomilised figuurikesed?



Joon. 29. Kõndiva inimese liikumine faasideks jaotatuna.

Multiplikatsioonimeetod kinematograafias on võib-olla kõige vanem. Meenu-tage vanaaegset mänguasja — stroboskoopi. Tema kettal asetsevad liikumatud joonised muutusid liikuvaks, niipea kui ketas hakkas pöörlema. Samal nähtusel põhineb ka tänapäeva multiplikatsioon.

Et vaataja võiks näha ekraanil liikuvat figuurikest, peab kunstnik eelkõige joonistama palju selle figuurikese kujutisi erinevais poosides. Seejärel pildistatakse kõik need kujutised üksteise järel kinofilmile.

Et näiteks sundida joonistatud inimest tegema kõigest minutilist jalutuskäiku ekraanil, tuleb valmistada ligi poolteist tuhat üksikut inimfiguurikese joonist mitmesugustes poosides! Sest igas sekundis vilgub ekraanil 24 üksikvõtet, 24 eri joonist, mis kujutavad inimese üksteisele järgnevaid liigutusi. Missuguse kolossaalse, vaevanõudva töö peab tegema kunstnik terve multiplikatsioonifilmi jaoks!

Kuid õnneks on võimalik seda tööd tunduvalt lihtsustada. Igas liigutuses on palju korduvaid asendeid. Võtame näiteks sellesama jalutava inimese. Ta teeb teatavaid kindlaid käte, jalgade ja keha liigutusi ja kunstnik jaotab need, oletame, 16 üksikuks jooniseks — faasiks (joon. 29). Seejärel korduvad need liigutused uuesti. On siis niisugusel juhul vaja joonistada kõik poolteist tuhat joonist, et tulemusena saada inimese käiku ekraanil? Muidugi mitte. On vaja valmistada ainult 16 joonist ja pildistamisel kinofilmile paigutada nad nii, et figuurikese perioodilised liigutused korduksid.

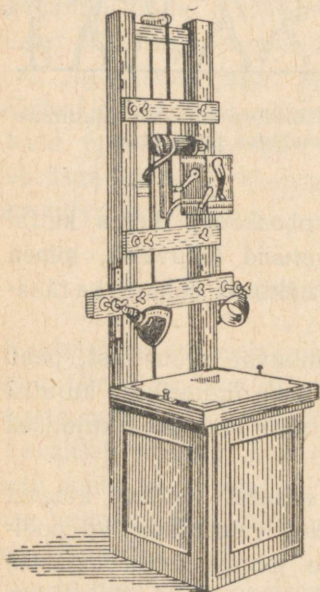
Peale selle on olemas veel palju võtteid, mis kergendavad kunstniku-multiplikaatori tööd. Näiteks ei joonista kunstnik tavaliselt iga järgnevat joonist uuesti, vaid kopeerib ta eelmiselt, tehes seejuures vaid vajalikke muudatusi. Selleks

kasutatakse tavaliselt läbipaistvat paberit. See paigutatakse joonisele. Kunstnik kopeerib pliiatsiga need joonise osad, mis jäävad muutmata. Lõpuni joonistab ta ainult need kujutise osad, millede asend peab muutuma.

Läbipaistvale paberile tehtud joonised kopeeritakse seejärel tušiga õhukestele läbipaistvatele tselluloidlehtedele ja koloreeritakse. Seejärel asetatakse need lehed niinimetatud multiplikatsioonipukki, mis on varustatud filmikaameraga (joon. 30), ja tselluloidlehel olev joonis pildistatakse kinofilmile.

Et tööd multiplikatsioonifilmi kallal veel enam lihtsustada, moodustatakse iga joonis harilikult mitmekihiline — mitmest tselluloidlehest. Ühele lehele joonistatakse tagapõhi (näiteks maastik või toaseinad); teisele — üksikud esemed või figuurikesed, mis jäävad pikema ajavahemiku kestel liikumatuks; kolmandal tselluloidlehel kujutatakse figuurikese järjekordne asend. Tselluloidi läbipaistvus võimaldab ühendada need kolm joonist üheks.

Lõpetanud järjekordse üksikülesvõtte tegemise, asendatakse ainult üks, kolmas tselluloidleht uuega, jättes alles kaks esimest, millel on järgmise üksikülesvõtte tegemisel mittemuutuvad kujutised.



Joon. 30. Spetsiaalne pukk multiplikatsioonifilmide valmistamiseks.

Nii, üks võte teise järel, valmistatakse kunstiline multiplikatsioonifilm.

Täpselt samuti teostatakse multiplikatsioon ka teadusliku filmi jaoks. Kunstnik teeb näiteks joonised masina liikumise üksikuist momentidest. Seejärel paigutatakse iga joonis multiplikatsioonipuki lauale ja pildistatakse filmile. Filmi demonstreerimisel saab vaataja mulje üksikute masinaosade pidevast liikumisest. Ta nagu näeks masinat seestpoolt ja mõistab suurepäraselt kõigi tema osade koostööd.

### 3. KUIDAS FILMITI MAAILMARUUM

Kuid ka multiplikatsiooniga ei piirdu võtted, mida kasutab tänapäeva õppekinno.

Võib juhtuda, et multiplikatsiooniga ei saa küllalt näitlikult edasi anda ühtesid või teisi esemeid või nähtusi. Nii juhtus näiteks siis, kui taheti ekraanil kujutada maailmaruumi ehitust.

Niisuguse astronoomilise filmi valmistamiseks tuli tarvitusele võtta niinimetatud kombineeritud meetod. Kombineeritud filmimise üks kõige levinumaid liike on makettfilmimine.

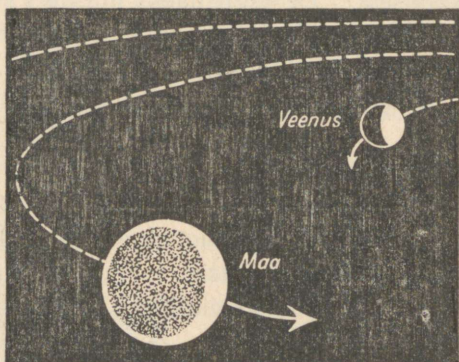
Millega erineb makettfilmimine multiplikatsioonist?

Multiplikatsiooni puhul filmitakse joonestusi või jooniseid. Makettfilmimisel on objektideks maketid, mudelid.

Makettfilmimine toimub järgmisel viisil. Kõigepealt teeb kunstnik joonise, niinimetatud maketikavandi, samuti ka joonestuse sellele kavandile. Kavand annab kujutluse tulevases maketist. Joonestus maketi kavandile näitab, kuhu paigutatakse makett filmimispaviljonis, kuhu valgustusaparatuur, kas kogu makett või ainult osa temast tuleb üksikvõttele, kuhu asetatakse filmiaparatuur jne.

Joonisel 31 on näidatud üksikvõtte populaarteaduslikust astronoomilisest filmist. Tagapõhja, maketi ja filmimisel kasutatud spetsiaalsete kinematograafiliste vahendite abil on õnnestunud näidata osa päikesesüsteemist. See on saavutatud eelkõige seetõttu, et üksikute maketiosade suuruse

vahekord ja mastaap olid hoolikalt ning täpselt välja arvestatud. Kõik planeetide mudelid on tehtud täpses vastavuses nende poolt kujutatavate taevakehade mõõtmetega. Mudelite pöörlemine oma telje ümber ja tiirlemine ruumis vastab samuti tegelikkusele. Peale selle on kogu nende konstruktsioon valmistatud nii, et ekraanil pole üldse näha ühenda-



Joon. 31. Uksikvõtte populaarteaduslikust astronoomilisest filmist.

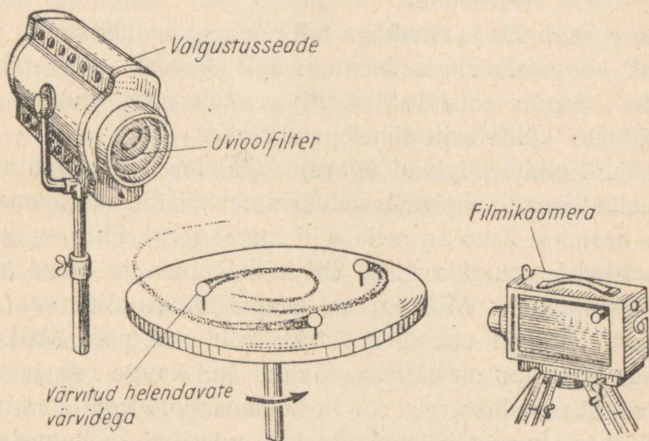
vaid mehhanisme, telgi, niite ja kogu toestikku, millele makett on ehitatud. See-eest paistavad eredalt ning selgelt silma planeedid ise. See saavutatakse musta tagapõhja ja maketi erilise valgustuse tarvituselevõtuga.

Tagapõhi maailmaruumi maketi filmimiseks valmistati mustast sametist, mis hästi neelab valgust. Peale selle suunati valguskiirte kimbud valgustusseadmeist ainult kerademudelitele, kuna tagapõhi ja ühendavad konstruktsioonid olid pimendatud. Ekraanil saavutati mulje, nagu „ripuksid“ kerad — taevakehad — tõesti maailmaruumi avarustes.

See näide annab kujutluse makettfilmimisest. Jääb vastata vaid ühele küsimusele: kuidas tiirlevad kerad? Teisiti öeldes, kuidas näidatakse maketti ekraanil liikuvana?

Sellele pole raske vastata.

Suuremalt osalt teostatakse makettfilmimist nagu multiplikatsioonfilmimistki üksikülesvõtete kaupa. Tehakse üksikvõte, pannakse aparaat seisma, teostatakse maketil vajalikud ümberpaigutused ja tehakse järgmine üksiküles-



Joon. 32. Makettfilmimine helendavate värvide abil.

võte. Seejärel peatatakse uuesti aparaat, teostatakse jälle ümberpaigutused jne. Ekraanil aga saadakse pidev liikumine nagu multiplikatsioonfilmiski.

Hiljuti leiutati uus filmimisviis, mis põhineb nähtamatute ultraviolettkiirte mõjul helendavate värvide kasutamisel.

Kui nende kiirtega valgustada esemeid, mis on värvitud helendavate värvidega, siis näivad nad valgustatuina. Kuid kõik muu jääb täielikku pimedusse.

Joonisel 32 on näidatud, kuidas kasutati helendavaid värve makettfilmimise jaoks. Päikesesüsteemi planeete kujutavad kerad värviti helendavate värvidega. Valgustusseadisele pandi ette filter uvioolklaasist, s. t. sellisest klaasist, mis laseb läbi ainult ultraviolettkiiri.

Lastes läbi uvioolfiltri ultraviolettkiiri, saame keradele — „planeetidele“ — heleda valgustuse, kõik muu on aga täielikus pimeduses.

Seda meetodit kasutati populaarteaduslike filmide „Me-teoriidid“ ja „Mars“ valmistamisel.

#### 4. KOLHOOSI KINOULIKOOL

Koos raamatu ja raadioga tuli nõukogude külasse ka kino. Nüüd, kus meie riigis aasta-aastalt kasvab ning laieneb võitlus kõrgete sotsialistlike viljasaakide eest, muutub kino osatähtsus külas eriti tähelepanavaks.

Kolhoosnikud jälgivad agaralt kõiki teaduse saavutusi ja sotsialistliku töö meistrite edusamme kõikides rahvamajanduse harudes. Kino on neile eriti meele järgi. Film — see on juba kindel, usaldatav asi. Siit võib õppida ja teiste kogemusi omandada. Muidugi on hea isiklikult sõita vaatama, kuidas töötavad saakidemeistrid, kuid see pole alati võimalik. Aga kino on kättesaadavam kui kauge reis ja ühtlasi nagu asendaks reisi... Ja kolhoosnikud vaatavad meel- sasti ning suure tähelepanuga iga uut filmi põllumajandusest.

Kino on kutsunud aktiivselt kaasa aitama kolhoositalu- rahvale eesrindliku põllumajandusteaduse omandamisel. Juba enne Suurt Isamaasõda oli loodud palju filme, mis jutustavad põllumajandusliku tootmise eesrindlikest meetodeist, uuest tehnikast, mis varustas ümber sotsialistliku maaviljeluse, abinõudest teravilja ja tehniliste kultuuride saakide tõstmiseks, loomakasvatuse arendamisest.

Kinoekraan näitas veenvalt, millised määratu suured aja- loolised muudatused on toimunud külas nõukogude korra ajal. Filmides populariseeriti põllumajanduse eesrindlike inimeste kogemusi, näidati kujukalt võimsat tehnikat, mil- lega partei ja valitsus on varustanud küla.

Praegu võtab kino veel suuremal määral kui sõjaeelseil aastail aktiivselt osa üldrahvalikust võitlusest kõrgete saa- kide eest. Kinofilmid soodustavad eesrindliku põllumajandusteaduse edendamist. Nüüd ei looda põllumajanduslikke filme mitte ainult üksikuile teemadele, vaid toodetakse ter-

veid seeriaid õppe-propagandafilme, mis on rajatud hoolikalt läbimõeldud plaanile. Üheks neist on kinofilmide seeria „Agronoomi vestlused“, mis sisaldab terve kursuse teaduslikke ja praktilisi teadmisi maaviljeluse alustest. See seeria koosneb 28 filmist, mis jutustavad populaarselt kolhoosnikutele maaviljeluse teaduslikest alustest, näitavad põllumajandusliku tootmise tihedat sidet teadusega. Juba demonstreeritakse külade kinoteatrites selle seeria filme: „Maaviljeluse heinaväljasüsteem“, „Kevadkülvitõu tahtega-dest“, „Seemnete säilitamine ja ettevalmistamine külviks“, „Heina- ja karjamaad“, „Põllukultuuride kaitsmine kahjulike putukate eest“ ja teisi.

Filmides seeriast „Agronoomi vestlused“, nagu teisteski põllumajanduslikes filmides, leiavad laialdast rakendamist kõik spetsiaalsed filmimisviisid. Tänu sellele tungib kolhoosi kinokülastaja palja silma eest varjatud protsessidesse, laiendab oma silmaringi ja mõistab uut moodi, laialdasemalt oma osa — sotsialistliku maaviljelustegelase austavat osa, kes on kutsutud väsimatult ümber kujundama loodust ja edasi liikuma.

Juba on asutud uute massiliste põllumajanduslike filmide seeriade loomisele, nagu: „Zootehniku vestlused“, „Insenermehhanisaatori vestlused“.

Üheaegselt sellega jätkavad teadusliku ja õppekinematograafia töötajad suure agro-propagandafilmi seeria valmistamist. Juba demonstreeritakse ekraanidel filme: „105 hobujõudu“ (küla elektrifitseerimisest kolhoosnike endi jõududega), „Ümberkujundatud maa“ (võitlusest põuaga põllukaitse-metsaribade loomise abil), „Kõrgete saakide meistrid“ (Altai krai põllumajanduse eesrindlastest), „Rünnak põuale“, „Võit kõrves“ (suure sovhoosi „Pahta Aral“ loomisest kõrves), „Kasahstani karjamaadel“ ja teised.

Kolhoosi kinokülastaja tunneb ja armastab neid filme. Mitte asjata ei nimeta kolhoosnikud kino oma ülikooliks, kolhoosi-ülikooliks. Kinofilmid aitavad neid võitluses kõrgete saakide eest, loomakasvatuse produktiivsuse tõstmise eest.

## 5. KINO JA ELUKUTSE OMANDAMINE

Kino abil kergeneb ja kiireneb inimestel tööviljakuse omandamine, elukutse õppimine. Nõukogude akadeemik J. A. Tšudakov tegi juba sõjaeelseil aastail ettepaneku luua eriline kinokursus „Auto“. See ettepanek võeti vastu ja teostati. Sajad tuhanded inimesed, kes on omandanud autojuhtimisoskuse, kasutasid seda kinokursust kui õppeabinõu. Kinokursus „Auto“ koosneb 7 suurest jaost, mis kokku on jaotatud 148 ossa.

Õpetajad, kes kasutasid seda kursust autojuhtide ettevalmistamiseks, panid tähele, et õpilased saavad automehhanismist aru palju täielikumalt, sügavamalt ja kiiremini, kui tundi saadab kinofilmide demonstreerimine, aga mitte ainult autoosade tegelik näitamine!

Kino õppeabinõuna omab suuri eeliseid. Kui esimene kinotunni vaatamine ei olnud küllaldane materjali täielikuks omandamiseks, võib filmi demonstreerida ekraanil teistkordselt. Kõige varjatumad, masina sisemuses peituvad üksikosad ja nende ühendused tulevad kinotunnis näitamisele töötavas olekus. Kinotunni suur näitlikkus aitab õpilastel sügavalt tungida õpitavasse mehhanismi, hästi aru saada selle ehitusest ja õppida seda juhtima.

Nüüd toimub kino abil tuhandete erineva elukutsega kvalifitseeritud töötajate ettevalmistamine ja nende kvalifikatsiooni tõstmine tööstuses, transpordis ja põllumajanduses.

On asutud näiteks terve kinokursuse „Vedur“ loomisele, mis on õppeabinõuks koolidele ja tehnikumidele, mis valmistavad ette masiniste ja teisi veduriasjanduse eriteadlasi. On välja lastud esimesed filmid õppekinokursusest „Traktor“. Luuakse kinofilme metallurgia, masinaehituse, söetööstuse, naftatööstuse ja teiste tööstusharude töötajaile. Need filmid populariseerivad tööstuse novaatorite töömeetodeid, õpetavad ohutustehnika reegleid jne.

Kuid kino aitab eriala omandamisel mitte ainult tööstuse ja põllumajanduse töötajaid. Kino kui õppeabinõu tungib

üha laialdasemalt ka nõukogude kõrgema õppeasutise praktikasse. Võtame näiteks meie arstide ettevalmistuse. Meditsiiniliste instituutide üliõpilased peavad viibima kirurgiliste operatsioonide juures, jälgima haigeid kliinikuis. Ka siin tuleb appi kino.

Kõige keerukamad, kõige haruldasemad operatsioonid, mis teostatakse kõige väljapaistvamate nõukogude kirurgide poolt, pildistatakse kinofilmile; neid filme demonstreeritakse õppeabinõuna riigi kümnetes kõrgemates meditsiinilistes õppeasutistes. Nii filmiti nõukogude kuulsate kirurgide Burdenko (peaajuoperatsioon), Filatovi (sarvkile transplantatsioon ja nägemise taastamine) ja teiste keerukaimad operatsioonid. Sel teel antakse arstiteaduse tähelepanuväärsete tegelaste suur oskus edasi tulevastele arstidele.

Nii toodetakse ja kasutatakse meie maal teaduslikke ja õppefilme. See kinotööstuse tähtis haru laieneb iga aastaga.

## V. KINO KAPITALISTLIKES MAADES

Nõukogude inimestel on raske isegi kujutleda, kuidas kasutatakse kino kapitalistlikes maades.

Kodanlikes maades, eriti USA-s, on kino tõeliseks omanikuks monopolistlik kapital: suured pangad, nafta-, keemia-, terasevalu- ja teised monopolid. USA kinofirmade eesotsas ei seisa kunsti ja teaduse inimesed, vaid kodanlikud ettevõtjad. Ühed neist, nagu vennad Skunk ja Louis Mayer, olid varem avalike majade pidajaks, nüüd aga on leidnud uue tuluka ettevõtte — filmide tootmise. Kinotöösturid vennad Warnerid kauplesid lihaga, Samuel Goldwyn kauples kinonastega, Willy Fox — valmisriietega.

On loomulik, et kõigil neil ettevõtjail pole mingit huvi kunsti ja rahvahariduse vastu. Nende kätes on kino kasusaamisvahendiks ja teda kasutatakse rahvamasside teadvuse tumestamiseks.

Samuti nagu teised mädaneva ja kõduneva kodanliku kultuuri harud, leiab kino kasutamist USA-s, Inglismaal ja

teistes kapitalistlikes maades selleks, et juhtida lihtsate inimeste tähelepanu kõrvale teravatest poliitilistest küsimustest, uimastada nende teadvust. Selle eesmärgiga luuakse sadu eemaletõukavaid filme, mis teevad meeldivaks iga-sugused kuritööd, pahed, tapmised, toovad ekraanile kõik madala ja pahelise, mida üldse võib leiutada kodanlike kirjanike ja kinorežissööride haiglane ning rikutud fantaasia.

Mitte asjata ei nimetata ameerika kinotööstust „unenägude vabrikuks“. Juba ainult kodanlike filmide nimetuste järgi võib otsustada, mida nad vaatlejaile pakuvad: „Saatan kehas“, „Inimesed tulevikuta“, „Pikk uni“, „Tapja“, „Kaotatud“, „Hirm“, „Vampiir“, „Nõiutud“, „Tume peegel“ jne. Ühes niisuguses filmis tapab naine-sadist inimesi, et joota värske inimverega fantastilist lihasööjat taime.

Lõpmatu rida vaimuhaigeid, inimesi jälkide pahedega, joodikuid, kurjategijaid, tapjaid, õuduste ja julmuste kuhjumine langeb takistamatu laviinina vaatajale kodanliku kino ekraanidelt. Kõige halvem, madalam ja mustem inimeste käitumises on nende filmide aluseks, mis laostavad vaatajat moraalselt.

Ühes kodanliku kino „teaduslikest“ filmidest näidatakse verejanulist, eemaletõukava välimusega loomakest, kes imeb küülikust verd. Kaitsetu looma aeglane agoonia — see on filmi kogu sisu!

Nii püüab kodanlus tumestada inimeste teadvust, sisendada neisse hirmu ja ebakindluse tunnet, alla suruda rahva tahet võitluseks imperialistide vastu, kes püüavad valla päästa uut sõda.

Ameerika „rahvuslik neuropatoloogide ja psühhiaatrite kolleegium“ märkis kunagi oma aruandes, et USA-s leiab viimaseil aastail aset psüühiliste ja närvihaiguste määratu kasv, kusjuures seda tuleb kirjutada tunduval määral kino mõju arvele. Muide, ameerika meditsiinitegelased, kes saavad rahva hädadest suurt kasu, pole niisugusest haiguste kasvust sugugi kurvastatud.

Kuid mida kaugemale, seda raskem on reaktsioonil liht-

said inimesi petta. Kapitalistlike maade kinokülastajad suhtuvad üha suurema umbusaldusega vastikutesse, läbinisti võltsidesse kodanlikesse filmidesse. Selle tagajärjel on ameerika kinotööstus algava kriisi lävel. Isegi reaktsioonilised ajalehed on sunnitud tunnistama, et praegu on jäänud ilma tööta 64% ameerika stsenariste, 48% kinorežissööre, 71% kinonäitlejaid.

Ameerika ja inglise filmid meelitavad juurde nii vähe vaatajaid, et kinoteatrite omanikud on hakanud kasutama igasuguseid trikke külastajate juurdemeelitamiseks. Nii korraldati Kanadas Toronto linnas kinokülastajate vahel omapärane loterii. Erilise märgiga varustatud piletite omanikud said võimaluse otsekohe, siinsamas kinoteatris... lüpsta lehma ja saada tasuta sooja piima. See näib uskumatu, kuid see on nii. Tänapäeva kodanliku kino laostumine seletub kapitalistliku ühiskonna üldise roiskumise ja langusega.

Kodanlik kinokunst, mis on läbi imunud inimesevihkamise ideoloogiaga, seab endale eesmärgiks kaasa aidata rahvaste orjastamisele. Militarismitondi poolt üleskihutatuna on ta sügavalt vaenulik inimkonnale, demokraatiale, progressile. USA-s on sõjalised organisatsioonid võtnud oma kontrolli alla peaaegu kogu kinotööstuse. Nii on kino kapitalistlikes riikides muutunud imperialistliku agressiooni relvaks. Kodanlik kultuur esineb oma vastikus rāpases olemuses, mis peegeldab kodanluse languse kogu sügavust, alatust ja jälkust.

Niisugune on kino olukord kapitalistlikus maailmas.

Nagu värsked tuul tungivad nõukogude filmid lääne kodanliku kino kopitanud atmosfääri. „Nõukogude kunst tungib kaugele riigi piiride taha, valgustab meie kodumaa töid ja päevi, mida kapitalistlik ajakirjandus püüab varjata või töötajate silmis moonutada“ (V. M. Molotov).

Meie kinokunst on läbi imunud nõukogude patriotismist. Ei saa pidada juhuseks, et tänapäeva parimad kinoteosed kuuluvad nõukogude kinotegelastele, kes tunnevad oma pu-

rustamatut sidet kommunismiga. Meie riigis innustab kommunism vaimustatud tööle, kangelaslikule võitlusele Kodumaa eest, kõrgele ideelisele loomingule. Parimad nõukogude kinofilmid teostavad hoogsat pealetungi vaenulikule ideoloogiale piiri taga, kodanliku ideoloogia iganditele nõukogude inimeste teadvuses meie riigis, varustavad sotsialistliku ühiskonna töötajaid teadvusega meie tee seaduspärasusest ja teadusele rajatud kindlusega meie ürituse lõplikust võidust.

## LÖPPSÕNA

Jutustasime tähelepanuväärsest leiutusest — kinost — ja sellest, kuidas seda leiutust meie päevil rakendatakse.

Nõukogude kinokunst on kõige eesrindlikum maailmas ja täidab õilsat ülesannet kasvatada töötajaid Lenini-Stalini suure õpetuse vaimus.

Olles oma loomult tõeliselt rahvapärane, kõrgeideeline ja sügavalt realistlik, peegeldab nõukogude kino rahvale kõige tähtsamaid ja kõige lähedasemaid teemasid sotsialistlikust ülesehitustööst, näitab nõukogude inimeste võrratut töösangarlust ja nende kuulsusrikast ennastsalgavat võitlust kommunismi eest.

Lenin ja Stalin on korduvalt rõhutanud kinematograafia määratud tähtsust masside kasvatamisel.

Partei ja valitsus hoolitsevad väsimatult nõukogude kinokunsti igakülgse arendamise eest, nõukogude filmide ideelis-kunstilise kvaliteedi tõstmise eest.

ÜK(b)P KK ajaloolised otsused ideoloogiliste küsimuste kohta määrasid uue ajajärgu nõukogude kinematograafia arengus, avasid uued teed tema kasvule.

Nõukogude kinematograafia meistrid vastasid partei hoolitsusele rea väljapaistvate kinofilmide loomisega. Nõukogude filmid näitavad ilmekalt ning veenvalt kangelasliku Nõukogude Armee kuulsaid võite, nõukogude rahva patriotismi suurt jõudu, tema piiritut armastust ja ustavust

Lenini-Stalini parteile ja nõukogude rahva kallile isale ning õpetajale seltsimees Stalinile.

Kino teenindab Nõukogude maal teadust ja kultuuri ning levitab rahvaharidust töötajate kõige laiemasse massidesse.

Meie riigis avarduvad iga aastaga võimalused kino veel laialdasemaks, igakülgseks kasutamiseks kõikidel teaduse ja kultuuri aladel.

Kasvab ja täiustub nõukogude kinotehnika. Juba praegu, tänu teaduse tähelepanuväärsetele saavutustele, on täielikult välja töötatud ja rakendatud mitmesugused värvilise filmimise meetodid; vabrikutes on alustatud spetsiaalse filmi tootmist värviliste kinofilmide jaoks.

Suure panuse kino arengusse on andnud nõukogude teadlased, insenerid ja leidurid. Oma teaduslike töödega kino alal on nõukogude teadlased jõudnud palju ette kodanlikest teadlastest.

Teostatakse ka raadio ja kino ühendamist televisiooni loomiseks.

Selles brošüüris öeldu ei ammenda teaduse ja tehnika saavutusi kinematograafias. Nõukogude kinoinsenerid teostavad väga huvitavaid teaduslikke uurimistöid kombineeritud filmimise alal, parimate kinofilmi sortide loomisel, konstrueerivad uuetüübilisi aparate filmimiseks ja heli ülesmärkimiseks, töötavad välja uusi filmimismeetodeid. Nõukogude Liidus on loodud kõik tingimused selleks, et üha enam ja laialdasemalt kasutada kino kultuuri ja progressi huvides.

Tuginedes Lenini-Stalini suurele õpetusele, mis on inim-mõtte tipuks, on nõukogude kinokunst saanud kõige eesrindlikumaks maailmas, tema ees on lahti laiad teed.

Sotsialistlikus riigis kasutatakse kino saavutusi rahva huvides, maa tootmisjõudude arendamiseks, töötajate materiaalse ja kultuurilise elutingimuste parandamiseks; nad on täielikult kommunismi ülesehitamise õilsate ülesannete teenistuses.

Võib olla kindel selles, et lähem tulevik toob nõukogude kinole palju uusi saavutusi.

## SISUKORD

Sissejuhatus . . . . .	3
I. Kuidas sündis kino . . . . .	8
1. Unustatud mänguasi . . . . .	8
2. Meie nägemise ühest iseärasusest . . . . .	11
3. Kaksikkumera läätse saladus . . . . .	13
4. Valgus — kunstnik . . . . .	16
5. „Võlulatern“ . . . . .	20
6. „Suur tumm“ . . . . .	22
II. Rääkiv ekraan . . . . .	27
1. Fonograaf ja tema „sugulased“ . . . . .	27
2. Kuidas antakse heli edasi juhtmeid mööda . . . . .	29
3. Elekter aitab helisid üles märkida . . . . .	32
4. „Elektriline silm“ . . . . .	35
5. Tänapäeva meetodid heliülesmärkimiseks kinofilmile . . . . .	38
6. Helifilmi demonstreerimine . . . . .	41
III. Kino ja teadus . . . . .	44
1. Eesrindliku teaduse teenistuses . . . . .	44
2. Reis nähtamatusse maailma . . . . .	46
3. „Aja loendaja“ . . . . .	50
4. Kiirfilmimine . . . . .	51
5. Röntgenikiired ja kino . . . . .	53
IV. Kino rahvahariduse teenistuses . . . . .	55
1. Kooliekraan . . . . .	55
2. „Elustuvad“ joonised . . . . .	56
3. Kuidas filmiti maailmaruum . . . . .	59
4. Kolhoosi kinoõlikool . . . . .	62
5. Kino ja elukutse omandamine . . . . .	64
V. Kino kapitalistlikes maades . . . . .	65
Lõppsõna . . . . .	68

Vastutav toimetaja A. Pärn.

Kaanejoonise valmistanud  
H. Roonem.

Tehniline toimetaja E. Plaks.

Ladumisele antud 11. III 1951.  
Trükkimisele antud 24. V 1951.  
Paber 54×84 sm,  $\frac{1}{16}$ . Trükiarv  
3000. Trükipoognaid 4,5. Formaadile  
60:92 kohaldatud trükipoognaid  
3,69. Arvutuspoognaid 3,33. Tel-  
limise nr. 494. MB-06825. Trüki-  
koda „Punane Täht“, Tallinn, Pikk  
t. 54/58.

На эстонском языке.

Hind rbl. 2.10

## **„Populaarteadusliku sarja“ lugejatele.**

Kirjastusel on kavatsusel kutsuda 1951. aastal kokku „Populaarteadusliku sarja“ lugejate konverents. Seoses sellega palub toimetust saata Kirjastusele Teie arvamused „Populaarteadusliku sarja“ raamatute kohta.

Arvamuses on soovitatav ära märkida:

Millised sellest sarjast loetud raamatud Teile meeldivad?

Millised raamatud osutusid Teile raskeks? Millest Te ei saanud aru neis raamatutes?

Millised puudused on Teile arvates „Populaarteadusliku sarja“ brošüüridel?

Milliste teemade kohta sooviksite Te näha uusi brošüüre selles sarjas?

Teie arvamused palume saata aadressil: Tallinn, Pärnu mnt. 10, Eesti Riiklik Kirjastus, populaarteadusliku kirjanduse toimetus.







Rbl. 2.10

A-16558  
II



TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00497876 5