

BIBLIOTEKA  
SHTETIT

53

R. 78

# MREKULLITE E DRITES DHE TE TINGULLIT

**MINA  
RIPANI**



53

R78

S

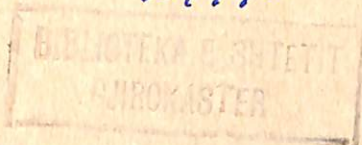
MINA RIPANI

MREKULLITË E DRITËS  
DHE TË TINGULLIT

Përkthyer nga PETRO ZHEJI

~~7483~~

24990



SHTËPIA BOTUESE «NAM FRASHËRI»

## KREU I

### MBI NATYRËN E DRITËS

1. Neve që rrojmë në Tokën e vogël, na duket se drita, e cila i gjallëron ngjyrat në një gamë të pafund, përfshin tërë Gjithësinë, sikur është një gjë e vetme me të, sikur është një lëndë statike, pa të cilën nuk mund të merret me mend ndonjë formë jete.

Por në të vërtetë drita ne na vjen vetëm nga një yll i vetëm ndër miliarda e miliarda yje që ndodhen në Univers.

Kush thotë dritë, thotë gëzim, thotë ngrohtësi.

Njeriu ka një frikë instinktive nga errësira; errësira e vesh çdo gjë në të zezë, na bën të vër-

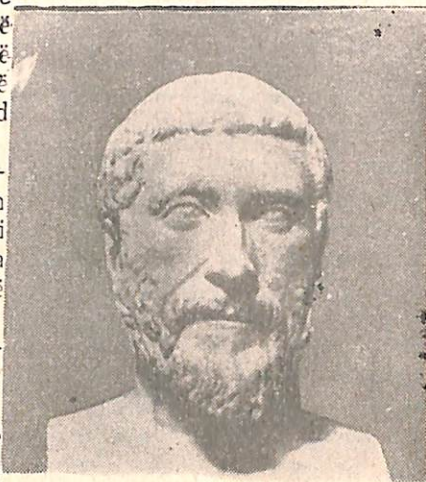


Fig. 1

1. Pitagora (Skulpturë e lashtë)

bër e na çorienton. Natën, në atë natë që njeriu mundi ta ndriçonte me çurgje të ndritshme menjëherë porsa arriti t'i jepte jetë flakës, ne ngushëllohemi nga rrezet e argjendta të Hënës dhe nga vezullimi i paktë i yjeve. Dhe, të sigurtë që një agim i ri do të lindë, i jepemi të qetë gjumit.

«Të bësh dritë» themi, «të ndriçosh», «të shtysh errësirën», në kuptimin real dhe të figurshëm të fjalës, të shohësh me mendje, me sy e me zemër.

2. *Çfarë është drita? Të dhëna historike:* I shohim trupat të ndriçojnë, të shkëlqejnë. Rrojmë brenda dritës. Por ç'është vallë drita fizikisht? Problemi i natyrës së dritës i ka munduar shumë shkencëtarët e të gjitha kohërave. Dishepujt e Pitagorës, pitagorasit, siç quheshin, kishin filluar ta shqyrtonin me kujdes këtë fenomen të mistershëm të dritës dhe të errësirës, që ndiqnin pas njëri tjetrin mbi Tokë. Me ç'kuptojmë nga fragmentet e shkrimeve të tyre, ata sikur kishin filluar të mendonin se Toka ka një trajtë sferike dhe se rrotullimi i qiejve mund të shpjegohej duke supozuar se ishte vetë Toka që lëvizte. Ata mendonin, pra, se Toka rrotullohej e mbajtur në ekuilibër nga një trup i padukshëm, të cilin ata e quanin «antitokë», rreth një pike të palëvizshme në hapësirë, në mënyrë që të kishte mundësi ta kthente faqen e saj të banuar nga çdo pikë e qiellit rreth e rrotull. (Me sa duket, ata kujtonin se vetëm pjesa e Tokës që ata njihnin, kishte qenje të gjalla, ndërsa pjesa tjetër që krejt shkretëtirë). Në atë pikën e palëvizshme ata mendonin se ndodhej një zjarr qendror, altari i fshehur i Gjithësisë, të cilin njeriu s'e kishte parë kurrë.

Por, megjithëse të gjitha këto s'qenë tjetër veçse fantazi, prapëseprapë duhet të themi se pitagorasit i qenë afruar mjaft së vërtetës.



Fig. 2.

Sokrati dhe Platoni. Miniaturë e shekullit XIII



Fig. 3

Aristoteli (Skulpturë)

Sipas filozofit grek Empedokl (shekulli V para erës sonë) dhe Platonit (427-347 para erës sonë), dishepull i Sokratit, drita përbëhej përkundrazi nga diçka që lëshohej nga vetë sytë tanë. Edhe Epikuri (filozof nga Samua, 341-270 para erës sonë) e Lukreci (poet latin i shekullit I para erës sonë) qenë të mendimit se syri e sheh një trup ashtu si dora mund ta ndjejë atë me ndonjë shklop.

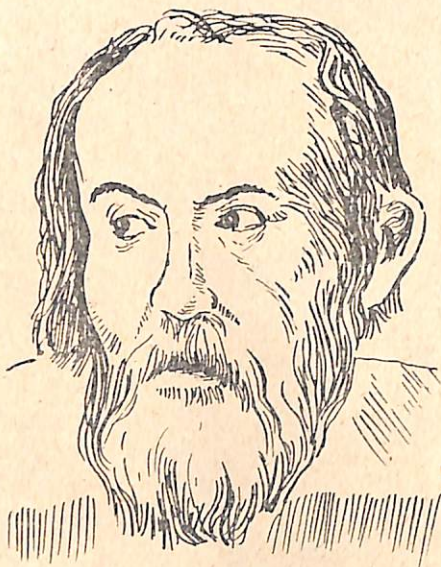


Fig. 4.

Galileo Galilei (Portret i Sustermanit)

Aristoteli (384-322 para erës sonë) e luftoi këtë ide, duke thënë se drita është një «veprim brenda një ambienti».

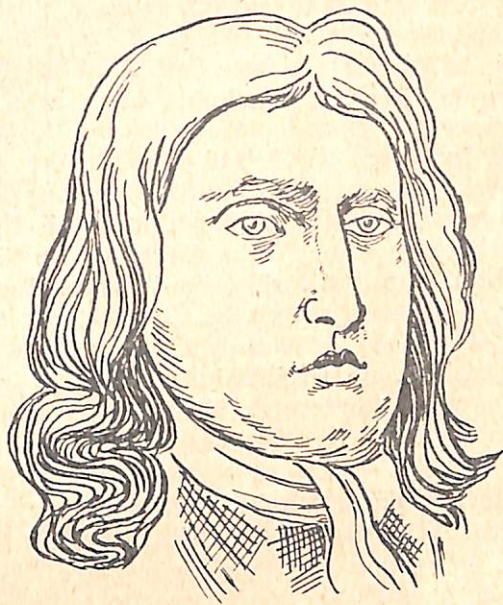


Fig. 4.  
Isak Njuton.

Pavarësisht se sa të vërteta ose të gabuara ishin këto teori, këto ishin gjithmonë hipoteza pa ndonjë bazë shkencore.

Duhet të kapërcejmë disa shekuj. Duhet të ka-

lojmë nga bota greke dhe latine në botën arabe. Fizikanti më i madh i asaj bote ibual-Aitham (965-1020), i njohur nga evropianët me emrin Al-hazen, arriti të provonte se shkaku i të shikuarit qëndron tek objekti e jo tek syri. Ky ishte një hap i madh përpara që bëhej në sqarimin e natyrës së dritës. Por ideja e lashtë u kthye sërish në intervale të ndryshme kohe, bile edhe shumë kohë më vonë. Vepra e këtij fizikanti të Mesjetës së largët është me të vërtetë e habitshme: ky njeri përdori që në atë kohë pasqyra sferike dhe parabolike, studjoi fuqinë zmadhuese të thierzave dhe përthyerjen atmosferike (për këtë do të flasim më poshtë), dhe arriti të zgjidhte edhe disa probleme të optikës gjeometrike. Përkthimi i veprës së tij mbi optikën, në latinisht, ushtroi një ndikim të rëndësishëm në zhvillimin e shkencës perëndimore, sidomos nëpërmjet Bekonit (Londër 1561-1626) dhe Keplerit (Vyrtenberg, Gjermani 1571-1630).

Dekarti (filozof dhe dijetar i shquar frëng i shekullit XVII) thoshte se drita s'është gjë tjetër veçse një presion (shtypje) nëpërmes hapësirës; anglezi Huk (shekulli XVII), mendoi se ajo s'ishte veçse një lëkundje shumë e shpejtë në një ambient; kështu kjo teori e lëkundjes, ose valore a ondulatore, siç njihet në shkencë, u zhvillua më tej në të gjitha hollësitë nga dijetari hollandez i shekullit XVII, Hujgens. Mirëpo teoria valore e kishte të vështirë të shpjegonte qenjen e hijeve me caqe të prera, me fjalë të tjera të shpjegonte



përhapjen në vijë të drejtë të dritës. Sepse siç dihet valët e zakonshme përkulen rreth pengesave e pra nuk kanë si të përhapen në vijë të drejtë. Fizikanti e matematikani freng Frenel (1788-1827) e kapërceu këtë vështirësi nja 100 vjet më vonë, duke provuar se kjo karakteristikë e dritës (domethënë përhapja e saj në vijë të drejtë) mund të shpjgohet me faktin se gjatësia e valës së dritës është shumë shumë e vogël në krahasim me përmasat e pengesave.

Shkencëtari angez Isak Njuton (1642-1727) mendonte përkundrazi se përhapja drejtvizore e rrezeve të dritës mund të shpjgohej vetëm me një teori korpuskulare (latinisht korpuskulus = trupth, grimcë). «Mos vallë rrezet e dritës s'janë veçse disa truptha të vegjël, të lëshuar nga substancat e ndritshme? Ndoshta duhet të jetë kështu, sepse këta truptha kalojnë përmes ambienteve homogjene në vijë të drejtë, pa u përkulur dhe pa formuar kësisoj hije (e ka fjalën këtu për përkuljen që i detyrohet difraktimit: shiko paragrafin 53) e kjo, nga ana tjetër, është vetë natyra e dritës...». Megjithatë ai mendon se vetëm disa lëkundje më të shpejta të rrezeve mund të shpjgojnë periodicitetin e tyre. Ndaj pra dhe merr me mend qenjen e eterit, të cilit i detyrohen edhe shumë e shumë efekte të dorës së dytë. Për Njutonin eteri është si një ndërmjetës midis dritës dhe materies (që peshon). Por rapë këto mendime mbeten vetëm në fazën e hipotezës dhe Njutoni i shtron këto çështje pa i zgjidhur, duke thënë se përgjigja e këtyre pye-

tjeve mund të gjendet vetëm nëpërmjet disa eksperimenteve të mëtejshëm, të cilat do t'i marrin përsipër brezat e ardhshëm. Teoria valore mori një pamje krejt tjetër më vonë, në saje të Maksuellit, shkencëtar anglez i shekullit XIX. Sipas mendimit të tij, drita nuk qëndron në dridhjen (lëkundjen, valëzimin) e një ambienti material (eterit), por në valëzimin ose luhatjen e intensitetit të ca forcave elektrike e manjetikë. Që andej rrjedhin dhe teoritë e dritës që kemi sot. Por prapë nuk mund të kalojë pa rënë në sy ngjasimi i madh i teorisë njutoniane me disa koncepte moderne mbi dritën, meqenëse struktura e dritës si për Njutonin ashtu edhe për Plankun dhe për J.J. Tomsonin është në thelb një strukturë atomike. Fizikanti austriak Shredynger e të tjerë, duke folur për një kompleks grimcash e valësh, na sjellin në mend përsëri idetë e Njutonit.

Pra kemi teorinë korpuskulare, teorinë valore, eterin kozmik, «kuantet e energjisë», «kuantet e dritës», «fotonet», ...etj. etj. studimin e shkaqeve dhe të efekteve dhe pastaj vëzhgimet, induktimet, deduktimet, ekuacionet, relacionet etj. etj. Por thelbi fundit i këtyre gjërave i shpëton ende mendjes së njeriut. Se çfarë është kjo jetë që copëzohet në duart tona, se çfarë është kjo materje, se çfarë është kjo energji që i mban gjallë botët, njeriu këtë ende nuk e di, por do të vijë patjetër dita që do ta dijë.

Njeriu nuk mbrapset nga vështirësitë. Në harmoninë e Gjithësisë duket sikur ai është e vetmja qenje e pajisur me arësye, me një arësye që e shtyn në një kërkim, në një sundim gjithmonë e

më të madh të forcave të natyrës, për t'ja nënshtruar ato nevojave të një jete gjithmonë e më të begatshme e të lumtur. Dhe është pikërisht kjo etje e pashueshme, është pikërisht kjo dëshirë e tij e flakët që e shpuri atë nga shpëllat primitive në pallatet madhështore të kohës sonë, nga trapet në transatlantikët modernë, nga krahët mitologjikë të Ikarit në reaktorët, në anijet kozmike, nga magjia në shkencat ekzakte, nga empirizmi në mrekullitë e terapisë dhe të kirurgjisë së lartë.

## K R E U II

### FENOMENE THEMELORE

3. *Burimet e dritës. Trupat e ndriçuar.* Fizikisht drita mund të përcaktohet si gjithshka që lë një mbresë mbi syrin tonë, me fjalë të tjera, si shkaku që na bën t'i shikojmë sendet dhe botën, në të cilën jetojmë. Ndaj, pra, dhe ajo pjesë e fizikës që studjon fenomenet e dritës quhet optikë (nga greqishtja: arti i të parit).

Ekzistojnë trupa, të cilët, po të ngrohen gjer në një temperaturë mbi 500 gradë C, fillojnë të lëshojnë dritë, një dritë që është e kuqërreme, kur temperatura është ca më e ulët. Këto lëshime, ose, siç thuhet në shkencë, emanacionet e dritës, shoqërohen gjithmonë me një emanacion të nxehtësisë, megjithëse ekzistojnë edhe disa trupa, që, ndonëse janë deridiku të ftohtë, prapëseprapë lëshojnë rreze drite. Është fjala këtu për trupat e ashtuquaj-

tur fluoreshentë dhe fosforeshentë (shih paragrafin 63).

Ka pastaj edhe trupa, dhe këta janë të shumtët, që janë krejt të errët. Dhe, nëse arrijmë t'i shohim, kjo ndodh vetëm e vetëm sepse ata na kthejnë dritën që marrin nga një burim drite.

E tërë drita që i jep jetë e gjallëri Tokës, vjen nga Dielli, i cili s'është veçse një masë e zjarrit që digjet e digjet qysh prej miliona e miliona vjetësh, pa u shuar kurrë. Diellin s'e shohim dot me sy të zhveshur, sepse na lbyren sytë. Kurse me Hënën puna qëndron ndryshe, sepse Hëna na e kthen qetë qetë dritën që merr nga Dielli.

Kështu pra, drita lëshohet, përhapet, nga një burim drite duke u rrezatuar në të gjitha anët rreth e rrotull. Dhe përhapet në vijë të drejtë nëpërmjet trupave homogjene.

4. *Të tejdukshëm apo opakë?* Trupat kush më pak e kush më shumë e lenë dritën të kalojë përmes tyre. Nuk ekziston ndonjë trup që të jetë plotësisht opak, me fjalë të tjera të jetë i tillë që të mos e lerë dritën të kalojë aspak përmes tij. Nga ana tjetër, nuk ekziston as një trup që të jetë plotësisht i tejdukshëm, pra, që ta lerë dritën të kalojë pa kurrfarë pengese.

Xhami është i tejdukshëm, kur është një pllakë disa milimetrash. Por në një xham të trashë, tejdukshmëria zvogëlohet, gjersa xhami bëhet edhe opak, kur arrin një trashësi prej disa metrash. Edhe uji që shohim në një gotë kristali është i tejdukshëm. Por në humnerat e detit errësira është e plotë, sepse, edhe nëse sipërfaqja ndriçohet nga një diell i qartë, duke zbritur nën ujë, drita de-

gradohet: në sytë tanë errësira fillon që në 40 metra thellësi; një pllakë fotografike merr gjurmë edhe tej 500 metrave; më pas thithja e dritës është krejt e plotë.

Ari nuk është i tejdukshëm. Mirëpo ai mund të petëzohet, mund të ndahet në fletë që kanë një trashësi prej një të dhjetmijtën pjesë të milimetrit, atëhere këto fletë ari lenë të depërtojë mes tyre një dritë si në të gjelbër.

Kështu, pra, siç pamë drita *thithet* (*absorbohet*) pak a shumë nga të gjithë trupat, qofshin këta të tejdukshëm apo opakë. Por trupat e zinj e thithin dritën tërësisht; ndaj pra, na duket i zi një trup, sepse ai e thith tërë dritën dhe nuk i kthen gjë syrit tonë. Kur drita kalon nga një ambient i tejdukshëm tek një tjetër (xham, ajër, ujë...) rrezja e dritës e ndryshon drejtimin e saj, dome-  
thënë përthyeret (ose refraktohet — shih kreun e V).

Trupat që e thithin pjesërisht dritën, përhapin në të gjitha drejtimet atë pjesë të saj që nuk e mbajnë, dhe kështu bëhen të dukshëm për ne dhe marrin në syrin tonë këtë apo atë ngjyrë. Ja një shembull: një fashë drite bie mbi ujin e një govate. Pjesërisht, sadoqë e përthyer, ajo depërton gjer në fund të govatës, pjesërisht thithet dhe pjesërisht kthehet ose shpërndahet (difuzohet — shih paragrafin 11). Cila është ajo pjesë e dritës që na lejon të shikojmë sipërfaqen e ujit? Është e qartë, ajo pjesë e dritës që u përhap (që u kthye). Dhe, më në fund, drita mund të kthehet pas në një mënyrë shumë «elegante», sadoqë jo tërësisht, sipas një drejtimi të përcaktuar mirë. Them i në këtë rast se drita reflektohet, ose pasqyrohet (shih kreun

e VI). Por kur ndodh një gjë e tillë? Sigurisht, kur drita bie në një sipërfaqe të lëmuar, krejt të lëmuar ose mbi *pasqyrën* e një uji të qetë.

### K R E U III

## PËRHAPJA DHE SHPEJTËSIA E DRITËS

5. *Përhapja e dritës në vijë të drejtë.* Që në kohë shumë të lashta dihej se drita përhapet në një ambient homogjen, në vijë të drejtë. Ndryshimi i densitetit (dendësisë) shkakton një devijim të vijës së përhapjes. Këtu është fjala për një dendësi lidhur me fuqinë e depërtimit të dritës që nuk i përgjigjet gjithmonë dendësisë së përcaktuar nga pesha specifike e një lëndë. Ka lëndë që kanë një dendësi të vogël në kuptimin e rëndomtë të fjalës, por që kanë një dendësi shumë të madhe në kuptimin optik, që kanë, shkurt, një fuqi përthyesë shumë të lartë. Vetëm me sy nuk është e mundur të përcaktohet në se dy lëndë kanë të njëjtën fuqi përthyesë.

Edhe ne vetë kemi patur rast kaq e kaq herë ta vemë re përhapjen drejtvizore të dritës. Drita që depërton nëpërmjet një vrime në një dhomë të zhytur në errësi, krijon një fashë drite të pjerrët ndaj dyshemesë, një fashë që spikat me përvijime të prera dhe të sigurta në errësi.

Në këtë fashë drite hidhen valle me mijëra e mijra pika të ndritshme, me mijëra e mijëra

thërmiza pluhuri atmosferik, të përbëra nga grimca shumë të imta ose nga pjesëza të vogla tymi. Dhe është pikërisht ky pluhur i imët që i jep jetë brezit të dritës, që na lejon, me fjalë të tjera, ta shikojmë dritën. Rrezet diellore nuk janë veçse disa vija drejtimi, disa breza valësh pak a shumë të ngushta dhe që. në saje të largësisë shumë shumë të madhe që e ndan Diellin nga Toka, mund të quhen si breza paralele. Pa këtë pluhur të imtë atmosferik do të qe e pamundshme të vihej re gjurma e kalimit të dritës në dhomë, sepse drita nuk shihet veçse nëpërmjet trupave që ndriçon.

Mund ta vëmë re drejtimin drejtvizor të përhapjes së dritës edhe atëhere, kur Dielli çan rrugë ndërmjet reve dhe drita bie poshtë si shi nga qielli në ca breza të drejtë e me përvijime të qarta e të prera.

Por duhet thënë se, edhe tejdukshmëria e atmosferës nuk është e përsosur, sepse ndryshe qielli nuk do të na dukej kurrë i mbushur me dritë. Ky paradoks nuk duhet të na çuditë. Sipër në male, ku ajri është më i rrallë, qielli merr një ngjyrë më të kaltër, duke u ngjitur lart e më lart përtej majave me një aerostat, qielli do të na duket si bojë çiviti. Përtej atmosferës qielli do të na duket krejt i zi, sepse në boshllëk s'ka asgjë që të mundë ta pasqyrojë dritën e Diellit; vetëm një trup që zhytet në dritë bëhet i dukshëm.

6. *Dhoma e errët.* Edhe një fëmijë i vogël e di tashmë se ç'është një dhomë e errët, si ajo e aparatit fotografik, dhe sigurisht është në gjendje ta ndërtojë vetë, po të dojë. Dhoma e errët s'është gjë tjetër veçse një kuti prej kartuçi, me njërën

faqe të qelqtë. Po ky qelq duhet të jetë i smeriluar. Në mes të faqes që është përballë qelqit hapet një vrimë e vogël. Kjo vrimë drejtohet nga një objekt i ndriçuar mirë, si për shembull, nga një shtëpi, nga një pemë dhe vihet re se shëmbëlltyra e objektit, projektohet e zvogëluar dhe e përmbysur mbi faqen e smeriluar. Dhe sigurisht që duhej të ndodhte pikërisht kështu, sepse, sipas përhapjes drejtvizore të dritës, shëmbëllimet e pikave që ndodhen lart (si, fjala vjen, maja e pemës apo çatia e shtëpisë) projektohen poshtë dhe anasjelltas: po kështu edhe ato të pikave të ndërmjetme e anësore, gjer sa përftohet një shëmbëllim i plotë, i përmbysur. Në qoftë se, përkundrazi, kemi një objekt të vogël të vendosur afër vrimës, në një largësi më të vogël se sa largësia e xhamit nga vrima, atëherë ky objekt do të na dalë i përmbysur, por i zmadhuar. Shëmbëllimi nuk është krejt i qartë, sepse vrima, sado e vogël qoftë, prapë nuk ka trajtën e një pike, nuk është, siç thonë, puntiformë, kështu që çdo pike të objektit nuk i përgjigjet krejtësisht një dhe vetëm një pikë e shëmbëllimit, por i përgjigjet, si të thuash, një zonë e vogël e seksionit të vrimës. Ndaj, pra, për ta korregjuar këtë gabim në dhomën e errët të aparatit fotografik, vendoset në vrimë një thierëz; natyrisht në vend të xhamit të smeriluar në aparat është vendosur një pllakë ose një film fotografik.



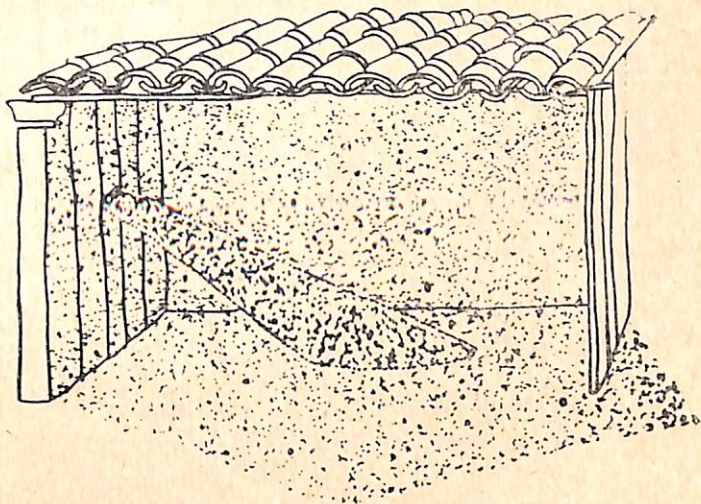


Fig. 5

Pluhuri i imtë atmosferik përcakton një brez drite

24990  
~~5740~~ 3



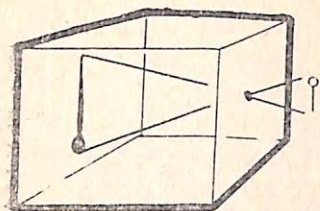


Fig. 6

Një objekt i vogël i vendosur pranë vrimës do të na dalë i përmbysur, por i zmadhuar;

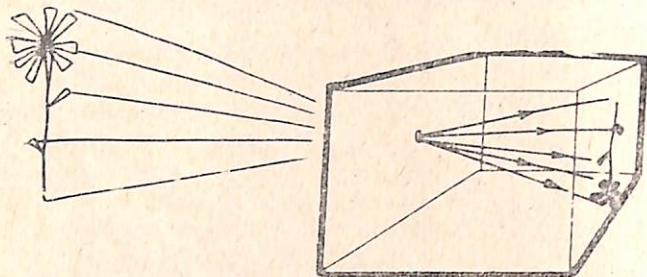


Fig. 7.

Në dhomën e errët shëmbëllimi është i përmbysur dhe i zvogëluar.



Fig. 8.

Shëmbëllimet e përmbysura mbi mur.

Në qoftë se banojmë në një kat të lartë ose fundja edhe në katin e parë të një pallati ose të një shtëpie, në një dhomë gjysmë të errët, atëhere mund të na ndodhë të shohim se si parakalojnë mbi muret apo mbi dyshtemenë e dhomës shëmbëllimet e turbullta të automjeteve, të përmbysura, ose ato të njerëzve që kalojnë në rrugë, edhe ato të përmbysura. Edhe në pyll, nën pemët, shikojmë disa njolla të ndritshme e si të rrumbullakta. Këto s'janë gjë tjetër veçse shëmbëllimet e diellit që depërton nëpërmjet gjetheve të pemëve. Kemi pra gjithmonë disa fenomene që ndodhin kur formohen dhoma të errëta. Edhe syri ynë funksionon tamam si një dhomë e errët (shih paragrafin 28).

7. *Hijet e gjysmëhijet.* Sikur drita të mos përhapet në vijë të drejtë, si do të formoheshin hijet dhe gjysmëhijet?

Kur e kemi diellin pas krahëve, hijen tonë e kemi përpara. E kur diellin e kemi përballë, hijen e kemi nga pas; ajo na ndjek.

Sikur drita të mos përhapet në vijë të drejtë, atëhere Toka do të ndriçohej njëlloj nga të gjitha anët, e pra do të qe e zhytur në një oqean drite. Por s'është kështu, sepse dihet që vetëm një pjesë është në dritë, kurse pjesa tjetër ndodhet në hije të vetë trupit, ose në hije vetiake.

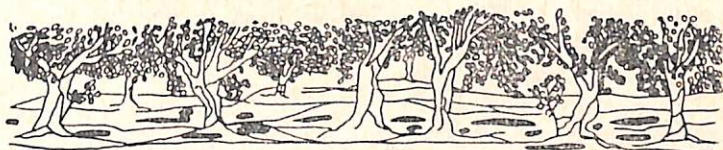


Fig. 9.  
Njolla drite në një pyll

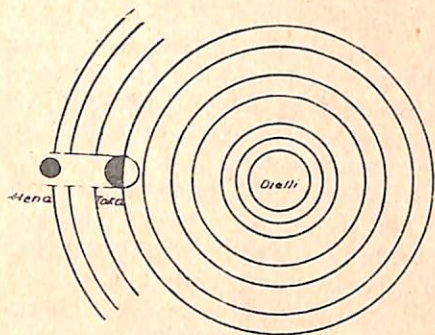


Fig. 10.

Pozicioni i Diellit, Tokës dhe Hënës në eklipsin e Hënës

Kemi eklips të Hënës, kur Toka hyn ndërmjet Diellit dhe Hënës. Hëna ndodhet kështu në konin e hijes së Tokës, trajta sferike e së cilës bëhet e qartë për ne nga hija që vizatohet mbi Hënë. Hija që Toka projekton mbi Hënë gjatë eklipsit të Hënës është një hije e mbartur.

Nuk është gjë e lehtë që të përcaktosh një hije të mbartur në mënyrë të qartë, duke kuptuar këtu me fjalën hije atë zonë, ku nuk mund të hyjë dritë nga asnjë pikë e burimit të dritës. Do të duhej një burim puntiformë, ose të paktën një objekt opak shumë më i madh se sa burimi dhe i vendosur shumë më afër ekranit, ku projektohet hija, se sa burimit të dritës.

Në qoftë se burimi i dritës është pak më i gjërë se trupi që ndriçon, atëherë do të kemi një zo-

në, përtej trupit opak, në të cilën nuk depërton as edhe një rreze nga ato që vijnë prej burimit e pra do të kemi kështu një zonë me *hije të plotë*, por ajo do të jetë e rrethuar nga një zonë me *gjysmëhije*, ku arrijnë rrezet që vijnë nga ajo pjesë e burimit që nuk ndërpritet në mënyrë të plotë nga trupi. Përtej gjysmëhijes do të kemi dritë. Kalimi nga hija në dritë përmes gjysmëhijes bëhet me një nuancë që zbehet nga brenda jashtë.

Eklipsi i Diellit ndodh kur Hëna hyn ndërmjet Tokës dhe Diellit. Në disa pika të Tokës, e pikërisht në ato pika të Tokës që ndodhen në hijen e plotë të Hënës, kemi atë çast një eklips të plotë: Dielli zhduket, pastaj vjen e duket dalëngadalë. Në pikat e Tokës që ndodhen në zonën e gjysmëhijes, kemi përkundrazi një eklips të pjesshëm; dhe në të vërtetë një pjesë e diskut diellor duket akoma nga këto pika të Tokës, në skajën e zonës së errësuar, e cila zhvendoset dalëngadalë, duke u zvogëluar derisa zhduket krejt dhe eklipsi merr fund.

Në qoftë se një dhomë ndriçohet nga shumë llamba, atëhere loja e hijeve është e shumëfishtë. Në këtë rast secila llambë krijon hijen e saj veti sipas largësisë së objektit që e pengon dritën e saj. E do të ndodhë kështu që hijet vendosen mbi njëra-tjetrën, disa prej tyre më të brishta, disa të tjera më të forta, disa të tjera më të gjata, disa më të shkurtëra, duke përfutur kështu zona të ndryshme me hije e me gjysmëhije. Një tufë me lule, një pemë ornamentale projektton herëherë mbi një mur disa arabeska me nuanca të ndryshme hijesh dhe krijon kështu një efekt shumë tërheqës.

8. *Rekord absolut shpejtësie.* Drita përhapet. Po si përhapet? Do të thoshnim në çast, ose «pa kohë», si mendimi. Po, mendimi nuk është drita. Kështu që duhet patjetër të ketë njëfarë lloj shpejtësie. Dhe kjo gjë nuk u ka shpëtuar as dijetarëve

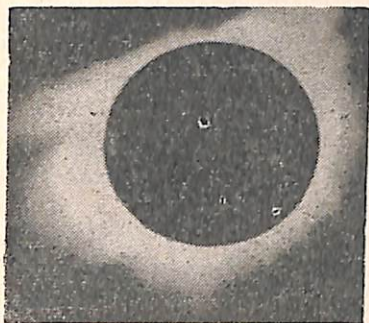


Fig. 11

Kurorë Dielli e parë nga një observator gjatë një eklipsi të plotë të Diellit.

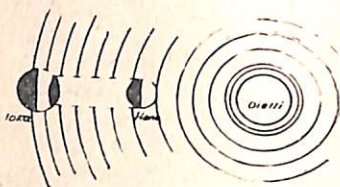


Fig. 12.

Pozicionet e Diellit, Hënës dhe Tokës në eklipsin e Diellit.

të lashtë (Demokriti, Lukreci), të cilët mendonin se drita është e përbërë nga një tërësi atome shumë të vogla të materjes, të afta të depërtojnë kudo, duke fluturuar nëpër hapësirë.

Galilei dhe dishepujt e tij e morën përsëri idenë e Demokritit dhe u përpoqën ta matnin shpejtësinë e dritës, por nuk mundën, sepse nuk ishte e mundur të matej kjo shpejtësi me distancat e Tokës me ca metoda të thjeshta e primitive, siç bënë ata. Kjo shpejtësi është tepër e madhe e pra

nuk mund të gjendet, të çmohet me distanca prej pak kilometrash. Ndaj, pra, dhe duket sikur është e menjëhershme, e çastit, ndonëse në fakt nuk është e tillë. Astronomi hollandez Olaf Roemer, arriti të përcaktonte në vitin 1675 vleftën e përhapjes së dritës, duke i zhvendosur përlogaritjet e tij mbi disa vëzhgime rreth Jupiterit dhe njërit prej satelitëve të tij. Në fakt ai kishte vënë re se intervalet ndërmjet dy eklipseve të njëpasnjëshme të njërit prej satelitëve të Jupiterit qenë më të gjata, kur Toka largohej prej tij, e më të shkurtëra, kur, përkundrazi, afrohej. Duke u bazuar në këto vëzhgime, ai arriti të llogariste, se shpejtësia e dritës duhej të qe prej 307.200 km. për çdo sekondë, duke ju afruar kështu shumë rezultatit të arritur nga shkencëtarë të tjerë më vonë, të cilët gjetën se shpejtësia e dritës është rreth 300.000 kilometra në sekondë. Kështu, pra, në një pjesë shumë të vogël të sekondës drita bën një rrugë të barabartë me gjatësinë e Ekuatorit. Në as që arrijmë ta marrim dot me mend një shpejtësi të tillë; aeroplanët tanë supersonikë dhe raketat vetë duken në këtë rast më të ngadalta edhe se breshkat, po t'i krahasojmë me shpejtësinë e dritës.

Por largësitë e kozmosit janë të pafund dhe drita, megjithëse vrapon me një shpejtësi që është më e madhja që mund të ekzistojë, me një shpejtësi që s'ka asgjë në natyrë që mund ta kalojë, për t'i përshkuar këto largësi harxhon një kohë të konsiderueshme. Nga Dielli në Tokë i duhen rreth 8 minuta, katër vjet nga ylli më i afërt, një yll i konstelacionit të Centaurit që me sy, pa mjete, nuk

mund të shihet, ndërsa për të ardhur nga ylli Polar në Tokë i duhen rreth 50 vjet. Duke parë sot yllin Polar ne e shohim, pra, atë ashtu siç ka qenë këtu e 50 vjet më parë. Dhe çfarë të themi për yjet e tjerë që janë akoma më larg, drita e të cilëve, që ne e shohim sot, është nisur që andej me mijëra e miliona vjet më parë, kur jo vetëm njeriu, por as Toka nuk ekzistonte? Ç'hapësirë e pafund!

Bradlei, astronom anglez (1693-1762), i shqetësoi edhe një herë akoma yjet për të bërë përllogaritjet e tij, ndërsa Fizoi, përkundrazi, e përcaktoi, më 1849, shpejtësinë e dritës, duke u mbështetur në disa largësi të vogla që mund të përftoheshin në Tokë, me një sistem, që mund të themi se është mjaft i thjeshtë.

Kemi një rrotë të dhëmbëzuar. Një rreze drite kalon përmes një boshllëku, domethënë hapësirës së vogël ndërmjet dy dhëmbëve; një pasqyrë, që është vendosur në një largësi prej disa kilometrash e pasqyrohet, e kthen rrezën e dritës pas. Sigurisht, duke mos lëvizur rrota, rrezja e kthyer kalon nëpër të njëjtin boshllëk dhe pra mund të hyjë në një dylbi, ku shquhet si një pikë e ndritshme. Dhe tani loja fillon. Rrota vihet në lëvizje: vërtitet shpejt, gjithmonë e më shpejt, gjersa pika e ndritshme zhduket përpara syrit që është ngulur në dylbi. E po kjo duhet; rrezja e kthyer është penguar kështu nga dhëmbi që vjen pas boshllëkut të parë. Megjithatë shpejtësia e dritës përmes hapësirës është shumë e madhe, prapëseprapë gjatë rrugës së kthimit rrezja ndeshi dhëmbin që e ndaloi. Edhe ky fenomen ndodhi atëherë, kur koha që i duhet një dhëmbi të rrotës për t'u zhvendosur



gjersa të zërë me përpikmëri boshllëkun paraardhës, ishte e barabartë me kohën që i duhej dritës për të përshkuar dy herë, vajtje e kthim, largësinë ndërmjet rrotës dhe pasqyrës. Meqënëse koha që i duhet dhëmbit për t'u zhvendosur gjersa të zërë boshllëkun paraardhës mund të përllogaritet fare thjeshtë, atëhere, duke njohur numrin e dhëmbëve dhe frekuencën, në të cilën vërtitet rrota, problemi është i zgjidhur.

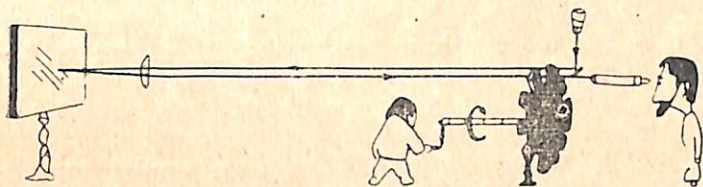


Fig. 13.

Metoda e Fikosë për matjen e shpejtësisë së dritës

Fizoi vetë, së bashku me Fikonë (edhe ky ishte një fizikant i shquar freng), përpunoi një sistem tjetër, të quajtur sistem i pasqyrës vërtitëse, nëpërmjet të cilit u bë e mundshme që shpejtësia e dritës të matet në një rrugë prej disa pak metrash, pa dalë fare nga laboratorit.

Fikoi, që e kreu këtë eksperiment pak kohë përpara Fizoit, kur nuk bashkëpunonte me të, ja komunikoi akademisë së Francës rezultatin përfundimtar të eksperimenteve të tij edhe ndaj pra kjo metodë njihet në shkencë me emrin «Metoda e Fikoit».

Por një shkencëtar tjetër, amerikani Albert Abraam Miçelson (1852-1931), mundi, i ndihmuar edhe nga bashkëpunëtorë të zotë, ta shpjerë këtë eksperiment gjer në një shkallë të tillë përsosjeje, sa që rezultatet e gjetura prej tij u quajtën si përfundimtare. Kështu përfundimisht u pa se shpejtësia e dritës është prej 299.976 kilometra në sekondë, shpejtësi kjo që mund të rrumbullakoset, pa ndonjë gabim të ndjeshëm, në 300.000 kilometra në sekondë. Kjo shpejtësi që, siç thamë, është më e madhja në natyrë, është quajtur si e pakapërcyer dhe e pakapërcyeshme teorikisht. Miçelsoni u kënaq kaq shumë nga frytet e mundimeve të tij të gjata, sa që arriti të thotë se gjetja e shpejtësisë së dritës është një nga problemet më tërheqëse të fizikës, si për nga madhësia e saj e pakonceptueshme, ashtu edhe për nga saktësia, me të cilën ajo mund të gjendet. Përcaktimi i shpejtësisë së dritës nga Miçelsoni presupozon boshllëkun; ndërsa në ajër shpejtësia e dritës është disi më e vogël.

Përveç kësaj u pa se në ujë shpejtësia e përhapjes së dritës është prej 223.000 kilometra në sekondë, dhe në xham prej 200.000 kilometra në sekondë. Shpejtësia e Tokës në orbitën e saj përbën një të dhjetëmijtën pjesë të shpejtësisë së dritës.

Vite me radhë orvatja për të matur shpejtësinë e dritës shpinte gjithmonë në të njëjtin rezultat, asnjë ndryshim nuk zbulohet në vleftën e kësaj shpejtësie. Por më vonë erdhi puna që kjo vleftë të vështrohej nën një aspekt tjetër, pothuajse të habitshëm.

Në vitin 1905, Albert Ajnshtajni hapi një rru-  
gë krejt të re në këtë fushë, duke vënë në pah  
se konceptet e hapësirës dhe të kohës nuk janë  
koncepte absolute, por relative ndaj atij që vëzh-  
gon. Shpejtësia e dritës e matur me çfarëdo lloj  
aparati dhe në çfarëdo rrethane rezulton gjithnjë  
e njëjtë. Shpejtësia e përhapjes së dritës është  
*kostante* ndaj çdo vëzhguesi, kur edhe ky të jetë  
në lëvizje ose t'i dalë përpara vetë dritës, duke ju  
afuar asaj, dhe është e pavarur gjithashtu nga  
lëvizja e burimit të dritës. Ky koncept duket po-  
thuajse paradoksal dhe në kundërshtim të drejt-  
përdrejtë me ligjet e lëvizjes të Galileit. As koha,  
as hapësira, as masa, të marra këto veç e veç, nuk  
kanë atë pandryshueshmëri që u atribuohet za-  
konisht atyre dhe mbi të cilët ngrihej tërë ndër-  
tesa e fizikës klasike. Me vizionin e guximshëm  
ajnshtajnian të hapësirës-kohë, ose më mirë të  
themi me futjen në kozmos të dimensionit të ka-  
tërt e të njësisë masë-energji, absolutja zhvendo-  
set, duke i zgjeruar fitoret e shkencës, duke bërë  
një hap të mëtejshëm drejt së vërtetës. Të mëtej-  
shëm por jo të fundit, sepse, gjersa të ketë njerëz  
mbi dhe, do të ketë kurdoherë edhe ndonjë fjalë  
të re tjetër për t'u thënë.



Fig. 14

Albert Ajnshtajni

## KREU IV

### PASQYRIMI I DRITËS

9. *Pasqyrat plane.* Jemi mësuar kaq shumë të shihemi në pasqyrë, të shohim atje lloj-lloj she-mbëllime, saqë askush tashmë nuk mendon pak, ndërsa shihet në pasqyrë, përse në vend që të shi-kojë një pllakë xhami të ndritshëm, sheh diçka tjetër, sheh gjërat që pasqyrohen në këtë pllakë. E përdorim çdo ditë pasqyrën për t'u krehur, për të parë, nëse jemi veshur në rregull, e, fundja, për të parë në se jemi... ndopak të bukur. Por megjithatë, në qoftë se hyjmë në një dhomë të pajisur me pasqyra nëpër faqet e murit, në çastin e parë ajo na duket më e madhe, sepse nuk arrij-më të vëmë re menjëherë që ajo kufizohet nga mure të pajisura me pasqyra, dhe shikojmë «për-tej» një hapësirë të barabartë me hapësirën reale të sallës. Kështu pra, megjithëse i njohim kaq mirë pasqyrat, prapë ato arrijnë të na gënjejnë. Një fëmijë i vogël që ndodhet për herë të parë përballë një pasqyre të madhe mbetet i habitur, mahnitet duke parë aty një fëmijë tjetër. Dhe

instinktivisht i afrohet dhe sheh në të njëjtën kohë që edhe ai tjetri i afrohet atij, dhe mendon ndoshta se diç do t'i thotë... Por një fëmijë i vogël nuk e vret shumë mendjen. Ai tërhiqet shpejt pas diçkaje tjetër, kthehet e shkon gjetkë dhe, posa që shembëlltimi që i kishte tërhequr vëmendjen pak më parë, zhduket, edhe kujtimi i tij zbehet në mendje.

Deti pasqyron qiellin dhe Hënën. Në sipërfaqen e lëmuar të një liqeni, në një ditë me mot të qetë, pa erë, shikojmë se si duken aty kokëposhtë shtëpitë, kodrat, pemët. Ky është fenomeni i pasqyrimin të dritës. Drita, me fjalë të tjera, kthehet në një drejtim që përcaktohet në mënyrë të përpiktë. Kjo ndodh kur një fashë drite përplasë mbi një sipërfaqe të lëmuar. Çdo trup që arrin ta pasqyrojë në mënyrë të rregulltë dritën, është një pasqyrë. Por natyrisht asnjë trup nuk arrin ta kthejë plotësisht dritën që merr. Argjendi, i cili është trupi me aftësi reflektimi më të madhe se çdo trup tjetër, mund të arrijë të kthejë gjer në 97 për qind, por tre për qind e dritës prapëseprapë thihet prej tij.

Ligji, sipas të cilit drita pasqyrohet mbi sipërfaqet e lëmuara, u zbulua nga filozofët platonikë në shekullin IV para erës sonë.

Një ligj i famshëm thotë se të dy këndet, ai i ndeshjes (incidencës) dhe ai i pasqyrimin, janë të barabartë. Kjo është arsyeja që na duket se ato që shohim në një pasqyrë, ndodhen mbrapa saj. Në mënyrë instinktive, kur shihemi në pasqyrë, kërkojmë përpara nesh atë që pasqyrohet në pasqyrë.

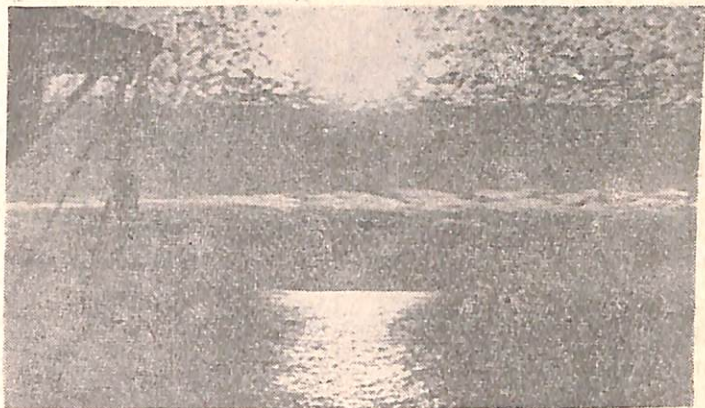
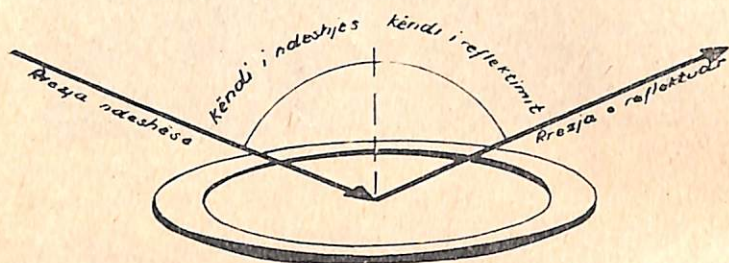


Fig. 15.

Ligji i reflektimit të dritës mund të kuptohet deridiku, duke luajtur me një top, i cili, kur përplasët në mur ose në tokë, kthehet që andej në duart e atij që e hodhi. Dhe në fakt Njutoni kësh-tu e shpjegonte këtë ligj. Ja se ç'thoshte ai: «Trup-that (korpuskulet) e vegjël të dritës, duke u për-plasur në faqen e ngurtë të pasqyrës, kthehen du-ke kërcyer që andej në mënyrë simetrike». Por edhe sipas pikëpamjes së teorisë valore të dritës, ashtu siç e ndërtoi atë Hjugensi ligjet e pasqyri-mit shpjegohen fare lehtë.

Le të provokojmë në një legen me ujë disa valë, të cilat e rrudhin faqen e ujit. Do të vemë re se këto valë, pasi të arrijnë buzët e lege-nit, do të kthehen pas. Gjithashtu mund të vërej-më se disa valë (le ta quajmë kështu kreshperi-

min e faqes së ujit që shkaktohet, bie fjala, nga maja e shkopit tonë) kryqëzohen pa «bezdisur» njëra-tjetrën. Po kështu dy breza valësh drite mund të kryqëzohen pa ndikuar tek njëri-tjetri. Nëse dy reflektorë hetojnë në të njëjtën kohë qiellin e ngrysur natën, mund të vihet re se brezat e dritës së tyre ndërpriten pa u shkrirë në njëri-tjetrin. Kjo tregon se janë të pavarur në mes tyre. Kështu



ndodh edhe në një pasqyrë, ku bien në të njëjtën kohë shumë e shumë rreze drite. Secila nga këto rreze kërcen e kthehet pas fare bukur, pa u përzierë me tjetrën... Por, në fund të fundit, kështu ndodh edhe në tërë Universin. Do të qe një fatkeqësi e madhe, sikur rrezet e dritës të ngatërrroheshin (interferoheshin) me njëra-tjetrën. Kështu, pra, ne shikojmë vetëm rrezet që bien në sytë tanë dhe kjo është një lumturi me të vërtetë shumë e madhe për ne! Se ndryshe...

10. *Shembëllime reale e virtuale*. Shembëllimi i një pike në pasqyrë nuk është një shembëllim



real; syri shikon në një pikë simetrike me atë që reflektohet, shembëllimin e vetë pikës; kjo nuk ndodh për shkak të ndonjë kovërgjence (bashkimi) të rrezeve të dritës, siç ndodh në të shikuarit e zakonshëm të objekteve. Kështu që në këtë rast *nuk* kemi një shembëllim *real*, por një shembëllim *virtual*, me fjalë të tjera, një shembëllim që vjen nga zgjatja e rrezeve të dritës.

Shembëllimi i një objekti në pasqyrë përftohet nga tërësia e shembëllimeve të të gjitha pikave e ndaj, pra, është një shembëllim virtual simetrik i objektit, por jo i barabartë me të: është një shembëllim «i mbrapsht», i përmbysur vetëm në një kahje, siç mund ta vëmë re nga përvoja që kemi çdo ditë me pasqyrat. Mjafton të vendosim një fletë të shkruar përpara një pasqyre, që ta vërtejme më së miri këtë që thamë.

Vetëm në pasqyrë mund të deshifrohet mirë shkrimi i Leonardo da Vinçit, i cili, siç dihet, shkruante me dorën e majtë, nga e djathta në të majtë.

Kështu që, kur shihemi në pasqyrë nuk kemi kurrë mundësi të shihemi ashtu siç jemi. Shembëllimi virtual nuk është pra identik me atë realin. Shikojmë gjithmonë në të djathtë atë që është në të majtë e anasjelltas. Por duhet thënë se ky iluzion është i përsosur.

Pasqyrë mund të jetë çdo sipërfaqe e lëmuar, e pastër. Kështu kemi pasqyra të përftuar nga sipërfaqet e disa lëngjeve si, fjala vjen, nga zhiva e nga ujët. Janë gjithashtu pasqyra edhe sipërfaqet e lëmuara të metaleve e sidomos të argjendit. Pasqyrat më të mira janë ndërtuar me shtre-

sa të holla argjendi që vendosen pas disa pllakave prej xhami. Në vend të argjendit mund të përdoren dhe shtresa kallaji të lëmuar mirë, por këto janë pasqyra me cilësi më të dobët, meqënëse kallaji pasqyron vetëm 60 për qind të energjisë së dritës që ndeshet në të. Xhami në këto raste ka për qëllim ta mbrojë sipërfaqen metalike që të mos gërvishet apo të dëmtohet. Por për qëllime shkencore është më mirë të merret një sipërfaqe metalike dhe të vishet me argjend, e të përdoret pastaj me kujdes pa ndonjë pllakë mbrojtëse xhami, sepse edhe xhami i kthen rrezet (pasqyron), sado që në një mënyrë të dobët, kështu që krahas dhe pranë shembëllimit të fortë që prodhohet nga metali, do të kemi edhe shembëllime të tjera më të dobëta e të zbehta. Dhe kjo gjë do të ishte një pengesë e një shqetësim në procesin e vrojtimeve shkencore. Ky fenomen mund të kontrollohet duke e afruar një shkrepse të ndezur në një pasqyrë të zakonshme e duke vështruar pastaj në një drejtim të tërthortë.

Një mur i vetëm me pasqyra në një sallë, jep përshtypjen se salla është dy herë më e gjerë nga ç'është në të vërtetë.

Në qoftë se, përkundrazi, në një sallë janë vendosur pasqyra mbi mure të ndryshme përballë njëri-tjetrit, atëhere shembëllimet përsëriten, njëra pasqyrë përsërit shembëllimin e tjetrës, pasqyra tjetër atë të pasqyrës së parë e kështu me radhë.... Teorikisht numri i shembëllimeve të pasqyruara është i pakufizuar. Por në realitet shembëllimet sa vinë e dobësohen, sa vinë e errësohen gjersa zhdu-

ken, meqënëse në çdo reflektim një pjesë rrezesh «fiken»: reflektimi, siç thamë, nuk është i plotë (total), kështu që pak nga pak prej tij nuk mbetet më asgjë.

11. *Shpërndarja (difuzioni) e dritës.* Po ç'ndodh me dritën që nuk reflektohet? Ajo pjesërisht depërton përtej sipërfaqes së pasqyrës dhe pjesërisht shpërndahet, por edhe shpërndarja është një fenomen pasqyrimi. Një sipërfaqe e ashpër (me rrudha) mund të quhet në fakt si e formuar nga një numër shumë i madh sipërfaqesh të vogla, secila prej tyre, e pjerrur në një mënyrë të ndryshme ndaj të tjerave. Secila nga këto sipërfaqe, pra, do të priret ta dërgojë rrezën e reflektuar në një drejtim të ndryshëm nga ai që e dërgojnë të tjerat. Brezi i dritës që ndeshet mbi një sipërfaqe të lëmuar, mbetet i bashkuar, i ngjeshur, kompakt edhe gjatë pasqyrimin, kur kthehet prapa. Kur sipërfaqja, përkundrazi, është e ashpër, ky bashkim prishet e pra drita rikthehet, duke u shpërndarë në shumë e shumë drejtime të ndryshme, aq sa janë edhe sipërfaqet e vogla, në të cilat ndahet sipërfaqja e «ashpër e trupit». Dhe është mirë për ne që ekzistojnë të tilla sipërfaqe të ashpra, sepse si do të mund të orientoheshim në hapësirë, në një botë të mbushur tejpërtej me pasqyra? Është pikërisht ky pasqyrim i çrregullt, ky pasqyrim i shpërndarë, shkurt shpërndarja e dritës, që na lejon të shikojmë e të çmojmë lloj-lloj trajta e ngjyra.

12. *Pasqyra konkave.* Thonë se Arkimedi, duke shfrytëzuar vetitë e disa pasqyrave konkave, pati mundësi të digjte një numër të madh anijesh romake gjatë rrethimit të Sirakuzës në shekullin

III para erës sonë. Çfarë fuqie të mistershme do të kenë pasur vallë këto pasqyra?

Le të bëjmë një eksperiment të lehtë me një pasqyrë të vogël konkave, pra me një pasqyrë që ka formën e një kësule sferike. Sipërfaqja pasqyruese le të jetë ajo e brendshme. Le ta kthejmë këtë pasqyrë ndaj rrezeve të diellit, në mënyrë që këto rreze të bien pingul mbi të. Po të vendosim një fletë letre të bardhë përpara pasqyrës, do të vëmë re aty figurën e një rrethi të vogël të ndritshëm: shembëllimin e diellit. Duke e larguar e duke e afruar fletëzën tek pasqyra, e vëmë në një largësi, kur rrethi ka madhësinë më të vogël. Po

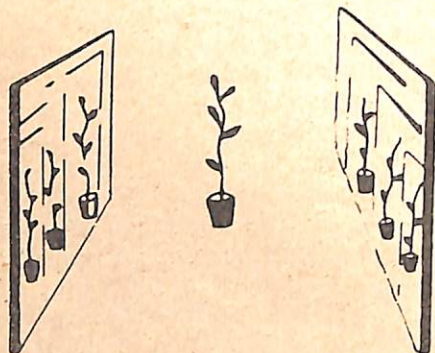


Fig. 17.

Shembëllimet ndërmjet dy pasqyrave të vendosura ballë për ballë në mënyrë paralele përsëriten teorikisht në mënyrë të pafund

ta lëmë fletëzën në atë pozicion, pas ca kohe ajo do të digjet. Në qoftë se marrim e vendosim kokën e një shkrepseje në atë pikë, ku letra digjet, shkrepnja do të ndizet. Edhe po të vëmë gishtin tek ajo pikë, e kemi zor ta mbajmë për një kohë të gjatë, sepse do të na digjet. Ajo pikë pra është vatra (fokusi) e pasqyrës: atje, tek ajo, mbliidhen (konvergojnë) rrezet e diellit të reflektuara nga pasqyra (rreze këto që duhet të quhen si paralele, me qënë se, siç thamë vijnë nga një largësi shumë e madhe).

Kështu që ndoshta edhe Arkimedi, duke përdorur të tilla pasqyra, të quajtura *ustori*, sepse janë të afta për të ndezur zjarr, do të ketë mundur t'i vendosë ato në mënyrë të tillë që rrezet e pasqyruara të mbliidheshin mbi anijet prej druri të romakëve, t'i nxehnin ato deri sa t'i digjnin.

Edhe pasqyrat konkave riprodhojnë shembëllimet e objekteve; këto shembëllime janë pothuajse gjithmonë reale, me fjalë të tjera, ato nuk shikohen pas pasqyrës, por mund të mbliidhen mbi një ekran, meqenëse sajohen nga takimi efektiv i rrezeve të pasqyruara. Vetëm se në këtë rast do të kemi shembëllime të përmbysura, më të vogla, ose më të mëdha ose të barabarta, me objektin e pasqyruar, sipas rasteve. Dhe rastet janë këto: kur objekti ndodhet përtej qendrës së kurbaturës, shembëllimi është më i vogël; kur objekti ndodhet në qendrën e kurbaturës, është i barabartë, dhe, më në fund, kur ndodhet ndërmjet qendrës së kurbaturës dhe fokusit të pasqyrës, atëhere shembëllimi është më i madh. Siç kuptohet, kurbatura

s'është gjë tjetër veçse rrethi, i formuar nga kësula sferike e pasqyrës.

Në qoftë se, përkundrazi, objekti vendoset ndërmjet vatrës e pasqyrës, shembëllimi nuk duket në asnjë ekran, sepse në këtë rast s'ka mundësi të kemi një shembëllim real; por kemi një shembëllim virtual, të drejtë (jo të përmbysur) e të zmadhuar, një shembëllim që, siç ndodh në pasqyrat e sheshta, ne e shikojmë pas pasqyrës.

Zmadhimi i përftuar në këtë rast nga pasqyrat konkave shfrytëzohet nga njeriu. Kështu dentistët fusin në gojën e pacientëve të tyre ca pasqyra të këtij lloji për të vënë re më mirë dhëmbët; këto pasqyra mund të jenë të dobishme edhe gjatë rrojes si edhe për të zmadhuar kartolina dhe fotografi të ndryshme.

Shembëllimet që përftohen në ekrane, japin, përkundrazi, mundësi të tjera, siç është p.sh. vëzhgimi i yjeve (objekte që ndodhen përtej qendrës së kurbaturës, ndërmjet pambarimit dhe qendrës) me teleskopët; siç janë iluzionet optike, kur objekti është në qendër. Kështu një iluzionist (prestigjiator), duke përfutuar nga ky iluzion optik, nga kjo gënjeshtër e syrit, mund të prodhojë shembëllimin e një tufe me lule në një vazo të vënë mbi një tryezë. Tufa vendoset përmbys përpara një pasqyre konkave që natyrisht nuk shihet nga spektatorët, të cilët habiten kur e shohin tufën me lule që herë duket e herë zhduket, sipas dëshirës së iluzionistit, që as që e prek fare me dorë. Dhe ata pandehin se lulet janë të vërteta. Këto lule fantastike përshkohen nga dora e iluzionistit

ose edhe nga çdo objekt tjetër i ngurtë. Hileja këtu është, por nuk duket...

Pasqyrat konkave përdoren edhe në fenerët (faret) e maqinave të projektimit, të projektorëve ushtarakë, të dritave të automobilave. Dhe në fakt mund të prodhohet një brez drite cilindrike që të jetë i aftë të japë një ndriçim në largësi të mëdha, duke vendosur në vatër një burim drite disi të fortë; në qoftë se rrezet që arrijnë paralelisht në pasqyrën sferike përqendrohen në vatër, rrezet që dalin nga një burim drite i vendosur në vatër, pasqyrohen (kthehen) nëpërmjet disa rrezeve paralele me boshtin.

13. *Pasqyra konvekse dhe cilindrike.* Ekzistojnë edhe pasqyra sferike konvekse. Në këto pasqyra sipërfaqja pasqyruese nuk është ajo e brendshmeja, por ajo e jashtmeja. Rrezet që vijnë nga një pikë e çfarëdoshme, duke rënë mbi një pasqyrë konvekse, prodhojnë disa fenomene që janë të kundërta me ato që ndodhin në pasqyrën konkave. Këto rreze, pas pasqyrimit, janë divergjente, (ndahen), kështu që shembëllimet e dhëna prej tyre janë gjithmonë virtuale dhe janë shembëllime të papërmbysura e të pazvogëluara. Pasqyra sferike konvekse, e vendosur përpara shoferit të një automobili, lejon vëzhgimin e një fushe shumë më të gjerë sesa ajo që do të përftonim me anën e një pasqyre plan. Kjo ndodh sepse kjo pasqyrë mbledh edhe ato rreze që vijnë nga pika të jashtme, nga të dy anët e pasqyrës dhe i rikthen ato përpara në tufa paralele: kështu që shoferi është në gjendje të shohë si mbrapa ashtu edhe anash.

Por si është puna e atyre pasqyrave që ripro-

dhojnë shembëllime të deformuara, gjer në atë pikë, saqë na bëjnë të qeshim e të gajasemi kur e shohim veten në to me një trup xhuxh, me krahë të hollë, me këmbë të shtrembëra, me një hundë qesharake etj. etj.? Këto janë pasqyra që kanë përkulje të ndryshme, pasqyra që quhen cilindrike.

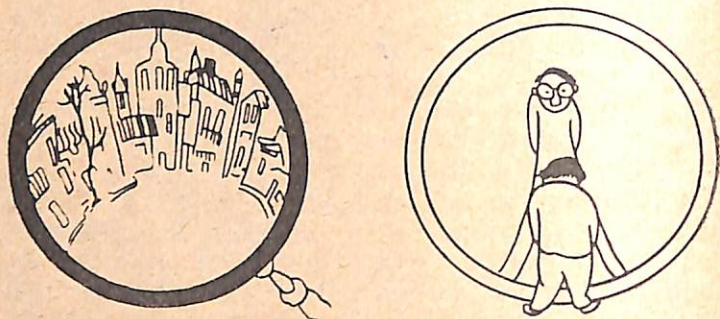


Fig. 18.

Pasqyrë sferike konvekse e automobil. Pasqyrë deformuese.

## KREU V

### THYERJA E DRITËS

14. *Shmangja nga vija e drejtë.* Një lugë e vogël, e vendosur pjerrtas në një gotë të mbushur me ujë, duket sikur është e thyer, ose sikur është e përkulur në mënyrë të çuditshme në pikën e



zhytjes në ujë. Në të njëjtën kohë ne mund të dallojmë mbi sipërfaqen e lëngut një shembëllim të dobët të një pjesëze të bishtit të lugës që del mbi ujë. E njëjta gjë ndodh edhe kur zhytim në ujë një laps apo ndonjë shkop. Në të gjitha këto raste është e qartë se as luga, as kalemi, as shkopi nuk janë të përkulur e as janë thyer në pikën që ndan të dy sipërfaqet, të dy lëndët (si fjala vjen ajrin dhe ujin), ndaj pra dhe arrijmë në përfundimin se këtu kemi të bëjmë me një shmangie (devijim) të dritës.

Duke kaluar nga ajri në ujë, ose, me fjalë të tjera, duke kaluar nga një ambient më i rrallë në një ambient më të dendur, sigurisht në kuptimin optik të fjalës, drita përthyeret, me fjalë të tjera, shmanget (devijon) drejt pingules. E po atëhere mori fund përhapja drejtvizore e dritës, sepse në këtë rast kemi një «vijë të thyer» e jo më një vijë të drejtë! Dhe shmangia është aq më e madhe sa më e madhe është fuqia përthyesë ose indeksi i refraktimit të lëndës: xhami është më përthyes se uji dhe uji është më përthyes se ajri.

Syri i njeriut sheh pjesën e zhytur të lugës, të lapsit, ose të shkopit. Por e sheh këtë pjesë jo atje ku ndodhet në fakt, por atje ku drita e shmanget e lejon ta shikojë e pra pikërisht në pikat që ndodhen më lart. Gjithmonë për shkak të përthyerjes, fundi i një vaske na duket më i ngritur, në qoftë se vaskën e mbushim me ujë. Objektet e zhytura në një liqen të kthjellët na duken më afër sipërfaqes nga ç'janë në të vërtetë. Ndaj pra në të gjitha këto raste kemi të bëjmë me iluzione, vetëm me iluzione.

Anasjelltas, në qoftë se një rreze drite vjen, për shembull, nga një llambë që është vendosur nën ujë, siç ndodh në çezmat e ndriçuara, kjo rreze, duke dalë nga uji e duke u futur në ajër, largohet nga pingulja. Shmangia ndodh pra edhe kur drita kalon nga një ambient më përthyes (si fjala vjen uji) në një ambient më pak përthyes (si fjala vjen ajri).

Por nuk duhet menduar se përthyhet e tërë drita. Në përgjithësi një pjesë e saj pasqyrohet, domethënë kthehet.

Duke udhëtuar natën me tren, ndërsa vesh-trojmë xhamet e dritares dhe hetojmë botën e pikëzuar me dritëza që vrapojnë e ikin dora-dorës që ne ecim përpara, e zbulojmë herë një grumbull shtëpish, herë një rrëke uji të veshur me argjen-din e Hënës, herë dritat e maqinave që shkasin në rrugë, na qëllon të shohim në xham një she-mbëllim të zbehtë të vetes sonë që mbivendoset mbi pamjet e jashtme që na pëlqejnë aq shumë dhe që mbulohen kështu për një çast. Lëvizim pak dhe ja përsëri e shohim qartë botën e jasht-me. Por... këtë radhë mbi xham duket bashkëu-dhëtari ynë ose shkëlqimi i dobët i llambës së tren-it. Treni vazhdon vrapin e tij, ndryshon drejti-min e tij dhe shembëllimet zbehen dhe zhduken.

Kështu pra ne shohim se drita nuk kalon e tëra dhe as përthyhet e tëra. Xhami i dritareve, duke qënë një sipërfaqe e lëmuar e pasqyron dri-tën, por në një pjesë shumë të vogël, kemi vetëm një pasqyrim 4 për qind të rrezes së dritës që bie pingul mbi sipërfaqe; pjesa tjetër kalon. Sa më e pjerrur të jetë rrezja që godet xhamin, aq më pak

depërton ajo në xham e pra, aq më e madhe bëhet përqindja e dritës së pasqyruar.

Por në çdo rast rrezja ndahet, kur godet një pllakë xhami: një pjesë pasqyrohet (kthehet), kurse tjetra depërton e devijon sipas ligjeve të përthyerjes (refraktimit). Që të jemi më të saktë, duhet të marrim parasysh edhe fenomenin e absorbimit (thithjes), meqënëse të gjitha lëndët, disa më pak e disa më shumë, «e gëlltisin» dritën.

Indeksi i përthyerjes (refraktimit) të dritës ndaj dy ambienteve është i barabartë me herësin që del, duke pjestuar shpejtësinë e dritës në ambientin e parë me shpejtësinë në ambientin e dytë. Kështu, për shembull, shpejtësia e dritës në ajër është 300-mijë kilometra në sekondë, kurse në xham 200-mijë. Atëhere indeksi i përthyerjes

$$\text{ajër-xham do të jetë } \frac{300\ 000}{200\ 000} = \frac{3}{2}.$$

15. *Përthyerja astronomike.* Një fenomen shumë interesant që shpjegohet me përthyerjen e dritës, është edhe zhvendosja në dukje e pozicionit të një ylli. Një zhvendosje e tillë njihet me emrin përthyerje astronomike. Siç dihet, atmosfera e pështjell Tokën nga të gjitha anët. Dhe kjo atmosferë është më e dendur në atë pjesë që takohet me sipërfaqen e Tokës, dhe më e rrallë më tej. Ajo mund të quhet si e formuar nga disa shtresa të ndryshme me fuqi të ndryshme përthyesë, fuqi kjo që është minimale në pikën e ndeshjes së rrezeve të dritës, që vjen nga yjet, me atmosferën, por që shkon pastaj duke u zmadhuar. Për këtë



arësye, pra, rrezet e dritës pësojnë disa devijime të njëpasnjëshme, kështu që projektorja e tyre është një vijë e lakuar, domethënë një kurbë.

Kështu që ylli duket mbi horizont diçka më lart nga ç'është në të vërtetë; por këtu është fjala zakonisht për një pjesë të vogël të shkallës.

Kështu ne mund ta shikojmë diskun e Diellit përmbi horizont disa sekonda përpara se ai të ngrihet dhe vazhdojmë ta shohim akoma edhe për disa sekonda pasi ai në fakt ka përfunduar.

Edhe malet na duken pak më të larta se sa janë në të vërtetë. Dhe në ditët me erë na duken edhe më të larta e kështu kemi përshtypjen se na janë afruar. Edhe këtu prapë kemi të bëjmë me një iluzion dhe fajin për këtë e ka pikërisht përthyerja e dritës.

16. *Pasqyrimi i plotë*. Megjithatë mund të ndodhë edhe që drita, duke kaluar nga një ambient më përthyes në një ambient tjetër më pak përthyes, të mos përthyhet fare, por përkundrazi vetëm të pasqyrohet (të kthehet). Ky fenomen që njihet edhe me emrin pasqyrim i plotë (reflektim total), ndodh kur këndi i ndeshjes është aq i gjerë sa që mund t'ja kalojë një këndi tjetër që quhet *kënd cak* (limit), të cilit i përgjigjet në ambientin e dytë një kënd prej 90 gradësh. Në rastin e kundërt, domethënë gjatë kalimit nga një ambient më pak i dendur në një ambient më të dendur (nga ajri në ujë, për shembull), këndi limit është përkundrazi ai i refraktimit që i përgjigjet një këndi refraktimi të barabartë me 90 gradë. Megjithatë ky kënd limit ndryshon me ndryshimin e lëndëve dhe përcaktohet me anë të eksperimentit.

Mund të bëjmë një verifikim shumë të thjeshtë të pasqyrit të plotë me një eksperiment interesant. Një gotë e mbushim me ujë gjer në një farë niveli. Në të zhysim një lugë me sipërfaqe të ndritshme. E marrim gotën, e ngremë mbi fytyrë dhe e vështrojmë nga poshtë lart. Atëhere do të shikojmë se sipërfaqja e ujit do të shkëlqejë si një pasqyrë duke pasqyruar një pjesë të bishtit të lugës.

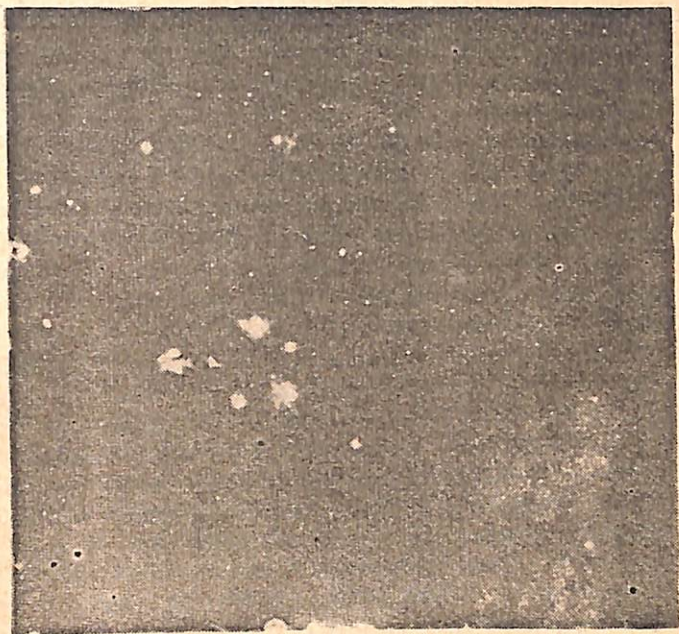


Fig. 19.

Kashta ekumtrit në zonën e gaforres

17. *Mirazhi*. Shumë të çuditshëm janë fenomenet e mirazhit. Mirazhi nuk është aluçinacion ose krijim i fantazisë, siç është thënë dikur. Përkundrazi është iluzion optik, që shpjegohet me fenomenet fizike të refraktimit dhe të pasqyrimt të plotë.

...Një grumbull pemësh, një palmë që ngrihet në shkretëtirë... Karvani i etuar që udhëton nëpër shkretëtirën e përvëlur nga Dielli, ka vizionin e shquar dhe të sigurtë, e jo aspak një vizion të hamendshëm, të krijuar nga lodhja apo nga etja, të një kurore pemësh të përkulura mbi një pus, sipërfaqja e të cilit pasqyron shembëllimin e saj; ose dallon një palmë që pasqyrohet në ujin e kulluar të një liqeni.

Dhe një zhgënjim i hidhur i pret njerëzit që kishin shpresuar të flladiteshin ca e të shuanin etjen, sepse dora-dorës që i afrohen vendit të dëshëruar, shpresat shkoqen një nga një, se s'ka aty as pus, as liqen e asgjë prej gjëje...

E po si ndodhi atëhere që panë atë që s'qe? Këtë punë e bëri *mirazhi*, që i gënjeu.

Rëra e shkretëtirës nxeht fort nga Dielli. Ajri, siç dihet, nuk nxeht nga kalimi i rrezeve të Diellit, sepse, duke qënë i tejdukshëm nuk i mban, nuk i ndalon këto rreze. Ajri nxeht nga kontakti me tokën e nxehtë. E, meqënëse me anë të nxehtes ajri zgjerohet, atëhere bëhet më pak i dendur, rrallohet. Kështu ajri, në kontakt me dheun e nxehtur të shkretëtirës, është më i rrallë dhe pra, dendësia e tij rritet nga poshtë lart gjer në atë lartësi ku ndjehet veprimi ngrohës i rërës; pas këtij caku dendësia e ajrit ndryshon si në kushtet

normale. Për këtë arsye rrezet e ndritshme që nisen, për shembull, nga një pemë, nuk ndjekin një rrugë drejtvizore, po, duke kaluar nëpërmjet shtresash ajri gjithnjë e më pak përthyesë, ndjekin një trajektore të lakuar (konvekse ndaj tokës) që pak nga pak në afërsi të Tokës vjen e bëhet pothuajse horizontale, gjersa ta qëllojë ajrin me një kënd më të madh se sa këndi limit. Ndodh atëhere pasqyrimi i plotë (reflektimi total) dhe rrezet kthehen për nga lart, duke përshkuar një rrugë simetrike e pra, mund të kthehen këtu në syrin e një njeriu të largët, i cili do t'i shikojë pikat e ndryshme të pemës jo ku ato ndodhen në të vërtetë, por në zgjatim të drejtimit të fundëm të rrezeve të dritës që ndeshin në syrin e tij. Por ai që vëzhgon në largësi, sheh njëkohësisht edhe pikat e pemës, sepse përhapen edhe jashtë shtresave të ulta të ajrit të nxehur: e pra kështu sheh edhe pemën edhe shembëllimin e saj, tamam ashtu siç do të ndodhte, sikur në këmbët e pemëve të mos kishte pasur dhe, por ujë. Iluzioni është i plotë, sepse shembëllimi duket i zbehtë e i lëkundur, tamam sikur të pasqyrohej në një ujë që tundet lehtë. Kjo ndodh, sepse ajri i nxehtë në kontakt dhe në afërsi me dheun lëviz vazhdimisht, duke i hapur vend ajrit që është më pak i nxehtë e pra duke i shkaktuar ndryshime që drita përshkon gjatë rrugës së saj. Për të njëjtën arsye kemi edhe drithërimën e dritës që vihet re ngadonjëherë buzë detit, kur qëndrojmë shtrirë mbi rërën e nxehur fort prej Diellit.

Ngadonjëherë të përkulurit e rrezeve shkaktohet në shtresat e larta të atmosferës për arsye të një shpërndarjeje të anasjelltë (të kundërtë) të

dendësisë së ajrit. Në këtë rast shembëllimi pasqyrohet lart dhe jo poshtë dhe duket i përmbysur e i shtrembëruar. Kështu na bëhet se shikojmë në qiell disa objekte fantastike që nuk ndodhen në të vërtetë atje ku gabimisht, nëpërmjet iluzionit, ne mendojmë se janë. Ky fenomen njihet që prej kohëve më të lashta, sado që u shpjegua vetëm aty nga fundi i shekullit XVIII nga dijetarët Huddart dhe Monzh. Ky i fundit e vërejti drejtpërsëdrejti këtë fenomen gjatë fushatës së Napoleonit në Egjipt në vitin 1798.

18. *Një përthyerje e posaçme.* Në qoftë se rrezet e dritës do të përshkojnë një pllakë xhami me faqe të sheshta e paralele, në këtë rast ndodh një fenomen që mund të vëzhgohet në mënyrë eksperimentale, duke mbështetur një pllakë të trashë xhami mbi ndonjë fletë letre të shkruar. Rrezet nuk shtëmangen, nuk ndryshojnë drejtim, por pësojnë vetëm një zhvendosje.

Përtej pllakës ato vazhdojnë rrugën e tyre sipas një drejtëze që është paralele me drejtimin e tyre të parë.

19. *Përthyerja e dyfishtë.* Le të marrim një fletë të shkruar dhe le ta vëmë nën një kristal të madh të spathit të Islandës: të shkruarat në letër do të na duken të dyfishuara. Kjo shpjegohet me përthyerjen e dyfishtë që ndodh në disa ambiente të tejdukshme, siç janë, fjala vjen, spathi i Islandës, kuarci, tormalina për shkak të strukturës së kristalit të këtyre lëndëve, që lejon të formohen brenda tyre disa valë drite me shpejtësi të ndryshme. Një fenomen i tillë ndodh edhe me tingullin,



sepse edhe tingulli përhapet më shpejt në drejtimin e fibrave të një lënde se sa në drejtimin pingul ose të pjerrët ndaj tyre.

Kristalet, në të cilat ndodh përthyerja e dyfish-të, quhen birifrangjentë (domethënë që e përthyejnë dritën dy herë), pra pak a shumë me një neologjizëm shqip: dypërtthyes.



Fig. 20.

## K R E U VI

### THIERZAT

20. *Thierzat sferike, konvergjente, dhe divergjente.* Përthyerja e dritës, që paraqitet shumë interesante nga pikëpamja fizike, siç e pamë, shfrytëzohet në praktikë gjerësisht.

Kush nuk ka parë ndonjë orëndreqës në punë e sipër? Ai vështron ingranazhet e imta dhe delikate të sahatit, duke vënë në sy një si cilindër të vogël që i lejon të hetojë më lehtë në fshehtësitë e tërë atij mekanizmi që përfshihet brenda një kutie të vogël, sekretet e të cilit janë krejt të njohura për të...

Kjo është një thierzë e pikërisht ajo që quhet thierza e Vollastonit dhe që përbëhet nga një cilindër i nxjerrë prej një sferë qelqi: të dy bazat e cilindrit janë kësulata e përkundërta të kësaj sferë. Rrezet që vijnë nga një pikë bien mbi njërën prej «të dy faqeve» dhe dalin nga tjetra, duke dhënë një shembëllim të zmadhuar.

Të shumta janë tipet e thierzave, por ato që na interesojnë më tepër, janë thierzat sferike, në të cilat sipërfaqet kufizuese përbëhen vetëm nga kësulata sferike. Po sa të tilla kemi vallë? Kësaj pyetjeje mund t'i përgjigjet fare lehtë edhe një fëmijë, sepse meqë është fjala për kësula sferike këto do të jenë ose konvekse ose konkave. Por ka tipe të ndryshme. Thierzat konvekse mund t'i kenë të dy sipërfaqet konvekse e në këtë rast do të quhen thierza *bikonvekse*; një sipërfaqe mund të jetë plan dhe tjetra konvekse, atëhere është fjala për një thierzë *planekonvekse*; me *menisk konvergjent*. Këto janë të gjitha thierza konvergjente që marrin një tufë rrezesh paralele edhe i konvergojnë, domethënë i bëjnë të priten në një pikë.

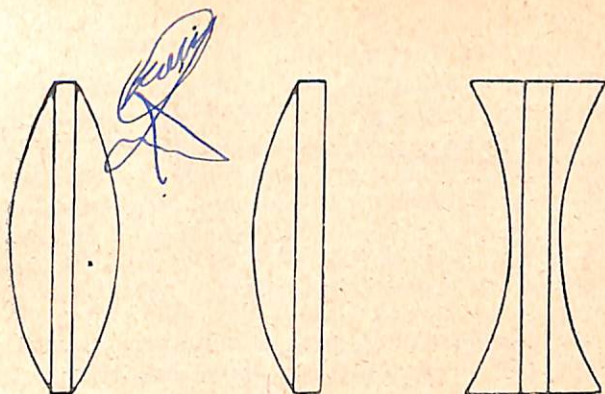


Fig. 21.

Të tre tipet e thierzave konvekse.  
Bikonkave Planekonkave menisk-divergjent

Thierzat konkave mund të jenë edhe ato *bikonkave*, *plane-konkave*, me *menisk divergjent*. Të gjitha këto janë thierza divergjente, me fjalë të tjera thierza që marrin një tufë rrezesh paralele dhe i divergojnë, domethënë i ndajnë, i përndajnë.

Dihet se thierzat lozin një rol vendimtar në shumë e shumë vegla optike dhe se u japin një ndihmë të madhe gjithë atyre që kanë sy të dobët ose me të meta.

Ja një thierzë e zakonshme zmadhimi: është një thierzë bikonvekse, me fjalë të tjera një thierzë e përbërë nga dy kësula sferike të kristalta të bashkuara faqe më faqe. Mjafton ta vendosim objektin që do të vrojtojmë ndërmjet thierzës dhe vatrës (vatra është pika e konvergencës së rre-

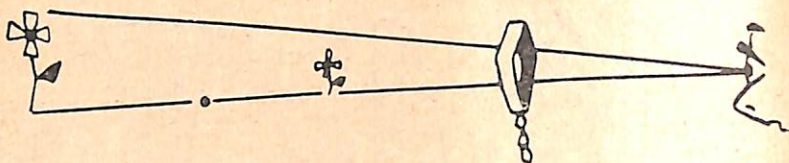


Fig. 22.

zeve që vijnë paralel), pra të vendosim shumë afër thierzës, për të pasur një shembëllim të zmadhuar dhe të drejtë.

21. *Vatrat (fokuset) dhe largësitë fokale.* Në një thierzë konvergjente bikonvekse merret parasysh edhe një fokus (vatër) i dytë kryesor, që është pikërisht i kundërt i të parit dhe ndodhet në pikën e konvergencës së rrezeve që vinë në tufa paralele nga pjesa tjetër e thierzës. Largësi fokale quhet largësia ndërmjet dy fokuseve. Anasjelltas rrezet divergjente që do të vinin nga njëri apo nga tjetri fokus, do të bëheshin paralele pasi të përshkonin thierzën. Sigurisht një gjë e tillë ndodh kur është fjala për një burim drite në trajtë pike, apo puntiforme, siç i thonë, dhe për një thierzë shumë shumë të hollë.

Në thierzat divergjente, fokuset kryesore janë virtuale, sepse rrezet paralele me boshtin kryesor pas përthyerjes (refraktimit) nuk takohen por ndahen, divergojnë. Fokusi përbëhet nga pikat e takimit të zgjatimeve të rrezeve. Kjo është arsyeja që një sy, i cili do të priste këto rreze divergjente do të kishte përshtypjen se drita nuk vjen aspak nga hapësira, por nga fokusi virtual.

22. *Shembëllimet*. Në qoftë se objekti është vendosur përtej dyfishit të largësisë fokale, atëhere kemi një shembullim real që mund të mblidhet mbi një ekran: ky është një shembëllim i përmbysur dhe i zvogëluar nga ana e kundërt e thierzës. Sa më larg të ndodhet objekti, aq më i vogël do të jetë shembëllimi i tij. Kështu funksionojnë për shembull objektivet e aparateve fotografike, të përbëra përgjithësisht nga një sistem thierzash (shih paragrafin 39). Edhe syri vetë është i pajisur me një sistem thierzash (shih paragrafin 28).

Nëse objekti vendoset në dyfishin e largësisë fokale, atëhere shembëllimi real i përmbysur do të jetë i barabartë me objektin. Nëpërmjet këtij pozicioni ne mund të përcaktojmë largësinë fokale të një thierze: kur shembëllimi duket mbi ekran i barabartë me objektin, atëhere jemi të sigurtë se kemi gjetur tamam largësinë e dyfishtë, e që këndeji mund të gjejmë edhe vetë largësinë e kërkuar.

Në qoftë se objekti vendoset ndërmjet dyfishit të largësisë fokale dhe fokusit, atëhere shembëllimi duket i zmadhuar e gjithnjë real dhe i përmbysur. Ky është rasti i objekteve të aparateve të projektimit: objekti vendoset i përmbysur dhe thierza e drejton dhe e zmadhon atë.

23. *Dylbitë*. Galileo Galilei mbahet si shpikësi i dylbisë, por në të vërtetë ky instrument kishte qenë shpikur më parë. Përpara tij napolitani Shambatista Dela Porta kishte treguar mënyra se si mund të ndërtohet një dylbi. Në Hollandë Hans Lipershejm si edhe disa specialistë të tjerë të xhamave optikë kishin arritur me kohë në ndërtimin e saj. Por dylbia e parë e ndërtuar prej Galileut,

për nga cilësitë e saj u tregua më e përsosur se ajo e Lipershejmit. Siç dihet, në dylbinë më të thjesh-të thierzat janë dy: njëra që është kthyer ndaj objektit që vrojtohet (objektivi), dhe një tjetër që vihet në sy (okulari). Në qoftë se të dy thierzat e dylbisë janë konvergjente, shembëllimi del i zmadhuar dhe i përmbysur (shiko paragrafin 21). Në rastin e studimit të yjeve një fakt i tillë nuk ka rëndësi. Por në vëzhgimet që bëhen mbi Tokë, kjo do të qe një gjë me të vërtetë e papëlqyeshme, sepse duke vënë syrin tek një dylbi për të ndjekur, për shembull, ngjitjen e një grupi alpinistësh mbi një mal, do t'i shikonim me këmbë në hava dhe gati për t'u rrëzuar poshtë. Por dhe kjo e metë rregullohet.

Në dylbinë e Galileut okulari, në vend që të jetë konvergjent, është divergjent, ai i mbledh rrezet, duke i vendosur në vend pikat e shembëllimit që duken kështu në një pozicion jo më të përmbysur, por të drejtë.

Sot jemi mësuar me lloj-lloj mrekullish të tekni-kës në këtë fushë, dhe tërë bota flet për teleskopë gjigandë dhe për radioteleskopikë, saqë dylbia e Galileut na duket si një lodër fillestarësh. Por duhet ditur se në shekullin e XVII, shpikja e një vegle që lejonte vrojtimin e qiejve, bëri një përshtypje jashtëzakonisht të madhe. Dhe një habi shumë të madhe shkaktuan edhe zbulimet e shumta, në mos të panumërta, në të cilat arriti astronomia nëpërmjet përdorimit të dylbisë. Në Hënë dukeshin male e lugina; mund të shquaje aty lloj-

-lloj hijesh që ngjiteshin dhe zbrisnin sipas lojës së dritës që vinte nga Dielli. Venusi i ngjante më tepër Hënës sesa yjeve. Jupiteri ishte i rrethuar nga satelitë. Në kashtën e kumtrit xixëllonin diej të panumërt. Kështu pra që bota nuk ishte ashtu siç qe marrë me mend deri në atë kohë, sipas gjurmëve të filozofisë së Aristotelit. Njeriu pothuajse tmerrohej t'u shmangej këtyre gjurmëve. Dhe ata njerëz që guxonin të shfaqnin mendime të reja dhe të guximshme, quheshin eretikë e, si të tillë, dënoheshin e digjeshin në zjarr. Njëri prej tyre ka qenë edhe Tomazo Kampanela, i cili me konceptsionet e tij të guximshme, arriti në të njëjtat rezultate, në të cilat do të arrinin shumë vonë Kartezi e madje edhe Kanti. Kampanela u burgos dhe u dënua, por veprat e tij të fuqishme mbetën dhe arritën gjer në kohën tonë.

Tani, kjo vegël e re u dha vrull ideve të reja. Filloi ai revolucion mendimi dhe diturie, që, duke përmbysur çdo pengesë, orientohej ndaj kërkimit shkencor të lirë, ndaj eksperimentit. Kështu e vërteta bëhet diçka që arrihet, që afirmohet nëpërmjet praktikës e jo pra një dogmë e pranuar në mënyrë krejt pasive.

24. *Teleskopët*. Dylbia astronomike quhet zakonisht teleskop, nëse objektivi është një pasqyrë dhe reflektor nëse objektivi është lente.

Ka edhe një teleskop të veçantë që quhet *ekuatorial*, i cili është i plotësuar me një pajisje që e lejon të ndjekë lëvizjen e kupës qiellore.

Në fillim gjithë këto dylbi përbëheshin nga

pasqyra të mëdha konkave, sepse në atë kohë tek-  
nika dhe shkenca e thierzave qenë akoma në një  
fazë embrionale dhe nuk ishin në gjendje të zgjidh-  
nin problemin e thierzave me përpjestime të më-  
dha. Kur më në fund kjo u bë e mundshme, u ndër-



Fig. 23  
Leonardo da vinçi



tuan teleskopë të gjatë deri më 20 metra dhe me objektive me një diametër më të madh se një metër. Pastaj teknika u kthye përsëri nga pasqyrat. Sot ka objektive me një diametër që i kalon dy metra e gjysmë; ka edhe objektive me diametër prej pesë metrash. Fuqia e teleskopit zmadhohet sot me anë të bashkimit me një maqinë fotografike, çka formon kështu një kompleks që quhet *astrograf*. Ky instrument funksionon me anë të një mekanizmi të ngjashëm me atë të orëve: ai fikson në mënyrë këmbëngulëse dhe me poza të gjata, të njëjtën zonë të qiellit, duke e ndjekur në lëvizjen e saj. Pllaka riprodhon shembëllime, të cilat teleskopi i thjeshtë nuk do të mund t'ia zbulonte syrit të njeriut. Në fotografi dhe efektet e rrezeve më të dobëta dhe të zbehta të dritës, duke u mbledhur me njëra-tjetrën gjatë një kohe prej disa orësh, bëhen më në fund të dukshme. Përveç kësaj dokumentat fotografikë mbeten dhe bëhen objekt studimi për astronomët. Zmadhimi që na jep teleskopi me diametër prej pesë metrash është i tillë, sa që, në rast se do të donim të fotografonim të tërë Hënën, do të përftonim një fotografi me një diameatër prej një metër e gjysëm. Kjo është arësyeja që ky satelit i Tokës fotografohet pjesë pjesë. Por sot kemi fotografi të panumërta të sipërfaqes së Hënës, të cilat na janë transmetuar nëpërmjet sondave. Syrit elektronik të sondës, e cila fotografon nëpërmjet një pasqyre që vërtitet e përkulet dhe mbi të cilën pasqyrohet terreni i Hënës, nuk mund t'i shpëtojë dot as edhe një guralec. Kemi dhe fotografi të faqes së panjohur të satelitit tonë,

të marra nga anijet kozmike sovjetike dhe amerikane. Megjithatë prapë teleskopët nuk e humbasin rëndësinë e tyre. Ata na lejojnë të studjojmë me një saktësi shumë të madhe edhe vetë Diellin si edhe planetë të tjerë të mëdhenj e të vegjël. Yjet, edhe nëpërmjet teleskopit, duken gjithmonë si disa pika të ndritshme. Por, ndërsa me sy të zhveshur nuk mund të diktojmë veçse disa mijëra syresh, teleskopi nxjerr në pah miliona e miliona yje. Ekzistojnë miliarda e miliarda diej të rinj të tjerë, disa prej të cilëve janë më të mëdhenj se Dielli ynë, grumbullime globulare e mjegullnaja përtej universit tonë. Me fjalë të tjera, përtej galaktikës, së cilës i përket sistemi ynë diellor dhe me një largësi prej tij prej miliona e miliona vjetësh dritë.

Fuqia ndarëse e këtyre teleskopëve të fuqishëm është shumë e madhe, saqë na lejon të vëmë re shumë yje, si fjala vjen: Yllin Polar, që kujtoheshin si të thjeshtë, por që në të vërtetë janë të dyfishtë ose të shumëfishtë. Dhe atje ku syri i zhveshur dallon vetëm një farë mjegulle në ajër, ekzistojnë në fakt miliarda e miliarda diej. Dhe në të vërtetë fuqia ndarëse e syrit ose, me fjalë të tjera, caku (limiti) përtej të cilit syri i përziën, i shkrin në një pikë të vetme dy pikat që në të vërtetë janë të dalluara, është një të gjashtëdhjetën e shkallës. Syri, pra, e çmon më të madh një objekt, kur është më afër, sesa kur është më larg, ndonëse në të dy rastet objekti ka të njëjtën madhësi. Dhe kjo ndodh, sepse shembëllimi i objektit të afërt ka një shtrirje më të madhe në fundin e syrit tonë (retinë), kështu që shembëllimet e të gjitha



Fig. 24.

Kulla djellore e Observatorit të Monte Marios.

pikave të tij në sy kanë një largësi më të madhe prej njëra-tjetrës dhe ne jemi në gjendje t'i dallojmë më mirë e më shkoqur detajet. Kështu që të çmuarit me anë të krahasimit, nuk është i saktë, prandaj del nevoja që në vend të syrit të përdoret dylbia.

25. *Prizma në dylbinë njëshe dhe dyshe.* Ndonjë çunak mund të pyesë me kureshtje, se si është ndërtuar dylbia (dyshe) *prizmatike* për theatër që pëlqehet e përdoret më shumë sesa dylbia e zakonshme.

Thamë se shembëllimi i përmbysur që na jep dylbia (njëshe) astronomike, mund të korregjohet, duke e zëvendësuar thierzën konvergjente okulare me një thierzë të tretë konvergjente, të vendosur ndërmjet objektivit dhe okularit: kjo do ta përmbysë shembëllimin e përmbysur që na jep objektivi, kështu që ky shembëllim do të drejtohet e do të mbetet i tillë edhe kur shihet nëpërmjet okularit. Por përdorimi i një thierze të tretë në dylbi kërkon një dylbi shumë të gjatë dhe nga ana tjetër në këtë mënyrë fusha e pamjes kufizohet. Në shekullin e kaluar u arrit drejtimi i shembëllimeve me një sistem prej dy prizmesh me pasqyrim të plotë: prizmi i parë shkakton atë që quhet inversion (ndërrim i krahut) djathtas-majtas, ndërsa prizmi i dytë ndërron drejtimin lart-poshtë. Dhe kjo sepse objektivi konvergjent i një dylbie të zakonshme i përmbys shembëllimet jo vetëm duke ndërruar të lartmen me të poshtmen, por edhe të djathtën me të majtën. Si rezultat i këtyre katër pasqyrimeve, dy për çdo prizëm, rruga e rrezeve mbetet e pandryshuar, vetëm se ato pësojnë përkul-

je të njëpasnjëshme dhe prandaj gjatësia e pasqy-  
rimit në pothuajse një të tretën e asaj që do të du-  
hej për të pasur të njëjtin zmadhim në një dylbi  
të zakonshme. Kemi kështu të njëjtat rezultate si  
me një instrument shumë të gjatë, por pa të këqiat  
që paraqit një instrument i tillë.

Ndërsa një dylbi e zakonshme nga ato që përdoren në theatër, jep një zmadhim prej 2-3, një dylbi prizmatike, prapë nga ato që përdoren në theatër, zmadhon pothuaj shtatë herë më tepër, duke pasur gjithë po ato përmasa.

Një dylbi astronomike mund të cilësohet si e përsosur, kur arrin të zmadhojë dymijë herë, ndër-  
sa një teleskop me fuqi zmadhimi të jashtëzakon-  
shme mund të zmadhojë gjer më njëqindmijë herë.

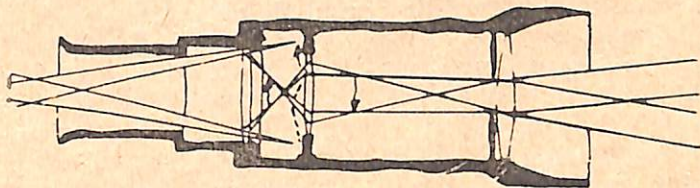
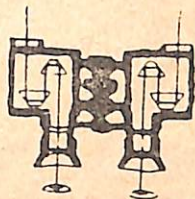


Fig. 25.

Skema e dylbisë (dyfishe)

Fig. 26.

Skema e një dylbie (njëshe)

**26. Mikroskopi.** Siç e kemi parë, një thierzë bikonvekse është një thierzë zmadhimi. Duke vendosur thierzën në një mënyrë të tillë që syri ynë të ndodhet ndërmjet thierzës dhe njëres vatër, do të kemi një shembëllim virtual të drejtë e të zmadhuar të objektit të vendosur ndërmjet thierzës dhe vatrës tjetër. Mbi këtë parim është ndërtuar mikroskopi i thjeshtë. Mikroskopi është një instrument që na lejon të shohim ato sende që janë kaq të vogla, saqë nuk mund të shihen me sy të zhveshur. Thonë se i pari që ndërtoi mikroskopin, një mikroskop të thjeshtë natyrisht, ka qenë filozofi e shkencëtari anglez Bejkën.

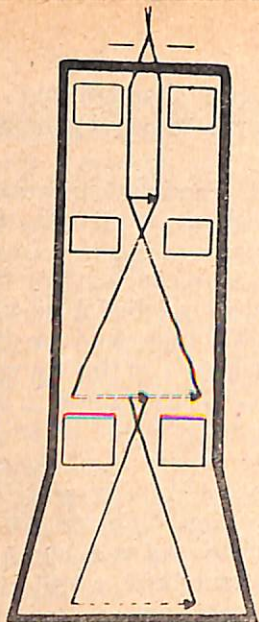
Ndërsa dylibia u zbulonte njerëzve me miliarda e miliarda botë të panjohura, duke e zgjeruar e zmadhuar në sy të tyre Universin, lindte në këtë kohë edhe mikroskopi, i cili u zbulonte njerëzve botën e qenjeve fare të vogla, një botë po aq e çuditshme sa ajo e para. Ai që njihet si krijuesi i këtij instrumenti, në trajtën e tij më të thjeshtë, është Zakaria Janse (1590). Instrumenti i tij përbëhej nga një thierzë konvergjente me një largësi fokale të vogël të quajtur objektiv. Ndërmjet vatrës dhe largësisë fokale të dyfishuar vendoset objekti që kërkohet të zmadhohet. Shembëllimi real i përmbysur dhe i zmadhuar sajohet në këtë rast përtej dyfishit të largësisë fokale, nga ana tjetër e thierzës. Ky shembëllim lot rolin e objektit përse i përket thierzës së dytë konvergjente, *okularit*. Në saje të pozicionit, në të cilin ndodhet, formohet një shembëllim tjetër, por virtual dhe i zmadhuar rishtaz, nga e njëjta anë e shembëllimit të parë dhe i drejtë ndaj tij e prapë i përmbysur përse i përket objektit që

vrojtohet. Pikërisht ky është një shembëllim që vëzhgohet drejtpërdrejt me syrin të vendosur mbi okularin.

Objektivi dhe okulari janë vendosur në skajet e një tubi që mund të zgjatet. Nuk është fjala këtu për thierza të thjeshta: objektivi është formuar nga disa thierza bikonvekse të vendosura njëra mbi tjetrën, në mënyrë që të formojnë një tërësi që vlen për nga pikëpamja optike sa një thierzë konvergjente. Okulari zakonisht përbëhet nga dy thierza plane-konvekse. Ai futet në skajin e tubit. Objekti për t'u vrotuar është një grimcë e hollë që vendoset ndërmjet dy pllakëzave prej xhami: pllakëza e poshtme shpesh shërben si mbajtëse, kurse pllaka e sipërme, shumë e hollë, e mbulon objektin; të dy këta xhama të vegjël janë ngjitur me një lëndë që lot rolin e një masticeje të tejdukshme, në të cilën objekti është zhytur: në këtë mënyrë ai (objekti) ruhet nga lagështia e nga ajri dhe nuk priset. Objekti ndriçohet fort. Pozicioni i përpiktë i objektit ndaj objektivit arrihet duke ngritur ose duke ulur tubin me anë të një vidhe mikrometrike për zhvendosjet e vogla gjer më një fraksion të milimetrit.

Me një pamje të drejtpërdrejtë arrihet një zmadhim prej dymijë e tremijë herësh ose edhe më shumë. Për zmadhime më të mëdha se tetëqind herë, syri i njeriut nuk dallon më asnjë hollësi. Ndaj pra dhe u gjet mënyra për ta shfrytëzuar mikroskopin, duke arritur nëpërmjet tij disa rezultate të mahnitshme.

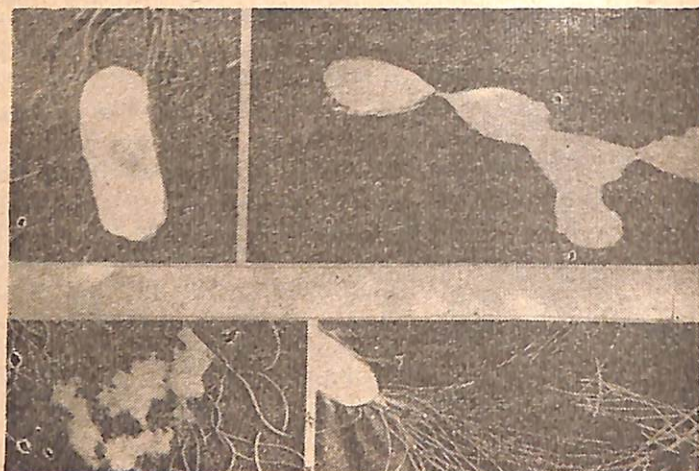
Nëpërmjet projekteve mikrofotografike dhe mikrokinematografike zmadhimi ka arritur gjer në



një numër të pabesueshëm, gjer në 200-mijë!  
 Dhoma (kamera) mikrografike s'është gjë tjetër veçse bashkimi i një maqine fotografike me një mikroskop që lejon të mirren e të zmadhohen mikrofotografi edhe për filmat kinematografike. Mi-

← Fig. 2:  
 Skemë e një mikroskopi elektronik.

Fig. 23.  
 Mikrobe të para nëpërmjet një mikroskopi elektronik ↓





krofotografia i sjell një ndihmë shumë të madhe mjekësisë, biologjisë, kristalografisë, metalurgjisë.

Teorikisht fuqia ndarëse (veçuese) e mikroskopit, me fjalë të tjera vetia për t'i parë të ndara dy pika që ndodhen afër njëra-tjetrës, ka një cak, cak ky që ka të bëjë me gjatësinë e valës së dritës. Me një dritë të verdhë — jeshile dhe me një incidencë të pjerrët, është arritur të shihen të veçuara (të ndara) 5000 shënja të hequra brenda një gjatësie të një milimetri, ndërsa syri, qoftë edhe ai më i mprehti, s'do të mund të dallonte veçse njëzet syresh. Kështu pra fuqia ndarëse e mikroskopit mund të shtyhet gjer edhe nën mikronin. Por në qoftë se duam të arrijmë rezultate akoma më të larta, duhet të heqim dorë nga drita. Si qenka kjo, të heqim dorë nga drita? Po si mund të shikojmë pa dritë? Futemi në fushën e elektronikës: mikroskopi elektronik mund ta zmadhojë një objekt pesëdhjetë mijë herë.

Në zmadhimet e mëdha duhet përdorur një objektiv me «imersion homogjen», në të cilin me fjalë të tjera thierza frontale (ballore) dhe objekti që do të vëzhgohet, janë zhytur në një pikë lëngu, si fjala vjen në vajin e qitros, i cili ka të njëjtin indeks refraktimi me thierzën frontale. Në këtë mënyrë nuk ndodhin devijime të befta, të ndjeshme të rrezeve të dritës gjatë kalimit nga xhami objekt-mbulues në ajër dhe nga ajri në xhamin e objektivit e arrihen kështu shembëllime më të qart.

Mikroskopi është bërë burimi i shumë e shumë zbulimeve të rëndësishme në fushën e botanikës, të zoologjisë dhe të fiziologjisë. Edhe mikroor-

ganizmat që ndodhen në uthull, në brumë, në frutat e thata, në qymësht, në ujë, janë bërë tani të dukshme. Mikroskopi na lejon të vëmë re falsifikimet që mund t'u bëhen produkteve të ndryshme ushqimore, të vëmë re përqindjen e pambukut, të leshit e të mëndafshit në stofrat e ndryshme. E më në fund mikroskopi jep një ndihmë jashtëzakonisht të madhe në lëmin e mjekësisë, në vrojtimin dhe studimin e mikrobeve patogjene, domethënë të atyre mikrobeve që shkaktojnë e lindin sëmundjet.

Gjithashtu me anë të ultramikroskopit është arritur të vëzhgohen disa truptha të vegjël (korpuskula) me një madhësi prej 3-6 të mijtat e mikronit. Një gjë e tillë arrihet duke e ndriçuar objektin jo më nga poshtë, por anash me një llambë të fortë me hark. Në këtë mënyrë pikëzat e vogla shikohen po ashtu siç shihen grimcat e pluhurit të ajrit, ose yjet në thellësinë e errët të qiellit, me fjalë të tjera si ca pika të ndritshme, pa arritur dot të caktohet trajta e tyre. Vëzhgimi i këtyre trupthave shumë të vegjël, me madhësi që u afrohen atyre të molekulave, ka qenë një armë shumë e rëndësishme studimi, e cila ka lejuar të zgjidhen shumë e shumë çështje që kanë të bëjnë me përbërjen e materjes. Ka qenë e mundshme kështu të studjohen lëvizjet brouniane në solucionet (tretjet) koloidale. Këto lëvizje janë shumë të shpejta dhe të çrregullta dhe janë vënë re për herë të parë nga Robert Brauni në vitin 1827. Këtyre lëvizjeve u nënshtrohen grimcat shumë të imta të lëndës që ndodhen pezull apo në suspansion, siç i thonë në gjuhën shkencore, në një lëndë. Këto lë-

vizje janë më të gjalla, e pra me një shpejtësi më të madhe, sa më të vogla të jenë përmasat e grimcave dhe sa më i vogël të jetë gjithashtu viskoziteti i lëngut. Ato shpjegohen me përplasjet, shtytjet, goditjet që marrin grimcat që ndodhen pezull në lëng, nga molekulat e lëngut, të cilat janë në lëvizje të vazhdueshme.

27. *Organi ynë i të parit.* Syri i njeriut është një dhomë e errët e pajisur me tri thierza.

Tri membrana (cipa të holla) njëra mbi tjetrën, e mbyllin së jashtmi kokërdhokun (rruzullin, globin) e syrit. Këto janë *sklerotika* e jashtme dhe rezistente, *koroida* në mes, *retina* në pjesën e brendshme. Nga përpara sklerotika zëvendësohet nga *korneja* e tejdukshme.

*Irisi* me ngjyra të ndryshme, si fjala vjen bojë qielli, jeshile, gështenjë, e zezë etj. etj. ka në qendër një vrimë të vogël që quhet bebëzja e syrit, ose në gjuhën shkencore *pupila*, e cila mund të zgjerohet e të ngushtohet, me qëllim që të rregullojë sasinë e dritës që hyn në sy.

Pas irisit dhe bebëzës (pupilës) ndodhet *kristalini*, i cili është një thierzë bikonvekse, konvergjenca e së cilës mund të zmadhohet me anë të tkurjes së muskulit çiliar (të qerpikëve) që është i lidhur me të. Një veprim i tillë quhet *akomodim* (përshtatje) i syrit. Kristalini, sikur të kishte qenë i lirë, do të prirej të merrte një formë sferike, por përmbahet nga disa fibra radiale (rrezore), që lidhin pjesën periferike me trupin çiliar, i cili priret përkundrazi ta sheshojë kristalinin.

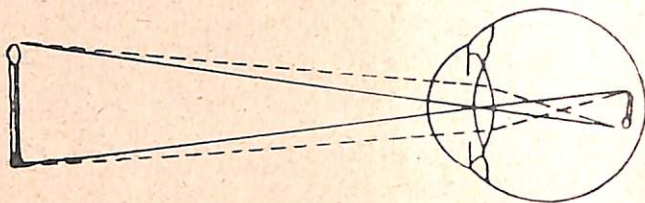


Fig. 29.

Shembëllimi i projektuar në sy

Kur muskuli çiliar tkurret (mblidhet), tensioni zvogëlohet, e pra fuqia konverguese (mbledhëse) e kristalinit rritet. Akomodimi jep mundësi që mbi retinë të mblidhen shembëllime objektësh të vendosura në largësi të ndryshme. Objekteve me një largësi më të vogël, u përgjigjet një përkulje (kurbaturë) më e madhe e kristalinit. Në gjendje çlodhjeje, syri përshtatet për të parë në distancë të madhe: kristalini është relativisht pak konvergjent. Për të parë afër, bëjmë natyrisht pa e vënë re, njëfarë mundimi, që na jep mundësinë ta shtojmë konveksitetin e kristalinit. Në këtë mënyrë shembëllimet që do të binin pas retinës e pra nuk do të mund të dalloheshin, tërhiqen mbi retinë. Me sa duket, tërë bulbi i syrit, kokërdhoku (bulbi okular, siç quhet në shkencë) e ndihmon përshtatjen e syrit, duke u zgjatur pak në tërësi në mënyrë që retina të largohet. Nuk përjashtohet që ky fenomen, i cili ndeshet tek molekulat, të ndodhë edhe tek njeriu.

Duke vendosur në bulbin e syrit ndonjë pikë atropinë, kjo, pasi absorbohet (thithet), i paralizon muskujt e syrit, irisi flashket dhe bebëzja zgjerohet, gjersa merr një diametër maksimal. Kristalini ngurtësohet dhe nuk është i aftë që të përshtatet për të parë afër. Kur okulisti hedh në sy atropinën për të hetuar syrin e pacientit, nuk është më në gjendje të merret me ndonjë punë që kërkon një shikim të qartë nga afër.

Po dy thierzat e tjera? Pas kornesë ndodhet një hapësirë e mbushur me një lëng që quhet lëng uJOR që mbaron pikërisht në iris. Përtej kristalinit hapësira e syrit, ose kaviteti okular, është i mbushur me një lëndë të tejdukshme xhelantinoze të quajtur lëng qelqor. Në pjesën e poshtme të syrit kemi depërtimin e nervit optik, i cili përhapet në retinë. Shembëllimi i objektit të jashtë formohet mbi retinë në fundin e syrit, në një zonë që është shumë e ndjeshme ndaj dritës. Kjo quhet *makula lutea* në qendër të së cilës ndodhet një gropëzë e quajtur *fovea centralis*. Lëngu uJOR dhe lëngu qelqor, të pajisur me fuqi përthyesë, lozin tamam rolin e thierzave. Koroida bën pastaj shmangien e shpërndarjes së dritës që do të shkaktonte ndriçimin e tepërt të syrit, pra pamundësinë e tij për të shquar qartë një objekt.

Shembëllimi që përftohet në fundin e syrit është real, i përmbysur dhe i zvogëluar, pikërisht si shembëllimi që përftohet në një dhomë të errët. Po si e shohim ne objektin në gjendjen e tij normale? Për këtë jepen lloj-lloj shpjegime: mendimet e fiziologëve lidhur me këtë çështje nuk përputhen. Shpjegimi më i saktë mund të jetë ky:

ne nuk e shohim shembëllimin, por, të ngacmuar nga shembëllimi, i shikojmë objektet sipas rrugëve, ecurisë së rrezeve nga syri tek objekti, që shkakton përmbysjen e shembëllimit të retinës e pra, drejtimin e tij. Fibrat e nervit optik që përhapen në formë rrezesh në retinë, përfundojnë mbi faqen e përparshme të kësaj, në një mozaik shumë të pasur celulash në trajtë *konesh* (ose *shishesh*) dhe *shkopinjsh të vegjël* (cilindra shumë të hollë). Konet dhe shkopinjte përbëjnë si të thuash celulat e vërteta vizive, ose me fjalë të tjera pjesët e njeshme ndaj dritës. Çdo kon e çdo shkop ka një përçues të tij nervor që vete në encefal. Ka shumë mundësi që secila prej këtyre celulave, po të jetë se do të ngacmohej veçmas, do të jepte një sensacion drite. Mrekulli e natyrës deri edhe në gjërat më të vogla!... Kësaj i përgjigjet aftësia ndarëse e syrit, meqenëse dy pika të ndritshme duken si të veçuara nga njëra-tjetra, kur largësia e shembëllimeve të tyre të projektuara mbi retinë, është të paktën e barabartë me atë të celulave vizive në atë pikë të retinës. Me sa duket, përshtypja e dritës së pangjyrtë i përçohet trurit nëpërmjet shkopinjve. Dhe prapë janë shkopinjte ata që na lejojnë, kur kalojmë nga drita në errësirë, që të përceptojmë, pas çastit të parë, një ndriçim shumë të fortë të papërcaktuar, megjithëse nuk arrijmë të shquajmë dot ngjyrën, ndërsa konet kërkojnë një ndriçim më të madh dhe janë të ndjeshëm ndaj ngjyrave. Është provuar se në këtë rast shembëllimi i një objekti është i dukshëm vetëm nëse bie jashtë fovea centralis, ku nodhen vetëm konet dhe zhduket, kur kërkojmë ta fiksojmë me

kujdes. Shembëllimi bie në macula lutea, kur një objekt kundrohët me kujdes për të pasur një pamje të qartë. Në qoftë se përkundrazi shembëllimet fiksohen me bishtin e syrit, ato bien në ca pika, ku ndodhen konet dhe shkopinjët, ose edhe vetëm shkopinjët.

Mbi retinë është shpërndarë një lëndë e kuqe e purpurtë që vepron si pjesa e ndieshme e pllakës fotografike. Ndryshimet që ajo pëson nga shkak i dritës, nuk pushojnë në çast, ku drita shuhet, por vazhdojnë akoma edhe për afro një të dhjetën e sekondës. Ky është fenomeni i «zgjatjes» së shembëllimeve mbi retinë, fenomen ky që shfrytëzohet më së miri nga teknika kinematografike (shih paragrafin 32). Për këtë arsye, për shembull, një urë e ndezur, po të lëvizet shpejt, duket si një shirit i ndritshëm dhe i pandërprerë. Dhe në të vërtetë, kur e shohim objektin në fund të trajektorës së tij, e shikojmë akoma edhe në të gjitha pikat e mëparshme që ai ka përkshuar brenda një të dhjetës së sekondës. Një dritë me ndërprerje të shpejta na duket e pandryshueshme. Një vetëtimë, koha e zgjatjes të së cilës nuk e kalon një të dhjetëmitën e sekondës, e shikojmë gjatë një kohe që është më e gjatë se një e dhjeta e sekondës. Në qoftë se një rrotë vërtitet shpejt, nuk jemi më në gjendje të dallojmë boshtet e saj.

28. *Të metat e pamjes dhe ndreqja e tyre.* Në një sy normal, ose *emmetrop*, në gjendje shlodhjeje, rrezet paralele të dritës konvergojnë mbi retinë. Por në një sy me të meta ato mund të bien përpara ose pas retinës. Në rastin e parë syri quhet *brakimetrop* ose *miop*, në rastin e dytë *iper-*

*metrop.* Zakonisht kjo ndodh, sepse boshti i syrit nuk ka një gjatësi normale.

Syri brakimetrop ose miop nuk i shikon objektet e largëta. Dora dorës që objekti afrohet, she-mbëllimi priret të zhvendoset drejt fundit të syrit, deri kur është mjaft afër, sipas shkallës së difektit, syri sheh qartë. Duke vendosur përpara syrit një thierzë divergjente, në mënyrë që rrezet e dritës të bëhen më pak konvergjente (të mbli-dhen më pak), kjo e metë mund të ndreqet.

Syri ipermetrop mund të shikojë objektet e largët me anë të përshtatjes, në qoftë se shkalla e ipermetropisë nuk është e theksuar, por nuk mund të shikojë qartë objektet e afërta, sepse në këtë rast kërkohet një fuqi përshtatjeje shumë më e madhe sesa në rastin e një syri normal. Kjo e metë ndreqet me anë të një thierze konvergjente. Në qoftë se nuk ndreqet me anë të thierzave, iper-

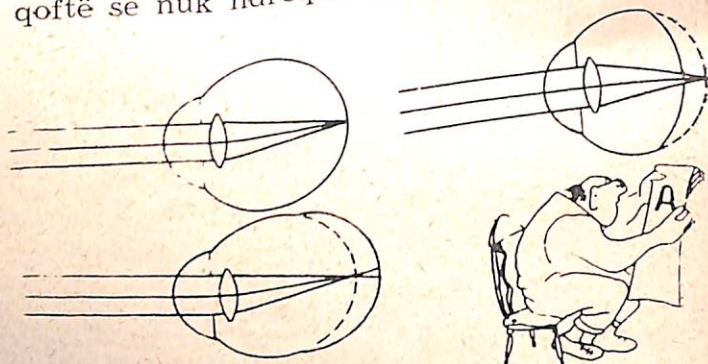


Fig. 30.

Të meta të pamjes Emmetropia, Ipermetropia, Miopia



metropia mund të shkaktojë shqetësime nervore dhe të lindë atë që quhet strabizëm konvergjent. Kjo ndodh për shkak të një stërmundimi në përshtatjen e syrit.

Një sy normal mund të na japë gjithmonë një shembëllim të qartë për objekte, largësia e të cilëve ndryshon që prej 15 centimetrave (pika më e afërt) deri në një largësi shumë të madhe, siç është ajo e yjeve.

Sigurisht fuqia e përshtatjes edhe në syrin emmetrop, vjen e zvogëlohet me kalimin e moshës, duke lindur kështu një të metë që karakterizon të gjithë ata që kanë kaluar moshën 40-vjeçare. Kjo e metë është *prezbiopia*. Kristalini e humbet dalëngadalë elasticitetin e tij dhe vjen e ngurtësohet aty nga mosha 60-vjeçare, kështu që nuk i bindet më veprimit të muskulit e të proceseve çiliare dhe përshtatjes. Meqenëse në syrin normal gjatë çlodhjes në retinë mblidhen rezet paralele, syri prezbit do të mund të shikojë mirë edhe së largu, por nuk do jetë në gjendje të dallojë mirë objektet e afërt, shembëllimi i të cilave do të formohet përtej retinës. Prezbitëve u vihet në ndihmë ashtu si edhe ipermetropëve me anë të thierzave konvergjente.

Të mos duket çudi që, kur kristalini hiqet nga shkak i asaj sëmundjeje që quhet katarakt (një sëmundje syri që u bie zakonisht pleqve), syri është në gjendje të shikojë ende po t'i vëmë një thierzë konvergjente të përshtatshme. Kristalini në fakt nuk është ambienti i vetëm përthyes i syrit dhe prandaj një thierzë e përshtatshme mund ta zëvendësojë atë deridiku.

Kur syri është nën ujë, meqënëse indeksi i përthyerjes i ujit është pothuajse i barabartë me atë të kornesë dhe të lëngut qelqor, rrezet venë e konvergojnë prapa retinës, kështu që fuqia përthyesë e kornesë bëhet pothuaj e barabartë me zero.

Kjo është arsyeja që kristalini i peshqve është pothuaj sferik dhe është i formuar prej një lënde me dendësi të lartë optike që lejon të përqendrohen vetëm mbi retinë të gjitha rrezet që vijnë së largu.

29. *Perceptimi i relievit.* Syri percepton edhe relievin e objekteve. Thuhet zakonisht se kjo gjë varet nga të shikuarit me të dy sytë dhe nga fakti se shembëllimi që përftohet nëpërmjet syrit të djathtë ndryshon gjithmonë nga ai i përftuar prej syrit të majtë, siç mund të provohet fare lehtë duke mbyllur herë njërin e herë tjetrin sy. Por prapë kjo arsye nuk mjafton për të shpjeguar plotësisht perceptimin e relievit, se ka shumë njerëz që kanë vetëm njërin sy e që kanë lindur të tillë e që pra nuk do të kishin jo vetëm perceptimin e relievit, por as një kuptim të tij, e megjithatë ata mund ta çmojnë relievin. Prandaj relievin e kuptojmë duke e përceptuar, pra jo me një ndijim (sensacioni), të veçantë, për me një sërë ndijimesh, pra e kuptojmë me anë të një procesi mendor dhe jo me një përshtypje mbi organet e shqisave.

30. *Stereoskopi.* Perceptimi i relievit mund të provohet në mënyrë artificiale me anë të një aparati të njohur që quhet «stereoskopi i Brysterit», por këtu është fjala për një iluzion optik. Aparati është i pajisur me dy gjysma thierzash konver-

gjente e të barabarta. Nëpërmjet këtyre thierzave kundrohen dy fotografi të marrura nga dy objektive të vendosura në një largësi pak a shumë të barabartë me largësinë ndërmjet dy syve. Shembëllimet e objektit që kundrohet, pësojnë një zhvendosje të vogël në kahje të kundërt e, pra, të zmadhuara mbivendosen duke dhënë iluzionin e relievit.

Brysteri, fizikant anglez njihet edhe si shpikësi i kaleidoskopit.

31. *Iluzionet optike.* Syve nuk mund t'u besojmë plotësisht edhe në rastin kur janë krejt normalë. Kështu, për shembëll, vijat vertikale na duken gjithmonë më të gjata se horizontalet me të njëjtën gjatësi. Për këtë arsye gratë që janë pak të shkurtëra e të trasha, zgjedhin zakonisht rroba me vija vertikale dhe jo horizontale, me qëllim që të duken më të gjata dhe të zhdërvjellta. Në qoftë se dy njerëz me gjatësi të barabartë por me gjerësi të ndryshme, i shohim veç e veç ndodh që atë prej tyre që është më i hollë, ta konsiderojmë edhe si më të gjatë, kurse atë që është më i trashë, edhe si më të shkurtër. Një mal me majë të mprehtë duket gjithmonë më i lartë nga një mal me një lartësi të barabartë, por me majë të rrumbullakosur.

E njëjta gjë ndodh edhe në rastin e figurave gjeometrike. Pika e mesit e lartësisë së një trekëndshi dy brinjëjëshëm duket sikur ndodhet më afër kulmit se sa bazës. Në qoftë se pastaj dy brinjët i përkulim nga brendia, siç tregohet në figurë, atëhere pika e mesit e lartësisë do të na du-

ket edhe më afër kulmit e do të na duket sikur kemi bërë gabim që e kemi shënuar pikërisht aty mesin e kësaj lartësie. Një kontroll i thjeshtë i distancave do të na bindë se kemi të bëjmë këtu me një iluzion.

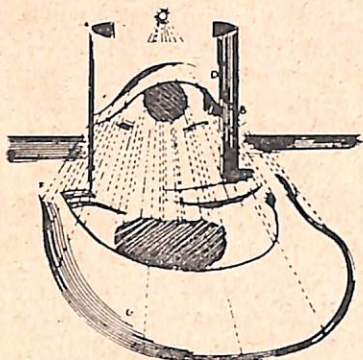


Fig. 31.

Një zonë e ndriçuar shumë duket gjithmonë më e gjerë sesa një zonë tjetër të barabartë me të, por e errët. Le të heqim dy rrethë të barabartë në një fletë të bardhë. Rrethin e parë e lyejmë me bojë kine. Rrethi i rrotull rrethit të dytë lyejmë një katror të zi pak a shumë të madh, duke lënë rrethin në mes të bardhë.

Pastaj ia tregojmë këto dy figura ndonjë shoku. Ai do të na thotë me bindje se rrethi i bardhë është më i madh. Por kur të matë diametrat e këtyre dy rrethëve, do të pranohet se është gabuar; këtu kemi të bëjmë me një iluzion optik.

Tani le të vështojmë vizatimin: mos vallë segmenti i parë horizontal nuk duket më i gjatë se i dyti? Në fakt ata janë të barabartë.

Edhe në të çmuarit e largësive shpesh mund të gabojmë. Mund të na gabojë sfondi.

Prandaj dhe një arkitekt që do të vendoste në një portikë disa kolona të vogla, duke i alternuar në mënyrë që njëra të kishte një spiral të kthy-

er nga e djathta dhe tjetra një spiral të kthyer nga e majta, do të bënte një gabim që s'i falej! Kolonat do të dukeshin sikur valaviteshin andej e këndej. Por mjafton që të vendoset një kolonë e lëmuar ndërmjet njërës dhe tjetrës, me fjalë të tjera ndërmjet kolonës me spiral nga e majta dhe asaj me spiral nga e djathta, dhe ky iluzion i valavitjes do të zhduket.

32. *Projektimet.* Për projektimet mbi pllaka fikse e për projektimet e filmave të lëvizshëm, d.m.th. të atyre kinematografikë, përdoret një aparat projektimi ose një maqinë *diaskopike* (drita kalon ndërmjet ambjentesh të tejdukshme diapozitive) që e ka prejardhjen nga feneri magjik i shpikur nga Kirsher në shekullin XVII. Burimi i dritës përbëhet nga një hark i Voltës ose nga llamba elektrike. Drita përqendrohet nëpërmjet një sistemi thierzash të formuar prej dy thierzash plane-konvekse, të vendosura në mënyrë të tillë që konveksitetet e tyre të rezultojnë njëri përballë tjetrit: ky sistem vepron si një thierzë konvergjente dhe quhet *kondensator*. Ky sistem e *kondenson* (grumbullon) dritën mbi objektin që do të projektohet e në këtë mënyrë pra objekti ndriçohet shumë. Të gjitha rrezet që vijnë nga burimi i dritës duke përshtuar diapozitivin, mund të hyjnë në objektiv, diametri i të cilit ka një gjatësi prej disa pak centimetrash. Dhe ja kështu mbi ekran do të shihet një shembëllim. Nuk është vështirë të kuptohet për ç'arësye spektatori nuk i shikon shembëllimet mbrapsht, me këmbë në hava. Kjo ndodh sepse diapozitivi vendoset i përmbysur.

Ekzistojnë edhe aparate projektimi, që shër-

bejnë për të zmadhuar shembëllimin e një fotografie, të një kartoline, të një objekti. Këto janë maqina *episkopike* dhe jo *diaskopike*. Në këtë rast drita bie me difuzion nga objekti i ndriçuar e jo me tejdukshmëri. Rolin e kondensatorit e lot në këtë rast një pasqyrë, e cila dërgon një maksimum rrezesh, drite mbi figurat ose mbi objektin, ndërsa një pasqyrë tjetër bën projektimin e këtyre rrezeve. Por duhet thënë se zmadhimet që përftohen në këtë rast janë deridiku të kufizuara.

33. *Kinemaja*. Për të kuptuar mekanizmin e kinemasë duhet të kemi parasysh një veçori që paraqet funksionimin e syrit tonë. Thamë se kemi shikim të qartë të një pike (të një sendi të vogël), kur shembëllimi i tij formohet në macula lutea. Në pikat e tjera retina ka një ndjeshmëri më të vogël. Ne mund të perceptojmë në mënyrë të qartë objektet që na rrethojnë në saje të lëvizshmërisë së madhe të syrit, i cili e ndjek objektin në mënyrë që shembëllimi i tij të bjerë e të mbahet mbi pjesën më të ndjeshme. Por ndërsa lëviz, gjatë kohës së lëvizjes syri është i verbër. Le të vendosemi përpara një pasqyre e le të fiksojmë aty në mënyrë të njëpasnjëshme në fillim njërin sy e pastaj syrin tjetër. Do t'i shikojmë gjithmonë sytë të palëvizshëm, sepse gjatë lëvizjes së tyre sytë nuk shikojnë. Kur shikojmë një trup në lëvizje, në realitet syri e ndjek atë duke u ndalur me hope e, pra, duke marrë si të thuash një varg fotografish të çastit të njëpasnjëshme. E po ja ky është edhe kushti i kinemasë.

Filmi mban fotografitë e çastit, të marrura

me një maqinë fotografike, e cila lejon të kryhen njëzet poza për çdo sekondë me një dimension prej 24 herë 19 milimetra (hapi normal). Ky film «rrjedh» shpejt, por me hope përpara objektivit të maqinës së aparatit të projektimit, duke u ndalur një çast për çdo fotogramë: prej tyre kalohen pothuaj 20 në sekondë. Në çastin e shkurtër, në të cilin ndodh zëvendësimi i një fotografie me një tjetër, projektimi ndërpritet nga një ekran i errët, i krijuar nga lopatëza e një helike rrotulluese, që vërtitet ndërmjet filmit dhe objektivit në mënyrë që ta maskojë veprimin e zëvendësimit. Syri sheh kështu një varg fotografish të njëpasnjëshme të palëvizshme («të ndalura»). Në qoftë se do t'i vëzhgonte këto fotografi në lëvizje shumë të shpejtë gjatë zëvendësimit, syri, që siç kemi thënë është i verbër gjatë kohës që ndodhet në lëvizje, nuk do të shihte gjë tjetër veçse ca shenja të turbullta. Nga ana tjetër, syri nuk vë re çastet shumë të shkurtëra të errësirës që ndajnë një kuadër nga tjetri, (sepse siç thamë shembëllimet vazhdojnë të qëndrojnë mbi retinë për një të dhjetën e sekondës). Dhe, nga ana tjetër, hopet suksesive të lëvizjes së figurave janë kaq të vogla, sa na japin përshtypjen, apo më mirë të themi iluzionet, e një lëvizjeje të vazhdueshme.

34. *Kinemaja 3 D*. Kinemaja stereoskopike ose me tri përmasa ka për qëllim që të japë iluzionin e relievit. Në këtë rast bëhet projektimi i njëkohshëm i dy filmave, në të cilët zhvillohen dy seri fotogramesh të çiftëzuara si ato të stereoskopit. Të dy shembëllimet zhvillohen mbi ekran me ngjyra të ndryshme të kuq e të verdhë. Spektatori paji-

set me syza, thierzat e të cilave, me ngjyra të ndryshme, lënë të kalojnë shembëllimet e ndryshme, njëri në njërin sy tjetrin në tjetrin. Meqenëse është fjala për ngjyra plotësuese (komplementare — quhen komplementare ose plotësuese ngjyrat që së bashku japin ngjyrën e bardhë), skeptatori ka përshtypjen e një relievi në të bardhë e të zezë.

Sot vazhdojnë kërkimet për të arritur atë që quhet *natural vision* (të parë natyral), i cili duhet të na japë një relief stereoskopik me ngjyra.

## K R E U VII

### DRITA «HUMBET»

35. *Nuk humbet... por zbërthehet...* Në qoftë se në një të çarë në trajtë katërkëndëshi kënddrejt, të ngushtë, të hollë, që ndriçohet nga drita e diellit, vendosim një thierzë, shembëllimi i së çarës do të duket mbi ekran si një katërkëndësh kënddrejtë i vogël dhe i ndritshëm. Le të marrim tani një prizmë optike. (Prizmë optike është një ambient i tejdukshëm, i kufizuar nga dy faqe plane jo paralele: në praktikë përdoren sidomos prizma të kristalta me seksion trekëndor). Le ta vendosim atë në rrugën e rrezeve të ndritshme që vijnë nga e çara, pas thierzës. Në ekran ai katërkëndëshi i vogël nuk duket më; por, meqenëse rrezet devijojnë nga prizma, këtë radhë vemë re, diku shumë më poshtë në ekran, një katërkëndësh



shumë të madh dhe të ngjyrosur me lloj lloj ngjyra që fillojnë nga e kuqja e të mbarojnë tek vjollca, me shirita paralele me të shtatë ngjyrat themelore që zakonisht quhen edhe ngjyrat e ylberit: e kuqja, portokallja, e verdha, jeshilja, e kaltërta, çiviti dhe vjollca. Kalimi nga një ngjyrë në tjetrën pothuaj nuk vihet re fare. Kështu pra drita e bardhë e Diellit është e përbërë nga ato drita me ngjyrë të ndryshme, të cilat prizma i «analizoi», duke e zbërthyer, duke e shpërbërë dritën e bardhë.

Është një fenomen i ngjashëm me fenomenin që ndodh kur pas një rebeshi shiu shohim se si vizatohet në qiellin e mbuluar akoma me re, haraku i mrekullueshëm i ylberit.

Zbërthimi i dritës ndodh sepse indeksi i përthyerjes ndryshon sipas ngjyrës së dritës. Rrezet e manushaqta përthyhen më tepër, ndërsa të tjetrat pësojnë një përthyerje (mënjanim) më të vogël, përherë e më të vogël derisa arrihet te ngjyra e kuqe, e cila përthyhet më pak nga të gjitha.

Katërkëndëshi i ndritshëm dhe i ngjyrosur përbën spektrin diellor.

Në qoftë se duam ta «përbëjmë» përsëri dritën e bardhë, atëhere duhet t'i mbledhim përsëri rrezet e shpërndara e të larme nëpërmjet një thierze konvergjente e t'i përqendrojmë në një vend të përshtatshëm. Këtu do të shohim përsëri atë katërkëndëshin e parë të ndriçuar fort me dritë të bardhë.

Përbërja e dritës mund të tregohet lehtë me anë të një disku që quhet disku i Njutonit, sepse ka qënë pikërisht Isak Njutoni që dalloj për herë të parë të shtatë ngjyrat e ylberit ose të irisit, siç

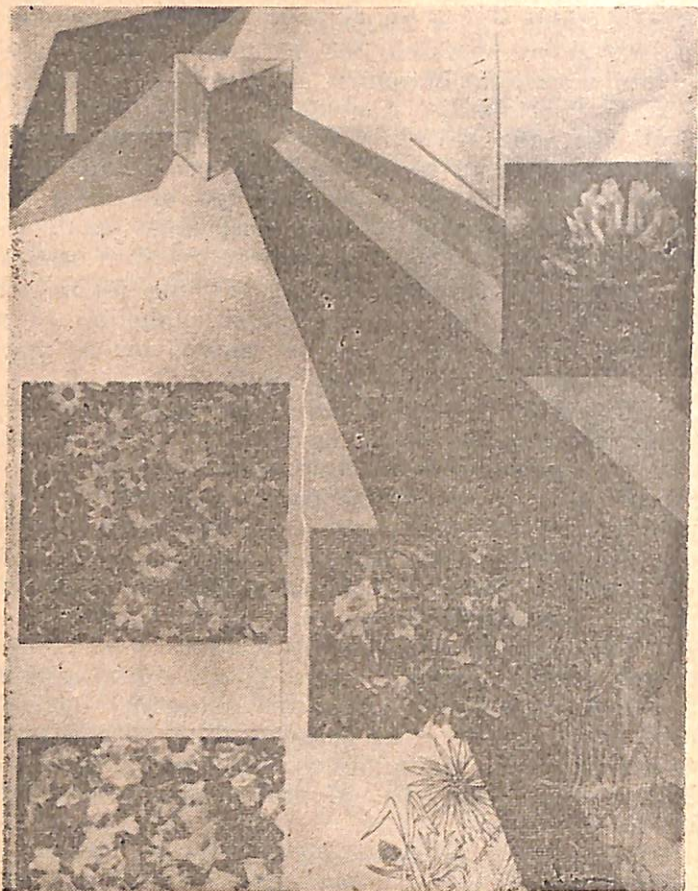


Fig. 32.

thuhet. Mbi një disk vizatohen disa sektorë me ngjyrat e spektrit diellor. Duke e vërtitur me shpejtësi të madhe diskun, ai duket i bardhë, për arsye se në saje të «zgjatjes» së shëmbëllimeve mbi retinë, ngjyrat e ndryshme shkrihen bashkë në një sensasion të vetëm që jep ngjyrën e bardhë.

36. *Ylberi*. Shkencëtari i dëgjuar frëng Dekart na ka dhënë edhe një shpjegim të përsosur të ylberit. Pas shiut në ajër qëndrojnë pezull ca pikëza shumë të imta uji. Brezat ose tufat e rrezeve diellore që i godasin në mënyrë të pjerrët, përthihen, pasqyrohen, shpërbëhen nga këto pikëza e ndaj, pra, nga çdo pikë dalin rreze të ndryshme të ngjyrosura me të gjitha ngjyrat, duke filluar prej së kuqes e duke mbaruar tek vjollca. Ylberi së jashtmi është i kuq, së brendshmi është vjollcë. Që të shikosh ylberin, duhet që dielli të jetë prapa.

Ylberi nuk paraqitet gjithmonë me të njëjtën gjallëri ngjyrash. Kjo varet nga madhësia e pikave të ujit që e prodhojnë. Ngjyra të gjalla kemi në atë rast, kur pikat e ujit kanë një diametër prej 1 gjer 5 milimetra. Kjo gjallëri bëhet më e vogël, kur është fjala për një diametër që zvogëlohet nga 1 milimetër në 0.5. Në qoftë se ylberi paraqitet me një hark drite të bardhë të fortë, kjo tregon se pikat kanë një diametër që është më i vogël se 0,5 mm. Kemi të bëjmë këtu me fenomenet e përthyerjes ose të pasqyrimit të dritës, por në këtë rast nuk vihet re ndonjë zberthim i saj.

Në ujëvaret e mrekullueshme të Zambesit (Afrika Jugore), të quajtura Victoria Falls, drita krijon në pluhurin e imtë të ujit ylberë të panumërt, të cilat vendësit aty i quajnë, sigurisht nën për-

shtypjen e paragjykimeve të tyre, «urat e perëndive».

37. *Ngjyrat plotësuese*. Kur folëm për kinemanë stereoskopike, zumë në gojë edhe ngjyrat plotësuese (komplementare), domethënë ngjyrat që, po të mblidhen, japin dritën e bardhë. Por këtu fjala të mblidhen, nuk duhet kuptuar si një mbivendosje, siç vendosen p.sh. dy xhama të ngjyrosur njëri mbi tjetrin, ta zëmë ngjyra e kuqe mbi jeshilen: në këtë rast do të kishim diferencën e ngjyrave. Ky fenomen mund të kontrollohet duke ndezur njëkohësisht në një dhomë një llambë të skemuar në ngjyrë të kuqe dhe në ngjyrë jeshile: dhoma do të ndriçohet me ngjyrë të bardhë.

Mund të përftojme shumë e dy ngjyrave komplementare nëpërmjet diskut të Njutonit, ku të mos jenë të gjitha ngjyrat e ylberit, por vetëm sektorë të kuq e jeshilë që alternojnë njëri tjetrin, ose ngjyrë portokalli dhe të kaltër ose ngjyrë e verdhë dhe çiviti. Duke e vërtitur shpejt diskut, ai do na duket si i bardhë.

38. *Përse sendet janë të ngjyrosur?* Magjia e ngjyrave të sendeve, ngjyra këto më të gjalla, më të thella, a më të forta a më të lehta sipas intensitetit të dritës që i mbulon, është një fenomen që lidhet me atë pjesë të spektrit diellor, që vetë sendi rikthen me anë të difuzionit. Të marim p.sh. një objekt, që duket i verdhë në një dritë normale. Ç'do të thotë kjo? Kjo do të thotë që ai ka aftësinë për ta absorbuar të kaltërën, çivitin dhe vjollcën dhe njëkohësisht aftësinë për të rikthyer një gamë të gjerë radiacionesh që përfshihen në pjesën qendrore që mbisundon tërë spektrin e verdhë dhe

anash, një dritë portokalli e të kuqe nga njëri skaj dhe një ngjyrë jeshile nga tjetri; kështu syri ynë merr përshtypjen e ngjyrës së verdhë. Sikur një objekt i tillë të ndriçohet me një ngjyrë të verdhë të patër, do të vazhdonte të dukej prapë i verdhë. Por ai do të dukej portokalli apo i kuqërremtë, e sikur të ndriçohet me një dritë që të kishte një gjatësi vale më të madhe (shiko paragrafin 49); e më në fund do të na dukej jeshil, po të jetë se do të ndriçohet me dritë jeshile. Por, po të «mbulohej» me ngjyrë vjollce, ai do t'i absorbonte (thithte) të gjitha radiacionet (rrezatimet) e do të na dukej i zi. Dhe në fakt syri ynë ka përshtypjen e së zezës, kur një objekt i thith të gjitha rrezatimet që bien mbi të. Kështu na duket e zezë bebëzja, na duket e zezë një dritare e hapur, ditën, nëse e shikojmë nga jashtë. Një dritare e ndriçuar natën shkëlqen me një dritë të gjallë dhe bën që hapësira rreth e rrotull të duket akoma më e errët.

E zeza pra nuk duhet të konsiderohet si një sensacion dhe bile as edhe si një ngjyrë, meqenëse një send i zi nuk lëshon asnjë rreze që ta godasë retinën e syrit tonë, e pra që të lerë gjurmë në të. Por megjithatë ne e *shohim* objektin, qoftë ky edhe i zi, pse retina merr një stimul edhe nga e zeza. Vetëm për një objekt që ndodhet jashtë fushës së pamjes së syrit tonë, jashtë vizuales, siç thuhet në optikë, pas krahëve tanë ose përtej një muri opak, mund të themi se nuk jep asnjë sensacion. Ekziston pra një farë *efekti kontrasti*. Ashtu siç *ndjejmë* heshtjen, në kontrast me zhurmën, sidoqë heshtjes nuk i përgjigjet asnjë stimul i ekstremiteve akustike, po ashtu e *shohim* ngjyrën e zezë për kontrast

me sipërfaqen e ndriçuar e kështu themi se një natë pa hënë dhe pa yje është e zezë, duke e krahasuar atë me përvojën e disa netëve të tjera të ndriçuara nga hëna e plotë...

E kundërta e së zezës është e bardha. Ndërsa trupat duken të zinj, kur nuk kthejnë asgjë, ata duken të bardhë, kur kthejnë dritë me të gjitha ngjyrat, dhe marrin ngjyrimë të ndryshme, po të jetë se ndriçohen me drita të ndryshme. Një llambë e kuqe e bën të kuq një stof të bardhë, një llambë jeshile e bën stofën të bardhë jeshil.

Kjo cilësi shfrytëzohet nëpër shfaqjet e ndryshme teatrale apo operistike, kur lojrat e dritës japin mbi skenë ngjyrimë të ndryshme të efektshme.

Gjithashtu duhet pasur parasysh një dallim: dallimi ndërmjet trupave që paraqesin një ngjyrë të sipërfaqshme dhe atyre që, përkundrazi, ja detyrojnë ngjyrimin e tyre një fenomeni të veçantë. Drita depërton përtej sipërfaqeve të tyre e rikthehet pastaj te syri për efekt të një vargu të panumërt e të çrregullt pasqyrimesh (reflektimesh) e përthyerjesh (refraktimesh), të cilat kryhen mbi miliarda e miliarda thërmijëza lënde. Të tillë janë, për shembull, pigmentet ose, ndryshe, lëndët ngjyrosëse. Në këtë lojë pasqyrimesh një pjesë e dritës «absorbohet»: sigurisht kjo nuk arrin te syri ynë. Syri merr vetëm atë dritë që rikthehet pas, kështu që lind përshtypja e një ngjyrimi të caktuar. Kështu, pra, pigmentet japin ngjyrimë të ndryshme nëpërmjet një procesi absorbimi. Në metalet, përkundrazi, dhe në shumë ngjyra të anilinës, që pregatitet në shtresa të holla, kemi një pasqyrim të thjeshtë në sipërfaqe.

Por megjithatë edhe në trupat që nuk paraqesin një ngjyrë të sipërfaqes, një ngjyrë sipërfaqësore ta quajmë kështu, por një ngjyrë nëpërmjet absorbimit, nuk mugon kurrë edhe një refleks i sipërfaqshëm, i cili, rikthen, ridërgon dritë të bardhë.

Po kjo është shumë e vogël dhe pra syri ynë nuk e merr dot dhe e sheh trupin të ngjyrosur.

39. *Shkuma e bardhë e birrës së ngjyrosur.* Birra ka një ngjyrë të bukur të qelibartë, me të qartë a më të errët sipas cilësisë së saj. Por shkuma e saj është përherë e bardhë si bora.

Një qelq i ngjyrosur, në qoftë se copëzohet deri në fund, me fjalë të tjera, në qoftë se bëhet pluhur, duket i bardhë. Ngjyra e tij i detyrohet «absorbimit». Pluhurizimi, duke lindur sipërfaqe të shumta pasqyruese, e thjeshtëson në minimum efektin e absorbimit, që i detyrohet depërtimit të dritës në brendësinë e substancës; kështu si përfundim përshtypja e ngjyrës zhduket.

I njëjti fenomen ndodh edhe në rastin e shkumës. Birra e shfaq atë ngjyrën e saj të bukur në saje të absorbimit; drita e pasqyruar në sipërfaqe është minimale (shumë e vogël), e pra nuk e vëmë re. Shkuma përbëhet nga bulëza të panumërta; këto formojnë sipërfaqe të shumta pasqyruese të lëngut (të birrës), kështu që absorbimi, i cili ishte shkak i ngjyrës, zvogëlohet, minimizohet e pra ngjyra merr fund: shkuma duket e bardhë. Po ashtu duket e bardhë edhe shkuma e detit të kaltërt, po ashtu e bardhë duket edhe shkuma e një ujvare të pangjyrë.

40. *Ngjyrat e piktorit.* Si ndodh që piktorët arrijnë të sajojnë ngjyrën e blertë, për shembull,

duke përzierë pigment të kaltërt e të verdhë, ndër-  
sa siç dihet, rrezatimet e kaltëra, po të shkrihen  
me ato të verdhat, japin ndijimin e së bardhës?  
Dhe, nga ana tjetër, si ndodh që ndijimi i së bler-  
tës i vjen syrit tonë përkundrazi nga rrezatime që  
i përgjigjen së kuqes e së kaltrës? Në rastin e rre-  
zitimeve, kemi ndijime të prodhuara nga kombini-  
mi i dy stimujve që arrijnë në të njëjtën kohë në  
retinën tonë. Përkundrazi, në rastin e pikturës kemi  
të bëjmë me një proces fizik: pigmentet e kaltëra  
na duken të tillë, sepse absorbojnë dritat e kuqe,  
të verdha dhe portokalli, ndërsa pigmentet e ver-  
dha absorbojnë të kaltrën, çivitin dhe vjollcën, siç  
thamë edhe më lart; të dy brezat e absorbimit  
*mblidhen*, kur ngjyrat përzihen dhe vetëm jeshilja  
arrin t'i shpëtojë absorbimit të dyfishtë që kthehet  
tek syri ynë nga shtresat e përzierjes që ndodhen  
më afër sipërfaqes. E kështu piktori përfiton shka-  
llëzime të panumërta të ngjyrës së blertë, duke i  
përzier në mënyrë të përshtatshme pigmentet e tij  
blu e të verdhë. E përfiton gjithashtu shumë e shu-  
më ngjyra të tjera me anë të përzierjes: ngjyrën  
portokalli, nga e kuqja me të verdhën; ngjyrën  
vjollcë nga e kuqja me të kaltrën. Dhe nuanca të  
tjera përftohen duke përzierë të tjera ngjyra, ash-  
tu siç i sugjeron atij intuita dhe fantazia...

41. *Drita artificiale*. Një objekt i ndriçuar me  
dritë artificiale paraqitet pothuaj gjithmonë me  
një ngjyrë pak të ndryshme nga ajo e dritës na-  
tyrale.

Drita që lëshohet nga një llambë, është në fakt  
e ndryshme nga ajo e Diellit, asaj i mungojnë si-  
domos rrezatimet e zonës së të kaltrës.



Në qoftë se duam të blejmë një stof për të qepur një kostum, duhet të mos e blejmë natën, në ngjyrën artificiale të llambës së dyqanit. Në dritën e Diellit ngjyrat e zgjedhura mund të na rezultojnë me një efekt të ndryshëm nga ai që dëshironim.

Të gjithë e kemi vënë re se si shpeshherë ndodh që njerëzit nën dritën e gjallë të një llambe me neon, duken të zbetë; në një dritë të kaltër fytyrat e njerëzve duken «spektrale», domethënë fantazme.

42. *Ngjyrat që përftohen nëpërmjet tejdukshmërisë.* Nëpërmjet tejdukshmërisë një trup merr ngjyrën e dritës që e depërton. Kështu një qelq duket i kuq, në qoftë se nëpërmjet tij kalon drita e kuqe, duke absorbuar në të njëjtën kohë çdo ngjyrë tjetër. Pra, ajo që duket, është drita që i *shpëton* absorbimit. Po të vërehet nga lart poshtë një masë me ujë të kthjellët e të thellë, do të na duket e errët, pothuajse e zezë, sepse e absorbon pothuaj tërë dritën. Ndërsa barka shket e qetë mbi ujrë e kaltra të liqenit, le të zgjatim pak kokën dhe le t'i ngulim sytë ujit poshtë: do të mund të shikojmë fytyrën tonë në një shembëllim të pasqyruar e ndofta do të mund të zbulojmë guralecat e fundit të liqenit e peshqit që shkasin majtas e djathtas me hope të shpejta. Por veç, ajo kaltërsia verbuese që kishim admiruar mbi faqen e ujit, mori fund, u zhduk. . .

Por del pyetja: përse vallë uji i detit dhe i liqeneve na duket i kaltër gjatë ditëve me diell? Uji në fakt është pa ngjyrë. . . Po ashtu është vërtet, por duhet ditur se uji i absorbon më lehtë

dritat e kuqe ose ato që i afrohen së kuqes dhe prandaj një shtresë deridiku e gjerë uji, mjaft që të mos jetë aq e thellë, po të shihet në tejdukje, duket e kaltër. Në qoftë se thellësia shtohet, atëhere dritat e tjera do të absorbohen: uji në këtë rast sillet si një trup opak. Mirëpo në ujrat e liqeneve, të cilat janë të thella, gjenden disa grimca lënde shumë të imta që qëndrojnë pezull në likuid dhe këto duke u goditur nga drita e diellit, e kthejnë në për difuzion dritën e bardhë, e cila përpara se të arrijë në syrin tonë përshkon një farë rruge në ujë. Kjo bën të mundshme që të shikojmë në ujin e detit ose të liqeneve atë ngjyrë që do të shikonim duke e vëzhguar ujin nën shtresa të holla, me fjalë të tjera, bën të mundshme që të shikojmë ngjyrën e kaltër. Sipas dritave të qiellit në orët e ndryshme të ditës, ose për shkak të grumbullimit të reve, sipërfaqja e detit ose e liqeneve merr disa ngjyime të ndryshme, sepse të ndryshme janë edhe dritat që arrijnë në sipërfaqen e tyre e depërtojnë deri thellë, ngjyra të pakapshme e shumë të ndryshueshme, mbi të cilat sytë tanë nguliten të mahnitur.

Të gjitha ngjyrat duken pak a shumë të gjalla sipas ndriçueshmërisë së atmosferës e sipas periudhës së ndryshme të ditës.

43. *Qielli*. Natyra na paraqet disa fenomene të shkëlqyeshme ngjyrimi edhe në humnerën e kthjellët të qiellit. Një qiell i qetë, lindja e diellit, perëndimi i diellit, retë, Dielli.

Po përse vallë qielli është i kaltër?

Ndodhemi në majë të një kulle mbi det dhe vëzhgojmë dallgët që fryhen, që ngrihen e përpla-

sen kundër shtyllave të hekurta të kullës. Dallgët e mëdha nuk shqetësohen shumë nga shtyllat: ndahen, kur ndeshen me to, e bashkohen sërish pak më tej. Kurse për dallgët e vogla shtyllat e kullës paraqesin një pengesë shumë më të rrezikshme. Dallgëzat shtyhen e shpërndahen në dallgëza të tjera të vogla në të gjitha drejtimet; pra ato «difuzohen».

Drita e Diellit, para se të arrijë te ne, duhet të çajë rrugë përmes atmosferës së Tokës. Por kjo atmosferë i vë përpara dritës shumë e shumë pengesa në trajtën e molekulave të ajrit, të pikave të vogla të ujit, të grimcave të vogla të pluhurit. Të gjitha këto pengesa janë për dritën si ato shtyllat e kullës për dallgët e detit.

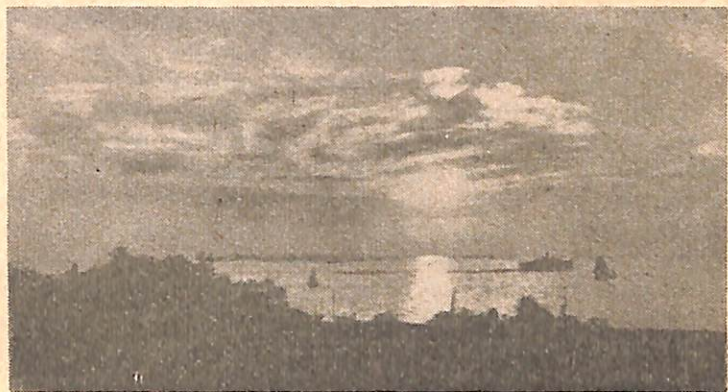


Fig. 33.

... Sipërfaqja e detit dhe e liqeneve merr lloj-lloj ngjyrimë...

Edhe drita e Diellit, siç e pamë, përbëhet prej lloj-lloj valësh apo dallgësh me gjatësi të ndryshme, të cilave u përgjigjen ngjyrat e ndryshme: valëve të gjata drita e kuqe; dritës ngjyrë vjollcë valët më të shkurtra. Të gjitha pengesat që atmosfera u vë përpara valëve të dritës, veprojnë mbi to pikërisht si veprojnë shtyllat e kullës mbi valët e detit, më fort mbi valët më të shkurtëra, të cilat shpërndahen në të gjitha drejtimet, ndërsa ato më të gjatat i kapërcejnë pengesat dhe vazhdojnë rruqen e tyre. Një valë drite e kaltër shpërndahet nga një grimcë pluhuri dhe devijohet nga rruga e saj. Por pas pak ajo ndesh një grimcë tjetër pluhuri, e cila jep një devijim të ri, e kështu me radhë derisa vala e dritës arrin më në fund në syrin tonë mbas një zigzagu të gjatë. Nga drita e Diellit, e shpërndarë në saje të reflektimeve të njëpasnjëshme në ajër e më në fund e dërguar tek sytë tanë, varet edhe ngjyra e kaltër e qiellit. Mbi malet e larta ngjyra e kaltër priret të errësohet.

Herëherë e shohim qiellin të ngjyroset me një ngjyrë vjollcë, apo të errët. Në qoftë se grimcat janë të dobëta, ato depërtohen si ambiente të tejudkshme nga drita e kuqe ose nga drita të afërta me të kuqen, dhe reflektojnë ngjyrën vjollcë, ose ngjyrat që janë të afërta me të. Shpesh Dielli është i kuqërremë, kur ndodhet afër horizontit, dhe më shpesh kjo ndodh në perëndimin e tij sesa në lindjen e tij. Në fakt gjatë mbremjes, një sasi e madhe avulli uji kondensohet në shtresat e ulta të atmosferës. Ajri shndërrohet atëhere në një ambient të turbullt që lë të kalojë dritën e kuqe, por i shuan dritat e tjera, e ndaj pra Dielli na duket i

kuq. Mëngjezeve ky fenomen ndodh më rrallë, sepse avujt e shtresave atmosferike që ndodhen më poshtë, kanë kohë gjatë natës që të bien mbi dhe. Dhe pra shkëlqimi i Diellit na duket më i dobët, sepse ai ndodhet më poshtë në horizont dhe sepse shtresa e ajrit që rrezet duhet të përshkojnë, është më e thellë. Pastaj, kur Dielli është nën horizont, në lindje, si retë ashtu edhe atmosfera që përmban grimca të vogla uji, duken të ngjyrosura në rozë, meqënëse pasqyrojnë rrezet e Diellit që e kanë marrë këtë ngjyrë duke përshkuar shtresat e ulta të atmosferës.

Po përse vallë Dielli në një qiell të qetë na duket i verdhë si ar? I parë nga një planet pa ajër ai do të dukej i kaltër, për shkak të temperaturës së tij të lartë. Por ne e shikojmë atë nga Toka, e cila pëstillet nga një brez i gjerë atmosferik dhe, meqënëse kjo absorbon, sidomos ato drita që i afrohen vjollcës, Dielli na paraqitet, me sintezën e ngjyrave që mbeten, në një shkëlqim të artë.

44. *Fotografitë*. Me anë të fotografisë, siç dihet, shembëllimet e sendeve riprodhohen dhe fiksohen në një mënyrë automatike. Shpikësi i fotografisë është frengu Dager (1789-1851). Por që nga ajo kohë fotografimi ka pësuar një evolucion të rëndësishëm.

Organi kryesor i maqinës fotografike përbëhet nga një pllakë qelqi ose nga një film, mbi të cilin është shtruar një përzierje kripe argjendi, bromur e xhelatinë. Kjo pllakë ose ky film (pelikula) vendoset në një dhomë të errët dhe vihet në vatër ndaj *objektivit*, i cili është një sistem thierzash, i baravlefshtëm me një thierzë konvergjente. Një

*diafragmë* (fjalë greke që do të thotë «send që qëndron në mes») e kufizon kalimin e rrezeve në pjesën qendrore të thierzës. Në këtë mënyrë mbi pllakën e ndjeshme formohet një shembëllim i objektit të jashtëm, dhe mjafton të qëndruarit e tij për një çast të shkurtër që të shkaktohet një reaksion kimik që e bën bromin të shkëputet nga argjendi. Kjo shpërbërje është më e fortë, më intensive, në ato pika që janë vendosur në dritë të plotë dhe më pak intensive ose mungon krejt në ato pika që ndodhen në hije.

Me larjen, fiksimin dhe stampimin e filmit merren edhe ata që nuk janë profesionistë, por zakonisht këtë punë e bëjnë profesionistët. Larja bëhet me një solucion kripe hekuri që e heq bromin në pikat ku është dekompozuar, kështu që mbi pllakë ose mbi filmin mbetet argjend, atje ku kemi pasur një veprim të dritës, në një sasi të përpjesëhme me të, dhe bromur argjendi në pikat e tjera.

Pastaj pllaka lahet mirë e mirë në ujë dhe zhytet në një solucion iposolfiti të sodiumit, i cili e tret bromurin e argjendit. Kështu pllaka mbetet e tejdukshme, me përjashtim të pikave ku ndodhet akoma i ngjitur argjendi. Këto pika u përgjigjen pikave më të ndritshme të shembëllimit: kemi kështu, pra, një shembëllim në kahje të kundërt, të përmbysur; dhe në fakt pikat e objektit që janë më të ndriçuara, kur fotografohen duken opake mbi pllakë, ndërsa pikat më të errëta duken të tejdukshme. Kështu, pra, përftohet ajo që quhet *negativi*. Pastaj bëhet stampimi. Negativi vendoset mbi një pllakë tjetër, ose mbi një film analog me të parin, ose mbi një letër të ndjeshme ndaj dritës,

meqënëse mbi të vendoset një shtresë me kripra argjendi që bëhen të zeza nga veprimi i dritës, dhe ndriçohet në mënyrë të fortë për një kohë të shkurtër. Pastaj përsëritet procedura e larjes dhe

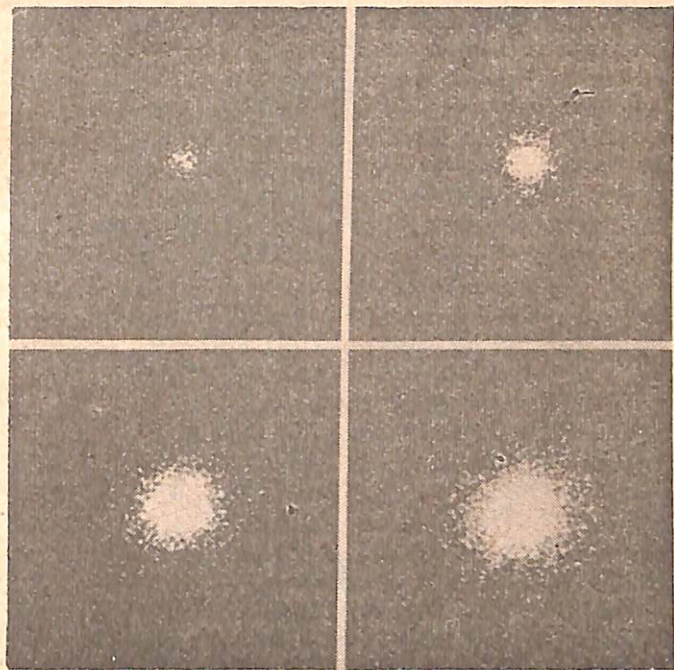


Fig. 34.

Konstelacioni i Herkullit i fotografuar në kohë të ndryshme poze. Në intervale poze më të mëdha përkojnë shembëllime më të detajuara.

e fiksimit. Është e kuptueshme që raportet ndër-  
mjet së qartës dhe së errtës do të ndërrojnë kah-  
je përsëri, me fjalë të tjera, do të pajtohen me  
ato të subjektit fotografik dhe në rastin e pllakës  
ose të filmit do të përftohet një diapozitiv që mund  
të projektohet me një maqinë projektimesh fikse,

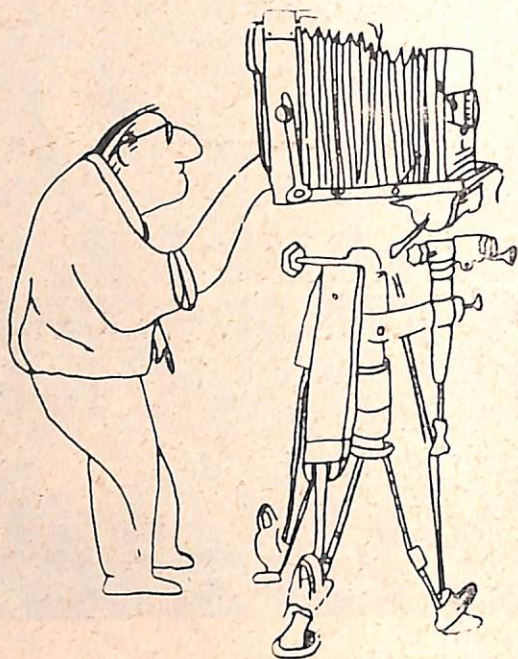


Fig. 35.

Aparate të ndryshme fotografike.



ose me një aparat kinematografik; në rastin e letrës së ndjeshme, do të përftohet *pozitivi*, me fjalë të tjera, fotografia e zakonshme që njihet prej të gjithëve.

Mund të inpresjonohen pllaka fotografike me poza që mund të zgjasin edhe më pak se një të dy-mijtën e sekondës; Një gjë e tillë lejon që të përftohen fotografi objektesh në lëvizje të shpejtë, si fjala vjen kuaj, maqina etj. etj.

Duke ndriçuar me një shkëndijë elektrike një objekt që ndodhet në një lëvizje shumë të shpejtë, mund të përftojme shembëllimin e tij gjatë një kohe më të vogël se një e milionta pjesë e sekondës. Janë marrë fotografi të një motori automobili që kryen 50 vërtitje në sekondë, të elikës së një aeroplani që kryen 2400 vërtitje në minutë dhe të një predhe pushke që lëviz me një shpejtësi prej më tepër se 700 m. në sekondë. Fotografitë e përfutuara në këto raste janë shumë të qarta.

Thamë më sipër se aparati fotografik i çiftëzuar me një teleskop (kompleks ky që njihet me emrin: *astrograf*) përbën një instrument shumë më të fuqishëm se teleskopi.

Fotografia e spektrave qiellorë ose e dritave të veçanta të lëshuara nga yjet ka bërë të mundshme që të arrihen nocionet themelore në lëmin e astrofizikës. Kjo fushë mbetet e hapur për radioteleskopët dhe për eksplorimet e hapësirës.

Mund të bëhen edhe fotografi me ngjyra.

Ja, për shembull, përshkrimi i procesit agfakolor. Emulsioni që është i shtrirë mbi filmin, përbëhet nga tri shtresa të vendosura njëra mbi tjetrën, të ndjeshme ndaj ngjyrave të kaltër, jeshile

e të kuqe. Formohen kështu tre *negativa* që varen nga ndjeshmëritë e veçanta kromatike të të tri shtresave. Gjatë *larjes* prodhohen tri produkte oksidimi, të cilat, duke u kombinuar me lëndët e ndryshme që përmbahen në tri shtresat e filmit, linden ngjyrat plotësuese të atyre, ndaj të cilave janë të ndjeshme shtresat e filmit. Shkrirja e për-bashkët e këtyre ngjyrave përcakton një tërësi të ngjyrosur, që i ngjan mjaft së vërtetës.

45. *Fotografi me dritë të padukshme*. Me që ra fjala për fotografitë, le të themi këtu se përgatiten edhe pllaka fotografike që mund të ndikohen nga rrezet infra të kuqe, me fjalë të tjera, nga rrezet që vijnë përpara rrezeve të kuqe e janë rrezatime kalorifike (nxehtësie) të padukshme. Këto lloje rrezatimesh përdoren për arsye se, duke pasur një gjatësi vale edhe më të madhe se e kuqja, nuk «shqetësohen» aspak nga papastërtitë e atmosferës. Ndaj pra moti le të jetë i ngrysur sa të dojë, ai nuk mund të pengojë impresionimin e pllakës me këtë lloj rrezatimi. Një fotografi me rreze infra të kuqe mund të na zbulojë ngjyra që me sy të zhveshur është e pamundshme të vihen re, gjëra që një pllakë ose film i zakonshëm fotografik nuk mund t'i kapë. Një peisazh mjegullor, i fotografuar me rreze infra të kuqe, del i qartë si në një ditë me erë.

## K R E U VIII

### DISA NJOFTIME MBI FOTOMETRINË

46. *A mund të matet drita?* Them i se po, meqënëse intensiteti i ndriçimit të një llambe elektrike çmohet në «qirinj». Të gjithë e dinë se një llambë e ndezur prej 50 qirinjsh ka një ndriçueshmëri të dyfishtë në krahasim me atë të një llambe prej 25 qirinjsh. Mos vallë fjala qiri lidhet me fuqinë ndriçuese të flakëzës drithëruese, të zbetë të një qiriu prej dylli? Mos duam të themi këtu se një llambë e vetme mund të vlejë sa 25-50 ose 100 qirinj? (shiko paragrafin 46). Mendja na fluturon vetvetiu në sallet e mëdha të Versajës, që të verbojnë nga dritat e shandanëve, qirinj të thjeshtë dylli në kohra tanimë të shkuara, të vendosur me art e me bollëk.

Pa hyrë në hollësi mbi natyrën e dritës, themi se ajo duhet konsideruar si diçka që del nga burimet e dritës. Një trup merr dritë kur ndriçon; një trup humbet dritë kur errësohet. Syri është në gjendje të çmojë afërsisht, nëse një burim lëshon më shumë ose më pak dritë. Por prapë, që të arrihet në një përcaktim të përpiktë të sasisë së dritës, duhet zgjedhur një njësi matjeje e, përveç kësaj, duhen ndërtuar disa instrumenta të përshtatshëm për këtë punë.

47. *Njësia e dritës.* Pas shumë eksperimentesh, në Francë, në Angli e në Gjermani, në kongresin e elektrikistëve që u mbledh në vitin 1881, u vendos që të merret si njësi ndërkombëtare e ndriçi-

mit *njësia Vjol*, domethënë intensiteti i dritës së lëshuar nga një centimetër katror platin, në temperaturën e shkrirjes (1775<sup>0</sup>C) e në drejtim të pingultë ndaj sipërfaqes.

Çdo ekzemplar u realizua duke shkruar një kilogram platin në një furë gëlqereje. Drita që përhapet nga sipërfaqet e banjës që vjen duke u ftohur dalëngadalë, mund të vihet re nëpërmjet një diafragme të pajisur me një hapje prej një centimetri katror. Por, meqenëse kjo njësi është shumë e madhe, për nevojat praktike filloi të përdorej qiriri decimal (ose thjesht qiriri) që përbën një të njëzetën pjesë të njësisë *Vjol* dhe që i përgjigjet pak a shumë dritës së një qiriri nga ata që përdoren nëpër shtëpi. Ekzistojnë llamba elektrike gjigande prej 30-40-mijë qirinsh, e fenere deti prej njëmiliard qirinsh. Po intensiteti i Diellit sa është vallë? Pothuaj sa trefishi i një numri qirinsh të barabartë me 10 në fuqi të njëzetë.

48. *Më pak apo më shumë dritë...* Një nga ligjet e ndriçimit thotë se intensiteti i prodhuar nga një burim është në përpjestim të zhdrejtë me katrorin e largësisë prej saj. Edhe pa e vërtetuar këtë ligj, është e qartë se largësia lot rol mbi intensitetin e ndriçimit. Kjo është një gjë që vihet re çdo ditë, kur i afrohem burimit të dritës për të parë më mirë dhe, kur i largohemi, meqë drita e tij është shumë e fortë.

Është e qartë gjithashtu se intensiteti i ndriçimit të një ekranit varet edhe nga intensiteti i burimit të dritës si edhe nga pjerrësia e ekranit ndaj dritës.

## K R E U IX

### FAMILJA E VALEVE ELEKTROMANJETIKE

49. *Ndërmjet tyre, valët e dritës...* Diç kemi thënë shkarazi për teorinë valore të dritës që lindi në shekullin XVII, kur duket se teoria e emetimit, e krijuar nga Demokriti dhe e zhvilluar më tej sipas frymës së kohës nga Njutoni, ishte e destinuar të dështonte, meqënëse nuk ishte në gjendje të jepte një *interpretim mekanik* të dritës. Por aty nga fillimi i shekullit XIX shkencëtarët i kthyen sytë përsëri nga kjo teori, meqënëse ajo i shpjegonte më mirë disa fenomene që i mundonin.

Sipas një forme të parë të kësaj teorie, që vazhdoi deri në vitet e para të shekullit tonë, një trup lëshon dritë, kur pjesëzat e tij më të vogla dridhen, duke prodhuar disa valë në një ambient pa peshë që përshkon tërë Gjithësinë dhe që quhet *eter*. Ashtu si rënia e një guri në ujë e një pellgu e turbullon, e vë në lëvizje sipërfaqen, duke lindur një seri valësh që përhapen deri në buzët e pellgut, në të njëjtën mënyrë një burim zëri prodhon në ajër, siç do të shikojmë më poshtë, disa valë që përhapen me një farë shpejtësie e që kanë njëfarë lloj lartësie.

Hipoteza e eterit nuk është më e nevojshme sot për të shpjeguar përhapjen e dritës.

Drita bën pjesë në familjen e madhe të valëve elektromanjetike, të cilat, siç e provoi fizikanti i shquar anglez Maksuell, përhapen në boshllëk. Valët e dritës janë valë elektromanjetike me

frekuencë shumë të lartë dhe ndaj pra me një gjatësi vale shumë të shkurtër. Shkalla e valëve është një e vetme: nis nga valët e shkurtëra, ato të rrezeve kozmike, natyra e të cilave mbetet akoma e panjohur megjithë dokumentat e shumtë të transmetuar nga mjetet kozmike. Të gjitha këto rreze janë të padukshme për syrin e njeriut, i cili mund të shohë vetëm valët që shkojnë nga 4 gjer më 8 të dhjetëmijtat pjesë të milimetrit, domethënë nga 0,4 gjer më 0,7 mikrone e, me fjalë të tjera, nga ngjyra vjollcë në ngjyrën e kuqe, siç u tha kur u fol për spektrin. Vijnë më tej ultra të kuqet ose infra të kuqe: më në fund prej 1 mm. gjer 10 mm. hyhet në kampin e eksperimenteve fizike të dridhjeve tërësisht elektromanjetike.

Valët elektromanjetike janë të gjitha të barabarta për nga thelbi i tyre, por ndryshojnë nga gjatësia.

*Gjatësia* e valës është largësia ndërmjet një kreshte dhe asaj që vjen më tej, ndërsa *frekuenca*, është numri i luhatjeve që kryhen brenda një sekonde. *Periudhë* është koha që duhet për një dridhje të plotë, nga një kreshtë vale tek tjetra, tek ajo që vjen më pas. *Fazë* është kushti i veçantë i një valëzimi në çdo çast të periudhës. Kështu themi «faza të Hënës» për të treguar kushtet e Hënës në një çast të dhënë të periudhës së saj. *Lartësia*, përkundrazi, është largësia ndërmjet kreshtës dhe nivelit të origjinës.

Këtu mund të bëhen disa vërejtje. Valët përhapen në të gjitha drejtimet; drita përkundrazi përhapet në vijë të drejtë e prandaj prodhon hijet, meqenëse nuk është në gjendje t'u bjerë rrotull

pengesave. Po të jetë se brenda një dhome të errët lëshojmë ca dritë nëpërmjet një vrime, drita nuk përhapet nga të gjitha anët, por vazhdon rrugën e saj në vijë të drejtë, duke formuar një tufë cilindrike. Po të jetë se përkundrazi nga ajo vrimë lëshojmë një tingull, ky do të përhapet në tërë dhomën, meqenëse tingulli nuk përhapet në vijë të drejtë. Po atëhere si? Mos vallë mbrojtësit e teorisë së emisionit kishin të drejtë? Përhapja drejtvizore e dritës ka qenë një enigmë e madhe, për përkrahësit e teorisë valore, që kishte dalë fitimtare në fushën e ligjeve të pasqyrimin, të përthyerjes së dritës edhe të shumë e shumë ligjeve të tjera: çdo orvatje që u krye për ta përfshirë këtë fenomen elementar të dritës, domethënë përhapjen drejtvizore të saj, në suazën e teorisë valore, kishte dështuar. U desh pra mprehtësia e Tomaz Jungut dhe Ogysten Freznelit për të arritur këtu në një përfundim pozitiv (shih paragrafet 52-63).

Dhe që pikërisht Frezneli që me një eksperiment të famshëm dhe duke bashkëpunuar edhe me një fizikant tjetër frëng, provoi se valët e dritës janë *rigorozisht transversale*, domethënë të pingultaja ndaj drejtimit të rrezes së dritës.

## KREU X

### INTERFERENCA DHE DIFRAKSIONI

50. *Dritë plus dritë = errësi*. Ndodh ngandonjëherë që ndonjë degë peme e braktisur në mëshirën e ujrave, në vend që të lëkundet andej e

këndeje nga shkaku i dallgëve që e sulmojnë nga të gjitha drejtimet, nuk lëviz fare. Kjo mund të ndodhë, kur ajo gjendet në mes të disa lëvizjeve valore të kundërta dhe të barabarta për nga forca, intensiteti i tyre. Ndërsa nga një anë vjen një valë që e shtyn lart, ja, në të njëjtin çast, një valë tjetër që e shtyn poshtë me të njëjtën forcë. Në atë pikë ujët nuk lëviz më, forcat kundërshtarë asgjësojnë njëra-tjetrën.

Diçka e ngjashme ndodh edhe me valët e zërit (shiko paragrafin 86). Një tingull i mbledhur me një tingull tjetër mund të prodhojë heshtjen. Në qoftë se në një vend dy valë lëshohen në të njëjtën kohë nga burime zëri të barabarta, por të tillë që njëri të prodhojë ngjeshjen, kurse tjetri rrallimin e ajrit, ajri në atë vend nuk do të lëkundet, e pra atje do të kemi heshtje. Ky fenomen quhet fenomeni i *interferencës*. Fizikanti anglez Tomaz Jung (1773-1829) vuri re që, po të ishte drita një fenomen valor, atëhere do të mund të përcaktohej edhe interferenca e saj. Me fjalë të tjera, në disa kushte të veçanta nga shuma e dritës me dritë do të mund të prodhohej errësirë. Kjo mund të duket si diçka paradoksale, por eksperimenti që bëri fizikanti anglez u kurorëzua me sukses.

Sigurisht askush nuk mendon se, duke ndezur në të njëjtën kohë dy llamba, një nga njëra anë, tjetrën nga ana e kundërt, në të njëjtën dhomë, dhoma do të mbetet në errësirë. Në këtë rast valët e dritës arrijnë vërtet nga dy anë të kundërta, por janë në konkordancë (në pajtim) në mes



të tyre. Në rastin e interferencës nuk është fjala për valë të kundërta në kuptimin e drejtimit, por të kundërta, sepse ndërsa njëra prodhon një impuls kondensimi, tjetra prodhon një impuls rallimi, ashtu siç mund të bënte një piston që do të shtynte, ndërsa një tjetër do të tërhiqte (thëthinte).

Le ta shqyrtojmë pak më afër këtë fenomen.

51. *Çfarë është interferenca?* Le të përshkruajmë në mënyrë shumë të thjeshtë eksperimentin e kryer nga fizikanti anglez. Kemi dy burime drite puntiforme dhe të barabarta: prej tyre lëshohen valë që kanë të njëjtën fazë, të njëjtën gjatësi dhe të njëjtin intensitet. Këto burime mund të përftoheshin duke e bërë dritën të bjerë mbi një ekran opak, ku janë hapur dy vrimëzave shumë të afërta me njëra-tjetrën: në këtë rast këto lozin rolin e burimeve të dritës. Një ekran tjetër opak pret dritën që vjen nga vrimëzat. Dridhjet që nisen nga vrimat në konkordancë faze, domethënë me faza të barabarta, dhe që kanë përshkuar rrugë të barabarta me shpejtësi të barabarta, arrijnë natyrisht urtë e butë, me dashuri dhe në akord në të njëjtën pikë të ekranit, ndaj pra efektet e tyre mblidhen. Përfundimi në atë pikë do të kemi dritë. Por le të shohim pak nga e djathta mbi ekran: ja aty një pikë e errët. Përse vallë? E përse pak më tutje vjen një pikë me dritë? Dhe kështu me radhë: pika e errët, një pikë e ndriçuar, një pikë e errët, një pikë e ndriçuar... Pra kemi theka gjithnjë e më pak të ndriçuara që quhen thekat e interferencës. Si është puna pra? Ç'ndodh kështu? Në pikën e errët drita që vjen nga dy burimet nuk ka arritur në konkordancë faze, por në kun-

dërshtim faze, me fjalë të tjera drita ka arritur atje me një diferencë prej gjysmë periudhe: të dy vibracionet të arritura «njëra në kreshtë e tjetra «në gropë», ngjeshja e rallimi, asgjësojnë njëra-tjetrën. Më tej ndryshimi i gjatësive është i barabartë me një gjatësi të plotë vale. Ndaj pra, megjithëse gjatësitë janë të ndryshme, vibracionet arrijnë në konkordancë: që të dyja në kreshtë apo që të dyja në gropë. Pra si përfundim kemi dritë; më tej kemi prapë një numër tek gjysëm gjatësirash, e, pra, kemi përsëri errësirë.

52. *Pasqyrat e Freznelit.* Por eksperimenti i Jungut paraqet një të metë, meqenëse me këtë rast kemi dhe lindjen e disa fenomeneve të tjera të veçanta që quhen fenomenet e difraksionit (shiko paragrafin 54) në pikat e emisionit të dritës, fenomene këto që mund ta rrezikojnë suksesin e eksperimentit. Për këtë arsye parapëlqehet metoda e realizuar nga fizikanti i madh frëng Agustin Freznel, i cili, me anën e përdorjes së përshtatshme të dy pasqyrave, mundi të shfrytëzonte vetëm një pikë emisioni të dritës, duke ju shmangur kështu atyre të metave, për të cilat folëm më lart.

Të dy pasqyrat janë ndërtuar prej xhami të zi, në mënyrë që të kenë vetëm një sipërfaqe pasqyruese dhe janë pjerrur në mënyrë që të formojnë një kënd pak a shumë të barabartë me një kënd të sheshtë (170 gradë). Drita që vjen nga një pikë e vetme, prodhon një shembëllim mbi njëërën pasqyrë e një shembëllim tjetër mbi tjetrën. Këto dy shembëllime veprojnë si dy burime drite rigorozisht të barabarta, meqenëse krijohen nga një pikë e vetme dhe projektojnë mbi një ekran të

vendosur në mënyrë të përshtatshme, thekat e mirënjohura të interferencës. Meqenëse interferenca prodhohet me dritë të bardhë, domethënë të përbërë nga ngjyrat e ndryshme të ylberit, të parat që interferojnë janë dritat që kanë një largësi më të vogël vale, e pra ngjyra vjollcë, kështu që do të shfaqen edhe ngjyrat përkatëse plotësuese: mund të vërehen këtu spektret e interferencës që «zbre-sin» nga e kuqja në vjollcë.

Freznerli, duke u bazuar mbi interferencën, e riabilitoi teorinë valore. Në qoftë se drita, duke depërtuar nëpërmjet një të çare në një dhomë të errët, nuk përhapet, por vazhdon rrugën e saj drejt; në qoftë se nuk u vjen rrotull objekteve, por lë pas hijet e tyre, kjo u detyrohet kryesisht disa fenomeneve të interferencës: kështu pra «valët» u shpëtuan!...

53. *Magjia e flluskave të sapunit.* Kush nuk i di flluskat e sapunit, kaq të brishta, kaq të lehta, kaq të lezetshme, me ato ngjyrat e tyre të mrekullueshme që ndërrojnë vazhdimisht, që janë pothuajse të pakapshme? Janë ngjyrat e ylberit... por jo të gjitha ngjyrat e jo në renditjen e spekttrit diellor. Një fenomen i tillë (fenomen irideshence apo ylberizimi) mund të vihet re mbi sipërfaqen e ujit të një pellgu ose të detit, mbi një asfalt të lagur, kur mbi të ka rënë pak benzinë automobili, ose vaj motori. Këto irideshenca i ka ndonjëherë edhe çeliku në sipërfaqe.

Ky fenomen shpjegohet me praninë e disa pllakëve shumë shumë të holla: pllakëza vaji që përhapen mbi sipërfaqet e ujit, pllakëza oksidi (ndrysh-

ku) që formohen mbi çelikut, pllakëza të lëngshme të fluskave të sapunit.

Shpjegimi i këtij fenomeni, të cilin ja detyrojmë Jungut, bazohet mbi interferencën.

Rrezja e dritës që bie mbi pllakëzën, pjesërisht reflektohet nga sipërfaqja e pllakëzës e pjesërisht depërton brenda pllakëzës: devijon në saje të përthyerjes dhe arrin faqen e dytë, nga e cila reflektohet; del pastaj nga pllakëza në një pikë tjetër e jo pra nga ajo e incidencës. Por mbi këtë pllakëzë nuk arrin vetëm një rreze drite. Ja tek arrin edhe një tjetër që bie atje ku kishte dalë e para. Pjesërisht ajo reflektohet, duke u vendosur mbi rrezën e mëparshme që po ecën në atë drejtim: efektet e të dy rrezeve mbliidhen, duke prodhuar dobësime ose forcime të dritës, sipas rastit. Meqenëse është fjala për rreze të së njëjtës



Fig. 36.

dritë, por që kanë përshkuar rrugë me gjatësi të ndryshme, mund të interferojnë, po të jetë se diferenca ndërmjet rrugëve është prej disa gjysmë gjatësish, ose prej një numri tek gjysmë gjatësish. Atje ku diferenca është prej një gjatësie vale, ose prej një numri çift, ato mblidhen. Kjo është arsyeja që disa ngjyra shuhën, disa të tjera forcohen dhe syri i percepton si të ndritshme e të shkëlqyera ngjyrat që nuk janë shuar për shkak të interferencës. Diferenca e rrugës varet edhe nga trashësia e pllakëzës. Ngjyrat e flluskave të sapunit ndryshojnë vazhdimisht për shkak të ndryshimit të trashësisë, që vjen si pasojë e avullimit të pllakëzës së lëngët.

54. *Yjet xixëllojnë.* Me sa duket, edhe xixëllimi i yjeve varet, në mos tërësisht pjesërisht, nga interferenca, megjithëse këtu ndikojnë edhe veçoritë fiziologjike e të syrit. Sipas fizikantit frëng Arago, rrezet që mblidhen në një pikë të retinës për të formuar një shembëllim të yllit kanë përshkuar rrugë shumë të afërta, por jo identike, për shkak të temperaturave, dendësive dhe lagështirës atmosferike që nuk është e njëjlojtë për të gjitha rastet e për të gjitha rrezet. Disa nga këto rreze vijnë disi me vonesë ndaj të tjerave; rrezatimet e disa gjatësive të valës shuhën reciprokisht në saxe të interferencës. E që këndeje vijnë ndryshimet e befta në ngjyrë e në ndriçim.

Në planetet e dukshme për ne, ky fenomen nuk mund të ndodhë, sepse ata janë relativisht afër e pra nuk mund të konsiderohen si burime drite puntiforme, kështu që nuk kanë kushtin e domosdoshëm për të përcaktuar, për të lindur një interferencë.

55. *Drita pushton errësirën: difraksioni.* Kemi prekur më lart çështjen e fenomenit të difraksionit. Thamë aty se përgjithësisht drita nuk u vjen rrotull pengesave e pra lind kështu hijet gjeometrike të trupave. Por kjo nuk është rigorozisht e vërtetë, për arsye se drita arrin të depërtojë, qoftë edhe pak, brenda hijes gjeometrike. Vala e detit i vjen rrotull shkëmbimit, vala e zërit i vjen rrotull pengesës; një valë e shkurtër në një pellg zhive përhapet tej një pengese të vogël. E po më rë, edhe vala e dritës mund të përhapet tej një trupi opak, mjaft që ky të ketë dimensione proporcionalisht më të vogla. Quhen fenomene difraksioni të gjitha ato fenomene, ku drita depërton në brendësinë e hijes gjeometrike. Fenomenet e para të difraksionit u zbuluan nga italiani Grimaldi, në shekullin XVII. Këto fenomene u shpjeguan teorikisht nga Frezneli.

Le të bëjmë ndonjë eksperiment praktik që të na japë mundësi të sqarohet më mirë kjo çështje. Le ta mbyllim një portë por jo plotësisht: mbi murin pranë, caku i hijes së portës duket i rrethuar nga disa shirita të ndritshëm ose të errët. Këto nuk janë gjë tjetër veçse thekat e difraksionit, për të cilët kemi folur edhe më sipër. Në qoftë se vështrojmë një burim puntiform e të largët nëpërmjet një vrime të vogël në një kartuç ose mbi një fletë letre të hollë, fare lehtë mund të vihen re disa unaza me irideshenca (me gjyrat e ylberit) rreth një pjese qendrore të ndritshme. Kjo mund të ndodhë edhe duke vënë re një burim të fortë drite nëpërmjet disa vrimave të imta, si p.sh. nëpërmjet një stufe të ngjeshur, siç është stofa

e një ombrelle; ose duke parë dritën e diellit nëpërmjet qerpikëve ose nëpërmjet qimeve të një vurçe.

Ka raste që Hëna ose Dielli na duken të kuqërremë në horizont. Disa grimca të vogla pluhuri ose avulli uji, kapërcehen nga valët me një gjatësi më të madhe, domethënë nga ato të dritës së kuqe, të cilat arrijnë kështu të parat tek syri ynë e në një sasi më të madhe. Kemi të bëjmë këtu, pra, me një fenomen difraksioni.

Ultramikroskopi, siç kemi thënë edhe më parë (shiko fundin e paragrafit 25), bazohet pikërisht mbi difraksionin e dritës: disa thërmija të padukshme në mikroskop, kur sulmohen nga drita, tradhëtojnë praninë e vet, duke u rrethuar me una-za difraksioni.

## K R E U X I

### *NË BOTËN E MAGJEPSUR TË SPEKTROSKOPISE*

56. *Misteri i vijave të zeza.* Vibracionet me frekuencë më të vogël u përgjigjen valëve me gjatësi më të madhe; valëve më të shkurtëra vibracione me frekuencë më të madhe. Atëhere, pra, në Diell duhet të ndodhen grimca të panumërtta që bëhen shkak për vibracione me frekuenca të ndryshme.

Kemi thënë (paragrafi 36) se drita e Diellit, që vjen nga një e çarë, lind nëpërmjet disper-

sionit, një katërkëndësh i larmë i quajtur *spektër diellor*, ku valët më të gjata, 0,75 mikron qëndrojnë në skajin e kuq; më të shkurtërat, 0,4 mikron në skajin vjollcë.

Mirëpo ç'ndodh? Në fillim Volastoni dhe pas tij Fraunhoferi vunë re se spektri i Diellit është i «çarë» nga vija të zeza të shumta. Vija të zeza... domethënë mungesë drite në gjatësinë përkatëse... Mos vallë në atomet e substancave diellore mungojnë ato grimca që janë të afta për të prodhuar atë gjatësi vale? Apo mos vallë dritë në atë gjatësi vale, të lëshuara nga Dielli, absorbohen nga materja që ndodhet ndërmjet Diellit dhe sipërfaqes së Tokës?

Fizikanti bavarez Fraunhofer (1787-1827) e studjoi këtë fenomen, duke dalluar ndër këto vija ato më të shquarat; i emëroi me gërmat e alfabetit, por nuk arriti të shpjegonte dot të fshehtën e tyre.

Janë të shumta vijat që duken me mjetet e zakonshme; më të shumta janë akoma ato që mund të shquhen me mjetet më të përparuara të fizikës moderne. Mund të dallohen 20-mijë syresh.

57. *Spektrret e lëndëve të ndritshme: efekti Doppler*. Të gjithë trupat, qofshin këta të ngurtë, të lëngshëm, apo të gaztë, në qoftë se nxehen gjer në inkandeshencë, linden spektra, që e karakterizojnë trupin që i prodhon, dhe e karakterizojnë kaq mirë, saqë, duke u bazuar tek spektri dhe vetëm tek ai, mund të gjendet se cili trup e ka lindur. Për studimin e këtyre spektreve, prizma e thjeshtë që nuk jep gjithnjë një rezultat të mirë zëvendësohet me një aparat që quhet *spektroskop*.



Ekzistojnë tipe të ndryshme spektroskopësh dhe të gjithë kanë aftësinë të japin spektre të *pastra*, domethënë të tillë që të evitojnë çdo mbivendosje, qoftë edhe të vogël, ngjyrash.

Spektri duket i vazhdueshëm (i pandërprerë) në qoftë se gazi ka një presion normal, siç është rasti i Diellit. Quhet spektër i vazhdueshëm një shirit që përmban të gjitha ngjyrat e ylberit, ngjyra të zbehura që vijnë njëra pas tjetrës pa ndonjë vijë të qartë dallimi.

Është vënë re se gazet me presion mesatar japin ca spektre me shtylla.

Gazet dhe avujt shumë të rralluar japin spektre me vija; dhe që këndej e nga eksperimente të tjera, u arrit në përfundimin se çdo element kimik në gjendje avulli ose gazi të rralluar ka një spektër të vet karakteristik me vija. Me anë të spektrit njihet elementi kimik që e lind atë.

Duke marrë ca kripë të zakonshme nga ajo e gjellës (klorur natriumi), duke e djegur atë në flakën e një furnele me gaz, do të kemi një dritë të verdhë. Kjo ngjyrë është e natriumit, sepse klori nuk jep një dritë të ndjeshme. Nxehtësia e zberthen kripën e ja, pra, kështu del në pah e zbulohet natriumi. Mund të verifikohet se është me të vërtetë ngjyra e natriumit, duke djegur një tjetër kripë natriumi. Flaka do të jetë gjithnjë e verdhë. Për një analizë më të sigurtë duhet që flaka të shihet nëpërmjet një spektroskopi. Atëhere do të vihen re dy vija të ndritshme e shumë të holla, të cilat përputhen me gjatësinë 0,59 mikron të spektrit të Diellit; pjesa tjetër është krejt e zezë. I tillë shfaqet gjithmonë spektri i natriumit.

Hidrogjeni jep tri vija karakteristike mbi një sfond të errët: një afër së kuqes, një afër jeshiles dhe një afër vjollcës.

Spektroskopia na lejon të dallojmë elementët e thjeshtë nga të cilët përbëhet një trup i përbërë. Analiza spektroskopike ka bërë të mundshme që të zbulohen shumë e shumë elementë të panjohur, si fjala vjen, ceziumi, i cili paraqet dy vija në ngjyrë të kaltërt; rubidiumin me dy vija të ndritshme në të kuqe. E më në fund heliumin që është vënë re për herë të parë në Diell dhe pastaj u gjend edhe mbi Tokë.

Në qoftë se, duke qëndruar pranë një vije hekurudhore do të ndodhë që të na kalojë pranë një tren duke fishkullyer, do të vëmë re se fishkëllima arrin më e mprehtë në veshin tonë, kur lokomotiva kalon përpara nesh e bëhet pastaj më e ulët kur lokomotiva kalon tej. Si shpjegohet ky fenomen? Shumë lehtë. Ndërsa lokomotiva afrohet, shpejtësia e tingullit mblidhet me atë të trenit e kështu veshi ynë do të marrë në çdo sekondë një numër më të madh valësh të zërit. Kështu ne kemi perceptimin e një tingulli me një numër dridhjesh më të madhe e, pra, ai do të na duket më i hollë, më i mprehtë. Kur lokomotiva largohet, ndodh e kundërta e pra, tingulli perceptohet më i ulët (shih paragrafin 87).

I njëjti fenomen ndodh edhe në rastin e dritës. Në qoftë se burimi i dritës i afrohet spektatorit dhe spektatori burimit të dritës, valët e dritës që emetohen duken më të shkurta, meqënëse frekuenca e tyre bëhet më e madhe (frekuencë e jo shpejtësi!) vijat e spektrit vendosen për nga zo-

na ngjyrë vjollcë e spektrit; në qoftë se përku-ndrazi burimi largohet, atëhere do të kemi një zhvendosje për nga ngjyra e kuqe. Ky fenomen quhet *efekti Doppler*. Kjo zhvendosje, që është vë-në re në spektret e mjegullnajave (nebulozave), i ka dhënë shkas krijimit të një teorie, sipas së cilës Universi përhapet, zgjerohet.

58. *Po vijat e zeza të Fraunhoferit?* Por ndër-kaq nuk është shpjeguar akoma fenomeni i atyre vijave të zeza, të famshme të spektrit diellor.

Duhet pasur parasysh se një lëndë absorbon të njëjtat rrezatime që ajo emeton (lëshon).

Duke djegur pak sodium metalik në flakën e një llambe, le të ndërpresim me këtë rrezet e dritës që vijnë nga një hark i Voltës: mbi spektrin e dritës të harkut do të duket një vijë e errët që i përgjigjet vijës së emetimit të sodiumit që, siç thamë, është prej 0,59 mikron, në saje të absorbimit të dritës që i detyrohet avujve të sodiumit. Këta avuj, në fakt, në temperaturën e flakës së një llambe, e cila është shumë më e vogël se ajo e harkut, emetojnë dritën e vet të verdhë, por me një intensitet më të vogël. Ja, pra, përse lind ajo vija e zezë.

Gjithnjë mbi rrezet që vijnë nga një burim me spektër të vazhdueshëm (llambë me hark ose edhe llambë elektrike) le të vendosim një vaskë të vogël me ujë të distiluar, në të cilën të jenë derdhur ca pika gjaku. Atëhere do të shikojmë spektrin e absorbimit të gjakut me breza të zinj që i detyrohen osemoglobinës në seksionet e jeshiles e të verdhës. Duke shtuar amoniak dhe tartrat hekuri mund të përcaktohet, nëse një njeri

ka pësuar një helmim nga oksidi i karbonit (kur qymyri është i pandezur mirë): në qoftë se brezat nuk do të zhduken, njeriu është helmuar, meqenëse dihet që në kushtet normale këta breza zhduken me këtë trajtim. Ky lloj kërkimi bën të mundshëm që të vërtetohet, nëse një njollë e dyshimtë mbi një rrobë është gjak apo diçka tjetër.

Quhet spektër absorbimi bashkësia e vijave apo brezave të errët që prodhohen nga një lëndë, e cila vendoset ndërmjet burimit të dritës dhe spektroskopit. Këto vija apo breza i përgjigjen spektrit të emetimit të kësaj lënde.

Prania, pra, e vijave të zeza varet nga ky absorbim.

Cilat janë pengesat që në spektrin diellor përcaktojnë vijat e Fraunhoferit? Disa syresh, një pjesë e vogël, i detyrohen atmosferës së Tokës, dhe janë ato të azotit të oksigjenit, të avullit të ujit; pjesërisht u detyrohen edhe shtresave të gazta me një temperaturë më të vogël, që ndodhen rreth e rrotull diskut të Diellit.

Me sy të zhveshur dhe me syza të tymosura, nuk shikojmë veçse pjesën e brendshme, ta themi kështu, të sipërfaqes së diellit. Me fjalë të tjera *fotosferën*, e cila formohet nga disa gaze shumë të ngjeshura dhe inkandeshente, temperatura e të cilave ngrihet gjer më 6000°. Rreth saj ndodhet një kurorë, e quajtur *kromosfera*, e formuar nga disa gaze që kanë një temperaturë mjaft më të ulët (nga 3000 shkallë gjer në 4000 shkallë). Kromosferën e shohim vetëm gjatë eklipseve. Gazet absorbojnë disa nga dritat e spektrit të vazhdueshëm të fotosferës, prandaj në spektër kemi vijat

e zeza. Efekti Doppler duket sikur na vërteton se pikërisht këtu është origjina e vijave të Fraunhoferit. Dhe në fakt, kur ne lëvizim drejt Diellit, për efekt të rrotullimit të Tokës, vijat zhvendosen drejt disa gjatësive valore më të vogla dhe e kundërta ndodh kur largohemi prej Diellit.

59. *Çfarë mund të na thotë spektroskopia...*  
Bëri të mundshme të përcaktohen elementët që ndodhen në atmosferën e Diellit e gjithashtu të përcaktohen edhe ata që nuk ndodhen në këtë atmosferë. Në këtë atmosferë ndodhet: sodiumi, nikeli, hekuri, hidrogjeni, alumini, xingu, bakri, siliciumi, karboni, argjendi, kallaj. Dhe nuk gjenden: ari, mërkuri, squfuri, azoti, plumbi.

Është folur shumë dhe flitet shumë për njo-llat e Diellit. Spektrat na kanë zbuluar një hollësi shumë interesante lidhur me këtë çështje. Na kanë vënë në dukje praninë e disa trupave kimikë të përbërë. Pra në pikat e «njollosura» fotosfera pëson një ulje të madhe të temperaturës.

Analiza spektroskopike, na bëri të ditur se Hëna nuk ka atmosferë e nuk ka ujë dhe se atmosferat e Marsit dhe të Venusit mund të jenë të përshtatshme për frymëmarrje; e papërshtatshme për frymëmarrje është përkundrazi atmosfera e Neptunit. Por disa studime më të reja dhe fluturimet kozmike të kohës sonë kanë bërë që të arrihet në disa përfundime të ndryshme, sidoqë edhe këto jo përfundimtare.

60. *Hapësirat e pakufishme.* Po mjegullnajat? Si është puna e mjegullnajave? Ah, mendja jonë këtu pothuajse humbet... Në teleskop disa syresh duken si një grumbull yjesh shumë të largëta.

Njëra syresh është edhe Kashta e Kumtrit. Por ekzistojnë edhe të tjera që nuk mund të përcaktohen as me anë të teleskopëve më të fuqishëm. Ndofta janë përbërë nga masa të gazta inkandeshente, por ka shumë mundësi që të jenë universe yjesh të largët me qindra e mijëra vjet-dritë. Me fjalë të tjera tepër të largëta prej nesh, kështu që nuk mund të përcaktohen as edhe me teleskopët më të fuqishëm.



Fig. 37.

Një mjegullnajë e largët 650 vjet dritë.

Por analiza spektrale mund të na vijë në ndihmë. Në mos tjetër ajo mund të na shtyjë të arrijmë në disa deduksione. Në qoftë se këto mjegullnaja kanë një spektër me vija të ndritshme (të shkëlqyeshme), atëhere ka mundësi që të përbëhen thjesht nga masa të gazta me temperaturë të ulët; po të jetë se paraqesin një spektër të ngjashëm me atë të Diellit dhe të yjeve të tjera, atëhere ka shumë mundësi të jetë fjala këtu për disa univere yjesh.

Ndaj, pra, edhe u fol në shkencë për «universe ishuj». Sipas këtij konceptioni Toka, si edhe tërë kupa yjore, i përkasin mjegullnajës së Kash-tës së Kumtrit, duke formuar kështu Universin galaktik, me fjalë të tjera Universin tonë, që njeriu e njeh që prej kohrave më të lashta. Por përveç këtij universi ekzistojnë edhe me mijëra univere të tjera, që duken si njolla dhe që përbëhen herëherë nga një masë e gaztë. Këto janë të shpërndara në thellësitë e qeta të hapësirave. Secila nga këto njolla është një mjegullnajë që mund të përcaktohet me anë të spektrit, është univers gjigand, siç është edhe Universi ynë galaktik.

61. *Ndryshimet që pëson jeta e yjeve.* Jeta e yjeve është interesante. Mund të themi se një yll lind atëhere kur nuk i përket më masës së gaztë, por konkretizohet në një masë të kuqe si gjaku, spektri i së cilës paraqet ende disa vija spektrale, që tregojnë se ylli është ende mjaft afër mjegullnajës që e lindi: është akoma hidrogjen. Ja, pra, rinia e yjeve. Temperatura dhe rrezatimi rriten: ylli është i bardhë; paraqet pak vija absorbimi, në të cilat mbizotëron ende hidrogjeni.

Por, ja, atmosfera e yllit fillon të ftohet, bëhet absorbuuese si ajo e Diellit, kështu që kemi shumë vija të zeza në spektër, vija të cilat, u përgjigjen shumë elementëve të tjerë e, pra, jo vetëm hidrogjenit. Temperatura vazhdon të ulet, disa nga avujt as që ndahen më, pikërisht siç ndodh me oksidin e titanit në njollat e Diellit. Spektri ka trajtën e shtyllave. Na vjen keq për yllin, por ai filloi të mplaket... Vdekja është ftohja e tij e plotë. Ai nuk rrezaton më dritë, nuk rrezaton më nxehtësi...

Yjet në caqet ekstreme të ciklit të evolucionit të tyre, domethënë yjet e kuqe e të verdha, ndahen në yje gjigante e yje xhuxhë. Të parat janë të reja, të dytat janë plakur krejt.

Një yll gjigant dhe i kuq është fjala vjen ylli Betelgeuse në konstelacionin e Orionit, një yll ky, kaq i madh, saqë do të mund të përfshinte një pjesë të madhe të sistemit Diellor.

Yjet relativisht të reja kontraktohen vazhdimisht në periudhë të pamatshme kohe, duke arritur temperatura gjithmonë më të larta. Kështu shpjegohet shkëlqimi i fortë i bardhë në të kaltërt i Siriusit ose i Vegës (10-15 mijë gradë). Kontraktimi pastaj vazhdon, por temperatura ulet gjersa arrin fazat e fundit të pleqërisë (xhuxh i verdhë e xhuxh i kuq), faza të cilave u afrohet Dielli.

Pra kështu spektroskopja ka vërtetuar se jeta e yjeve pëson ndryshime të vazhdueshme.

62. *Evolucioni i materjes*. Krahas me këtë pikëpamje mbi evolucionin e yjeve, shkenca trajton dhe një pikëpamje tjetër, atë të evolucionit të vetë materjes, duke filluar nga hidrogjeni. Kështu shpje-



gohet origjina e nxehtësisë së Diellit: në çastin kur hidrogjeni bashkohet (agregohet) për të lindur elementë të tjerë, disa sasi të vogla materjesh transformohen (gjithnjë sipas kësaj teorie) në sasi shumë të mëdha energjie që rrezatohen në hapësirë. Nuk mund të thuhet se kjo teori është e sigurtë. Mund të thuhet me siguri vetëm se hidrogjeni hyn në të gjithë trupat, meqenëse protoni, njësi e ngarkesës bërthamore e pikërisht ngarkesë pozitive, përbën themelin e ndërtesës atomike. E, pra, protoni është shpirti i atomit të hidrogjenit, i cili është formuar nga një proton dhe nga një elektron.

Këto, pra, janë përfundimet në të cilat ka arritur shkencë. Por sot njeriu i ka hedhur, të themi kështu, të gjitha energjitë e veta në sulm kundër hapësirës. Fjalën sot e kanë satelitët artificialë, sondat, stacionet kozmike dhe radioteleskopet.

Fizika gjatë këtyre dhjetëvjeçarëve të fundit ka pësuar një revolucion të madh që i ka shtyrë shkencëtarët në drejtime e orientime të reja e të guximshme. Por megjithatë fenomenet që fizika e vjetër, fizika klasike i ka studjuar që prej kohësh, ndonëse ndryshojnë nga premisat, mbeten ata që kanë qenë në pasojat e tyre. Spektroskopia ka zbuluar elementë që nuk do ta ndryshojnë thelbin e tyre, edhe në qoftë se fizikantët modernë lexojnë në të të tjera fjalë...

63. *Spektre të padukshme.* Rrezatimet e spektrit diellor shkaktojnë një ngrohje, një ngritje të temperaturës në trupat që i presin ato. Më pak «kalorifike» është ngjyra vjollcë, pak më tepër ngjyra që vjen pas e kështu me radhë, gjer tek e kuqja. Përtej së kuqes, spektri kalorifik vazhdon

e intensifikohet, por tani kemi një spektër të pa-dukshëm për sytë tanë. Drita dhe nxehtësia janë dy aspekte në të njëjtin fenomen, dy aspekte që ndryshojnë vetëm përsa i përket vlefës së ndryshme të gjatësisë së valëve. Rrezet e nxehtësisë (kalorifike) kanë mbiëkranin diellor një gjatësi vale që përfshihet ndërmjet 0,75 e 17 mikronë. Mund të arrihen rreze kalorifike edhe me një gjatësi vale prej 300 mikronësh.

Nxehtësia pasqyrohet, përthyeret me po ato ligje pasqyrimi e përthyerjeje të dritës. Qelqi i zakonshëm absorbon ngjyrat infra të kuqe, ndërsa kuarci dhe ebaniti janë të përshkueshëm për këto rreze.

Spektri i Diellit përhapet edhe përtej ngjyrës vjollcë, natyrisht me një fenomen të kundërt me atë të ngjyrave infra të kuqe, domethënë me valë më të shkurtëra sesa ato të ngjyrës vjollcë. Por dhe këto rreze që quhen ultravioletë, nuk mund të shihen nga syri i njeriut, i cili është në gjendje të dallojë vetëm ato rrezatime që përfshihen ndërmjet 0,4 dhe 0,75 mikronë. Rrezet ultravioletë u zbuluan në fillim të shekullit XIX nga Ritter dhe Volaston. Deri atëhere askush s'dinte gjë për ekzistencën e tyre. Në spektrin e Diellit ato nisen që prej 0,4 mikronë (vjollca ekstreme) e shkojnë gjer më 0,29 mikronë; me mjete të posaçme mund të arrihet, gjithashtu, një gjatësi vale minimale prej rreth 0,1 mikron.

Drita elektrike është e pasur me rreze ultravioletë, por këto absorbohen shumë nga qelqi i zakonshëm i llambave që nuk është i tejdukshëm për to. I tejdukshëm është përkundrazi ndaj tyre ku-

arci që përdoret rëndom në kërkimet shkencore dhe në të gjitha ato raste, kur duhet t'u jepet rrugë e lirë rrezeve ultravioletë.

Këto rreze ndikojnë shumë mirë mbi organizmin e njeriut, sidomos në fazën e zhvillimit të tij. Prandaj dhe fëmijët u ekspozohen rrezeve ultravioletë, buzë detit dhe majë maleve. Është vërtetuar se rrezet ultravioletë janë në gjendje të mposhtin rakitizmin, meqenëse prodhojnë nën lëkurë vitaminat A e D.

Gjatë dimrit të gjatë, sidomos në krahinat e Veriut, ku nuk ka mundësi t'u jepet fëmijëve drita e nevojshme e diellit merren masa që t'u bëhen ca rreze ultravioletë me disa llamba speciale elektrike, këllëfi i të cilave është prej kuarci. Sigurisht kura me rreze natyrale është më e mirë, më e efektshme, meqenëse në këtë rast ndërhyjnë edhe elementë të tjerë, si fjala vjen ajri, lëvizja; por megjithatë këto kura racionale, që kryhen nëpërmjet rrezatimeve të llambave me ampula kuarci, japin gjithmonë përfundime të mira. Mund të përdoret edhe një «surogat» i kuarcit, që kushton më pak ose tubit prej qelqi mund t'i aplikohet një *dritare* e thjeshtë kuarci.

Rrezet ultravioletë veprojnë mbi pllakat fotografike si drita e zakonshme.

64. *Drita e ftohtë*. Rrezet ultraviolete kanë edhe një veti tjetër. Ato «zgjojnë» fluoreshencën e disa lëndëve. Një trup quhet fluoreshent, po të jetë se, i goditur nga një tufë rreze drite, lëshon (emeton) disa rreze me gjatësi vale të ndryshme, në përgjithësi me një gjatësi vale më të madhe sesa drita nxitëse. Kemi të bëjmë këtu me një

rast të veçantë të lumineshencës, meqenëse emetimi i dritës vazhdon vetëm derisa zgjat nxitja që e lind dhe nuk shoqërohet me çlirim nxehtësie. Pra, kjo është një dritë e ftohtë. Analiza nëpërmjet dritës së fluoreshencës përdoret sot shumë për përcaktimin e ngjyrosësve të ndryshëm, të fibrave tekstile, të prodhimeve ushqimore ose mjekësore, të gurëve të çmueshëm, të kartmonedhave, të dorëshkrimit.

Fluoreshenca, nga prejardhja e saj, është një cilësi karakteristike e fluoritit, nga i cili merr edhe emrin; veçanërisht cilësi e disa varieteteve jeshile dhe vjollcë të fluoritit. Ky fenomen bëhet krejt i qartë kur në një dhomë të errët dërgojmë një rreze drite mbi një kristal fluoriti. Fluoriti në këtë rast do të emetojë një aureolë të ndritshme.

Përkundazi një trup quhet fosforeshent, po të jetë se, duke u mbajtur ca kohë nën veprimin e rrezatimeve të dritës, po të zhytet pastaj në errësirë vazhdon të lëshojë dritë: një dritë të ftohtë edhe në këtë rast. Shumë kripra të uraniumit janë fosforeshente; fosforeshent është edhe sulfuri i kalciumit. Fenomeni i fosforeshencës bie në sy sidomos në rastin e diamantit dhe të smeraldit.

Fluoreshenca paraqitet edhe kur përdorim për nxitje rrezet X, të cilat shkaktojnë rrezatime që i përkasin zonës së dukshme të spektrit. Edhe disa temperatura të ulta, si ajo e ajrit të lëngshëm, mund të bëhen shkak për fluoreshencë dhe për fosforeshencë.

## K R E U XII

### NATYRA E DRITËS SIPAS TEORIVE TË REJA

65. *Teoria elektromanjetike fillon të lëkundet...* Dukej sikur me teorinë elektromanjetike të dritës që thënë fjala e fundit rreth natyrës së dritës. Kemi folur më parë për teorinë korpuskulare të Njutonit: nga një trup i ndritshëm dalin korpuskule shumë të imta që lëvizin me një shpejtësi shumë të madhe në drejtim drejtvizor e që kthehen, duke hovur në mënyrë elastike nga pasqyra. Reflektimi i dritës, difuzioni, formimi i hijeve gjeometrike gjejnë në këtë teori një shpjegim krejt logjik. Por teoria korpuskulare mbetet krejt e çarmatosur, kur është fjala të thotë diçka lidhur me difraksionin, interferencën e fenomene të tjera të këtij lloji. Ja, pra, se si lind një teori tjetër, teoria valore e dritës, e cila sheh tek drita një bashkësi valësh, që dalin nga një pikë në dridhje, bashkësi kjo që përçohet mbi oqeanin e eterit kozmik. Kështu fenomenet që për teorinë korpuskulare mbeteshin të errëta, për teorinë e re bëhen krejt të qarta.

Me teorinë elektromanjetike, bie poshtë nevoja e ambientit «eter»: rrezatimet e dritës përmbliohen në harmoninë e një konceptioni unik, në atë të valëve elektromanjetike që duket sikur është në gjendje të zgjidhë deri edhe problemet më të vështira.

Por nuk është tamam kështu... Ka një por në këtë mes. Një por që përbëhet nga efekti foto-

elektrik, nga radioaktiviteti, nga rrezatimet e trupit të zi, të cilat tregojnë diçka krejt tjetër, diçka krejt të re. Duhet, pra, një teori e re për t'i shpjeguar këto fenomene të çuditshme. Dhe, ja, kështu arrihet në teorinë e «kuanteve» (*quantum* — latinisht): kuantë veprimi, kuantë energjie, kuantë drite.

Si lind pra, si përçohet drita. Kjo pikëpyetje duket se do të vazhdojë të na mendojë ende...

66. *Trupi i zi padit «kuantet»...* Ç'është trupi i zi? Njëfarë sobe, një cilindër i lëmuar, bosh nga brenda, i pështjellur me amiant. Duke e ngrohur së tepërmi nga brenda me anë të një spirali prej hekuri inkandeshent, valët e dritës e të nxehtësisë përplasen vazhdimisht andej e këndeje nga faqet reflektuese dhe në këtë mënyrë ndodh një transformim gradual i energjisë rrezatuese. Valët më të gjata të rrezeve infra të kuqe zëvendësohen nga ato më të shkurtërat të rrezeve ultravioletë.

Përse ndodh vallë kjo thyerje, ky grimcim valësh? Këtë e shpjegoi për herë të parë në vitin 1913, Maks Planku. Le të marrim me mend një faqe uji, mbi të cilën era të ketë formuar ca dallgë shumë të larta. Kur era pushon, dallgët vazhdojnë ende për një kohë të gjatë të përplasen nga njeri breg tek tjetri. Por pak nga pak energjia e lëvizjes së dallgëve më të gjata e më të mëdha nga përplasia kundër brigjeve dhe pengesave të tjera solide, shndërrohet në energji lëvizjeje valësh gjithmonë e më të shkurtëra gjersa të gjitha valët të jenë bërë kaq të vogla dhe lëvizjet e tyre të jenë bërë kaq të holla, sa që të mos vihen dot re pothuajse fare. Ky grimcim nuk vazhdon deri në pambarim. Caku i tij i natyr-

shëm ndodhet tek madhësia e molekulave. Në rastin e energjisë rrezatuese, sipas teorisë valore, grimci mi nuk duhet të kishte ndonjë cak, meqenëse këtu nuk është fjala për materje me peshë e, pra, as për grimca materiale. Në trupin e zi rrezet kalorifike si dhe rrezet e dritës do të duhej që të zhdukeshin më në fund krejtësisht, duke u transformuar në rreze ultraviolete të padukshme dhe aktive vetëm në kuptimin kimik të fjalës. Por në realitet nuk ndodh kështu. Vjen një kohë, kur transformimi ndalon edhe rrezatimi mbetet i qëndrueshëm. Pra, ekziston një limit, një cak, ekziston një «quantum» i fundëm i materjes që mund të lëvizë vetëm si një e tërë e vetme. Në rastin e ujit lëvizja ndalon në madhësinë e molekulës. Në rastin e rrezeve të dritës dhe rrezeve termike duhet pranuar se ekziston diçka që e mban të bashkuar energjinë rrezatuese në «quante» të fundmë, sidoqë këto kanë disa përmasa shumë e shumë të vogla.

Sigurisht ky eksperiment, i bërë që në vitet e para të shekullit tonë, ndonëse ka një rëndësi jashtëzakonisht të madhe, nuk mund të mjaftonte për t'i detyruar shkencëtarët që të praninin hipotezën revolucionare të «quanteve». Për një kohë mjaft të gjatë studimet e Plankut u pranuan me mosbesim nga bota shkencore; zëri i tij ishte shumë i dobët e, pra, askush nuk mund t'ja vinte veshin. Por në vitin 1918, Planku fitoi çmimin Nobel për fizikë.

67. *Teoria e «quanteve» afirmohet.* Koncepti i atomeve të energjisë u përforcua e u verifikua më së miri edhe nga zbulimet e disa shkencëtarëve, të cilët e shfrytëzuan teorinë e «quanteve» në kërkimet e tyre. Impulsi i parë në këtë drejtim u dha nga

Ajnshtajni, i cili vuri në dukje se nocioni i «quantit», ose më mirë të themi mendimi se energjia rrezatuese është e përbërë nga atome ashtu si edhe materja, sqaronte një varg vëzhgimesh të rëndësishme mbi natyrën e dritës, si fjala vjen atë të efektit fotoelektrik. Kështu, pra, energjia e dritës nuk është shpërndarë në mënyrë të vazhdueshme në hapësirë, siç thotë teoria valore, dhe as nuk përbëhet nga një emetim korpuskulesh, siç thoshte Njutoni, por ajo është një shpërndarje e «kuantizuar» energjie, ose, me fjalë të tjera, energji e përqendruar në thërmija. Kuantit i dritës u quajt më vonë nga G.U. Levis në 1926, «foton» (photon — kuant drite). Teoria e kuantëve mori një provë tjetër edhe nga teoria atomike e fizikantit danez Nils Bohr. Do të dilnim nga fusha e optikës, sikur t'i viheshim shpjegimit të teorisë atomike të Bohrit. Por ja që pikërisht në strukturën e atomit duhet kërkuar edhe burimi i energjisë së dritës.

Çfarë është efekti fotoelektrik? Edhe këtu sikur dalim pak nga fusha jonë. Por do të themi vetëm kaq: kur një rrezatim përplasat me disa metale të veçanta, siç janë çeziumi ose rubidiumi, prej këtyre metaleve shkëputet një çurg i shpejtë elektrownesh.

Është vërtetuar se, duke mos e ndryshuar gjatësinë e valës të rrezatimit ndeshës (indident), elektronet që emetohen në sajë të efektit fotoelektrik nga metali i goditur, kanë gjithnjë të njëjtën shpejtësi; edhe po ta shtojmë intensitetin e rrezatimit, kjo shpejtësi nuk shtohet; shtohet përkundrazi vetëm numri i elektroneve të emetuara.

Sipas teorisë valore të dritës, shtimi i energjisë



së rrezatimit ndeshës do të duhej të shkaktonte një rritje të energjisë dhe pra, të shpejtësisë së elektroneve të shkëputura prej metalit. Dhe kjo sepse, po të jetë se shkëputja (nxjerrja) i detyrohet shtytjes që u jep elektroneve energjia e dritës, një energjie dritë më të madhe duhej t'i përgjigjej një shtytje më e madhe e, pra, një shtim i shpejtësisë së elektroneve të shkëputura.

Në qoftë se, përkundrazi, pranojmë bashkë me Ajnshtajnin se çdo elektron nxirret nga një foton, i cili ka një energji të tij, ligji atëhere duket krejt i qartë. Logjikisht energjia e elektronit të nxjerrë është gjithmonë e barabartë me atë që i komunikohet nga fotoni, energji kjo së cilës duhet t'i zbritet vetëm puna për nxjerrjen e elektronit. Rritja e rrezatimit ndeshës shkakton vetëm një rritje të numrit të fotoneve e, pra, rrjedhimisht, një shtim të elektroneve të nxjerra.

Ndryshe nga ç'mendohej e besohej më parë, drita peshon e ndaj, pra, ajo i nënshtrohet tërheqjes që i detyrohet gravitetit. Kjo është vërtetuar nga teoritë e Ajnshtajnit, sipas të cilit energjia ka një masë. Drita e një ylli shumë të largët, kur kalon pranë Diellit, devijon domethënë gravitohet (tërhiqet) nga Dielli. Është fjala për një kënd shumë të vogël, por që mjafton për të provuar se drita peshon.

Sipas teorisë kuantiste drita, gjatë procesit të emetimit dhe të absorbimit, nuk paraqitet si ajo vala eterore e Freznelit dhe as si ajo vala elektromagnetike e vazhdueshme e Maksuellit dhe e Hercit, por ngjjet me një fluks të përbërë nga doza të vogla energjie, që mund të konsiderohen si atome drite dhe të

vlerësohen kështu, sidoqë kanë një natyrë të ndryshme, baras me korpuskulet e Njرتونit. Por shumë i vështirë ka qënë pajtimi i këtij konceptioni me fenomenet e interferencës, fenomene që duket sikur tregojnë se drita përhapet në mënyrë të njëtrajtëshme me fasha valë të vazhdueshme, aqë më tepër kur në një teleskop të madh bashkë me shembëllimin e yllit kemi dhe ca figura difraksioni. Por, në qoftë se drita e këtij ylli bie mbi një pllakëzë potasiumi, ajo, siç e kemi thënë, vepron jo si një valë, por si një korpuskul, në të cilin është lokalizuar njëfarë energjie, meqenëse shkul elektronet, dhe çdo elektron është i pajisur me të njëjtën energji të «kuantit» që i korrespondon asaj drite të veçantë.

Sidoqoftë, fjala e fundit për natyrën e dritës ende nuk është thënë dhe nuk dimë se kur do të mund të thuhet...

Por ja, shpejtësia e dritës mbetet e pandryshueshme. Ajo ka një vleftë absolute që nuk varet as nga frekuenca, as nga gjatësia e valës, as nga «kuantizimi»: 300-mijë kilometra në sekondë. Pa u shqetësuar për sa ndodh në Univers ajo vazhdon të vrapojë andej e kënde, vazhdon të hidhet përpjetë, të reflektohet, të përthyeret, të difuzohet, të lindë lloj-lloj ngjyra e figura, duke mbajtur gjallë mbi dhë jetën e kafshëve dhe të bimëve, duke qënë një burim i pashtershëm energjie për njerëzit që janë gjithmonë të etur për dritë.

## KREU XII

### MBI NATYRËN E TINGULLIT

68. *Gëzimet që jep dëgjimi.* Sikur tërë bota të heshtë për një çast dhe sikur heshtja, një heshtje e plotë, një heshtje absolute, të sundonte rreth e rrotull, e të mos dëgjonim as tinguj, as zërin më të lehtë, më të brishtë, do të na dukej sikur jetonim në një mbretëri hijesh që zbehen e zbehen vazhdimisht derisa zhduken krejt. Dhe ahëre instinktivisht do të përpiqeshim të thërrisnim, që ta mposhtnim atë vdekje të jetës, që të dilnim nga ai ankth mbytës, por zëri do të na ngrinte në fytyrë, zëri nuk do të dëgjohej. >

Sigurisht kjo s'është veçse një përfytyrim, sepse, derisa do të kemi vesh për të dëgjuar, tingujt, zërat, të mprehtë apo të trashë, meloditë e harmoniozë, do të vazhdojnë e do të vazhdojnë gjithmonë të na kënaqin veshët.

Por prapë duhet të themi se tingulli nuk është ashtu siç është drita, nuk e ka atë fuqinë e jashtzakonshme, me të cilën drita mposht deri edhe hapësirat ndërplanetare. /Zëri është lidhur më ngushtë me materjen. Çdo dridhje zëri ngec në boshllëk. /Ndërsa një teleskop do të mund të fotografonte shembëllimin e shpërthimit të një ylli, asnjë dridhje zëri nuk do të mund të arrinte deri tek ne nëpërmjet ndonjë ajrofonit, qoftë ky edhe më i përsosuri (shih paragrafin 94). Do të duhej që një ambient material, qoftë fundja edhe një gaz, të na lidhte me yllin. Por edhe në këtë rast për shkak të largësisë së madhe

dridhjet do të humbisnin gjatë rrugës. Nga ana tjetër, ndërsa drita pengohet nga një mur, zëri mund të na arrijë nga një dhomë pranë, edhe kur kjo është e mbyllur nga të gjitha anët. Kjo është edhe arësyeja që shpeshherë qahemi nga zhurmat e fqinjëve. Nuk jemi të zotë t'i zhdukim këto zhurma, ndërsa mund të mundim çdo dritë duke mbyllur e duke puthitur mirë dritaret.

69. *Akustika*. Akustika është ajo pjesë e fizikës që merret me studimin e tingujve, me zbulimin e shkaqeve dhe të ligjeve të tyre. «Akuro» greqisht do të thotë dëgjoj. Akustika ka luajtur një rol të madh në historinë e fizikës, sepse ka hapur horizonte të reja edhe në fusha të tjera. Kështu në saje të punimeve të Galileut dhe të vazhduesve të tij, u shpjeguan në gjuhën e mekanikës, me ndihmën e akustikës, edhe disa fenomene që deri atëhere mendoheshin se s'kishin të bënin fare me mekanikën. Fenomenet e zërit u përfshinë për herë të parë në ligjet e lëvizjeve e të shtytjeve reciproke të grimcave materiale. Ky interpretim i fenomeneve akustike, të cilat shqisët tona nuk i perceptonin si fenomene «mekanike», hapi rrugë dhe dha frymëzimin e nevojshëm në kërkimin dhe në shpjegimet analoge në rastin e nxehtësisë, të dritës, të elektricitetit e më në fund në strukturën e vetë materjes. Por duhet thënë se sot mekanika nuk përbën me modelin bazë, mbi të cilin mund të ngrihen interpretimet e të gjitha fenomeneve të tjera të fizikës, e pra, edhe ato të dritës e të elektricitetit. Themelore sot janë të tjera koncepte. Por për të arritur deri këtu duhet të kalojmë nëpërmjet gjithë zigzageve të zhvillimit

të fizikës gjer në kohën tonë dhe kontributi i dhënë nga akustika ruan gjithë vlerën e saj.

70. *Lindja e tingujve.* Tingull në fizikë quhet gjithshka që vepron mbi organin tonë të dëgjimit. Një trup që dridhet (vibron) lëshon një tingull, kështu pra ai është për veshin tonë një burim zëri, mjafton që numri i këtyre dridhjeve të mos jetë më i vogël se 16 për çdo sekondë, e më i madh se 20.000. Po të jetë se numri i dridhjeve do të jetë më i vogël ose më i madh, trupi le të dridhet sa të dojë, ne nuk do të mund ta dëgjojmë kurrë atë. Kështu, fjala vjen, një vazo e kristaltë, po të goditet në një mënyrë të përshtatshme në buzën e saj, do të lëshojë një tingull. Po ta vendosim lehtë gishtin mbi buzën e vazos së goditur, do të dëgjojmë një drithërim të shpejtë. Telzat e një vegle muzikore, po të ngacmohen, bëhen burime tingulli. Ashtu edhe diapazoni mund të bëhet një burim zëri. Diapazoni është një instrument i përbërë nga njëfarë piruni prej çeliku me dy krahë dhe nga një këmbë. Ngacmohet duke e goditur ose duke e fërkuar me një hark; tingujt e thjeshtë të diapazonit shërbejnë për akordimin e instrumentëve muzikorë.

71. *Tingujt përçohen.* Por, nëse trupi dridhet, si prodhohet edhe si përçohet tingulli i emetuar? Këtu është fjala për disa dridhje të tipit elastik, siç ndodh në lëvizjet molekulare, domethënë për një veprim kontakti ndërmjet dy sferash. Prandaj, është i nevojshëm një ambient i përbërë nga molekulat, ndryshe përgjimi nuk mund të realizohet. Tingulli përhapet e arrin në veshin tonë nëpërmjet ajrit. Po të vendosim një zile brenda këmbanës së një maqine pneumatike (të një maqine që e thith ajrin e këmba-

nës, duke lënë boshllëkun), dora-dorës që ajri nxirret jashtë, tingulli dobësohet. Nuk do të zhduket krejt, sepse është e pamundshme të arrihet një boshllëk i përsosur edhe sepse tingulli mund të përhapet edhe nga trupat e ngurtë e, pra, nga «pjata» e maqinës pneumatike; por do të jetë një tingull kaq i dobët, sa të na provojë fare qartë se në këtë rast mungon mjete themelor i përcimit, ajri. Edhe trupat e tjerë e përçojnë tingullin, dhe aq më shumë e përçojnë, sa më shumë janë të pajisur me veti elastike.

72. *Valët e zërit.* Që ta qartësojmë ç'janë këto dridhje, le të përsërisim një eksperiment, që e bëjmë në rastin e dritës. Le të hedhim një gur në ujin e qetë të një vaske. Guri, duke e goditur ujin, e ngjesh atë; por menjëherë porsa guri zhytet, uji jo vetëm që kthehet atje ku ishte, me fjalë të tjera, në nivelin fillestar, por edhe e kalon atë, ngrihet më lart, për t'u ulur pastaj më poshtë e për t'u ngritur pastaj më lart e kështu me radhë. Pra, masa e ujit dridhet, tek vendi ku ka rënë guri. E pikërisht nga ai vend nisen shumë e shumë valë rrethore, të cilat përhapen në drejtim të buzës së vaskës. Këto valë tregojnë përhapjen e lëvizjes luhatëse që lindi nga rënja e gurit në ujë, përhapje kjo që bëhet e mundshme nga elasticiteti i ujit. Këtu kemi një përhapje të lëvizjes e jo një zhvendosje të materjes; uji vetë nuk zhvendoset në drejtim të buzës së vakës. Dhe në të vërtetë, po të hedhim në këtë ujë, që vazhdon të lëvizë nga rënja e gurit, një fije kashte, do ta shikojmë fijen të ngrihet e të ulet bashkë me valët, por nuk do ta shohim të lëvizë e t'u afrohet buzëve të vaskës (shih paragrafin 50). Në valët mund

të dallojmë shumë kreshta e shumë gropa. Largësia ndërmjet një kreshte dhe asaj që vjen më pas, quhet *gjatësi* e valës. Kurse *lartësi* ose *gjerësi* e valës quhet largësia e një kreshte ndaj nivelit horizontal të ujit në qetësi. Përhapja e zërit në një ambient elastik, në ajër për shembull, ndodh në një mënyrë krejt të njëjtë. Por në këtë rast valët nuk janë rrathë të njëpasnjëshëm, por sipërfaqe sferike.

Le të marrim një trup cilindrik, i cili të jetë i hapur nga njëra anë dhe i mbyllur nga ana tjetër, me anë të një pistonit. Le ta shtyjmë poshtë pistonin nga 10 centimetra. Sikur brenda në cilindër të ndodh një trup shumë i ngurtë, ky do të zhvendosej tërësisht në një distancë prej 10 centimetrash. Por në rastin e ajrit nuk ndodh kështu, meqenëse gazet, siç dihen, janë shumë elastike. Kur pistonit ulet poshtë e, pra, e ngjesh ajrin, shtresat e ajrit që janë pranë tij, ngjishen, ndërsa shtresat që ndodhen më larg, nuk pësojnë drejtpërsëdrejti ndonjë ndryshim. Kur pistonit ndalon, shtresat e ngjeshura priren që të zgjerohen, duke ua përçarë ngjeshjen e tyre shtresave të tjera që vinë më pas. Ajri nuk zhvendoset. Nuk kemi, pra, një përhapje të ajrit, por një përhapje të gjendjes së ngjeshjes. Po të jetë se, përkundrazi, e zhvendosim pistonin për nga lart, do të kemi një rrallim që përsëri do të përhapet nga të gjitha anët. Në qoftë se më në fund pistonit kryen lëvizjen poshtë e lart, atëherë do të kemi përhapjen e një vale të plotë, e një vale që është gjysmë e ngjeshur dhe gjysmë e rralluar. Lëvizjeve të pistonit i përgjigjet përhapja e një sistemi të vazhdueshëm valësh.

Gjithashtu një burim zëri që dridhet, prodhon

në ajër një sistem valësh sferike, koncentrike, gjysmë të kondensuara e gjysmë të rralluara e natyrisht të padukshme. Gjatësia e valës jepet me këtë rast nga largësia ndërmjet dy rrallimeve ekstreme të njëpasnjëshme. Drejtimi i rrezes së zërit, me fjalë të tjera drejtimi, sipas të cilit zëri përhapet, është i njëjtë me atë, gjatë të cilit luhaten molekulat e ajrit, duke u ngjeshur njëra pas tjetrës në zonën e kondensimit dhe duke u sprapsur drejt zonave të rrallimit.

Kjo është arsyeja që dridhjet e zërit ose vibrationet sonore janë longitudinale (gjatësore), domethënë përhapen përsëgjati, Transversale (e tërthortë), përkundrazi, është lëvizja luhatëse e ujit, e shkaktuar nga rënja e gurit, meqenëse grimcat e ujit lëkunden në një drejtim pingul me atë, në të cilin përhapet vala. Të tërthorta, gjithashtu, janë edhe luhatjet e dritës (shiko paragrafin 50).

Tani një pyetje tjetër: si vepron një molekulë ajri gjatë kalimit të valës? Molekula shtyhet herë përpara e herë pas në drejtimin e rrezes së përhapjes së valës me një lëvizje që na kujton atë të lavjersit, ndonëse është më e shpejtë. Koha e nevojshme për të kryer një dridhje të plotë, quhet *periudhë*.

## KREU XIII

### FENOMENE THEMELORE

73. *Shpejtësia e zërit në ambiente të ndryshme.*  
Zëri ka nevojë për njëfarë kohe që të përhapet e të



arrijë nga burimi i tij deri në veshin tonë. Kështu, kur shohim që shkundin ndonjë qylym me kopan në një farë largësie prej nesh, në fillim vëmë re kopanin që i bie qylymit, sepse drita shumë e shpejtë, na e sjell në çast këtë pamje, pastaj na duket sikur goditjet e ndjekin kopanin derisa jehona e goditjes së fundit humbet një çast, pasi kopani ka reshtur së rrahuri qylymin.

Që në kohrat më të lashta u vu re se duhet njëfarë kohe që zëri të vijë prej burimit të tij deri në veshin tonë.

Kështu, poeti latin Lukreci, në shekullin I para erës sonë vinte në dukje në poemën e tij «De Rerum natura», që po të shohim së largu një sopatë që bie mbi trungun e një druri të moçëm, më parë vëmë re se si sopata e qëllon trungun dhe më pas dëgjojmë zhurmën e kësaj goditjeje.

Kështu edhe bubullima vjen gjithnjë pas vetëtimës. Kur bubullima arrin në veshin tonë, ndodh shpesh që vetëtimja është zhdukur nga qielli. Dhe kur koha ndërmjet këtyre dy fenomeneve është e shkurtër, themi të frikësuar: «Rrufeja ka rënë afër...». Ndërsa gëzohemi, duke menduar se stuhia u largua, po të jetë se pas vetëtimës kalojnë disa sekonda, përpara se të dëgjohet zhurma e bubullimës që arrin jo më e potershme, e furishme, por me një gjëzim të mbytur, e ndjekur pas nga një murmurimë që shuhet dalëngadalë. Prandaj themi se përhapja e zërit është shumë më e ngadaltë se ajo e dritës.

Por vetëm në shekullin XVII shkencëtarët arritën të japin disa të dhëna shkencore lidhur me përhapjen e zërit. U provua në këtë kohë se zëri për-

hapet me një lëvizje të njëtrajtshme, se shpejtësia e përhapjes nuk varet nga intensiteti dhe frekuenca e zërit, me fjalë të tjera nga numri i dridhjeve të kryera nga burimi i zërit në një sekondë. U provua, përveç kësaj, se shpejtësia e përhapjes së tingullit rritet me rritjen e temperaturës së ajrit dhe zvogëlohet me zvogëlimin e kësaj temperature. Në temperaturën 15°C shpejtësia e zërit në ajër është 340 metra në sekondë; kurse në temperaturën 0° kjo shpejtësi është 331,5 metra në sekondë.

Pra, sidoqë të jetë, jemi shumë larg nga shpejtësia e përhapjes së dritës.

Në lëngjet dhe në trupat e ngurtë, zëri përhapet edhe më mirë sesa në ajër.

Dhe të mos harrojmë në këtë rast telefonin me spango. Dy kuti prej kartuçi lidhen me një spango të gjatë. Njëri nga fëmijët flet me zë të ulët në kutinë e vet. Fëmija tjetër, në skajin tjetër të spangos së tendosur, e vë kutinë e vet në vesh dhe dëgjon qartë ato që i thotë shoku i tij. Largësia nuk do të lejonte një komunikim direkt, sepse zëri i lëshuar në një ton kaq të ulët nuk do të kishte mundësi ta përshkonte ajrin, kështu që zëri në këtë rast përcillet nëpërmjet spangos. Duke e mbështetur veshin mbi shinat e hekurudhës ose, po të mos jemi kaq guximtarë, mbi dheun pranë tyre, mund të dëgjojmë të afruarit e një treni, kur ai është ende shumë larg. Në ajër përkundrazi zhurma mund të arrijë vetëm nga një distancë e afërt, e madje mund të mos arrijë fare, po të jetë se era u ndërron drejtimin valëve, ose, po të jetë se ndonjë pemë rretherrrotull e «shqetëson» përhapjen. Zëri dobësohet shumë, po të kalojë nga ajri në një ambient tjetër e pastaj të

kthehet përsëri në ajër. Ky dobësim vjen nga përthyerjet e njëpasnjëshme. Po të jetë se ora na shqetëson kur flemë me atë tik-takun e vet, e kemi kollaj: e fusim në një gotë, por në mënyrë që ora të mos e çikë qelqin e gotës.

Disa eksperimente që janë bërë kohët e fundit, kanë vënë në dukje se temperaturën  $15^{\circ}\text{C}$  shpejtësia e përhapjes së zërit në ajër është 340 metra në sekondë, në ujë është 1437 metra në sekondë dhe në hekur 5 mijë metra.

74. *Pasqyrimi (reflektimi) i zërit.* Kur valët e ujit të një vaske të rrumbullaktë përplasen kundër faqeve të saj, ato zmbropsen, duke u gërshetuar shpeshherë me shumë hijeshi me valët që ende nuk kanë arritur tek buzët e vaskës. Diçka e tillë u ndodh edhe valëve të zërit, kur ndeshen me ndonjë pengesë, për arsye se pjesërisht depërtojnë në të dhe pjesërisht zmbropsen ose, që ta themi më saktë, *reflektohen* (pasqyrohen). Fenomeni bie në sy qartë, kur pengesa është më e madhe, si për shembëll fasada e një shtëpie apo faqja e një shkëmbi. Ndodh një fenomen i ngjashëm me atë që vihet re kur një pikë e ndritshme pasqyrohet në një pasqyrë dhe ne e shikojmë shembëllimin në pasqyrë si një pikë simetrike dhe «të kundërt» me atë, prej së cilës u nis rrezja e dritës.

Në qoftë se nga një pikë niset një tingull i caktuar dhe rrezet e këtij tingulli përplasen në një mur, atëhere valët e tij do të reflektohen, e, pra, do të kemi në këtë rast një tufë rrezesh të reflektuara. Këndi i formuar nga rrezja ndeshëse (incidente) me pingulen në sipërfaqen reflektuese (këndi i *incidences*) është i barabartë me këndin që formohet nga

rrezja e reflektuar me të njëjtën pingule (këndi i pasqyrimit ose i reflektimit). Pra pikërisht ashtu siç ndodh me dritën. Kështu zëri arrin në veshin tonë pikërisht sikur të nisej nga një pikë përtej një muri simetrik ndaj burimit të zërit. Kjo pikë quhet *shembëllim akustik*, shembëllim *virtual*, për arsye se nuk paraqet një *pikë takimi reale* të valëve, por pikën e takimit të zgjatimeve të këtyre rrezeve.

Me anë të sipërfaqeve pasqyruese të përkulura mund të përftohen shembëllime reale zëri. Kështu, po të jetë se në vatrën e një pasqyre metalike parabolike vendosim një orë, rrezet që lëshohen nga tik-taku i saj, duke u reflektuar nga sipërfaqja metalike, bëhen paralele. Dhe paralele arrijnë në sipërfaqen metalike të një kësule si e para, e vendosur ballë për ballë me të dhe përqëndrohet pastaj në vatrë. Veshi i njeriut, i vendosur në atë pikë, do të mund të dëgjonte qartë tik-takun e orës nga një largësi prej 6 ose 7 metrash. Edhe këtu kemi të bëjmë me një shembëllim real, sepse në vatrën e kësulës së dytë kemi një takim real të rrezeve të valëve të zërit.

Ky fenomen ndodh nëpër kubetë akustike. Në disa salla, ku kubeja ka një formë elipsoidale, mund të ndodhë që një njeri që ndodhet në një pikë, e cila i përgjigjet vatrës, mund të mos dëgjohet nga njeri tjetër që ndodhet mjaft afër, e, përkundrazi, të dëgjohet fare shkoqur nga një njeri tjetër që ndodhet shumë larg, por në pikën ku përqëndrohen rrezet e pasqyruara të kubesë.

Në galeritë e *metrove*, gratë që janë ngarkuar me kontrollin e biletave dhe që janë vendosur në disa frona përballë njëra tjetrës, bisedojnë në mes

tyre me zë të ulët dhe nga një largësi shumë e madhe. Njeriu çuditet se si mund të merren vesh këto gra me tërë atë zhurmë që bëhet në galeritë. Por është e qartë se një gjë e tillë ndodh për arsye të pasqyrit nga sipërfaqet e përkulura. Gratë që bisedojnë rehat rehat me njëra-tjetrën, ndodhen secila në vatrën e sipërfaqeve të përkulura që janë përballë njëra-tjetrës.

Historia na flet edhe për *veshin e Dhionisit*, tiranit të Sirakuzës, aty nga viti 400 para erës sonë. Bisedat që shqiptoheshin me zë të ulët nga të burgosurit mbledheshin nga disa kube të përkulura të burgut dhe përqëndroheshin në një si shpellë, ku tirani mund t'i dëgjonte lehtë-lehtë.

Nëpër teatro merren masa që fenomeni i kubeve akustike të evitohet. Për këtë arsye përdoren basorelieve, rudha të ndryshme nëpër mure, ashpërsime, veshje me listela etj. etj., të gjitha mjete këto që mund të bëjnë thyerjen, prishjen e pasqyrimeve. Valët e zërit, që nisen nga skena duhet të përhapen në mënyrë të njëtrajtshme. Edhe vetë spektatorët, dëgjuesit janë shumë «absorbentë» (thithës) nga pikëpamja akustike.

Një sallë e veshur me dërrasë nuk e deformon timbrin e zërit.

Një sallë me një tapiceri feltri dhe stofe, përkundrazi, e deformon timbrin e zërit.

Edhe forma e sallës ka një rëndësi të madhe. Është mirë që salla të mos ketë qoshe të theksuara, për arsye se notat e larta me valë të shkurtëra nuk arrijnë t'i kapërcejnë lehtë pengesat. Një kujdes i veçantë duhet treguar për kubënë e tavanit, në mënyrë që të shmangen përqëndrimet e rrezeve të va-

lëve të zërit në një pikë ose gjatë një vije, ku tingujt do të dëgjoheshin me një intensitet të tepërt; duhet që zonat e konvergencës, kudo qofshin, të ndodhen në njëfarë distance mbi ose nën veshin e dëgjuesve. Një tavan me qemer mund të jetë absorbent dhe t'i gëlltisë tingujt.

75. *Përthyerja (refraktimi) dhe përforcimi.* Zëri përhapet në vijë të drejtë vetëm në një ambient ajri të palëvizshëm dhe në një temperaturë të pandryshueshme (konstante). Po, mëgenëse ndodh shpesh që të kemi edhe shtresa ajri me temperaturë të ndryshme, atëhere rrezja e zërit devijon, duke u prirur që t'i largohet zonës së ngrohtë. Po të jetë se pranë dheut ndodhet një shtresë e ftohtë ajri, pas së cilës vjen një shtresë e ngrohtë, në këtë rast do të ndodhë një fenomen refraktimi (përthyerjeje), për arsye se tingulli i prodhuar në shtresën e poshtme, pasi ta përshkojë këtë, do të arrijë në shtresën e sipërme; atje rrezja e zërit do të devijohet për nga shtresa më e ulët.

Në qoftë se një njeri flet apo këndon në barkë, duke vozitur në ujrat e qeta të liqenit, veçanërisht në mëngjez herët, kur liqeni është pak a shumë i ftohtë, zëri ose kënga e tij do të mund të dëgjohet në një largësi më të madhe, sesa në rastin e kushteve normale. Dhe kjo ndodh, sepse valët e zërit, të përhapura në të gjitha drejtimet, menjëherë posa arrinë në shtresën e sipërme, që është më e ngrohtë, reflektohen për nga poshtë dhe vazhdojnë rrugën e vet gjatë ujit. Në një shkallë akoma më të gjerë, një fenomen i tillë mund të ndodhë në krahinat kodrinore dhe malore, sepse në këtë rast tingulli do të çikë dheun.

Kur era është më e fortë në shtresat e larta të atmosferës, atëhere zëri do të mund të dëgjohet mirë në largësi të mëdha në drejtim të erës, meqenëse shtyhet për nga sipërfaqja e tokës (*përforcim i zërit*). Në një drejtim të kundërt me atë të erës do të kemi natyrisht një fenomen të kundërt.

76. *Jehona*. S'ka njeri që të mos e dijë se ç'është jehona, ose oshëtima; s'ka njeri që të mos e ketë dëgjuar ndonjë herë. Dhe është një gjë e çuditshme, një gjë që të bën me të vërtetë përshtypje, kur e dëgjon zërin tënd, duke dalë nga një burim tjetër zëri... Në fakt zëri vjen nga pengesa që na e rikthen. Që të kemi jehonë duhet që zëri të dalë nga një pikë, përpara një muri të izoluar ose të vendosur në mënyrë të tillë që të shmangë reflektimet mbi objekte të tjera që do të mund ta dobësonin ose edhe ta zhduknin fenomenin. Që zëri dhe jehona e tij të mund të dëgjohen shkoqur, duhet që ndërmjet tyre të kalojë të paktën një e dhjeta e sekondës. Meqenëse shpejtësia mesatare e zërit është 340 metra në sekondë, për të pasur një jehonë të qartë, duhet që zëri të përshkojë të paktën 34 metra, me

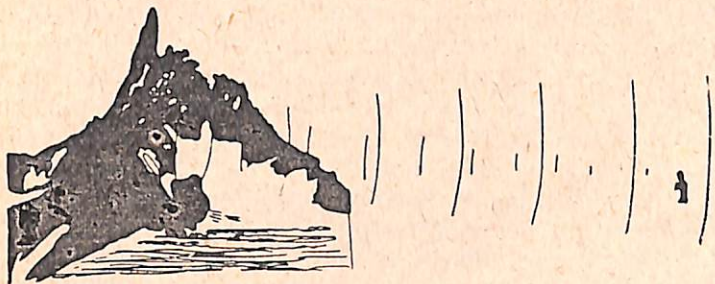


Fig. 38

fjalë të tjera, që pengesa të ndodhet të paktën 17 metra larg tij. Në qoftë se kjo largësi është më e vogël, atëhere do të ndodhë që zëri dhe jehona e vet do t'i mbivendosen njëri-tjetrit.

Që të dëgjojmë qartë jehonën e rrokjeve që shqiptojmë, duhet që muri pasqyruës të ndodhet të paktën në një largësi prej 34 metrash, sepse na duhet një e pesta e sekondës për të shqiptuar një rrokje, me fjalë të tjera, dyfishi i kohës që do të na duhej për të pasur një jehonë në një largësi prej 17 metrash.

77. *Lartësia e tingujve.* Kemi zëra të hollë e zëra të trashë, tinguj të hollë e tinguj të trashë. Por nga varet vallë trashësia apo hollësia e tingullit? Një tingull është aq më i hollë, sa më e madhe të jetë frekuenca, e pra, rrjedhimisht, sa më e vogël të jetë gjatësia e valës. Kjo mund të provohet me rrotën e shumëfishtë të Savarit. Kjo rrotë përbëhet në të vërtetë nga disa rrota koncentrike dhe të dhëmbëzuara në mënyra të ndryshme dhe graduale. Duke e vërtitur tërë këtë kompleks me shpejtësi të madhe dhe duke afruar një kartuç të vogël mbi dhëmbët e secilit prej elementëve të tij, vihet re që rrota me dhëmbë më të shumtë e, pra, më të vegjël, jep një tingull më të hollë.

Numri i dridhjeve në sekondë shprehet me një njësi matjeje që quhet herc, nga emri i fizikantit gjerman Henrik Rudolf Herc, i cili që i pari që u muar me studimin e valëve elektromanjetike.

Afërsisht përtej 5000 hercëve (domethënë 5000 dridhjeve në sekondë, veshi i njeriut nuk arrin të perceptojë më ndonjë tingull me vlerë muzikore. Mund të perceptohen fishkëllima prej 10.000 her-



cësh. Një i ri mund të arrijë të dëgjojë vërshëllima prej 20.000 hercësh. Po kjo është një gjë e rallë. Sidoqoftë, një njeri i rritur përtej 15.000 hercëve nuk mund të dëgjojë kurrfarë tingulli, qoftë edhe në formën e fishkëllimit. Disa kafshë, përkundrazi, si p.sh. qeni, janë në gjendje të perceptojnë edhe frekuenca më të larta. Luhatjet me frekuencë më të vogël se 20-16 herc, siç thamë, nuk mund të kapen nga veshi ynë. Kështu lavjersi, i cili kryen një lëvizje shumë të rregullt luhatëse, është krejt i heshtur për ne, sepse është tepër i ngadaltë.

78. *Intensiteti.* Themi se një tingull është i fortë ose i dobët ose se është më shumë apo më pak intens. Intensiteti i tingullit është në përpjestim të zhdrejtë me katrorin e largësisë së burimit të tingullit. Edhe pa e provuar këtë ligj, vëmë re se dora-dorës që i largohemi një burimi të zërit ose dora-dorës që ai largohet prej nesh, intensiteti i tingullit zvogëlohet, gjersa më në fund zhduket krejt. Ky është një fenomen i ngjashëm me atë që ndodh edhe për intensitetin e dritës.

Edhe intensiteti i zërit mund të matet. Por në praktikë vlen më tepër matja e intensitetit të ndijimit zanor. Njësia e matjes me këtë rast quhet bel, për nder të fizikantit dhe shpikësit të shekullit të kaluar, Aleksandër Graham Bel.

Niveli zero përbën pragun e dëgjueshmërisë dhe i përgjigjet tingullit më të dobët që mund të perceptohet nga një vesh normal.

Një bel është barazi me 10 herë më shumë se ky tingull minimal; dy bel është barazi me 100 herë më shumë se ky tingull minimal e kështu me radhë.

Një pëshpëritje vlen dy bel, domethënë ka një intensitet që është 100 herë më i madh se tingulli minimal, ndërsa një fjalë e shqiptuar me zë të ulët vlen 5 bel: intensiteti i saj është 1000 herë më i madh se ai i pëshpëritjes.

Në praktikë përdoret një e dhjeta pjesë e *bel-lit* që quhet *decibel* dhe që paraqet diferencën minimale ndërmjet dy tingujve që mund të shquhet nga një vesh normal njeriu. Ka aparate portative që lejojnë një matje të drejtpërdrejtë të tingujve në *decibel*.

79. *Timbri i tingujve*. Timbri i tingujve quhet edhe tempera dhe është ajo cilësi për hir të së cilës dallojmë një notë me të njëjtën lartësi dhe me të njëjtin intensitet, por të emetuar nga vegla të ndryshme. Timbri ka të bëjë me «formën» e dridhjeve. Një *do* e violinës ka një timbër tjetër, të ndryshëm nga ai i *do-së* së një pianoje apo të një trombe. Timbri, pra, varet nga ligji i veçantë i dridhjes së burimit të zërit, sipas «formës» së luhatjeve. Kështu vegla të ndryshme prodhojnë valë me «formë» të ndryshme. Edhe zërat e njerëzve kanë timbra të ndryshëm.

80. *Tingulli dhe zhurma*. Kemi folur për tingullin apo për zërin në përgjithësi, por duhet të bëjmë një dallim ndërmjet tingullit dhe zhurmës; dhe, ndërmjet tingujve duhet të dallojmë tingujt muzikorë. Por, sidoqoftë, një dallim i prerë nuk është aq i lehtë. Zakonisht kemi të bëjmë me një tingull, po të jetë se dridhjet zhvillohen sipas një vazhdimësie të rregullt; po të jetë se ato janë të çrregullta ose të veçuara, atëhere kemi zhurmë.

Po vërshtëllima e erës dhe zhuzhitja e brumbu-

llit ç'janë? Zhurmë apo tinguj? Po shushurima e përroit dhe buçima e detit? Ato mund të kenë edhe një vleftë muzikore. Një purtekë druri që bie përdhe bën zhurmë, por, duke rrahur disa purteka me gjatësi të ndryshme, ne mund të nxjerrim prej këndej ca «tinguj» muzikorë.

81. *Tingujt muzikorë*. Muzika, ky kopsht magjepsës tingujsh, ku shfrenjë dhe shprehen të gjitha luhajtjet e shpirtit tonë. . .

Por, ja, që fizikantët na thonë se muzika nuk i përmban të gjitha tingujt. Fizikantët na thonë që duhet të kemi një minimum prej rreth 30 dridhjes në sekondë e një maksimum prej 4.700 dridhjes në sekondë. Numra, abstrakcione, por ndërmjet këtyre dy caqeve shtrihet një botë e tërë. Kombinimi i tingujve nuk ka kufi në suazën e këtyre dy ekstremeve.

## KREU XIV

### INTERFERENCAT — FFEKTI DOPPLER

82. *Tingull+tingull=heshtje*. Fenomeni i interferencës vihet re edhe në përhapjen e tingullit, ashtu si në përhapjen e dritës. Ndodh, me fjalë të tjera, që shuma e dy tingujve të prodhojë një dobësim të tingullit; në këtë rast themi se kemi një interferencë pjesore ose edhe heshtje të plotë, kur interferenca është e plotë. Dhe në të vërtetë, në qoftë se për njëfarë intervali kohe një grimcë ajri merr shtytje të barabarta dhe të kundërta, ajo i nënshtrohet veprimit të dy seri valësh zëri e, pra, kjo grim-

cë nuk lëviz e nuk kemi tingull, kështu që në këtë rast tingull+tingull=heshtje.

Siç kemi parë dhe më lart, kur folëm për dritën, thuhet se dy valë arrijnë në kundërshtim faze në një farë vendi, po të jetë se ato arrijnë atje me një diferencë faze prej gjysmë periudhe. Nëse kemi valë me intensitet të barabartë, interferenca është e plotë, sepse shumat e zhvendosjeve të kundërta është gjithmonë e barabartë me zero. Përkundrazi interferenca që ndodh ndërmjet valëve me intensitet të ndryshëm, është vetëm një interferencë pjesore.

Po të jetë se diferenca e fazës është e barabartë me zero, thuhet se valët janë në konkordancë. Në këtë rast tingujt mbliidhen dhe kemi një përforcim.

83. *Rrahjet.* Një fenomen i veçantë i interferencës është ai i rrahjeve. Rrahjet s'janë gjë tjetër veçse përforcime dhe dobësime periodike të tingullit, të cilat i detyrohen interferencës së disa valëve që kanë një intensitet dhe një frekuencë pothuaj të barabartë, por jo krejt të barabartë. Rrahjet mund të ndodhin, p.sh. në rastin e dy diapazonëve, të cilët japin respektivisht 100 dhe 101 dridhje në sekondë. Në një çast nga të dy diapazonët arrijnë dy valë me të njëjtën fazë. Kemi kështu një përforcim të tingullit. Një gjysmë sekondë më vonë, po të jetë se nga diapazoni i parë del një valë e kondensuar, nga i dyti do të dalë një valë e rralluar. Kemi kështu, pra, një interferencë dhe rrjedhimisht një dobësim të tingullit. Por, pasi të kalojë një gjysmë sekonde tjetër, (domethënë një sekondë nga përforcimi i parë, do të kemi përsëri një konkordancë, e, pra, një përforcim e kështu me radhë. Kështu, pra, do të kemi një tingull të ndërprerë. Numri i ndërprerjeve ose

i rrahjeve për çdo sekondë është i barabartë me diferencën e frekuencave të dy trupave tingëllues (të zëshëm). Në qoftë se frekuencat e diapazonëve janë, bie fjala, 100 e 102, do të kemi dy rrahje për sekondë, po të jetë se ata do të jenë 100 e 103, do të kemi tre rrahje për sekondë.

Po të jetë se rrahjet nuk janë më tepër se dy ose katër në sekondë, tingulli «pëlqehet nga veshi ynë». Kemi në këtë rast perceptimin e një vale zëri, intensiteti i së cilës ngrihet e ulet me një lëvizje alternative. Nga ky fenomen përfitohet për të nxjerrë disa efekte nga organoja, për të nxjerrë një zë me një valëzim të lehtë.

84. *Efekti Doppler.* Është një fenomen që ndodh, kur kemi një lëvizje relative ndërmjet burimit të zërit dhe vëzhguesit. Është fjala këtu për një ndryshim të frekuencës së tingullit.

Kur një tren na kalon pranë duke fishëllyer, zëri i lëshuar nga maqina ndryshon befash, kur treni, pasi arrin në një distancë minimale prej nesh, zë e largohet; ky zë bëhet atëhere më i trashë. Përse vallë? Le të supozojmë se kemi një trup që lëshon një tingull prej 170 herc, domethënë me një gjatësi vale prej 2 metrash dhe largohet nga ne me një shpejtësi prej 10 metrash në sekondë, veshi do të marrë në një sekondë 170 valë pa pesë valët që përfshihen në 10 metrat e distancës, gjatë së cilës trupi është larguar, domethënë 165 valë, pra, 165 herc. Kështu pra veshi ynë do të perceptojë një tingull më të ulët, më të trashë. Po të jetë se përkundrazi trupi afrohet me një shpejtësi prej 10 metrash në sekondë, veshi, në një sekondë, do të marrë pesë valë më tepër, me fjalë të tjera, do të perceptojë

një tingull prej 175 herc, e, pra, më të hollë. Nuk është fjala kështu për një ndryshim të intensitetit, por të lartësisë. Ky efekt quhet efekti Doppler.

## K R E U X V

### REZONANCA

85. *Lëkundjet e ndikuara.* Po të jetë se një trup që është i aftë të emetojë dridhje, për shembull, një tel metalik i tendosur, vihet pranë një tjetri që dridhet atëhere edhe ai fillon të dridhet me të njëjtën frekuencë. Kështu pra një trup i dridhshëm, po të vendoset mjaft afër një trupi tjetër që dridhet, pëson veprimin e ngjeshjeve dhe rrallimeve të njëpasnjëshme, të shkaktuara prej tij dhe kryen disa luhatje të detyruara. Por, po të jetë se periudha e burimit ndikues është shumë e afërt ose, akoma më mirë, përputhet me periudhën e vetë trupit që e pëson ndikimin, atëhere dridhjet e këtij bëhen mjaft energjike dhe vazhdojnë edhe kur burimi ndikues nuk vepron më. Ky fenomen quhet *rezonancë*. Rezonanca është një fenomen që njihet prej muzikantëve prej kohësh. Ja se çfarë shkruante Leonardo da Vinçi në kohën e tij: «Goditja që i jepet kamberës do të vërë në lëvizje një kamberë tjetër të ngjashme me të, teli i ngacmuar i një mandoline do të përgjigjet e do të vërë në lëvizje një tel të ngjashëm, me zë të ngjashëm me një mandolinë tjetër dhe kjo gjë mund të shihet, duke ven-

dosur një fije kashte mbi një tel të ngjashëm me telin e ngacmuar».

Por prapë Leonardoja nuk e shpjegoi arësyen e vërtetë të këtij fenomeni, arësye kjo që u ilustrua më së miri nga Galilei aty nga fundi i shekullit XVI. I shkëlqyer që gjithashtu edhe krahasimi që Galilei i bëri këtij fenomeni të kordave muzikore me lavjersin.

«Një laviersi sado të rëndë, sado në qetësi, vetëm duke i fryrë ne do të mund t'i japim një lëvizje. Kjo lëvizje do të jetë më e madhe po ta ripërtërijnë të fryrën tonë, në kohën që ai është në dridhje. Sepse, në qoftë se me të fryrën e parë e lëvizim nga pozicioni pingul një gjysmë gishti, duke i shtuar të dytën, pasi të jetë kthyer nga ne dhe të jetë gati të fillojë dridhjen e dytë, do t'i japim një lëvizje të re e kështu vazhdimisht me të tjera të fryra...» Dhe Galilei shton dhe përfundon me këto fjalë: «por të dhëna në kohë dhe jo kur laviersi na vjen përballë, sepse kështu do ta pengojmë e nuk do ta ndihmojmë lëvizjen e tij».

86. *Disa zbatime të rezonancës. Pjanoja.* Fenomeni i rezonancës nuk është aq i thjeshtë, sa mund të duket në pamje të parë, dhe në zbatimet e tij kërkon mjaft kujdes dhe mjaft përvojë.

Si zbatime të fenomenit të rezonancës mund të numërojmë tryezën harmonike të pjanos, kasën e violinës, atë të kitarrës, arkëzat e vogla prej druri, në të cilat janë montuar diapazonët. Të gjitha këto i përforcojnë tingujt megjithëse, rrjedhimisht, ua shkurtojnë kohën e zgjatjes, meqenëse nuk është e mundshme të krijohet energji nga hiçi.

Si vepron tryeza harmonike e pjanos? Dridhjet

e telave i përçohen tryezës harmonike me anë të një ure prej druri, në të cilën kalojnë dhe pastaj fiksohen në skajet, telat e pianos. Sipërfaqja e gjerë e tryezës që lidhet mirë me mobiljen, ja përçon dridhjet e saj masës së madhe të ajrit të kasës dhe tingulli përforcohet kështu së tepërmi, e, pra, mund të dëgjohet edhe në distancë të madhe me intensitet të mjaftueshëm. Por është e nevojshme që të gjitha pjesët e tryezës të dridhen në fazë, se ndryshe tingujt e lëshuar do të neutralizoheshin për shkak të interferencës. Për këtë arsye duhet përdorur një dru, ku tingulli të përhapet me një shpejtësi prej 5 mijë metrash në sekondë. Dridhjet përshkojnë atëherë tërë tryezën në një kohë prej  $1/2000$  e sekondës dhe kështu, sidomos përsa u përket notave të ulta, dridhjet janë në fazë, pothuaj, gjatë tërë gjatësisë së tryezës. Natyrisht, ndërtuesi i pianos nuk duhet të kujdeset vetëm për tryezën harmonike. Duhet të kujdeset edhe që telat që prodhohen sot prej çeliku, të pështjellur me bakër, për notat më të ulta, që të lëshojnë tinguj me të dhënat e duhura.

87. *Rezonanca e violinës.* Kasa e violinës ka po atë qëllim, si edhe tryeza harmonike e pianos dhe forma e saj është studjuar me kujdes me qëllim që të japë një rendiment sa më të mirë. Kasës i përçohen dridhjet e telave dhe ajo i zgjeron ato, duke zhvendosur një vëllim ajri më të madh, sesa ai që do të zhvendosnin telat, po të ishin vetëm. Por ndërsa tryeza harmonike e pianos përçon vetëm dridhjet e telave (kordave), kasa e violinës përforcon në mënyrë të veçantë dridhjet e mprehta, meqenëse dridhjet e saj vetiake kanë një frekuencë shumë të lartë. Në një numër të madh violinash dridhjet për-



fshihen ndërmjet 3000 e 6000 periudhash. Kjo gamë dridhjes shpjegon përse zëri i këtij instrumenti është kaq i ngrohtë dhe kaq ekspresiv. Krejt tjetër është timbri i zërit të violës.

Është provuar se dridhjet e lira të kasave të violinave më të mira, si fjala vjen i Stradivarëve, i Guarnierëve dhe i Amatëve, përfshihen në mënyrë të njëtrajtshme ndërmjet 3200 dhe 5200 periudhash. Në violinat e zakonshme, frekuencat janë më të ulta dhe nuk janë të shpërndara në mënyrë kaq të njëtrajtshme, kështu që kasa i përforcon tingujt me një muzikalitet më të vogël.

Më kot u kërkua që të zbulohet e fshehta e mjeshtrave të ndërtimit të instrumentëve me korda të Kremonës (qytet në Italinë e sipërme). Këta mjeshtra e ruanin këtë të fshehtë me shumë kujdes, e kalonin nga i ati te i biri ose ua besonin disa nxënësve të zotë, si fjala vjen Amati, Guarnieri dhe Antonio Stradivari (1648-1737), i cili e shpuri ndërtimin e violinave në shkallën më të lartë të përsosjes. Dikur mendohej se kjo e fshehtë qëndronte në bojën, në vernikun që i jepej violinës. Kurse sot, studime të ndryshme dhe kërkimet me rreze X kanë nxjerrë në shesh se një rëndësi shumë të madhe ka në këtë mes druri, mënyra e sharrimit të tij, rregulla e harmonizimit të pjesëve të ndryshme të instrumentit (zonat e kasës, tryeza harmonike, zinxhiri, doreza).

Dihet, ose mund të provohet lehtë me një eksperiment të thjeshtë, sesa më e shkurtër të jetë korda, aq më i hollë del zëri. Dhe anasjelltas, me korda të gjata e të trasha nxirren zëra të trashë. Po të jetë se duam ta zvogëlojmë akoma numrin e dridhjeve

të këtyre kordave, ato mund të mbështillen me spirale prej filli bakri. Në pjano dhe në harpë çdo tel lëshon vetëm një tingull. Prandaj këto quhen vegla me tinguj fikse. Kurse violina, violonçeli, kitarra etj. quhen instrumentë me tinguj të ndryshueshëm, sepse këtu një tel mund të japë shumë tinguj, duke ndryshuar me pozicionin e gishtërinjve gjatësinë e pjesës së telit që dridhet.

88. *Vegla muzikore me frymë.* Kollona e ajrit, ashtu si teli që dridhet, ka qenë që prej kohrave shumë të lashta një burim shumë i pëlqyer e i preferuar tingujsh, sepse një burim i tillë mund të jetë shumë i pasur e shumë melodioz.

Si vegla muzikore me frymë kemi flautin, bilbilin, etj.

Tubi mund të jetë pak a shumë i gjatë, dhe mund të jetë i hapur apo i mbyllur dhe lartësia e tingullit ndryshon pikërisht lidhur me këto kushte. Te bilbili tingulli është i mprehtë, (i hollë), sepse tubi është i shkurtër. Me tuba më të gjatë kemi tinguj më të trashë.

Trajta e tubit, lënda me të cilën është ndërtuar dhe trashësia e tij përcaktojnë timbrin e tingullit.

Po të jetë se anës tubit hapim një vrimë, tingulli i lëshuar ndryshon, sepse prodhohet një notë edhe më e hollë, njësoj sikur gjatësia e tubit të reduktohej në atë pjesë që përfshihet ndërmjet gojzës së instrumentit dhe vrimës. Për këtë arsye në disa vrima të përshtatshme që mund të hapen e të mbyllen me gishtërinj ose me një tastierë, mund të ekzekutohen nota të ndryshme.

Pastaj kemi dhe disa tipe të tjera instrumentësh, të quajtura instrumentë me gjuhëzë, siç janë

fizarmonika, klarineti, oboeja. Në këto lloj instrumentësh, ajri që shtyhet nga gojëza ndeshet në një pllakëzë elastike, e cila vihet në dridhje. Kollona e ajrit dridhet, duke e forcuar tingullin e lëshuar nga pllakëza e duke u bashkuar me të, po të jetë se frekuenca vetiake e tubit, frekuencë kjo që varet nga gjatësia e tij, nuk i përgjigjet asaj të pllakëzës.

Në trombat dhe në otonet rolin e gjuhëzës e lozin buzët e ekzekutuesit.

Në gongun përdoren disa lastra që dridhen, në daullen dhe në «grankasën» disa membrana (lëkura); në këmbanat disa lastra të përkulura.

Në këtë listë mund të shtojmë edhe të gjitha veglat me rrahje (perkusion). Parimet e ndërtimit janë të njëjta.

## K R E U X V I

### TË FOLURIT DHE TË DËGJUARIT

89. *Organi ynë zanor.* Ne të gjithë jemi pajisur me një instrument, i cili është i aftë të lëshojë disa tinguj që ne i kthejmë në fjalë, me një instrument që funksionon në mënyrë automatike nën urdhërat e qendrave tona nervore. Ky është organi zanor i njeriut.

Organi zanor i njeriut funksionon si një tub me gjuhëzë. Gjuhëza formohet nga dy membrana që përshkojnë laringun, duke lënë mes tyre një hapësirë që quhet glotida. Telzat zanore janë katër: dy

të sipërmit, të quajtur falso, dhe dy të poshtmit, të vërtetët, të cilët marrin pjesë në prodhimin e tingullit. Kordat zanore tendosen nga dy muskuj e kësh-tu glotida reduktohet në një të çarë të ngushtë. Ajri i nxjerrë prej mushkërive, duke u shtyrë ndërmjet kësaj të çare, i vë kordat në dridhje. Sipas tendosjes së këtyre më pak a më shumë, ndryshojnë edhe tingujt. Zbrazësira e gojës, e pjesës së pasme të gojës dhe e hundës lozin rolin e një kase rezonance. Duke hapur më pak a më shumë gojën, duke lëvizur gjuhën, në e ndryshojmë vazhdimisht madhësinë e këtyre zbrazësirave dhe i bëjmë ato të afta t'i modulojnë tingujt, që shndërrohen kështu në zë dhe kthehen në fjalë. Zëri bëhet më i hollë, sa më të tendosura që të jenë kordat zanore. Në mpreh-tësinë e zërit ndikon edhe gjatësia e tyre. Në disa njerëz, në gratë e në fëmijët, kordat janë të shkurtra e pra zëri është më i hollë.

90. *Organi i dëgjimit.* Tingujt nuk do të qenë tinguj, sikur të mos ekzistonin instrumentë të aftë për t'i mbledhur, për t'i pritur ata. Sigurisht trupat do të dridheshin, valët do të bënin përçimin e luhatjeve, por kush do të thoshte, nëse ka heshtje ose zhurmë ose muzikë? Kush do t'i dallonte këto cilësi të tingujve? Qenjet e gjalla janë të pajisura me fuqinë e perceptimit të tingujve. Veshi i disa kafshëve është shumë i hollë. Se si e perceptojnë tingullin kafshët e ulëta, nuk dihet me saktësi. Por, sidoqoftë, njeriu është i pajisur me një organ shumë të vyer, me veshin, i cili e lejon që të marrë pjesë në jetën e zëshme të universit. Ky organ kompleks ndahet në tri pjesë: në veshin e jashtëm, të mesëm dhe të brendshëm

Valët e zërit mblidhen nga pjesa e jashtme e veshit që quhet pavioni, forma e të cilit është mjaft e përshtatshme për këtë qëllim. Valët hyjnë më tej në një kanal dhe venë në lëvizje një membranë elastike, *timpanin*, që e mbyll këtë kanal dhe e ndan veshin e jashtëm nga veshi i mesëm. Veshi i mesëm është i formuar nga një zbrazësirë, e quajtur zbrazësira ose kaviteti timpanik ose kasa e timpanit, e cila përshkohet nga zinxhiri i tri eshtrave të vogla, që për nga forma e tyre e veçantë quhen përkatësisht: *çekani*, *kudhra* dhe *yzengjia*. Këto eshtra ndodhen në një bashkësi të artikuluar dhe vihen në lëvizje nga disa muskuj të përshtatshëm për këtë punë. Zbrazësira timpanike komunikon me faringun nëpërmjet një kanali të gjatë, që quhet boria (tromba) e Eustakit.

Kjo lejon qarkullimin e ajrit, në mënyrë që të mund të vendoset një presion i barabartë si në një-rën, ashtu dhe në tjetrën anë të timpanit. Kur na ndodh ndonjë diznivel i befasishëm, ndjejmë menjëherë njëfarë lloj shurdhimi të çastit, por mjafton që të gogësimë apo që të gëlltitemi me zor dhe ja përsëri veshët na kthehen, meqenëse gogësima ose të gëlltiturit nxisin kalimin e ajrit në trombën e Eustakit. Yzengjia ose e fundit nga të tri eshtrat e vogla, mbështetet mbi një membranë të hollë e të vockël që mbyll *dritaren vezake*, nën të cilën ndodhet *dritarja e rrumbullaktë*. Të dyja dritaret bëjnë pjesë në veshin e brendshëm, që quhet edhe *labirint*, meqenëse është shumë i ndërlikuar. Ai është i mbushur me një lëng, i cili përçon dridhjet zanore që vijnë nga timpani tek dritarja vezake, nëpërmjet eshtrave të vogla e arrijnë tek dritarja e rrumbu-

llaktë. Në labirint kemi gjithashtu edhe *kërmillin* dhe më në fund *kanalet gjysmërrethore dhe një vestibul*.

Nervi akustik shkon nëpërmjet një degëzimi tek vestibuli dhe nëpërmjet një tjetri tek kërmilli; këtu ndahen në mijëra e mijëra qeliza akustike, të cilat bëjnë pjesë në *organin spiral të Kortit*. Edhe kokat e kokës, si edhe dhëmbët mund t'i përçojnë dridhjet e nervave akustike.

Këto qeliza mbledhin dridhjet që vijnë nga timpani dhe, siç duket veprojnë si «rezonatorë» duke analizuar tingujt e ndryshëm të thjeshtë, që përbejnë lëvizjen dridhëse. Është fjala këtu për atë fuqinë e mrekullueshme seleksionuese të veshit që na lejon të dallojmë tingujt e ndryshëm që kryqëzohen në ajër dhe arrijnë në një kohë, me një lëvizje rezultante të vetme për veshin tonë, në një suksesivitet të vetëm valësh të rralluara dhe të ngjeshura mbi membranën e timpanit. Por veshi analizon e dallon. Ndërsa radjoja transmeton një këngë të shoqëruar nga orkestra, veshi dallon tingujt e çdo instrumenti, dallon zërin e këngëtarit dhe në të njëjtën kohë dallon gërvimën e frenave të një maçine që kalon atë çast në rrugë si edhe, bie fjala, të kolliturit e lehtë të një personi që ndodhet në një dhomë tjetër aty pranë. Analiza e veshit është në gjendje të dallojë notat e ndryshme të një akordi, është në gjendje të nxjerrë në pah temën në kompleksin e kompozimit muzikor. Edhe këtu shohim përsëri fuqinë *ndarëse*, me të cilën veshi ynë është i pajisur, fuqi kjo e jashtëzakonshme që nuk e ka organi i të parit, sepse, siç dihet, syri nuk është në gjendje ta ndajë dritën në komponentet e saj.

Sado që brenda disa caqeve, veshi ynë është në gjendje të përcaktojë drejtimin e prejardhjes të tingullit. Kjo varet nga diferenca e fazës, si edhe nga intensiteti i ndryshëm, me të cilën tingujt arrijnë dy veshët tanë. Po të jetë se tingujt vijnë nga një plan horizontal me veshët, detyra është mjaft e lehtë për njerëzit që kanë veshë të mprehtë. Por ngandonjëherë është e vështirë të përcaktohet prejardhja e një tingulli në hapësirë, si në rastin kur kërkohet pozicioni i një aeroplani. Në këtë rast njerëzit ndihmohen nga disa aparate që quhen *ajrofone* dhe që përbëhen pak a shumë nga çifte megafonësh për mbledhjen e tingujve. Me ndihmën e këtij aparati jemi në gjendje të përcaktojmë të dy planet e prejardhjes së tingullit, planin horizontal dhe atë vertikal, drejtëza e prerjes e të cilëve na jep drejtimin e burimit zanor. Sot ekzistojnë aparate e mjete të tjera më të efektshme për të përcaktuar praninë dhe pozicionin e një aeroplani, por duhet thënë se aerofonët e kanë kryer dhe mund ta kryejnë ende në mënyrë të shkëlqyeshme këtë detyrë.

91. *Fonografi dhe gramafoni.* Edisoni thoshte, duke folur për shpikjet e veta, se ajo që i kishte dhënë më tepër kënaqësi nga të gjitha kishte qenë shpikja e fonografit dhe kjo kënaqësi nuk ishte për veten e tij, sepse ai qe shurdhuar, por për njerëzimin, për mundësinë që u jepej kështu njerëzve të riprodhonin zëra e tinguj sa herë që të kishin dëshirë t'i dëgjonin a t'i ridëgjonin ato.

Sot fonografi i Edisonit, me cilindrin që vërtitej dhe me atë borinë e tij karakteristike nuk përdoret më. Cilindri është zëvendësuar me një disk, borija është zëvendësuar me një zbrazësirë harmonike që

ka për qëllim përforcimin e tingujve. Dhe nuk flitet më për fonograf, por për gramafon (i shpikur nga Berliner në vitin 1887), dhe për radiogramafon, kur aparati lidhet me një aparat tjetër radiomarrës. Por edhe nëpërmjet përsosjeve që një teknikë gjithmonë më e përpiktë ka mundur të realizojë, parimi është gjithë po ai. Një aparat regjistrimi për inçizim jep diskun për riprodhim në seri me anë të stampës që i aplikohet pastaj gramafonit. Aparati regjistruar përbëhet nga një membranë elastike që i transmeton një mape metalike prej iridiumi dridhjet e burimit zanor. Maja gërvish mbi një disk prej një lënde të brumtë sipas një spirali shumë të hollë që zë fill në buzë të diskut dhe mbaron në mes të tij. Nga ky disk i parë shumë i vlefshëm nxirret një formë metalike nëpërmjet një procesi të veçantë, të quajtur proces galvanik. Me formën nxirret stampa mbi disa disqe prej një lënde të studjuar me kujdes për këtë qëllim. Shumë i përshtatshëm është ebaniti. Sot disqet me inçizim të imtë kanë arritur një shkallë të tillë përsosjeje, sa që me një gramafon të mirë, mund t'i japin atij që i dëgjon, iluzionin se ndodhet në një ekzekutim të drejtpërdrejtë të muzikës së inçizuar. Në përgjithësi disqet janë ndër-tuar prej një lënde plastike që nuk thyhet, që është e lehtë dhe që është po aq e efektshme sa ebaniti për riprodhimin e tingujve.

Por harruam të themi se si riprodhohet tingulli në gramafon, ndonëse këtë e dinë tani edhe fëmijët e vegjël. Po i biem shkurt: maja e gjëlperës duke përshtatur brazdat e holla të diskut, dridhet sipas ashpërsive që paraqet spirali dhe pra ja përçon dridhjet e saja një membranë të vogël prej mike



që përsërit të njëjtin tingull që është inçizuar.

Teknika e gramafonit, si përsa i përket inçizimit, ashtu edhe përsa i përket riprodhimit, përdor sot mjete elektrike.

## K R E U XVII

### ULTRATINGUJT

92. *Tinguj që nuk dëgjoen.* Një trup me dridhje në një numër më të madh se 20.000 herc, i transmeton ambientit rreth e rrotull disa valë me një frekuencë shumë të lartë, të cilat veshi i njeriut nuk mund t'i dëgjojë, t'i kapë. Këto dridhje quhen ultratinguj.

Ultratingujt kanë një karakteristikë shumë të rëndësishme: ata përcjellin një sasi të madhe energjie. Nëse veshi nuk është në gjendje t'i dëgjojë, kjo s'prish punë. Ata prapëseprapë mund të shfrytëzohen e të përdoren. Frekuenca e tyre mund të arrijë rreth 50-milion dridhje në sekondë; gjatësia e valës është shumë e vogël: nga 6,8 mm në ajër gjer në 2,8 cm. në ujë. Dhe, pra, mund të riprodhohen me ta të gjitha fenomenet optike si pasqyrimi, përthyerja, përqendrimi me pasqyra parabolike.

93. *Shfrytëzimi i ultratingujve.* Shfrytëzimi i ultratingujve bazohet në përgjithësi në shpejtimin shumë të madh të lëvizjes, që ata u komunikojnë grimcave të ambientit që përshkojnë. Ultratingujt shfrytëzohen më së miri dhe në formimin e emul-

sioneve shumë të holla. Përdoren p.sh. në emulsione fotografike.

Një veprim shumë të gjallë ushtrojnë ultratingujt edhe mbi «ajrosolet». Quhen kështu disa grimca të ngurta, të vogla që ndodhen pezull, në një gaz si tymi, pluhuri etj. Këtu nuk kemi të bëjmë me një emulsion, por me një koagulim të pjesëve të ngurta. Tani studjohen disa aparate me ultratingujt të aftë që ta pastrojnë ajrin nga papastërtitë e krijuara prej pluhurave, tymit, mjegullës.

Disa shkencëtarë i kanë bërë ultratingujt që të veprojnë mbi disa metale, si fjala vjen mbi antimoinin, kadmiumin. Kanë vënë re se struktura e metalit që përpunohet në këtë mënyrë bëhet më e hollë; më të hollë bëhen edhe kristalet që i formojnë ato. Nga pikëpamja thjesht teknologjike mund të arrijmë të përmirësojmë cilësitë e metalit, të shtojmë fortësinë e tij dhe të pakësojmë brishtësinë e tij.

Të çuditshëm janë edhe efektet biologjike të ultratingujve. Rruazat e kuqe të gjakut, nën veprimin e një rryme të fortë ultratingujsh, shkatërrohen plotësisht, meqenëse ultratingujt ua shkëpusin hemoglobinën, domethënë atë pigmentin e veçantë që i jep ngjyrën e kuqe karakteristike gjakut. Bretkocat, si edhe peshqit e vegjël mund të ngordhin nga rrezatimet e ultratingujve, për shkak të veprimeve muskulare që vijnë si pasojë e eksitimit tepër energjik të lëkurës. Ultratingujt shkatërrojnë edhe vezët e organizmave të vogla.

Në mjekësi, me sa duket, këto rrezatimet e ultratingujve, të dozuara me kujdes dhe sipas nevo-

jës, japin rezultate deridiku të kënaqshme në disa raste të nevralgjisë dhe të artrozës.

94. *Ultratingujt në det.* Por ultratingujt përdo-  
ren prej kohësh dhe me përfitim të madh sidomos  
në marinë, për të hetuar fundin e detit, ose për të  
dalluar, nëse ka ndonjë anije kundërshtare, apo ndo-  
një anije që vozit në kahje të kundërt në rast mje-  
gulle. Me anë të ultratingujve mund të dëgjohet  
zhurma e elikave dhe e motorit në largësi të madhe.  
Kjo arrihet sot edhe nëpërmjet «radarit» dhe duket si  
diçka krejt e pamundshme sot, me mjetet që zotëro-  
hen, që të ndodhë ndonjë përplasje anijesh në det. Por  
të tilla përplasje ndodhin ende, sepse ngandonjëherë  
edhe mjetet më të përshtatshme janë krejt të pa-  
mjaftueshme përpara efektit të befasishëm e të pa-  
parashikuar të disa shkaqeve të ndryshme. Dhe, në  
fund të fundit, njeriu nuk është një maqinë dhe ka  
raste që edhe maqinat gabojnë.

Sidoqoftë, aparatet për prodhimin e ultratin-  
gujve janë në gjendje të arrijnë deri në thellësitë  
e detit, të japin një profil të përpiktë të fundit të  
oqeanit si dhe të sendeve që kanë rënë në të, (si  
bie fjala anije të fundosura) të sinjalizojnë nënde-  
tëse që vozisin në thellësi, duke treguar të dhëna të  
sakta mbi largësinë e tyre.

Të kesh një pasqyrë të vazhdueshme e të shpej-  
të të fundit të detit, ka një rëndësi shumë të madhe  
për lundrimet me një thellësi më pak se 50 metra,  
sepse një gjë e tillë e bën lundrimin të sigurtë.

Parimi, mbi të cilin mbështeten të gjitha këto  
aparate, është shumë i thjeshtë. Një tufë ultratin-  
gujsh vërtiten drejt fundit të detit ose drejt pen-  
gesës që zhvendoset në thellësi. Kjo tufë kthehet

tek stacioni që e emeton, i cili shënon çastin e arrijtes së saj. Shpejtësia e ultratingullit në ujë dihet. Ajo është 1500 metra në sekondë. Nga koha e përdorur prej ultratingullit në udhëtimin e vajtjes dhe ardhjes, mund të nxirret largësia e fundit të detit ose e pengesës.

Një aparat i tillë, që quhet edhe *ekometër*, i informon peshkatarët, kur ndodhen mbi një tufë peshqish haringa: këta peshq udhëtojnë në thellësi të detit në disa shtresa shumë të dendura, të cilat i kthejnë tingujt në mënyrë shumë të qartë. Ekometri është një aparat shumë i vyer për detarët. Ai i ndihmon t'u shmangen ajsbergëve (maleve prej akulli) nëpër mjegullat e pabesa të detrave të Veriut ose edhe përplasjes me ndonjë shkëmb të fshehur në det.

95. *Gjeneratori i çuditshëm*. E, ja, më në fund tek thelbi i çështjes: Cili është ai aparat që mund të dridhet me mijëra e miliona herë në sekondë, që të prodhojë e të presë, me fjalë të tjera, valë ultratingujsh? Këtë aparat, këtë organ kaq të vyer e kaq delikat na e jep vetë natyra. As teknikët më të aftë, duke shfrytëzuar deri edhe mjetet më të zhvilluara të shkencës moderne nuk do të qenë të zotët që ta ndërtonin një aparat të tillë. Përbëhet nga disa pllakëza të holla kuarci, të një kuarci që quhet *piezoelektrik*, domethënë i aftë që të na japë elektricitet me anë të ngjeshjes (kompresionit). Piezoelektriciteti është një cilësi e disa kristaleve dhe u zbulua më 1880 nga Pjer Kyri. Në saje të një procesi të anasjelltë, këto pllakëza kristali, duke ju nënshtruar veprimit të disa rrymave elektrike të përshtatshme, bëhen të afta që të dridhen elastikisht me një periudhë të për-

caktuar mirë prej disa mijërash e bile prej milionash herë në sekondë e me një rregullsi të përsosur. Frekuenca e dridhjeve varet nga trashësia e pllakëzës. Dy pllakëza që kanë të njëjtën frekuencë mund të hyjnë në rezonancë, si dy diapazonë në unison. Ja, pikërisht, mbi këtë cilësi është bazuar edhe *ekofoni*: një kristal emeton dridhjet, të cilat kthehen në ultratinguj; një tjetër, i barabartë me të parin, i pret këto dridhje. Me fjalë të tjera, fillon edhe ai të dridhet në unison me kristalin emetues, menjëherë posa goditet nga sinjali i ultratingullit që vjen nga fundi i detit ose nga pengesa. Pra, puna bëhet më së miri.

Dritë... Tinguj... Përtej dritës që shikohet, përtej tingujve që dëgjohen natyra është e pafund...

---

## TRYEZA E LËNDËS

	Faqe
I. — MBI NATYRËN E DRITËS .....	3
↪ Çfarë është drita? Të dhëna historike .....	4
II. — FENOMENE THEMELORE	
+ Burim drite. Trupa të ndriçuar .....	11
+ Të tejdukshëm apo opakë? .....	12
III. — PËRHAPJA DHE SHPEJTËSIA E DRITËS	
+ Përhapja e dritës në vijë të drejtë .....	14
+ Dhoma e errët .....	15
+ Hijet e gjysmë-hijet .....	19
+ Rekord absolut shpejtësie .....	22
IV. — PASQYRIMI I DRITËS	
+ Pasqyrat plane .....	29
+ Shembëllime reale dhe virtuale .....	32
+ Shpërndarja (difuzioni i dritës) .....	35
+ Pasqyra konkave .....	35
+ Pasqyra konvekse dhe cilindrike .....	39

## V. — THYERJA E DRITËS

↓ Shmangja nga vija e drejtë . . . . .	40
↓ Përthyerja (refraktimi) astronomike . . . . .	43
↓ Pasqyrimi i plotë . . . . .	44
↓ Mirazhi. . . . .	46
↓ Një përthyerje e posaçme . . . . .	48
↓ Përthyerja e dyfishtë . . . . .	48

## VI. — THIERZAT

↓ Thierzat sferike konvergjente dhe divergjente	49
↓ Vatrë (fokuset) dhe largësitë fokale . . . . .	52
↓ Shembëllimet. . . . .	53
↓ Dylbitë. . . . .	53
↓ Teleskopet. . . . .	55
Prizma në dylbin njëshe dhe dyshe . . . . .	60
M i k r o s k o p i . . . . .	62
Organi ynë i të parit . . . . .	67
Të metat e pamjes dhe ndreqja e tyre . . . . .	71
Perceptimi i relievit . . . . .	74
↓ Stereoskopi. . . . .	74
Iluzionet optike . . . . .	75
Projektimet. . . . .	77
Kinemaja. . . . .	78
Kinemaja 3 D . . . . .	79

## VII. — DRITA «HUMBET»

Nuk humbet... por zbërthehet . . . . .	80
Ylberi. . . . .	83
Ngjyrat plotësuese (komplementare). . . . .	84
Përse sendet janë të ngjyrosur? . . . . .	84

Shkuma e bardhë e birrës së ngjyrosur ..	87
Ngjyrat e piktorit .....	87
Drita artificiale .....	88
Ngjyrat që përftohen, nëpërmjet tejduksh- mërisë. ....	89
Qielli .....	90
Fotografitë. ....	93
Fotografi me dritë të padukshme .....	98

### VIII. — DISA NJOFTIME MBI FOTOMETRINË

A mund të matet drita? .....	99
Njësia e dritës .....	99
Më pak apo më shumë dritë .....	100

### IX. — FAMILJA E VALEVE ELEKTROMANJETIKE

Ndërmjet tyre valët e dritës .....	101
------------------------------------	-----

### X. — INTERFERENCA DHE DIFUKSIONI

Dritë + dritë = errësirë .....	103
Çfarë është interferenca .....	105
Pasqyrat e Freznelit .....	106
Magjia e flluskave të sapunit .....	107
Yjet xixëllojnë .....	109
Drita pushton errësirën: difuksioni .....	110

### XI. — NË BOTËN E MAGJEPSUR TË SPEKTRO- SKOPISË.

Misteri i vijave të zeza .....	111
Spektrret e substancave të ndritshme: efek- ti Doppler .....	112