

O`zbekistan Respublikasi Xaliq bilimlendiriw ministirligi

A`jiniyaz atindag`i No`kis ma`mleketlik pedagogikaliq instituti

«Uliwma fizika» *kafedrasi.*

Fizika ha`m astronomiya qa`nigeligi boyinsha

«Optika» pa`ninen lektsiya teksti

Tayarlag`an: dots. Jumamuratov A.

NO`KIS-2010

MAZMUNI

№	Tema	Saat
1	Jaqtılıqtın` elektromagnitlik teoriyasi. Jaqtılıqtın` elektromagnitlik teoriyasi haqqında tusinik. Jaqtılıq tolqinlari diapazoni. Jaqtılıqtın` kvant teoriyasi haqqında tusinik. Plank turaqlisi.	2
2	Jaqtılıq derekleri. Gyugens printsipi. Jaqtılıq nurlari. Jaqtılıqtın` vakuumda taraliw tezligi. Maykel`son ta`jriybesi. Jaqtılıqtın` ha`r kiyli ortalıklarda taraliw tezligi. Ortalıktin optikalik tigizligi.	2
3	Jaqtılıqtın` shag`ilisiwi. Eki mo`ldir ortalıqtın` ajiraliw shegarasındag`i optikalıq qubilislar. Jaqtılıqtın` shag`ilisiw nızamlari. Aynalik ha`m difuziyalıq shag`ilisiw. Tegis ayna	2
4	Sferalıq ayna. Sferalıq aynalar ja`rdeminde alinatug`in suwretleniwler jasaw. Sferalıq ayna formulasi.	2
5	Jaqtılıqtın` siniwi. Jaqtılıqtın` siniw nızamlari. Absolyut siniw ko`setkishi ha`m onin` salıstırmalı siniw ko`rsetkishi menen baylanisi.	2
6	Jaqtılıqtın` tolıq shag`ilisiwi. Toliq shag`ilisiwdin` shekli muyeshi.	2
7	Linzalar. Jiynawshi ha`m shashiratiwshi linzalar. Optikalıq ku`sherler. Linzanin` optikalıq orayı <u>Linzanin` bas fokuslari ha`m fokal tegislikleri.</u>	2
8	Linzada jaqtılıq dereginin` suwretleniwın aliw. Linzanin` bas optikalik ko`sherinde jaylasqan jarqirawshi tochkanin` suwretleniwın jasaw. Juqa linzanin` qosımsha tochkalari ushin formula keltirip shig`ariw. Linzanin` ja`rdemshi optikalıq ko`sherinde jaylasqan jarqirawshi tochkanin` suwretleniwın jasaw.	2
9	Linzada denenin` suwretleniwın jasaw. Denenin` linzalar payda etip atırg`an suwretleniwın jasaw. Linza ja`rdeminde aling`an sızıqlı ulkeytiw. Optikalıq sistemalardin kemshilikleri.	2
10	Ko`z Ko`z-optikalıq sistema Ko`riw muyeshi. En` jaqsi ko`riw aralıg`i. Ko`zdin` optikalıq deffektleri	2
11	Optikalik a`sbaplar. Proektsiyalik apparat. Mikroskop. Kepler trubasi. Teleskoplar. Galiley trubasi. Binokl`.	4
12	Jaqtılıqtın` tolkin qa`siyetleri menen tusindiriletug`in ha`diyseler. Interferentsiya qubilisi Jaqtılıqtın` interferentsiyasi. Frenel` biprizmasi. Juka perdelerdin` renleri. Sina ta`rizli perdedegi interferentsiya. N`yuton saqiynalari. Tabiyattag`i ha`m texnikadag`i jaqtılıq interferentsiyasi.	4
13	Jaqtılıqtın` difraktsiya kubilisi. Jaqtılıq difraktsiyasi. Difraktsiyalıq reshetka ha`m difraktsiyalik spektr. Jaqtılıq tolqin uzınlıg`in o`lshew.	4
14	Jaqtılıq tolkinlarinin` polyarizatsiyalaniwi. Tolqinlardin` polyarizatsiyalaniwi. Jaqtılıqtın` polyarizatsiyalaniwi. Polyaroidlar. Jaqtılıqtın` shagiliskanda ha`m sing`anda polyarizatsiyalaniui	4
15	Fotometriya tiykarlari. Nurlaniw energiyasi ag`imi. Fazalıq muyesh. Jaqtılıq ag`imi. Jaqtılıq kushi. Jaqtılıqtın` kushi ha`m jaqtılıqtın` ag`imi, o`lshem birligi.	

«Улыўма физика» кафедра баслығы:

К. Турданов

Kirisiw.

Fizikanin` jaqtılıq qubılısları qaralatug`ın bo`limi optika (grekshe – “optikos” – ko`riw) delinedi, jaqtılıq kubilislari optikalıq qubılıslar dep ataladı.

Zatlarg`a jaqtılıq tuskende biz olardı ko`remiz ha`m sonin` na`tiyjesinde ken`islikte bag`dardı bilemiz. Biraq jaqtılıqtin` ta`siri bunin` menen sheklenbeydi. Misalg`a, Kuyash jaqtılıg`i tusken denelerdin` kushlı qiziwin eslep ko`reyik. Demek, jaqtılıq energiyag`a iye bolıp, oni ken`islikte ko`shiredi.

Dene yamasa tolqın energiya ko`shirgenligi sebepli jaktılıqtin` ta`biyati haqqında eki gipotezani aldıg`a suriw mumkin. Jaqtılıq nurlaniwi N`yuton korpuskulyarlar dep atalg`an juda` mayda bo`leksheler ag`iminan yamasa qandayda bir ortalıqta taralıp atırg`an tolqınlardan ibarat bolıwı lazim.

Birinshi gipoteza tiykarında N`yuton jaqtılıqtin` korpuskulyar teoriyasın payda etti. Bul teoriya ja`rdeminde juda` ko`p optikalıq qubılıslar tusindirilgen edi. Misalg`a, nurlaniwdin` ha`r qiyli ren`leri oni qurawshi korpuskulalardin` ha`r turli bolıwı menen tusindiriletug`ın edi.

Ekınshi gipoteza tiykarında XVII a`sirde gollandiyalı ilimpaz X. Gyugens jaqtılıqtin` tolqın teoriyasın payda etti. Gyugens teoriyası ja`rdeminde jaqtılıq interferentsiyası ha`m difraktsiyası siyaqlı qubılıslar jaqsı tusindirilgen edi.

Bul teoriyalardin` hesh qaysısında jeke alg`anda barlıq optikalıq qubılıslardı tolıq tusindire almag`anlig`i sebepli jaqtılıq nurlaniwinin` haqıyqiy ta`biyati haqqında ma`sele jumbaq halında qala bergen edi. XIX a`sirdin` baslarında O. Frenel, J. Fuko ha`m ko`plegen basqa ilimpazlardin` izertlewlerinen keyin jaqtılıqtin` korpuskulyar teoriyasına qarag`anda tolqın teoriyasının` abzallıg`i ko`rindi.

Biraq tolqın teoriyasında bir ulken kemshilik bar edi. Jaqtılıq nurlaniwi ko`ldenent` mexanikalıq tolqınlardan ibarat dep boljaw qiling`an edi. Kuyash ha`m Jer arasında ortalıq bolıwı lazim, sebebi jaqtılıq Kuyashtan Jerge shekem erkin o`tedi.

Sonin` ushin deneler ha`m molekularar arasındag`i putin ken`islikti toltırıwshi a`lem efiri haqqındag`i gipoteza jaratılğ`an edi. Qatti denelerdegi ko`ldenent` tolqınlar bolıwı mumkinligin eslese, onda efir elastik qatti denenin` qa`siyetlerine iye bolıwı lazim, dep boljaw qiliwg`a tuwra keledi.

Biraq efirdin` bolıwı a`lem ken`isliginde Jerdin` ha`reketleniwine hesh qanday ta`sir etpeydi. Demek, efir o`zinin` hesh na`rsesi menen pariqlımaydı, bunnan tisqari qatti dene qa`siyetlerine iye bolsada, onda jaqtılıq taraladı. Efirdin` bunday qa`siyetleri onin` bolıwı haqqındag`i gipotezani guman astında qoydı.

Jaqtılıqtin` tolqın teoriyasındag`i bul qarama qarsılıqtin` J. Maksvell sheshimin taptı. Elektromagnitlik teoriya jaratılğ`annan son` Maksvel vakuumda jaqtılıqtin` taralıw tezligi elektromagnitlik tolqınlardin` taralıw tezligi menen sa`ykes keliwine diqqatti awdardı. Ol sol tiykarında jaqtılıqtin` elektromagnitlik ta`biyati haqqındag`i gipotezani aldıg`a surdı.

Bul gipoteza keyinirek ko`plegen ta`jriyelerde tástıyqlang`an edi. Solay etip, XIX a`sir aqırlarına kelip jaqtılıqtin` elektromagnitlik teoriyası jaratıldı. Onnan ha`zirgi waqıttada paydalanılıp kelmekte.

1. Jaqtılıqtin` elektromagnitlik teoriyası haqqında tusinik.

Jaqtılıq tolqınları diapazonı.

Jaqtılıqtin` elektromagnitlik teoriyasına muwapiq ha`r qanday jaqtılıq nurlaniwi elektromagnitlik tolqınlar boladı. Biraq barlıq elektromagnitlik tolqınlar da jaqtılıq tolqınları bola bermey, tek adamda ko`riw sezimin payda etetug`ınları g`ana jaqtılıq tolqınları boladı.

Terbelis jiyiligi $4 \cdot 10^{14}$ nen $7,5 \cdot 10^{14}$ Gts ke shekem bolğ`an tolqınlar jaqtılıq nurlaniwına tiyisli boladı. Bul aralıqta ha`r bir jiyelikke o`z nurlaniw ren`i sa`ykes keledi. Misali, qaysı jiyelikke o`z nurlaniw ren`i sa`ykes keledi.

Nurlaniw jiyiligine muwapiq:

$$S = \lambda_0 * v \quad \text{bul jerde} \quad v = \lambda * v$$

formulasinan onin` vakuumda tolqin uzunlig`i nege ten` boliwin tabiw mumkin:

$$\lambda = s/v$$

bul jerde s - jaqtiliq tezligi, v - jaqtiliq jiyiligi.

Esaplawlar soni ko`rsetedi, vakuumda jaqtiliq nurlaniwi 400 Nm (hawayi ren`) den 760 Nm (kizil ren`)ge shekemgi tolqin uzunlig`ina iye boladi. Jaqtiliq nurlaniwi bir ortalıqtan basqa ortalıqqa o`tkende onin` jiyeligi saqlang`anlig`i ushin ren`inin`de saqlaniwin, jaqtiliqtin` taraliw tezligi o`zgeriwi aqibetinde tolqin uzunlig`i o`zgeriwin atap o`temiz.

A`melde nurlaniw ren`in tolqin uzunlig`i menen xarakterlengende tolqin uzunlig`i vakuum ushin ko`rsetiledi.

Maksvell teoriyaliq izertlewler ja`rdeminde jaqtiliq nurlaniwi (basqa elektromagnitlik tolqinlar siyaqli) deneye basim beriwı lazımlıg`i aniqlandi. Bul P. N. Lebedev ta`jriybesinde tasiyiqlandı.

2. Jaqtiliqtin` kvant teoriyasi haqqında tusinik. Plank turaqlisi.

Jaqtirtawshi deneler nurlaniwin onin` terbelis jiyliklerine qarap bo`listiriliwin analiz qiliw jaqtiliqtin` tolqin teoriyasinan keltirilip shig`arilg`an nurlaniw nizamlari menen sa`ykes kelmewin ko`rsetedi.

Bul waqiyani tusindiriwge ha`reket etip nemis fizigi M. Plank (1858 – 1947 j.j.) jaqtiliq tolqin ko`rinishinde emes, mumkin ayriqsha ha`m bo`linbeytug`in energiya portsiyasi ko`rinishinde nurlanadi dep boljaw qildi. Bul energiya portsiyalarin ol kvantlar (latinsha “kvantum” mug`dar, massa) dep atadi. Ha`zirgi waqıtta jaqtiliq kvantların fotonlar dep ataladi.

Optikaliq ha`diyselerdi talqilaw tiykarında to`mendegiler aniqlang`an edi: qandayda bir ortalıqta jaqtiliq taraliwi menen baylanisli bolg`an optikaliq ha`diyselerdi tek tolqin teoriyasi ja`rdeminde tusindiriw mumkin, jaqtiliqtin shig`ariliwi ha`m jutiliwi menen baylanisli bolg`an ha`diyseler bolsa jaqtiliq nurlaniwinin` kvant turi haqqındag`i oylawlar ja`rdeminde g`ana tusindirilgen.

Bulardin` ha`mmesi optikaliq ha`diyselerdi tusindirih ushin jaqtiliqtin tolqin ha`m korpuskulyar qa`siyetlerin biriktiriwshi jan`a teoriya za`rurligin bildiredi. Bul jan`a teoriya jaqtiliqtin` kvant teoriyasi degen at aldi ha`m da slepki ko`rinishinde Plank, Eynshteyn, Bor ha`m basqa ilimpazlardin` miynetleri na`tiyjesinde payda boldi

Ha`zirgi waqıtta kvant teoriyasi menen tek optikaliq ha`diyseler g`ana emes, al fizikanin` barliq bo`limlerindegi basqa ko`plegen ha`diyseler de tusindiriledi. Bul teoriya zat ha`m maydannin` jan`a qa`siyetlerin aship beredi, ko`plegen jan`a ha`diyselerdi aldinnan aytip beredi, olar keyin ta`jriybe joli menen tasiyiqlandı.

Bul teoriyag`a muwapiq jaqtiliqtin` tolqin ha`m korpuskulyar teoriyalari arasındag`i baylanis Plank formulasi menen an`latiladi:

$$\varepsilon = h\nu \quad (1)$$

bul jerde ε - kvant energiyasi, ν - elektromagnitlik nurlaniwdin` terbeliw jiyeligi ha`m h – turaqli koefitsent bolip, ha`mme tolqin ha`m kvantlar ushin birdey. Oni Plank turaqlisi dep ataydi. SI sistemasında h – tin` san ma`nisi to`mendegishe:

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Dj}\cdot\text{s}$$

Demek, kvant teoriyasına muwapiq berilgen ν - jiyelikli jaqtiliq nurlaniwi (1) formula menen an`latilatug`in tikkeley ε energiyasi fotonlar (kvantlar)dan ibarat.

Kvant energiyasi elektromagnitlik nurlaniwdag`i terbelisler jiyeligine tuwri proporsional,

$$s = \nu\lambda$$

bolg`anlig`i ushin (1) formuladan:

$$\varepsilon = \frac{h \cdot c}{\lambda} \quad (2)$$

alamiz, yag`niy kvanttın` energiyasi vakuumda nurlaniw tolqin uzunlig`ina kerı proporsional.

Ta'jiriybe soni ko'rsatedi, foton bar ekan, ol S – tezlik penen (vakuumda) ha'reket etedi ha'm ha'r qanday sha'riyatta da o'z ha'reketin pa'seyttire almaydi yamasa toqtamaydi. Zat penen soqlig'isqanda oni zat bo'lekshesi oni tutiwi mumkin.

Onda fotonnin o'zi jog'aladi, onin energiyasi bolsa oni tutqan bo'lekshenin energiyasina toliq o'tedi. Foton tinishliqta massaga iye bolmaydi. Fotonlardin bul a'jayip o'zgesheligi olardi zat bo'lekshelerinen, misalg'a, protonlar yamasa elektronlardan o'zgeshe iz qaldiradi.

Ne ushin bazi bir ha'diyselerde jaqtiliq aniq an'latilgan tolqin qa'siyetlerde, basqa bir ha'diyselerde bolsa korpuskulyar qa'siyetlerde ko'rsetiliwi ha'm qanday ta'rizde bunday keri qa'siyetler nurlaniwda birigiw mumkinshiligi usi waqitqa shekem aniq emesligin ko'rsetip o'temiz.

Kvant teoriyasina muwapiq korpuskulyar ha'm tolqinliq qa'siyetlardin birigivi barliq materiyanin tebiyg'iy sipati, yag'niy zattin ha'r bir bo'lekshege tolqin qa'siyetlerge ha'm ha'r bir tolqin korpuskulyar qa'siyetlerge iye.

2.1. Jaqtiliqtin deregi.

Molekulalari ha'm atomlari ko'rinetug'in nurlaniw payda etetug'in barliq deneler jaqtiliq derekleri dep ataladi. Ha'r qiyli jaqtiliq dereklerine ko'plep misallar keltiriw mumkin: elektr lampasi, janip turg'an shirpi sho'bi, gaz jaqtiliq trubkalari solar qatarina kiredi. Olardi jaqtiliq shig'arip atirgan bo'lekshelardin qoziw usilina qarap toparlarga sha'rtli turde bo'liw mumkin.

Birinshi toparg'a temperaturali jaqtiliq derekleri jatadi, bul dereklerde nurlaniw jeterli joqari temperaturada denede bolekshelelardin ta'rripsiz ha'reketi sebebinen atom ha'm molekulalardin qoziw esabinan payda boladi.

Bunday jaqtiliq dereklerinin nurlaniw energiyasi olardin ishki energiyalari esabinan boladi.

Ekinshi toparg'a lyuminestsent jaqtiliq derekleri jatadi, olardin atom ha'm molekulalarinin qozivi joqari temperatura ta'sirinde emes, mumkin zattin o'tip atirgan bo'leksheleri ag'imi, misalg'a, sirtqi elektromagnitlik maydan yamasa ximiyaliq reaksiya ta'sirinde elektronlar sebebinen payda boladi.

Bul halda nurlaniw energiyasi elektr, ximiyaliq yamasa mexanikaliq energiya esabinan, yag'niy qandayda bir sirtki derektin energiyasi esabinan alinadi.

Elektron - nurlu trubka ekraninin jaqtilaniwi, reklamalarda gaz jaqtiliq trubkalarinin jaktilaniwi, boyawlardin jaqtilaniwi ha'm sog'an uqsag'an lyuminestsent nurlaniwlarg'a misal boladi.

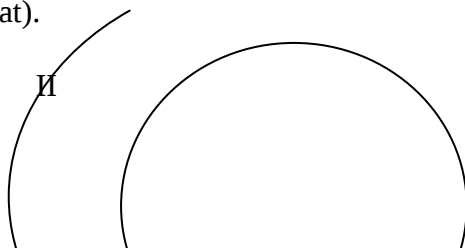
Ushinshi toparg'a Vavilov - Cherenkov effekti menen baylanisli bolgan zattagi jaqtilaniw kiredi. Bul jaqtilaniw zatta elektronlardin ha'reketleniw tezligi jaqtiliqtin sol ortalig'ida taraliw tezliginen artqanda payda boladi. 1934 jili P. A. Cherenkov ha'm S. I. Vavilov nurlaniwdin jan'a turin baqlagan. Ol Vavilov - Cherenkov nurlaniwi degen at alg'an.

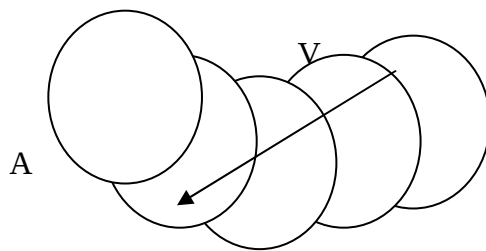
2.2. Gyugens printsipti. Jaqtiliq nurlari.

Ken'islikte tolqin frontinin kemeyiwin tolqin teoriyasi ja'rdeminde qanday tusindiriliwin qarap shig'amiz.

O tochkadan taraliw atirgan sferaliq tolqin waqittin qandayda bir momentinde I jag'dayda bolsin (2.2.1 – suwret).

Qandayda bir waqittan keyin ol II – jag'dayda bolsin. Kenislikte tolqin frontinin ko'shiwi Gyugens printsipti ja'rdeminde tusindiriledi: tolqin frontinin elementar tolqinlar tarqatip atirgan barliq tochkalari (2.2.1 – suwrettegi 1, 2, 3 x.t.b.) terbeliw ha'reketin beretug'in a'sbaptay boladi; barliq bul elementar tolqinlardin orawshisi tolqin frontinin jan'a jag'dayin beredi (II - bet). (Tolqinlardin orawshisi barliq elementar tolqinlarga o'tkizilgen urinba betten ibarat).





2.2.1 – suwret.

Bul jerde O tochka ta`repke kiyatirg`an tolkinlardin` qosiliwinda terbelislerdin` o`z - ara ha`lsiretiwi payda bolip, mine usi bag`itta tolqinlar bir - birin so`ndiriwin esapqa aliw kerek.

Tolqin frontinin` ko`shiw bag`iti 2.2.1 – suwrette VA strelka menen ko`rsetilgen. Tolqin fronti ko`shetug`in siziq nur dep ataliwin eslep o`temiz. Izotrop ortaliqta jaqtiliq tuwri siziq boyinsha taraladi, yag`niy bunday ortaliqta jaqtiliq nurlari tuwri siziqqlar boladi.

Buni ko`plegen ha`diyseler, misali, jaqtiliq nurlari jolina qoyilg`an mo`ldir emes denelerden ko`len`ke payda boliwi da tastiyoqlaydi.

Tolqin fronti O tochkadan qansha alislassa (2.2.1 – suwret), onin` betinin` iymekligi sonsha kemeyedi. Sonin` ushin jaqtiliq derekten a`dewir ulken araliqta sferaliq tolqin frontinin` kishkene bo`legin a`melde tegis dep, jaqtiliq nurlarin bolsa parallel dep esaplaw mumkin. Misalg`a, Jer betinde Kuyash nurlarin parallel dep esaplaniladi.

A`piwayilastiriw ushin sha`rtli turde nurdin` energiyasi ha`m ren`i haqqinda aytiladi. Bunda nur bag`iti boyinsha ko`shirilip atirg`an nurlaniw energiyasi ha`m ren`i nezerde tutiladi.

2.3. Jaqtiliqtin` vakuumda taraliw tezligi. Maykel`son ta`jriybesi.

Jaqtiliqtin` taraliw tezligi juda ulken bolg`anlig`i sebepli jaqtiliq juda` ulken araliqlardi o`tiwi ushin sezilerli waqit sarp boladi. Misali, jaqtiliq Kuyashtan Jerge shekem 8 minutta keledi.

Vakuumda jaqtiliq tezligin birinshi bolip daniyali astronom O. Remer 1675 jili Yupiter joldaslarinan birinen tutiliwin uyreniw waqtinda o`lshegen edi.

Ol Yupiter menen Jer arasindag`i araliqtin` artiwina qarap joldastin` tutiliwi esaplang`an waqitqa qarag`anda waqit o`tken sayin keshigiwin aniqlag`an. Remer buni to`mendegishe tusindiredi: Yupiterden Jerge shekemgi aralik l – ge artqanda jaqtiliq bul araliqti S tezlik penen o`tiwi ushin  $t$  waqit sarplaw lazim. Ol  $l$  ha`m t ni bilgen halda jaqtiliq tezligin esaplap shiqti. Bul tezlik $3 \cdot 10^8$ m/s qa jaqin bolip shiqti.

Keyin ala jaqtiliq tezligi ko`p ma`rte ha`m ha`r turli jag`daylarda o`lshendi. Amerikali fizik A. Maykel`son hawada jaqtiliq tezligin o`lshewde a`dewir aniq na`tiyje aliwg`a miyasar boldi. Onin` ta`jriybelerinen en` (tabislisin) qolaylisin qarap shig`amiz.

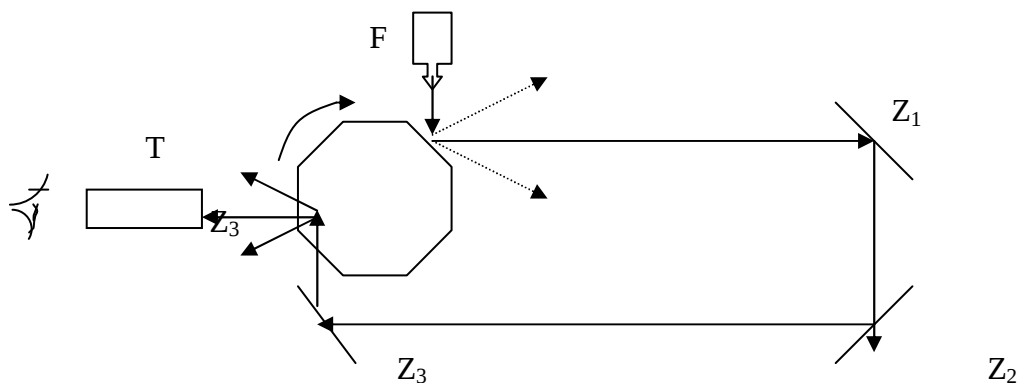
Ol oraydan qashiwshi mashinag`a ha`mme ta`repleri aynadan jasalg`an baraban ornatti. Ta`replerinin` sanin k menen belgileymiz (2.3.1 – suwret). Bul ta`replerdin` birewine F fonardan jaqtiliq nuri tusiriledi.

Son`inan odan ha`m Z_1 , Z_2 ha`m  $Z_3$  aynalardan qaytqannan keyin jaqtiliq nuri barabannin basqa ta`repine tusedi ha`m odan qaytip baqlawshinin` ko`zine tusedi. Barabannan  $Z_1$  ha`m Z_2 aynag`a shekemgi araliq  $35$  km - ge jaqin bolip, ol juda` aniq o`lshengen edi. Baqlawshi  $T$  trubani  $F$  jaqtiliq dereginin` ko`rinisi aniq ko`rinetug`in etip sazlag`annan keyin baraban aylandiriladi.

Bunda F derektin` ko`rinisi trubkada jog`alip ketti (Ne ushin?). Barabannin` aylaniw tezligi a`sten joqarilatilip minutina qandayda bir  $n$  – ma`rte aylaniwlar saninda baqlawshi F derektin` ko`rinishin ja`ne aniq ko`redi.

Bul soni an`latadi, jaqtiliq aynalar arasinda bolg`ang`a shekem baraban aniq bir ta`repke burilip ulgeredi. Bul buriliw waqti:

$$t = \frac{1}{k \cdot n/60} = \frac{60}{n \cdot k}$$



2.3.1 – suwret.

formula menen an`latiw mumkin. Budan jaqtılıq tezligi  $S$  ushin to`mendegi formulani alamiz:

$$C = \frac{2l}{t} = \frac{lnk}{30}$$

(Z_1 ha`m  $Z_2$  aralig`indag`i aralıq  $l$  – ge qarag`anda a`dewir kishi).

S ta`biyatta signallardin` taralıw tezligi bolg`anlig`i sebepli ha`m ko`plegen formulalarda ushırasqanlig`i ushin onin` ma`nisi en` a`hmiyetli bolip esaplanadi. Ko`plegen izertlewlerden keyin:

$$S = 299792,5 \pm 0,5 \text{ km/s}$$

ekenligi aniqlang`an edi.

2.4. Jaqtılıqtin` ha`r kiyli ortalıklarda taralıw tezligi. Ortalıqtin` optikalıq tig`izlig`i.

Elektromagnitlik tolqınların` taralıw tezligi ortalıqtin` turine baylanislig`i ha`m usi ko`riniste an`latılıwı elektr ha`m magnetizm bo`liminde aytilg`an edi:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}} = \frac{S}{n}$$

Jaqtılıq nuri tarqala aliwin mumkin bolg`an ha`mme zatlar, yag`niy jaqtılıq ushin mo`ldir deneler ushin salıstırmalı magnet sin`irgishligi  $\mu$  birden kem parq qiladi, usi jag`dayda jaqtılıqtin` taralıw tezligi olardin` dielektrik sin`irgishligi  $\epsilon$  menen aniqlanadi. ( $\epsilon$  vektor  $E$  terbelis jıyligine baylanisli bolg`anlig`i ushin dielektriklerde jaqtılıqtin` taralıw tezligide jaqtılıq nurinin` terbelisler jıyligine baylanisli ekenligin esletip o`temiz).

Jaqtılıqtin` taralıw tezliginin` ortalıqtin` turine baylanisligin`in xarakterlewshi shama ortalıqtin` optikalıq tig`izlig`i dep ataladi. Ol ortalıqtin absolyut sindiriw ko`rsetkishi n – nin` san ma`nisi menen o`lshenedi:

$$n = \frac{S}{v}$$

Vakuumnin` optikalıq tig`izlig`i birge ten` ekenligi ma`lim. Hawa ushin  $n$  – sindiriw ko`rsetkishi 1,003 ke ten` bolg`anlig`i ushin hawada jaqtılıq tezligin ko`binese S dep qabil etiledi.

J. Fuko birinshi bolip, jaqtılıqtin` suwda taralıw tezligin o`lshedi. Ol hawadag`i tezlikten  $4/3$  ma`rte kishi, yagniy $n = 1,33$ bolip shıqtı.

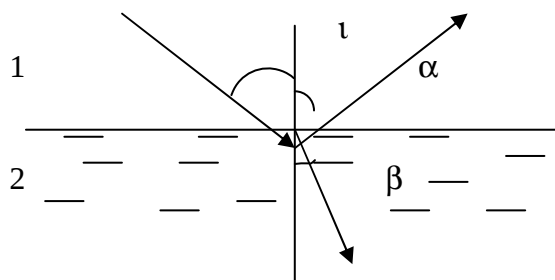
Jaqtılıqtın taralıw tezliginin o`zgeriwine sebep jaqtılıqtın siniwi, yag`niy ol bir mo`ldir ortalıqtan basqa mo`ldir ortalıqqa o`tiwde taralıw bag`itin o`zgetiriwi.

3.1. Eki mo`ldir ortalıqtın ajiraliw shegarasındag`i optikalıq qubilislar.

Bir tekli ortalıqta jaqtılıqtıq tuwri siziqli taralıwin esleyik. Bul ortalıqta jaqtılıq taralıwin tusindiriwde jaqtılıq nurlarınan paydalaniw`a mumkinshilik beredi.

Jaqtılıqtın taralıw bag`itinin o`zgeriwi eki turli ortalıqtın ajiraliw shegarasında payda boladi. Sonin` ushin, eger bunday o`zgerislerdi anıq tabiw mumkinshiligin beretug`in nizamlardi ta`jiriybelerden anıqlasaq, onda jaqtılıq nurlaniwinin` fizikalıq ta`biyatın esapqa almag`an halda jaqtılıq nurları ja`rdeminde ko`plegen optikalıq ha`diyselerdin` barisin suwretlew mumkin boladi. Optikalıq qa`siyetlerin bunday suwretlew usilin paydalanatug`in bo`limi geometriyalıq optika dep ataladi. Bul bapta eki mo`ldir ortalıqtın ajiraliw shegarasında payda bolatug`in optikalıq qubilislar`a bag`inatug`in nizamlar qaraladi.

Hawadan suw sirtına jen`ishke jaqtılıq da`stesi tuskende (3.1.1 – suwret) O tusiw tochkasında jaqtılıqtın bir bo`liminin` qaytqanlig`in, bir bo`liminin` bolsa suwg`a o`tkenligin ha`m siniwin baqlaw mumkin. τ ha`m  $\alpha$  muyeshlerin sa`ykes turde tusiw muyeshi ha`m shag`ilisliw muyeshi dep ataliwin bilemiz.



3.1.1 – suwret.

Sing`an nur ha`m nurlardin` tusiw tochkasında eki ortalıqtın ajiraliw betine jurgizilgen perpendikulyar menen payda etken β muyeshti siniw muyeshi delinedi.

Eki ortalıqtın ajiraliw shegarasına nur alıp kelgen energiyanın` qanshasin shag`ilisqan nurlar ha`m qanshasin sing`an nurlar alıp ketedi degen soraw payda boladi. Nurlaniw qandayda bir waqıt aralıg`ında O tochkag`a W energiya alıp kelgen bolsin. Keyin bul energiya bo`listiriledi: onin` bir bo`limin ( $W_{sh}$ ) shag`ilisqan nurlar, basqa bo`limin ( $W_s$ ) sing`an nurlar alıp ketedi. Energiyanın` saqlaniw nızaminan to`mendegi kelip shig`adi:

$$W = W_{sh} + W_s$$

Ha`r qanday ortalıq (vakuumnan tisqari) nurlaniw energiyasin jutqanlig`i ushin bul ten`lik tek O tochkanin` qasındag`i energiyanı o`lshegende g`ana orinli boladi. Eger jaqtılıq nurlaniwi ortalıqta kem kushsizlenip a`dewir ulken ortalıqtı o`tse, onda bunday ortalıqtı mo`ldir ortalıq dep ataydi (misalg`a shiysha, suw, spirt h.t.b.). Kerisinshe, metallar jaqtılıq nurlaniwin juda` kushli jutadi, yag`niy metallar olar ushin mo`ldir emes. Metall o`zine tusip atirg`an nurlaniwdin` ko`p bo`limin shag`ilistiradi.

Ten`iz suwi ha`m basqa elektrolitler - elektr tog`ın jaqsi o`tkiziwin, biraq ko`rinetug`in nurlaniwlardi kushsiz so`ndiriwin ha`m sonisi menen metallardan keskin pariqliwi esleyik. Bug`an sebep elektrolitlerde erkin elektronlar joq, ionlar bolsa salistirmali ulken aralıqqa iye bolg`anlig`i ushin jaqtılıq nurındag`i joqari jiyliktegi terbelislerge ulgerip jure almaydi.

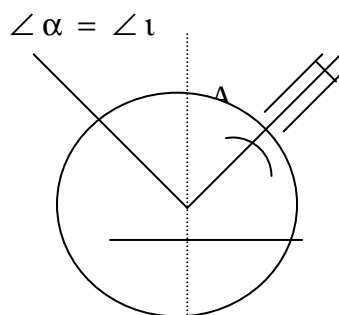
Solay etip, ha`r qanday ortalıq jaqtılıq nurin ma`lim da`rejede shag`ilistiradi ha`m jutadi. Denege tusip atirgan nurdin jag`ilisliw ha`m jutiliwi denenin turine, betinin` jag`dayına, nur turine, nurlardin` tusiw muyeshine ha`m basqa sebeplerine baylanisli.

Shag'ilisiv ha'm jutiliwdin` terbelisler jiyiligine baylanisiligi`i ko`birek tan'law xarakterine iye, yag`niy zat bazi bir jiyliktegi terbelislerdi kushli, bazi birin bolsa kushsiz shag'ilisadi ha'm jutadi, misalg'a, Jerdin` atmosferasi ko`riniw spektrinin` qisqa tolqinlarin kushli jutadi ha'm uzin tolqinlarin kushsiz jutadi.

Jaqtılıq nuri ushin shag'iliw nizamları tejiriybe jerdeminde eramizdan aldingi III - esirde qa'dimgi grek ilimpazi Evklid ta'repinen tabilg'an edi. Ha'zirgi jag'daylarda bul nizamlar optikalıq shaybalar ja'rdeminde tekseriledi (3.2.1. – suwret).

Ol A jaqtiliq derekten ibarat bolip, oni da'rejelerge (graduslarga) bo'lingan diska a'tirapinda o'zgartiw mumkin. Jaqtiliqti shag'ilistiriwshi bet κ - g'a bag'itlap, ι ha'm α muyeshler o'lshenedi.

1. Tusiwshi nur ha'm shag'iliskan nur shag'ilistiriwshi bettin` nur tusiw tochkasina tusirilgen perpendikulyar menen bir tegislikte jatadi.
2. Nurdin` shag'ilisiw muyeshi onin` tusiw muyeshine ten`.



Optikaliq shayba ja`rdeminde tusiwshi ha`m shag`ilisiwshi nurlari qaytimli ekenligin, yag`ganiy tusiwshi nurdi shag`ilisqan nurdin` joli menen bag`itlag`anda, onda shag`ilisqan nur tusip atirg`an nurdin` joli menen ketiwin ko`rsetiw mumkin.

KM siypaq betke (3.2.2. – suwret) waqittin` qandayda bir momentinde fronti  $A_a \cdot V_a$  jag`daydi iyelegen tegis tolqin tusip atirg`an bolsin.

Qandayda bir waqittan keyin ol AS jag`dayin` iyeleydi. Waqittin` sol momentinde A tochkadan shag`ilisqan elementar tolqin tarala baslaydi. t – waqit ishinde tolqin fronti

S tochkadan V tochkag'a bariwi menen, tolqin A tochkadan yarim sfera boylap SV g'a ten` AD araliqqa taraladi, sebebi

$$AD = \vartheta t \quad \text{ha'm} \quad CB = \vartheta t$$

(ϑ – tolqinnin` taraliw tezligi). Nurlar shag`ilisqannan keyin tolqin frontinin` jan`a jag`dayi V tochkadan yarim sferag'a jurgizilgen urinba, yag`niy VD tuwri siziq boladi. Keyin bul front AA^{11} yamasa VV^{11} nurlar bag`iti boyinsha o`z - o`zine parallel ha`reketlenedi.

ADV ha`m ASV tuwri muyeshli ush muyeshlikler uliwma AV gipatenuza ha`m AD ha`mde SV ten` katetlerge iye bolg`ani ushin olar o`z - ara ten` muyeshler. Sonin` ushin $\angle \alpha_a = \angle \iota_a N$ ta`repleri o`z - ara perpendikulyar muyeshler bolg`ani ushin  $\angle \iota_a = \angle \iota$  ha`m $\angle \alpha_a = \angle \alpha$, ol jag`dayda  $\angle \alpha = \angle \iota$ , yag`niy tusiw muyeshi shag`ilisiw muyeshine ten`, mine usini da`lilew talap qiling`an edi.

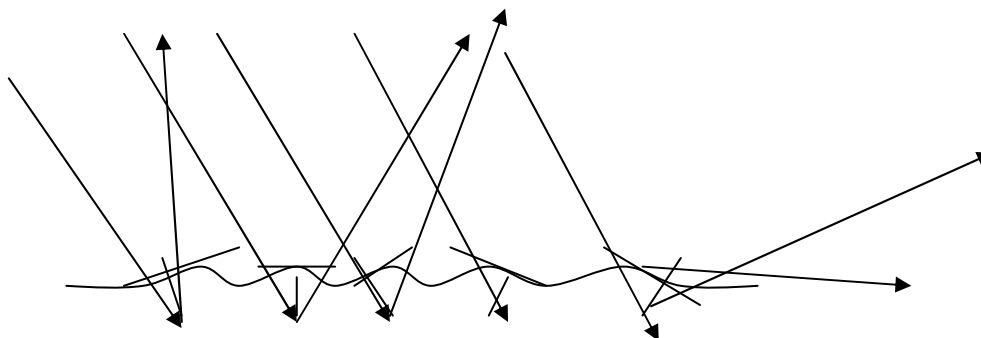
3.3. Aynaliq ha`m difuziyaliq shag`ilisiw. Tegis ayna.

Jaqtiliq tegis emes betten shag`ilisqanda onin` ha`r bir tochkasinda shag`ilisqan nurdin` joli to`mendegi turde aniqlanadi. Nur shag`ilisqan betke urinba qilip nurdin` tusiw tochkasina tegislik o`tkiziledi, son` sol tegislikke salistirmali tusiw ha`m shaqilisiw muyeshleri jasaladi.

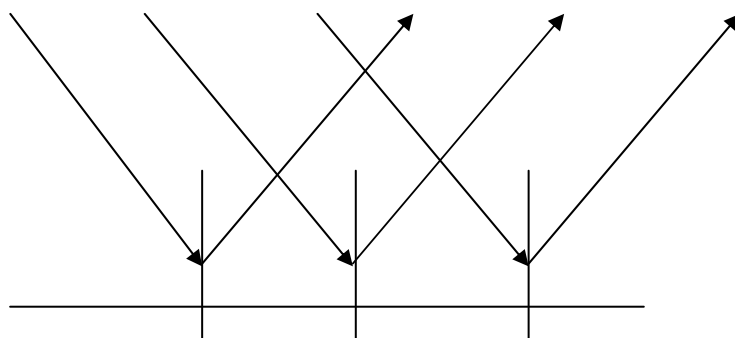
3.3.1. – suwrette bettin` ha`r qiyli tochkalarinan shag`ilisqan nurlardin` bag`itlaniwi usinday usil menen aniqlang`an. Bunday shag`ilisiwg`a deyin parallel kelgen nurlar shag`ilisqannan keyin mumkin bolg`an bag`itqa ketiwi ko`rinip turipti. Bunday shag`ilisiwdi difuziyaliq yamasa shashirandi shag`ilisiw dep ataydi.

Barliq gedir - budir betlerden, misalg`a, uy diywalinan jaqtiliqtin` diffuziyalik shag`ilisiwi payda boladi. Mine jaqtiliqtin` usi diffuziyaliq shag`ilisiwi na`tiyjesinde biz o`zi jaqtiliqti nurlandirmaytug`in denelerdi ko`remiz.

Jaqtiliqti jaqsi shag`ilistiriwshi ideal siypaq betti aynali bet deymiz. Jalpaq ayna beti jalpaq ayna boladi (jalpaq aynalardan tiskari sferaliq, parabolaliq ha`m basqa aynalar boladi). Parallel nurlar da`stesi jalpaq aynadan shag`ilisqannan keyin paralleliginshe qaladi, lekin o`zinin` taraliw bag`itin o`zgerdedi (3.3.2. – suwret). Bunday shag`ilisiwdi aynaliq yamasa tuwri shag`ilisiw delinedi.



3.3.1 – suwret.



3.3.2 – suwret.

Egerde bettin` tegis emesligi jaqtılıqtin` nurlaniw tolqın uzınlıg`ınan artpasa, a`melde aynalıq shag`ılısiw boladı.

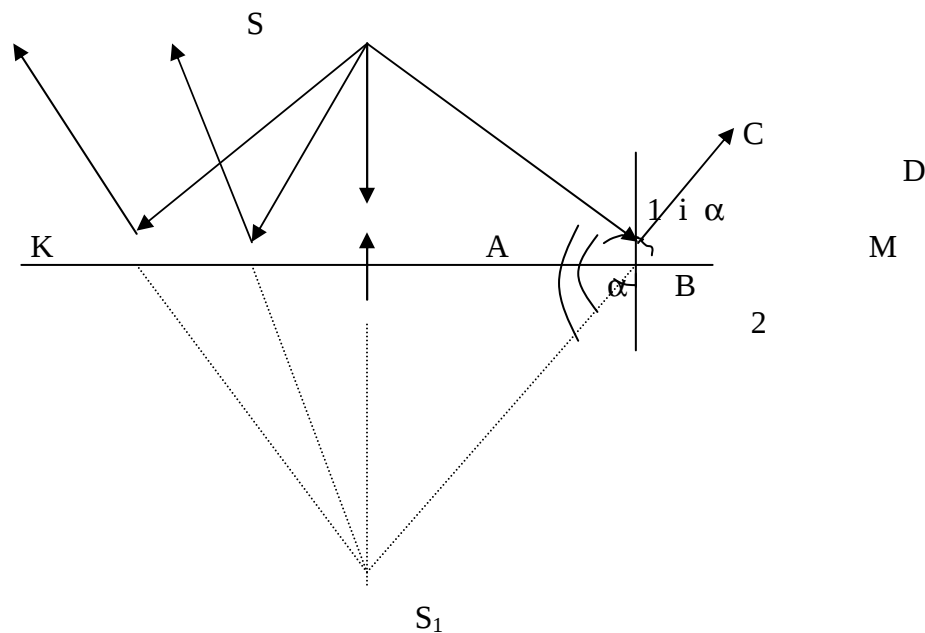
Kushlı jaqtılıq dereginen shıqqan jaqtılıq nurları jalpaq aynadan shag`ılısqannan keyin adam ko`zine tusse, ko`zdi qamastırıp jiberedi ha`m ko`zdi awırtadı. Al diffuziyalıq shag`ılısiwda ko`zde bunday awırıw payda bolmaydı.

Eger ha`r qiyli deneler betinen shag`ılısqan jaqtılıq jalpaq aynag`a tusıp, son` shag`ılısıp, adam ko`zine tusse, aynada sol denenin` suwretleniwi ko`rinedi.

Olar qalay payda bolıwın qarap shig`ayıq.

Da`slep jalpaq aynada bir tochkalıq derektin` suwreti qalay payda bolıwın ko`rip shig`ayıq. KM ayna beti ustinde (3.3.3 – suwret) S tochkalıq jaqtılıq deregi turg`an bolsın. S derekten aynag`a perpendikulyar kiyatırıp SA nur shag`ılısqannan keyin o`z bag`ıtın qarama – qarsig`a o`zgartiredi, yag`niy AS jolinan ketedi. S – ten aynag`a tusıp atırıp nurlar toplanınan aynag`a τ - muyesh astında tusıp atırıp SB nurdı ajıratamız. Shag`ılısqannan keyin ol VD bag`ıtta ketedi, $\angle \alpha = \angle \tau$ 3.3.3.- suwretten. A ha`m V tochkalarg`a tusıp atırıp nurlar shag`ılısqannan keyin KM aynag`a salıstırmalı S tochkag`a simmetriyalı tap bir S_a tochkadan shıqqan nurlarday ketedi.

Sonı da`liyleymiz.  $\varphi$  - muyesh  $\alpha$  muyeshke ten`, sonin` ushin  $\angle \tau = \angle \varphi$ .  $SV \perp KM$  bolg`anı ushin $\angle 1 = 90^\circ - \angle \tau$ ha`m  $\angle 2 = 90^\circ$ , yag`niy $\angle 1 = \angle 2$. Bul degen so`z, tuwri muyeshli SAB ha`m S_aAB ush muyeshlikler ten`, sebebi olar AV ulıwma katetke ha`m bir turdegi 1 ha`m 2 suyrı muyeshlerge iye.  $SA = S_aA$  bolg`anlıqtan. Bul ten`lik S tochkadan aynag`a tusıp atırıp ha`mme nurlar ushin orınlı.



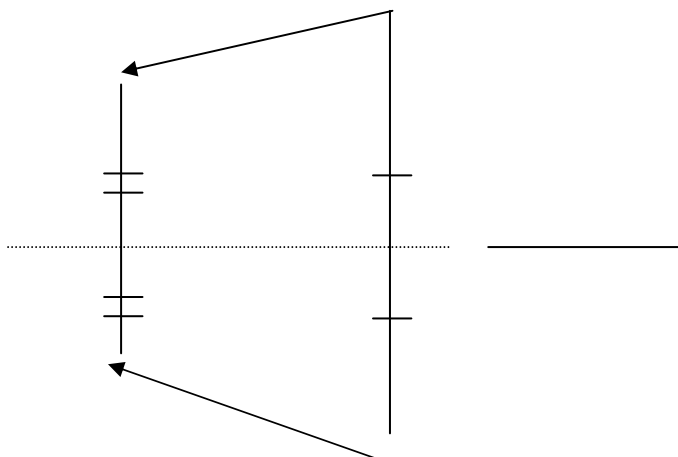
3.3.3 – suwet.

Solay etip, adam ko`zine qarap turg`anında ol S jaqtılıq dereginin` suwretleniwin  $S_1$  tochkada ko`redi. Haqıyqatında S_1 tochkadan shig`ıp ko`zge tusıp atırıp nurlar joq. Sonin` ushin bunday suwretleniwdi jormal suwretleniw dep ataw qabil qiling`an. Adam jaqtılıq tochkasin ko`rip turg`an jerge, S_a tochkag`a ekran jaylastırılса, onda S tochkani` suwreti payda bolmaydı. Bul jag`day jormal suwretleniwge xarakterli qa`siyet. Basqa ha`mme hallarda baqlawshi ushin jormal suwret haqıyqiy suwretten hesh pariқ qilmaydı.

Demek, jalpaq aynada jiltırawshi S tochkani` jormal suwreti payda boladı, ol aynag`a salıstırmalı simmetriyalı jaylasqan S_a tochkada jaylasqan boladı.

Denenin` jalpaq aynadag`ı suwretleniwi, o`lshemi jag`ınan denenin` o`zine ten` boladı (3.3.4 –suwret).

Jalpaq aynada haqiqiy jaqtılıq dereginin` suwretleniwi jormal ha`m ayna artında payda boladı, jormal jaqtılıq dereginin` suwretleniwi haqiqiy ha`m ayna aldında payda boladı.

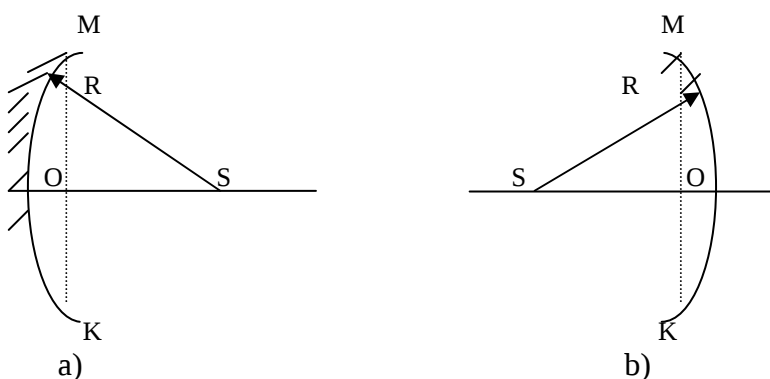


3.3.4 – suwret.

4.1. Sferalik aynalar.

Beti shar betinin` bir bo`limin quraytug`ın aynalar sferaliq aynalar dep ataladı, olar oyis (4.1.1 a – suwret) ha`m do`nes boladı (4.1.1. b – suwret). Suwrette R – aynanın` iymeklik radiusi.

Aynani shegaralawshi do`ngelektin` diametri KM aynanın` tesigi, ayna betinin` bul diametrinen en` alislag`an tochkasi O – ni aynanın` ushi delinedi. Aynanın` sferaliq orayi S ha`m onin` O dan o`tiwshi tuwri siziq aynanin` bas optikalıq ko`sheri delinedi. S tochkadan ha`m ayna betinen o`tiwshi ha`r qanday tuwri siziq bolsa ja`rdemshi optikalıq ko`sher delinedi.



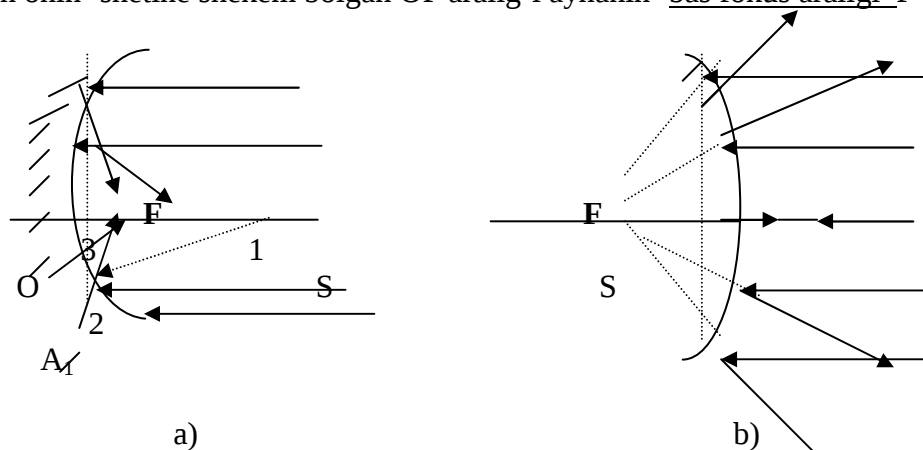
4.1.1 – suwret.

Jaqtılıq nuri qandayda bir optikalıq ko`sher boyınsha kiyatırğ`an bolsa, onda bul nurdin` ayna betine tusiw muyeshi nol`ge ten` boladı, Sonin` ushin bunday nur shag`ilisqannan keyin sol optikalıq ko`sher boyınsha keri ta`repke kete beredi.

Eger oyis aynag`a onin` bas optikalıq ko`sherine parallel bolğ`an nurlar tusse, aynadan shag`ilisqannan keyin bul nurlar bas optikalıq ko`sherde jatqan F tochka arqalı o`tedi (4.1.2. a – suwret), bul tochkani aynanin` fokusi dep ataydı.

Solay etip, oyis aynalar jiynaushi boladı. Olardin bas fokusi xakiykiy boladı.

Do'nes aynalardin' bas fokusi jormal boladi (4.1.2. b – suwret). Aynanin' bas fokusidan onin' shetine shekem bolgan OF aralig'i aynanin' bas fokus araligi F delinedi.



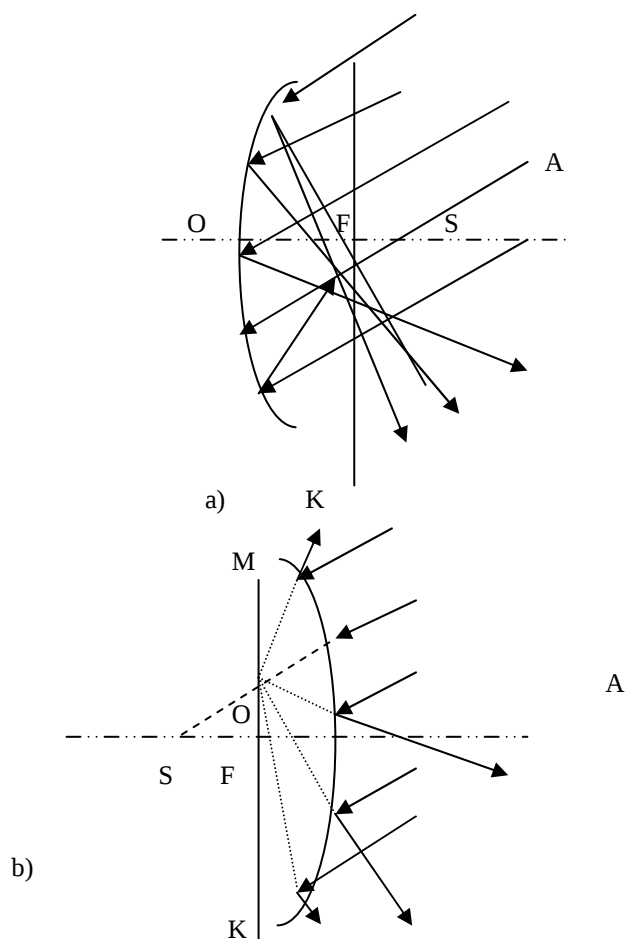
a)
4.1.2. – suwret.

Nurlar aynag'a qandayda bir qosimsha kwsherine, misalig'a AS – g'a parallel bag'itta tusse (4.1.3. – suwret), ol jag'dayda nurlar aynadan shag'ilisqannan son' sol ko'sherdin' o'zinde jaylasqan bir tochkada – aynanin' fokusida toplanadi. Eger qosimsha ko'sherler bas optikaliq ko'sherge salistirmali qandayda bir muyeshti hasil etse, aynanin' barliq fokuslari fokal tegislik (KM) de jaylasadi, bul tegislik bas optikaliq ko'sherge perpendikulyar boladi.

Bas fokus aralig'i F penen aynanin' iymeklik radiusi R – din' qanday baylanislilig'in qarap shig'amiz.

Aynanin' bas optikaliq ko'sherine parallel bolg'an AA_1 nur shag'ilisqannan keyin A_1F bag'ittan ketedi (4.1.2. a – suwret).

M



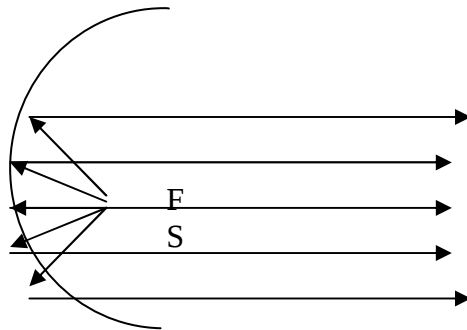
4.1.3. – suuret.

A_1 tochkani aynaning sferalik orayi S menen tutastiramiz. Shag'iliw nizamlaridan $\angle 2 = \angle 3$ ekenligi kelip shig'adi.

$A_1A \parallel OS$ bolg'anlig'i ushin $\angle 1 = \angle 2$. Demek $\triangle A_1FS$ – den $\angle 1 = \angle 3$, yag'niy $A_1F = FS$. Aynaning beti ba'rqulla sferaning kishi bo'limin quraytug'inlig'i sebepli $A_1F \approx OF$ dep esaplaw mumkin. Solay etip, $FS \approx OF$. Bunin' o'zi F tochka radius orayi OS - ni ekige bo'ledi degen so'z, yag'niy

$$F = \frac{R}{2} \quad (4.1.1.)$$

Shag'iliw nizamlaridan sferaliq aynalarda da tusip atirg'an ha'm shag'ilisip atirg'an nurlar qaytimli bolatug'inlig'i kelip shig'adi. Sonin' ushin oyis aynaning bas fokusina jaqtiliq deregi jaylastirilsa, onda nurlar aynadan shag'ilisqannan keyin a'melde aynaning bas optikaliq ko'sherine parallel ketedi (4.1.4. – suwret).



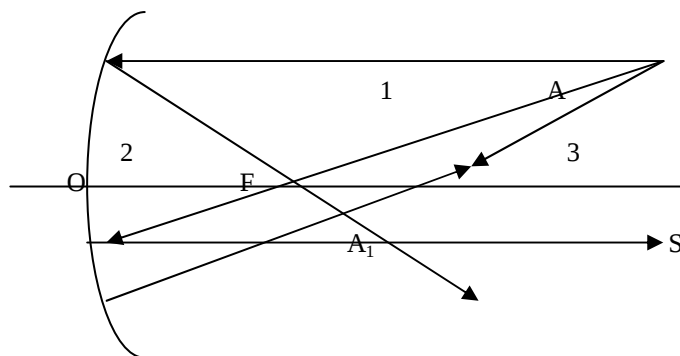
4.1.4. – suwret.

A'melde jaqtiliqtin' parallel da'stesin aliw ushin sferaliq ayna ornina parabolalik ayna qollaniladi.

Parabolaliq ayna a'dewir jaqsiraq bag'itlang'an jaqtiliq da'stesin beredi. Ha'r turli proyektorlar ha'm reflektorlardin' duzilisi aynalardin' usi qa'siyetlerine tiykarlang'an.

4.2. Sferaliq aynalar ja'rdeminde alinatug'in suwretleniwler jasaw.

Linzalar siyaqli sferaliq aynalarda zatlardin' ha'r turli suwretleniwlerin beriwi mumkin. Bir A tochkanin' sferaliq ayna payda etetug'in suwretleniwini jasaw ushin 4.2.1. – suwrette ko'rsetilgen ush nurdin' qa'legen ekewinen paydalinadi. A tochkadan bas optikaliq ko'sherge parallel etip 1 nur o'tkiziledi. Bul nur shag'ilisqaninan keyin aynaning bas fokus F arqali o'tedi. A tochkadan bas fokus F arkali 2 nur o'tkiziledi.

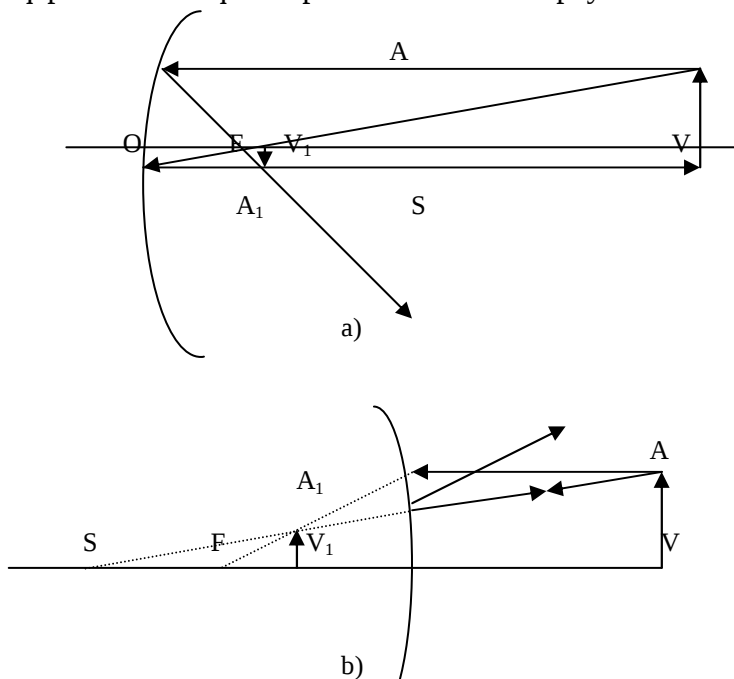


4.2.1. – suwret.

Bul nur aynadan shag`ilisqannan keyin aynanin` bas optikaliq ko`sherine parallel ketedi. 3 nur aynanin sferaliq orayi arqali o`tkeriledi. Shag`ilisqannan keyin bul nur sol tuwri siziq boyinsha A tochkag`a qaytadi.

Sferaliq aynalar ja`rdeminde zatlar din` suwretleniwlerin payda etiw 4.2.2. – suwrette ko`rsetilgen.

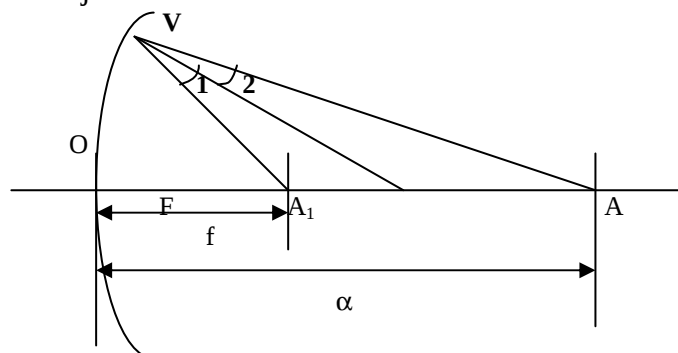
Do`nes aynalar zattin` jormal suwretleniw beredi. Sonida atap o`tiw kerek, do`nes aynada tap usinday o`lshemdegi jalpaq aynadag`ig`a qarag`anda ko`birek zatlar din` suwretleniw ko`riwge boladi. Sonliqtan ko`binese avtomobil` aydawshilari do`nes aynalardan qaptal ha`m artqi ta`replerin ko`riw ushin paydalanadi.



4.2.2. – suwret.

4.3. Sferaliq ayna formulasi.

Sferaliq aynanin` bas optikaliq ko`sheri OS te turg`an erikli jarqirawshi A tochkanin` suwretleniwi qalay payda boliwin aniqlaymiz (4.3.1. – suwret). Tochkanin` suwretleniwi usi ko`sherdin` o`zinde jatiwi ma`lim.



4.3.1. – suwret

A tochkadan erikli AV nur o`tkizemiz. Bul nur tusetug`in V tochkag`a SV radius o`tkizemiz. Ol ayna betine tusirilgen normal xizmetin atqaradi, sonin` ushin  $\angle 1 = \angle 2$ , bul shag`ilisqan VA nurinin` jag`dayin ko`rsetedi.  $A_a$  tochkada A tochkanin` suwretleniwi payda boladi. A_a tochkanin` jag`dayi A tochkanin` jag`dayina baylanisli.

Sol sebepli A ha'm A_a tochkalar kosimsha tochkalar dep ataladi.

AO aralikti A, A_aO araligini f ha'm OS ni R arkali belgileymiz. Sferanin' kishkene bir bo'liminen ibarat bolg'an aynalar ushin $VA \approx OA = d$ ha'm $VA_a \approx OA_a = f$ dep aliw mumkin. $\angle 1 = \angle 2$ bolg'anlig'i ushin VS siziq AVA_a muyeshitin bissektrisasi boladi, bul (AS ha'm A_aS kesimlar A_aAV) ush muyeshliktin' ta'replerine proporsional ekenligin an'latadi:

$$\frac{A_1S}{AS} = \frac{VA_1}{VA} \quad \text{yamasa} \quad \frac{R-f}{d-R} = \frac{f}{d}$$

Aqirg'i an'latpani to'mendegishe jazamiz:

$$Rd - fd = fd - Rf ;$$

$$Rf + Rd = 2fd$$

Rfd – ke bo'lgennen keyin

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{2}{F} \quad \text{di alamiz.}$$

R – di onin' (4.1.1.) degi ma'nisi menen almashtirip aynanin' qosimsha tochkalari ushin:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad (4.3.1) \text{ alamiz.}$$

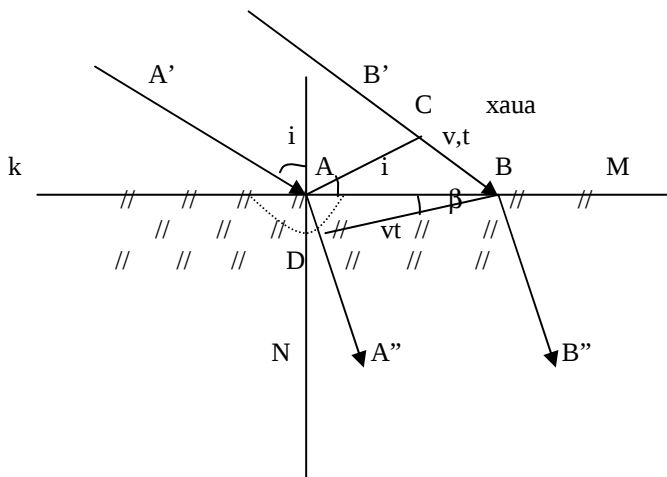
Bul formula oyis aynalar ushinda, do'nes aynalar ushinda orinli, tek haqiqiy shamalardin' san ma'nisleri on' (plyus), jormal shamalar – teris belgi menen aliniwi kerek.

Misalg'a, oyis aynalardin' bas fokus aralig'i oo' belgi menen, do'nes aynalarda teris belgi menen shiqsa, og'an jormal shama sa'ykes keliwin an'latadi.

5.1. Jaqtiliqtin' siniw nizamlari.

Joqarida jaqtiliqtin' siniwi nurlaniwdin' bir ortaliquan basqa ortaliquga o'tiwinde jaqtiliqtin' taraliw tezliginin' o'zgeriwi menen baylanisililigi aytilg'an edi. Jaqtiliqtin' siniwin tolqin teoriyasi qalay tusindiriwin qarap shig'ayiq.

Eki mo'ldir ortaliqu to' KM ajraliw betine (5.1.1-suwret) tolqin fronti waqittin' baslang'ish momentinde AS jag'dayin iyelegan A'V' parallel nurlar da'stesi tusedi deyik. Eger nurlaniwdin' birinshi ortaliqu tag'i taraliw tezligi v_1 , olardin' ekinshi ortalik tag'i taraliw tezligi v_2 den ulken bolsa, onda birinshi ortalikta tolqin fronti t uakit ishinde $SV = v_1 \cdot t$ aralikka koshiuinde, ekinshi ortalikta tolkinlar A tochkadan $AD = v_2 \cdot t$ radiusli yarim sfera boyinsha tarqaladi. Demek waqittin' usi momentinde tolqin fronti VD jag'dayina iye boladi ha'm dawaminda AA" yamasa VV" bag'it boyinsha o'z-o'zine parallel ko'shedi.



5.1.1-suwret.

Solay etip, jaqtılıq nurlari birinshi ortalıqtan ekinshi ortalıqqa o'tiwinde β -siniw muyeshi i – tusiw muyeshinen kishi boladi, yag'niy nurlar AN perpendikulyarg'a jaqinlasadi.

i ha'm β muyeshler arasindag'i matematikaliq baylanisti tabayiq. AVS tuwri muyeshli ushmuyeshlikten

$$VS = AV \sin i$$

AVD ush muyeshlikten bolsa

$$AD = AV \sin \beta$$

Bul tenlemelerdin on terepin on terepine, al shep terepin shep terepine bolip

$$\frac{VS}{AD} = \frac{\sin i}{\sin \beta} \quad \text{alamiz. Bunda} \quad \frac{VS}{AD} = \frac{v_1 t}{v_2 t} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\text{bolg'anligi ushin} \quad \frac{\sin i}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} \quad (5.1.1)$$

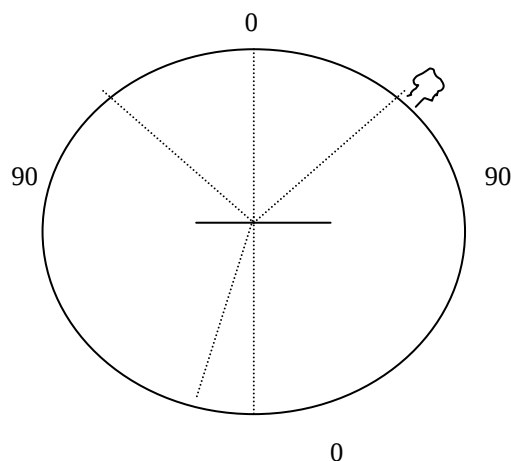
Jaqtılıq tezliklerinin qatnasi eki ortalıq ushin turaqli shama bolg'ani ushin oni n_{21} menen belginedi ha'm birinshi ortalıqqa salıstırmalı ekinshi ortalıqtin siniw ko'rsetkishi delinedi:

$$n_{g'a} = \frac{v_a}{v_g} \quad (5.1.2)$$

(5.1.1) ha'm (5.1.2) formulardan

$$\frac{\sin i}{\sin \beta} = n_{21} \quad (5.1.3)$$

(5.1.3) formulanin durislig'in optikalıq shayba menen o'tkeriletug'in ta'jiriybelerde tekserip ko'rio' mumkin (5.1.2.-suwret). Bunda tusip atirg'an ha'm sing'an nurlar shag'ilisqan nur menen bir tegislikte jatiwina isenim payda etiw mumkin.



5.1.2 – suwret.

Demek, jaqtılıqtin siniwi eki nizamg'a boysinadi:

1. Tusiushi nur, singan nur ha'm eki ortalıktin boliniu shegarasindag'i nurdin tusiw tochkasina jurgizilgen perpendikulyar bir tegislikte jatadi.
2. Tusiw muyeshinin sinusinin siniw muyeshinin sinusina qatnasi, eki ortalıq ushin turaqli shama boladi.

$$\frac{\sin i}{\sin \beta} = n_{21}$$

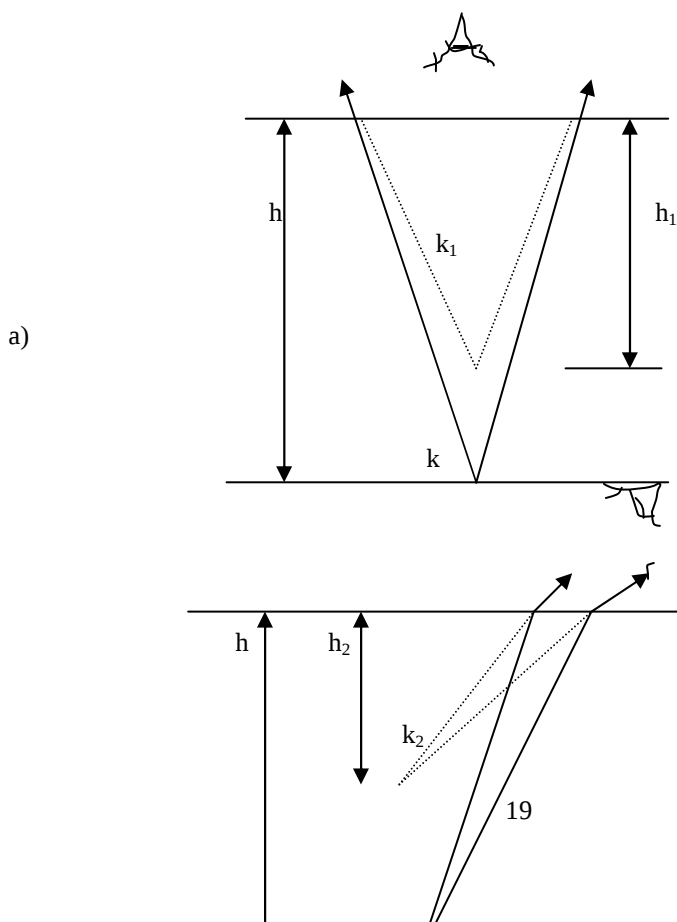
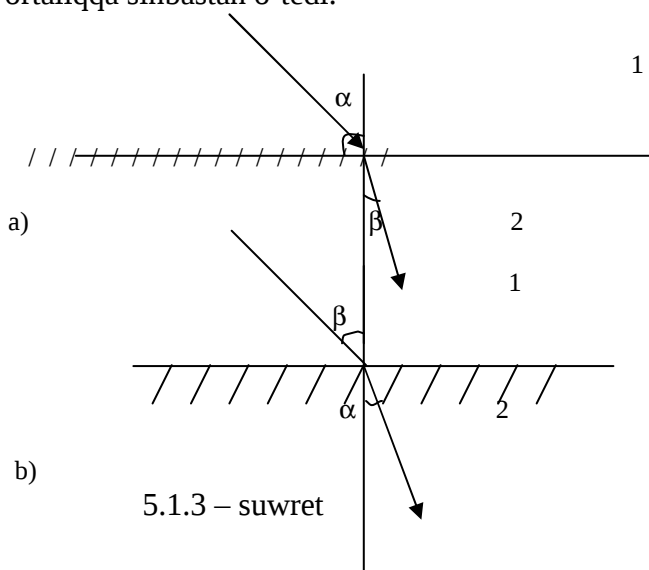
Ekinshi nizamnan tusiw muyeshi artqanda siniw muyeshi de artatug`ini ko`rinip tur (biraq proporsional emes).

Tusiwshi ha`m sing`an nurlar qaytimli, yagniy 5.13 –a suwrette suwretlengen birinshi ortalıqta tusiwshi nurdi ekinshi ortalıqta sing`an nur bag`iti boyınsha jibersek, ol sing`annan keyin tusip atirg`an nurdin` joli boyınsha ketedi (5.13-b- suwret). Demek, jaqtılıq nuri optikalıq tig`izlig`i ulkenirek ortalıqtan optikalıq tig`izlig`i kishirek ortalıqqa o`tkende ol perpendikulyardan alislaydi. Bul jag`dayda siniw ko`rsetkishinin` san ma`nisi birden kishi boliwi belgili. Adam suwg`a qarag`anda ha`wiz teren`liginin` kemeyiwi jaqtılıq nurlari sing`anında perpendikulyardan alislawi menen tusindiriledi (5.14-a suwret).

Ha`wiz tubinde h-teren`likte jatqan K tastin`  $K_a$  jormal suwretleniwi  $h_a$  teren`likte ko`rinedi.

Adam suwg`a qaptal ta`repten qarag`anda tas baqlawshig`a gorizontal bag`itta da bir az o`zgergenge uqsas ko`rinedi, sebebi adam tastin` jormal suwretin ko`redi (5.1.4.-b suwret). Tastin` jag`dayi ko`zge tusip atirg`an nurlardin` tusiw muyeshine baylanisli.

Eger jaqtılıq nurlari mo`ldir ortalıqtin` ajiraliw betine perpendikulyar tusse, onda bul nurlar basqa ortalıqqa sinbastan o`tedi.



b)

k

5.1.4. –suwret.

5.2. Absolyut siniw ko`setkishi ha`m onin` salistirmali siniw ko`rsetkishi menen baylanisi.

Jaqtılıq nuri vakuumnan ortalıqqa o`tkende aniqlang`an siniw ko`rsetkishi ortalıqtin` absolyut siniw ko`rsetkishi delinedi ha`m $n=c/v$ formula boyınsha esaplanadi.

Esaplawlarda absolyut siniw ko`rsetkishin kesteden alg`an qolaylıraq, sebebi olar ta`jiriybe ja`rdeminde jeterli da`rejede aniqliq penen aniqlang`an.

v-dan s ulken bolg`anlig`i ushin absolyut siniw ko`rsetkishi ha`mme waqıtta birden ulken boladi.

Egerde jaqtılıq nuri vakuumnan ortalıqqa o`tse, ol jg`dayda siniw nizaminin` ekinshisi ushin formula to`mendegi ko`riniste jaziladi:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n \quad (5.2.1)$$

A`melde nurlardin` hawadan ortalıqqa o`tiwinde de kobinese (5.2.1) formuladan paydalaniladi, sebebi jaqtılıqtin hawadag`i taraliw tezligi s dan kem parq qiladi. Bul hawanin` absolyut siniw ko`rsetkishi 1,0029 g`a ten`liginen ko`rinip tur.

Nur ortalıqtan vakuumg`a (hawag`a) o`tip atirg`anda jaqtılıqtin` siniwinin` nizami formulasi to`mendegi ko`riniske iye boladi:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{1}{n} \quad (5.2.2)$$

Bul jag`dayda nurlar ortalıqtan shig`iwinde ortalıq ha`m vakuumnin ajiraliw betindegi perpendikulyardan a`lbette alislaydi.

Endi absolyut siniw ko`rsetkishine qarap salistirmali siniw ko`rsetkishi n_g -di qalay tabiw mumkinshiligin qarastiramiz. Jaqtılıq absolyut ko`rsetkishi  $n_a$  bolg`an ortalıqtan absolyut ko`rsetkishi  $n_g$  ortalıqqa o`tsin. Onda

$$n_1 = \frac{c}{v_1} \quad \text{ha`m} \quad n_2 = \frac{c}{v_2}$$

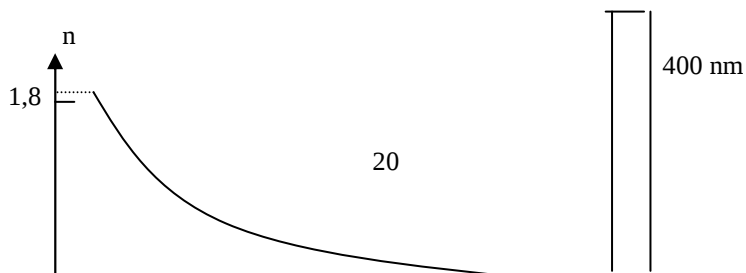
dep jaziw mumkin, budan

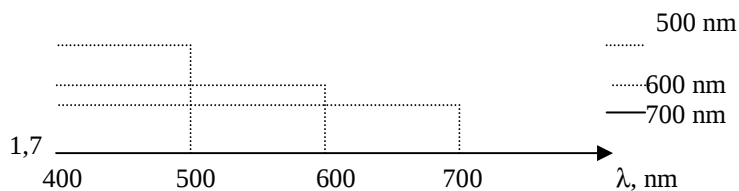
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = n_{21} \quad (5.2.3)$$

Bunday jag`day ushin siniwdin` ekinshi nizami formulasi ko`bine se to`mendegi turde jaziladi:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_1}{n_2} \quad (5.2.4)$$

Absolyut siniw ko`rsetkishinin` ma`nisi zattin` turine ha`m sonin` menen birge nurlaniw tolqınlarınin` terbelis jıyligine yamasa uzinlig`ına baylanisligin esletip o`temiz. A`dette, tolqın uzinlig`i kemeyiwi menen siniw ko`rsetkishi artadi. 5.2.1- suwrette shiysha ushin siniw ko`rsetkishinin` tolqın uzinlig`ına baylanisligi keltirilgen.





5.2.1 – suwret.

6.1. Jaktiliktin tolak shagilisiui. Tolak shagilisiudin shekli muyeshi.

Jaktilik deregin kanday da bir moldir ortalikka jaylastiramiz xam jaktilik nurin optikalik jaginan tigizirak ortalikka, misaliga xauaga otiuin baklaymiz.(6.1. 1-suuret.)

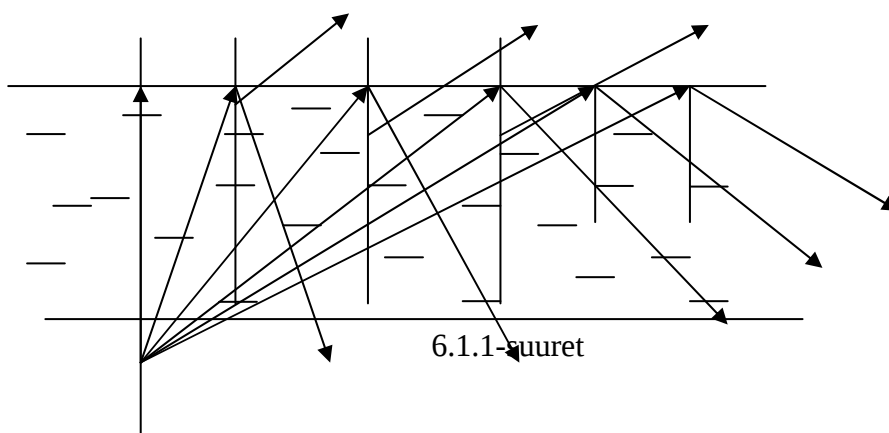
Ajiraliu betinde jaktilik shagilisadi da, sinadi daN` tusiu muyeshi 8 – din ulkeyiuine (artiuina) karap shagiliskan jaktilik energiyasi arta beredi, singan jaktilik energiyasi bolsa kemeye beredi. Bunnan tiskari, jane soni baykau mumkin, kanday da bir 8_T tusiu muyeshinde singan nur ortaliklardin ajiraliu beti boyinsha ketedi, tusiu muyeshi 8_T dan ulken bolganda singan nurlar uliuma bolmaydi. Bunday xediyseni jaktilik optikalik tigizligi ulken bolgan ortaliktan betke tuskende, yagniy nurlar singanda perpendikulyardan ortaliklardin ajiraliu beti terepine uzaklaskanda baklau mumkin. Moldir ortaliklardin ajiraliu betinen jaktilik nurlarinin tolak shagilisiu kubilisi jaktiliktin tolak shagilisiui dep ataladi.

Tolak shagiliskan nurlardan jarim jarti shagiliskan nurlardi ajiratiushi shegara ι_T muyeshitin shaması menen aniklanadi. Nurlardin β siniu muyeshi π/g' ge ten bolgandagi tusiu muyeshi ι_T ni tolak shagilisiudin shekli muyeshi dep ataydi. Eki ortaliktin ajiraliu betine tusip atirgan nurlardin tusiu muyeshi ι tolak shagilisiudin shekli muyeshi ι_T dan ulken bolgan nurlarda gana tolak shagilisiu kubilisi payda boladi. Xer bir jagday ushin shekli muyesh menisi eki ortaliktin salistirmali siniu korsetkishine karap aniklanadi. Xakiykattanda ι_T muyesh ushin $\beta = \pi / g'$ bolganliginan ($o'.g'.n'$) formuladan tomendegige iye bolamizU`

$$\frac{\sin \iota_T}{\sin(\pi/2)} = \frac{n_2}{n_1}$$

$\sin(\pi/2) = 1$ ekenligin esapka alip tomendgige iye bolamiz:

$$\sin \iota_T = \frac{n_2}{n_1} \quad (6.1.1)$$



Jaqtılıq nuri kadayda bir ortalıqtan vakuumg`a (xauaga) o`tiwde to`mendegi korinistegi formulag`a iye bolamiz:

$$\sin i_T = \frac{1}{n} \quad (6.1.2.)$$

Tolik shagilisiu kubilisin epiuayi tejriybeden ansat baklauga boladi. Stakanga suu kuyip, oni kozimizdin kedinen az gana jokari koteremiz. Stakannin diyuali tomennen karaganda, suudin beti jaktilikdin tolík shagilisiui netiyjesinde gumis jalatkanday jiltirap korinedi.

Tolik shagilisiu jaktilikti ha`m suuretleniulardi svetovod dep atalatugin moldir mayiskak talshiklar destesi arkali jetkerip beriude kollaniladi. Svetovod tsilindr formasindagi shiyshe talshiktan turadi ha`m siniu korsetkishi talshiktin siniu korsetkishinen kem bolgan moldir kabik penen kaplanadi. Kop merte tolík shagilisiulardin esabinan, jaktilik kelegen (tuuri yamasa iymek) jol menen bagdarlaniui mumkin.

Svetovodlar optikalik baylanislarda kollaniladi. Jaktilikti modulyatsiyalau joli menen jaktilikti otkizgish boyinsha epiuayi jokari jiyelikli kabeldegige karaganda jude kop magliumatlar agimin uzatiu mumkin.

Jaktilik otkiziushi optikalik talshiklar destesi boyinsha deste ushi terepinde jaylaskan denenin suuretin ekinshi ushina jetkeriu mumkin. Bul kubilistan turmista meditsinada ishki organlardi izertleude kollaniladi.

6.2. Jaktilikdin parallel terepli plastinka arkali ha`m ush terepli prizma arkali otiui.

Tolik shagilistiriushi prizma, jaktilik nurlarinin jollarin tegis ha`m terepleri parallel bolgan moldir plastinka kalay ozgertetuginin karap shigayik.

Jaksi uy aynasi bunday plastinkaga misal bola aladi.

Siniu korsetkishi n – bolgan deneden islengen plastinkaga xauadan i muyesh astinda jinishke jaktilik destesi AO_a tusip atirgan bolsin (6.2. 1-suuret). Bul deste jokargi terepte singannan keyin plastinka ishinde O_aO_g joldan baradi, tomengi terepte ekinshi merte sinadi ha`m xauada O_gV joldan ketedi.

i_1 ha`m β_2 muyeshlerin taliklap koreimiz. Jokargi terep ushin siniudin ekinshi nizami formulasina karap shigip atirgan xalda tomendegi koriniske iye boladi:

$$\frac{\sin i_1}{\sin \beta_2} = n$$

tomengi terepi ushin:

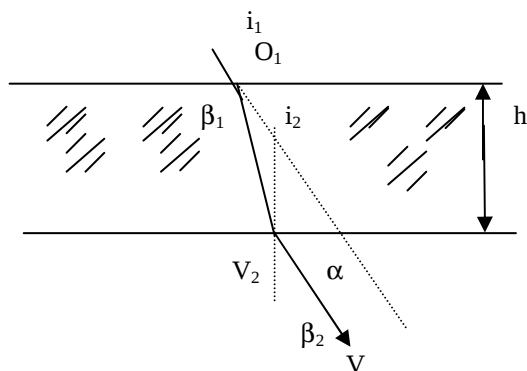
$$\frac{\sin i_2}{\sin \beta_2} = \frac{1}{n}$$

$< \beta_1$ ha`m $< i_2$ ler oz – ara ten bolganligi ushin bul tenlemelerde agzama – agza kobeytip,

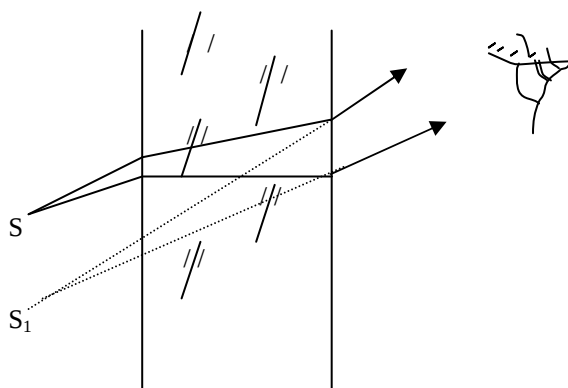
$$\frac{\sin i_1}{\sin \beta_2} = 1 \quad \text{di alip, budan}$$

$\sin i_1 = \sin \beta_2$ ha`m  $< i_1 = < \beta_2$ . Bul  $AO_a$  nur  $O_gV$  nurga parallel ekenligin bildiredi. Demek, jaktilik nurlari tegis ha`m parallel terepli plastinkadan otkende ozine salistirmali parallel jiljiydi. Plastinkadan otken nurdin jiljiu araligi plastinkanin kalinligina ha`m ol jasalgan zattin siniu korsetkishine baylanisli boladi. Bunnan tiskari, jiljiu d nurlardin tusiu muyeshi i_1 – ge de baylanisli. Sonin ushin denege moldir plastinka arkali karaganda ol tap bir az jiljiganday bolip korinedi (6.2. 2 - suuret).

Emeliy optikada kobinshe ush terepli moldir prizmadan paydalaniladi. Prizmanin nurlar prizмага kiretugin ha`m odan shigatugin eki terepin sindiriushi terepler ,bul tereplerden duzilgen eki terepli muyesh ϕ -di bolsa prizmanin sindiriu muyeshi delinedi.



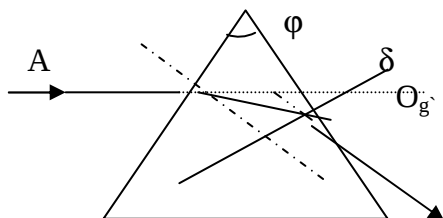
6.2. 1- suuret.



2 - suuret.

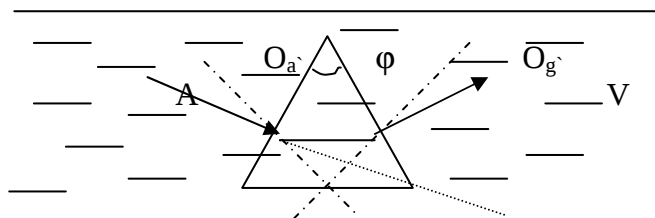
Siniu korsetkishi n bolgan prizмага xauadan kandayda bir anik renli jenishke jaktilik destesi AO_a tusip atirgan bolsin.

Bul nur prizmada $O_a \cdot O_g$ joldan ketedi. Nur prizmadan shigiunda perpendikulyardan kaptal terepke uzaklasadi ha`m $O_g \cdot V$ joldan ketedi. Demek, jaktilik destesi prizmadan otiui netiyjesinde prizmanin ken bolimi terepine auadi. Prizмага shekem jaktilik AO_a bagitinda kelgeni, prizmadan keyin bolsa $O_g \cdot V$ bagitinda ketkenligi sebepli deste δ muyeshke jiljiydi ($u \cdot g \cdot q$ – suuretke karan). Bul muyesh auiuiu muyeshi dep ataladi. Prizma tayarlangan zattin siniu korsetkishi n ha`m onin sindiriu muyeshi ϕ kanshelli ulken bolsa, auiuiu muyeshi de sonshelli ulken boladi.



a)

B



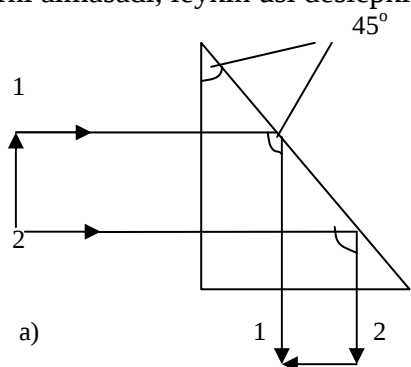
b)

6.2. 3 – suuret.

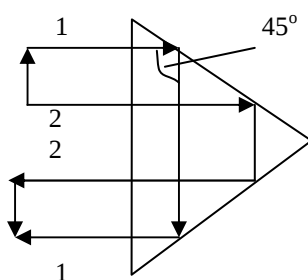
Siniu korsetkishi n jaktiliktin tolkin uzunligi λ - ga baylanisli bolganligi ushin prizmada nurlardin agimida olardin renine baylanisli. Misaliga, kizil nurlar binafsha nurlarga karaganda kemirek agadi.

Eger ush kirli prizmani usi prizma tayarlangan zattin siniu korsetkishine karaganda birden kishi bolgan ortalikka jaylastirilsa, onda prizmadan otip AO_a nur prizmanin ken bolimine, yagniy δ muyeshke auispay, mumkin sindiriushi muyesh φ terepke auisadi. (u.g. q – b suuretke karan).

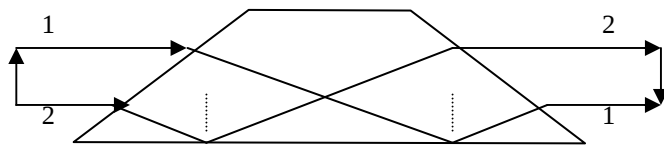
Esaplaular shiysha ushin shegaralik muyesh n° ga jakin ekenligin korsetti. Sonin ushin muyeshleri n° tan bolgan tuuri muyeshli shisha prizmada jaktiliktin tolik shagilisiuin baklau ansat. u.g. n° – a suurette usinday prizmada nurlardi 90° ga buriu, u.g. n° – b suurette bolsa usinday prizmada suuretleniudin kalay buriliui korsetilgen. u.g. n° – v suurette tuuri koriu prizmasi ha`m onda nurlardin joli suuretlengen. Bunda jakargi ha`m tomengi nurlar orni almasadi, leykin usi deslepki bagitta taraliui korinip tur.



a)



b)



v)

6.2. 4 – suuret.

7.1. Jiynaliushi ha`m shashiratiushi linzalar.

Optikalik kosherler. Linzanin optikalik orayi.

Optikalik esbaplarda suuretleniu aliuda kobinese linzalar paydalinadi.

Linza moldir deneden ibarat bolip, eki siypak, eki dones yamasa oyis bet penen shegaralangan boladi (geyde bul betlerdin biri tegis boliui da mumkin).

Kobinese linza betleri sferalik kilinadi, linza arnauili shiyshalardan, misali, flitglasdan yamasa siniu korsetkishleri tegis bolgan zatlardan tayarlanadi. Linzalar eki turli boladi:

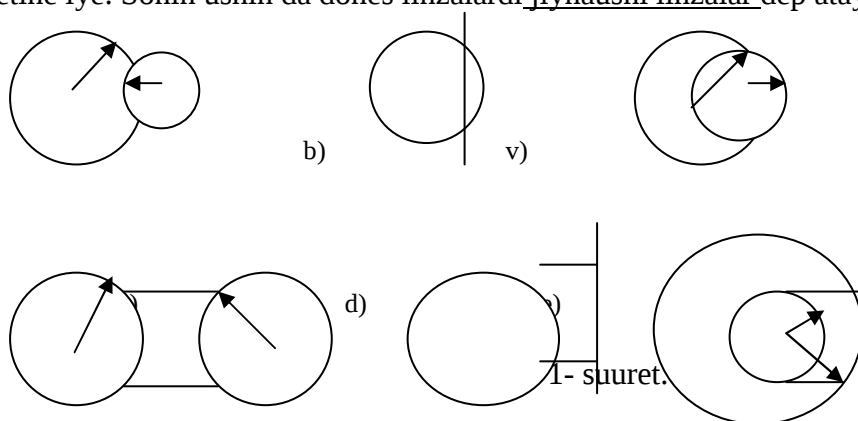
1. **Dones linzalar** – olar ortasina bargan sayin kalinlasip bara beredi ha`m ol kos dones (7.1. 1-a suuret), tegis dones (7.1 1-b suuret), oyis dones (7.1 1-v suuret) boladi.

2. **Oyis linzalar** – olar ortasina bargan sayin jukarip baradi (7.1. 1-g,d,e suuret).

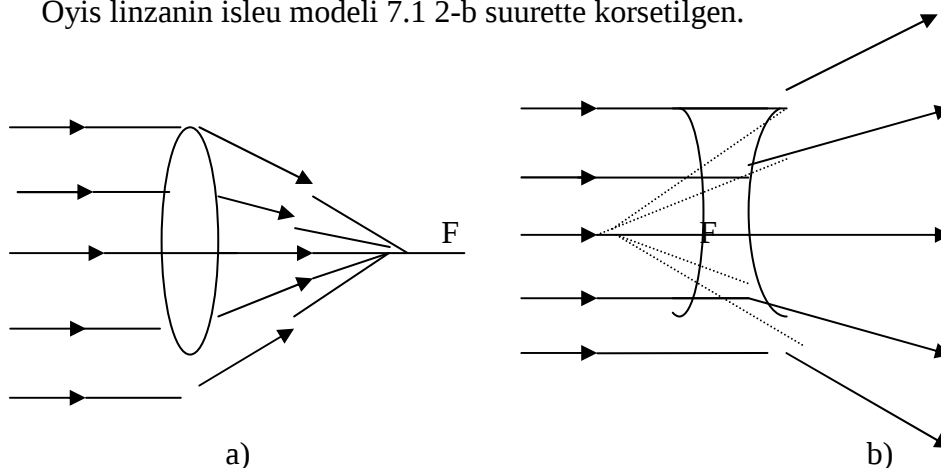
Linza iymek betlerinin sferalik oraylari S_1 ha`m S_2 arkali otetugin tuuri sizikti linzanin bas optikalik kosheri dep ataladi.

Optikalik kosher boyinsha jiberilgen jaktilik nuri linzadan sinbay otedi.

Nurlar jolinda linzalar payda etetugin ozgerislerdi prizmalardan duzilgen model`de tusindiriu ansat (w.a`. g`-suuret). Bunda prizmalardi tap sonday etip tanlap aliu kerek, parallel nurlar bul prizmadan otip ha`mmesi derlik bir F tochkada jiynalatuginday etip (w.a`. g`-a suuret). Eger usi prizmalar bir birine tigiz etip kosilsa, onda bul prizmalar turi jaginan dones linzaga jakin bolgan dene payda boladi. Dones linza parallel nurlardi bir tochkaga jiynau kesiyetine iye. Sonin ushin da dones linzalardi jiynaushi linzalar dep ataydi.



Oyis linzanin isleu modeli 7.1 2-b suurette korsetilgen.

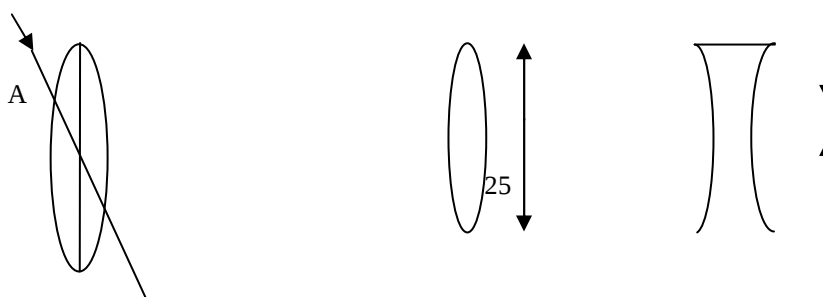


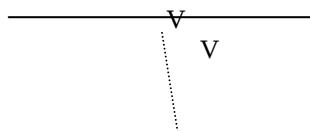
7.1. 2-suuret.

Xer kaday linzanin ishinde bas optikalik kosherinde O tochka bar (w.a`. q-suuret), bul tochkadan otkennen keyin nur linzadan shikkananin keyin de oz bagitin ozgertedi.

O tochka linzanin optikalik orayi dep ataladi.

A ha`m V tochkalar arkali otkizilgen tegislikler parallel boladi. Demek, O tochka arkali otiushi nur linzadan tegis parallel plastinkadagiday otedi, yagniy oz bagitin ozgertpey oz-ozine parallel jiljiydi. Plastinka kanshelli juka bolsa, nurdin jiljiui da sonsheli kishi boladi, sonin ushin jude juka linzalarda bul jiljiudi nezerge almasada boladi, esirese nur linzanin bas optikalik kosheri menen kishi muyesh payda etkende nezerge almasada boladi.





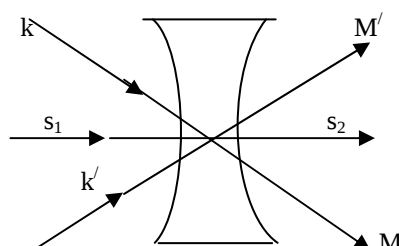
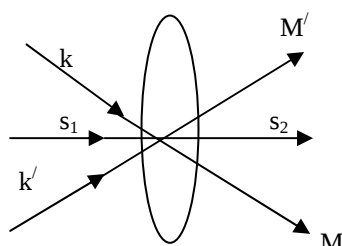
7.1. 3-suuret.

a)

b)

7.1. 4-suuret.

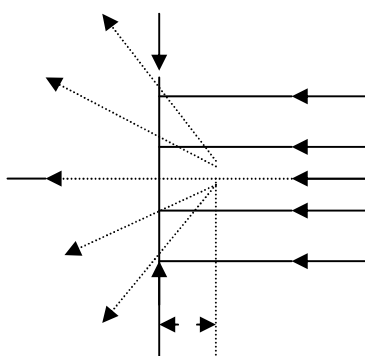
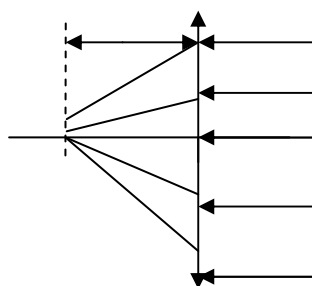
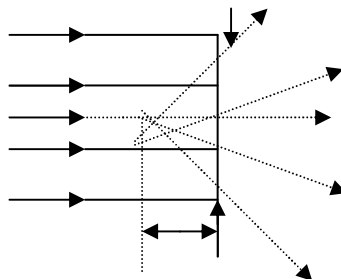
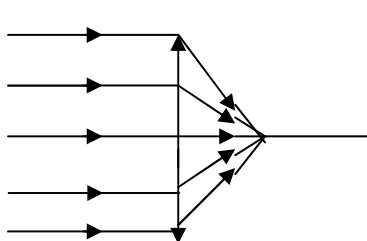
Bunnan bilay olshemleri onsha ulken bolmagan, linzanin bas optikalik kosheri menen kishi muyesh payda etetugin nurlar tusetugin juka linzalardi karastiramiz . Juka linzalardin shartli belgileniui $w.a.n$ – suurette korsetilgen . Juka linzalardin optikalik oraylari arkali otiushi nurlar sinbaydi dep esaplau mumkin . Linzanin optikalik orayi O arkali (bas optikalik kosherden tiskari) otken xar kanday tuuri sizik jardemshi optikalik kosher dep aytiladi .



7.1. 5-suuret.

7.2 Linzanin bas fokuslari ha`m fokal tegisliklari .

Jiynaushi linzanin bas optikalik kosherine normal etip nurlar dastesi jiberilse, bul nurlar linzanin ekinshi tarepinde F tochkada jiynaladi (7.2. 1-a suurette). Shashiratiushi linzalarda bunday nurlar linzadan shikkannan keyin shashiraushi daste bolip ketedi ($w.g$. a - b suuret), leykin olar dauam etilse, bir F tochkada ushirasadi. Linzanin bas optikalik kosherge parallel nurlardin linzadan singannan keyin nurlardin ushirasatugin F tochkasi linzanin bas fokusi delinedi. Jokarida aytilganlardan, jiynaushi linzalarda bas fokus xakiykiy, shashiratiushi linzalarda bolsa jormal bolatuginligi kelip shigadi. Xer kaysi linzada onin optikalik orayi O ga salistirmali simmetriyali



a)

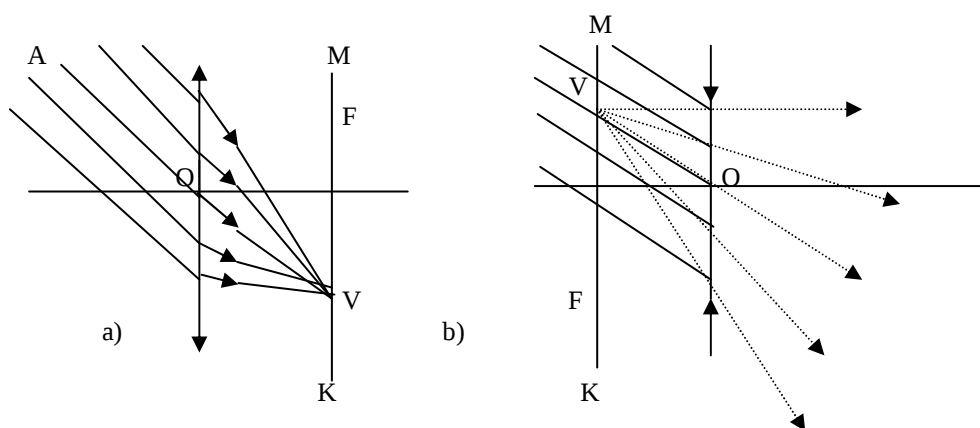
b)

7.2. 1- suuret.

jaylaskan eki bas fokusi bar. Linzanin bas fokusi xam onin optikalik orayi arasindagi % aralik bas fokus araligi delinedi. Eger bas fokus xakiykiy bolsa, onda % on esaplanadi, eger jormal` bolsa, ol teris esaplanadi.

Nurlar linzanin qaptal ta`repine parallel` halda tusse, misaliga AO nur (w.g`. g`-suuret), linzada singannan keyin bul nurlar sol kosherde bir V tochkada jiynaladi. Bul tochka linzanin fokusi delinedi. Linzanin fokuslari jude kop bolip, tejriybenin korsetiushche, olardin ha`mmesi KM fokal tegislik-te jaylaskan boladi. Linzanin bas optikalik kosherine perpendikulyar bolip, onin bas fokusi arkali otetugin tegislik fokal tegislik delinedi. Xer kanday linzanin eki fokal tegisligi boladi.

Solay etip, linzanin kelegen optikalik kosherine parallel bolgan nurlar singannan keyin mine usi optikalik kosher menen linzanin fokal tegisligi kesisken tochkada jiynaladi (w.g`. g`-suuret). Jiynaushi linzalarda fokal tegislik xakiykiy, shashiratiushi linzalarda bolsa jormal boladi (7.2. 2-suuret).



7.2. 2-suuret

7.3. Linzanin optikalik kushi ha`m onin olshem birligi.

Bas fokustin jaylasiui linza jerdeminde alingan suuret-leniulerdin olshemlerine ha`m olardin korinisine ayriksha tesir etedi.

Linzanin optikalik kosherinde onin bas fokusinin jaylasiui menen aniklanatugin D shamani linzanin optikalik kushi delinedi.

Bul shama linzanin optikalik kubilislarin xarakterleydi.

Linzanin optikalik kushi usi linzanin bas fokus araligi F ga kerri bolgan san menen olshenedi:

$$D = \frac{1}{F} \quad (7.3.1)$$

(7.3.1) formuladan optikalik kushtin olshem birligi:

$$D = \frac{1}{1\text{m}} = 1\text{m}^{-1} = 1\text{dptr.}$$

SI sistemasinda optikalik kushtin olshem birligi etip dioptriya (dptr) kabil kilingan. Diaptriya bas fokus araligi 1 metrge ten bolgan linzanin optikalik kushi bolip tabiladi.

Jiynaushi linzalardin optikalik kushin on, shashiratiushi linzalardin optikalik kushin bolsa teris dep esaplau kabillangan.

Linzanin optikalik kushi onin betlerinin iymekliginen, sonday – ak, etirap – ortalikka salistirmali onin tayarlangan zatinin siniu korsetkishi menen aniklanadi ha`m tomendegi formula menen esaplap shigariu mumkin:

$$D = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (7.3.2.)$$

Bunda R_a ha'm R_g - linzalardin sferalik betlerinin radiuslari, n – linza joylashgan ortalikka salistirmali linza tayarlangan zattin siniu korsetkishi.

Esaplaularda linzanin dones beti ushin R – din san menisin on dep, oyis beti ushin bolsa teris dep aliu lazim.

Soni atap otemiz, $n < 1$ de, yagniy linza tayarlangan zattin optikalik tigizligi oni korshap turgan etirap – ortaliktin optikalik tigizliginan kemirek bolganda dones linzalar shashiratiushi, oyis linzalar jiynaushi boladi.

8.1. Linzanin bas optikalik kosherinde joylashkan jarkiraushi tochkanin suuretleniui jasau.

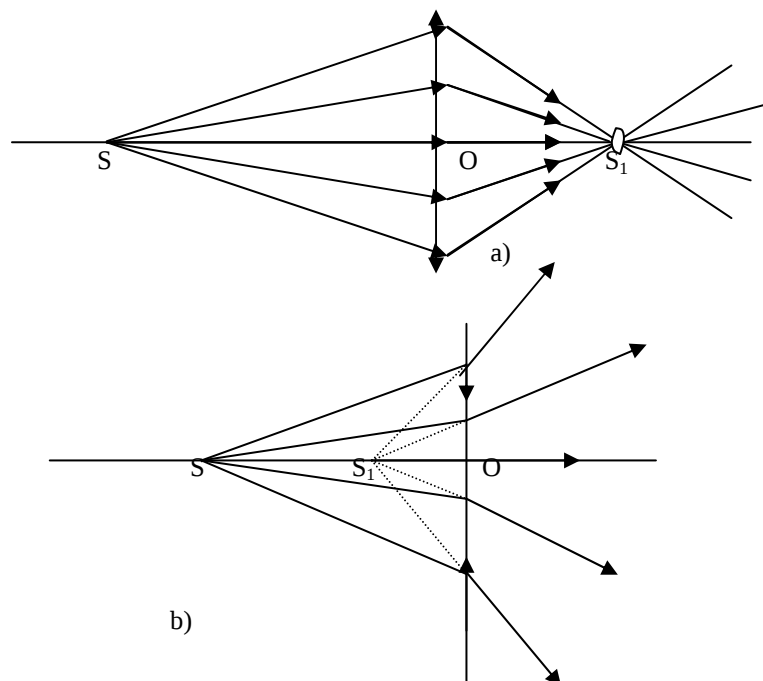
Linzanin jerdeminde parallel emes nurlardi da bir tochkada jiynau mumkin. Tejriybeler korsetedi, bir S tochkadan shigip jiynaushi linzaga tusiushi nurlar linzadan keyin de bir S_a tochkada jiynaladi (8.1. 1 – suuret), yagniy linza jarkiraushi S tochkanin xakiykiy suuretleniui S_a tochkada payda etedi. Bul suuretleniu jormal da boliui mumkin. 8.1. 1 – b suurette S tochkadan shigip atirgan ha'm shashiratiushi linzaga tusip atirgan nurlardin joli korsetilgen.

Linzadan keyin bul nurlar shashiratiushi deste siyakli ketedi, lekin olardi keri terepke dauam etilse, S_a —tochkada ushirasadi.

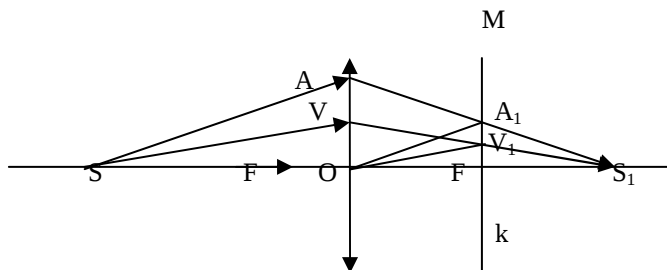
Linzanin bas optikalik kosherinde joylashkan jarkiraushi tochkanin linza payda etip atirgan suureti kalay jasaliuin karastirayik.

Birinshi jagday: S tochka linzanin bas fokusi F – tin arka terepinde turipti (8.1. 2 - suuret). Barlik nurlar linzada singannan keyin S_a tochkada ushiraskanligi sebepli S_a tochkanin jagdayin aniklau ushin eki usinday tochkalardin kay jerde kesilisiuin bilu jetkilikli boladi.

FO tuuri sizik jiynaushi linzanin bas optikalik kosheri, KM – bolsa usi linzanin fokal tegisligi bolsin. S tochkadan shigip bas optikalik kosher boyinsha kiyatirgan nur linzadan sinbay otedi. Sonin ushin tochkanin suureti bas optikalik kosher FO – da boladi. S tochkanin suureti anik kay jerde boluiuin bilu ushin erikli SA nurdin linzadan keyingi jolin tabamiz. Bunin ushin SA nurga parallel kilip jardemshi optikalik kosher KM



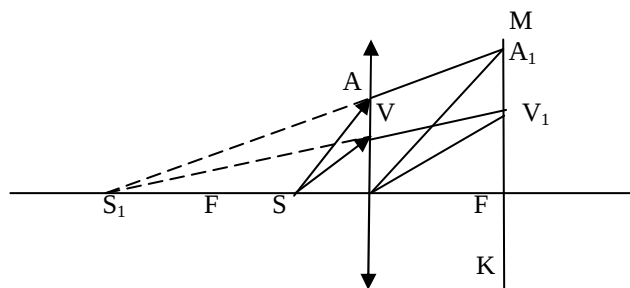
8.1. 1 – suuret.



8.1. 2 – suuret.

fokal tegislikti A_a tochkada kesip otsin. A ha'm A_a tochkalar arkali otkerilgen tuuri sizik SA nurdin linzada singannan keyingi jolin korsetedi. AA_a tuuri sizikti bas optikalik kosher menen kesisksenshe dauam etip, S_a tochkani alamiz. Bul tochka linza payda etip atirgan S tochkanin suuretining jagdayin aniklaydi. Baska xar kanday SV nur linzadan singaninan keyin olda S_a tochka arkali otetuginligi (h.a'.g'-suuretke karan), OV_a kosimsha optikalik kosher SV nurga parallel boladi.

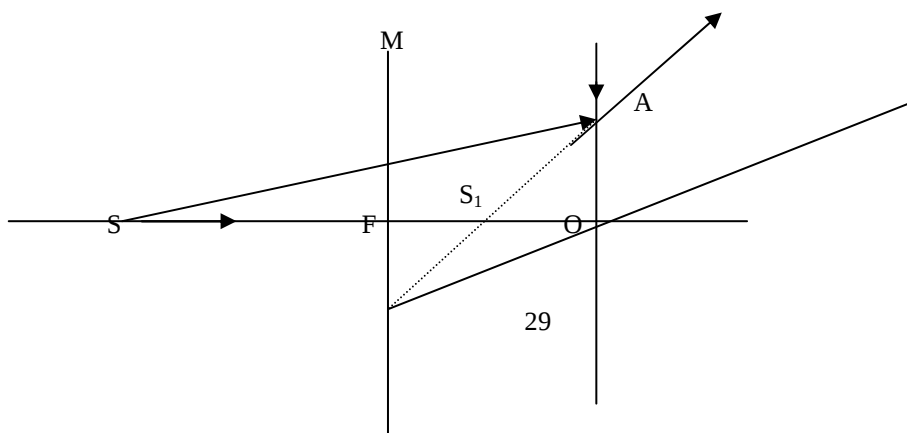
Ekinshi jagday U S tochka linzanin bas fokusi xam optikalik orayi arasinda turipti (h.a'.q-suuret). Birinshi jagdaydagi siyakli bunda da S tochkanin suureti optikalik kosherde boladi.



8.1. 3 – suuret.

Suuret optikalik kosherdin anik kay jerde boliuin biliu ushin linzaga tusetugin erikli SA nurdi ajiratip alamiz. SA-ga parallel bolgan OA kosimsha optikalik kosher otkizemiz, keyin bas optikalik kosher menen S_a tochkada kesisksenshe AA_a tuuri sizikti dauam etemiz. Bul tochka karalip atirgan jagday ushin S tochkanin jormal suureti jagdayin aniklaydi.

Ushinshi jagday: jarkiraushi tochka shashiratiushi linzanin bas optikalik kosherinde turipti. (8.1.4-suuret). Bul jagdayda suuret jasauda fokal tegislikti linzanin S tochka turgan terepinen aliu lazim. Jarkiraushi S tochkanin suureti bul jagdayda da linzanin bas optikalik kosherinde boliui lazim. Erikli SA nurdi ajiratip alamiz ha'm ogan parallel etip OA_a kosimsha kosher otkeremiz. AA_a tuuri siziktin bas optikalik kosher menen kesisiu tochkani S_a jormal suurettin jagdayin belgileydi. Shashiratiushi linzada tochkalik jaktilik dereginin suureti jormal bolatuginligin koreimiz.





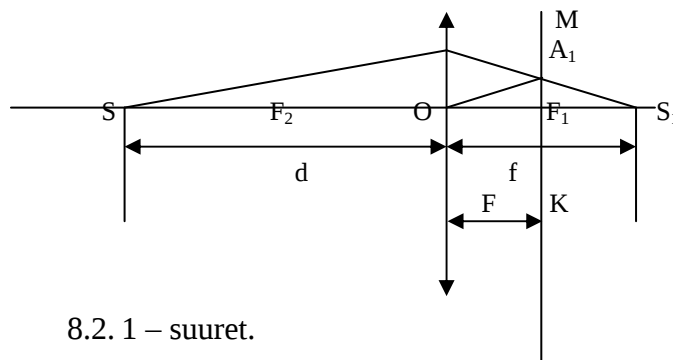
8.1. 4 – suuret.

8.2. Juka linzanin kosimsha tochkalari ushin formula keltirip shigariu.

S1 suuretinin jagdayi jarkiraushi S tochkani linzaga salistirmali jagdayina karap bir xalda aniklanuvi aldingi temada tisindirilgen edi. Sonin ushin da S xam S_a tochkalari linzanin kosimsha tochkalari dep ataladi. S_a suuretinin jagdayin esaplaular jerdemide shigariuga mumkinshilik beretugin linzanin kosimsha tochkalari formulasin keltirip shigaramiz.

Optikalik orayi O ha'm fokuslari F_g ha'mde F_a bolgan jiynaushi linzanin bas optikalik kosherinde jarkiraushi S tochka turgan bolsin (8.2.1-suuret), onin suureti S_a tochkada payda boladi. Soni esletip otemiz, KM - linzanin fokal tegisligi, $OA_a \parallel SA$.

Jarkiraushi, S tochkadan optikalik oray O – ga shekemgi aralik d ($OS = d$) arkali, S_a suuretten optikalik oray O – ga shekemgi aralikt f ($SO_a = f$) arkali, ha'm bas fokus araligin ($OF_a = F$) arkali belgileymiz.



8.2. 1 – suuret.

SA ha'm OA_a ($OA_a \parallel SA$) ushmuyeshliklerdin uksasliginan tomendegige iye bolamiz:

$$\frac{SS_1}{OS_1} = \frac{AS_1}{A_1S_1} \quad \text{yamasa} \quad \frac{d+f}{f} = \frac{AS_1}{A_1S_1}$$

OAS_a ha'm $F_aA_aS_a$ ushmuyeshliklerdin uksasliginan tomendegini jaziu mumkin:

$$\frac{OS_1}{F_1S_1} = \frac{AS_1}{A_1S_1} \quad \text{yamasa} \quad \frac{f}{f-F} = \frac{AS_1}{A_1S_1}$$

Tabilgan proporsionaldin on terepleri ten bolganligi ushin:

$$\frac{d+f}{f} = \frac{f}{f-F}$$

budan

$$fF+dF=dF$$

Bul tenliktin eki terepinde dfF – ka bolgennen keyin linzanin kosimsha tochkalari formulasin alamiz:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad (8.2.1)$$

(8.2.1) din on terepide linzanin optikalik kushi turganligi sebepli tomendegige iye bolamiz:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D \quad (8.2.2)$$

(8.2.2) den korinip tur d ha'm f tin orinlarin almastiriu menen formula ozgermeytuginligi. Bul degen soz, jarkiraushi tochkha ha'm onin linzadagi suuretinin orinlarin almastiriu mumkin yagniy eger jarkiraushi tochkani onin suureti turgan jerge jaylastirilsa, onda suuret endi jarkiraushi tochkha turgan jerde payda boladi.

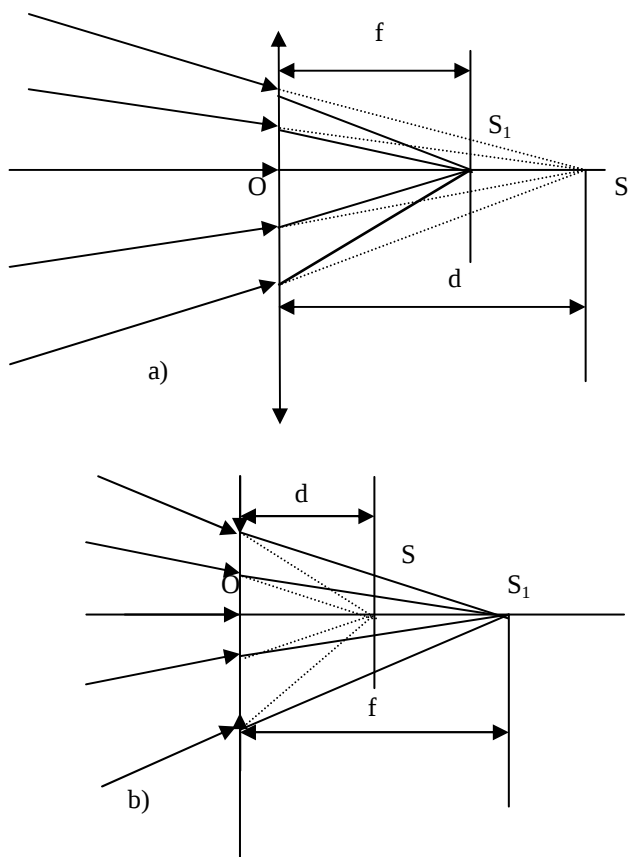
Sonin ushin da S ha'm S_a tochkalarin kosimsha tochkalar dep ataydi.

Soni este tutiu kerek, (8.2.1.) ha'm (8.2.2.) anlatpalardi jiynaushi linzalargada, shashiratiushi linzalargada kollansa boladi.

Esaplaularda xakiykiy mugdarlardin san menislerin bul formulaga plyus belgi menen koyiladi.

Misali, shashiratiushi linza ushin (8.2.1.) anlatpadan paydalaniuda F -tin ornina minus belgidegi san koyiladi. Esaplaular netiyjesinde alingan teris juuap ogan tiyisli mugdardin jormal ekenligin korsetedi.

Soni esletip otemiz, jarkiraushi S tochkha da jormal boliui mumkin. 8.2.2-a suurette jormal jaktilik deregi ha'm onin jiynaushi linzadagi xakiykiy suureti S_1 korsetilgen, 8.2.2-b suurette bolsa jormal jaktilik deregi S ha'm onin shashiratiushi linzadagi xakiykiy suureti S_1 korsetilgen.

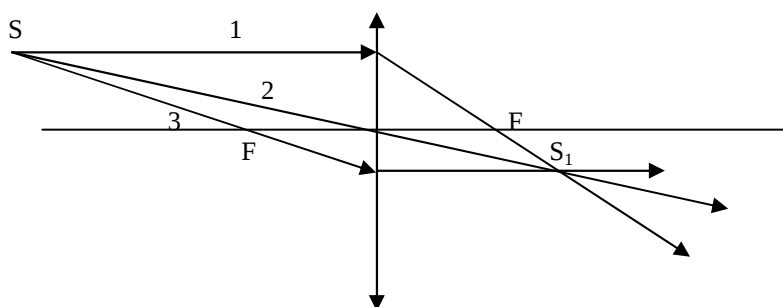


8.2.2-suuret.

8.3. Linzanin jerdemshi optikalik kosherinde jaylaskan jarkiraushi tochkaniin suuretleniuiin jasau.

Jarkiraushi S tochkasi linzanin kosimsha optikalik kosherinde turganda, linza onin suuretinde usi kosherde payda etedi.

Birinshi jagday S tochkasi jiynaushi linzanin fokal tegisliginin arka terepinde turipti (h.q.a`-suuret).  $S_a$  suurettin jagdayin aniklau ushin h.q.a`-suurette korsetilgen ush nurdin kelegen ekeuinen paydalaniu mumkin. a` nur  $S$  tochkadan bas optikalik kosherge parallel etip otkiziledi. Bul nur linzada singannan keyin bas fokus arkali otedi. g` nur bolsa kosimshpa kosher boyinsha, yagniy linzanin optikalik orayi arkali otkiziledi. q nur bas fokus F arkali otkiziledi. Bul nur linzada singannan keyin bas optikalik kosherge parallel ketedi.

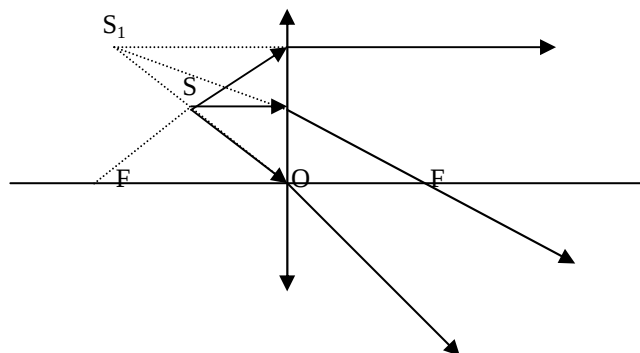


8.3.1-suuret.

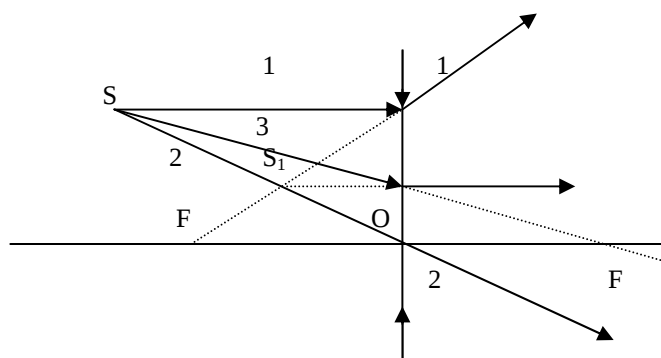
Linzada singannan keyin bul nurlardin kesisiu tochkasi S_a usi karalip atirgan jagday ushin S tochkanin xakiykiy suuretinin jagdayin aniklaydi.

Ekinshi jagday: S tochkasi jiynaushi linzanin fokal tegisligi menen linza araligina jaylastirilgan (8.3.2-suuret). Birinshi jagdaydagi siyakli bul jagdayda da S tochkadan ush usinday nur otkiziu mumkin. Bul nurlardin kelegen ekeuinen kesisiu tochkasi S_a karalip atirilgan jagdayda linza payda etip atirgan S tochkanin jormal suuretinin jagdayin aniklaydi.

Ushinshi jagday: S tochkasi shashiratiushi linzanin kosimsha kosherinde turipti (h.q.q-suuret). Bul jagdayda da S tochkadan (birinshi jagdaydagiday) ush nur otkiziu mumkin, lekin bunda soni este tutiu kerek, a` nur linzada singannan keyin oni dauam ettirilgende linzanin S tochkasi turgan terepindegi fokus arkali otiui kerek. q nurdi dauam ettirilgende linzanin



8.3.2-suuret.



8.3.3-suuret.

baska terepindegi fokus arkali otetugin etip otkiziu kerek, sonda nur linzada singannan keyin bas optikalik kosherge parallel ketedi. Solay etip shashiratiushi linzada jarkiraushi S tochkanin xakiykiy suureti barkulla jormal boladi.

9.1 Denenin linzalar payda etip atirgan suuretleniui jasau.

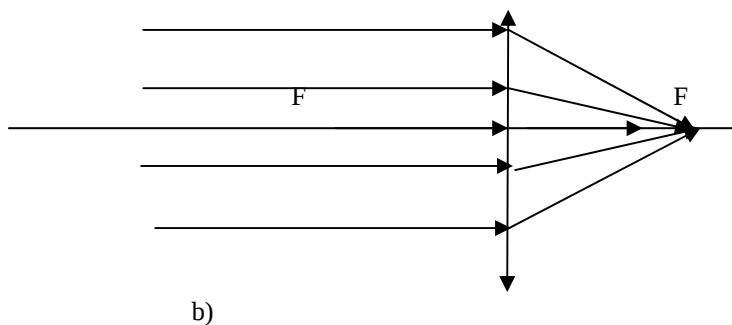
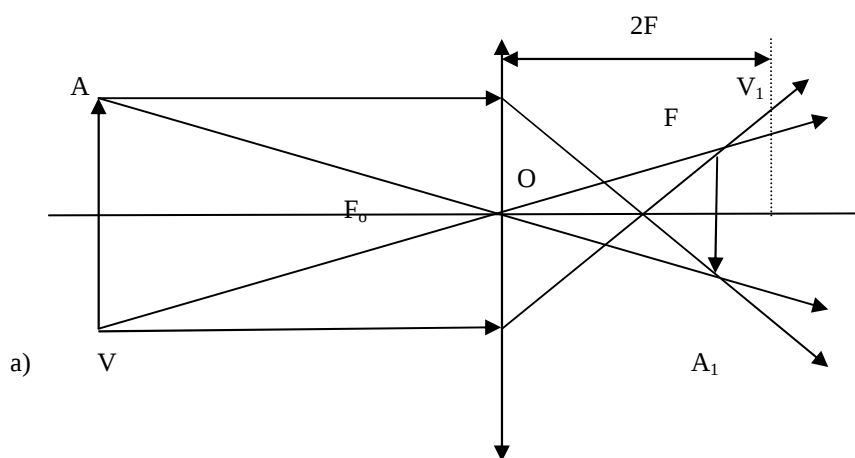
Dene linzanin aldinda jaylaskan bolsin. Biz bul deneni shertli turde linzanin bas optikalik kosherine perpendikulyar jaylaskan strelka menen suuretleyik.

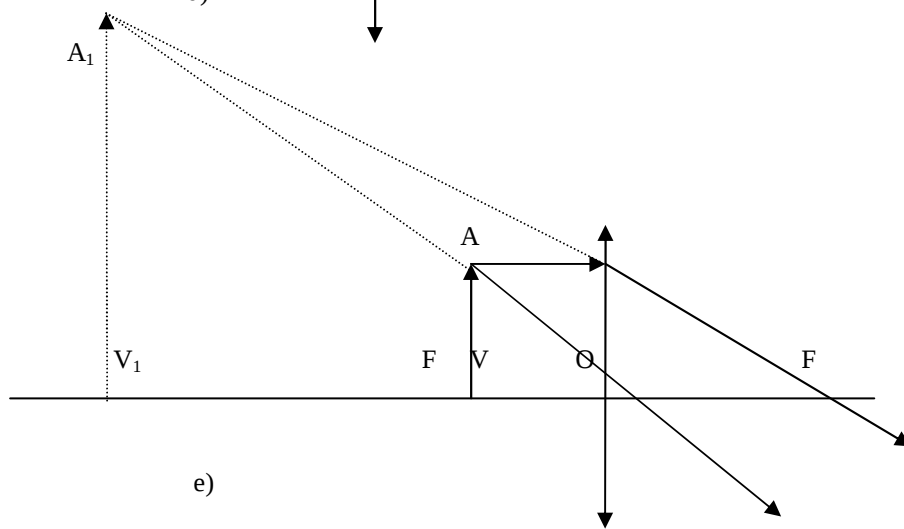
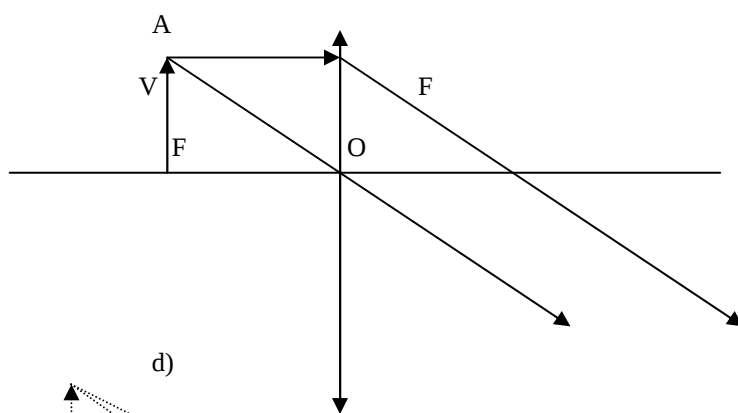
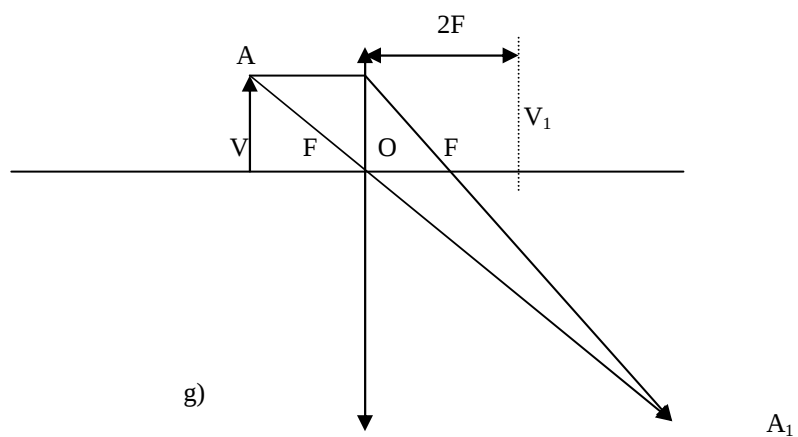
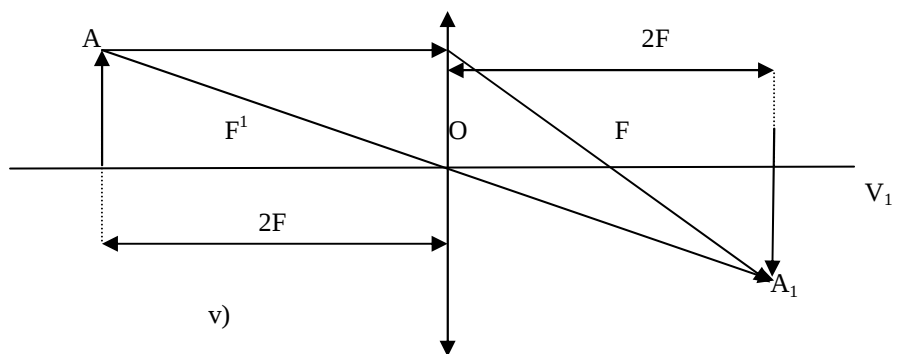
Bul denenin linza payda etip atirgan suureti onin dara tochkalarinin suuretlerinin jiyindisinin (toplaminan) ibarat, sonin ushin dene suuretin jasauda onin shetki tochkalarinin suureti kay jerde jaylasiuin tabiu jetkilikli boladi.

9.1.1 – suurette AV denesinin jiynaushi linzalar payda etip atirgan suuretin jasaudin xer turli xallari korsetilgen. Suuret tomendegi turde jasaladi. Deslep A tochkanin suureti, soninan V tochkanin suureti jasaladi.

Sunday usil menen alingan A_a ha'm V_a tochkalarin $A_a V_a$ tuuri sizik penen tutastiriladi.

Ol AV denesinin suureti boladi.





9.1.1 – suuret.

Birinshi jagday: deneden linzaga shekemgi d araligi $2F$ ten ulken (9.1.1. a – suuret). Bul jagdayda dene ha`m onin suureti linzanin ekinshi terepinde boladi, linzadan f suuretke shekem bolgan aralik % ten ulken, lekin  $2F$  ten kishi. Suuret xakiykiy, tonkerilgen ha`m kishireytilgen boladi. Sonin menen birge jarkiraushi tochka linzadan sheksiz ulken aralikta turganda ($d = \infty$), onin suureti linzanin bas fokusinda jarkiraushi tochka kornisinde payda boladi (9.1.1- b suuret).

Ekinshi jagdayU` deneden linzaga shekem bolgan d aralik  $2F$  ke ten (9.1.1 – v suuret). Bul jagdayda dene ha`m onin suureti linzanin ekinshi terepinde boladi, linzadan suuretke shekemgi aralik f bolsa $f = d = 2F$.

Suuret xakiykiy, tonkerilgen korniste boladi.

Ushinshi jagday: deneden linzaga shekem bolgan d aralik F dan ulken, lekin $2F$ ten kishi (9.1.1- g suuret). Bul jagdayda dene ha`m onin suureti linzanin ekinshi teripinde boladi, linzadan suuretke shekemgi f aralik bolsa  $2F$  ten ulken. Suuret xakiykiy, tonkerilgen ha`m ulkeytilgen boladi.

Tortinshi jagday: dene linzanin bos fokusinda turipti, yaginiy deneden linzaga shekemgi aralik $d = F$ (9.1.1 – d suuret). Bul jagdayda denenin xer bir tochkasinan shigip atirgan nurlar linzada singaninan keyin parallel deste bolip ketedi. Bul degen soz, suuret sheksiz ulken bolip, linzadan sheksiz ulken aralikta payda boliui kerek, emelde bul suuret jok degen soz.

Besinshi jagday: deneden linzaga shekemgi aralik d bas fokus araligi F ten kishi (9.1.1 – e suuret). Bul jagdayda dene ha`m onin suureti linzanin bir terepinde boladi, linzadan suuretke shekem bolgan f aralik d – dan ulken. Suuret jormal, tuuri ha`m ulkeygen boladi.

Deneni sheksizlikten linzaga karay jiljitektanda onin suureti ha`m jaylasiui kalay ozgeriui karay shigayik.

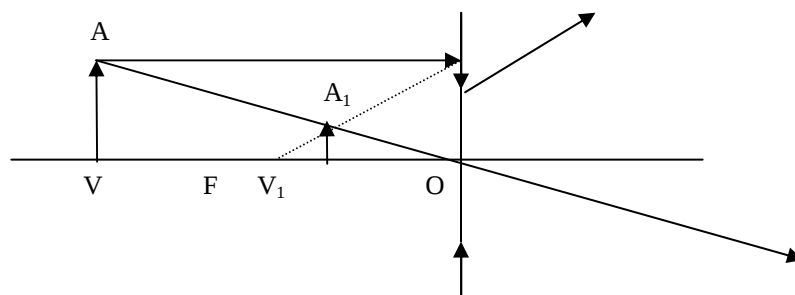
Deneni sheksizlikten linzadan $2F$ aralikka jiljiganda onin tonkerilgen ha`m xakiykiy linzadan xereketlenip F ten $2F$ shekem aralikka otedi. Bunda suuret esten ulkeyedi, birak denenin ozinen kishkene xalinda kaladi.

Dene linzadan $2F$ aralikta bolganinda onin natural ulkenliktegi tonkerilgen suureti de linzadan $2F$ aralikta bolganinda onin natural ulkenliktegi tonkerilgen suureti de linzadan $2F$ aralikta bolip kaladi. Deneni linzaga jenede jakinlastirganimizda, yagniy linzadan F aralikka shekem jakinlastirgan-imizda denenin oz olsheminen ulken bolgan suureti esten ulkeyip, sheksizlikke jogaladi.

Demek, dene bas fokustan linzaga shekem xereket-lengende onin jormal ulkeygen suureti esten kishireyedi, linza terepke xereketlenedi. Dene linzaga kelip tiygeninde onin jormal suureti natural olshemge iye boladi ha`m dene menen seykes keledi. Soni aytip otemiz suurettin linzanin bir terepinen ekinshi terepine otiui denenin linzanin fokal tegislighi arkali jilisiu momentinde payda boladi. Solay etip, dene ha`m onin suureti ha`mme uakit bir bagitta xereketlenedi.

Denenin shashiratiushi linzi payda etip atirgan suuretin jasau 9.1.2 – suurette korsetilgen.

Shashiratiushi linza denenin ha`mme uakit jormal, kishireygen ha`m tuuri suuretin beredi, ol bas fokus ha`m linza arasinda boladi. Bul suurette linzaga shekem bolgan f aralik deneden linzaga shekem bolgan d aralikdan ha`mme uakit kishi boladi. Bul jagdayda dene ha`m onin suureti de ha`mme uakit bir bagitta xereketlenedi, dene linza menen ushiraskanda bolsa onin suureti olar menen seykes tusedi.



9.2. Linza jerdeminde alingan sizikli ulkeytiu.

Aldingi paragrafta linza jerdeminde denelerdin ulkeytilgen suuretin aliu mumkinshiligi aniklangan edi. Emelde tap usinday suuretler aliudi kobinese linzalardan paydalanadi.

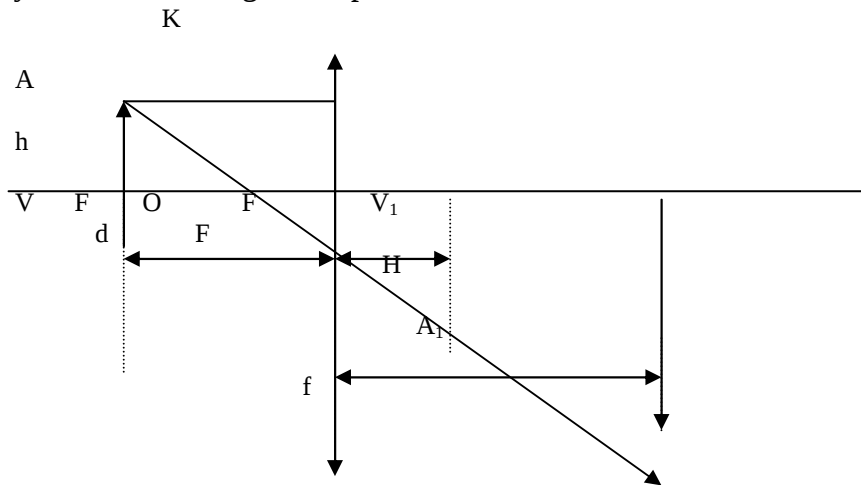
Sizikli ulkeytiu β dep dene biyikliginin (kenliginin) usi denenin xakiykiy biyikligine (kenligine) katasina aytiladi. Eger dene biyikligin h , suuret biyikligin H arkali belgilesek, onda

$$\beta = \frac{N}{h} \quad (9.2.1.)$$

Sizikli ulkeytiu β nin linzadan denega shekemgi aralik ha'm onin suuretke shekemgi aralik d – ga kanday baylanishligin korip shigamiz. 9.2.1 – suurette AV denesinin ha'm onin suureti A_aV_a din linzaga salistirmali jagdayi korsetilgen. $\triangle AOV$ ha'm $\triangle A_aOV_a$ din uksasligin A_1V_1 : $AV = OV_1$: OV ekenligi kelip shigadi. $A_aV_a = N$, $AV = h$, $OV_a = f$ ha'm $OV = \alpha$ bolganligin linza payda etetugin sizikli ulkeytiudi esaplau formulasin alamiz :

$$\frac{N}{h} = \frac{f}{d} \quad \text{yamasa} \quad \beta = \frac{f}{d} \quad (9.2.2.)$$

bul anlatpalar suuret linzadan denega karaganda uzagirakta bolgan jagdaylardagana jiynaushi linza ulkeytiui mumkinshiligi korinip tur.

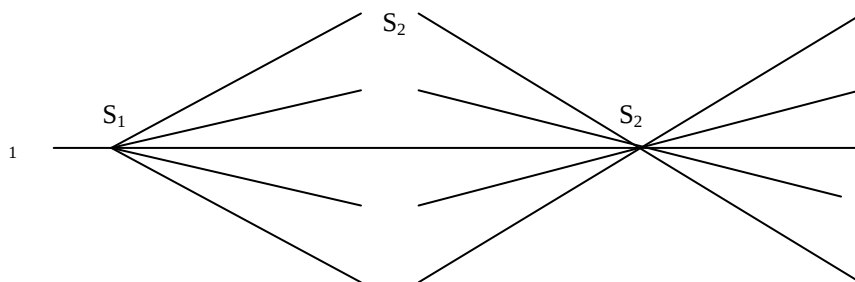


9.2.1. – suuret.

9.3. Optikalik sistemalardin kemshilikleri.

Linzalarda kanday kemshiliklerdin ushiras-atuginligin korip shigamiz.

Birinshi kemshiligi sonnan ibara, bas optikalik kosherde jatkan bir S_a tochkadan shigip atirgan nurlar birdey emes, mumkin xer kiyli tochkalardi kesip otedi (9.3.1 – suuret). Nurlar optikalik oray O dan kanshelli uzaktagi S_a tochkadan linzaga tusse, olardin kesisiu tochkasi S_g linzaga sonshelli jakin boladi. Bunday xediyse sferalik aberratsiya dep ataladi (latinsha "aberratsiya" auisiu). Bul kemshilikti diafragma jerdeminde duzetiu mumkin. Diafragma linzaga tusip atirgan nurlar destesin shekleydi. Diafragma linzaga jaktilik tusip atirgan sanlakti ozgertire alatugin etip jaylastiriladi. Bir – birine tigiz etip koyilgan arnauili tanlangan eki linzani biriktiriu menen sferalik aberratsiya jok kilinadi. Sferalik aberratsiya jok kilingan kuramali linza yamasa sistema aplanat dep ataladi.

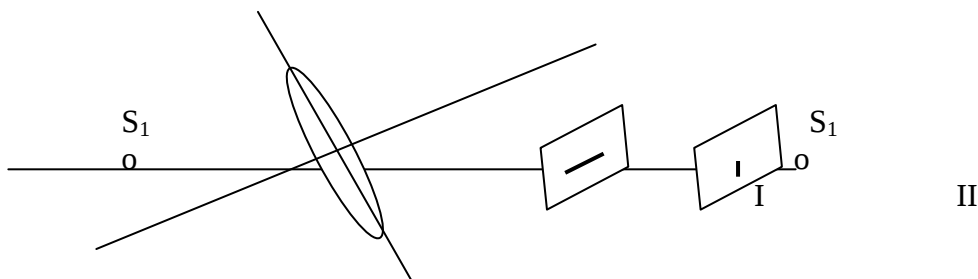


9.3.1. – suuret.

Ekinshi kemshiligi kosimsha optikalik kosherde jaylaskan jarkiraushi S_a tochkanin suuretine tiyisli (9.3.2. – suuret). Bul jagdayda I ha'm II tegisliklerde bir – birine perpendikulyar jaylaskan tuuri sizik kesindiler korinisindegi eki suuret payda boladi.

S_a tochkanin suuretin I ha'm II tegislikler arasinda jayilip ketken S_g jarik dongelek korinisini aliu mumkin. Bul xediyse astigmatizm delinedi.

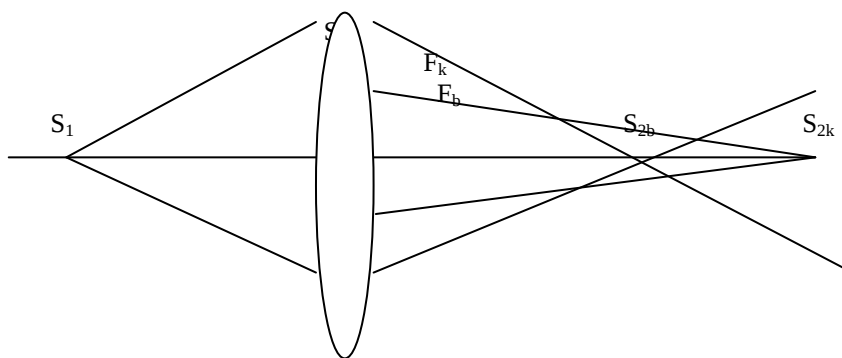
Bul kemshiligi jok etilgen linza yamasa optikalik sistema anastigmat dep ataladi.



9.3.2. – suuret.

5.2. temasinda sindiriu korsetkishi terbelisler jiyiligine, yagniy nurlardin renine baylanisligi xakkinda aytilgan edi. Binafsha nurlar ushin fokus F_b kizil nurlar ushin fokus F_k ga karaganda linzaga jakinirak boladi (9.3.3 – suuret).

Sonin ushin tochkalik ak jaktilik dereginin suureti jayilip ketken ha'm shetleri boyalgan boladi.



9.3.3. – suuret.

Bul xediyse xromatik aberratsiya delinedi. Eki ren ushin bul kemshilik jok etilgen linzalar ha'm optikalik sistemalar axromatik dep ataladi, ush ren ushin suuretler bir – birinin ustine tusse, sistema apoxromat dep ataladi.

10.1 Koz-optikalik sistema

Koz adamnin koriu organi bolip, Beruniydin taripleuinshe G`Koz sezimi nurdan ibarat, usi nur esirese xaua arkali zatlardin renin korsetedi jene usi nur renlerden tiskari xer kiyli forma ha`m tur ozgerislerin korsetedi, xetteki sanaliushi narselerdin mugdari usilar arkli malim boladiG`

Adam kozi –diametri 2,5 sm ge jakin bolgan shar tarizli formaga iye bolip, oni koz bolimi dep ataladi. (10.1.1 s)

Kozdin tinik emes ha`m katti sirtki kabati sklera onin tinik xam donesirek aldingi bolimi muiez perde dep ataladi. Skleranin ishki tarepinde tamir perde menen kaplangan bolip, tamir perde kozdi kan menen taminlep turatugin kan tamirlarinan ibarat.

Tamir perde muiez perde aldinda renli perde aylanadi. Renli perde turli adamlarda xer turli adamlarda turlishe rende boladi. Renli perde muiez perdeden tinik suiklik massali kamera menen ajratilgan.

Renli perdelerdin ortasinda koz karashigi dep atalatin dongelek sanlak bar. Koz karashiginin diametri ozgeriui mumkin. Solay etip, renli perde diafragma uaziypasin atkaradi. Ol kozge tusip atirgan jaktilik agiminin koriuin baskarip turadi. Kozge tusip atirgan jaktilik mugdarina karay koz karashigi jaktilik mugdarina karay koz karashigi keneyui yamasa kishireyui mumkin.

Al karashiktin artinda linzaga uksas zat gauxari jaylaskan boladi. Koz gauxari sindiriu korsetkishi 1,4 ke jakinirak bolgan moldir zattan ibarat g`tarepleme dones linza bolip tabiladi. Soni atap otemiz, koz gauxarinin ishki betinde imeklik radiusi kozdin renin renli perdesine kelip kosilgan. Sirtki betine karaganda kishirek, gauxarin korshagan bulshik etlerin tasirinde gauxardin formasi ozgeredi, netijede fokus araligi da ozgeredi.

Tamir perde kozdin ishki tarepinen jaktilik sezgir nerv tamirlari menen kaplangan bolip, koz karashigi tusinda jude tigiz boladi. Olar tor perdeni talap etedi. Buyimlardin kozdin putin optikalik sistemasi sonin menen birge koz gauxari payda etip atirgan xakiykiy keskini tor perdede payda boladi. Soni atap otuiimiz kerek denelerdin keskini koz torina tonkerilgen turde payda boladi. Lekin jaktiliktin sezgir nervlardan signal alip atirgan midin xizmeti barlik denelerdi xakiykiy jagdayinda koriu mumkinshiligin beredi.

Kozdin kletka siyakli bulshik etleri bosaskanda uzaktagi denelerdin keskini turinde payda boladi. Uliuma kozdin duzilisi sonday, adam xesh kanday zoriktirmay kozdin u`metrden jakin bolmagan araliktagi xamme denelerdi kore aladi. Bul jagdayda adeuir jakiniraktagi buyimlardin keskini koz tor perdesi artinda payda boladi. Bunday buyimlardin anik keskinin payda etiu ushin buyim keskini tor perdesinde payda bolganinsha kalka siyakli bulshik et koz gauxarin usi kisilgan xalda uslap turadi.

Solay etip Adam kozinde fokuska turilau kalka siyakli bulshik eti jardeminde koz gauxarinin optikalik kushin ozgertiu menen amelge asiriladi. Soni atap otemiz gauxar siyakli bulshik et bosasip turgan jagdayda adam kozinen optikalik kushin en kishi bolip, o`h diapteriyaga jakin boladi. Adamnin ixtiyarina karap, kozdin optikalik sistemasi kozinin xar turli araliktagi turgan buyimlardin anik keskinin payda etiu kabileti akkomodatsiya dep ataladi. (latinsha, G`akkomodatsiyaG`ikemlesiu)

Jude uzaktagi buyimlarimizga karaganimizda kozge paraller nur tusedi. bUl xalda koz sheksizlikke ikemlesken dep ataladi. Soni atap otmiz bul xalda koz azirak sharshaydi. (sonin ushin oylanip kalgan adamnin kozi korgenshe eriksiz sheksizlikke ikemlesedi). Kozdin akkomodatsiyasi sheksiz emes. Kalka siyakli bulshik et jardeminde kozdin optikalik kushi a`g`dp`tr dan artpaydi. Jakin buyimlarga uzak uakit karap tursak koz sharshaydi, kalka siyakli bulshik etler bolsa bosasadi ha`m buyim keskin buldirap ketedi.

Adam kozi buyimlardi tek jaksi koriuge gana imkan berip koymay, sondayak kesh kurin xetteki tundede koriu mumkinshiligin beredi. Adam karaganda biraz uakit otirgannan keyin uzaktagi buyimlardin koriniuine karaganda jakiniraktagi buyimlardi anigirak koredi.

Kozdin jaktilik sezgir nerv ushin koz torina turli darejede uzatiuina ikemlesiu kabileti, yagniy baklanip atirgan buyimlardin xer turli koriniu darejesine ikemlesiu kabileti adaptatsiya dep ataladi.

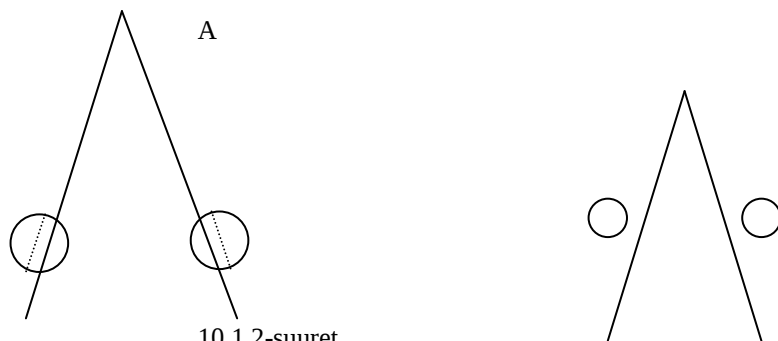
(latinsha G`adaptatsiyaG` adaptatsiya, ikemlesiu)

Tunde kozge tusip atirgan jaktilik nurlaniuina kozdin sezgirliigi kundizgige karaganda bir neshe milliard marte ulken boladi. Kenislikte bir-birine salistirmali jaylaskan denelerdin jagdayin korigu menen aniklau kabileti adam ushin exmiyetke iye.

Bul xadise tomendegishe tusindiriledi.

Adam kandayda bir denegge karap atirganda ol kozdin korigu kosheri sonday jaylastiriladi, bul kosherler denede kesilisedi. (a`0.a`.g`.suret). Bul dene adamga kanshelli jakin bolsa, denede kozdin korigu kosherlerin ushirastiriu ushin mushaklardin zorigiui sonshelli kushli boliui lazim.

Sol zorigiu shamasina karap denegge shekemgi bolgan aralik belgilenedi.



Anik bir tochkada kozdin korigu kosherlerinin ushirasiui konvergentsiya dep ataladi. (latinsha konvergentsio-ushirasiu)

Eger usi jarkirap turgan reshetkani jude tez aylandirsak alisiraktagi baklap turgan adam jarkiraushi ekranda korinedi. Sogan uksas xadiselerdi uyreniu tomendegilerdi korsetediN` eger adam kanday da bir denegge karap tursa, sol deneni alip koyilgannan keyin adam oni jene 0,a` sekund dauaminda koredi. Bul xedise ozine ten koriniu energiyasi bolip , ol ulken emeliy exmiyetke iye.

Eger adam agashtan islengen tor reshetkali dual kasinda tez juirip otse , bunda dualdin argi tarepinde ne bolip atirganin anik koredi. Bunday xadise stroboskopiyaalik effekt dep ataladi.

Stroboskopiyaalik effekt xezirgi zaman kinosinin tiykari bolip tabiladi. Odan televidenie, televizor trubkasi ekranda xereket effektin aliuda paydalaniladi. Kinoteatr ekranda xer sekundinda g`0 ga jakin kadr izbe-iz otip turadi. Suret aumastirilip atirganda kinoapparat ob`ektivi jabik ha`m ekran jaktilandirilmagan boladi. Birak oni tamashagoyler sezbeidi. Ekranda suuretler izbe-iz bir-birinen keyin korsetilip atirgani korinedi.

Ekranda denelerdin xereketleniui effekti mine usi usilda payda etiledi.

10.2. Korigu muyeshi.

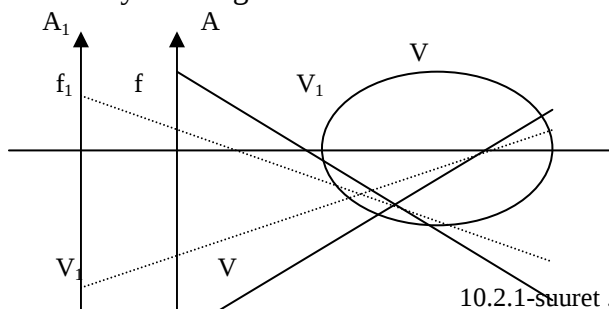
Uzaktagi telegraf stobalarin karaganimizda bizden uzaktagi stolbalardin biyikligi jakiniraktagi stolbalarga karaganda kelterek bolip korinedi. Bul tomendegishe tusindiriledi;

Barlik stolbalardin olshemleri bir kiyli boliuina karamastan kozdin tor perdesinde payda bolip atirgan jakindagi stolbanin korinisi uzaktagi stolba korinisine karaganda ulkenirek boladi. Kozdin tor perdesinde dene korinisinin olshemi korigu muyeshi f penen tolik aniklanadi. (10.2.1-suuret)

Kozdin optikalik orayindagi denenin shetki tochkalari araligi arkali jurgizilgen tuuri siziklar payda etken muyesh korigu muyeshi delinedi. (10.2.1- suuret)

Korigu muyeshi f kanshelli ulken bolsa . Kozdin tor perdesinde sonshelli kop sanli jaktilikti sezgir nerv ushlarin korinisin tabadi, sonin ushin adam karap atirgan denede jude

kop detallarda baklaydi. Korinistin ulkenligi karastirilip atirgan denenin olshemlerine odan keyingi aralikka baylanisligi korinedi.



Karastirilip atirgan dene kozden uzaklasip atirganda onin koz tori perdesinde payda bolip atirgan korinis kishireye beredi, eger korinis jene kishireye berip bir gana jaktilik sezgirine payda bolsa, adam denenin xesh kanday detallarin kormeydi ha'm onin korinisi bir tochkada korinedi. Koriu muyeshi q_0'' -ga jakin bolganda sonday boladi.

Emelde adam koriu mueshi a'' den kishirek bolganda dene detallari pariklanbay kaladi. Sonin ushin esaplaularda dene tochka bolip korinetugin en ulken kloriu muyeshi a'' ga ten dep esaplau mumkin. Oni geyde shegaralik koriu muyeshi dep ataladi.

Uzak yamasa jakindagi jude kishi denelerdi karauda optikalik esaplardan paydalanadi. Bul esbaplar edeur ulkeyu mumkinshiligine iye.

10.3. En jaksi koriu araligi. Kozdin optikalik deffektleri.

Koriu muyeshin asiriu ushin deneni kozge jakinlastiriu kerek ekenligi aldingi temada aytilgan edi. Lekin dene jude jakin tursa, ogan karap atirgan koz tez sharshap kaladi. 20sm den kishi aralikta bolsa normal koz deneni uliuma jaksi kormeidi.

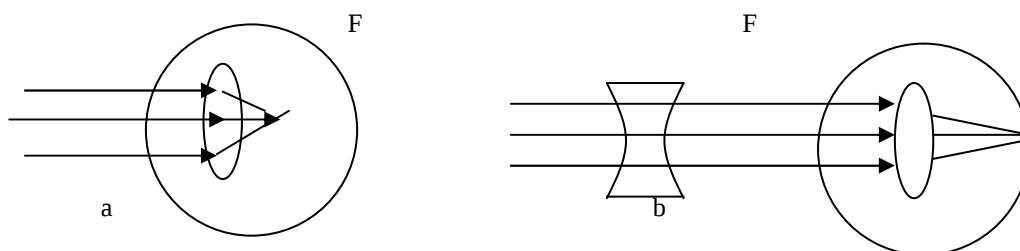
Koz onsha sharshamay denelerdi anik koretugin en kiska aralik en jaksi koriu araligi (L) delinedi.

Koriui normal bolgan adamlar ushin $L=25\text{sm}$ dep kabil etilgen. Adam kitap okip atirganda kozdan sonsha aralikta kitapti tutip turadi.

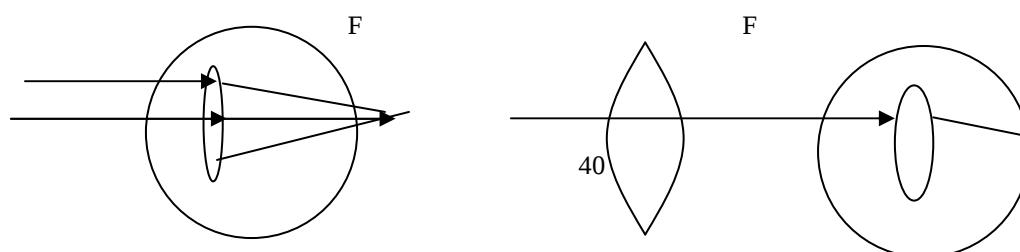
Baklaular ayirim adamlarda en jaksi koriu araligi 25 sm den kemirek ekenligi korinedi. Bunday adamlardi jakinnan koretugin adamlar delinedi. Ayirim adamlarda en jaksi koriu araligi g^o smden ulkenirek boladi. Olardi uzaktan koretugin adamlar delinedi. Jakinnan koretugin adamlar uzaktagi denelerdi jaksi kore almaydi, uzaktan koretugin adamlar bolsa jakinda jaylaskan denelerdi jaksi kore almaydi. sonin ushin jakinnan koretugin adam deneni dikkat penen korip atirganda onin kozlerine jakinirak alip keliuge, uzaktan koretugin adam bolsa uzagirakta jilistiriuga xereket etedi.

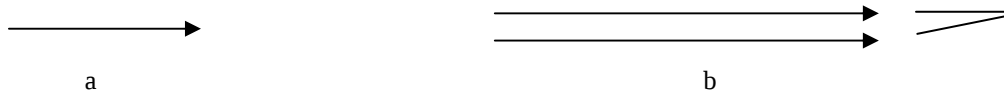
Adamlar koriuinde shashiratiushi linzali kozeynekler jerdem beredi. Bunday sistemanin bas fokusi koz tori perdesinde bolatugin etip linzalar tanlaniladi. (10.3.1.-suuret) . Uzaktan koretugin bas fokus f koz tor perdesinde arka tarepinde turadi. (10.3.2. a-suuret) . Olarga jinaushi linzali kozeynekler jardem beredi. (10.3.2. b-suuret)

Teoriya soni korsetedi. Kozeynek putin sistemanin optikalik kushinin ozgertpey turip sistemanin bas fokusi jagdayin koz tor perdesine koshiredi.



10.3.1.-suuret.





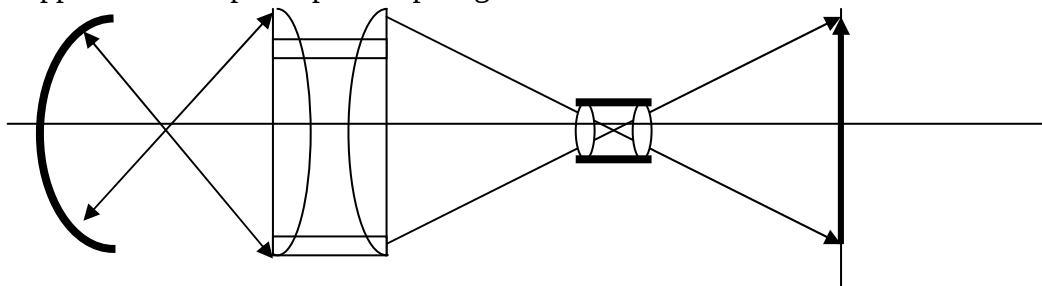
10.3.2.-suuret

11.1. Proektsiyalik apparat.

Geometriyalik optika nizamlari uyrenilgennen keyin xer turli optikalik esbaplardi tayarlau mumkinshiligi payda boldi. Moldir emes materialga meselen, kagazga sizilgan suuretler yamasa suuretler ha'm sizilmalardin ulkeytilgen anik suuretin ekranda tamashagoyge korsetiude proektsiyalik apparat kollaniladi.

Proektsiyalik apparat jerdeminde ekranda korsetiu ushin arnalgan shiysha yamasa moldir plenkadagi suuret dipozetiv, apparattin ozi bolsa diaskop delinedi ("skopeo" grekshe soz bolip, korip atirman ha'm "dia" – arkali degen maganani anlatadi).

Eger apparat moldir emes suuretler ha'm sizilmalardi korsetiu ushin arnalgan bolsa, onda ol episkop delinedi (grekshe "epi" – ga). Ekranda moldir suuretlerdi de, moldir emes suuretlerdi de korsetiu mumkin bolgan apparatlardi epidiaskoplar delinedi. Proektsiyalik apparattin isleu printsipin korip shigami.



11.1. 1 – suuret.

Aldinda turgan zatti suuretin payda kilatugin linzani ob`ektiv dep ataydi. Ob`ektiv sonday bir optikalik sistema bolip, onda geybir linzalardagiday kemshilikleri jogaltilgan boladi. Ekranda denenin sureti tamashagoyge jaksi koriniui ushin dene jaksi jaktirtilgan boliui kerek.

11.1.1 – suurette proektsiyalik apparattin duzilis sxemasi korsetilgen. S jaktilik deregi A oyis ayna (reflektor)nin fokusina jaylastiriladi. S jaktilik dereginen tikkeley kiyatirgan A reflektordan kaytkan jaktilik K kondensatorga tusedi. Kondensator eki tegi – dones linzalardan iberat. Kondensator jaktilik nurlarin O ob`ektivta jiynaydi, keyin olardi E ekranga bagitlaydi, ol jerde D diapozetivtin suureti payda boladi.

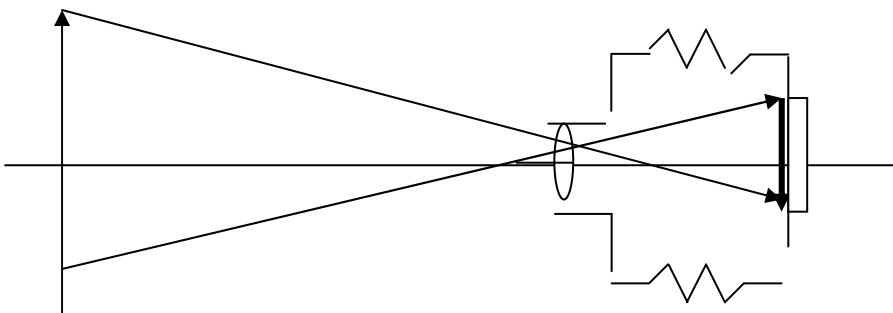
Diapozetivtin ozi bolsa ob`ektivtin bas fokusi ha'm ob`ektivtin 2F aralikta bolgan tochka arasina jaylastiriladi. Ob`ektivti anau yamasa minau terepke jilistirip, ekranda suurettin anik boluina erisiledi. Buni kobinese fokuska tuurilau dep ataydi.

11.2. Fotografiyalik apparat.

Aldinda turgan denelerdin fotografikalik suuretin aliu ushin arnalgan optikalik asbap fotografikalik apparat dep ataladi. Onin jaktilik otkertpeytugin K kamerasinin jiljiytugin aldingi tarepine O ob`ektiv ornatilgan (11.2.1-suuret).

AV denesinin fotografiyasin aliuda ob`ektivti jilistiriu jardeminde apparattin arka tarepindegi denenin keru suureti $A_a V_a$ payda boladi.

Keyin ob`ektiv jauip koyiladi ha'm fotoapparattin arka tarepine jaktilikni sezgir katlam menen kaplangan plastinka yamasa plenka koyiladi. Keyin ob`ektiv belgili bir uakitka ashiladi. Bunda jaktilikni sezgir katlamda ximiyalik reaksiya bolip otedi ha'm denenin jasirin suureti payda boladi.



11. 2. 1 - suuret.

Arnauli kayta isleulerden keyin plastinka yamasa plenkada suuret korinetugin xalga keledi. Alingan suurette denenin jaktili jerleri kara, kara jerleri jaktili ha'm tinik bolip kaladi, soonin ushin bunday suuretti negativ dep ataydi.

Poditiv dep atalatuginapiuayi fotosuuretti aliu ushin negativke jaktilikti sezgirkagaz koyiladi ha'm oni nurlar kagazga negativten otip tusetugin etip jaktilikka koyiladi. Arnauli turdegi kayta isleulerden keyin fotokagazda denenin apiuayi fotografiyasi alinadi.

11.3 Optikalik esbaptin ulkeytiui. Lupa.

Optikalik esbaptin ulkeytiui dep-esbapta denenin suuretin koriniu muyeshi ϕ denenin esbapsiz koriniu muyeshi ϕ_0 dan neshe marte ulkenligin korsetetugin sanga aytiladi:

$$G = \frac{\phi}{\phi_0} \quad (11.3.1.)$$

Adette ϕ ha'm ϕ_0 muyeshler juda kishi bolganligi ushin optikalik asbaptin ulkeytiuin kobinshe tomendegi formuladan tabiladi:

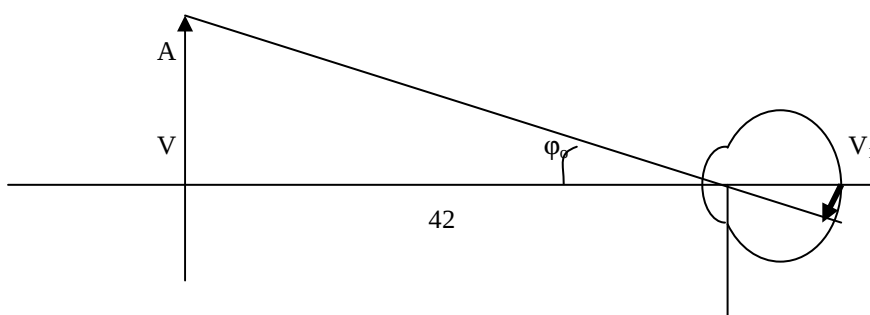
$$G = \frac{\text{tg}\phi}{\text{tg}\phi_0} \quad (11.3.2.)$$

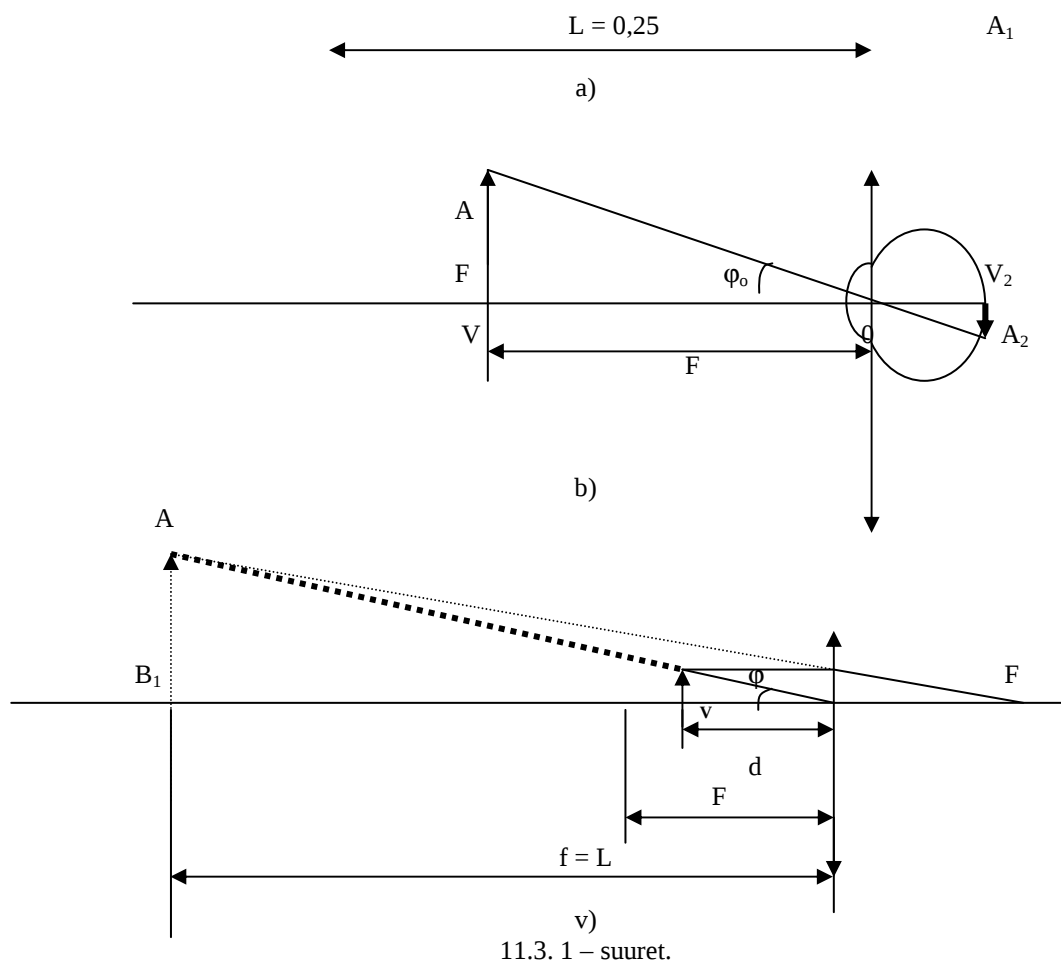
En apiuayi optikalik asbaptin biri –linza, ol jiynaushi liinzadan ibarat bolip, kishkene ob'ektlerdin ulkeygen suuretin koriuge boladi.

Lupada karalatugin dene adette linzanin fokal tegisligine yamasa linzaga bir az jakinirak jaylastiriladi. 11.3. 1-a suurette AV kishkene dene ha'm onin kozdegi suureti $A_a \cdot V_a$ korsetilgen. Eger AV dene kozde en jaksi koriu araligi L de jaylaskan bolsa, ol ϕ_0 koriu muyeshi astinda korinedi. Endi koz aldina lupa jaylastiramiz ha'm AV deneni ol fokal tegislikte bolgansha jilistiramiz (11.3 . 1-b suuret). Bunda AV denenin xer bir tochkasinan lupadan keyin kozge parallel nurlar dastesi tusedi. Kozdin optikalik sistemasi olardi koz tor perdesinde jiynaydi ha'm sol jerde $A_g \cdot V_g$ suuretin payda etedi.

Bul jagdayda AV dene muyesh astinda koringenligi sebepli, ϕ muyesh ϕ_0 muyeshsten ulken, $A_g \cdot V_g$ suuret $A_a \cdot V_a$ den ulken boladi. Endi adam kurallanbagan koz benen karaganda AV denede korinbegen detallarda kore alamiz. Bunda lupanin ulkeytiui (11.3.2) formula menen anlatiladiU`

$$G = \frac{\text{tg}\phi}{\text{tg}\phi_0} = \frac{AB}{F} : \frac{AB}{L} = \frac{L}{F}$$





11.3. 1 – suuret.

Koriu normal bolgan adamlar ushin $L=0,25$ m. Bunda lupanin ulkeytiui:

$$G = \frac{0,25}{F} \quad (11.3.3.)$$

Bayan etilgen bul jagdayda koz sheksizlikke akkomadatsiyalangan. Sonin ushin adam AV deneni lupa arkali kiynalmay, uzak uakit kore aladi.

Eger AV deneni fokal tegislikten lupaga jakinirak jilistirsak (11.3.1-v suuret) onda en jaksi koriu araligi L da denenin A^1V^1 jormal suuretini aliu mumkin. Usi jagdayda lupanin ulkeytiuin tabamiz. Bul keyingi jagdayda koriu muyeshi aldingi jagdaydagiga karaganda ulkenleu bolganligi sebepli ulkeytiuide ulkenleu boladi:

$$G = \frac{L}{F} + 1 \quad (11.3. 4.)$$

3.1- suurettan $\text{tg}\phi = AB/d$ ekenligi korinip tur:

$$G = \frac{\text{tg}\phi}{\text{tg}\phi_0} = \frac{AB}{d} : \frac{AB}{L} = \frac{L}{d} = \frac{1}{d} L.$$

Arnauli jagdayda A^1V^1 suuret jormal bolganligi ushin $f = -L$ dep alip, (8.2.1) nen

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{L} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{L} = \frac{1}{F}$$

ti alamiz, bunnan

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{L+F} + \frac{1}{L*G}$$

Solay etip,

$$G = \frac{(L+F)*L}{L*F} = \frac{L+F}{F} \quad \text{yamasa} \quad G = \frac{L}{F} + 1$$

Solay etip, eger koz en jaksi koriu araligina akkomodatsiyalangan bolsa, onda llupanin ulkeytiui koz sheksizlikke akkomodatsiyalangandagiga karaganda bir birlikke ulken boladi.

Leykin koz birinshi jagdayda zarrikan jagdayda bollip, sharshaydi. Sonin ushin adam lupaga karaganda kozi oz-ozinen sheksizlikke juda tez akkomodatsiyalanip kaladi. Bul lupannin ulkeytiui amelde (11.3. 3.) formuladan aniklanadi degen soz.

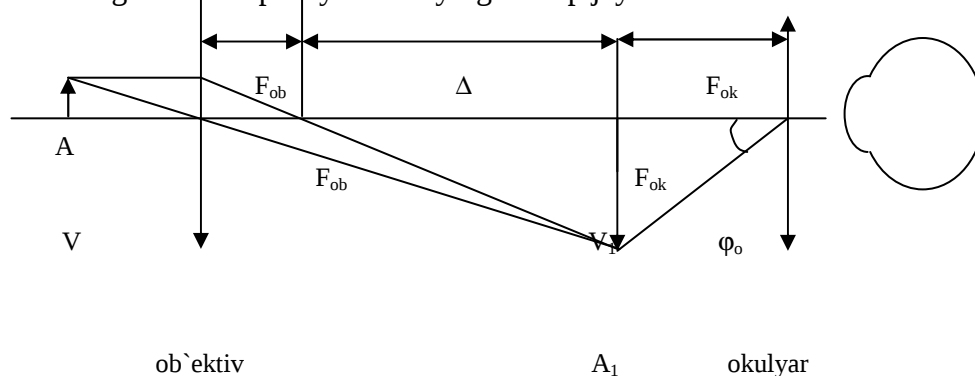
11.4. MIKROSKOP.

Juda kishi denelerdi ulkeytip korsetiu mumkinshiligin beretugin esbap mikroskop dep ataladi (a`a`.n`.a`-suuret). Ol optikalik kishi ulken bolgan eki jiynaushi linzadan ibarat. Mikroskoptin karalip atirgan dene terepindegi (ob`ekt) linzasin ob`ektiv (O_a), koz benen karalatugin (baklau terepi) linzasin bolsa akulyar (O_g) dep ataydi.

Mikroskoptin ob`ektivi ha`m akulyari turakli optikalik sistema bolip, arnauili bolimlerge jaylastirilgan. Olar mikroskoptin metall trubkasi-tubusi (T) ishine ornatilgan. Izertlenip atirgan dene S stolshaga jaylastiriladi ha`m astinan Q ayna ha`m de linzalar sistemasi K menen jaktilandiriladi.

Anik korinis aliu ushin tubusin V_a yamasa V_g burandalar jerdeminde jilistiriladi. Mikroskopta nurlardin joli 11.4. 2-suurette korsetilgen. AV dene ob`ektivtin bas fokusi artinda, derlik bas fokusta jaylastiriladi.

Akulyardi denenin tonkerilgen ha`m xakiykiy  $A_a V_a$  suuretin onin bas fokusinda payda kilatugin ha`m lupa siyakli isleytugin kilip jaylastiriladi.



11.4.2 – suuret.

Endi mikroskoptin ulkeytiui kalay aniklan-atuginligin karastiramiz. Akulyar arkali karap atirgan adam $A_a V_a$ suuretin ϕ muyesh astinda koredi. Sizilmadan korinip tur,

$$\text{tg} \phi = \frac{A_1 V_1}{a - F_{ok}} \quad \text{ha`m} \quad A_1 V_1 = (a - F_{ok}) \text{tg} \phi_1$$

$$F_{ok}$$

$$tg\varphi \approx \frac{AV}{F_{ob}} \quad \text{bolganligi ushin } A_1V_1 = (a - F_{ok}) \frac{AV}{F_{ob}}$$

$$\text{Budan } tg\varphi = \frac{A_1V_1}{F_{ok}} = \frac{(a - F_{ok})AV}{F_{ok} * F_{ob}} * tg\varphi_o = \frac{AV}{L}$$

(bunda L-en jaksi korigi araligi) bolganligi ushin mikroskoptin ulkeytiui:

$$G = \frac{tg\varphi}{tg\varphi_o} = \frac{(a - F_{ok}) AB * L}{F_{ok} * F_{ob} * AB} = \frac{(a - F_{ok}) * h}{F_{ok} * F_{ob}}$$

Ob`ektivtin fokus araligi juda kishi bolganligin esapka alip,  $(Q - F_{ak})$  shamasin ob`ektiv ha`m akulyardin fokuslari arasindagi aralikka shama menen ten dep esaplau mumkin. Ob`ektiv ha`m akulyardin fokuslari arasindagi aralik  $\Delta$  menen belgilenedi ha`m mikroskop tubusinin uzunligi dep ataladi. Onda mikroskoptin ulkeytiui tomendegi formula menen aniklanadi:

$$G = \frac{0,25}{F_{ak}} * \frac{\Delta}{F_{ob}} \quad - \text{ akulyardin ulkeytiui ,}$$

$G_{ok} = 0.25 / F_{ok}$ – okulyardin ulkeytiui, $G_{ob} = \Delta / F_{ok}$ – ob`ektivtin ulkeytiliui bolganligi sebepli, mikroskoptin ulkeytiui ob`ektiv ha`m akulyar ulkeytiulerinin kobeymesine ten dep aytuu mumkin.

$$G = G_{ob} * G_{ak} \quad (11.4.2)$$

Adam mikroskop jerdeminde karastirilib atirgan denenin jormal tonkerilgen ha`m ulkeytilgen suuretini koredi. Optikalik mikroskoplardin ulkeytiui 1000 marteden artpaydi.

11.5. Kepler trubasi. Teleskoplar.

Mumkin bolmagan uzakliktagi ob`ektlerdi kozge jakinlastirip alip kelip baklau ushin arnalgan optikalik asbap astronomiyalik truba dep ataladi.

Birinshi astronomiyalik trubalardi 1609 jili italiyalii ilimpaz G. Galiley ha`m nemis ilimpazi I. Kepler jasaki. Koriu muyeshi linzalar jerdeminde ulkeytiliui astronomiyalik trubba refraktor dep ataladi (latinsha “refraktus” –sigan). Sferalik aynalar jerdeminde usunday effektivlerge erisetugin truba reflektor dep ataladi.

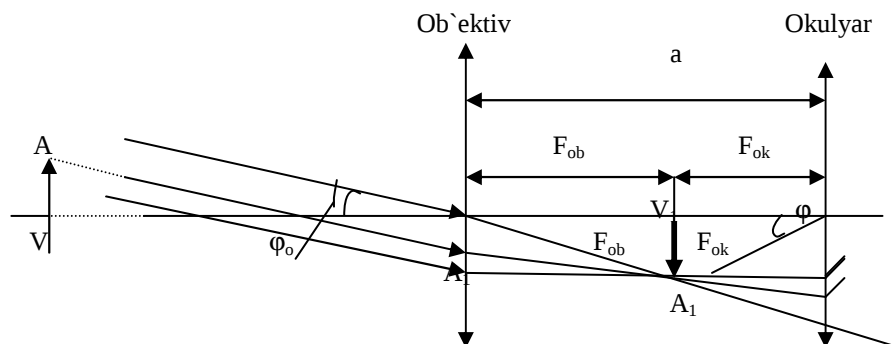
Kepler trubasi eki jiynaushi linza: ob`ektiv ha`m akulyayardan ibarat. Kepler trubasinda nurlardin joli 11.5. 1 - suurette korsetilgen. Adette ob`ektivtin olshemleri ulken bolip, optikalik kushi kishi, akulyar bolsa lupa siyakli isleydi. Akulyardan ob`ektiv payda etip atirilgan suuretke karaladi. Amelde AV ob`ektin suureti ob`ektivtin bas fokusi F_{ob} te payda boladi, akulyar bolsa bul suuret onin bas fokusi F_{ok} da turatugin etip jaylastiriladi. Yagniy bul asbapta ob`ektiv ha`m akulyar arasindagi a aralik F_{ob} ha`m F_{ok} fokus araliklarinin jiyindisina ten, yagniy Kepler trubasinin uzunligi tomendegige ten:

$$a = F_{ob} * F_{ok} \quad (11.5.1.)$$

Kepler trubasinin ulkeytiuin tabamiz.

11.5. 1-suurette kurallanbagan koz benen karaganda φ_0 muyesh astinda korinip atirgan juda uzaktagi ob`ektivten kiyatirgan nurlar korsetilgen. Adam usi ob`ektke Kepler trubasi arkali karasa, akulyarda onin $A_a \cdot V_a$ suuretin φ muyesh astinda koredi. $\text{tg} \varphi = A_1 B_1 / F_{ob}$ ha'm $\text{tg} \varphi_0 = A_1 B_1 / F_{ok}$ bolganligi ushin Kepler trubasinin ulkeytiui:

$$G = \frac{\text{tg} \varphi}{\text{tg} \varphi_0} = \frac{A_1 B_1}{F_{ok}} : \frac{A_1 B_1}{F_{ob}}; \text{ yagniy } G = \frac{F_{ob}}{F_{ok}} \quad (11.5.2)$$



11.5.1 – suuret.

($a \cdot a \cdot o \cdot g$.) den juda ulken ulkeytiudi aliu ushin Kepler trubasinda ob`ektivtin ulken fokuslisin, akulyardin bolsa kiska fokuslisin aliu kerek ekenligi kelip shigadi (optikalik esbaptin ulkeytiui N-di sizikli ulkeytiui β menen aljastirip jibermeu kerek).

Aspan ob`ektlerin baklau ushin arnalgan astronomiyalik truba teleskop dep ataladi. Xezirgi zaman refraktorinda ob`ektivtin diametri bir metrden artik, olardin fokus araligi 20 m ge jakin.

Teleskop bir-birine jakin muyesh araliginda jaylaskan ob`ektlerdi bir-birinen ajiratiui ushin gana jerdem berip gana koymay, mumkin juda kushsiz jaktilik dereklerin baklaugada mumkinshilik beredi, sebebi ob`ektiv ken nurlar destesin jiynaydi.

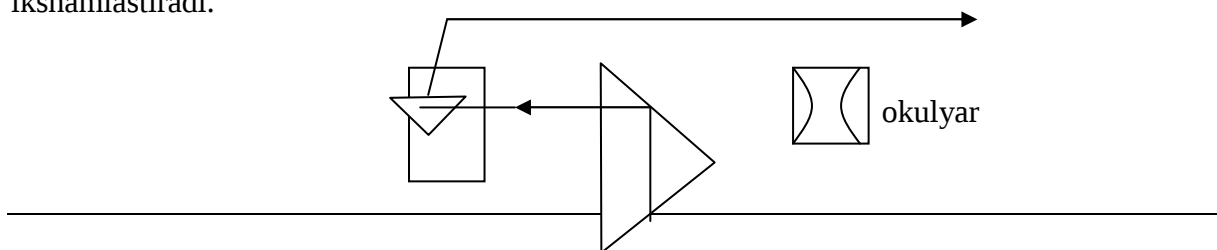
11.6. Galiley trubasi. Binokl`.

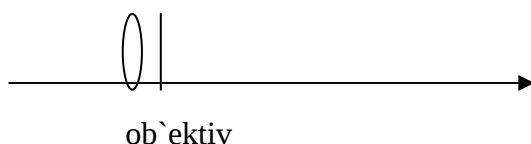
Kepler trubasinda ob`ektin tonkerilgen suureti payda boladi. Aspan denelerin baklau ushin bunin exmiyeti jok, leykin jer betindegi ob`ektlerdi baklau kolaysiz boladi. Sonin ushin jerdegi baklau ushin arnalgan korigu trubalarinda ob`ektiv ha'm akulyar arasinda kosimsha linza jaylastiriladi. B ul linza tek suuretti audariu (tonkeriu) ushin xizmet etedi. Bul jagdayda trubaning uzunligi 4F ke artadi, bunda F –kosimsha kirgizilgen linzanin fokus araligi.

Bunday truba juda ulken bolip ketedi, sonin ushin emelde Galiley trubasinan paydalaniladi. Ol jiynaushi (ob`ektiv) ha'm shashiratiushi (akulyar) linzalardan ibarat. Galiley trubasinin sxemasi 11.6.1-suurette korsetilgen.

Bul trubada ob`ektiv ha'm akulyardin fokuslari 11.5.-temada aytilganlarga saykes keletugin etip jaylastiriladi. (11.5.1) formula F tin belgisi teris ekenligin esapka algan xalda orinli bolip kala beredi. Galiley trubasinin ulkeytiui (11.5.2) formuladan tabiladi, ol Kepler trubasinin ulkeytiuine karaganda kishi, Galiley trubasinan ekeuin biriktirip islengen binokl` teatr binokl` bolip tabiladi, onin olshemleri kishi bolganligi ushin jude kolayli.

Prizmali binokl`din ulkeytiui ulkenirek (11.6.2-suuret). Ol Kepler trubasinan ekeuin biriktiriuden payda boladi. Bul binokl`da suuret linzalar jerdeminde emes, tolik kaytariushi prizma jerdeminde tonkeriledi. Bul prizmalar Kepler trubasinin xer birinde boladi. Bul karalip atirgan denelerdi edeuir ulkeytken xalda prizmali binokl`din olshemlerin edeuir ikshamlastiradi.





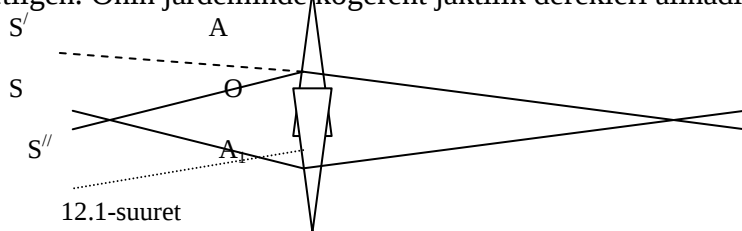
11.6.2 – suuret. ❁

12.1. Jaktiliktin interferentsiyasi. Frenel` biprizmasi.

Endigiden bilay jaktiliktin korpuskulyar teoriyasi menen tusindiriuge bolmaytugin xediyselerdi tusindiremiz. Bunday xediyseler jaktiliktin interferentsiyasi, difraktsiyasi ha`m polyarizatsiyalaniu. Mine usi xediyselerdi uyreniu jaktiliktin tolkin tabiyatinanikladi ha`m jaktilik nurlaniui koldenen tokenlardan ibarat ekenligin korsetti.

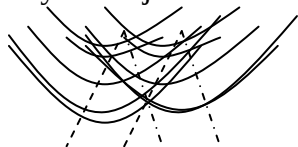
Kogerent dereklerden shigip atirgan tokenlar gana interferentsiyalana alganligi sebepli Frenel` birinshi islep shikti. Tejiribe soni korsetedi, xetteki bir birinen anik nuskasi bolgan eki jaktilik dereginen jatilik nurlanganda da interferentsiya payda bola bermeydi. Bunday jaktilik deregi kogerent emes. Tek bir gana jaktilik deregin ozi payda etip atirgan nurlar kogerent bolaua mumkin.

Jaktilik interferentsiyasin aliu ushin bir jaktilik dereginen xer turli bagdarda kiyatirgan nurlardi kandayda bir optikalik kurulma jerdeminde bir birine kosiu lazim, Frenel` onin ushin ayna ha`m prizmadan paydalaniu. 12.1-suurette Frenel` biprizmasinin duzilisi sxemasi korsetilgen. Onin jardeminde kogerent jaktilik derekleri alinadi.



A ha`m A_a muyeshleri juda kishi bolgan eki birdey shiyshe prizma en kishi betleri menen kisilip, kleylenedi. Eger biprizmanin bir tarepine S jaktilik deregi, ekinshi tarepinde D ekranı jaylastirilsa, ekranda jaktilik interferentsiyasin baklau mumkin. Bul A prizmaga tusken barlik nurlar onda singannan keyin S jaktilik deregin jorimal korinisi bolip tap S^* tochkadan shigip atirganday bolip koriniui menen tusindiriledi. Sogan uksas, nurlar A_a prizmada singannan keyin tap bul nurlar S^{**} tochkadan shigip atirganday bolip seziledi. Solay etip, D ekraninin putkil betin usi eki jorimal S^* ha`m S^{**} kogerent jaktilik dereginen kiyatirganday kogerent nurlardin kosiliui juzege keledi. (12.2-suuret)

Sjaktilik derek monoxromatikailik nurlaniu payda kilganda, yagniy katan anik terbelis jiiligi menen nurlaniu bolganda ekranda anigirak interferentsiyalik korinis payda kilinadi (12.1-suuretkе karan). Bir turdegi rendegi jaktilikti, anigiragi birdey terbelis jiilikli jaktilikti otkizetugin arnavli shiyshe-jaktilik fil`terleri jerdeminde sonday nurlaniu aliu mumkin.



12.2-suuret

Eger jaktilik deregin 12.1-suuret tegisligine perpendikulyar bolgan jarkiraushi tar reshetka korinisinde alsak, D ekranda gezekpe gezek almasip keliushi karanki ha`m jaktilik jolaklari payda boladi. Bunday S jaktilik dereginin D ekrandagi O tochkada jaktili jolaksha

korinedi, sebebi ekrannin sol jerinde birdey fazali kogerent nurlar bir biri menen uspe ust tusedi(kosiladi). (Ne ushin usinday boladi?). Oraylik jaktili jolaksha O dan uzaklaskanda ekranda tolkin jollarininparki artadi ha`m bul park  $\lambda/2$  ge jetkende ekranda oraylik jolakshanin xer eki tarepinde karangi jolakshalar payda boladi. Tolkin jollarinin parki L ga jetkende ekranda jaktili jolaksha payda boladi ha`m tagi da baska. Solay etip ekrandagi interferentsiyalik korinis almasip keletugin jaktili ha`m karangi jolakshalardan ibarat bolip, olar arasindagi aralikti shamalap birdey dep esaplau mumkin.

Kurilma jagdayin xesh kanday ozgertpegende eki konsi jaktilik jolakshalar arasindagi aralik tolkin uzunligi λ ga baylanisli bolganligin baklau kiyin emes; λ kanshelli kishi bolsa, ekran betinde nurlardin jol parki jalgiz bir tolkinga ozgeretin aralik sonshelli kishi boladi yagniy ekranda interferentsiyalik jolakshalar sonshelli tigizirak jaylasadi. Misalga, biprezma kizil jaktilik penen jaktirtilganda jolakshalar arasindagi aralik ol kok jaktilik penen jaktilanganda karaganda ulkenirek boladi. (12.3-suuret). Bul suurette koyiu shtrixlar jaktili jolakshani, sirekregi difis karangi jolakshalardi bildiredi. O tochka menen oraylik jaktilik jolaksha belgilengen, bul tochka ushin jollari parki nolge ten.

Bunday tejiriybeler soni korsetedi, xer bir tolkin uzunlikka belgili ren nurlari seykes keledi eken yagniy ren jaktilik nurlaniudagi terbelis jiyiligi menen aniklanadi. Tolkin uzunliklarin artiui tejiriybeni karap monoxromatik nurlardi renleri tomendegi turde jaylasadi; kizil, sari, jasil, aspan kok, kok, fioletoviy, - kizgin kok.

Eger biprizma ak jaktilik penen jaktilandirsa onda O tochkada 12.2-suuret ak jolaksha, onnan xer eki tarepinde raduganin ha`mme renleri menen boyalgan rendi jolakshalar payda boladi. Bul tejiyribe ak jaktilikdin kuramali yagniy korinetugin jaktilikdin ha`mme tolkin uzunliklarina seykes keletugin nurlar birikpelerinen ibaratligin delilleydi.

2. Juka perdelerdin renleri.

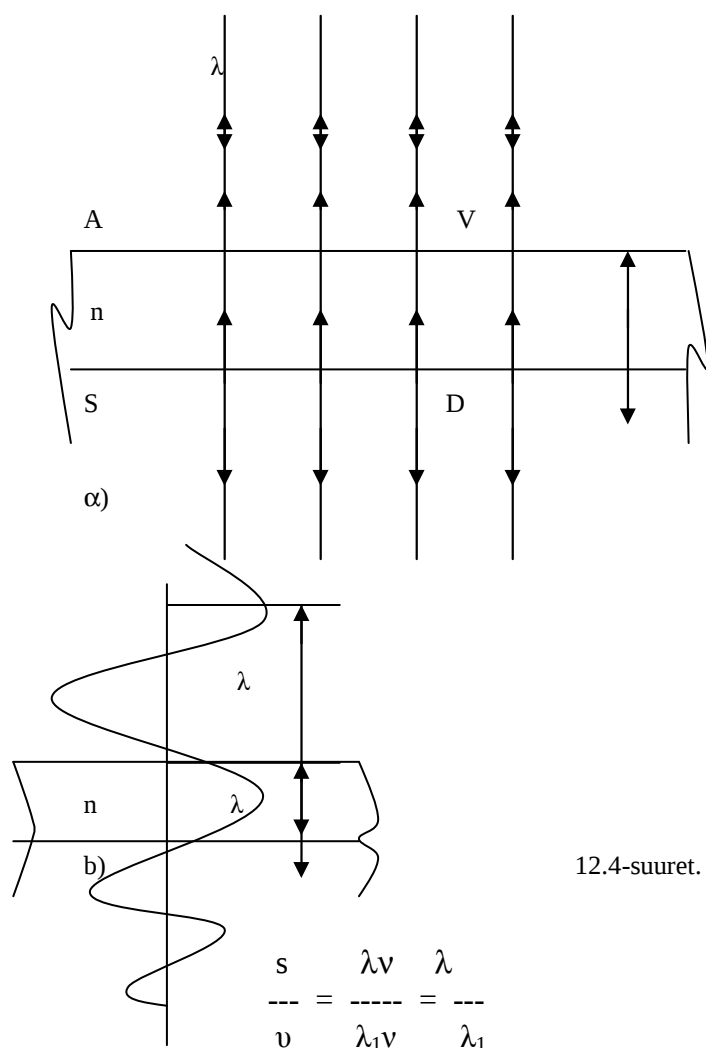
Sabin kobiginin diuallari uakit otiui menen uzliksiz ozgeretugin jude shirayli tuske iye boladi. Bul xediyse juka moldir (tinik) perdelerde jaktilikdin interferentsiyalaniui menen baylanisli bolip perdelerdin kalinligi birneshe mikrometrdan aspaydi.

Interferentsiya tegis – parallel plastinka kalay payda boluun karastirayik. Tereze aynasi yamasa korigu aynasi bunday plastinkaga misal bola aladi.

Kalinligi d bolgan jude juka tegis – parallel plastinkaga onin betine perpendikulyar turde paralel monoxromatik nurlar destesi tuspekte. (12 . 4-a-suuret) jaktilik nurlari AV betinen ayirim bolimi kaytadi ha`m ayirim bolimi plastinka ishine otedi. SO betinde bul korinis kaytalanadi. SD betten kaytkan nur menen bir jolda ketkenligi ushin olar interferentsiyalanadi, sebebi olar kogerent nurlar bolip tabiladi.

Bayan etilgen xalda nurlar ushin interferentsiya shertleri plastinkanin ha`mme beti boyinsha birdey. Sonin ushin eger interferentsiyalaniushi nurlar karama-karsi fazada kosilsa, onda plastinkani ha`mmesi karangi bolip tuyiledi, eger nurlar birdey fazada kosilsa ,onda plastinkanin ha`mmesi monoxromatik nurlardin tolkin uzunligina seykes kelgen ren menen boyalgan bolip korinedi.

Nurlar interferentsiyasi olardin optikalik jollar parkina baylanisli, optikalik jollar parki bolsa geometriyalik jollar ayirmasi menen park kiladi. Interferentsiya kaytadan jaktilikta bayanlangan xalda, yagniy baklaushi plastinkaga jokaridan karagandagi xalin karap shigamiz.(12.4-suuret) interferentsiyalanip atirgan nurlar jolinin geometriyalik parki 2d ga ten, sebebi plastinkanin astingi betinen kayta nur artiksha jol otedi. Bul jol plastinka kalinliginin eki eselengenine ten, sebebi bul nur deslepki tomendegi son jokariga xereket kiladi. Lekin jaktilik nurlaniuin xauadagi tolkin uzunligin λ plastinkada bolsa jaktilik taraliu tezligin ozgeriui sebepli bolgan proporsional turde tolkin uzunliginda ozgeredi, yagniy



Bunda v ha'm λ - seykes turde plastinka denesinde jaktiliktin tarau tezligi ha'm tolkin uzunligi $s/v=n$ bolgani ushin $\lambda/\lambda_1 = n$ ha'm

$$\lambda_1 = \frac{\lambda}{n} \quad (1)$$

birden ulken bolgani ushin plastinka tolkin uzunlik kemeyedi. (n -b-suuretki karan). interferentsiyalaniushi nurlardin jol parki g'd emes, g'dn boladi. mexanikadagi siyakli optikada nurlar optikalik tarepinen tigizirak aralikta kaytkanda yarim tolkin jogaliui payda boladi, optikalik tigizligi kishirek ortalikdan kaytkanda yarim tolkin jogaltiui bolmaydi. Karastirip atirgan bul xalda jogari betten kaytkanda yarim tolkin jogaliui payda boladi. Bul biz karastirip atirgan xalda optikalik jol parki Δ tomendegishe boladi;

$$\Delta = 2dn \frac{\lambda}{2}$$

tolkin jollari parkinda, yagniy optikalik jollari parkinda jup sandagi yarim tolkinlar jaylaskanda maksimal kusheyiui boladi. Solay etip plastinka ushin interferentsiyalaniushi nurlardin maksimal kusheyui sherti tomendegishe aniklanadi.

$$\Delta = 2dn - \frac{\lambda}{2} = 2K \frac{\lambda}{2}$$

yamasa

$$2dn = (2K+1) \frac{\lambda}{2} \quad (2)$$

bunda K- putin san (1,2,3,...)

Maksimal xelsireu sherti tomendegi katnas penen anlatiutin anlau kiyin emes;

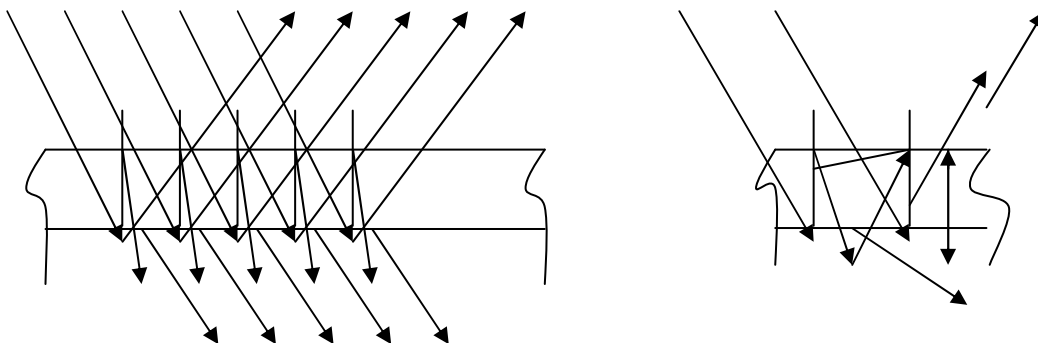
$$\Delta = 2dn - \frac{\lambda}{2} = (2K-1) \frac{\lambda}{2}$$

$$2dn = 2K \frac{\lambda}{2} = K \lambda \quad (3)$$

eger plastinkaga otiushi jaktilikta yagniy astinan karasak, yagniy bul shertlerdin orni aumasadi; (3) katnas. Jaktiliktin maksimal koshiu shertin, (g`) katnas bolsa maksimal xelsireu shertin anlatadi.

Monoxromatikalik nurlar plastinka betine i muyesh astinda tuskende (12.5-a-suuret) , interferentsiyalaniushi nurlar arasindagi jollar parki ozgeredi. 1 ha`m 2 nurlar ushin ol

(AV + VS) n - (λ /2) ge ten (5b-suuret) . bunda sol nerseni nezerde tutiu kerek eki nur S (AS ⊥ AV) tochkadan kaytkan uaktinda tolkin frontinin jagdayi AS boladi. i tusiu muyeshi artkanda optikalik jol parki kemeyedi eken. Bul plastinkani nurga salistirmali burganda plastinka izbe-iz birese karanga , birese jaktili bolip koriniutin bildiredi.



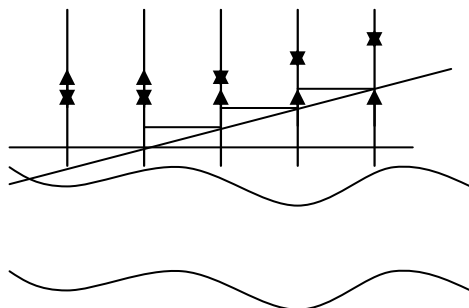
(12.5-suuret)

Eger plastinka ak jaktilik penen jaktilandirilsa, onda nurlar interferentsiyasinda bir tolkin uzunliklar ushin kusheyiu, baska bir tolkin uzunliklar ushin xelsireu boladi. sonin ushin baklaushiga plastinka bir-birin maksimal kusheytip atirgan nurlardin renine jakinirak boyalganday bolip korinedi.

Plastinkani nurlarga salistirmali burganimizda onin reni ozgeriui turgan gep. Soni atap otemiz, bul bayan uilinganlar plastinkaga parallel nurlar tusip atirgan xalga tiyisli ekenligin atap otemiz.

1. Sina terizli perdedegi interferentsiya. N`yuton sakiynalari.

α muyeshi jude kishi bolgan sina tarzli perdede jaktilik interferentsiyasinin karastirayik. Denenin sindiriu korsetkishi n . Bunday perde sinanin kaptallarinin bireuine perpendikulyar bolgan parallel` monoxromatikalik nurlar menen jaktilandirganda tarepinin betinde sina kirina parallel bolgan karangi ha`m jaktili jolakshalar korinedi. Bul jolakshalar kalay payda boliuin karastirip shigamiz.



(12.6-suuret)

12.6-b suurette sinada interferentsiyalaniushi nurlardin joli korsetilgen bolip , onda sina kirinan jaylaskan sayin jol parki artip bariui korinip turipti. α tochkada jaktiliktin maksimal kusheyui payda bolsin. Onda α tochkadan kandayda bir a aralikta kanday V tochka tabayik, sina kalinliginin artiuu sebebli jaktiliktin jene maksimal kusheyui payda bolatugin bunday jollar parki λ_1 ge artiuu lazim, onda $2VS = \lambda_1 = \lambda / n$ bolgani ushin

$$2VS = \frac{\lambda}{n}$$

ΔAVS dan $VS = \alpha \operatorname{tg} \alpha$, sonin ushin

$$2\alpha \operatorname{tg} \alpha = \frac{\lambda}{n}$$

Trigonometriyadan melim kishi muyeshler ushin muyesh tangensin radianlarda anlatilgan muyeshstin ozine ten dep esaplau mumiknN` sonin ushin

$$2\alpha \alpha = \frac{\lambda}{n}$$

budan

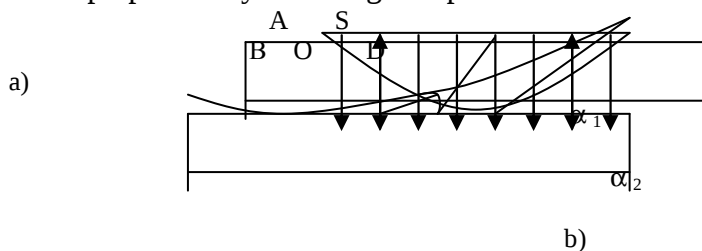
$$\alpha = \frac{\lambda}{2n\alpha} \quad (4)$$

Keyingi jaktilik dak S tochkadan α aralikta boliui aniklau kiyin emes. Bul bayan kilingan usi xalda interferentsiyalik jolakshalar bir-birinen birdey araliklarda jaylasiuin bildiredi. (12.6-suuret)

α muyesh artkanda jaktili (karangi) jolakshalar arasindagi aralik kemeyiui (n) anlatpadan korinip turipti. Eger perdedegi α muyesh este-sekin kemeytirilse onda interferentsiyalik jolakshalar jiljiyi ha`m perde kirlari (terepleri) parallel` bolip kalganda jolakshalar putkilley jogalip ketedi. Kerisinshe α muyesh, arttirilsa jolakshalar jakinlasadi

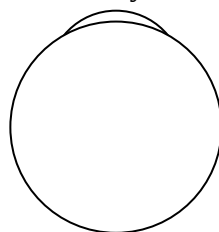
ha`m muyesh 1^0 ka jakinirak bolip kalganda jolakshalar bir-birinen jabadi, yagniy interferentsiyalik korinis jogaladi.

Sina tarizli perde ak jaktilik penen jaktilandirilganda raduganin ha`mme renlerinde boyalgan jolakshalar payda boladi. Sabin perdesi ak jaktilik penen jaktirilganda sonday xediyse payda boladi. Perdenin reni ozgeriui suu perdenin astindagi bolimine agip tuskenligi sebepli onin diuallarinin kalnligi ozgeriui menen tusindiriledi. Jaktilik interferentsiyasin baklau ushin kolayli esbap aliu mumkin. Bunin ushin jalpak parallel plastinkaga jalpak dones linza sonday etip koyiladi, plastinka ha`m linza arasindagi sina terizli xaua araligi bolatugunday interferentsiya anik koriniui ushin linza betinin iymeklik radiusi jeterli derejede ulken boliui kerek. Eger bul esbap parallel` monoxromatikalik nurlar menen olar linzanin tegis betine perpendikulyar tusetugin etip



12.7-suuret.

Jurgizilse (12.7a suuret) onda kaytkanimizda karangi ha`m jakti interferentsiyalik xallar jaksi korinedi. Bul sakiynalar n`yuton sakiynalar dep ataladi. (8-suuret) bul xalda linzanin iymeklik beti ha`m plastinkanin betinen kaytkan nurlar interferentsiyalanadi. Misali, a`-nur (12.7-a suuret) A ha`m B tochkadan kaytkan nurlar menen interferentsiyalanadi.



12.8-suuret

AV-ga ten bolgan kalnliktagi birtekli xaua araligi OV radiusli shenber bolganligi ushin interferentsiyalik korinis sakiyna korinisine iye boladi. O tochkadan linzanin shetine bagitinda sakiynalar jakinlasadi, sebebi bul bagitta xaua sinasinin α muyeshi artip baradi. (12.7b-suuret)

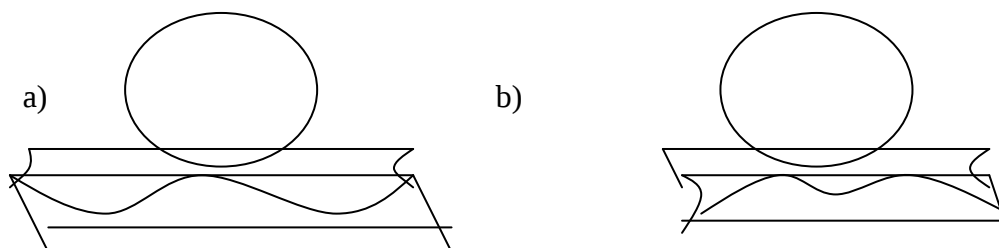
Bunday esbap ak jaktilik penen jaktirtilganda raduganin ha`mme renlerindegi rende sakiynalar payda boladi.

12.4.Tabiyattagi ha`m texnikadagi jaktilik interferentsiyasi.

Tebigiy jagdaylarda jaktilik interferentsiya xediyesi suu yamasa asfal`t betindegi neft ha`m maydin juka perdelerinin ha`m t.b, meselen gobelek ha`m baskalardin kanatlari turli renlerge boyalgan bolip, korinisi menen baykaladi. Bul xallarda perdelerdin xer kiyli rende korinisi olardin xer kiyli kanatlarda boliui menen tusindiriledi.

Xezirgi zaman pen ha`m texnikasinda interferentsiyadan anik olsheulerge isleu berilgen betler sipatin aniklauda ken paydalaniladi. Esbaplar ushin optikalik shiyshalar tayarlauda ha`m baska koplegen xallarda jaktilik interferentsiyasinin exmiyeti jude ulken. Jaktilik nurlaniuinin tolkin uzinligin interferentsiyasi usili menen olsheu oni 7-8 xanali sanlarga shekemgi aniklikta tabiugi mumkinshilik beredi. Metr etaloninin uzinliginda mine usi usilda olshenilgen edi, bul bolsa metrди janasha sipatlau imkaniyatın beredi; vakuumda kripton atomi shigarip atirgan konir ren nurlari tolkin uzinligi 1 metrde 1650 763,73 metrge jaylasadi. Exmiyetli xalda betlerdin tegisleniu sipatin tomendegi terizde tekseriledi. (12.9-suuret) tekserilip atirgan r bette etalon plastinka e koyiladi ha`m oni monoxromatikalik

jaktilik penen jaktilandirip , interferentsiyalik korinis baklanadi. Eger betti tegis emeslik bolsa onda interferentsiyalik jolakshalar ireklenedi.

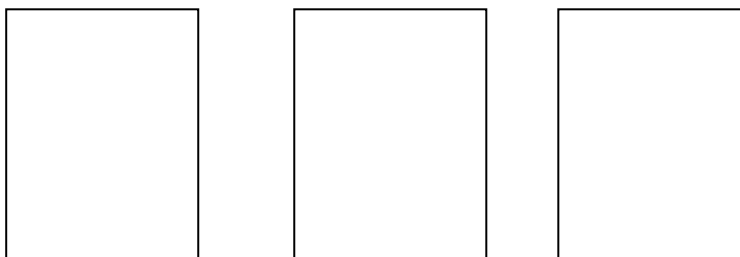


12.9-suuret

Interferentsiyalik jerdeminde juka plastinkalardin kalinligin , jude jinishke talaplardin ha`m jude ha`m kishi muyeshlerdi olsheu mumkin. Bul keltirilgen misallar menen xezirgi zaman texnikasinda interferentsiyani kolaniy bolimi sheklenbeydi.

13. 1 . Jaktilik difraktsiyasi.

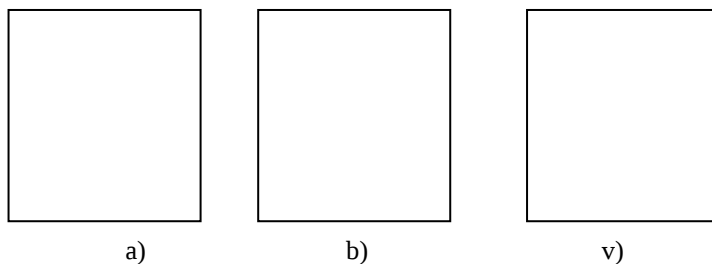
Jaktilikdin tolkin tebiyatli ekenligin ekinshi belgisi difraktsiya kubilisi bolip tabiladi. (latinsha G° difraktsiya G° - aylanip tur.) Tolkinlardin toskinliklardan aylanip otiui difraktsiya dep ataladi. Toskinliklar tolkin frontinin tuuri sizikli koshiuin buzadi. Suu betinde taralip atirgan tolkinlar ushin difraktsiya kubilisi a`0- suurette korsetilgen. Tolkinlik ulken bolsada , onda toskinlik artinda tolkinlar bolmaydi. (10a-suuret) Toskinlikdin olshemi kishi bolsada , tolkinlar onin shetlerinen otedi. (10b-suuret) , jude kishi toskinlik tolkinlardi derlik auistirmaydi. Toskinlik artinda tolkin frontinda xesh kanday ozgeris bolmaydi. (10v-suuret)



13.10-suuret

13.11-suurette toskinliktagi sanlak arkali tolkinin otiui korsetilgen. Sanlak ken bolganda da tolkinlar derlik sanlak shetine otpeydi. (13.11a.suuret) .Sanlak kishi bolganda tolkinlar sanlar shetlerine sezilerli derejede otedi. (13.11b-suuret) . Sanlak jude kishi bolganda tolkinlar sanlak arindagi betti putkil kaplaydi. (13.11v-suuret) . Bul xalda sanlak tap erkin tolkin deregindey bolip, bul tolkinlar toskinliklarinda ha`mme tarepleme taraladi.

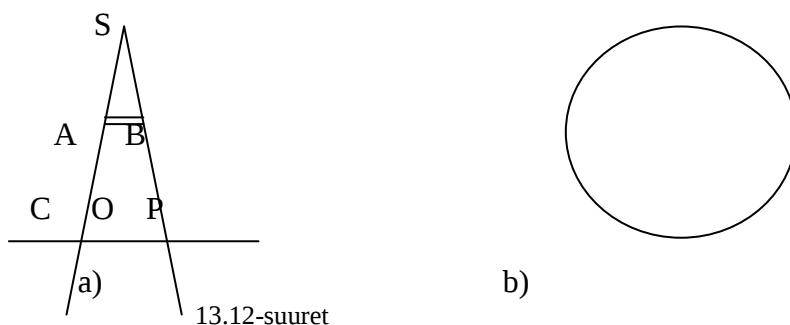
Bul xediyseler toskinlik juuriushi tolkin frontin bir bolimin kesip koyiu menen tusindiriledi. Gyuygens printsipinen tomendegi juumakti shigariu mumkin. Difraktsiya xediysesi toskinlik tolkin frontin kesiu shegarasinda elementar tolkinlardin interferentsiyalaniui bolip tabiladi. Difraktsiyalik sezgirligi bolgan toskinlik eki sanlaktin shamasi tolkin uzinligina baylanisli, tolkin uzinligina salistirmali toskinlikdin olshemleri kansha kishi bolsa , difraktsiya xediysesi sonshelli sezilerli boladi.



13.11-suureet.

Tolkinlardin olshemi tolkin uzunligi menen olshouden bolganda difraktsiya toskinlikti tikeley jakin boladi. (13.10v-suureet, a`q.a`a`v-suureet) Toskinlik tolkin uzunligina karaganda ulkenirek bolganda difraktsiyalik kubilisin baklau mumkin. Lekin ol toskinliktan edeuir uzak aralikta boladi. Bul toskinlik tesirinde tolkin frontinin ozgeriuleri toskinliktan uzaklaskan say sezilerli bolip bariui menen tusindiriledi. Solay etip, toskinliklardin olshemi kanshelli ulken bolsa difraktsiya kubilisi onnan sonshelli uzak araliktan baklanadi. Birak bunday tolkinlar difraktsiyasi sezilerli boliui ushin olardin energiyasi edeuir ulken boliui kerek.

Endi jaktilik difraktsiyasin korip shigamiz. Jaktilik nurlanuinin tolkin uzunliklari jude kishi bolganliklari ushin jaktilik difraktsiyasin toskinlik eki sanlaktan edeuir aralikta turip bariui mumkin. Tochkalik monoxromatikalik jaktilik deregi S ten kiyatirgan nurlar jolina diametri AV bolgan jude kishkene diska koyilgan bolsa, (13.12 a-suureet) SD ekraninda difraktsiya baklanadi. Eger jaktilik tuuri sizikli taralganda, onda ekranda SD diametrli son payda bolar edi. Lekin diskalan ekranga deyingi aralik jeterli derejede ulken bolganda ekranda karangi jaktili sakiynalardan ibarat difraktsiyalik korinis payda boladi. (13.12-bsuureet), ekran orayinda bolsa, yagniy O tochkada jaktilik shenberi boladi.



13.12-suureet

Esaplaular soni korsetedi O tochkada tolkin betinin AV diska tikeley baylanisi bolgan bolimlerin terbelislerinin energiyasi keledi. Tolkin betinin baska bolimleri payda etken O tochkadagi barlik kalgan tolkinlar interferentsiya sebepli bir-birin sondiredi.

13.12a-suureetten sol korinedi, AV diskani korshap algan tolkin betinin barlik tochkalari O tochkada birdey araliklarda boladi.yu bul O tochkada tolkin betinin barlik tochkalari payda etken terbelisler tolkin usi O tochkaga barip jetkende birdey fazaga iye boliui, yagniy bir-birin kusheytiuin bildiredi. Sonin ushin da O tochkada jaktili shenber payda boladi. Tar sanlakta difraktsiyani baklau ushin tomendegishe tejiriybe kilinadi. Parallel monoxromatik nurlar jolina tar sanlak moldir emes ekran koyiladi, onnan kandayda bir aralikka ekinshi ekran koyiladi, usi ekranda difraktsiya korinisi toplanadi. (13.13-suureet) bunda sanlak aldinda jaktilik jolakshasi korinedi, sanlak kanshelli tar bolsa bul jaktili jolakshanin kenligi sonshelli ulken boladi, jaktili polosadan alar jaylasadi.

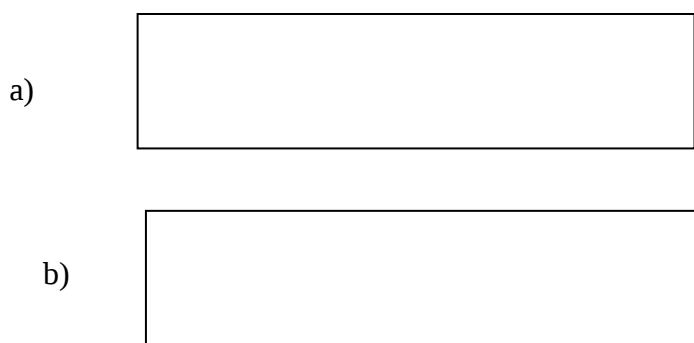


13.13-suuret.

Toskinlik ha'm sanlaklar ak jaktilik penen jaktirtilgandagi difraktsiyalik korinis jokarida bayan kilingan xallarga karaganda edeuir keskin bolmaydi ha'm raduganin reninde boladi.

1. Difraktsiyalik reshetka ha'm difraktsiyalik spektr. Jaktilik tolkin uzunligin olsheu.

Emelde bir sanlaktan bolip atirgan difraktsiyani baklau kiyin, sebebi tar sanlaktan jude az jaktilik otedi. Difraktsiyalik korinis jeterli derejede anik boliui ushin jaktilik birneshe parallel sanlaklardan otiui kerek. (14-suuret). Barlik sanlaklardan kiyatirgan nurlar kogerent bolganligi ushin bul xalda difraktsiya xediyseinen tiskari interferentsiya xediyseide payda boladi. Ekranda barlik sanlaklardan bmr fazali nurlar keletugin jerlerde monoxromatika jaktilik raushanligi en kop kusheyiui anik.



13.14-suuret

Solay etip, jaktirtilgan sanlaklar sani kop bolganda ekranda kara fondi jakti ha'm jinishke jarkiraushi siziklar korinedi. Sanlaklardin uliuma sani kanshelli kop ha'm olar bir-birine kanshelli jakin jaylaskan bolsa ekranda birdey fazali nurlar izbe-iz tusetugin jerler sonshelli jakti ha'm jinishke boladi. Sanlaklardi bir-birine jakinlastirip ekrandagi jaktilik siziklar arasindagi araliktin artiuina alip keledi. Difraktsiyalik reshetka duzilisi mine usi jokaida suuretlengen xediyselerge tiykarlangan.

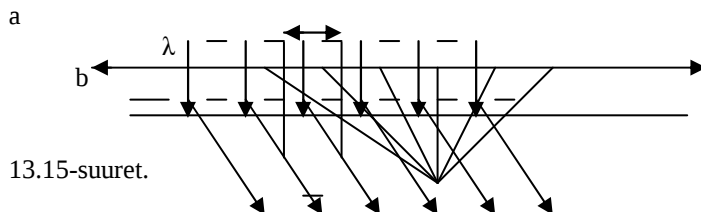
Jaktilik otkizetugin yamasa kaytaratugin jude kop ha'm jude jakin jaylaskan tar parallel sanlaklar difraktsiyalik reshetka dep ataladi. Reshetkalar moldir katti yamasa metall aynalardan tayarlanadi. Eki xalda da betke almas keskish penen bir-birine parallel kilip shtrixlap tartiladi. Keskish otken derde nurlardi tarkatiushi gudir-bidir bet payda boladi, shtrixlar arasi bolsa moldirlengenshe yamasa sipasliginsha kaladi yagniy olar sanlaklar uaziypasin atkaradi. Aynada kilingan reshetkali geyde kaytariushi reshetkalar dep te ataladi. Xezirgi uakitta bir millimetrde minnan artik shtrix bolgan, shtrixlardin uliuma sani bolsa juzminga deyin jetetugin reshetkalar tayarlanilmakta.

Reshetkanin exmiyetli xarakteristikasi reshetka turaklisi yamasa onin deui d – bir sanlaktin baslaniuinan ekinshi sanlaktin baslaniuina shekem bolgan aralik bolip tabiladi. (13.15a-suuret) reshetkaga reshetka tigizilgende perpendikulyar bolgan parallel monoxromatikalik nurlar tusip atir deyik.

Onda difraktsiyalik reshetkanin baska tarepinde jaktilik tolkinlarin ha'mme bagitlarda tarkaliuina alip keledi. Interferentsiya bolsa bul tolkinlarda tek anik bagitlarda kusheyiui

temiynleydi. Ekranda jinishke ha`m jaktilik sizikli ulkenirek payda boladi. bul bagitlardi kalay aniklaymiz. 13.15b- suurette reshetkaga jurgizilgen perpendikulyar menen f muyesh payda kilgan nurlar suuretlenen.

Bul nurlardin bagiti sonday etip alingan konsi sanlaklardan otken nurlar joli parkina bir tolkin uzunligi jaylasadi. Bul bagittagi ha`mme nurlar linza jerdeminde Ma` tochkada toplanip ekranda jaktilik sizikti payda kiladi. Nurlar joli parki eki ($a^q.a^u\alpha$ -suuret) q ha`m tagi baska tolkin uzunligi jaylaskanda kelesi siziklar payda boladi. ($a^q.a^o\beta$ -suuret)

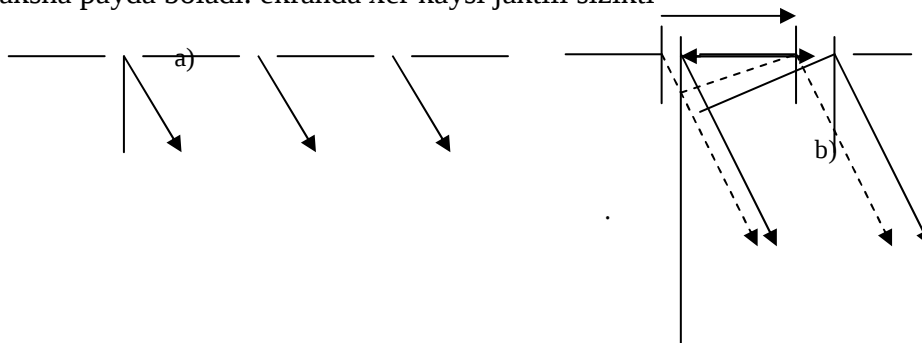


solay etip ekranda jaktilik jolakshalardi payda kiliushi nurlar kiyatirgan bagitlar konsi sanlaklardan otken nurlardin jol ayirmasinda berkulla k sanlari λ tolkin uzunliklari jaylasiui menen park kiladi. Bunda k -putin san. 13.16b-suurette AV tolkin fronti menen ($AV \perp AS$) , korsetilgen bagitlar ushin bolsa nurlardin jol ayirmasi $k \lambda$ ga ten. ΔAVS da V muyesh f bolgani gipotenuza $VS = d$ bolgani ushin tomendegi difraktsiyalik reshetka formulasina iye bolamiz.

$$K \lambda = d \sin f \quad (5)$$

(13.15),(13.16) a suuretlerde xer bir aniklikтин orayinan shigip interferentsiyalanishi nurlar korsetilgen. Sanlaktin baska kalegen tochkasinan shikkan nurlar baska sanlaklardan shikkan sonday nurlar menen interferentsiyalanadi.

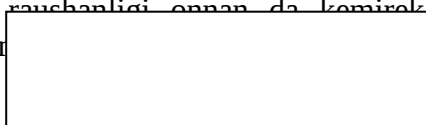
$K=0$ de ha`m 5-formula orinli, sebebi ekranda reshetka orayi karsisindada jaktili jolaksha payda boladi. ekranda xer kaysi jaktili sizikti



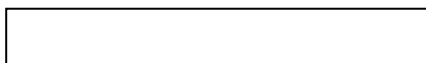
13.16-suuret

Maksimum ogan tuuri kelgen k - nin menisin onin tertibi dep ataladi. Solay etip reshetkanin orayi karsisinda ekranda 0-shi tartipli en jaktili maksimumkorinedi. Onin xer eki tarepten araliklarda birinshi tartipli anikligi onnan kemirek maksimumlar korinedi. Keyin ekinshi tartipli anikligi onnan da kemirek maksimumga korinedi ha`m tagi baska. Tejiriybeler bul i

a



b



v

Usi reshetkanin ozinen tolkin uzinligi ulkenirek bolgan monoxromatikalik jaktilik jiberemiz. Onda maksimumlar siyregirek jaylasadi. (13.17suuret). Birak 2λ ushin 0-shi maksimum ekrannin bir jerinde boladi. Solay etip o-shi maksimumnin jagdayi λ ga baylanisli bolmaydi, yagnay barlik tolkin uzinliklar ushin ekrannin bir jerinde payda boladi.

13.17-suurette difraktsiyalik reshetkaga parallel fioletoviy (a) kok (v) nurlar tusirilgende bir uakitta kok ha'm fioletoviy v nurlar utsirilgende ekranda payda bolatugin korinis suuretlengen.

(5)-formuladan koriniuinshe difraktsiyalik reshetka jerdeminde jaktilik tolkin uzinligin olsheu ushin tek w muyeshin olsheu kerek. Sebebi d ha'm k xer dayim melim. Muyeshte ulken aniklik derejesi menen olsheu sebepli bolganliktan tolkin uzinligi λ ni aniklaudada aniklik jude ulken boladi. reshetka turaklisi d kanshelli kishi bolsa λ ni olsheu netiyjesi sonsha anigirak boladi.

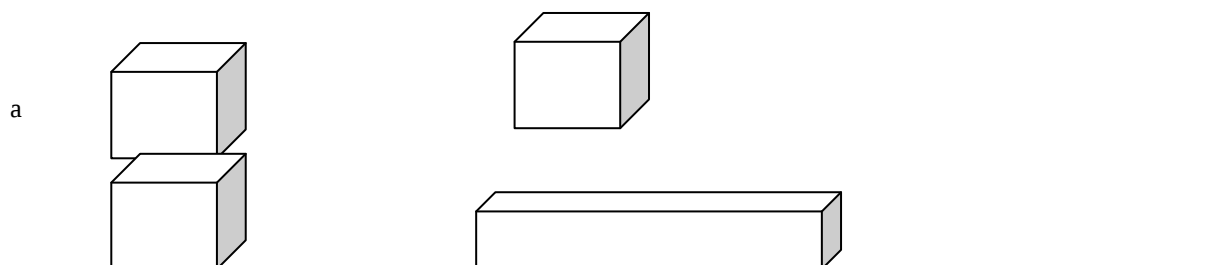
difraktsiyalik reshetkanin jaktiliktin nurlaniu duzilisin aniklauda paydalaniu mumkin, sebebi xer turli tolkin uzinliklarinan seykes kelgen jaktilik ekraninin xer turli jerlerinde maksimum beredi. Reshetkada shtrixlardin uliuma sanin kobeyttiriu ekranda maksimumlar kenligin kemeyttiredi. Bul bolsa nurlardin tolkin uzinliklari parki kem bolganda ekranda nurlar maksimumlardin boleklek koriu mumkinshiligin beredi. Bul reshetkada shtrixlardin uliuma sanin kobeyttiriu onin ajirata aliu kushin asirauda anlatadi.

13.17-v suurette koriniuinshe tolkin uzinliklari parki birdey bolganda olardin tartibi k kansha ulken bolsa, maksimumlar sonshelli siyrek jaylasadi.

k kansha ulken bolsa reshetkanin ajiratiu kushi de sonsha ulken boladi. birak ekranda koriu onsha anik bolmaydi. Nurlaniuda jiyilikler boyinsha bolistiriliui sol nurlardin spektri dep ataladi. (latinsha spektr –korinetugin) reshetkaga ak jaktilik tusirip onin spektrin aliu mumkin. Jokarida aytip otkenimizdey radugadagi renlerden ibarat. O siziktan xer eki tarepke jaylaskan maksimumlar tolkin uzinliklarinin artiu tartibinde boladi. ha'm bir spektrdin ozinde renli siziklar arasindagi aradik olardin tolkin uzinliklari parkina proporsional yagniy difraktsiyalik spektr ha'mme bagdarda bir tegis siziladi. (Oni normal spektr dep ataydi) renli suureten koriniuinshe korinetugin nurlar arasinda fioletoviy nurlardin tolkin uzinligi en kiska kizil nurlardiki en ulken eken. k si ulken bolgan spektrlar bir-birine kaplau mumkin, bul bolsa olardi baklauda kobinese kesent beredi. Egerde jaktilik nurlari jolina eki birdey reshetka aykastirip yagniy olardin sanari oz-ara perpendikulyar xalda jaylastirilip koyilsa ekranda ejayip korinisti baklau mumkin. Ol boleklek jaylaskan jakti daklardan ibarat. Reshetkalardin deuiri xer turli bolsa olar tigiz jaylastirilmaganda ekranda kuramali daklar sistemasi payda boladi. Sogan uksas xallarda ekrandagi daklardin jaylasiuin analiz kilip reshetkalar arasindagi aralikti aniklau ha'm olardin deuirlarin tabiu mumkin. Bul kop kana katti denelerdin kristall reshetkasinda atomlardin jaylasiuin biliuge mumkinshilik beredi.

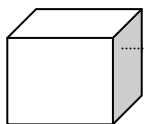
1. Tolkinlardin polyarizatsiyalaniu

Jaktiliktin tolkin tebiyaili ekenligin ushinshi belgisi bolip polyarizatsiyalaniu xediyesi xizmet etedi. Bul xediye tek koldenen tolkinlarda boliui mumkin. Bul xediyseni koldenen mexanikalik tolkinlarda tusindiriu jude ansat.



b

v



14.1-suuret.

Sabakta koldenen tolkin xasil etemiz, bul tolkin tar sanlagi bolgan yashikten otsin. (14.1a-suuret) bunday tolkin yashik sanlagina parallel bagitta terbelgen xaldagiga ol yashik arkali otedi. Biri ekinshisinen arkasina koldenen tolkinlardin parkalik bagiti boyinsha jaylastirilgan eki yashikten paydalanamiz. Eger yashiklardin sanlaklari bir-birine parallel` etip jaylastirilsa onda koldenen tolkin xer eki yashik arkali otedi ha`m tolkinin terbelisi yashiklerdegi sanlaklarga parallel bolganda gana onin dauaminda tarkaladi. (14.1a-suuret) eger yashikler aykastirilip jaylastirilsa olardin sanlaklari oz-ara perpendikulyar bolip kaladi. (14.1b-suuret) Onda koldenen tolkin xesh kanday xaldada bul yashikler arkali oteydi. Bul geplerdin ha`mmesi tek koldenen tolkinlarga tiyisli. Sebebi yashiklerdegi sanlaklardi xer kansha burganimizdada boylama tolkin yashikler arkali otip kete beredi.

Solay etip tolkinin tarkaliu jolina bir-birinen keyinine jaylastirilgan eki yashik jerdeminde yashiklerden birinshi nur etirapinda burip koldenen tolkindi xer dayim boylama tolkindi bolsa sondirip bolmaydi. Ne ushin eki yashik kerek boladi degen saual kelip shigadi. Eger yashiklardin biri nur etirapinda burilsa, onda bul yashik perpendikulyar tolkindi ekinshi yashiksiz de sondiretugin jagdayin tabiu mumkin. Bul sorauga juuap beriu ushin yashik arkali eki sabak otkizip olardi oz-ara perpendikulyar bolgan terbelisti tolkinga paydalanamiz. (14.1v-suuret) onda yashik tek bir sabaktagi tolkindi sondiredi. Ekinshi sabaktagi tolkin bolsa yashik arkali otedi. Bul xalda ekinshi tolkindi sondiriu ushin jene bir yashik kerek boladi.

Solay etip, eger koldenen tolkinlardi nurga perpendikulyar bolgan tegislikte bir uakittin ozinde xer kiyli bagitlarda terbelisler payda bolatugin bolsa, onda olardi tek eki yashik jerdeminde putinley sondiriu mumkin. Bunda birinshi yashik ozinin sanlagina parallel` bolgan terbelistegi tolkinlardi otkizedi. Ekinshi yashikti nur etirapinda buriu menen bul tolkindi sondiriu mumkin emes.

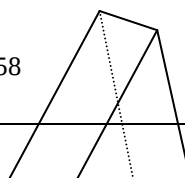
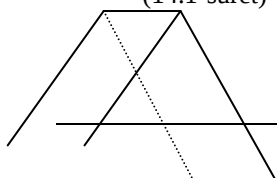
Bir nurda jaylaskan koldenen tolkindagi barlik tochkalardin terbelisi bir tegislikte payda bolatugin bolsa, onda bul tolkindi tegis polarizatsiyalangan tolkin dep ataymiz bul tegislik terbelisler tegislige dep, terbelisler bagitina perpendikulyar bolgan tegislikte bolsa polarizatsiyalaniu tegislige dep ataydi. 14.1-a,b suurete tegis polarizatsiyalangan tolkinlar suuretlengen bolip, olar ushin polarizatsiyalaniu tegislige suuret tegisligine perpendikulyar. Tegis polarizatsiyalangan tolkindi bir yashik penen sondiriu mumkin. Tolkinin polarizatsiyalanganligin yamasa polarizatsiyalanbaganligi ushin arnalgan esbapti (ekinshi yashikti) analizator dep ataydi. Polarizatsiyalanbagan tolkindi polarizatsiyalangan tolkinga aylandıratugin esbap (birinshi yashikti) polarizator dep ataydi.

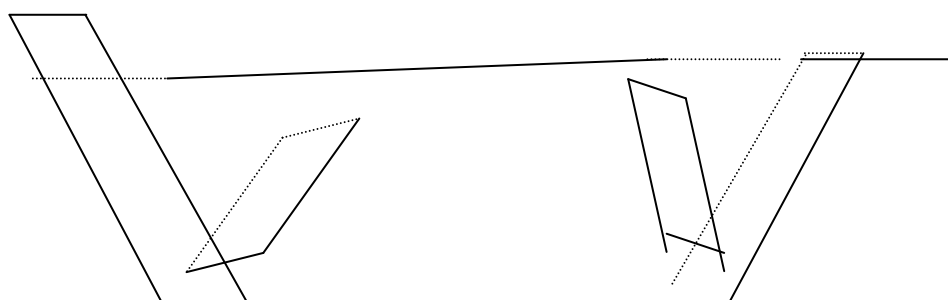
Jokarida aytilganlardan, polarizator, analizator ha`m oz duzilisi jaginan bir-birinen park kilmaydi. Bir esbaptin ozi kanday maksette kollaniyuina karapta polarizator, ha`m analizator bolip xizmet kiliui mumkin. Soni aytip otemiz, boylama tolkinlar ushin polarizatsiya tusinigi real magnaga iye emes. Tek koldenen tolkinlar gana polarizatsiyalangan boliui mumkin.

2. Jaktiliktin polarizatsiyalaniu. Polyaroidlar.

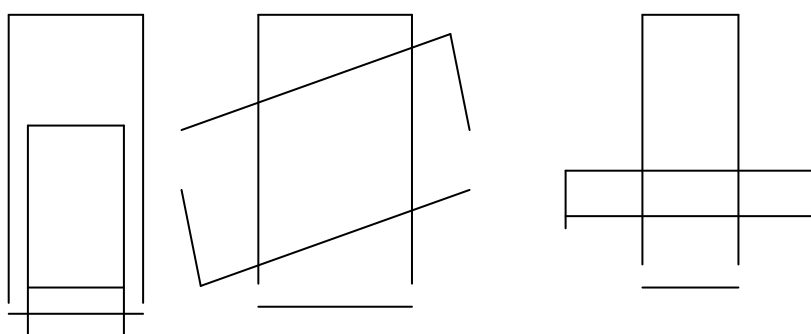
Jaktilik nurlarin polarizatsiyalau mumkinshiligin tejiyribe korsetedi. Jaktilik nurlaniulari ushin polarizatorlar turmalin kristallarinan tayarlaniladi. Bul kristallardan birdey usilda eki plastinka kesip alinadi ha`m olardi izbe-iz kilip jaktilik nuri jolina koyiladi.

(14.1-suuret)





T_a plastinka polarizator T_g plastinka analizator boladi. Analizatori burib, deslep jaktilik minimumga shekem peseyip, soninan jene kusheyiun koru mumkin. (14.2-suuret) Eger T_a polarizator alip koylsa, onda analizator aylandiriu baklaushi kozine tusip atirgan jaktilikni o'zgartiradi.



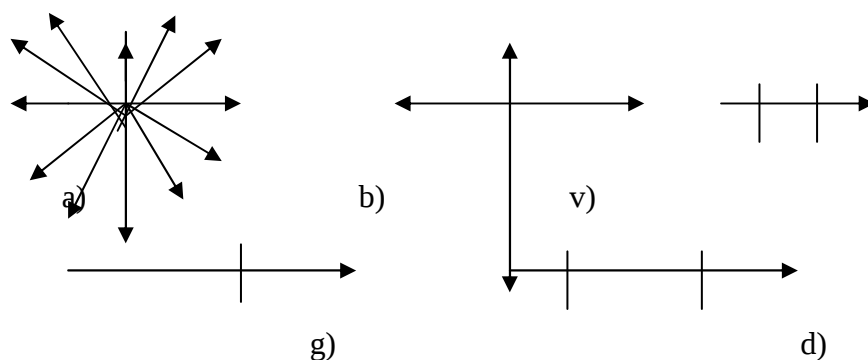
14.2-suuret.

Solay etip, jaktilik nurlanishi menen otkizilgan tejiyribeler tomendegilerdi korsetedi:

- 1) jaktilik nurlaridagi terbelisler koldenen terbelisler bolip tabiladi.
- 2) Tebiyi jaktilik nurida ogan perpendikulyar bolgan tegislikte terbeliste barlik bagitlarda payda boladi ha'm bul terbelislerdin bireuide baskasina salistirmali xeshkanday exmiyetke iye bolmaydi.

Elektromagnitlik tolkinda E ha'm N vektorlarining terbelisleri oz-ara perpendikulyar boluini esleyik. Jaktilikni polarizatsiyalashni suvda tek E vektordagi bagiti belgilep aliuga shertlesken edik.

Tebiyiy monoxromatiklik nur polarizatsiyalanbagan boladi, sebebi ol E vektori nurga perpendikulyar tegislikte xer kiyli bagitlarda terbeletugin elektromagnitlik tolkinlar toplanidan ibarat. (14.3a-suuret)



14.3-suuret.

Emelde jaktiliktin polarizatsiyalaniu xediyesi korsetiude model nurdan paydalaniladi, bul nurda E vektor terbelisleri oz-ara perpendikulyar eki bagitta gana payda boladi. (14.3b-suuret) yagniy tebiyi nur eki oz-ara perpendikulyar tegislikte polarizatsiyalangan nurlardin kosiliuinan ibarat. 14.3v-suurette model nur suuretlengen: dongelekler menen sizilmaga perpendikulyar terbelisler, tik siziklar menen sizilma tegislighi boyinsha terbelisler suuretlengen 14.3-g suurette sizilma tegislighi boyinsha polarizatsiyalanganlik, 14.3d-suurette bolsa sizilma tegisligine perpendikulyar bagitta polarizatsiyalangan nur suuretlengen.

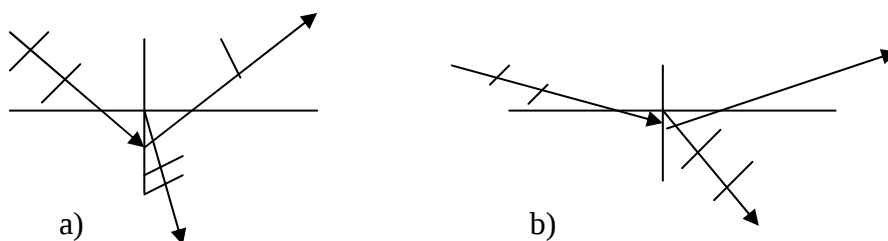
Endi ne ushin turmalin jaktilik polarizatsiyalaushisi bolip xizmet kiluun korip shigayik. Kristallar anizotropiyaga iye ekenligin esleyik. Turmalinde anizotropiya payda boluinin sebebi sonda, ol belgili bir bagittagi E vektor terbelisleri kushli jutadi. Perpendikulyar bagittagi terbelmeli nurlardi derlik jutpaydi. Kristallardin bunday kesiyeti dixroizm dep ataladi. Birdey bagittagi terbelislerdi putkilley jutatugin kilip sonday kalinliktagi turmalin plastinkasi tanlanadi. Onda tolik polarizatsiyalangan nur alinadi. Jukarak plastinka alganda nurda oz-ara perpendikulyar terbelisler kaladi, lekin olardan birinin amplitudasi baskasina karaganda ulkenirek boladi. Bunday nur jarim jarti polarizatsiyalangan nur dep ataladi.

Polyarizator tayarlauda tsilluloid plshka melim terizde orienterlengen sonday krestallardan juka kilip surtileadi. Bul plshka sirtki terepinen shiysha menen kaplanadi ha'm beti ulken bolgan polyarizator xasil kilinadi. Bunday polyarizatorlardi polyaroidlar dep ataydi.

Tejiyribeler bazi bir zatlar jude ejayip kesiyetlerge iye ekenligin korsetti. Eger sol zatlarqa polarizatsiyalangan nur tusse, bul nurdagi E vektordin terbelisler tegislighi zatta nur otken jolga proporsional turde buriladi. Nurdin polarizatsiyalaniu tegislighin aylandirushi zatlar optikalik jaginan aktiv zatlar dep ataladi. Bular kvarts, kanttin suudagi eritpesi ha'm baska zatlar bolip tabiladi. Magnit maydaninda nurlar polarizatsiyalaniu tegislighin aylaniui jaktilik nurlaniuinin elektromagnitli tebiyatli ekenligin tasiyiklaydi. Buni faradey tapkan. Polarizatsiyalangan nur magnit maydaninin induktsiya sizighi boyinsha tarkalganda onin polarizatsiyalaniu tegislighi buriladi.

3. Jaktiliktin shagilisiuinda ha'm siniuinda polarizatsiyalaniu

Eki moldir ortaliktin ajiraliu shegarasinda nurlar shagilisiuinda ha'm siniuinda shagiliskan nurda, singan nurda jarim jarti polarizatsiyalanadi eken.



14.1-suuret.

14.1-a suurette xaua ha'm suyuqliktin ajiraliu shegarasina i muyesh astinda tusip atirgan model nur sxemalik turde suuretlengen. Shagiliskan nurda ajiratiu betine parallel bolgan terbelisler kobirek, singan nurda bolsa olarga perpendikulyar bolgan bolgan terbelisler kop. Bul nurlardin polarizatsiyalaniu derejesi i tusiu muyeshine ha'm n sindiriu korsetkishine baylanisli.

Bul xediyseni uyreniu moldir zatlar bolgan xalda singan nur xer dayim jarim-jarti polarizatsiyalaniuin, shagiliskan nur ushin bolsa ol putilley polarizatsiyalangan bir gana

bagit barligin korsetedi. (14.1b-suuret) . Shagiliskan ha`m singan nurlar arasindagi muyesh $\pi / 2$ ge ten bolganda shagiliskan nur putkilley polarizatsiyalanadi eken.

$$\alpha + \beta = \pi / 2 \quad \beta = \pi / 2 - \alpha$$

Bul xal ushin tusiu muyeshin i_t (suurette i_b) arkali belgileymiz. $\alpha = i_t$ ekenligin esapka alip, siniudin ekinshi nizaminan tomendegige iye bolamiz:

$$\frac{\sin i_t}{\sin(\pi / 2 - i_t)} = \frac{\sin i_t}{\cos i_t} = n$$

bul anlatpadan Bryuster nizamin alamiz. Shagiliskan nurdin tolik polarizatsiyalananiunda tusiu muyeshi (i_t) tangensin sindiriu korsetkishine ten boladi.

$$\operatorname{tg} i_t = n$$

15. 1. Fazalik muyesh.

Xer kanday tolkinlar siyakli elektromagnit nurlaniy ha`m bir uakitta tarkalgan bir tochkadan baska tochkaga energiyani alip otedi. Eger elektromagnit tolkinlar deregin kanday da bir aralikta betti odan tolkinlar otip ketetugin kilip pikir ajiratsak , ol xalda birlik uakitta bet arkali bul tolkinlar alip otetugin energiyani ajiratip alingan bet arkali nurlaniy agimi yamasa nur agimi dep ataydi. Nurlaniy agimi kuuatliktin olshemine iye bolip, olda uakit esabinda esaplanadi. Elektromagnitlik nurlaniy dereginen ajiratilgan betke shekemgi aralik derektin olshemlerine karaganda jude ulken bolganda bul derek tochkalik derek dep ataliu mumkin. Kobinshe shertli jagdayda tochkalik derektin nurlaniy barisin baylanisi bolmaydi, yagnay nurlaniy barlik terepte tegis tarkaladi dep esaplanadi. Bazi bir betke tusip atirgan nurlaniy agimi sol bettin S betinin , onin kenisliktegi jagdayina ha`m nurlaniy deregi shekem bolgan aralikka baylanisli. Kop jagdaylarda koleminin shegarlangan boliminde tarkalip atirgan nurlaniy agimin karauga tuura keledi. Misali: eger sizikli olshemleri 4 ge karaganda kishi bolsa O nurlaniy deregi nurlaniydn tarkaliu jagdayina perpendikulyar S betine nurlaniy jiberse , onda bul betke ushin O tochkada bolgan shtrixli konus siyakli bet penen shegarlangan nurlangan gana tusedi. Derektin konus bet penen shegarlangan bolegi Ω fazalik muyesh dep ataydi. a`o`a`-suurette O tochka fazalik muyeshtin ushi dep ataladi.



15.1-suuret.

Fazalik tochkanin ushi shar orayinda bolganda, muyeshtin oraylik muyeshi dep ataladi. Eger O tochkada xer turli 4 radiusli shap sirtinan otkizsek, onda geometriyadan belgili, berilgen fazalik muyesh ushin S tin r^2 ka katnasi barlik betler ushin xer kiyli boladi ha`m shar beti S beti menen kesip otiusi Ω fazalik muyeshtin olsheushisi bolip xizmet etedi, yagniy

$$\Omega = \frac{S}{r^2} \quad (1)$$

Ω nin olshem birligin tabamiz:

$$\Omega = \frac{1\text{m}^2}{1\text{m}^2} = 1 \text{ sr (steradian)}$$

Shar betinen usi shar radiusinin kvadratına ten betti kesiushi oraylik fazalik muyesh steradian dep ataladi. Sferalik bettin beti $S_m = 4\pi r^2$ formulasi menen anlatilganliginan shardin putkil betinde onin radiusi kvadratinan 4π boladi. bul putkil kolemdi kamtip aliushi tolik Ω_t fazalik muyeshte 4π sr bar ekenligin bildiredi, yagniy

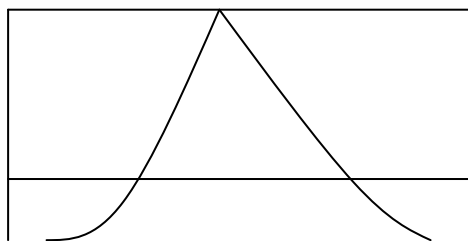
$$\Omega_t = 4\pi \text{ sr} \quad (2)$$

O derekten berilgen OA jolinda tarkalip atirgan nurlaniudi baxalau lazim bolganda jude kishi Ω muyeshindegi nur agim karap otemiz. Bul Ω muyesh shar betinde oraylik α tochkasinda bolgan S betin kesedi. Putin shar betine ken S betleri bolip ha'm olardin xer birine tusip atirgan agimlardi olshep , kaysi bagitta nurlaniu agimi kop, kaysi bagitta nurlaniu agimi az shigip atirganin koruimiz mumkin.

2. Jaktilik agimi.

Adamda jaktilikti seziui vakuumda tolkin uzunligi shama menen 400 den 760 nm ga shekem bolgan diapazondagi elektromagnit nurlarin payda kiladi, sonin menen birge bul diapozondagi xer bir tolkin uzunligina ozine ten ren seykes keledi. Tejiriybeler korsetkenindey tolkin uzunligi xer kiyli birak birdey nur agimlari koz torindagi jaktilik sezetugin nerv ushlarin bir uakitta oyatpaydi. Sonin ushin olar tek ren biliuine emes, yagniy intensivligi menen de pariklanatugin jaktilik sezimin oyatadi. Bizin kozimiz 355 nm tolkin uzunliktagi nurlaniudi jaksi sezedi. Tolkin uzunligi 555 nm dan ulken yamasa kishi bolgan jagdayda birdey nur agimlari jaktilik seziuin edeuir kushsiz oyatadi. Bul parklik kolemlik jaktan baxalau ushin tomendegishe is tutamiz. Turli renli birak kuuati bir kiyli bolgan monoxromatik nurlaniu dereklerin alamiz ha'm olardi bir kiyli jagdayda kuuatin tenlestiriu mumkin bolgan 400-760 nm tolkin uzunlikti nurlaniu beretugin derek penen izbe-iz isleyemiz. Onda xer kaysisi monoxromatik derek ushin $\lambda = 555 \text{ nm}$ tolkin uzunliginday nurlaniu beretugin etalon dereginin sonday kuuatin tanlap alamiz. Bunda usi derekler payda etip atirgan jaktilik seziulerin intensivligine karay birdey boladi. Usinday tejiyribelerden toplanan $\lambda = 555 \text{ nm}$ tolkin uzunlikti etalon derek kuatlikti ol menen salistirilip atirgan monoxromatik derek kuatligina salistirmali koriniu koeffitsienti dep ataymiz. Misalga kuuatligi $A \cdot V_t$ bolgan konir nurdin ($\lambda = 610 \text{ nm}$) nur agimi kuuatligi 0,5 V_t bolgan jasil nurlarinin ($\lambda = 555 \text{ nm}$) intensivliktegi jaktilik sezimin payda etedi eken. Demek $\lambda = 610 \text{ nm}$ tolkin uzunlik ushin salistirmali korinis koeffitsienti

$K = 0,5$ 2-suurette koriniu koeffitsientinin vakuumdagi nurlaniu tolkin uzunligina baylanisli grafigi korsetilgen. Bul grafigtin salistirmali koriniu iymek sizigi yamasa kozdin spektrlik sezgirlik iymek sizigi dep ataladi. Usini eske aliuimiz kerek karangida kozdin spektrlik iymek sizigi biraz kiska tolkinlar tarepke yagniy shep tarepke ausadi. Jokarida aytilganday adamlarda jaktilik seziuin oyatatugin nur agimi vatlarda delilleu kolaysiz ekenligi kelip shigadi. Sonin ushin nurlaniudin kozge tesirin baxalau F jaktilik agiminan paydalaniladi. Nurlaniu agimin kozde jaktilik sezimin oyatatugin ha'm jaktilik seziushisi menen baxalanatugin bolimi jaktilik agimi dep ataladi. Optikanin jaktilik agimin olsheushi jaktilik dereklerinin xarakteristikalarin ha'm predmetlerinin jaktirtiliuin uyreniu menen shugillanushi bolimi fotometriya dep ataladi. (grekshe fotos-jaktilik) elektromagnit nurlaniuinin jaktilik sezimin oyatiushi bolimi kobinshe jaktilik nurlaniui dep atalatuginligin eskertip otemiz. Onin kolemlik anlatpasinda F jaktilik agiminan ibarat.



15.2-suuret.

15.3. Jaktilik kushi. Jaktilik kushi ha`m jaktilik agiminin olshem birlikleri.

Jaktilik agimi (F) barlik uakitta bazi bir jaktilik deregi menen payda etiledi. Real jaktilik derekleri xer turli bagitta xer kiyli jaktilik agiminda tarkaladi. Jaktilik deregi shigarip atirgan jaktilik agimin nurlaniy bagitina baylanisililigin xarakterleushi shama J kushi dep ataladi. Olshemleri kishi bolgan derektin jaktilik kushi usi derektin berilgen bagitinda birlik fazalik muyesh ishinde shigaratugin jaktilik agimi menen olshenedi.

$$J = \frac{F}{\Omega} \quad (3)$$

Real jaktilik dereklerinin bazi bir bagitindagi jaktilik kushin aniklauda Ω kishi muyesh tegi F jaktilik agimi olshenedi ha`m (3) formuladan J tabiladi. Eger derektin jaktilik kushi bagiti ogan baylanisli bolmasa onda (3) shi formula Ω ulken muyeshler ushin da orinli boladi, budan keyin tochkalik jaktilik dereginin jaktilik kushi barlik bagitta birdey dep esaplaymiz.

SI sistemasinda jaktilik kushinin birliqi kangela (latinsha kandela-sham) altinshi tiykargi birlik bolip esaplaymiz. Erigen platinanin katiy temperaturasin (2046 K) 1 sm^2 tegis beti usi betke perpendikulyar bagitta payda etetugin jaktilik kushinin $1/60$ bolegine kandela (kd) dep ataladi. Jaktilik kushi bagitina baylanisli bolgan jaktilik derekleri ushin geyde jaktiliktin J_{ort} ortasha sferalik kushinin paydalaniladi. Ol tomendegi anlatpadan tabiladi:

$$J_{\text{ort}} = \frac{F_t}{4\pi} \quad (4)$$

bunda F_t lampanin tolik jaktilik agimi . Jaktilik agiminin olshem birligin keltirip shigaramiz:

$$F = J\Omega ; \quad F = 1 \text{ kd } 1 \text{ sr} = 1 \text{ lm (lyumen)}$$

SI sistemada jaktilik agiminin olshem birligi kilip lyumen kabil etilgen. Jaktilik kushi bir kd ga ken bolgan tochkalik jaktilik deregi $1 \text{ sr} =$ fazalik muyesh ishinde nurlanatugin jaktilik agimi lyumen dep ataladi. Tolik fazalik muyesh 4π steredianga ten bolgani ushin tochkalik jaktilik dereginin nurlanatugin tolik agim.

$$F_t = 4\pi J \quad (15.5)$$

Formula menen aniklanadi. Olsheuler tolkin uzinligin $0.4 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ bolgan λ Vt monoxromatik jaktilik agimina 683 nm payda etetuginin korsetemiz. Elektr lampalarda lampadagi 1 Vt elektr kuuati R ga ten keletugin lyumenler esabinda F jaktilik agimi lampanin jaktilik beruui (k) delinedi:

$$K = \frac{F}{R} \quad (6)$$

Misali 100 Vt kuatliktagi jaktilikka iye lampa 100 kd ga jakin ortasha sferalik jaktilik kushine iye. Bunday lampanin tolik jaktilik agimi (5) formula boyinsha esaplaganda : $F_t = 4 \cdot 3,14 \cdot$

100 kd = ξ = 1256 lm , jaktilik beriui bolsa 12,6 lm / Vt ka ten boladi. Kundizgi jaktilik lampalarinin jaktilik beriui jarkiriushi lampalardikinen bir neshe merte jokari.

Jaqtirtilg`anliq.

Karangida yamasa karangi jaydin ishinde etirapimizdagi buyimlar bizge korinbeydi, birak bunday jagdayda shirpi yamasa usigan uksas buyimlar anik korinedi. Bul jaktilik deregin , usi xalda shirpidan , jaktilik agimi agiui menen tusindiriledi. Jaktilik agiminin baska denelerge tusip atirgan bolimi kaytadi ha`m adamnin kozine tusip , olardi koriuge mumkinshilik beredi. Karastirip atirgan denelerge kanshelli kop jaktilik agimi tusse kaytkan jaktilik agimi da sonshelli kop boladi ha`m adam bul denelerdi sonshelli anik koredi.

Dara denelerdin xer kiyli korinisin xarakterleushi ha`m olarga tusetugin jaktilik agimi menen belgilenetugin E shama jaktirtiliu dep ataladi. Betke tusip atirgan jaktilik agimi tegis tarkalganda bettin jaktirtiliui usi bettin birlik betine tuuri kelgen jaktilik agimi menen olshenedi , yagniy

$$E = \frac{F}{S} \quad (w)$$

Eger bettin turli bolimlerinin jaktirtiliui bir tegis yamasa onday usinday kishi S bet aliimiz kerek. Bunda bul bette agim tegis tarkalmaydi deu mumkin bolsin. Eger E jaktilik agimi S betine tegis bolistirilmese (w) formuladan paydalanganda usi bettin ortasha jaktirtiliui alinadi.

E jaktirtiliudin olshem birligin tomendegishe keltirip shigaramizU`

$$E = \frac{a \cdot lm}{a \cdot m^g} = a \cdot \frac{lm}{m^g} = a \cdot lk \text{ (lyuks)}$$

SI sistemada jaktirtiliudin olshem birligi lyuks (latinsha lyuka-jaktilik) kabil etilgen. Lyuks dep usinday bettin jaktirtiliuina aytiladi. Onin xer bir kvadrat metrine a` lyumen jaktilik agimi tegis tusedi. Birneshe misallar keltireyik. Tus uaktinda kuyash nurlari shama menen a`0 000 lk jaktirtiliudi payda etedi, tulinoy bolsa 0,g` lk ga jakin jaktirtiliu beredi. Stoldan a` metr biyiklikte asilgan. a`00 Vt kuuatliktagi jarkiraushi lampa astinda stol betine a`00 lk jaktirtiliudi payda etedi.

Jarqiraw.

Kitap yamasa ak kagazga jazilgan xatti okip atirganimizda kagazdan-ak fonindagi xeriplerdi anik koremiz. Bul xal ak kagaz ha`m ondagi xeripler olarga tusip atirgan jaktilik agimin xer turli kaytariui menen tusindiriledi. Kagazda jaktilik agimi tarkalgani siyakli jaktilik deregi dep esaplau mumkin. Kagazdan oni menshikli jaktiligi tarkalmaydi, yagniy oni kaytiushi jaktilik tarkaladi, sonin ushin kagazda ekinshi jaktilik deregi dep atau kolayli. Uliuma alganda birinshi jaktilik derekten sonday-ak ekinshi jaktilik derekten tarkalatugin jaktilik agiminin shamasi bagitina baylanisli. Bul birinshi jaktilik derekleri siyakli ekinshi jaktilik dereginde jaktilik kushi menen xarakterleu mumkin. Kagazdin ak beti ondagi xeripke karaganda bizge anigirak bolip tuyyledi. Sonin ushin birinshi xalda birlik bette shigip atirgan jaktilik kushi ekinshi xaldagiga karaganda ulkenirek boladi. Demek belgili bagdar boyinsha karalip atirgan real jaktilik derekleri betlerdin xer turli bolimlerinin jarkirau jaginan bir-birinen edeuir park kiliui mumkin. Misaliga elektr kizdiriushi tarmagi jalganganda spiraldin keybir bolimlari baskalarga karaganda jarkirankirap korinedi. Jaktilik agimina baylanisli xalda berilgen bagitta jaktilik tarkalatugin bettin atsyirim bolimlerinin xer kiyli korinislerin xarakterleushi B shama jaktirtkishlik dep ataladi. Tanlap alingan bagitta bettn barlik bolimlerinin jaktilik agimin birdey tarkalganga jaktirtkishlik usi bettin bir-birlik betinin shigatugin jaktilik kushi menen

olshenedi. Eger jaktilik kushi menen olshenedi. Eger jaktilik kushi betke jurgizilgen perpendikulyar bagiti boyinsha aniklanatugin bolsa onda bettin jaktirtkishligi tomendegi formuladan aniklanadi.

$$B = \frac{J}{S} \quad (8)$$

Jaktirtkishliktin SI dagi olshem birligin keltirip shigaramiz.

$$B = \frac{1 \text{ kd}}{1 \text{ m}^2} = 1 \frac{\text{kd}}{\text{m}^2}$$

SI sistemada jaktirtkishlik birligi etip kd/mg` alinadi. Ol usinday tegis jaktirtilgan tegis bettin jaktirtkishligi bunda onin xer bir kvadrat metrden ogan perpendikulyar bagitinda a` kd ga jaktilik kushi alinadi. Adamnin kozi kabil etetugin en kem jaktirtkishlik a`0<sup>-u</sup> kd / m<sup>g`</sup> ka jakin jaktirtkishlik a`0<sup>o</sup> kd / m<sup>g`</sup> tan artik bolsa kozde auiriu seziledi ha`m koriu organlarina ziyalandiriu mumkin. Kuyash betinin jaktirtkishligi a`,o` a`0⁹ kd / m<sup>g`</sup>, Ay betinin jaktirtkishligi g`,o` a`0^q kd/m^{g`</sup> ka ten. Jarkiraushi lampa spiralinin jaktirtkishligi (a`,o`-g`) a`0<sup>u</sup> kd/m<sup>g`}

Jaqtirtiliw nizamleri.

Tochkalik jaktilik derekten payda bolatugin jaktirtilganlik J jaktilik kushine ha`m derekten betke shekem bolgan 4 aralika baylanisli. Jaktilik kushi J bolgan tochkalik jaktilik derekten etirapimizga shekemgi 4 radiusli sferalik bet sizamiz. Onda bul bettin ishki terepin jaktirtiliui ha`mme jerde bir kiyli boladi ha`m nurlar radiuslar boyinsha yamasa sfera betine perpendikulyar turde ketedi. Jaktilik nurlarinin betke tusiu muyeshi o-ge ten boladi. Eger bul jagdayda sfera ishki betinin jaktirtkishligi E<sub>0</sub> putin ishki betin S<sub>sh</sub> ha`m derektin putinu` jaktilik agimi F_t penen belgilesek, onda w formuladan tomendegini alamiz.

F_t

$$E = \frac{F_t}{S_m}$$

$$F_t = n \pi J, S_{sh} = n \pi 4^g \text{ bolganligi sebepli} \quad E = \frac{n \pi J}{n \pi 4^g}$$

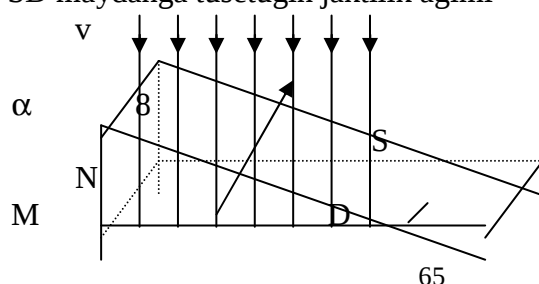
yagniy

$$E = \frac{J}{4^g} \quad (9)$$

Bul katnas jaktirtilganliktin birinshi nizamining matematikalik delilleu nurlar perpendikulyar tuskende tochkalik jaktilik kushine tuura proporsional ha`m derekten jaktirtilgan maydanga shekem bolgan araliktin kvadratiga keri proporsional boladi. Endi jaktirtkishlik nurinin tusiu muyeshi kanday baylanista ekenligin karap shigamiz. Aytayik AVSD tegis maydanga parallel jaktilik nurlari 8 muyesh astinda tussin. Usi maydannin jaktirtkishtagi tomendegi formula menen aniklanadi.

$$E = \frac{F}{S} = \frac{F}{AV \cdot AD}$$

Bul jerde AVSD maydanga tusetugin jaktilik agimi



15.5-suureti

Eger AVSD maydanin alip taslasak jaktilik agimi MNCD maydanga tusedi. Bul maydan usilay jaylastirilgan bolsin, ogan tusetugin nurlardin tusiu muyeshi nolge ten bolsin. Bul jagdayda AVSD ha'm MNCD maydanlari arasinda muyesh 8 ge ten boladi. MNCD maydannin jaktirtkishligi E_0 arkali belgileyemiz. Onda U

$$E = \frac{F}{MN \cdot MD}$$

E ha'm E_0 jaktirtkishlar katnasin tabamiz U

$$\frac{E}{E_0} = \frac{F \cdot MN \cdot MD}{F \cdot AV \cdot AD}$$

$AV = MN$ bolgani ushin

$$\frac{E}{E_0} = \frac{MD}{AD} = \cos \theta$$

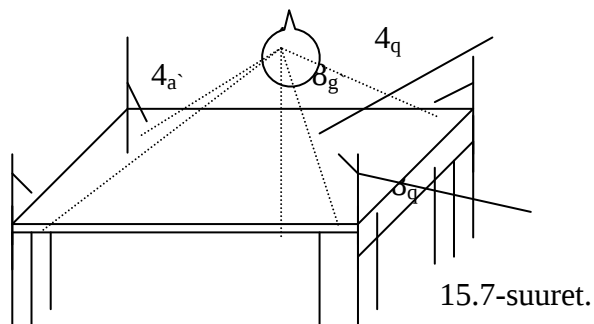
Solay etip

$$E = E_0 \cos \theta \quad (a^0)$$

Bul katnas jaktirtkishlikdin ekinshi nizaminin matematikalik delilleniui parallel nurlar menen jaktirtkanda maydannin jaktirtkishligi usi maydanga tusetugin nurlardin tusiu muyeshi konisina tuuri proporsional boladi. Tochkalik jaktilik deregi ushin (a^0) formuladagi E_0 di onin (9) formuladagi bolimi menen almashtiru mumkin. Bul jagdayda jaktirtkishlikni esaplaw ushin uliumalik formula alamiz U

$$E = \frac{J_g}{4_g} \cos \theta \quad (a^0)$$

Bul formula baylanisli elektr lampasi maydaninin turli bolimlerinde (misal stoldin turli tochkalarinda) payda bolatugin jaktirtkishlikni esaplap shigi mumkin.



Esaplauda usini este saklauimiz kerek , maydannin kalegen tochkasinda birneshe jaktilik deregin payda etetugin jaktiliktin xer kaysisi payda etetugin jaktirtkishlardin jiyindisina ten.

4. Eki derektin jaktilik kushin salistiriw . Fotometr. Lyuksmetr.

Jaktilik dereginin kushin bilgen xalda baska fotometrik shamalardi tabiu ansat. Jaktilik kushin olsheude fotometr dep atalatugin espabtan paydalaniladi. Epiuayi fotometrde belgisiz jaktilik kushi ushin jaktilik kushi belgili bir etalon derekke bul jaktilik dereginen bir kiyli jaktirtkishlik aliu arkali delilleu metodi menen aniklanadi.

Fotometrlerdin bireuinin sxemalik turde o`suurette korsetilgenU` α) jokari tarepten korsetilgen korinisiU` b) aldingi tarepten korinisiU` ol ush tarepli a` prizmadan ibarat bolip, jaktilikti jaksi kaytaratugin ak boyau menen kaplangan. Jaktilik deregi prizmanin shep ha`m on tareplerinde jaylastirilgan. Prizmadan kaytkan nurlar g` ushina tusedi ha`m q karangi ekran ishinen otip kozge bagdarlanadi.

Jaktilik dereklerin bir, misali, etalon derekti fotometrden belgili 4_a aralikka koyiladi, ekinshi derekten shep ha`m on tarepine g` shiyshanin eki yarimi birdey jaktirtilmaganga shekem jilistiriladi. Sodan keiyn ekinshi derekten fotometrge shekemgi r₂ aralik olshenedi jaktirtkishlik birinshi nizamina muuapik

$$E_1 = \frac{J_1}{r_1^2} \quad 81m \quad E_2 = \frac{J_2}{r_2^2}$$

E_a ha`m E_g jaktirtkishlik bir kiyli bolgani ushin

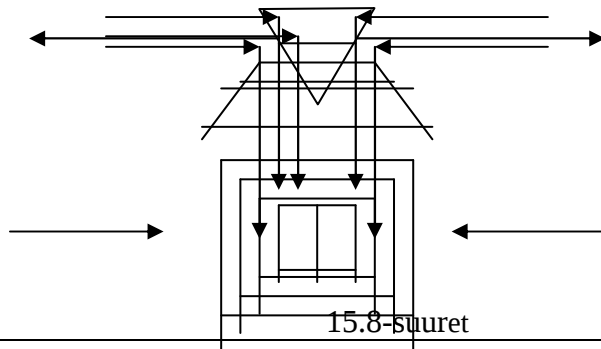
$$\frac{J_1}{r_1^2} = \frac{J_2}{r_2^2}$$

budan

$$\frac{J_1}{r_1^2} = \frac{J_2}{r_2^2} \quad (12)$$

$$J_2 = r_2^2$$

Bul formuladan izlenip atirgan jaktilik kushi J_g ni aniklau mumkin. Jaktirtkishlik ha`m fotosuuretkke viderjka uaktin aniklau ushin arnalgan fotoekspozometr bunday esbapka misal bola aladi.



«Optika» pa`ni boyinsha talabalardin` o`zlestiriwin bahalar kriteriyalari

Pa`n boyinsha maksimal ball – 100 ayriqsha 86 – 100
 Kundelik 45% – 45 jaqsi 71 - 85
 Araliq 40% – 40 orta 56 - 70
 Juwmaqlawshi 15% – 15
 Saralash 55% - 55

lektsiyada talabanin` iskerligi ushin – 1 ball

Ayriqsha 0,8 – 1

Jaqs 0,7 – 0,8

Orta 0,5 – 0,7

Lektsiyalar sani	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ja`mi
											15
Kundelik bahalaw lektsiya	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Araliq bahalaw Konspekt Referat											
Baqlaw jumisi, jazba ha`m awizsha									10	5	
				12,5				12,5			40
Juwmaqlawshi bahalaw, jazba										15	15
Uliwma bali											100

A`DEBIYA`TLAR.

1.	R.V.Pol`. G`Optika i atomnaya fizikaG` M: G`NaukaG` 1996.
2.	A.N.Matveev. G`OptikaG` M: G`Visshaya shkolaG` 1995.
3.	E.I.Butikov. G`OptikaG` M: G`Visshaya shkolaG` 1996.
4.	A.M.Sarjevskiy. G`OptikaG` I. II tom G`MinskG` 1994.
5.	N.M.Godjaev. G`OptikaG` M: G`Visshaya shkolaG` 1997.
6.	B.M.Yavorskiy, A.A.Detlaf. G`Kurs fizikiG` III tom. M: G`Visshaya shkolaG` 1994.
7.	M.Wlmasova va boshqalar. G`FizikaG` (Elektr, optika, atom va yadro fizikasi) T: G`WqituvchiG` 1995.