

НУРМАТОВ Э.М., ИСАКОВ Э.Х.

ОПТИК ЎЛЧАШЛАР

САМАРҚАНД - 2006

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

М.Улуғбек номидаги Самарқанд Давлат
меъморчилик - қурилиш институти

ОПТИК ЎЛЧАШЛАР

**Самарқанд Давлат архитектура-қурилиш институти
илмий кенгаши томонидан институт талабалари учун ўқув
қўлланма сифатида тавсия этилган**

САМАРҚАНД - 2006

**Эшмурза Мухитдинович Нурматов, Эркин Хужаёрович
Исаков.** Оптик ўлчашлар. Ўқув қўлланма. Самарқанд, 2006. 98
бет

Тақризчилар:

Тошпўлатов С.А. Тошкент Давлат архитектура - қурилиш
институти, т.ф.н., доцент.

Мурадуллаев Н.М., Самарқанд Давлат архитектура -
қурилиш институти, т.ф.н., доцент.

Ушбу ўқув қўлланма Оптик ўлчашлар фани бўйича олий таълим
вазирлиги тасдиқлаган амалдаги намунавий дастури асосида
ёзилган бўлиб, геодезия, кадастр, картаграфия мутахассислиги
бўйича таълим олаётган талабалар ва шу йўналишдаги барча
мутахассислар учун мўлжалланган.

САМАРҚАНД - 2006

Сўз боши

Бугунги кунда Ўзбекистон Республикаси Фан ва Техника ҳамда кадрлар тайёрлашни жаҳон талаби даражасига кўтариш мақсадида "Кадрлар тайёрлашнинг миллий дастури" қабул қилинган ҳамда, мамлакатимизда ер кадастри, картаграфияси йўлга қўйилаётган ва биринчи марта Ерни-сайёрамизни ўзида акс эттирувчи глобус ўзбек тили атамаларида ифодаланган ҳолда ишлабчиқарила бошлаган пайтда, геодезистлар ва картаграфлардан утааниқликда ўлчашлар олиб бориш талаб қилинаётган бир пайтда, шунингдек ҳамма ўлчаш асбоблари ва қуриламалари ёруғликга-лазерларга таяниб ишлаётган бир пайтда, оптик ўлчашлар фани, бўлажак бакалаврлар учун энг устивор фанлардан бири ҳисобланади.

Оптик ўлчашлар фанини ўрганишда геодезия ихтисослиги талабалари олдида учта узаро узвий боғланган масала тўради; моддий дунёни билиш, назарий асос яратиш яъни мутахассис келгусидаги мухандислик фаолиятида ўз малакасини ошира бориш жараёнини эгаллаш ва амалий характерга эга бўлган билимни узлаштириш, бусиз етакчи геодезист-мухандис булиши мурраккаблигини билиш.

Оптик ўлчашлар махсус курси, геодезистлар, картаграфлар, кадастр ва бошқа қатор мутахассислар учун асосий фан бўлиб, у ўз навбатида талабалардан, ёруғлик хоссаларини, геодезик асбобларнинг оптик қисмларининг тузилишини ҳамда уларда ўлчаш олиб бориш усуллари ва хатолар назариясини билишни талаб қилади.

Ушбу ўқув қўлланма, ёруғлик табиати, геометрик оптика, геодезик асбобларнинг оптик қисмлари, ҳамда уларда ўлчаш олиб бориш, хатолар назарияси каби бўлимларни ўз ичига олган бўлиб, курснинг берилиш тартиби, муаллифнинг Самарқанд архитектура - қурилиш институтининг геодезия ва картаграфия кафедрасида талабаларга кўп йиллик ўқиган маърузалари асосида тузилган. Тажриба шуни кўрсатадики, оптик асбобларни

мукаммал билиш ва уларда ўлчашлар ўтказиш ёки уларнинг носозлигини бартараф этиш учун сўзсиз ёруғлик хоссаларини чуқур билиш зарур. Шунинг учун ҳам, ушбу дарсликда, ёруғлик хоссаларига етарлича жой ажратилди.

Ўқув қўлланмада келтирилган баъзи қурилмалар машина - созлик, станаксозлик ва бошқа ихтисослиги талабалари, техник ходимлар учун ҳам фойдали бўлиши мумкин.

Ўқув қўлланмаси матни бакалаврлар учун Оптик ўлчашлар фанининг амалдаги Давлат намунавий дастурига мос келади.

Ўшбу ўқув қўлланмани тайёрлашда кўмаклашган Самарқанд архитектура-қурилиш институтининг геодезия ва картография кафедраси аъзоларига, ўқув қўлланмани батафсил кўриб чиққан ва ўзининг қимматли маслахатларини берган Тошкент архитектура-қурилиш институтининг доценти Тошпулатов С.А. ва СамДАҚИ «Ер тузиш ва ер кадастри» кафедраси муdiri доцент Мурадуллаевларга муаллифлар ўзининг миннатдорчилигини билдиради.

ГЕОДЕЗИК АСБОБЛАРДА ЎЛЧАШ ОЛИБ БОРИШ

1.1. Умумий қоидалар

Геодезик асбобларни ўлчашга тайёрлаш ва ўлчашлар ўтказиш учун улардан фойдаланиш, бу борада вужудга келадиган масалалар билан шуғилланиш, геодезик асбобларнинг оптикаси ва уларнинг қисмлари, шу қисмларни юстировка қилиш, ўрнатиш ва танлаш соҳасига ўлчаш техникаси деб аталади. Ўлчаш воситасини ишлаб чиқариш ва уни амалда қўллаш ҳамда шу соҳа бўйича инсон томонидан амалга оширадиган ишлар мажмуаси илмий асосга таянган бўлиши зарур. Ҳар бир геодезия соҳасида хизмат қиладиган ходим ўлчаш қонун қоидаларига амал қилиши, ўлчаш аниқликларини узлуксиз ошириб бориш заруратини англаб этиши зарур. Геодезик катталикларни ўлчаш - ўлчаш натижасида ходим текшираётган жой тўғрисида зарур катталикларга эга бўладилар.

Оптик ўлчашларда ҳал қилинадиган асосий масалаларга қуйидагилар киради;

1. Ўлчашнинг умумий назарияси.
2. Ўлчаш усуллари ва воситалари.
3. Ўлчаш аниқликлари ва уни белгилаш.
4. Ўлчаш натижаларини керакли масштабларга утказиш.
5. Эталонлар ва ўлчашнинг намунали воситалари.

Оптик ўлчаш – оптика асосига ясалган махсус техник воситалар ёрдамида геодезик катталиклар қийматларини кузатиш, таққослаш ва ҳисоблаш йўли билан топиш демакдир. Умуман ўлчашлар нормалаштирилган ўлчавшунослик тавсифига эга бўлган техник асбоблар - қурилмалар воситаси ёрдамида амалга оширилади.

Ўлчанилаётган катталиқни ўлчав бирлиги ёки эталон билан таққослаш учун мулжалланган мослама- қурилма ёки жихоз ўлчаш асбоби деб аталади. Ўлчаш асбоблари маълум бир вақт ора-

лигида қайта текширилиб ва қайта даражаланиб турилади, бундай ишлар намуна асбоблари-эталонлари асосида амалга оширилади. Хозирги замон фан ва техниканинг энг кейинги ютуқлари асосида, жуда катта аниқликда ишланган наъмунавий ўлчавлар, эталонлар деб аталади. Давлат стандартлари ёки эталонлари махсус жойларда, маълум шароитларда сақланадилар. Улар асосан давлат андозоси қўмитасига қарашли махсус идораларда сақланадилар.

Геодезик катталикларни оптик ўлчаш воситалари ёрдамида ўлчаш оптик ўлчашлар деб аталади ва у геодезик, астрономик ва бир қатор жабхаларда яъни халқ ҳўжалигида кенг қўлланилади. Бунинг боиси шундаки, ўлчашлар ёруғликка асосланганда, ўлчашни жуда катта масофадан туриб, юксак аниқлик ва юқори сезгирлик асосида амалга ошириш мумкин. Ҳақиқатан ҳам, аэрогеодезик кузатишларда, ёки светодальномерлар ёрдамида масофани ўлчашларда ўлчаш аниқлиги бениҳоя каттадир(5 – 10 км). Баландлиқда, катта тезликда ҳаракатланаётган самалёт ёки космик кемадан туриб суратга олиш учун 300 000 км/с тезликга эга ёруғлигига ҳамма талабларга жавоб бераолади, холос. Ёруғлик, умуман у ёки бу объект қанча узоқликда ҳамда қандай муҳитда бўлмасин унинг тасвирини электр сигналларига айлантириб, мониторда кузатиш, таққослаш ёки ўлчаш имкониятини беради.

1.2 Оптик ўлчаш асбобларининг тавсифи

Хозирги вақтда оптик ўлчаш асбобларининг турлари нихоятда кўп, бинобарин уларга қўйиладиган талаблар, ишлатиш шароити, тузилиши ва бошқа кўрсаткичлари хилма-хил бўлганлиги учун ҳам уларни қуйидагича тавсифлаш мумкин.

1. Ўлчашлар бевосита ўлчайдиган ва солиштириб ўлчайдиган асбобларга бўлинади.

Олдиндан даражалаб қўйилган ва ўлчанадиган миқдорни бевосита асбобнинг даражаси бўйича ҳисоблаш имконини берувчи оптик ўлчаш асбоблари бевосита баҳолайдиган асбоблар деб аталади(линейка, штангенциркуль ва бошқалар).

Ўлчанаётган катталиқ қийматини унинг ўлчави-эталони билан солиштириб ўлчайдиган асбобларга солиштириб ўлчайдиган асбоблар дейилади (люксиметр, узок ўлчагич ва бошқалар).

2. Ўлчаш асбоблари маълумотни кўрсатишига қараб, бево-сита кўрсатадиган, рақамли, қайд қилувчи, ўзи ёзар, босмалавчи, интеграллавчи ва жамлавчи каби турларга бўлинади.

Бево-сита кўрсатадиган ўлчаш асбоблари катталиқлар ва уларнинг ўзгаришини узлуксиз функцияда акс эттиради.

Рақамли ўлчаш асбоблари ахборотларни автоматик равуш-да узук-узук(дискрет) қийматларга айлантиради. Шунинг учун ҳам бу асбобнинг кўрсатиши рақам кўринишида бўлади.

Ўзи ёзар ўлчаш асбоблари, катталиқлар ва уларнинг ўзга-ришини диаграмма кўринишида ёзиб беради.

3. Оптик ўлчаш асбоблари ишлатилиш хусусиятига қараб кўчма ва кўчириб бўмайдиган(стационар) асбобларга бўлинади.

4. Оптик ўлчаш асбоблари ўлчанадиган катталиқ турига қа-раб нивелир, теодолит, дальномер, компос, буссол ва шу каби асбобларга бўлинади.

Оптик ўлчаш асбобларининг аксарият қисми ўзларининг конструкциясига боғлиқ равушда станоксозлик, машинасозлик системасида, геодезик ўлчашларда ёки таққослашларда, шунинг-дек у ёки бу деталларнинг жойини аниқлаш ва уларни маълум жойларга аниқ ўрнатишларда қўлланилади. Айрим кўриш труба-ларидан шокул (отвес) сифатида ҳам фойдаланиш мумкин. Бун-дай шокуллар жуда узун ёки жуда баланд жойларга икки ёки ун-дан кўп қисмларни параллел ўрнатиш ёки уларнинг ўзаро парал-лелигини назорат қилиш учун ишлатилади.

Ўлчаш хатоликлари

Ўлчаш хатоликлари иккига бўлинади. Систематик хатолик-лар ва тасоддифий хатоликлар. Систематик хатоликларга ўлчаш воситаларининг такомиллашмаганлиги туфайли юзага келадиган ва қўлланилган усулнинг камчиликлари асосида юз берадиган хатоликлар киради. Тасоддифий хатоликларга ўлчаш олиб бора-ётган шахснинг маҳоратига боғлиқ хатолар, шунингдек ташқи

мухит омиллариининг таъсирида ўлчаш натижаларининг ўлчаш катталигининг ҳақиқий қийматидан фарқ қилиши киради. Ўлчаш натижаларининг ўлчаш катталигининг ҳақиқий қийматидан фарқи ўлчаш хатолигини ташкил этади.

Ўлчаш хатоликлари мутлақ ва нисбий хатоликлар кўринишида ифодаланиши мумкин.

Бирор бир миқдорни бир неча марта ўлчайлик, ҳар бир ўлчашда олинган қийматни мос равушда $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ деб белгилаб олайлик. Бу қийматларнинг арифметик ўртача қийматини ҳисоблайлик, у

$$X_{урт} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \quad (1.1) \text{ га тенг.}$$

Ўртача квадратик хатони топиш учун, ўртача арифметик катталикдан, ўлчаш натижаларида олинган ҳар бир қийматнинг фарқини квадратга кўтариб уларнинг йиғиндисини ўлчашлар сонига бўлиб, натижани квадрат илдиздан чиқаришимиз керак. Ўртача квадратик хатони σ сигма ҳарфи билан белгилаш қабул

$$\text{қилинган. } \sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - x_{урт})^2 + (x_2 - x_{урт})^2 + \dots + (x_n - x_{урт})^2}{n}}, \quad (1.2)$$

бу ерда, n – ўлчашлар сони, $x_{урт}$ – арифметик ўртача, $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ – ҳар бир ўлчашда олинган миқдорлар.

Ўлчаш катталигининг ҳақиқий қийматини топайлик, буни- нг учун ҳар бир ўлчаш катталигининг арифметик ўртачадан фарқини ҳисоблаб чиқамиз.

$$|x_1 - x_{урт}| = \Delta x_1$$

$$|x_2 - x_{урт}| = \Delta x_2$$

$$|x_3 - x_{урт}| = \Delta x_3$$

.....

.....

$$|x_n - x_{урт}| = \Delta x_n$$

Бу топилган фарқлар $\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3, \dots, \Delta x_n$, ларнинг арифметик ўртача қийматини топамиз.

$$X_{урт} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + + \Delta x_n}{n} \quad (1.3)$$

$\Delta x_{урт}$ – мутлоқ хато миқдори ҳисобланади, чунки $X_{хакик} = X_{урт} \pm \Delta X_{урт}$ бўлади. Бу ерда $X_{хакик}$ – миқдор, ўлчашлар натижасида топилган миқдорнинг ҳақиқий қиймати дейилади, ёки бу миқдор намунавий ўлчаш асбоби ёрдамида топилган қийматга энг яқиндир. Топилган мутлоқ хатолик Δx ўлчав ёки ўлчаш асбобининг аниқлигини етарли даражада баҳоламайди. Шунинг учун ҳам ўлчаш ёки асбобларнинг аниқлиги тўғрисида тўлароқ тушинчани нисбий хатолик ёрдамида олиш мумкин.

Мутлоқ хатоликнинг ўлчанаётган қийматнинг ёки ўлчанаётган миқдорининг ўртача қийматига нисбати нисбий хатолик деб аталади ва у N ҳарфи билан белгиланиб, фоизларда ифодланади;

$$N = \frac{\Delta X_{урт}}{X_{урт}} 100\% = \frac{\Delta X_{урт}}{X_{урт}} 100\% \quad (1.4)$$

Аммо, бу нисбий хато, ўлчаш асбобининг аниқлигини кўрсатади ҳамда айна шу ўлчашлар учун ҳисобланади.

Мунтазам ва тасоддий ҳолларда пайдо бўладиган ҳар хил хатоликларнинг турларини баҳолаётганда тузатмалар кириштириш йўли билан хатоликларни компенсация қилиш мумкин эканлигини албатта ҳисобга олиш керак.

Текширилаётган теодолит, нивелир, дальномерлар шу асбоблар кўрсатишларининг камчиликлари намунали асбоблар кўрсатишларига солиштириш йўли билан аниқланади.

Геодезик асбобларнинг оптик қисмларини ишга тайёрлаш уларнинг мунтазам берадиган ўлчаш хатоликларини аниқлашни, ўша асбобни қараётганимизда батафсил тўхтаб ўтамиз.

Максимал хато

Тажриба кўрсатадики, бир хил шароитларда ўлчашдаги хатоликларнинг ҳақиқий қийматлари, кўп мартабо қайта ўлчаш натижаларидаги хатоликлар $\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3, \dots, \Delta x_n$ ва шу микдорлар асосида ҳисобланган ўртача квадратик хато σ , узаро қўйидаги мунасабатда бўлади

Δx даги хатолик 0 дан σ гача.....68,3 %

Δx даги хатолик 0 дан 2σ гача.....95,4 %

Δx даги хатолик 0 дан 3σ гача.....99,7 %

Шундай қилиб, $\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3, \dots, \Delta x_n$ хатоликлар орасида $\Delta x > 3\sigma$ бўлганда, жуда кўп ҳолларда хато 0,3 % бўлади. Шунинг учун ҳам, шу шароитда ўлчашдаги бизни қаноатлантирадиган энг максимал хато, ўртача квадратик хато 3σ га тенг бўлади-ди, яъни $\Delta x_{\text{макс}} = 3\sigma$.

Айрим ҳолларда, айниқса ўлчаш аниқлигига талаб катта бўлган ҳолларда $\Delta x_{\text{макс}} = 2\sigma$ бўлиши ҳам мумкин.

Агар ўлчаш жараёнида, тасоддий хатоликлар Δx маълум бўлган жойда, шу Δx хатоликнинг мутлақ қийматидан катта бўлган хатолик учраса, бундай хатога қўпол хато деб аталади. Қўпол хатога олиб келадиган ўлчаш натижаларини ҳисобга кiritмаслик тавсия қилинади.

σ ва $\Delta x_{\text{макс}}$ хатоликлар мутлоқ хатоликлар ҳам деб юритилади. Бундай хатоликларнинг ҳар бирининг ўлчаш қиймати x

га нисбатии, $\frac{\Delta x}{x}$ - нисбий хатолик деб юритилишини биламиз,

аммо у $\frac{\Delta x_{\text{макс}}}{x}$ - максимал нисбий хато деб юритилади, $\frac{\sigma}{x}$ -

эса нисбий ўртача квадратик хатолик деб юритилади.

Нисбий хатоликлар каср сонларда ифодаланади, чунки касрнинг суратида ҳамма вақт бир рақами бўлади.

Нисбий хатоликлар кўпинча чизиқли микдорларни ўлчашда ишлатилади.

Режа

1. Умумий қоидалар
2. Оптик ўлчаш асбобларининг тавсифи
3. Ўлчаш хатоликлари
4. Максимал хато.

Тоянч сўзлар ва ифодалар

Оптик асбоблар, нисбий хато, абсолют хато, ўртача миқдор, максимал хато, ўлчов асбоблари, ўлчавлар, систематик хато, тасдиқий хато.

II Боб. Ёруғлик

2.1. Ёруғлик ҳақида тушунчалар

Ёруғлик соҳасидаги тадқиқотларининг дастлабки даврлариданоқ ёруғликнинг қуйидаги тўртта асосий қонунлари маълум бўлган эди:

1. Ёруғликнинг тўғри чизиқ бўйлаб тарқалиш қонуни;
2. Ёруғлик дасталарининг мустақил тарқалиш қонуни;
3. Ёруғликнинг кўзгусимон сиртдан қайтиш қонуни;
4. Ёруғликнинг икки шаффоф муҳит чегарасидан синиш қонуни.

Бу қонунларни ўрганиш шуни кўрсатдики, улар анча чуқурроқ маънога эга экан. Бу қонунлар ҳақида биринчи фикрлар Евклид асарларида ҳам учрайди.

Ёруғликнинг бу тўртта тарқалиш қонунларини Ньютон ўзининг механика қонунлари асосида тушунтириб берди. У ёруғликни абсолют эластик ва чексиз кичик зарчалар сифатида тасаввур этади.

У ҳар тўрттала қонунни тушунтирди аммо, ёруғлик зичроқ муҳитда кичик тезликка эга бўлишини билмаган эди. Ўша вақтда

ёруғлик тезлигини аниқ ўлчаш имкони йўқ эди.

Ньютоннинг замондоши Гюйгенс ёруғликни бошқа назария билан яъни тўлқин назария билан тушунтириб беришга ҳаракат қилди. Гюйгенснинг принципи қуйидагича таърифланади:

Ёруғлик тўлқини етиб борган ҳар бир нуқта ўз навбатида иккиламчи тўлқин манбаи бўлаолади: бирор пайтда бу иккиламчи тўлқинларни ўровчи сирт ҳақиқатда тарқалаётган тўлқиннинг шу пайтда эгаллаб турган вазиятини кўрсатади.

Гюйгенснинг тўлқин назариясига асослансак, ёруғлик бўшлиқда энг катта тезликка эга бўлиши зарур.

Келгусида ёруғликнинг қутбланиши ва қутбланган нурлар интерференцияси ҳодисаларини ўрганиш ёруғлик тўлқинларининг хусусиятларини аниқлаш имкониятини берди. Френел ва Юнг ёруғлик тўлқинларининг кўндаланг бўлиши, бундай хусусиятларга олиб келишини кўрсатди.

Фарадей, оптик ҳодисалар яккаланган жараёнлар эмаслигини ва хусусан оптик ҳодисалар билан магнит ҳодисалар орасида алоқа борлигини исбот қилди. 1946 йилда Фарадей қутбланиш текислигининг магнит майдонида бурилиш ҳодисасини кашф қилди. Иккинчи томондан, бошқа бир факт, ток кучининг электромагнитик бирлигини электростатик бирлигига нисбати $3 \cdot 10^8$ м/с га, яъни ёруғлик тезлигига тенг экани маълум бўлди. Ниҳоят Максвеллнинг назарий тадқиқотлари электромагнит майдон ўзгаришлари фазода маълум бир жойда қолмасдан, балки вакуумда токнинг электромагнитик ва электростатик бирликлари нисбатига, яъни ёруғлик тезлигига тенг тезлик билан тарқалишини кўрсатди. Бу хулоса кейинроқ Герц тажрибаларида тасдиқланди. Ўз тадқиқотлари асосида Максвелл Ёруғлик электромагнит ҳодисадир, деган хулосага келди.

Максвеллнинг ҳисобига мувофиқ:

$$\frac{c}{v} = \sqrt{\epsilon\mu} \quad (2.1)$$

бу ерда c – ёруғликнинг вакуумдаги тезлиги, v – муҳитдаги тезлиги бўлиб, муҳитнинг диэлектрик сингдирувчанлиги ϵ ва магнит сингдирувчанлиги μ . Бироқ, $n = c/v$ бўлганлиги учун

$$n = \sqrt{\epsilon\mu}.$$

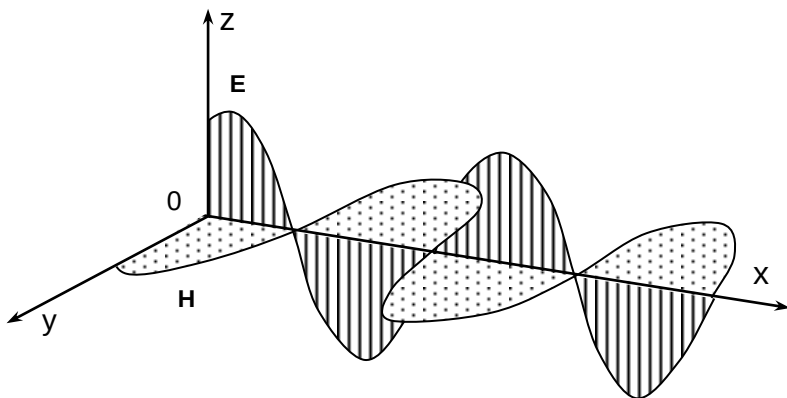
Бу муносабат модданинг оптик, электр, магнит константларини боғлайди.

Максвелл тенгламаларида электр E ва H магнит майдонлари кучланганликлари ўзгаришлари орасидаги муносабатни аниқловчи қисқа математик ифода ҳосил бўлади. Максвеллнинг тажриба маълумотларига мувофиқ мулоҳазалари шуни кўрсатадики, электр ва магнит векторлари бир-бирига ҳамда электромагнит тўлқиннинг тарқалиш йўналишига перпендикуляр бўлади. E электр майдони Z ўқи бўйлаб, H магнит майдони Y ўқи бўйлаб йўналган энг содда ясси тўлқин ҳолида Максвелл тенгламалари қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\frac{\mu}{C} \frac{\partial H}{\partial t} = -\frac{\partial E}{\partial x} \quad \frac{\epsilon}{C} \frac{\partial E}{\partial t} = -\frac{\partial H}{\partial x} \quad (2.2)$$

бундаги μ ва ϵ мос равишда муҳитнинг магнит ва диэлектрик сингдирувчанликлари, C - эса ток кучининг электромагнитик ва электростатик бирликлари нисбати, ўлчашларнинг кўрсатишича, ёруғлик тезлиги $C=3 \cdot 10^8$ м/с га тенг.

Ёруғлик, яъни электромагнит тўлқин чизмада қуйидагича ифодаланиши мумкин:



2.1 расм

Кейинги тажрибалар кўрсатадики, ёруғлик интерференцияси, дифракцияси ва ёруғликнинг қутбланиши - ёруғлик тўлқин

хоссага эгалигини ҳамда ёруғликнинг корпускуляр хоссага эга эканлигини эса фотоэлектрик эффект ходисаси кўрсатади. Д. Бройль тўлкини ва бошқа кузатишлар нафақат ёруғлик, шунингдек ҳар қандай заррача ҳам чексиз катта тезликда тарқалганда, бир вақтнинг узида икки хоссага эга бўлишини кўрсатади.

Масалан, электрон диффракцияси ходисаси.

2.2. Геометрик оптика

Ёруғликнинг бир жинсли муҳитда тарқалиши тўғрисидаги масалаларни ва ҳар қандай оптик система орқали тарқалиши тўғрисидаги масалаларни биз тўлқин назарияси ёрдамида ҳал қила оламиз. Оптик система деганда бирор сирт ва диафрагмалар билан чегараланган турли хил муҳитлар тўплами назарда тутилади. Геометрик оптиканинг машҳур синиш ва қайтиш қонунларига бўйсунадиган ва бир-бирига боғлиқ бўлмаган алоҳида ёруғлик нурлари тушунчаси билан иш кўради.

Маълумки, ёруғлик тўғри чизик бўйлаб тарқалади. Агар ёруғликни диафрагма орқали ўтказсак, унда жуда ингичка нур ҳосил қилиш мумкин. Бу нур "бурилиши" мумкин бўлган бурчак, $\varphi = \lambda/d$ орқали топилади. d -диафрагма диаметри. $\lambda < d$ бўлса, φ кичик бўлади ва диффракция кузатилмайди.

Ёруғликнинг тарқалишини кузатсак у, Ферми принципига бўйсунди, яъни ёруғлик тарқалишининг ҳақиқий йўли шундай йўлдирки, ёруғлик бу йўлни ўша нуқталар орасидаги фараз қилинадиган ҳар қандай бошқа йўللарни ўтишига қараганда энг кам вақт ичида ўтади.

Ферми принципига асосан ёруғликнинг сферик сиртда синишини кузатсак, бу линзаларда ёруғликнинг ўтишига олиб келади. Линза деб иккита сферик сирт билан чегараланган шаффоф жисмга айтилади.

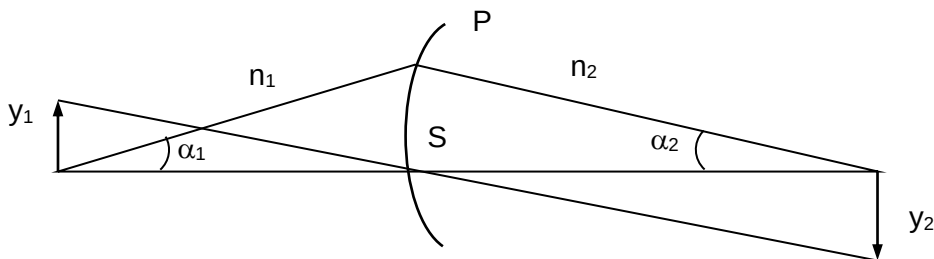
Линзани чегараловчи сферик сиртлар марказлари орқали ўтувчи тўғри чизикқа бош оптик ўқ дейилади. Бош оптик ўқга параллел тушувчи ҳар қандай ёруғлик нурлари линзадан синиб ўтиб, бош оптик ўқнинг бирор нуқтасида кесишади, бу нуқтага линза фокуси дейилади. Линзанинг фокусидан линза марказига-

ча бўлган масофага фокус масофаси дейилади. Линзанинг фокуси орқали ўтувчи ва бош оптик ўқга перпендикуляр текисликка фокал текислик дейилади. Бош фокуси икки томонда иккита бўлиб, сферик сиртлар радиуслари тенг бўлса, фокуслари бир хил масофада жойлашган бўлади. Юпка линза формуласи.

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{R} = D \quad (2.3)$$

бу ерда, b – линзадан тасвиргача, a – буюмдан линзагача бўлган масофа, n -линзанинг синдириш кўрсаткичи, R_1 ва R_2 - линзани чегараловчи сферик сиртлар радиуслари, F - фокус масофаси, D – линзанинг оптик кучи.

Демак, линзанинг оптик кучи, фокус оралиғи катталигига тескари пропорционал бўлиб, диоптрияда ўлчанади. Фокус оралиғи 1 метр бўлган линзанинг оптик кучи 1 диоптрияга тенг. Линзада ва кўзгуларда тасвир яшаш учун, камида иккита нурдан фойдаланилади. Бош оптик ўқига параллел тушувчи нур, у линзадан синиб ўтиб, фокусида тўпланади, ҳамда линзанинг оптик маркази орқали ўтувчи нур, у синмасдан тўғри ўтиб кетади. Бу икки нурнинг кесишган нуқтаси, нуқтанинг тасвири, бу нуқтадан оптик ўқга перпендикуляр туширилса, жисмнинг тасвирини ҳосил қиламиз. Линза формуласини кўзгу учун ёзсак $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{R}$ бўлади. Сферик сиртнинг катталаштириши Лагранж-Гельмгольц теоремаси орқали берилади. $y_1 n_1 \sin \alpha_1 = y_2 n_2 \sin \alpha_2$

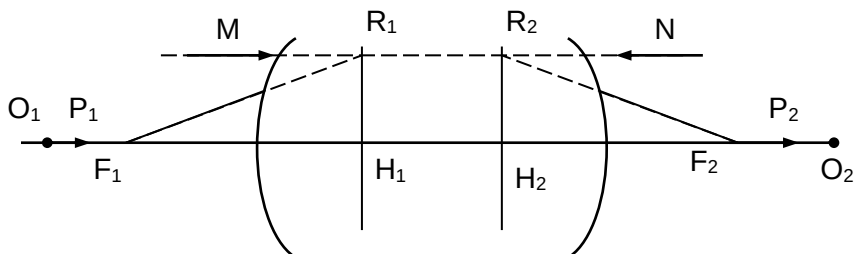


2.2 расм

Биз чизмада параксиал нурлардан фойдаландик. Параксиал

нурлар деб, оптик ўққа нисбатан кичик бурчак остида тушувчи нурларга айтилади. Параксиал нурлар кичикроқ буюмнинг тасвирини бузмай узатади.

Битта сферик сиртда синиш ҳоли кам учрайди. Амалда синдирувчи сиртлар иккита ва ундан кўпрак бўлади. Агар барча сферик сиртларнинг марказлари бир тўғри чизикда ётса, бундай сферик сиртлар системасига марказлаштирилган система ёки идеал оптик система дейилади, марказлари ётган тўғри чизик системанинг бош оптик ўқи дейилади. Оптик системада, бир қанча нуқта ва текисликлар бор улар бош текисликлар H_1R_1 ва H_2R_2 , ҳамда H_1 ва H_2 лар бош нуқталардир.



2.3 расм

ММ ва NN лар оптик системани чегаралаб турган энг четки сферик сиртлардир. Бундай идеал оптик системалар геодезик асбобларнинг окуляри ҳамда объективи бўлиб хизмат қилади.

Линзалар маълум камчиликларга эгадирлар. Булар, сферик ва хроматик абберациялар, астигматизм, дисторсия, комалардир.

1. Дисторсия - линзанинг катталаштириши марказидан четига томон борган сари ўзгариб боришига айтилади. Яъни тўғри тўртбурчаклардан иборат бўлган тўртбурчак, бочкага ўхшаб қолади.

2. Сферик абберация - бу вақтда линза тасвири бир нуқтада бўлмайди, чунки параксиал нурлар учун линза фокуси ўзоқроқда, четки нурлар учун эса яқинроқда бўлади, яъни оптик ўқдан узокдан тушган нурлар кўпроқ синадилар.

3. Кома – нуқтанинг тасвири думли бўлиб каметага ўхшаб

кетади, нотекис доғ ҳосил бўлади, рангларга ажралган бўлади.

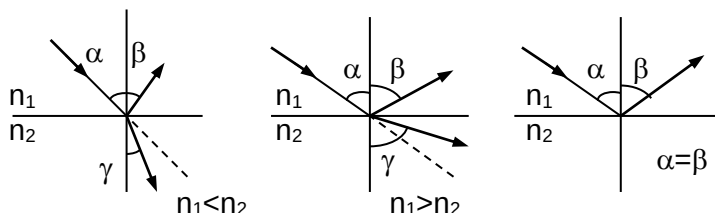
4. Астигматизм - бу камчиликка эга бўлган линзаларда айлана чизиклар ва диагонал чизикларнинг қалинлиги ҳар хил бўлиб қолади.

5. Хроматик абберация - линзадан ўтган нурлар қисман бўлсада дисперсияга учрайди, яъни оқ нур линзага тушса рангларга ажралиши содир бўлади.

Бу камчиликлар ва уларни бартараф қилиш ҳақида кейинги бобларда алоҳида тўхталиб утаимиз.

2.3. Ёруғликнинг икки муҳит чегарасидан ўтиши

Бир жинсли муҳитда ёруғлик тўғри чизикли тарқалади. Агар муҳит бир жинсли бўлмаса, ёруғликнинг тарқалиш тезлиги муҳитнинг ҳар хил жойларида ҳар хил бўлади, чунки ёруғлик

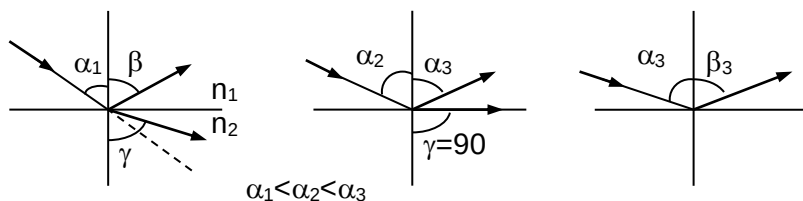


нинг тўғри чизикли тарқалиши бузилади. Икки муҳит чегарасидан ёруғликнинг ўтишини кузатайлик. Икки муҳит чегарасида ўтишда ёруғлик ўз йўналишини ўзгартиради, қайтади ҳамда сиёнади. Қайтиш қонунига асосан, тушувчи нур бир текисликда ётади ва тушиш бурчаги қайтиш бурчагига тенгдир. $\angle \alpha = \angle \beta$. Бу қонун кўзгусимон сиртлар учун тўғридир. Силиш қонунига асосан эса: тушувчи нур, қайтган нур ва тушиш нуқтасига ўтказилган нормал ва синган нур бир текисликда ётади ҳамда тушиш бурчаги синусининг синиш бурчаги синусига нисбати шу икки муҳит учун ўзгармас бўлиб иккинчи муҳит синдириш кўрсаткичининг биринчи муҳит синдириш кўрсаткичига нисбатига тенг. Яъни

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{2,1}.$$

Ёруғлик икки муҳит чегарасидан ўтганда ўз йўналишини ўзгартиради, яъни маълум томонга оғади. Шу оғиш муҳитларининг синдириш кўрсаткичларига ва ёруғлик қайси муҳитдан тушаётганига боғлиқдир. Агар ёруғлик оптик зичлиги каттадан кичикка ўтса синиш бурчаги тушиш бурчагидан катта, кичикдан каттага ўтса эса синиш бурчаги тушиш бурчагида кичик бўлади.

Биз оптик зич муҳитдан ёруғлик оптик зичлиги кичик муҳитга ўтишини кўрайлик. Унда тушиш бурчагидан синиш бурчаги анча катта бўлади, натижада тушиш бурчагини оширсак, синиш бурчаги тезроқ 90° га тенглашади ёки синган нур йўқолади.



2.4 расм

Синган нур ҳосил қилган бурчак 90° бўлган вақтдаги тушиш бурчагига чегаравий тушиш бурчаги дейилади. Демак тўла ички қайтиш бўлиши учун: Ёруғлик оптик зичлиги катта муҳитдан кичигига ўтиши ва тушиш бурчаги чегаравий тушиш бурчагидан катта бўлиши керак.

Модданинг синдириш кўрсаткичи, бирликсиз катталиқ бўлиб у қуйидаги формулада ифодаланади $n = c/v$, бу ерда c – ёруғликнинг вакуумдаги тезлиги, v - эса шу муҳитдаги ёруғлик тезлигидир. Демак биз бирор муҳитнинг синдириш кўрсаткичини билсак, у муҳитдаги ёруғлик тезлигини топаоламиз. Синдириш кўрсаткичи вакуумга нисбатан олинса абсалют, бирор бошқа муҳитга нисбатан олинса эса нисбий деб аталади. Ёруғликнинг тўла ички қайтиш ходисасига асосланган тўла ички қайтиш призмалари ҳам мавжуддир, уларнинг қайтариш коэффициенти энг яхши кўзгулариникидан қолишмайди. Улар асосан медицинада кўп ишлатилади. Тўла ички қайтиш призмалари, биноклларда, ёруғ-

лик йўналишини 90° буриш мақсадларида кенг қўлланиладилар. Уларга ёруғлик асосан перпендикуляр туширилади.

2.4. Фотометрия

Ёруғлик моддийдир, у маълум энергияга эга, ёруғликнинг интенсивлиги ундаги энергияга боғлиқдир. Ёруғлик энергияси таъсир вақтида маълум бўлади ва бошқа энергияга айланишида ўлчаш мумкин. Ёруғлик характеристикаларини аниқлаш бўлимига фотометрия дейилади. Ёруғликнинг энергетик ҳамда кўзга тасирини ўлчовчи бўлимлари бор. Кўз ёки фотоэлементлар орқали ёруғлик энергиясини аниқлаш усулига, **визуаль** ўлчашлар ёки бирликлар дейилади.

Ёруғликнинг бирор-бир параметрини ўлчаш учун қандайдир асбобдан фойдаланамиз, ҳар қандай асбоб ҳам ҳар хил тўлқин узунликни ҳар хил сезади, шунинг учун ҳам уларни селектив характерга эга деймиз

Шунинг учун ҳам кўпинча ёруғлик параметрларини субъектив аниқлаш билан объектив аниқлаш орасида катта фарқ бўлади. Визуаль усуллар фақат кузга кўринувчи ёруғликка тегишли, холос. Ёруғлик ёки манба характеристикаларига: ёруғлик оқими, ёруғлик кучи, ёритилганлик ва равшанлик киради.

Ёруғлик оқими ва кучи. Ёруғлик оқими бирлиги қилиб **люмен** қабул қилинган. Люмен шундай ёруғлик оқимики, бу нуқтавий ёруғлик манбасининг кучи бир **кандела** бўлиб тенг ёрқинликка эришган манбадан чиқувчи ёруғлик оқимининг бир **стерадиан** жисмоний бурчак остида тарқалишидир. Масалан: 15 ватт қувватли чўғланма лампанинг берган бутун ёруғлик оқими 101 люменга тенгдир.

$$1 \text{ люмен} = 1 \text{ кандела} \cdot 1 \text{ стерадиан}.$$

Бу ерда жисмоний бурчак тушунчасини бериб ўтишга тўғри келади. Бунинг учун шундай конус олиш керакки, конуснинг асосининг юзи, конус баландлигининг квадратига тенг бўлиши керак $ds = R^2$, у ҳолда $d\omega = \frac{ds}{R^2}$ бўлади. Энг катта жисмоний бурчак 4π стер. га тенг, у вақтда юза $4\pi^2$ тенг бўлади.

Конуснинг ҳолатига боғлиқ равишда, асоси билан баландлигини ташкил қилган бурчак косинуси ҳам ҳисобга олиниши керак.

$$d\omega = \frac{ds}{R^2} \cos \alpha. \quad (2.4)$$

Ёруғлик кучи бирлиги қилиб **кандела** қабул қилинган бўлиб, эриб турган платинанинг қотиш температурасидаги (2042,5 К) ҳолатида 1 см юзасидан чиқувчи ёруғлик кучи 60 канделага тенг деб қабул қилинган. Демак, шу юзанинг олтмишдан бир улушидан чиқувчи ёруғлик кучи бир канделадир.

Ёритилганлик. Бирор бир юзага ёруғлик тушганда юза маълум ёритилганликка эришади. Юзанинг ёритилганлиги сирт бирлигига тўғри келувчи ёруғлик оқимиغا боғлиқ. Шунингдек, ёруғлик сиртга қандай бурчак остида тушишига ҳам боғлиқдир. Ёруғлик оқими қанча катта бўлса ёритилганлик шунча катта, сирт қанча катта бўлса ёритилганлик шунча кичикдир. Ёритилганлик бирлиги қилиб **люкс** қабул қилинган

Бир люкс деб бир метр квадрат юзага бир люмен ёруғлик оқимининг перпендикуляр равишда тушишига айтилади.

1 люкс = 1 люмен / 1 метр квадрат.

$$E = \frac{d\Phi}{ds} = \frac{d\Phi}{ds} \cos \alpha. \quad (2.5)$$

Равшанлик. Равшанлик ёритилганликка тескари бўлган катталиқ бўлиб, сирт бирлигидан чиқувчи ёруғлик оқимини ҳисобга олади яъни бу катталиқ ёруғлик манбаларига тегишлидир. Демак, ёруғлик манбаининг ҳар бир юза бирлигидан перпендикуляр равишда чиқувчи ёруғлик энергиясини кўрсатади. Ўлчов бирлиги қилиб 1 **нит** қабул қилинган. Бир нит деб ёруғлик манбасининг бир метр квадрат юзасидан бир люмен ёруғлик оқимининг перпендикуляр равишда чиқишига ёки ёруғлик манбаининг бир метр квадрат юзасининг ёруғлик кучи бир канделага тенг бўлгандаги равшанлигига айтилади.

2.5. Ёруғлик тезлиги

Тарихда ёруғлик тезлиги жуда кўп марта, ҳар хил усуллар билан ўлчанган. Рёмер (1676 й) Юпитер билан Ернинг ҳолати

асосида, Бродлей (1725-1728) юлдузларнинг йиллик параллакси
асосида, Физо ва Араго (1838 й) айланувчи кўзгу асосида
улчаган ва бошқалар ҳам улчашганлар.

Олинган натижалар қуйидагича:

Фуко (1862 й.)	$c=298\,000 \frac{KM}{c}$
Ньюкомб (1891 й.)	$c=299\,810 \frac{KM}{c}$
Майкельсон (1902 й.)	$c=299\,890 \frac{KM}{c}$
Майкельсон (1926 й.)	$c=299\,796 \frac{KM}{c}$

1972 йилда ёруғлик тезлигининг аниқ қиймати ёруғликнинг
тўлқин узунлиги ва частотасини мустақил ўлчаш натижалари
асосида аниқланди. Бир қатор сабабларга кўра, манба сифатида
гелий-неонли лазер олинди, бу лазер тўлқин узунлиги 3,39 мкм.
бўлган нурланиш беради. Бу нурланишнинг тўлқин узунлиги
узунлик эталонига, яъни криптоннинг қирмизи нурланишининг
тўлқин узунлигига интерферометрик солиштириш усули билан
аниқланди. Лазер нурланишининг частотаси чизиқли бўлмаган
оптика усуллари воситасида вақт эталони билан солиштирилди.
Ёруғлик тезлигининг ($c=v/\lambda$) қиймати шундай қилиб топилди,
бу қиймат аниқлик жиҳатидан бундан олдин маълум бўлган
ҳамма қийматлардан икки тартибга аниқ.

$$C= 299\,792 \pm 456,2 \frac{KM}{c}.$$

Турли хил усуллар билан топилган энг яхши маълумотларни
солиштирамиз:

Айланувчи кўзгу усули -	$299\,796 \frac{KM}{c}$.(Майкельсон, 1926)
Узиш усули -	$299\,793 \frac{KM}{c}$ (Бергштрэнд, 1950)

Радио геодезия - $299\,792 \frac{км}{с}$. (Аскелсон, 1949)

Ичи ковак резанатор - $299\,792 \frac{км}{с}$. (Эссен, 1950)

Микро тўлқинли интерферометрия- $299\,792 \frac{км}{с}$ (Фрум, 1958)

Тўлқин частотаси ва узунлиги ўлчаш- $299\,792 \frac{км}{с}$. (Ивенсон, 1972).

Бу солиштириш муаллифлар кўрсатган ўлчашлар аниқлиги ни маъқул деб ҳисобловчи ажойиб мувофиқлик борлигини билдиради. Ёруғлик тўлқинларининг тезлиги билан радио-тўлқинлар тезлигининг ниҳоят даражада бир хил бўлиши ёруғликнинг электромагнитик назариясининг тўғри эканлигини яна тасдиқлаш билан бирга, Максвеллнинг бу назария фойдасига келтирган биринчи важи ёруғлик тезлиги билан электромагнитик тўлқинларнинг тарқалиш тезлигини аниқлавчи электродинамик доимийнинг ўша вақтларда топилган тақрибий тенглиги эканлигини эсга туширади.

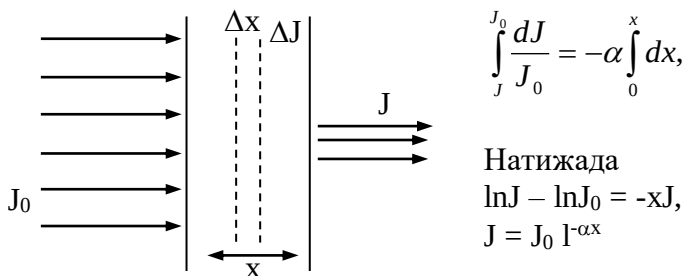
2.6. Ёруғликнинг ютилиши

Электромагнит тўлқин моддадан ўтганда, тўлқин энергиясининг бир қисми электронлар тебранишини уйғотишга сарф бўлади. Бу энергия қисман электронлар уйғотган иккиламчи тўлқин тарзида нурланишга қайтади, қисман эса бошқа турдаги энергияга айланади. Демак, ёруғлик моддадан ўтганда интенсивлиги камаяди – ёруғлик моддада ютилади.

Ёруғлик интенсивлигининг Δx масофада ўзгариши, масофа ва интенсивлик катталигига пропорционалдир.

$$dJ = - \alpha J_0 dx \quad (1.17)$$

бу ерда J - ютилиш коэффициенти, минус интенсивликнинг камайишини кўрсатади.



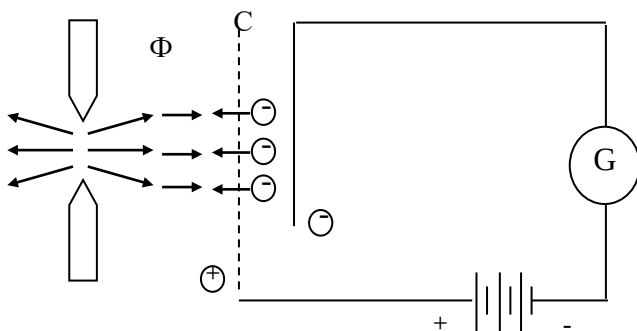
2.5 расм

Бугер қонуни. Бу ерда $\alpha = \alpha_0 c$ билан алмаштирсак,

$J = J_0 e^{-\alpha c x}$ (1.18) Бугер-Беер-Ламберт қонунини ҳосил қиламиз. Бу ерда α - ютилиш коэффициентини, c – модда концентрацияси, J_0 - тушувчи нур интенсивлиги. Ютилиш коэффициентини λ - тўлқин узунлигига боғлиқдир. Шунинг учун ҳам биз, ютулишни умумий ютилиш ва селектив ютилишларга ажратамиз. Умумий ютилиш бу, λ га боғлиқ бўлмасдан барча рангдаги (барча тўлқин узунликларидаги) тўлқинларнинг бир хил ютилишига айтилади, селектив ютилиш эса, маълум бир тўлқин узунликларининг ютилишига айтилади.

2.7. Фотоэлектрик эффект ходисаси

Ёруғлик моддага таъсир қилганда ёруғлик тўлқинининг энергияси моддага берилади, натижада турли эффектлар юз бериши мумкин. Бирламчи жараён ёруғликнинг ютилишини кўриб



2.6 расм

ўтдик. Ёруғликнинг ютилган энергияси энг умумий ва энг кўп бўладиган ҳолда иссиқлик энергияга айланади, натижада модда температураси бир оз

кўтарилади, айрим ҳолларда ёруғлик энергияси электронларнинг механик энергиясига айланиши мумкин, бу ҳолда фотоэффект ёки Комптон эффекти вужудга келади. Фотоэффект бу ёруғлик таъсирида модданинг электронлар чиқаришидир. Маълумки 1887 йил Герц электр учқунлари берадиган электродлар орасини ёритганда, учқун чиқиши осонлашганини кузатган.

А.Г.Столетов фотоэффектга оид тажрибалар ўтказганда биринчи бўлиб электродларга кичик потенциаллар фарқи берган ҳолда, ёруғлик нури таъсирида электр разряди олаолган, тажрибаларнинг Столетов ишлатган схемаси расмда келтирилган. Столетов текширишларининг ҳозиргача ўз аҳамиятини йўқотмаган асосий натижалари қуйидаги хулосалардан иборат:

1. Жисм ютаётган ультрабинафша нурлар энг кучли таъсир кўрсатган;

2. Фототокнинг кучи жисмнинг ёритилганлигига пропорционалдир;

3. Ёруғлик таъсирида манфий зарядлар ажралиб чиқади, масалан, электроскопга улашиб, манфий зарядланган рух пластинка ультрабинафша нурлар билан ёритилса, электроскоп тез зарядсизланади: бироқ мусбат зарядланган худди ўша пластинка ёритилганига қарамай ўз зарядини йўқотмайди.

Фотоэффект конунлари билан танишайлик

1. Тўйиниш токи. Манфий электрод учун сирти юқори даражада тозаланган сирт олиш маъқул. Бундай сиртга вакуумда юпқа плёнка қоплатилган бўлиши керакли натижани беради. Манфий ва мусбат электродлар вакуумда жойлашган бўлиши керак. Манфий электродга тушаётган ёруғлик кучини ўзгартирмасдан туриб икки электрод орасидаги тезлаштириш кучланишини ошириб борсак, фототок кучи ошиб боришини кузатамиз. Аммо кучланишнинг маълум қийматидан бошлаб, кучланиш ошсада фототок кучи ошмасдан қолишини кўриш мумкин. Мана шу ҳолатдан бошлаб тўйиниш токи вужудга келади.

Тўйиниш токи ёруғлик таъсирида ажралиб чиққан барча электронларнинг гальванометр занжири орқали ўтадиган шароитга мос келгани учун тўйиниш токининг кучини ёруғликнинг фотоэлектр таъсири бирлиги сифатида қабул қилиш мумкин.

2. Тўйиниш токининг тушаётган ёруғлик интенсивлигига боғлиқ бўлиши. Пухта ўтказилган ўлчашлар тўйиниш токининг кучи металл ютган ёруғлик оқимиغا қатъий пропорционал эканлигини кўрсатади. Металларда ютилган ёруғликнинг интенсивлигига пропорционал бўлганлиги учун, фотоэффектнинг асосий қонунини қуйидагича таърифлаш мумкин: тўйиниш фото-токининг кучи сиртга тушаётган ёруғлик оқимиغا тўғри пропорционалдир. Бу шарт бажарилиши учун тўйиниш токи ёруғлик таъсирида ажралиб чиқаётган электронлардангина ҳосил бўлиши керак.

3. Фотоэлектронларнинг тезлиги. Фототок характеристикасини ўрганганда электродларга секинлантирувчи электр майдони таъсир қилганда ток кучи камайишини аниқлаймиз. Бундан электронларнинг бир қисми металлдан $\frac{1}{2}mv^2$ чиқаётганда потенциаллар айирмасини енгилуш учун бажариладиган ишдан кичик деган хулоса келиб чиқади. Токни нолга айлантирадиган u потенциаллар айирмасини танлаб олиб, биз барча электронларни, ҳатто энг тез ҳаракатланадиган электронларни ҳам ушлаб қоламиз.

Шундай қилиб, тажриба асосида ёруғлик таъсирида чиқаётган электронларнинг максимал тезлигини v қуйидаги муносабатдан топиш мумкин:

$$\frac{1}{2}mv^2 = eU$$

Фотоэлектрик эффект ходисасини назарий жиҳатдан Эйнштейн асослаб берди. Эйнштейн назариясига мувофиқ, фотоэффект қонуни қуйидаги кўринишда ёзилиши керак.

$$E = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 + A = eU + A = hv$$

бу ерда, $h = 6,662 \cdot 10^{-34}$ Ж·сек - Планк доимийси, $\frac{1}{2}mv^2$ – электроннинг кинетик энергияси, $\varepsilon = hv$ – ёруғлик фотони энергияси, v – ёруғлик частотаси ва A – электроннинг металлдан чиқишидаги бажариладиган иш.

Эйнштейннинг фикрича, электрон олган бутун энергия унга ёруғлик томонидан маълум порция сифатида келтирилади ва уни электрон бутунлай ўзлаштиради; бу порциянинг катталиги ёруғлик частотасига боғлиқ бўлади (ёруғлик кванти). Шундай қилиб,

электрон катод моддасининг атомларидан энергия олмайди, натижада модданинг табиати Е-энергияни аниқлашда ҳеч қандай аҳамиятга эга бўлмайди.

Милликен тажрибалари асосида, Эйнштейн формуласидан фойдаланиб Планк доимийсини ва электроннинг чиқиш иши катталигини топиш мумкин. Бу чиқиш иши ҳар хил металллар учун ҳар хил бўлиб у металлдан боғлиқдир. Эйнштейннинг юқорида келтирилган формуласи фотоэффектнинг қизил чегараси деб ҳам юритилади. Чунки ҳар хил металллар ҳар хил тўлқин узунликдан бошлаб фотоэффектни беради.

Қуйида ҳар хил металллар учун фотоэффектнинг қизил чегараси тўлқин узунликларини келти-ра-миз:

Металлар	K	Na	Li	Ag	Fe	Ag	Au	Pa
Нм	550	540	500	273	262	261	265	305

2.8. Фотоэффектнинг қўлланилиши. Фотоэлементлар. Фотокупайтиргичлар.

Фотоэлектрик ходисалар техникада кенг қўлланилади: уларнинг қўлланилиши товушли кинони вужудга келтиради, телевиденияни вужудга келтирди, коронғуда кўриш имкони туғилди ва бошқалар. Шунинг учун ҳам фотоэффект фақатгина ёруғлик тузилишини тушунтиришда катта рол ўйнаб қолмасдан, инженерлик практикасида ҳам кенг қўлланилади.

Ёруғлик энергиясини қабул қилган электроннинг ҳолатига боғлиқ равишда, фотоэффект уч турга бўлинади:

1. Ташқи фотоэффект. Металларда ташқи фотоэффект ходисаси кузатилади. Металл сиртига тушган ёруғлик унинг юпқа сирти томонидан ютилади. Фотонни ютган эркин электронга тенг энергияга эга бўлади. Бу энергия унга кинетик энергия беради, бу энергия ёрдамида у чиқиш ишини бажаради ва маълум тезликда металлдан узилиб чиқади.

2. Ички фотоэффект. Шаффоф диэлектрикда ёки ярим ўтка-

згичда фотон, ички электрон томонидан ютилади. Бу электрон сўзсиз бирор кристалл панжара билан боғланган бўлади. Натижада фотон электрон берган энергия ёрдамида атом ёки кристалл панжара таъсиридан кутулади, аммо ташқари чиқиб кета олмайди, демак модда ичида қолади. Кристаллнинг тугунидан ажралган электрон бутун кристаллнинг физик-химик хоссаларини ўзгартириб юборади. Натижада кристаллнинг ранги ўзгариши мумкин. Шунингдек, у электр токи ўтказадиган бўлиб қолиши мумкин. Бундай фотоқаршиликларга ёруғлик тушса уларнинг қаршилиги бир неча баробар ўзгариб кетади.

3. Вентил фотоэффекти. Маълумки металл ярим ўтказгичнинг тегиб турган сиртлари орасида тақиқланган қатлам вужудга келади. Мана шу чегарага ёруғлик оқими юборилса, ёруғлик фотони энергиясини қабул қилган электрон тақиқланган зона орқали бемалол ўта олади, натижада фототок ҳосил бўлади. Чунки ярим ўтказгич чегарасида потенциаллар айирмаси вужудга келади. Нурланиш энергиясини фотоэффект ёрдамида электр энергиясига айлантирувчи асбобга фотоэлемент дейилади.

Ташқи фотоэффект асосида ишловчи фотоэлементларга вакуумли фотоэлементлар дейилади. Улар шиша баллонларга ўхшатиб ясалган бўлиб, ички қисмига ёруғлик сезгир модда жойлаштирилади. Ёруғликнинг кўзга кўринувчи соҳасида ишлаш учун сурьма-цезийли фотокатоддан фойдаланилади.

Анод сифатида металл сеткадан фойдаланилади, у шиша баллоннинг ўртасига ўрнатилади. Ёруғлик таъсирида фотокатоддан чиққан электронлар анодда тўпланади ва фототок ҳосил қилади. Сурьма-цезийли вакуумли фотоэлементлар, 240 вольт кучланиш берилганда 80 мка/лм минимал сезгирликка эга бўлади. Ҳозиргиларнинг сезгирлиги анча юқоридир. Фотоэлементлар ва фотокупайтиргичларнинг турлари хилма-хил бўлиб халқ хўжалигининг турли соҳаларида кенг ишлатилади.

1. Ёруғлик ҳақида тушунчалар
2. Геометрик оптика
3. Ёруғликнинг икки муҳит чегарасидан ўтиши.
4. Фотометрия.
5. Ёруғлик тезлиги.
6. Ёруғликнинг ютулиши.
7. Фотоэлектрик эффект ҳодисаси.
8. Фотоэлектрик эффект ҳодисасининг қулланилиши. Фотоэлементлар. Фотоқулайтиргичлар.

Тоянч сўзлар ва тоянч ифодалар.

Ёруғлик нима, линзалар, кузгулар, лупа, микроскоп, ёруғликнинг синиши, ёруғликнинг қайтиши, фотометрик катталиклар, канделал, люмен, люкс, ёруғлик тезлиги.

III БОБ

Ёруғликнинг оптик асбоблардан ўтиши

3.1. Ер атмосфераси ҳақида.

Диярли ҳамма сайёралар у ёки бу миқдорда зич газ қобиғи – атмосфера билан ўралган. Ер, ҳам унчалик зич бўлмаган ўз атмосферасига эга. Шунингдек Ер ўз магнит майдонига эга бўлиб, бу магнит майдони Ер сиртидан анча баланд жойларгача таъсир этади.

Ер ва ерга яқин сайёраларни космонавтлар томонидан урганиш асосида олинган натижалар, Ер атмосферасининг вужудга келиши, ҳақида тубдан янги тушунчаларни юзага келтирди. Энди маълум бўлдики, ҳамма сайёраларнинг газ қобиклари, сайёралар массаларининг қисилиши натижасидан қаттиқ жисмдан газнинг сиқилиб чиқишидан пайдо бўлган - бу жараён ҳозир ҳам ҳар хил жойларда - ҳар хил тезликда давом этмоқда.

Қисқа тўлқин узунликли Қуёш нури таъсирида тезлашадиган химик реакциялар асосида газ қобиклари пайдо бўлади ва уларни шундай катта ўлчамларга эришишининг сабаби гравитацион мойдан ҳамда сайёраларнинг ҳаракатланиш тезлигидир. Бир вақтлар Ер ҳам ҳозирги ёш Зухра сайёрасидек сиртида иссиқ N азот қўшилган CO₂ ис-газидан иборат қобикга эга бўлган. Вақт ўтиши билан унинг совуши жараёнида ва углеводород боғланиш-лари ҳосил бўлади, ҳамда углерод икки оксиди (ис) гази эса Ернинг ташқи каттиқ қобиғи таркибига кириб кетади. Кейинчалик тирик мавжидодлар, хайвонлар ва усимликлар дунёси вужудга келиш жараёнида қатнашди, шунингдек, кумир қатламлари, оҳак ва нефт ҳосил бўлади. Ҳаёт пайда бўлгунга қадар Ер атмосфераси асосан азотдан, аргондан ва кичик миқдорда сув буғларидан, аммиакдан, ва метандан ва жуда кичик қийматда эркин кислороддан иборат эди. Кислород тахминан 2 млрд. йил аввал пайда бўла бошлаган, Дунё океонларидан чиқиб газ қобиғи ҳосил қилган, у Қуёш нури таъсирида бирламчи азон қатламлари ҳосил қилабошлаган, азон қобиғи Ер сиртини ҳаёт учун зарарли қуёшнинг ультрабинофшо нурларидан муҳофаза қилган. Шундай қилиб тирик мавжудодлар бемалол сувдан чиқиб қирғоқларда сайр қилиш имконига эга бўлган. Ўсимлик дунёси курукликларда ўса бошлади, улар эса ҳавони кислород билан бойитаборди. Натижада кислородни ўз ўпкаларида хазм қиладиган жониворларнинг вужудга келишига имкон яратилди. 150 атм. босимга эга бирламчи CO₂ дан иборат Ер атмосфераси, ўрнига 1 атм. босимга эга ва 78 хажмий фойизли азотдан ва 21 фоизли кислороддан иборат ҳозирги атмосфера вужудга келган.

Ер атмосферасида аргоннинг кўплиги қуйидагича тушунтирилади, тахминимизча калий изотопи $^{40}\text{K}^{21}$, ер қарида радиоактив емирилиш вақтида аргон вужудга келиши эхтимолдан холи эмас. Ер тортиш кучи таъсирида унинг атмосфераси ер сиртидан узоклашган сари зичлиги пасайиб бориши керак, шунинг учун ҳам газнинг асосий массаси сиртга яқин қатламларида тўпланган. 31 км. дан пастда ҳаво массасининг 99%, 50 км.дан юқорида

эса 1% дан камроғи, 80 км. дан юқорида эса бор йўғи массанинг юзмингдан бир улушича қисми жойлашган.

Атмосферада қатламларнинг ҳосил бўлишига сабаб асосан Куёш нурланишининг тасиридир. Тропосфера-пастки қатламдир. Шу қатламда ҳар хил физик жараёнлар содир бўлади-буни биз об-ҳаво деб атаймиз. Тропосфера-бу, ер усти астрономик кузатишларга асосий таъсир этувчидир. Баъзи жойларда атмосферада температуранинг локал ўзгариш фарқи таъсирида ҳавонинг турбулент оқими-аралашуви вужудга келади. Шу ҳодисалар баъзи ёритгичлар-юлдузлар нурланишининг мавжлангандек-сцинциляция кўринишига сабаб бўлади. Бу, ёрқирашлар газ массасидан ва температура градиетидан боғлиқ равушда ҳар хил куч ва узоқлашувга эга бўлиши мумкин уларнинг ҳақиқий ўлчабини баҳолаш ҳам анча мушкул. Шунинг учун ҳам ҳаво бузилганда юлдузлар ҳолати ўзгаргандек бўлади. Сайёралар ёрқирамайди аммо улар сиртидаги жисмларни ажратиш анча қийин

Ер атмосферасида газ таркиби

Газ турлари	Умумий массаси	
	кг	Оғирлик, %
Азот	$3,875 \cdot 10^{18}$	75,52
Кислород	$1,188 \cdot 10^{18}$	23,15
Аргон	$6,58 \cdot 10^{16}$	1,28
Углерод икки оксиди CO_2 (Ис гази)	$2,4 \cdot 10^{15}$	0,05

Ер атмосферасида ёруғлик нурларининг сусайиши

Градиусларда олинган зенит масофа	Ёруғлик нурининг атмосферадаги нисбий босиб утган йўл узунлиги	Ҳавонинг шаффофлик коэффиценти ρ , ҳар хил бўлган вақтидаги ёруғликнинг сусайиш	
		Чангдан тоза атмосфера $\rho = 0,875$	Буг билан тўла атмосфера $\rho = 0,70$
0	1,00	0,00	0,00

20	1,06	0,01	0,02
40	1,30	0,04	0,12
60	1,99	0,14	0,38
80	5,6	0,67	0,78
89	27,0	3,77	10,1

Юлдузларни кўзатишда қийинчилик тўғдирадиган яна бир нарсa бу атмосферанинг ёруғликни - танлаб ютуши яъни унинг экстинкциясидир, шу сабабли қуёш нурлар жуда катта миқдорда, айниқса нурнинг қисқа тўлқин узунлигига тўғри келган қисм кўп ютилади.

Айниқса катта зинит масофаларда, экстинкция катта қийматни оладиган жойларда, ҳар хил тўлқин узунликлари учун, рефракция ҳар хил қийматни қабул қилади. Атмосфера спектрнинг ҳосил бўлишига ҳам шу сабаб бўлади. Ёруғлик нури атмосферада перпендикуляр йўналишда ташкил этувчиларга ажралади, қисқа тўлқин узунлигига тўғри келганлар зинит йўналишида оғади. Шунинг учун ҳам денгизда ва баланд тоғларда ботаётган қуёшга қаралса у, яшил рангга чарақлаб (ярқираб) кетгандек бўлади, чунки мовий ва бинафша ранглари атмосферада селектив ютилиш асосида йўқолиб кетади.

Иккинчи қизиган атмосфера қатлами 20÷65 км баландликга тўғри келади. Қуёш нурлари таъсирида озон-О₃ молекуласи ҳосил бўлади. Унинг ер сиртидаги порцияси босими 2-10⁻⁵ мб ни ташкил қилса 20 дан 28 км гача баландликда унинг босими 7 дан 15 мартагача ошади ва кейин эса баландлик ошиши билан яна аста секин камайиб боради. Озон молекулаларининг катта ютувчанлик ҳосиласи 60 км. баландликгача ҳаво массасининг кучли қи-зиб кетишига олиб келади. Янада баландликда температура туша бошлайди. 80км баландликда температура – 140⁰ С. гача тушади. Бундай температурада озгина сув буғлари, кумушсимон нур тарқатувчан бўлимлардек бўлади. Бу баландликларда ҳаво таркиби (гомосфера), Ер сиртинидан диёрли фарқ қилмайди. Ундан кейин гетеросфера қатлами келади, у Қуёшнинг ультра-қисқа тўлқин узунликлари 911 дан 1027Å гача оралиқдаги нурла-

ниши таъсирида нормал Ер – қатлам ионосфера ҳосил қилади, ва ундан ҳам аввал нурланишнинг 465 дан 630 Å гача баландликда ҳосил қилади. Қуёш нурланиши 100-400 км баландликда ва 200 дан 1000⁰К гача температуранинг ошишига олиб келади, Шунинг учун ҳам Ер атмосферасининг баландги қатлами термосфера деб аталади. Бу маълумотлар суний йўлдошлар ёрдамида аниқланган. Шундай йўл билан атмосфера таркибининг суткалик ва йиллик ўзгариши аниқланган, бу қатламларда қуёш фаоллиги ўртача 11.1 йилга тўғри келиши ўрнатилган, шу даврлардаги қайт қилинган нурланиш нисбий интенсивлиги электромагнит нурланишнинг 1027 дан 1350 Å оралиққа тўғри келади, бу вақтда корпускулларнинг катта оқими кузатилади. Бундай ҳодисалар радиоалоқага катта таъсир қилиб, ҳатто уни издан чиқариши ҳам мумкин.

400 км дан баландда экзосфера бошланади. Ер атмосфера-нинг газы сайёралараро моддага айланади. Ер сайёраси кучли ички магнит майдонга эга ягона сайёрадир, у радиоцион халқани вужудга келтиради ҳамда магнитосфера яратади. Ернинг магнит майдони унинг сиртида 0,4 Гс бўлиб Ер радиусига тенг баландликда 0,07 Гс га, уч ер радиусига тенг баландликда эса 0,006 Гс га тенг. Ер сиртидан 10 радиусига тенг баландликда ҳам сайёралараро магнит майдондан 20 баробар каттадир.

Ернинг сиртида унинг магнит майдони тарқалиши, анча сокин бўлиб фақат ер ости темир конлари мавжуд жойлардагина нотинчдир. Ер сиртидан узоклашганимиз сари қуёш тасирида вужудга келган асимметрия ривожланиб боради. Қуёшнинг фаол фазасида плазма оқими булут каби структурага эга бўлади. Бу булут протонлардан, электронлардан ва нейтронлардан иборат бўлади. Булутларда магнит майдонлар ўзгармас-қотиб қолгандек бўлади. Қуёш тожи таъсирида Ернинг магнит майдоннинг зичлиги ҳар хил бўлади, ернинг қуёш томонида магнит куч чизиклари зичроқ, соя томонида эса магнит куч чизиклари зичлиги сийроқроқ бўлади, натижада магнит куч чизиклари диформацияланган бўлади.

3.2. Атмосферада ёруғлик нурларининг эгилиши. Рефракция.

Бир жинсли бўлмаган мухитда ёруғликнинг нур буйлаб тарқалиши сақланган ҳолда нурнинг узи эгри чизиқли бўлиб кетада. Бирор мухитни олайликки, у ясси параллел қатламлардан ташкил топган бўлиб, ҳар бир қатлам ўзгармас синдириш кўрсаткичга эга бўлиб, қатламдан қатламга ўтганда эса у, сакраш йўли билан ўзгарсин. Ёруғлик нури икки қатлам чегарасидан синиб ўтиб, синиқ чизиқ шаклини олиб боради. Қатламлар сонини чексиз кўпайтирамиз, қатламлар қалинлигини эса кичрайтираб борамиз, синдириш кўрсаткичиларнинг қатламдан қатламга ўтгандаги фарқи эса чексиз кичрайиб боради. Унда, фазодан мухит синдириш кўрсаткичи чегарасида унинг ўзгариши узлуксиз бўлиб нур эса, йўналиши ўзгаруви урунма эгрига айланади. Энди фазонинг синдириш кўрсаткичи хоҳлагандай ўзгарсин аммо жуда катта бўлмаган миқдорда ўзгарсин, унда мухитни ясси қатламли дейиш мумкин, бунга мисол Ер атмосферасидир.

Ер атмосфераси зичлиги шунингдек унинг синдириш кўрсаткичи Ер сиртидан юкорилашган сари камайиб боради. Ёруғлик нурининг эгилиши каби ҳодисалар шу билан тушинтирилади. Бунга астрономик рефракция ҳодисаси ҳам киради, яъни осмон жисимларининг кўтарилгандек кўриниши, ёруғлик нурининг атмосферага кирганда эгилишидандир.

Агар ёритгич гаризонтдан баландда тўрган бўлса, уни ҳисоблашда Ер сиртини ясси деб олганимизда ҳам катта хато қилмаган бўламиз. Аммо ёритгич гаризоитга яқин жойда тўрганда бундай қилиб бўлмайди. Бундай ҳолларда Ернинг сферик эканлигини амалга олиш зарур.

Хавонинг синдириш кўрсаткичини фақат Ер сирти баландлигидан боғлиқ деб олиб n бир оз ёнбош градиентга эга деймиз. Ернинг маркази O бўлсин, радиуси Z бўлсин. Осмон ёритгичидан келаётган ёруғлик нури AM , вертикал текисликда ётади, у текислик кузатувчи кўзи ва ёритгич орқали ўтади.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{n} \frac{dn}{dN} = \frac{d}{dN} (Lnn) \quad (3.1), \text{ бу ерда, } R - \text{эгрилик радиуси ва}$$

N – нормал. (3.1) ифодага асосан

$$\frac{1}{R} = \frac{d\alpha}{ds} = \frac{d}{dN} (Lnn) = \frac{dLnn}{dr} = \frac{dr}{dN} = -\frac{d(Lnn)}{dr} \sin\beta,$$

бу ерда, α - зенит масофаси бўлиб, MZ вертикал билан уринма нур орасидаги ўзгарувчан бурчак, S – нур узунлиги, u кўзатувчининг кўзи M дан бошлаб ҳисобланади. Юқоридагилардан қуйидагини ҳосил қилиш мумкин

$$\frac{d\alpha}{ds} = \frac{d\alpha}{dr} \frac{dr}{ds} = \frac{d\alpha}{dr} \cos\beta \quad \text{чунки} \quad \frac{1}{tg\beta} \frac{d\alpha}{dr} = -\frac{d}{dr} (Lnn) \quad (3.2) \text{ ва}$$

$$rd\gamma = ds \sin\beta, \text{ булардан } \frac{1}{tg\beta} \frac{d\gamma}{dr} = \frac{1}{r} \frac{ds}{dr} \cos\beta = \frac{1}{r}; \text{ Бу тенгликни}$$

(3.2) дан айриб ҳамда $\alpha - \gamma = \beta$, лигини ҳисобга олсак

$$\frac{d\beta}{tg\beta} = -dLnn - \frac{dr}{r} = -dLn(nr). \text{ Бу тенгламани интегралласак}$$

$nr \sin\beta = n_o r_o \sin\alpha_o$ (3.3) ни оламыз. n_o, r_o ва α_o лар n, r ва α ларнинг M нуқтадаги қийматлари ($\alpha \equiv \beta$). Ҳисоблаб ва уни (3.2) га қўйсак

$$\alpha_\infty - \alpha_o = -n_o r_o \sin\alpha_o \int_{r_o}^{\infty} \frac{dLnn}{dr} \frac{dr}{\sqrt{n^2 r^2 - n_o^2 r_o^2 \sin^2 \alpha_o}} \quad (3.4).$$

Бу ерда, α_o - M нуқтадан ёритгичнинг зенит масофаси α_∞ -эса нур асимптотаси ва шу нуқта вертикали асосидаги бурчак $\alpha_\infty - \alpha_o$ –фарқ рефракция деб аталади. Рефракцияни ҳисоблаш учун (3.4) ифодадан фойдаланамиз. Хаво зичлигининг Ер сирти баландлигидан боғлиқлик ифодасини билган ҳолда, h -ни $\frac{(h-1)}{s} = const$ ифодадан топамиз. Шундан кейин (3.4) ни сон

бўйича интеграллаймиз.

Агар ёритгич горизонтга нисбатан жуда яқин бўлмаган ҳолларда Ер сиртнинг эгрилигини ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Бундай ҳолларда рефракция синдириш кўрсаткичининг ўзгариш характеридан боғлиқ бўлмайди ва қуйидаги формулада ҳисобланиши мумкин (баландликдан боғлиқ)

$$\sin \alpha_{\infty} = h_0 \sin \alpha_0 \quad (3.5)$$

Бу ифода берадиган хато баландлик камайиши билан, α - тез камайиб кетади. $\alpha_0 = 80^\circ$ лардаёқ у, 3% дан ошмайди.

$\alpha_0 < 75^\circ$ ларда (3.5) ифода катта аниқликни беради.

Айрим жойларда куннинг узунлиги 3-4 минутга катта бўлиши ҳам, рефракция натижасидир. Рефракция тўлқин узунликдан боғлиқ. Шунинг учун ҳам қуёш ботишида олдин қизил ва сарик ранглар йўқолиб кетади, натижада қуёш диски сегметининг қолган қисми 1-2 секундга яшил ёки кўк рангга буёлиб кетади. Қуёш чиқишида тескариси ҳол кузатилади, олдин қисқа тўлқинли яшил ранг ёрқираб кетади ва кейин бошқа ранглар пайдо бўлади.

Айрим ҳолларда Ер сиртнинг яқин жойларда хавонинг кучли қизиши ёки совуши натижасида унинг синдириш кўрсаткичининг ўзгариши градиенти вертикал йўналишда ўзгаради, чунки хаво зичлиги Ер сирти томон (юқоридан пастга) ошиб боради. Булардан келиб чиқиб, ёруғлик нури пастдан юқорига тарқалаёпти дийайлик, маълум бир баландликда, агар нур горизонтга нисбатан кичик бурчакда тушаётган бўлса, шундай бўлиши ҳам мумкинки α бурчак 90° тенглашади. Бу қуйдагича ифодаланади.

$$h(h) = h_0 \sin \alpha_0$$

Демак, h баландликда худди тўла ички қайтишга ухшаш ҳодиса рўй беради. Бундай ҳодисалар атмосферада ажойиб ҳолатлар вужудга келиши оқибатида вужудга келади. Яъни хаво зичлигининг ўта тез ўзгариши натижасида саробга ўхшаш ҳодисаларнинг атмосферада вужудга келиш сабабларидан биридир. Асосан баланд ва паст сароб кузатилади. Баландда кузатилган саробда жисмларнинг ўзларидан ташқари уларнинг соялари ҳам улардан баландроқда кузатилади, пастки саробда эса жисм тас-

вири узидан пастрокда кузатилади. Паст сароб сахроларда ис-сиқ пайтлари кузатилади, хавонинг ерга тегиб тўрган қисмининг жуда қизиши натижасида баландлашган сари зичлиги ва синди-риш курсатгичи тез ошиб кетади. Жисмнинг ҳар бир нуқтасидан кузатувчининг кўзига ёруғлик нури тўғри келиб тушади, бу нур тўла ички қайтиш ҳодисасига учрамайди; унга жисмнинг тўғри ва оддий тасвири мос келади. Аммо, синдириш кўрсаткич гради-ентининг катта қийматларида, тўла ички қайтишга учраган нур-лар ҳам қатнашиши мумкин. Бундай нурлар тескари тасвирни берадилар. Саробда ҳосил бўлган тасвир, худди кўзгудагидек вужудга келади.

Баланд сароб ҳам шу тариқа тушунтирилади. Фақат, у киш-нинг совуқ пайтлари, совуқ мамлакатларда содир бўлади, чунки ер сиртига яқин жойларда савуқ хаво қатлами ҳосил бўлади, у ерда хавонинг синдириш кўрсатгичи баландлик бўйлаб тез камаяди.

Умуман атмосферада хаво зичлиги ва унинг синдириш кўр-сатгичининг тез ўзгариши натижасида атмосферада ҳар хил ажой-иб кўринишдаги жисмларнинг тасвирлари ва бошқа ҳодисалар кузатилиши мумкин.

3.3. Ёруғлик интерференцияси

Ёруғлик интерференцияси, бу икки ёки бир неча когерент тўлқинларнинг ўзаро қўшилишиб бир бирини кучайтириши ёки сусайтиришидир. Бу ҳодисани ўрганиш учун биз энг оддий гар-моник тўлқинларнинг ўзаро қўшилишини кўрайлик, иккита тўлқин олайлик:

$$y_1 = A_1 \cos(\omega t + kx + \varphi_1) \text{ ва } y_2 = A_2 \cos(\omega t + kx + \varphi_2)$$

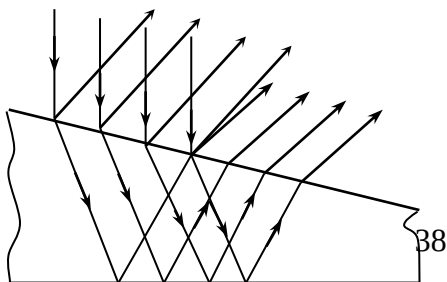
Бу икки тўлқинда y_1 ва y_2 лар, мос равишда қўшилувчи тўлқинларнинг E электр векторларига тўғри келсин дейлик, унда H магнит вектори E электр векторига перпендикуляр бўлади. Натижаловчи тўлқин тенгламаси қуйидагича бўлади: $y = y_1 + y_2 = A \cos(\omega t + \varphi)$. Амплитудаси $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2)$

Когерентлик шарти шундан иборатки, қўшилувчи тўлқин-

ларнинг частоталари тенг, фазалар фарқи ўзгармас ёки нолга тенг бўлиши керак. Мана шу шартлар бажарилганда турғун интерференцион ҳолатни оламиз, натижаловчи тўлқин амплитудаси ўзгармас бўлади. Агар когерент бўлмаган тўлқинлар қўшилса, турғун бўлмаган, яъни жуда қисқа вақт кузатиш мумкин бўлган интерференцион йўллارни оламиз. Табиий манбалар когерент бўлмаган ёруғлик оқимини чиқаради. Чунки ёруғликни асосан қизиган моддалар беради (чиқаради). Қизиган моддалар атомлари тартибсиз ҳаракатда бўлгани учун улар чиқарган нурланиш ўзаро когерент бўлмайди. Ҳар бир вақт ораллигидаги нурланишни кетма-кет чиқаётган "цуг" сифатида қараш керак. "цуг" вақтининг 10^{-8} улушида чиққанлиги, частотаси 10^{15} бўлганлиги учун 10^7 та тўлқиндан иборат бўлади. Когерент манбалар сунъий равишда ҳосил қилинади. Бунинг учун, манбадан чиқаётган нурланиш сунъий равишда иккига бўлинади. Когерент манбалар олишнинг Юнг, Френель ва бошқа усуллари билан бошқа дан танишишингиз керак.

Икки тўлқин қўшилиши натижасида вужудга келган интерференцион йўллارни кузатайлик ҳамда максимум ва минимум ҳосил бўлиш шартлари билан танишайлик. Бу ерда икки тўлқин қўшилишида улар ҳосил қилган йўллар фарқи асосий ролни уйнайди. Агар йўллар фарқи $\Delta = 2k \cdot \lambda / 2$ бўлса, биз максимумни оламиз чунки, $\Delta = \pm k\lambda$ ўша нуқтада бир хил фазада тебранади. $\Delta = \pm (2k+1)\lambda / 2$ бўлса, минимумни оламиз, чунки, иккала тўлқин тебраниши қарама қарши фазада бўлиб беради (бу ерда к-интерференцион максимум тартиб рақами, λ тўлқин узунлиги).

Ёруғлик интерференциясида юпқа плёнкалар масаласи мавжуддир. Бу тенг қалинликка тегишли ва тенг оғишга тегишли йўллар деб юритилади.

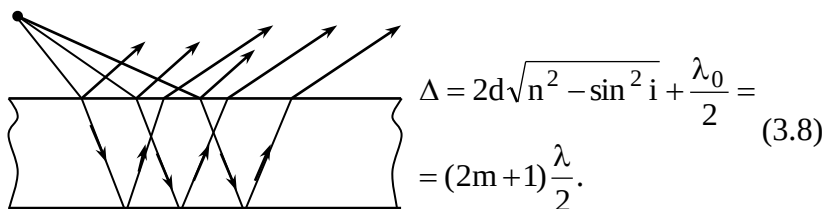


$$r_{\text{ep}} = \sqrt{\left(m - \frac{1}{2}\right) \lambda_0 R}; \quad (3.6)$$

$$r_k = \sqrt{k\lambda_0 R}. \quad (3.7)$$

3.1 расм

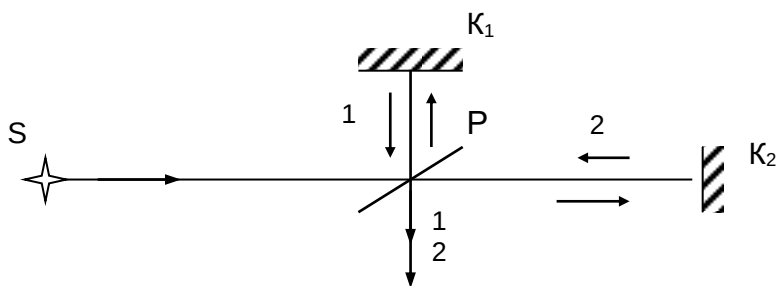
Тенг қалинликка тегишли бўлганда интерференция, плёнка сиртида кузатилади.



3.2 расм

Тенг оғишга тегишли бўлганда интерференцион йўллар чексизликда, ёки линза ёрдамида, экранда кузатилади.

Ёруғлик интерференциясининг тажрибада фойдаланиш учун, интерферометрлардан фойдаланамиз. Жамен, Майкельсон, Линник ва бошқа интерферометрлар мавжуд. Уларнинг ҳаммаси, манбадан чиққан ёруғликни ярим шаффоф пластинка ёрдамида иккига ажратади, пластинкадан ўзаро перпендикуляр йўналишда



3.3 расм

чиққан нурлар, нур йўналишига перпендикуляр қўйилган кўзгулардан қайтиб, яна учрашади ва параллел ҳолда бир йўналишда тарқалади. Экранда ёки кўриш майдонида учрашиб ўзаро интерференциялашади. Интерферометр нурларининг бирортаси йўлига, текшириладиган модда қўйилса, унда модданинг хоссасига

боғлиқ равишда, интерференцион йўллар у ёки бу томонга сурилади. Натижада биз модда тўғрисида маълум фикрга эга бўламиз. Интерферометрлар ёрдамида, оптик зичлик, сирт силлиқлиги, спектрал чизиқлар структураси, спектрал чизиқларнинг кенгайиш қийматлари ва ҳ.к. топилади. Чизмада Майкелсон интерферометри берилган.

3.4. Ёруғлик дифракцияси

Физика курсининг электр ва магнетизм қисмида биз электромагнит тўлқинлар ва уларнинг хоссалари билан танишганимизда, тўлқинларнинг тарқалиши тўғри чизиқликдан четланишини кўрган эдик.

Ёруғлик ҳам маълум частотадаги электромагнит тўлқин бўлгани учун, бу ерда ҳам дифракция ҳодисаси кузатилади. Ёруғлик тўлқинларининг тарқалиш процессини ҳисоблаш учун электромагнит майдон тарқалишини тўлиғича дифференциал тенгламаларни математик анализ қилиш керак. Биз фақат дифракция ҳодисаси механизми ва умумий ҳисоби билан танишиб қўяқоламиз. Ёруғлик дифракцияси табиати ва сифатий қонуниятни қуйидаги икки асосий принципга таянади:

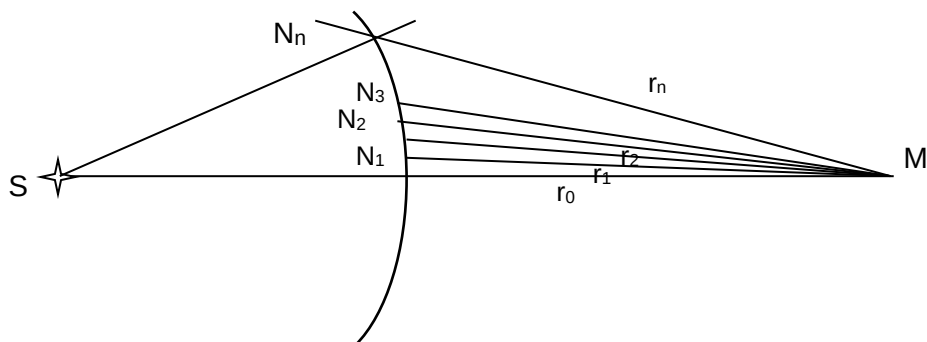
1. Гюйгенс принципи. Тўлқин фронтининг ҳар бир нуқтаси, иккиламчи тўлқин манбаидир.

2. Интерференцион принципи. Тўлқин фронтининг ҳамма нуқтаси бир хил частота ва фазода тебранади. Демак ўзаро когерент манбалар тўпламидир.

Шунинг учун ҳам тўлқин фронтининг ҳар бир нуқтасидан чиқувчи тўлқинлар ўзаро бирлашиб ёруғлик интерференциясини беради. Интерференция натижасини ҳисоблаш учун тўлқин фронтининг олдида қандайдир М нуқта оламиз, бу нуқтага тўлқинлар ҳар хил масофани босиб келади ва фазо бўйича ҳам маълум силжишга эга бўлади. М нуқтадаги интерференция картинасини ҳисоблаш учун Френель қуйидаги содда усулни таклиф қилган. У тўлқин фронтини маълум зоналарга бўлди, ҳар бир зонадан келувчи тўлқин қўшнисига нисбатан 180^0 фазага фарк

қилади яъни M нуктага қарама- қарши фазада келади.

S нуктавий манбадан монохроматик ёруғлик бир жинсли мухитда тарқалаётган бўлсин. Гюйгенс принципига асосан ундан бутун йўналишлар бўйлаб сферик тўлқин тарқалади. Маълум вақтдан кейин тўлқин фронти Φ ҳолатни олсин. Нуктани S ёруғлик манбаи билан туташтирайлик.



Агар ёруғлик тўғри чизикли тарқалганда эди, S манбадан чикувчи ёруғлик, манбаи билан M нукта орасига кичик бир тўсиқ қўйилса, M нуктада қоронғиликни кузатган бўлар эдик, аммо биз M нуктага Φ тўлқин фронтининг ҳамма нукталаридан ёруғлик тушаётганлигини кўрамыз, бу тўлқинлар бир-биридан фазалари билан фарқ қилади, холос.

Интерференция натижасини ҳисоблаш учун Френель бир нечта маркази M нуктада бўлган сфера ўтказишни таклиф этади, уларнинг радиуслари қуйидагича топилади.

$$\begin{aligned}
r_0 &= M0 \\
r_1 &= N_1 M = M0 + \frac{\lambda}{2} \\
r_2 &= N_2 M = r_1 + \frac{\lambda}{2} = r_0 + \lambda \\
r_3 &= N_3 M = r_2 + \frac{\lambda}{2} = r_0 + 3\frac{\lambda}{2} \\
&\dots\dots\dots \\
r_n &= N_n M = r_{n-1} + \frac{\lambda}{2} = r_0 + n\frac{\lambda}{2}
\end{aligned} \tag{3.10}$$

Шундай қилиб, Φ тўлқин фронти, бир нечта халқага яъни зонага бўлинади. Ҳар бир халқадан келувчи тўлқин M нуқтага қарама-қарши фазада ва $\lambda/2$ йўллар фарқига эга ҳолда келади. M нуқтага келувчи тўлқинлар амплитудасини мос равишда белгилаймиз.

$$A_0, A_1, A_2, A_3 \dots$$

Бу амплитудалар сони ошган сари кичрашиб боради, чунки зоналар сони ошган сайин M нуқтадан узоқлашиб боради.

$$A_0 > A_1 > A_2 > A_3 > \dots$$

Умумий ҳолда қандайдир K белгили халқа амплитудаси икки қўшни зоналардан келувчи ёруғлик тўлқини амплитудаси йиғиндисининг ярмига тенг деб олиш мумкин.

$$A_k = \frac{A_{k-1} + A_{k+1}}{2}$$

Йиғинди амплитуда қуйидагича ҳисобланади.

$$A = A_0 - A_1 + A_2 - A_3 + \dots$$

ёки

$$A = A_0/2 + (A_0/2 - A_1 + A_2/2) + (A_2/2 - A_3 + A_4/2) + \dots \tag{3.11}$$

Шундай қилиб, Φ тўлқин фронтидан M нуқтага таъсир этувчи йиғинди амплитуда $A_0/2$ га тенг ёки нолинчи Френель зонасидан келувчи тўлқин амплитудасининг ярмига тенг экан. Бундай

бўлишига сабаб Φ – тўлқин фронтидаги қўшни зоналардан келувчи тўлқинлар тескари фазада бўлиб, улар бир-бирини сусайтирадилар. Худди шу ходисани манба билан M нуқта орасига думалоқ тирқиш қўйиб ҳам кузатиш мумкин, у ҳолда экран маркази ёруғроқ бўлади ва бу марказдаги ёруғроқ нуқтага Пуассон нуқтаси дейилади.

Агар зонали экран қилиб Френель зоналарининг жуфт (ток) белгиларини тўсиб қўйсак унда йиғинди амплитуда $A = A_0 + A_2 + A_4 + \dots$ га тенг бўлади ва биз M нуқтада кучли ёритиганликни олишимиз мумкин.

Френель зоналари нисбий тушунча бўлиб, зоналарни радиуси тўлқин фронтидан кузатилаётган нуқтагача бўлган масофага боғлиқдир. Демак ёруғлик дифракцияси бу ёруғлик тўлқинларининг маълум кичик тўсиқларни айланиб ўтиши (ёки ёруғликнинг тўғри чизиқли тарқалишининг бузилишидир) ва ўзаро қўшилишиб бир бирини кучайтиришидир (сусайтириши).

3.5. Ёруғлик дисперсияси

Модданинг синдириш кўрсаткичи ёруғлик тўлқинининг частотаси (ёки узунлиги) га боғлиқлиги билан юзага келувчи ходисаларга ёруғлик дисперсияси дейилади. λ_0 - ёруғликнинг вакуумдаги тўлқин узунлиги $n = f(\lambda_0)$

Ньютон 1672 йилда ёруғликнинг шиша призмадан синишидан фойдаланиб, биринчи бўлиб ёруғлик дисперсиясини экспериментал текширди.

Оқ ёруғлик нури уч ёқли призмага маълум бурчак остида тушганда, призмадан синиб ўтиб спектрга яъни, рангларга ажралади. Дисперсия, бурчакли ва чизиқли дисперсияларга бўлинади.

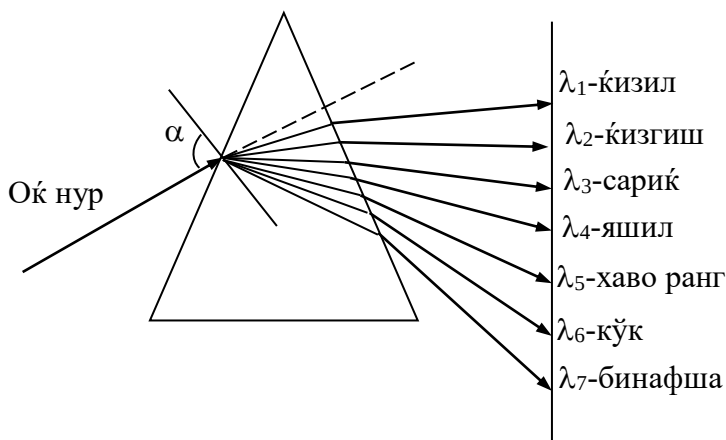
$$D_\Phi = \frac{\Delta\Phi}{\Delta\lambda}; (3.12) \quad D_I = \frac{\Delta I}{\Delta\lambda}; \quad (3.13) \quad D = f D_\Phi \quad (3.14)$$

бу ерда, $\Delta\lambda$ - қаралаётган тўлқин узунлик орасидаги фарк, мос равишда $\Delta\Phi$ - бурчак ва ΔI - масофалар орасидаги фарқлардир. f - фокус оралиғи (3.12), (3.13), ва (3.14) лар мос равишда бурчакли ва чизиқли дисперсиялар ва улар орасидаги боғланиш

формуласи. D -модда дисперсияси.

$$D = \frac{\Delta n}{\Delta \lambda} \quad (3.15)$$

Агар тўлқин узунлигининг камайиши билан модда синдириш кўрсаткичи ортса, нормал дисперсия дейилади, акс ҳолда аномал дисперсия дейилади. Нормал дисперсия соҳасида модда синдириш кўрсаткичининг λ_0 га боғлиқлиги тақрибан башқа формула орқали кўрсатилиши ёки дисперсиянинг электрон назариясида муфассалроқ тушунтирилиши мумкин.

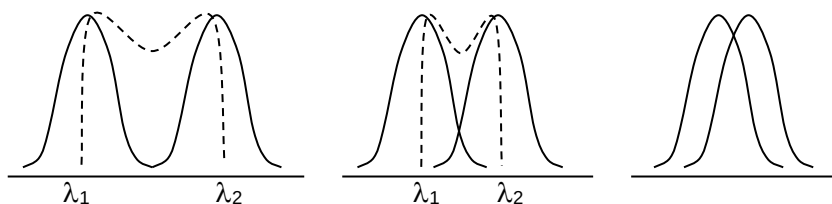


3.5 расм

3.6. Оптик асбобларнинг ажрата олиш қобилияти

Бир-бирига яқин тўрган икки λ_1 ва λ_2 спектрал чизик монохроматик ёруғликка ҳар қанча яқин бўлганда ҳам дисперсиянинг анча катта бўлиши, бу икки чизикни ажратиб кўриш имконини бермайди. Ҳақиқатдан ҳам, дисперсия иккита λ_1 ва λ_2 тўлқин узунлигига оид интенсивлик максимумлари орасидаги бурчакли масофани ёки чизикли масофани аниқлайди, бироқ ҳар қандай аппаратда, бир тўлқин узунлигининг максимумидан минимумига аппаратнинг тузилишига қараб аста-секин ўтилади.

Айтилганларни чизмада қуйидагича ифодалаш мумкин.



3.6 расм

Ёритилганликнинг бизга кўринадиган тақсимоти бир-бирига яқин бўлган λ_1 ва λ_2 спектрал чизиклар ҳосил қилган ёритилганликлар йиғиндисига тенг, бу чизиклар ҳосил қилган интенсивликлар бир хил; бу тақсимот S эгри чизик билан тасвирланган. Шундай қилиб, агар ёритилганлик чизмада кўрсатилгандек бўлиб секин камайса, у ҳолда дисперсия катта бўлган тақдирда ҳам λ_1 ва λ_2 тўлқин узунликлари борлигини пайқашга имконият бўлмайди. Икковининг тўлқин узунлиги йикки хил бўлган икки спектрал чизикни аппарат ажрата оладиган бўлиши учун максимумлар орасидаги масофа ўзгармас бўлгани ҳолда иккала чизикнинг шакллари етарлича аниқ бўлиши зарур. Бу ҳолда ҳар бир максимумнинг урқачлари бир-бирини анча қоплаган бўлишига қарамай, икки максимум борлиғи анча ошқор ҳолда кўрилади. Равшанки, бу ҳолда икки максимумни бир-биридан фарқ қилиш имконияти маълум даражада спектр бўйлаб интенсивлик тақсимоти текширилаётган усулнинг контрастга бўлган сезгирлигига, интенсивликда бир оз фарқ борлигини ишончли равишда аниқлаш имкониятига боғлиқдир.

Назарий жиҳатдан, оптик асбобларнинг ажрата олиш қобилияти қуйидаги формулада аниқланади.

$$r = 0,61\lambda ; \quad \frac{f}{\lambda} = 1,22\lambda \frac{f}{D} \cdot \Delta = 1,22 \frac{\lambda}{D}; \quad \text{ёки} \quad F = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} \quad (3.16)$$

бу ерда, λ - тўлқин узунлиги, $D = 2h$ - объектив диаметри, f - фокус оралиғи.

Режа

1. Ер атмосфераси ҳақида.
 2. Атмосферада ёруғлик нурларининг эгилиши.
Рефракция.
 3. Ёруғлик интерференцияси.
 4. Ёруғлик дифракцияси.
 5. Ёруғлик дисперсияси
 6. Оптик асбобларнинг ажрата олиш қобилияти.
- иборалар Тоянч сўзлар ва тоянч.

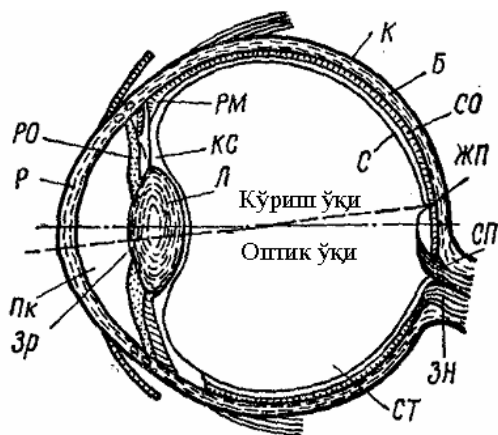
IV БОБ

Оптик асбоблар ва уларда ўлчаш олиб бориш

4.1. Кўз – оптик система сифатида

Кўплаб оптик асбоблар визуал кузатишга мўлжалланган бўлиб, улар кўз билан ишлашга мослашгандир. Кўзнинг ишлаши жуда содда бўлиб, функционал жihatдан эса анча мураккаб системадир.

Кўз бу камерага ўхшаш бўлиб шарсимон шаклга эга. Кўзнинг олдинги Қисмида ёруғлик ўтказадиган Қисми жойлашган бўлиб, бу элемент Л кўз гавхари деб аталади, кўзнинг тубида-ёруғлик қабул қиладиган қисми жойлашган – бу С тўр қобикдир. Диафрагма вазифасини кўзнинг камалак қисмидаги тешик - Зр кўз қорачиғи



4.1 расм

(кўзнинг апертура диафрагмаси) бажаради. Кўз корачигининг диаметри 2-8 мм орасида ўзгаради. Кўзнинг оптик система сифатида тузилиши шундайдир.

Кўзнинг тузилиши юқорида келтирилган элементлар билан чега-раланиб қолмайди. Кўз-нинг ташқи оқ сирти оқсил қобик Б ёки склер деб аталади. Кўзнинг оқ пардаси (**склер**) нинг

олдинги қисми қаттиқ қавариқ шох қатламга ўтиб боради ёки Р – шох пардага. Кўзнинг оқ пардарси олдинги сирти юпқа шилим-шиқ парда билан қопланган қисми-конъюктив К деб аталади, у қовоқнинг ички қисми билан туташиб кетган бўлади. Оқ парданинг шох пардага ўтиш чегарасида оқ пардага айлана боғлам КС боғланган, унга эса кўз гавхари солинган юпқа шаффоф халта беркитилган бўлади. Айланма боқламнинг асоси бўлиб, кўз гавхарини ҳам ўраб олган, РМ киприк мускули хизмат қилади. Склер остида томирлар қобиғи СО жойлашган. Кўзнинг олдинги қисмида у оқ пардадан ажралиб РО камалак пардага боғланиб кетади. Тўр қатлам С томир қатламга орқа томондан қўшилади ва ЗН кўриш нервнинг тармоқланиб кетганидир.

Кўз, кўриш нерв ва кўриш маркази бош миянинг катта ярим шарида атрофдаги жисмларнинг кўриниш тасвирини ҳосил қилади.

Нормал кўз зўриқмай кўрадиган узоқ нуқта чексизликда ётади, якин нуқта эса ёшга қараб ҳар хил масофада ётади (йигирма ёшда 10 см да, 40 ёшда эса 22 см да).

Кўзнинг катталиклари қуйидагича:

- | | |
|--|----------|
| 1. Синдириш кучи, диоптрия ҳисобида | - 58, 48 |
| 2. Кўзнинг узунлиги | - 22 мм |
| 3. Синдирувчи сиртнинг эгрилик радиуси | - 5,7 мм |
| 4. Мухитининг синдириш кўрсаткичи | -1,33 |
| 5. Тўр парданинг эгрилик радиуси | - 9,7 мм |

Кўзнинг ёруғлик сезиши қуйидагича тушунтирилади. Кўз-нинг оптик системаси ташқи қатлам вазифасини утовчи қавариқ

шох парда, диафрагма вазифасини ўтовчи қорачик, кўз гавхари ва кўз камерасини тўлдирувчи шаффоф шишасимон модда ташкил топганлигини айтдик. Бу оптик система «кўраётган» буюмининг тасвирини кўз камерасининг ички юзига тўр пардага туширади. Тўр парданинг охири қатламида жойлашган рецептор хужайралар, яъни колбача ва таёқчалар ёруғликни бевосита сезади. Ёруқлик колбача ва таёқчаларда бирламчи таъсирланиш вужудга келтиради, бу таъсирланиш импульсларга айланади. Бу импульслар бир қатор оралик хужайралар орқали узатилади ва тўр пардадан кўриш нервининг толалари бўйлаб чиқиб кетади. Бу толалар сигналларни пўслоқ тагидаги марказларга, у ердан бош миянинг пўстлоғига узатади.

4.2. Оптик квант генератори (лазер) нинг ишлаш тартиби ҳақида

Замонвий геодезик ўлчаш асбобларига қуйилаётган талаблардан бири, ўлчашларда катта аниқлик бўлиб бунга эришиш учун, ўлчаш асбоблари қатор талабларга жавоб бериши зарур. Булардан бири аниқ-абсолют параллел ва монохроматик ёруғлик манбасидан фойдаланишни тақоза қилади. Бўндай ёруғлик манбаси *лазер*лар яъни оптик квант генераторларидир. Оптик квант генераторлари, геодезик ўлчаш асбобларида кенг қўлланилади: теодолитлар, светодалномерлар ва бошқалар. Оптик квант генераторларининг ишлаш тартиби билан танишайлик. Оптик квант генераторининг ишини баён қилишдан олдин бу номнинг маъносига изоҳ берайлик. Фаол муҳитда йўналтирилган нурланиш оқими ҳосил қилиш учун атомлар ёки молекулаларнинг, энергиянинг мумкин бўлган қийматларининг дискрет тўпламига эга бўлган ва энергия квантлари-фотонлар чиқарадиган квант системаларининг нурланиш жараёнларидан фойдаланилади.

Икки кузгу орасига қўйилган фаол муҳит ёруғликни қандай нурлантиришини кўрайлик. Бўндай системани оптик фаол резанатор деб айтиш қобул қилинган. Фаол муҳитнинг бирор нуқтасидаги уйғанган атом инверс баландликка эга бўлган сатҳлар ўртасидаги спантан ўтиш натижасида тўлқин чиқарган бўлсин.

Тўлқиннинг фаол муҳитда ўтадиган йўли қанча катта бўлса, тўлқин шунча кучаяди. Резанатор ўқиға перпендикуляр бўлган йў-налишларда кучайтириш энг кам бўлади. Бошқа йўналишларга бир мунча кўпрак йўл мос келади ва, демак, бирмунча кўпроқ кучайтириш мос келади. Бу мақсадни амалга ошириш учун қуйидаги системани яратишдилар.



L - кристаллнинг узунлиги
 $2L = n\lambda$ ва нурланиш интенсивлиги

$$K = \frac{I}{I_0} = I_0^{2\alpha L} \text{ бўлиши керак.}$$

Геодезик асбобларда асосан газ лазерлари ишлатилади. Ма салан, Гелий-неон лазерлари, қуввати бир неча ўн милливаттга тенг монохроматик, яхши коллимациоланган даста нурлантиради, импульсли ва узлуксиз режимларда ишлайди, тузилиши содда ва ишлатилиши қиёсан беҳатодир. Бундай лазерлар спектрнинг ҳам кўринувчан, ҳам инфроқизил соҳаларида нурланиш ҳосил қилади. Улар нурланишнинг тўлқин узунлиги спектрининг кўринувчи соҳасида унинг қизил қисмига ($\lambda = 632,8$ нм) тўғри келиб, спектрнинг инфроқизил соҳасида эса тўқин узунлиги 1150 ва 3390 нм га тенг бўлади. Бўндай турдаги асбоблар ўлчаш асбобларида ва лабораторияларда қўлланиладиган лазернинг кенг тарқалган тури бўлиб қолди, бунда нурланишнинг параметрларига қўйилган талаблар юқорида кўрсатилган шартлар билан чекланади.

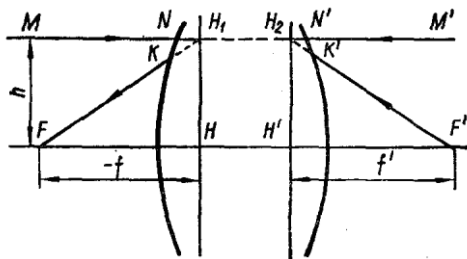
4.3. Линзалар. Луна. Микроскоп. Кўзгулар.

Марказлаштирилган системанинг иккита сферик сирт билан чегараланган ҳоли катта аҳамиятга эга, бу икки сирт ёруғликни яхши синдирувчи шаффоф моддани атрофидаги хаводан чегаралаб туради, бундай системага линза деб аталади. Агар линзанинг иккала учи устма- уст тушади деб ҳисоблаш мумкин бўлса, яъни линзанинг d қалинлиги чегаралавчи сиртларнинг R_1 ва R_2 эгрилик радиусларига нисбатан жуда кичик бўлса, линза **юпқа линза** деб аталади.

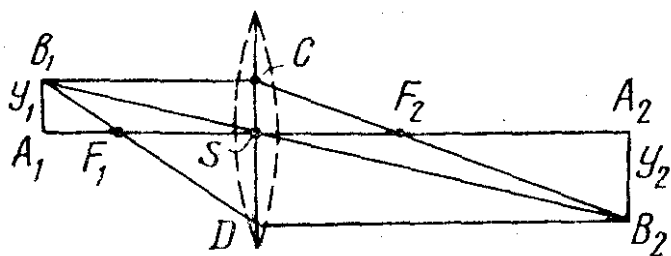
Ўққа яқин жойлаштирилган кичик буюм тасвири марказлаштирилган сферик сиртлар системаси ёрдамида ҳосил қилинаётган бўлсин. Нурлардан бири $CF_2 B_2$ нур бўлиб, у бош оптик ўққа параллел бўлган $B_1 C$ нурга қўшмадир; $CF_2 B_2$ нур кетинги F_2 фокус орқали ўтади; иккинчи нур эса оптик ўққа параллел бўлган DB_2 нурдир; бу нур олдинги F_1 фокус орқали ўтган $B_1 F_1 D$ нурга қўшмадир. Ёрдамчи оптик ўқ бўйлаб йўналган учунчи $B_1 S B_2$ нур линзанинг оптик маркази S орқали ўтиб, линзадан ўтишда синмайди.

Лагранж- Гельмгольц теоремасидан линзанинг чизиқли катталаштиришини топиш мумкин: $y_1 n_1 u_1 = y_2 n_2 u_2$, бу ердан,

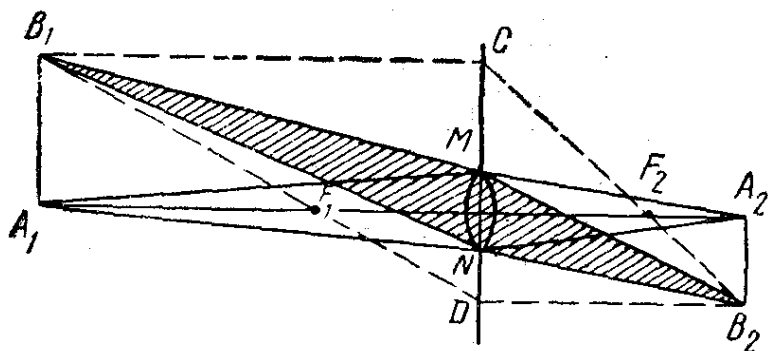
$$K = \frac{y_2}{y_1} = \frac{a_2}{a_1} \text{ ни ҳосил қиламиз.}$$



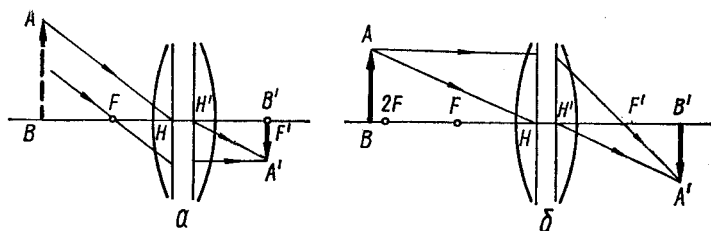
4.2 расм



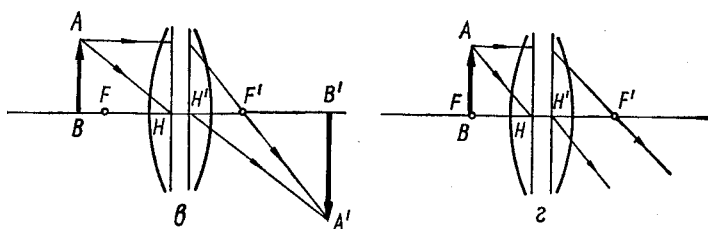
4.3 рсм



4.4 рсм



4.5 рсм



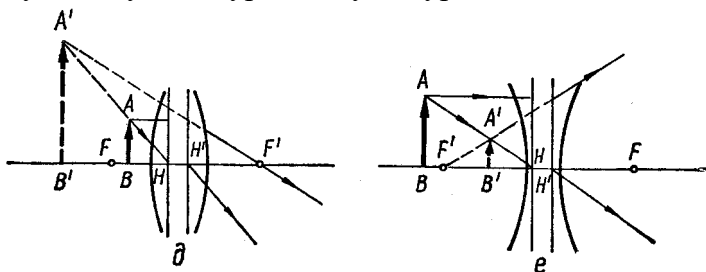
4.6 расм

Лупалар

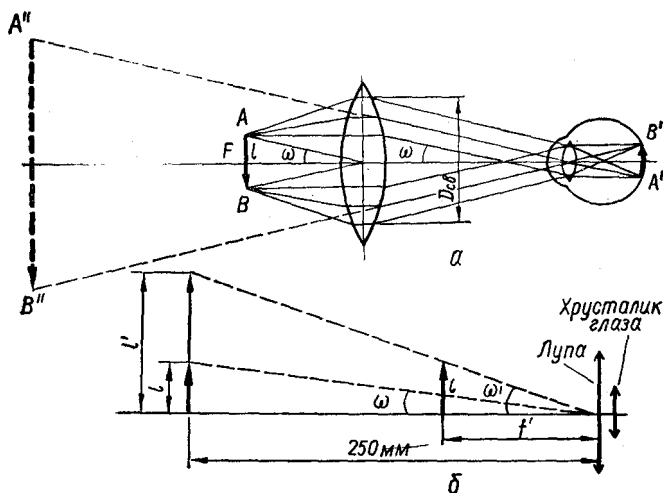
Лупа деб жисмларни визуал кузатишга мўлжалланган мусбат линза ёки линзалар системасига айтилади. Лупада ёки линзаларда жисм системасининг олдинги фокал текитслигида жойлаштирилади.

Биламизки кўзнинг бурчакли ажратаолиш чегараси 1^1 бўлганлиги учун бундан яқин жисмлар бир бирига қўшилиб кўринадди. Кўриш бурчагини катталаштириш учун яъни бундай жисмларни ажратиб кузатиш мақсадида лупалардан фойдаланилади.

Қуйида лупада нурнинг йўли кўрсатилган.



4.7 расм



4.8 расм

Чизмада кўрсатилганки, лупа кўриш бурчаги ω ни узгартирмасдан, жисмни орқага сўргандек, яъни кўзнинг энг яхши кўриш масофасига тўғрилайди, аммо кўз буларни яхши қобул қилаолади.

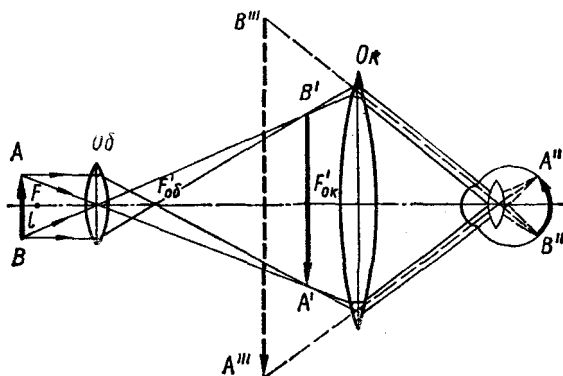
Лупанинг асосий катталиклари, булар кўринадиган катталаштириши ва кўриш майдони.

$$\text{Лупанинг кўринадиган катталаштириши } G = \frac{250}{F_l};$$

Микроскоп

Микроскоп ҳам лупанинг вазифасини бажаради. Микроскоп ҳам кўриш бурчагини катталаштиради, аммо у жуда ҳам куп марта катталаштиради. Демак, микроскопнинг катталаштириш даражаси анча катта бўлиб, у икки оптик тугун ёки икки оптик системалардан ташкил топган бўлади, бу оптик тугунларнинг бири объектив иккинчиси окуляр деб аталади. Микроскопда жисмлар объективнинг олдида жойлаштирилади. Объектив жисмнинг катталашган ҳақиқий, катталашган ва тескари тасвирини беради «L». Объектив ва окуляр орасидаги масофа шундай танланадики, объектив берган тасвир окулярнинг олдинги фокал

текислигига тушади. Натижада окуляр лупадек ишлайди, у жисм тасвирини кўзнинг яхши кўриш масофасида ҳосил қилади «L¹» .



4.9 расм

Микроскопнинг асосий характеристикаси унинг кўринувчи катталаштириши, кўриш майдони, апертура сони ва ажратаолиш қабилляти.

Катталаштириши $G_M = G_{об} G_{ок}$

Кўриш майдони $2L = 500 \operatorname{tg} \frac{\omega^1}{G_M}$

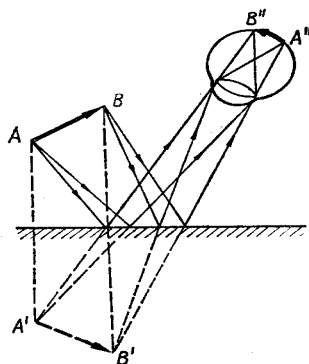
Апертура сони $A = n \sin U$.

Кўзгулар

Кўзгулар, кўзгулар ясси, каварик, ботик ва бошққа шаклларда бўлади. Ясси кўзгулар оптик асбобларда икки вазифани бажаради: нур йўлини ўзгартиради ҳамда жисм тасвирини ҳосил қилади. Геодезик оптик асбобларда яъни нивелирларда, Теодолитларда, дальномерларда ҳамда мураккаб микроскопларда кузгулар асосан нур юналишини ўзгартириш учун ишлатилади.

Биламизки, ёруғликнинг қайтиш қонунига асосан, ёруғлик кузгуга қандай бурчакда тушса шундай бурчакда қайтади. Агар кузгу бўлмаса у тўғри чизиқ бўйлаб тарқалган бўлар эди. Шундай қилиб кузгуни α - бурчакга бурсак, нур ўз юналишини 2α бурчакга ўзгартиради.

Қуйидаги расмда ясси кузгуда тасвир кандай ҳосил бўлиши кўрсатилган. Жисмнинг ҳар бир нуқтасидан ясси кузгуга иккита нур тушсин. Қайтиш қонунига асосан қайтувчи нур йўли аниқланади. Бир нуқтада кесишмайди ва ҳақиқий тасвир бермайди, аммо бу нурларнинг давоми мавхум A^1 ва B^1 нуқталарни беради улар эса A ва B - нуқталарга мос келади. Демак ясси кузгуда тасвир мавхум, бўлади



4.9 расм

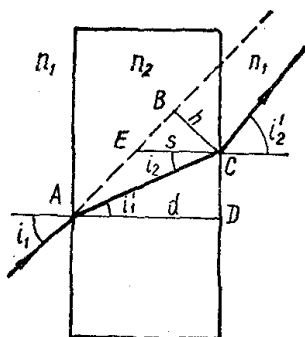
в жисм кузгудан қанча масофада бўлса тасвир ҳам кузгудан шунча масофада жойлашади, жисм ўлчами эса тасвир ўлчамига тенг бўлади. Ясси кузгуда ҳосил бўлган тасвир, аслига нисбатан фарқ қилади, унгадаги чап томонида ва акси бўлиб кўринади. Бундай тасвирни конгруэтмас деб аташ қабул қилишган.

Ясси параллел пластинкалар.

Ясси параллел пластинкалардан ёруғлик ўтганда, нур қисман силжийди, аммо олдинги тарқалиш юналишига параллел қолади. Параксиал бурчакларнинг кўндаланг силжиш кўйидаги ифодада берилади

$$h = di, \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

$i_1 = 0$ да $h = 0$ бўлади яъни ясси параллел пластинкага нур тик тушганда силжишлар вужудга келмайди



4.10 расм

ВСЕ – уч бурчакда бўйлама силжиш

$$EC = S = \frac{h}{\sin i_1} \approx \frac{h}{i_1} \quad (s - i_1 - \text{тушиш бурчаги функцияси}). \text{ Бу}$$

ифодадан h - ни ўрнига қўйсак.

$$S = d(1 - \frac{1}{n}) \text{ ни хосил қиламиз.}$$

Бу ердан маълумки параксиал бурчаклар учун бўйлама силжиш тушиш бурчагидан боғлиқ бўлмайди.

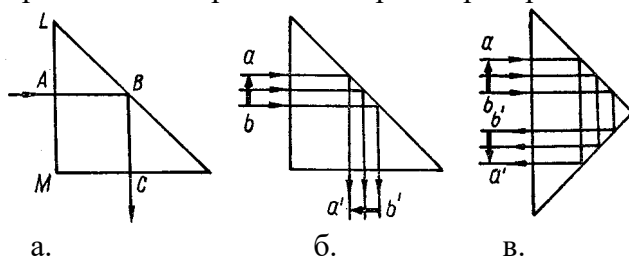
4.4. Призмалар.

Оптик призмалар бир - биридан фарқ қилувчи уч синфга бўлинади; қайтарувчи, синдирувчи ҳамда ажратувчи. Оптик асбобларда қайтарувчи призмалар ясси кузгуларнинг вазифасини бажарадилар ҳамда улардан баъзи устунликларга эга; уларни маҳкамлаш асон, улар бир -бирларига нисбатан ҳолатларини турғун сақлайдилар, асбобларда камроқ ёруғлик йўқолади ҳамда ихчамлашади (ўлчамларини кичрайтириш мумкин).

Ёруғлик юналишини қандай ўзгартириш лозимлигига қараб ҳар хил модификациядаги қайтарувчи призмалар танланади. Ҳар бир қайтарувчи призма, призма коэффициент билан характерланади. Призма коэффициенти деб призмадаги нур йўлининг ($d = AB + BC$) кириш кирраси тешиги диаметрига нисбати билан ўлчанадиган катталиқга айтилади.

$(D = 4M) \quad h = \frac{d}{D}$; D ни билатуриб d ни топиш мумкин.

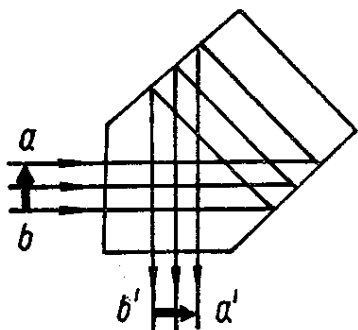
Тасвир бурилиши билан призманинг қайтариувчи қирралари орасида маълум боғланиш мавжуд. Призманинг ҳар бир қайтарувчи қирраси тўла ички қайтиш асосида ишлайди, яъни кузгу бўлиб қолади ва демакки конгруэнт бўлмаган тасвир беради. Шундай қилиб, нур дастаси бир текисликдан қайтаётган бўлса, қайтарувчи қирралар сони ток бўлганида тасвирнинг бурилиши содир бўлади, жуфт сонли қирралар бўлганда тасвир бурилмайди. Агар ёруғлик қайтиши ҳар хил текисликларда содир бўлаётган бўлса бу қоида амал қилмайди. Қуйида қайтарувчи призмалар берилган. Уч қиррали тўғри бурчакли тенг томонли призма икки томонлама қайтарувчи сирт сингари ишлайди: гипотенузалари ва катетларидан қайтаришлар беради.



4.11 расм

Биринчи холда 4.11а– расм призма нур йўлини 900 га буради ҳамда тасвирни юкоридан пастга томон буради, призма каэффиценти $K = 1$. иккинчи холда призма нур йўлини 1800 га ўзгартиради, тасвир бурилмасдан фақат силжийди, $k = 2$. (4.11в - расм)

Дове призмаси тўғри кўриш призмаси бўлиб(4.12 - расм) у тўғри бурчкли призмадир. У тасвирни юкоридан пастга буради, лекин нур юналишини сақлаб қолади 5 расмда Пента призма келтирилган, нур йўлини 900 га узартиради аммо тасвирни бурмайди. $K=3,4112$ (4.13-расм).



4.12 расм

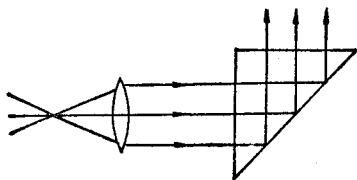


4.13 расм

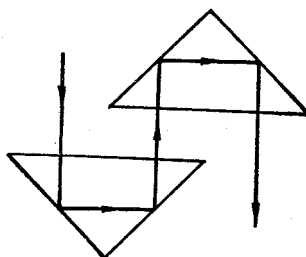
Тўғри бурчакли қайтарувчи призмалар кўриш турбала-
рида окулярлар сифатида ишлатиладилар. Кузатувчига қўлай
бўлганлиги учун кўзатилаётган жисм тасвири кўриш турбаси-
ни катта бурчакга қиялатиб, окулярдан чиққан нур призмага
юналтирилади. Призма нур юналишини ўзгартиради, бу ўзгар-
иш кузатувчи томонидан бошқарилади (4.14 расм).

Тўғри бурчакли қайтарувчи призмалар ёрдамида нур йў-
лини камайтириш услуб (4.15 расмда) берилган.

Синдирувчи призмалар, (4.16 расм) да уч ёкли призмалар
асосан спектрал асбобларда кенг қўланиланилади, яъни спектр-
оскоп ва спектрографларнинг асосий қисми хисобланади. Бун-
дай призмаларнинг синдириш бурчаги 600 гача бўлганлари оп-
тик поналар деб юритилади. Оптик поналар нур йўлини $\gamma = \Gamma(p - 1)$
бурчакга ўзгартирадилар. Бу сефада Γ – қанча кичик
бўлса

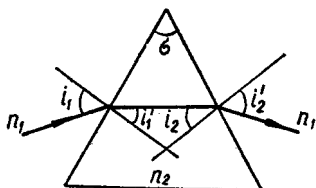


4.14 расм

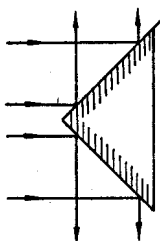


4.15 расм

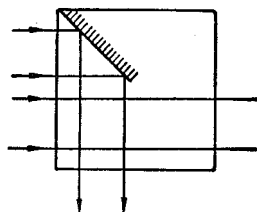
ю – шунча аниқ топилади. Оптик поналар гиодезик асбобларда, ёруғлик нури йўлини озгина силжитиш учун ишлатилади, шу йўл билан тасвир силжитилади масалан, икки тасвирли дальномаларда шу усулдан фойдаланади. Ажратувчи призмалар, аниқ диопазандаги тўлқин узунликлари бўйича фарқ қилади. Нурланишни фазовий жихатдан ажратиш учун ишлатилади.



4.16 расм



4.17 расм



4.18 расм

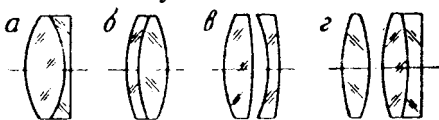
4.17-расмда тенгёнли ажратувчи призма берилган. Бу призманинг ён томонлари кўзгуланган бўлиб, унга параллел нурлар дастаси тушганида ёруғлик дастасини тенг иккига бўлиб юбаради, натижада нур карама – карши томонларга юналган ҳолда тарқалиб кетади.

Кўб – призма ҳам шу мақсадда ишлатилади. 4.18-расмда кўрсатилгандек, кўб призмада нурлар бир – бирига нисбатан 90° – га бурилиб – иккига ажралиб кетади.

4.5. Объективлар.

Окуляр орқали қараганда жисмнинг ҳақиқий тасвирини берадиган оптик системаларга объектив деб аталади. Объективнинг асосий характеристикалари, уларнинг фокус масофаси, нисбий тирқиши катталиги, кўриш майдони бурчаги, ажратаолиш кучи ҳамда тасвирнинг сифати ҳисобланади. Назорат қилиш асбобларининг ва геодезик ўлчаш асбоблари кўриш трубаси объективлари фокус оралиқлари- 100 дан 1000 мм гача бўлади. Объективнинг нисбий тирқиши катталиги 1:5 дан 1:8 нисбатлар оралиғида бўлиши зарур.

Объективнинг кўриш майдони кўп ҳолларда $1-2^0$ дан ошмайди ва камдан кам ҳолларда $10 - 15^0$ га тенг бўлади. Шунинг учун ҳам амалиётда оддий икки линзали объективлар куп ишлатилади, улар сферохраматик абберацияга ва комага тўғриланган ҳолда тасвир сифатини яхши сақлайдиган бўлади. Иккиламчи-спектрли йўқотиш ва тасвир сифатини яхшилаш мақсадида объектив хроматик жихатдан коррекция қилиш учун учунчи линза ҳам қўйилади.

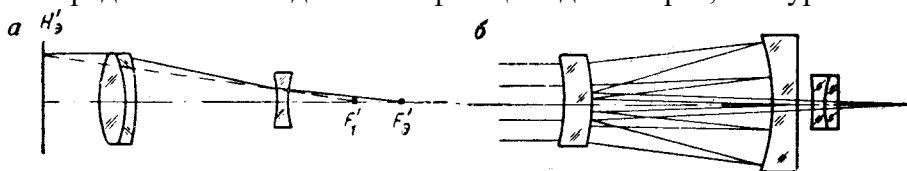


Чизмада объективнинг асосий турлари келтирилган. а – икки линзадан елимланиб ясалган ва кенг қўлланилади, икки линза-

4.19расм

нинг бири - олдингиси крондан ясалган мусбат линза бўлиб, ортидагиси эса флинтдан ясалган ва манфий линза, б-объектив ҳам елимланган бўлиб олдидаги линза манфий флинтдан ва ортидагиси мусбат бўлиб крондан ясалган, в -елимланмаган икки линзадан иборат бўлиб, линзалар орасида ҳаво мавжуд, бу сферохраматик абберация ва меридионал комани тузатиш имконини беради ҳамда фокус масофасини аниқроқ ўрнатишга эришиш мумкин, г- объектив апохраматик – яъни иккиламчи спектри тўғриланган бўлиб, 30^x-40^x – катталаштирувчи ва узун (катта) фокус оралиқга эга кўриш трубаларида ишлатилади. Кўриш трубаси узунлигини камайтириш мақсадида қуйидаги чизмада берилган объективлар ишлатилади. Бу телеобъективларнинг яна бир

ижобий томони, қайта фокуслаш вақтида визир ўқининг олдинги ҳолати катта аниқликда сақланиб қолади, бу объективлар ҳам икки қисмдан иборат, мусбат қисм ва фокусловчи вазифани бажарадиган силжийдиган манфий қисмдан иборат, а - Кўриш



4.20 расм

трубаси узунлигини энг куп кичрайтирадиган телеобъектив бўлиб, унда кичрайтириш кузгули линзали объективни силжитиш йўли билан эришилади. б- Максutowнинг кузгули линзали объективи берилган, у икки сферик кўзгу ва икки линзали ахроматик менскдан иборат. Биринчи кузгу қавариқ иккинчиси ботик, менск ботик кузгу орқасига ўрнатилган бўлиб, системанинг сферик абберациясини тўғрилаш учун ишлатилади.

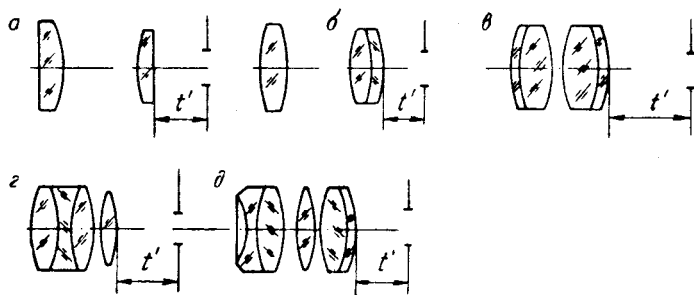
4.6. Окулярлар.

Окулярлар кўзатувчининг кўз олдида жойлашган бўлиб, олдинги оптик система вужудга келтирган тасвирий кузатишга мулжалланган оптик ситемадир. Окулярнинг асосий характеристикалари, булар; унинг фокус оралиғи, нисбий тешигининг катталиги, кўриш майдонининг бурчаги, кўринувчи катталаштириши ва чиқиш қорачиғининг окулярнинг кейинги сиртидан узоқлашганлигидир. Олдинги фокуснинг жойлашиши, тўрнинг ҳолати ва окулярни силжитиб жисм тасвирини аниқ хосил қилиш учун тўғрилашда билинади (у ҳамма вақт фокус орқасида жойлашгандир). Кўриш турбаси олкулярнинг фокус оралиғи унчалик катта бўлмайди ва 20 дан 30мм гача, Геодезик асбобларда асосан 8 –10 мм оралиғида бўлади. Окулярнинг кўриш майдони бурчаги, унинг конструкциясидан боғлиқ бўлиб 30 дан 50° гача ва тенг бурчакли окулярларда эса 90° гача бўлади.

Чиқиш қарачиғининг узоқлашуви ҳар хилдир. Махсус кўриш трубаларида, чиқиш қарачиғини 21 мм дан кам бўлган ма-

софага чиқарилади . Геодезик асбобларда у 4-5 мм гача узоқликга эга .

Қуйида биз ҳар хил конструкциядаги окулярларни кўрайлик.



4.21 расм

4.21 расмда кўрсатилган а- энг содда Рамсен окуляри, икки линзадан иборат, у оддий кўриш трубаларида ишлатилади. Рамсен окулярида храматик ва сферик абберациялар таъсирида тасвир сифати унчалик юқори эмас. Абберацияни энг яхши тўғрилаш, қуйидаги ҳамма линзалар фокус оралиқлари нисбати асосида олинади. Умумий линза фокус оралиғи, кўз олди линзанинг фокуси f_2^1 , l - эса икки линза орасидаги масофа.

$$f_1^1 : l : f_2^1 = 3 : 2 : 3$$

4.21 расмдаги окулярларнинг кўриш майдони $35 - 40^\circ$ ва чиқиш қарачиғининг узоқлиги $\frac{1}{3} f^1 \div \frac{1}{4} f^1$ орасида ётади. Кельекар

окуляри, кўзолда линзаси елимланган икки линзадан иборат, у сферик ва храматик абберацияни тўғирилаш имконини беради. Кўриш майдони бурчаги $45 - 50^\circ$, чиқиш қарачиғининг узоқлашуви. в- симметририк окуляр, иккита елимланган линзалардан иборат бўлиб улар икки компенсациядан иборат. Унда астигматизм ва дисторсия яхши тўғирланган. f - 8 10 мм $45 \div 50^\circ$, чиқиш қарачиғининг узоқлашганлиги $0,9f^1$ га тенг. Ортоскопик окуляр, иккита узаро елимланган линзалардан ва чнабитта мусбат линзадан иборат. Окуляр храматик ва абберация ҳамда дистор-

сияга яхши тўғирланган шунинг учун ҳам у геодезик асбобларда қўланилади. Кўриш майдони бурчаги 40^0 чиқиш қароачиғининг узоқлашуви $\frac{3}{4} f^1$ га тенг. g- Эрфле окуляри кўрсатилган.

Бу типдага окулярлар асосан махсус линзалардан ташкил топади. Бу окулярларнинг кўриш майдони 65^0 , чиқиш қарачиғининг узоқлашуви $0,4 f \div 0,7f$ гача, уларда дисторсия камчилиги мавжуд бўлиб кўриш майдони катта бўлган кўриш трубаларида ишлатилди. Автоколлиматцион окулярларда, ёритилган тур ёки тирқишдан нур объективга юборилади ва уларнинг ясси кузгудаги автокаллиматцион тасвири объектив олдида оппстик ўққа нормал ҳолатда ҳосил қилинади. Тур ёки тирқишнинг автокаллиматцион тасвири, обективнинг факол текислигида ўрнатилган уша ёки бошқа тур ёрдамида ҳосил қилинади. Автоколлиматцион окулярли кўриш трубалари автоколлиматорлар деб аталадилар. Автоколлиматцион окулярлар оддий окулярлардан фарқ қиладилар, уларда призмалар ёки ясси параллел пластинкалар олдинга чиқарилган бўлиб, улар ёрдамида ёритилган тирқиш ёки турдан объективга келувчи нур дастаси йўлини ўлчаш имкони вужудга келади.

Кўзгудан қайтган нур равшанлиги, кўзгунинг кўриш трубаси объективдан узоқлашганлигидан, окуляр системасидан, ёруғлик манбаси ва унинг ҳолатидан боғлиқ бўлади. Кўпинча призма ёки ясси пластинка қушимча қилинган, Рамсден ёки Кельнер типдаги окулярлар ишлатилади. Булардан ташқари; Аббе, Гаусс, Линник, Тудоровский, Монченко ва бошқа окулярлар ҳам ишлатилади. Чизмада амалиётда кўп ишлатиладиган энг содда автоколлиматцион окулярлар берилган.

а- Аббе окуляри, шкала ёки тўр елимланган тўғри бурчакли призма текислигига 45^0 бўлган қиялик билан тугалланади. Призма кўриш майдонининг бир қисмини, айрим ҳолларда яримини тўсиб қолади, бу окулярнинг унинг асосий камчилиги ҳисобланади. Бундан ташқари визир ўқидаги асосий марказ билан автоколлиматцион тасвир марказини мос келтириши имконини

бермайди. Автоколлиматорли Аббе окулярида ёруғлик йўқолиши 70 фойизгача бориши мумкин.

б– Гаусс окуляри. Окуляр ва тўр орасига 45^0 бурчак остида ўрнатилган ярим шаффоф ясси параллел пластинкага эга окулярдир. Окуляр крестининг автоколлиматцион тасвирини ўқдаги крестнинг узининг устига жойлаштириш имкониятига эга. Гаусс окулярининг камчиликлари, ёруғлик йўқолиши ҳамда турнинг иккинчи тасвири ҳосил бўлиши. Пластинкани тўр ва окуляр оралиғига жойлаштариш учун узун фокусли окуляр бўлиши зарур. Қисқа фокусли окулярни ишлатганда система анча мураккаблашади, кўшимча (в – расм) 1 ва 4 афокал система критилади, унинг катталаштириш. $K=1^x$, 3 ва 5 турли 2-нчи линза ҳам критилади. в - расмда Гаусс окулярига иккинчи тўр киритилган холи келтирилган.

г - Кўб призмали окуляр икки кўринишда тайёрланади; призманинг олдинги қиррасига тур чизилган ёки кўб- призма олдида ўрнатилган бир тўрли ёки икки тўрли, тўрлардан бири манбага иккинчиси окулярга қараб ўрнатилган. Кўб призма иккита тўғрибурчакли призмалар яримшаффоф гипотенузалари билан елимланиб ясалади.

Ж – Монченко окуляри. У окулярда иккита призма маълум ёклари билан клейланганки, у окуляр оптик ўқга нисбатан 45^0 бурчак ташкил этади. Елимланган сиртларининг бирига яъни труба объективига қараган тамонига тўр ёки крест ёки кўзгуланган штрихлар чизилган. Тўр ёки крест оптик ўқга нисбатан оғанлиги учун тасвирнинг аниқ кўриниш чуқурлиги, обективникига мос келади. Монченконинг автокаллиматцион окуляри бошқа окулярлардан анча фарқ қилади, чунки уни автокаллиматордан кўзгугача бўлган масофа 50 м бўлганда ҳам ишлатса бўлади, куб -призмали окуляр билан эса 40 м гача масофада ишлайди.

4.7. Оптик ҳисоб олиш қурилмалари

Оптик асбоблар ва геодезик инструментларнинг геодезияда ўлчашлар олиб бориш мақсадида қўлланиладиганлари, ҳар хил ҳисоблаш қурилмаларига эгадирлар.

Амалдаги оптик ҳисоб олаш қурилмаларини икки гуруҳга бўлиш мумкин;

1. тўғридан - тўғри ҳисоб олиш асбоблари - уларда шкалалар ва уларининг ундан бир улушлари, наниус шкаласидан ҳисоб олиш ёки варньердан ҳисоб олиш, қўндаланг шкаладан ҳисоб олиш ва бошқалар.

2. Оптик ҳисоб олиш қурилмалари улар оптика- механик ёки оптик - микрометрли ҳисоб олиш системаси.

Оптика- механик микрометрли оптик ҳисоблаш қурулмалари геодезик инструментларда ўлчаш ва назарот қилиш асбобларида кенг қўлланилади. Бундай ҳисоблаш қурилмалари иккита шиша шкалага эга бўлиб уларнинг чизиқлари бир-бирига қараган бўлади. Шкалалардан бири қўзғалмас бўлиб, иккинчиси биринчисининг устидан силжий оладиган қилиб ўрнатилган, аммо бири иккинчисига ҳалақит қилмайди, улар орасида паралакс бўлмайди. Силжийдиган шкаласи бор микрометрга винтли окуляр микро-метрни ва айланувчан шкалали – спиралсимон окуляр микрометрлар киради.

Буралма окуляр микрометрлар, ҳар доим ҳисоб барабанига эга бўлиб, шкаласининг баҳоси аниқ ҳамда чизиқли ёки бурчакли ўлчамга эга бўлади. Масалан буралма окуляр микрометр МОВ –1-15^x нинг барабанининг бўлимлари баҳоси 0,01 мм. Агар ўлчанадиган қисми ёки унинг тасвирини ўлчаш, микроскопнинг нарса қўйиладиган столчасида бўлса, система микроскоп, микрометрдек ишлайди, унда барабан шкаласи баҳоси объективнинг катталаштиришига боғлиқ бўлиб, объектив алмашганда қайта ҳисоблаб чиқирилиши лозим. Объективнинг катталаштириши жисм столига қўйилган (объект- микрометр) баҳоси маълум шкалани , микроскопнинг жисм текислигига ўрнатиб ва қўйдаги ифода ёрдамида аниқланади

$\rho = \frac{\ell^1}{\ell}$; бу ерда, ℓ^1 - шкала ва барабан микрометри ора-

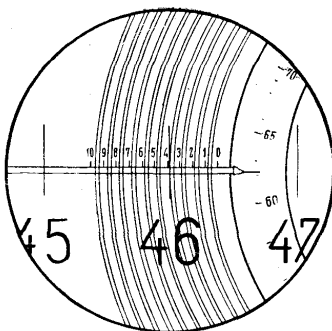
сидаги фарқ, у тасвир микдорига боғлиқ; ℓ - нарсалар столи шка-
ласи оралиги бўлиб жисм микдорига тенг.

Барабан шкаласининг бахоси қўйидагича аниқланади.

$$\mathfrak{Z} = \frac{0,01}{\rho} \quad \text{ёки} \quad \mathfrak{Z} = \frac{0,01\ell}{\ell^1}$$

Бурама ва окуляр микрометрда ўлчаш аниқлик даражаси 3-5мкм орасидадир.

Спирал окуляр микрометрлар, бурама окуляр микрометр-
дан, аниқлигининг юқорилиги билан фарқ қилади, улар 0,5/ 0,7
мкм аниқликда ўлчайди ва мустахкамхамдир. Қўзғолмас шкала-
си 10 бўлакга эга 0 дан 10 гача, бўлакнинг бахоси 0,1 мм,
индексиэса стрелка кўринишида. Айланувчан шкала 11 та тўла
бўлмаган ўромдан иборат иккиланган Архимед спиралига эга,
айлана шкала 100 бўлакга эга ва хар 5 бўлакдан кейин рақамлар
қўйилган. Айлана шкаланинг бахоси 0,001 мм ва спирал ўрами
0,1 мм га тенг. Хисоб мм иккала ўрнатилганди кейин олинади.
46,4658



4.22- расм

Оптик микрометрлар ёки оптик компенсаторлар, оптика-
механик микрометрларга нисбатан геодезик инструментларда
кўпроқ қўлланилади. Масалан: Теодолит, ниверлиф ва дально-
мерларда ҳамда кўпроқ назорат ўлчаш асбобларида яъни гонео-

метр ёки автоколиматорларда шунингдек интерферометрларда оптик микрометкли асбобларда оптика механикаасбобларга нисбатан бошқача бўлиб кўпинча жисм тасвири ёки лимб шкаласи тасвири силжийди, шу вақтда окуляр шкаласи ёки тури ўзгармайди. Оптик микрометрларга оптик қисмлардан ташқари механик қисмлар ҳам кирадики улар шу қисмларни ёки шкалани силжитиш учун ишлатилади. Шундай оптик микрометрлар ҳам борки уларда битта ёки иккита оғадиган яссипараллел пластинкалари, кўзгуси, айланадиган ёки илгариланма ҳаракатланадиган оптик клинлари ва афокал телескопик линзалари бўлиб улар оптик ўқга перпендикуляр силжийолади. Оптик микрометрнинг қисмлари кўриш трубаesi ёки микроскоп ичида ташқарисида жойлашиши мумкин.

Геодезик инструментларда кўпрок оптик микрометрлар ишлатилиб улар яссипараллел пластинкалар ёки клинлардан иборат бўладилар Масалан: Теодолит 0Т – 02 нинг оптик микрометри айланувчан икки яссипараллел пластинкадан иборатдир, теодолит Т2 – иккита кўзғалмас клинлардан ва иккита кўзғолувчи клинлардан иборатдир, Н I- нивелирники эса иккита яссипараллел пластинкадан иборат бўлиб улар труба ичига жойлашган булади ППС - 7 ва ППС – 11 - назорат ўлчаш асбобларининг оптик микрометрлари, труба объективи олдида ўрнатилган битта яссипараллел пластинкадан иборат бўлади, ГС-5 - ганиометр – спектрометрдаги оптик микрометр Т2- теодолитникига ўхшаш, АКМ –1000 автоколиматорнинг оптик микрометри, узоқ фокусли линзадан иборат бўлиб оптик ўқга перпендикуляр силжий оладиган қилиб ясалади.

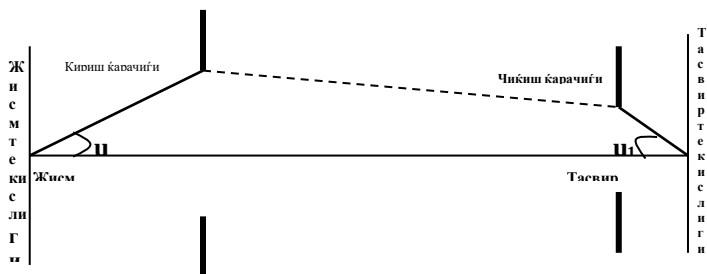
4.8. Диафрагмалар ва уларда нурнинг йўли

Реал оптик системаларга таъсир этувчи нурлар дастасининг кенглиги маълум даражада чекланган бўлгандагина қаниқарли тасвир беради. Дасталарнинг очилиш бурчаги (апертураси) ҳар қандай бўлганда ҳам ясси буюмнинг тасвирини тўғрибера оладиган идеал оптик системалар учун ҳам дасталарнинг чегараланган бўлиши муҳим аҳамиятга эга.

Кўзойнак таққан ёки тақмаган одам кўзи, фотографик асбоб, проекциялавчи асбоб каби ҳар қандай оптик система аслида тасвири текисликда (экран, фотопластинка, кўзнинг тўр пардасида) беради; буюмлар эса уч ўлчавли бўлади. Бироқ ҳатто идеал система ҳам чегараланган бўлмаганда уч ўлчавли буюмнинг тасвирини текисликга туширмаган бўлар эди.

Шундай қилиб, чегаралавчи диафрагмаларнинг борлиги ҳар қандай оптик асбоб учун муҳимдир; линза ўрнатилган гардиш чегаралавчи диафрагма хизматини ўташи мумкин; тасвирнинг аниқлиги, расмнинг тўғрилиги ва асбобнинг ёритиш кучи диафрагманинг катталигига ва вазиятига боғлиқ.

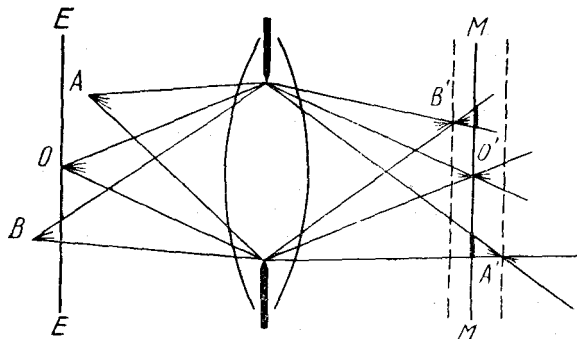
Оптик системаларда ёруғлик дасталарининг чегараланиши, умуман айтганда, буюмнинг турли нуқталаридан келаётган нурлар учун турлича бўлади. Аввало, буюмнинг ўқда ётган нуқталаридан келаётган ёруғлик дасталарини кўриб чиқамиз. Буюмнинг оптик система ўқида ётган нуқтасидан келаётган ва ишлатилувчи нурлар дастасини чегаралавчи диафрагма **апертура диафрагмаси** дейилади. Линзанинг гардиши ёки ВВ диафрагма апертура диафрагмаси хизматини ўтайди; ВВ диафрагма ишлатилганда у ёруғлик дасталарини линза гардишидан кўра кучлироқ чегаралайди. Агар ВВ –апертура диафрагмасининг ўзи бўлиб (расм-4.22а), $V_1 V_1$ ва $V_2 V_2$ – диафрагманинг системанинг олдинги ва кетинги қисмларидаги тасвирлари бўлса, у ҳолда ВВ дан ўтган ҳамма нурлар $V_1 V_1$ ва $V_2 V_2$ орқали ҳам ўтади ва аксинча, яъни ВВ, $V_1 V_1$, $V_2 V_2$ диафрагмалардан исталган биттаси фаол дасталарни чегаралади.



Ҳақиқата
н ҳам, V_1
нуқта
орқали
ўтган нур
албатта
мос В
нуқтадан
ўтади,

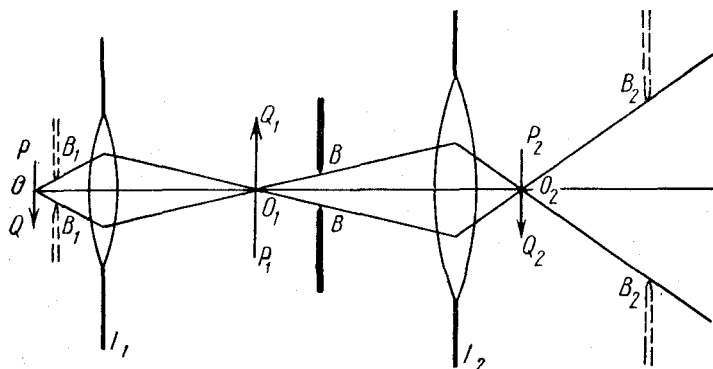
чунки бу нукта бир-бирига қўшма нўқтадир.

Ҳақиқий тешикларни ёки улар тасвирларининг системага кираётган даستاني ҳаммадан кучлироқ чегаралайдигани, яъни оптик ўқ билан буюм текислиги кесишган нуктадан қаралганда энг кичик бурчак остида кўринадигани **кириш қорачиғи** деб аталади. Системадан чиқаётган даستاني чегаралайдиган тешик ёки унинг тасвири **чиқиш қорачиғи** дейилади. Равшанки, кир-



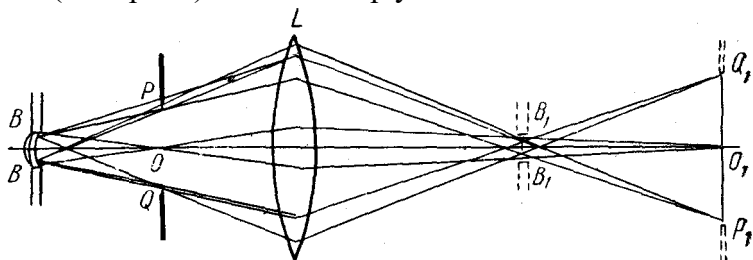
4.23- расм

иш ва чиқиш қорачиқлари бутун системага нисбатан қўшма ҳисобланади.



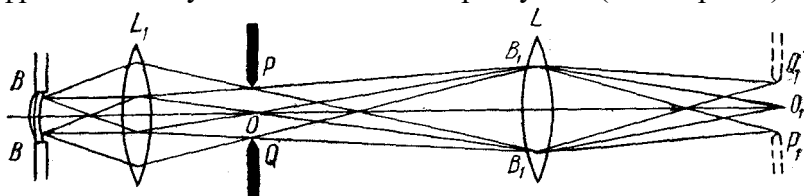
4.24 -расм Бирор тешик ёки унинг тасвири кириш қорачиғи бўла ола-ди. Баъзи муҳим ҳолларда тасвирланадиган буюм

ёритилган те-шикнинг ўзи бўлади, бунда тешик ўзига яқин жойлашган ёруғ-лик манбаидан бевосита ёритилади ёки ёрдамчи конденсатор би-лан ёритилади. Бундай ҳолда жойлашишига қараб кириш қора-чиғи ролини манбанинг чегараси (4.24-расм) ёки унинг тасвирининг чегараси(4.23-расм), ёки конденсорнинг чегараси (4.24-расм) ва ҳоказолар ўттайди.

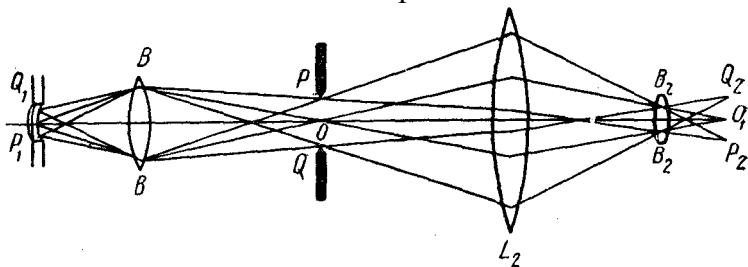


4.25 -расм

Агар апертура диафрагмаси системадан олдинда ётса, у кириш қорачиғи билан бир хил бўлади, чиқиш қорачиғи эса диафрагманинг бу системадаги тасвири бўлади(4.25 –расм).



4.26-расм



4.27 –расм

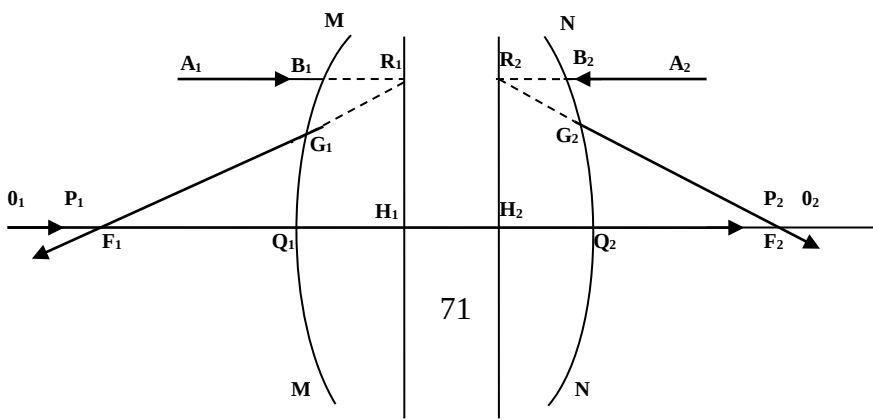
Агар апертура диафрагмаси системадан кетинда ётса, у чиқиш қорачиғи билан бир хил бўлади, кириш қорачиғи эса диафрагманинг бу системадаги тасвири бўлади.

4.9. Идеал оптик системалар

Оптик системаларнинг умумий назариясини Гаусс яратган; кейинчалик кўп математик ва физиклар бу назарияни янада ривожлантирдилар. Гаусс назарияси идеал оптик система назариясидир; идеал системада дасталар гомоцентриклигича қолади ва тасвир буюмнинг ўзига геометрик жиҳатдан ўхшаш бўлади. Бу таърифга асосан, буюмлар фазосининг ҳар бир нуқтасига идеал системада тасвирлар фазосининг нуқтаси мос келади; бу нуқталар қўшма нуқталар деб юритилади. Худи шунингдек, буюмлар фазосининг ҳар бир тўғри чизиғи ёки текислигига тасвирлар фазосининг қўшма тўғри чизиғи ёки қўшма текислиги мос келиши керак. Шундай қилиб, идеал оптик система назарияси нуқталар, чизиқлар ва текисликлар ўртасида муносабат ўрнатадиган соф геометрик назариядир.

Сферик сиртларнинг марказларини туташтирувчи чизик марказлаштирилган системанинг симметрия ўқи бўлиб, системанинг **бош оптик ўқи** деб аталади. Гаусс назарияси бир қатор **кардинал нуқта ва текисликларни** аниқлаб беради; булар маълум бўлган ҳолда оптик системанинг ҳамма хоссалари тўриқ тавсифланади ва нурларнинг системадаги реал йўлларини текширмасдан ҳам, бу системадан фойдаланишга имкон беради.

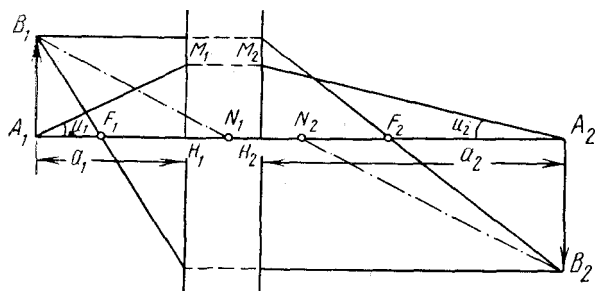
Системани чегаралаб турувчи сиртлар MM ва NN лар бўл-



син, системанинг бош ўқлари эса $O_1 O_2$ бўлади, $O_1 O_2$ га параллел қилиб $A_1 B_1$ нур ўтказамиз; бу нур оптик системага B_1 нуқтада кирсин. Идеал системанинг хоссасига асосан $A_1 B_1$ нурга тасвирлар фазосида қўшма $G_2 F_2$ нур мос келади, бу нур эса сис-

4.28 расм

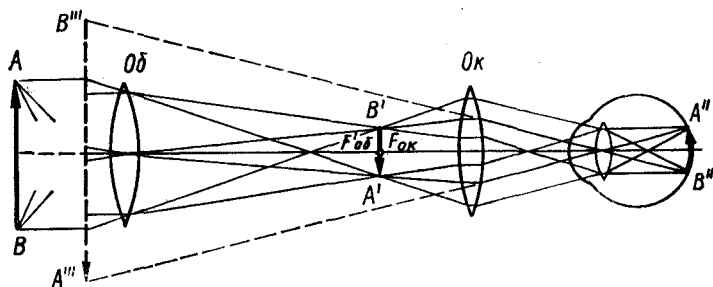
темадан G_2 нуқтада чиқади. Системанинг ичида нурнинг қандай ўтиши бизни қизиқтирмайди. Иккинчи $P_1 Q_1$ нурни бош ўқ бўйлаб танлаб оламиз. Унга қўшма бўлган $Q_2 P_2$ нур ҳам ўқ бўйлаб кетади. $G_2 F_2$ ва $Q_2 P_2$ нурлар кесишган F_2 нуқта, $G_2 F_2$ ва $Q_2 P_2$ га қўшма бўлган, $A_1 B_1$ ва $P_1 Q_1$ нурлар кесишган нуқтанинг тасвири. Бироқ $A_1 B_1 \parallel P_1 Q_1$ бўлгани учун F_2 га қўшма бўлган нуқта чексизликда ётади. Шундай қилиб, F_2 нуқта биз текшираётган системанинг фокусидир. Линзанинг фокусидан оптик ўққа перпендикуляр бўлиб ўтадиган текислик **фокал текислик** дейилади. Шунингдек, R_1 ва R_2 қўшма нуқталар, $H_1 R_1$ ва $H_2 R_2$ лар бош текисликлар чизмада H_1 ва H_2 лар эса бош нуқталар бўладилар.



4.29 расм

4.10. Геодезик ўлчаш асбобларининг кўриш трубалари

Кўриш трубалари узоқдаги жисмларни кузатиш учун ишлатилади. Геодезик кўриш трубаларига нивелирлар, теодолитлар, дальномерлар киради. Фақат биргина теодолитнинг кўриш трубалари ҳам бир - бирдан жуда фарқ қилиши мумкин. Кўриш трубаларининг асосий характеристикаларини билиш учун энг оддий Кеплернинг кўриш трубасини қарайлик. Бу 4.30 расмда



4.30-расм

телескопик системанинг ишлаш принципи кўрсатилган. Жисм асбоб объективидан узоқ масофада турганлиги учун, жисмдан келаётган ёруғлик объективга диярли параллел ҳолда тушади. Объектив жисмнинг кичрайган, тескари, ҳақиқий тасвирини беради, ундан кейин эса, унга лупадек ишлайдиган окуляр орқали қаралади. Натижада тасвир катталашган ҳолда кўринади. Шундай қилиб, телескопик система объективининг чизиқли катталаштириши жисмга нисбата кичрайган бўлади, бу номутаносибликни камайтириш мақсадида телескопик системалар объективларининг фокус оралиғи нисбатан катта қилиб олинади, бу биринчи шарт. Иккинчи шарт, окуляр лупадек ишлаганлиги учун, унинг олдинги фокал текислиги объективнинг орқанги фокал текислиги билан мос келиши шарт.

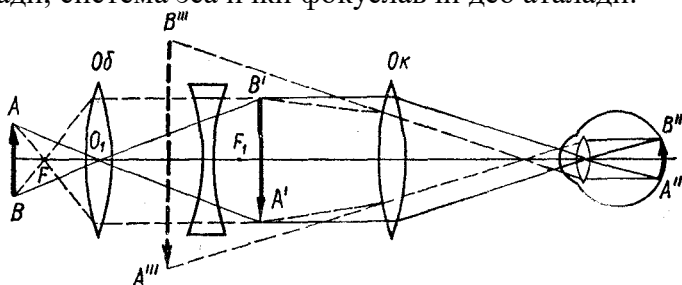
Телескопик системаларнинг бош оптик характеристикаси бўлиб, унинг кўринадиган катталаштириши, кўриш майдони ва ёруғлик кучи шунингдек унинг ажрата олиш кучи ҳисобланади.

Телескопик системаларнинг кўринувчи катталаштириши чиқишдаги ва киришдаги апертура бурчаклари тенгенслари нисбатига тенг ёки объектив ва окулярларнинг фокус масофалари нисбатига тенг. Агар телескопик системанинг кўринувчи катталаштиришини қорачиқлар орқали ифодаласак, унда кириш қорачиғининг чиқиш қорачиғига нисбатига тенг бўлади. Телескопик системаларда чиқиш қорачиғи апертура диафрагмасининг энг кичик тасвири бўлар экан, у ўтаётган ёруғлик оқимининг қийма-тини ҳам белгилайди, демак системанинг ёруғлик кучи чиқиш қорачиғи диометрининг квадратиغا тенг бўлади.

Телескопик системанинг кўриш майдони бу окулярнинг кўриш майдони $2\omega^1$ га тенг ҳисобланади.

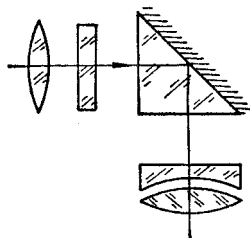
Кўзнинг ажрата олиш кучи 60 секундга тенг бўлса, труба-нинг ажрата олиш кучи кириш қорачиғи диаметрига тескари пропорционал, ёки $\alpha = \frac{120}{D_{\text{киркор}}}$ га тенг.

Замоновий геодезик асбобларда, ички фокусировкали кўриш трубалари ишлатилади, у қуйидаги расмда берилган. Объектив ва окуляр орасига сочувчи линза қуйилади. Шу линза ҳолатини ўзгартириш йўли билан объектив фокал текислиги ўзгартирилади. Бунда асбобдан қаралаётган жисмгача масофа ўзгарса окуляр ва объектив орасидаги масофани ўзгартириш талаб қилинмайди, шунинг учун ҳам бундай линза фокуславчи деб аталади, система эса ички фокуславчи деб аталади.



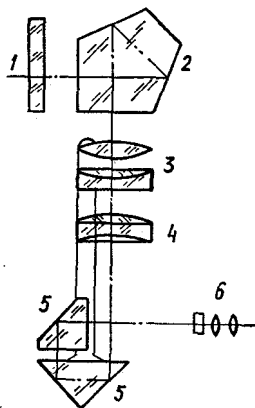
4.31-расм

Геодезик асбобларнинг кўриш трубалари тўғри, ёки бурилган бўлиши мумкин. Бурилган кўриш труба-си қуйида кўрсатилган. Системадаги призма визирлавчи нур йўлини буриб юбарганлиги чизмада яққол кўрсатилган.



4.32-расм

Баъзи асбобларнинг оптик системалари мураккаб конфигурацион ўққа эга, кўп ишлатиладиган нивелирнинг оптик системаси қуйида берилган. 1-химоя шишаси, 2- пентопризма, 3-объектив,

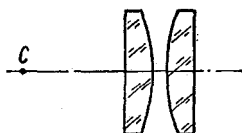
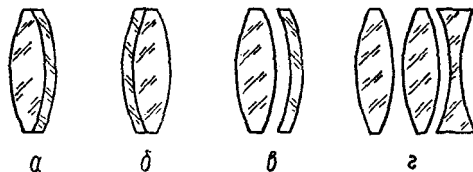


4.33-расм

4- фокуславчи линза, 5- призмалар, 6 –иплар тўри ва окуляр. Бу чизмалардаги кўриш трубаларининг объектив ва окулярлари марказлаштирилган линзалар системасидан иборат.

Икки ва уч линзадан ташкил топган объективлар кенг тарқалган. Чизмада туташган ҳолда кўрсатилган линзалар, клейланган бўлиши мумкин. Клейланмаган линзаларнинг устунлиги шундаки уларни фокуслаш осон.

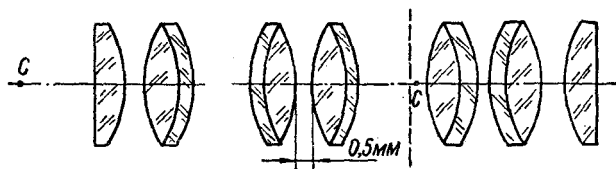
Объектив ва окулярларни ҳар хил шаклли ва сифатли линза



4.34-расм

лардан йиғишдан мақсад, асосан абберацияни камайтириш.

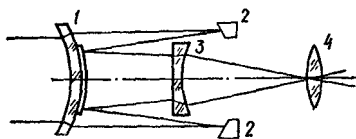
Ҳар қандай кўриш трубасининг окуляри икки элементдан иборат бўлади; жисм олдидаги линза ва кўз олдидаги линза. Кўз олди линзаси ҳамда жисм олди линзалари битта линзадан ёки линзалар системасидан ташкил топиши мумкин. Жисм олди лин-



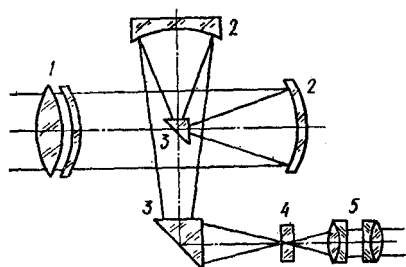
4.35-расм

заси ўз хоссаси жихатдан окуляр ҳисобланади, кўз олди линзасининг вазифаси, чиқиш қорачиғини линзада 6-8 мм масофага сур-ишдир. Бундай кўриш трубаси билан ишлаганда, маълум бир қулайлик вужудга келадики, натижада кўриш трубаси оптик системасининг чиқиш қорачиғи кўз қорачиғи билан мос келади.

Линза ва кўзгулардан иборат кўриш трубалари системасини қорайлик. Бундай системалардан баъзилари қуйида берилган.



4.36а-расм

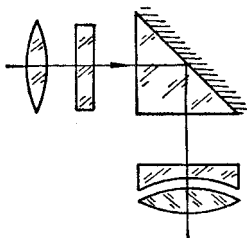


4.366-расм

а-расмда Максудовнинг кўзгу-линзали кўриш трубасининг оптик системаси берилган. Ёруғлик 1-линзанинг четларидан ўтиб, кўзгули сирт 2 га тушади, ундан қайтиб, 1 линзанинг кўзгуланган марказий қисмига тушади. Кейинчалик фокуславчи 3 линзадан ўтиб 4 окулярга тушади.

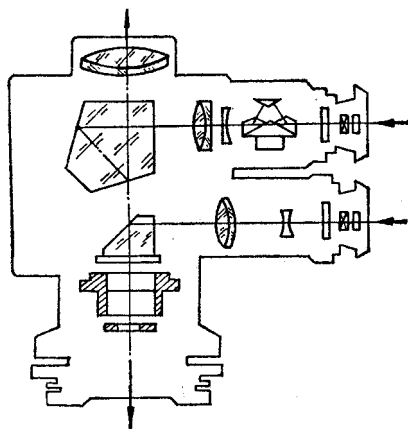
б-расмда кўзгули-линзали Вильда оптик системаси келтирилган, у, 1 объектив, 2 кўзгу, 3 призма, иплар тўри 4 ҳамда 5 окулярдан иборат. Кўзгули-линзали системалар асбобнинг ўлчамларини ихчамлаштиради, катта ёруғлик кучига эга бўлиб, катталаштириши юқори ҳамда хроматик абберацияси тўғриланган бўлади.

Осман упар биноларни проектлашда махсус оптик системага эга бўлган теодолитлар ишлатилади. Бундай теодолитлар



4.37-расм

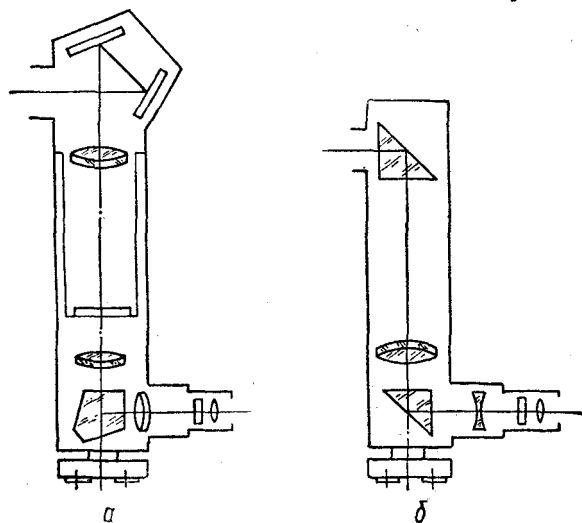
марказлаштирилган деб аталади. Булар унчалик катта бўлмаган эгри-бугри труба бўлиб, объективдан, призмада, иплар тўридан ва окулярдан иборат бўлади. Бундай кўриш системаларининг бир -



4.38-рasm

мунча мураккаблари ҳам мавжуд. Юқоридаги теодолит компенсаторга эга, унинг ёрдамида визир ўқи ҳамма вақт автоматик равишда вертикал ҳолатга келади, аниқлиги $\pm 0,5$ мм.

Нивелирларни автоматик равишда горизонтал ҳолатга тўғрилаш учун компенсаторлар ишлатилади. Энг кўп маятникли компенсаторлар ишлатилади улар қуйида берилган а -моделида



4.39-рasm

ипли тўр осилган, б-моделида эса объектив осилган. Осилган элементлар физик маятникга ўхшаш бўлиб, улар нивелир оғғанида, танланган ҳолатни ўзгартирмасдан сақлайди. Бундай компенсаторларнинг ишлаш чегараси ± 10 , визир чизигини ўрнатиш аниқлиги эса $\pm 0,4-0,8$.

4.11. Аберрациялар

Ҳар қандай реал оптик системаларда жисм тасвири камчиликларга эга бўлади. Бу камчиликларни аберрациялар деб аташадилар. Биз реал оптик системаларда параксиал нурлардан фойдаланганмиз, шунингдек ёруғлик мураккаб оқ нурдан иборатлигини ҳисобга олмаганмиз. Амалда эса линзанинг оптик ўқиға ҳар хил бурчакда келувчи ёруғлик дастаси билан ишлашга тўғри келади, шунингдек мураккаб таркибга эга оқ нурнинг оптик системалардан утишини кўрайлик. Бундай ҳолларда икки хил аберрация кузатилади: монохроматик ва хроматик.

Монохроматик аберрация-оддий монохроматик нурларда вужудга келадиган тасвирнинг бузилиши. Хроматик аберрация-бу жисм синдириш кўрсатигичининг тўлқин узунлигига боғлиқлигидан келиб чиқадиган аберрациялар.

Монохроматик аберрацияларга қуйдагилар киради: сферик аберрация, кома, синуслар конунидан четланишлар, астигматизм, майдоннинг эгрилиги, дисторсия ва бошқалар.

Хроматик аберрацияга -ҳолат хроматизми, сферик аберрациянинг хроматик форқланувчи, катталаштиришдаги хроматизм ва бошқалар.

Ҳамма аберрациялар ҳам у ёки бу даражада тасвир сифатига таъсир қилади.

1. Сферик аберрация

Бу хилдаги линзанинг камчиликлари, оптик ўқдан узоқда ётган нуктадан келаётган кенг нур оқимиға тегишли. Сферик

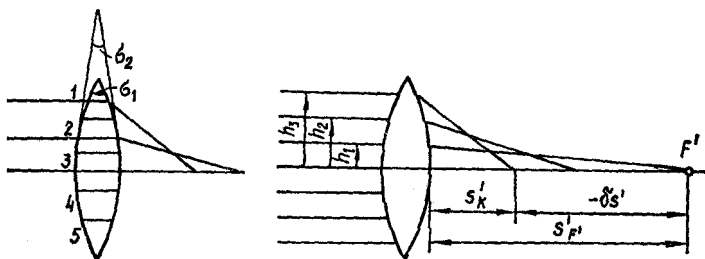
абберацияда, оптик системага унинг оптик ўқидан ҳар хил масофадан келаётган нурлар, жисм майдонида оптик ўқни ҳар хил масофада кесиб ўтади.

Линза ҳар хил қисмлардан иборат деб қарайлик, яъни линза 3.41 расмда кўрсатилганидек бўлақларга бўлинган бўлсин, унда линза бир неча 1,2,3,4,5 - призмалардан ва 3 – ясси параллел пластинкадан ташкил топгандек бўлади.

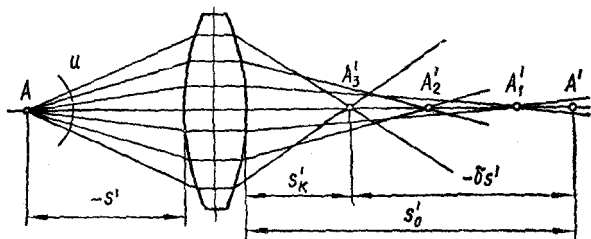
Учёқли призма ўзига тушган нурни асоси томонига синдиради. Призмада нурнинг бурилиб кетиши унинг синдириш бурчаги σ -га боғлиқ, 1ва5 – призманикига нисбатан анча кичик, натижада призмаларга параллел тушаётган нурлар улардан ҳар хил бурчак остида синиб ўтади, яъни 1 ва 5 нурлар 2 ва 4 призмалардан ўтган нурга нисбатан кўпроқ синадилар. Шунинг учун ҳам линзанинг ҳар хил жойларининг оптик кучи ҳар хил бўлади ва у оптик ўқдан узоқлашган сари ортиб боради. Линзанинг ўрта қисми ясси параллел пластикага ўхшашдир.

Оптик ўқ устида ётган нуқта чексизликда жойлашган бўлса унда сферик абберация, система кириш қорачиғидаги оптик ўққа нисбатан нурнинг баландлигига боғлиқ бўлади.

Сферик абберация кўндаланг ва бўйлама бўлади. Линзадан ўтган параксиал ва реал нурларнинг оптик ўқда кесишган нуқталари орасидаги масофа билан ўлчанадиган катталиққа бўйлама сферик абберация дейилади. Фокал текисликда нурлар орасидаги масофа билан ўлчанадиган катталиқ кўндаланг абберация дейилади.



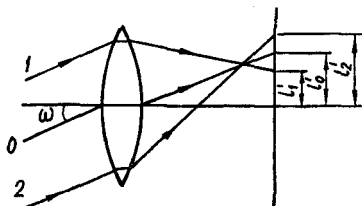
4.40- расм



4.41- расм

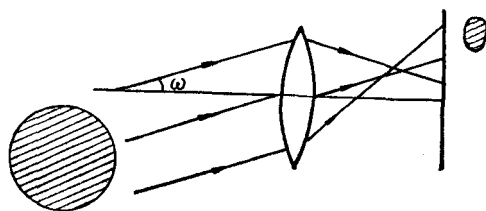
2. Кома

Оптик ўққа нисбатан нурлар дастаси симметриясининг бузилишига, оптик системанинг абберацияси кома деб аталади. Кома оптик ўққа нисбатан қия тушаётган кенг ёруғлик нури дастасига тегишли бўлади. Сферик абберацияда сочилиш доғи ҳосил бўлади, бу доғ ҳар қандай ўзаро перпендикуляр, ўққа нисбатан симметрик бўлади. Комада шу симметрия бузилади. Бундай асимметрияни характерлаш учун иккита ўзаро перпендикуляр текисликдан фойдаланилади; меридионал ва сагиттал.



4.42a-расм

Оптик ўқи бўлган ҳар қандай текислик меридионал бўла олади, унга перпендикуляр текисликка - сагиттал дейилади. Биз меридионал текислик деб чизма текислигини олайлик. Унда кома-тасвир ўлчамларининг меридионал ва сагиттал текисликларда бузилиши бўлади, шунингдек бу бузилиш текисликларда ҳар хил бўлади. Демак, оптик системага нурлар бир хил тартибда кирса идеал фокал



4.426-расм

текисликка тескари тартибда чиқади. Меридионал текисликда тасвирнинг носимметриклиги бўлиши шу тариқа вужудга келади ва меридионал кома деб аталади. Меридионал текисликда чизилган тасвир, сагиттал текисликда қисилган бўлади ва сагиттал кома вужудга келади

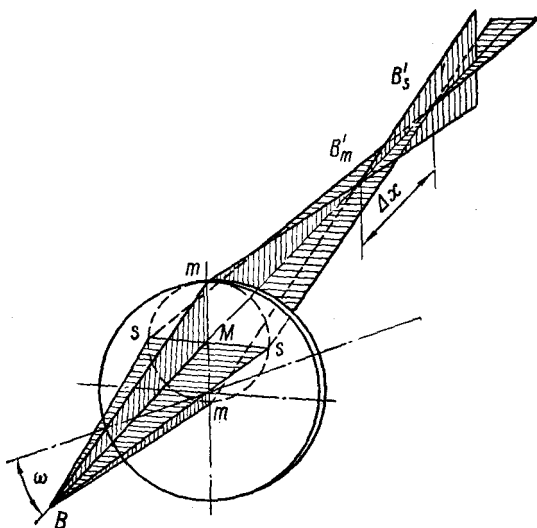
Агар жисм тасвири айлана шаклда бўлса кома абберрация таъсирида симметрия бузилиб, чузунчоқ шаклни олади.

3.Астигматизм.

Оптик ўққа нисбатан оғган ингичка нур дастаси ўзаро перпендикуляр текисликлар (меридионал ва сагиттал) бўйлаб тушувчи нур, оптик системада синиб ўтиб бир нуқтада туташиб ўрнига, икки нуқтада учрашади, оптик системаларнинг бу камчилигига **астигматизм** дейилади. Шунинг учун ҳам оптик ўқдан четда ётган нуқтанинг тасвири нуқта бўлмасдан узаро перпендикуляр чизиклардан иборат бўлади, улар ҳар хил текисликларда ва бир-биридан маълум масофаларда жойлашган бўлади. Бундай бўлишига сабаб, нурнинг синиш вақтида нурлар дастаси симметриясининг бузилиши, чунки меридионал ва сагиттал текисликлардаги синиш шароитининг ҳар хиллиги, яъни сирт эгрилигининг ҳар хиллигидир.

В- нуқтадан оптик системага келувчи нур дастасини қарайлик. Нур дастасининг асосий қисми оптик системага оптик ўққа нисбатан ω - бурчак остида тушсин ҳамда оптик системани М нуқтада кесиб ўтсин. Сферик сиртда нур дастаси mms майдонча ҳосил қилсин, у шитрихлаб кўрсатилган. Нурлар оқимидан икки ўзаро перпендикуляр юза ажратиб олайлик, яъни

меридионал mm ва сагиттал ss . Ҳар хил нурлар учун оптик системанинг сферик сирти эгрилиги ҳар хил бўлгани учун нурларнинг синиши ҳам ҳар хил бўлади. Натижада меридионал нурлар B нуқта тасвирни B'_m нуқтада беради, сагиттал нурлар эса B'^1_{ss} нуқтада беради. Бу нуқталар орасидаги масофага астигматик фарқ деб аталади ва $\Delta x = x^1_s - x^1_m$ га астигматизимни ўлчаш формуласи дейилади, бу ерда, x^1_s кесма MB^1_s га ва $x^1_m = MB^1_m$ га тенгдир.



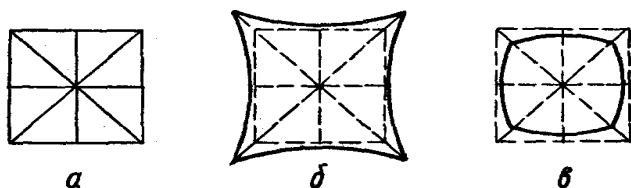
4.43- расм

4. Дисторсия.

Оптик системаларнинг камчиликларидан яна бири дисторсиядир. Оптик системаларнинг дисторсия нуқсонларида тасвирнинг жисмга нисбатан геометрик ўхшашлиги бузилади. Бунга сабаб оптик системанинг ҳар хил қисмларининг катталаштириши, ҳар хил бўлиши. Бутун майдон бўйича

тасвирнинг чизиқли катталаштиришининг бир хиллик (бир хил бўлиши) шарти, ортоскопия шарти деб юритилади. Бу шартнинг бузилиши дисторсияга олиб келади. Қуйидаги чизмаларда дисторсиянинг ҳар хил кўринишлари келтирилган.

а- кўриниши, идеал оптик системада олинган кўриниш, б- мусбат- ёстиксимон дисторсия, в-манфий- бочкасимон дисторсия. Мусбат дисторсия вақтида тасвир ўлчами назарий ўлчамдан катта, манфий дисторсияда эса кичик бўлади. Тасвирнинг жисмга аниқ ўхшашлиги, дисторсия вақтида бузилмайди.

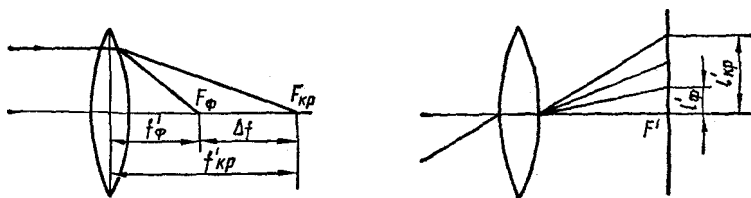


4.44- расм

5.Хроматик абберация.

Маълумки, уч ёкли призмадан оқ нур ўтганда у рангларга ажралади, яъни дисперсия вужудга келади. Ёруғликнинг синиши яъни жисм синдириш кўрсаткичининг ёруғлик тўлқин узунлигининг ўзгаришига боғлиқлигидан оқ нур таркибий қисмларга ажралиб кетади.

Оптик системаларнинг синдириш кўрсаткичининг ёруғлик тўлқин узунлигига боғлиқлигидан келиб чиқадиган камчиликларига хроматик абберация дейилади.

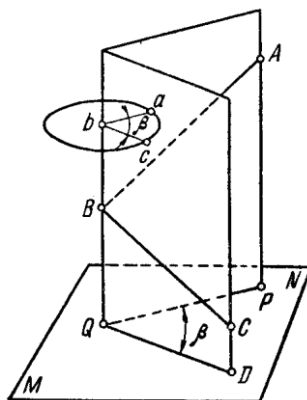


4.45 расм.

Оқ ёруғлик нури таркибий қисмлари бўйича жойлашиши натижасида тасвир ҳар хил спектр-рангларга ажралиб кетади. Агар нур чексизликдан оптик ўққа параллел келаётган бўлса, оптик системадан ўтиб ва таркибий қисмлар бўйича жойлашиб, оптик ўқни ҳар хил жойларда кесиб ўтади. Хроматик абберациянинг бундай кўринишига ҳолат хроматизми деб аталади. Бу камчилик параксиал нурларга ҳам тегишли бўлгани учун бу абберациянинг иккинчи аталиши нолинчи нурларнинг хроматик фарқи деб аталади. Иккала кўринишдаги хроматик абберациялар ҳам камайтирилган оптик системаларга тўла ахроматизирланган оптик системалар деб аталади. Кўпчилик оптик системалар ахроматизирланмаган бўлса ҳам уларда хроматик абберация минимумга келтирилган бўлади.

4.12. Теодолитда ўлчаш олиб бориш

Геодезик ишларда томонлар орасидаги бурчак ўлчанмасдан шу бурчакнинг горизантал текисликка проекцияси ўлчанади. Демак ABC бурчакни ўлчаш учун, бу бурчакнинг томонлари бир текисликда ётмаганлиги инобатга олиниши зарур ва A, B ва C нуқталарининг горизантал текисликка проекцияси олиниб $PQ-D = \beta$ топилади. Шундай қилиб ABC икки қиррали бурчак яъни BCDQ ва ABQP вертикал текисликлар орасидаги бурчак β бўлади, у чизиқли бўлиб, ABC икки қирра орасида ва QB очилган қирра учида ётган ҳар қандай бурчак унга тенг бўлади, унинг томонлари MN - текислигига параллел текисликда ётади. Демак, β - бурчакни градусларидаги ўлчовда ўлчаш учун, бирор бир нуқтада, масалан, ABC икки қиррали бурчакнинг QB



4.46-рaсм

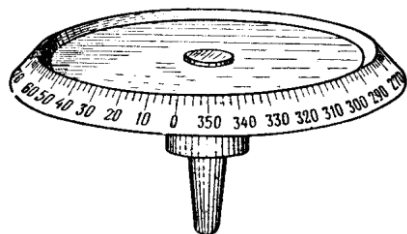
қиррасида ётган v – нуқтада, горизонтал ҳолатда градусларга бўлинган айлана ўрнатилади ва унда ас, ёй белгиланади, у икки қирра орасида чегараланган бўлади, унинг градус ўлчови авс бурчак, β га тенг яъни $\text{авс} = \beta$.

Жойнинг чизиқлари орасидаги бурчакнинг горизонтал проекциясини ўлчаш учун айланма жихоз керак бўлиб уни Лимб деб атайдди. Лимб горизонтал текисликда жойлашган бўлиб, унинг маркази марказий ўққа мос келади, марказий ўқ эса ўлчанаётган бурчак учига тўғри келади. Бундай айланма текислик устида вертикал қўзғалувчи текислик бўлиши зарур, у Лимб марказидан ўтувчи ўқ атрофида эркин айлансин. Шундай текислик ёрдамида лимбда ас, ёйнинг бошини ва охирини белгилаб олиш мумкин, бунинг учун ВС ва ВА бурчак томонлари билан мослаштиришимиз зарур, мослаштиришни мукамал амалга ошириш учун эса визир чизиғи бўлиши зарур ёки кўриш турбаси бўлмоғи зарур. Булардан ташқари асбобда а ва с нуқталарни қайт қилиб қўядиган мослама бўлиши керак, масалан, верьнер.

Верьнер ёки микроскоп қўзғалувчан вертикал текислик билан лимб бўйлаб ҳаракат қилаолиши зарур. Бундай талабларга жавоб берадиган геодезик асбоб Теодолит деб аталади.

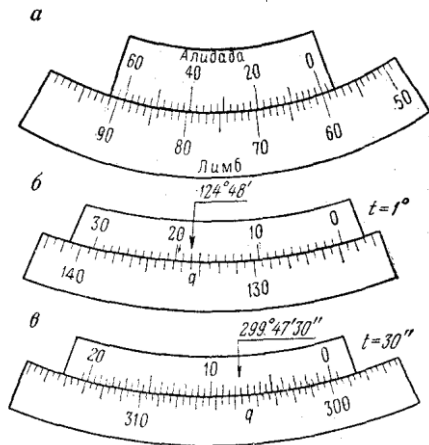
Лимблар.

Лимб кўпинча латундан ёки юқори сифатли шишадан тайёрланади ва у айланма жисм бўлиб, айлана бўйлаб 360 бўлакка бўлинган – чизилган бўлади. Бу бўлакчаларнинг ҳар бири яна бўлакчаларга бўлинган бўлиши ҳам мумкин, 360 бўлак градусларда ҳисобланади ёки бундай шкаланинг баҳоси бир градусга тенг бўлади.



4.48-рasm
Алидада

Лимб жойлашган ўққа, яна бир айлана ўрнатилади, бу алидада деб аталади. Алидада лимб текислигида ёки унинг устида бўлади. Алидадада ҳам шкала бўлиб, у Теодолитнинг вертикал ўқи текислиги билан бирга айланади, ҳамда 0 дан 30 гача (0 дан 60 гача) бўлакларга бўлинган махсус шкалага эса у лимбга нисбатан алидаданинг ҳолатини аниқлашга хизмат қилади.



4.49-рasm

Ўлчаш аниқлигини ошириш учун, кўрсатгич чизигидан ташқари, олдин айтганимиздек, верънер шкаласи ҳам чизилган.

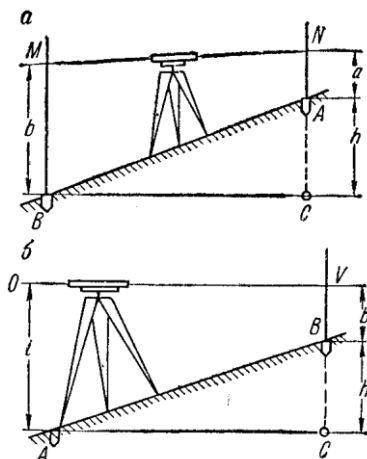
Лимб ва Алидада биргаликда верънер деб аталади, у хар хил аниқликда бўлиши мумкин.

4.13. Нивелирда ўлчаш олиб бориш

Нивелирлаш деб жойнинг бир нуқтасининг бошқа нуқтасига нисбатан баландлигини аниқлашга ёки асос қилиб олинган нуқта текислигига нисбатан кўтарилганлигини аниқлашга айтилади. Нуқта баландлиги топографик суратларни асослаш учун зарур, шунингдек, муҳандислик иншоотларини қуриш ва фойдаланиш учун керак, ҳамда жойларнинг тузилиши, рельефини ва илмий масалаларни ечиш учун шунингдек ер қатламларининг вертикал силжишини аниқлаш учун зарур.

Горизантал визирлар нуридан фойдаланиб геометрик нивелирлаш, икки хил усулда бажарилиши мумкин, яъни; олд томонини нивелирлаш ва ўртадан нивелирлаш.

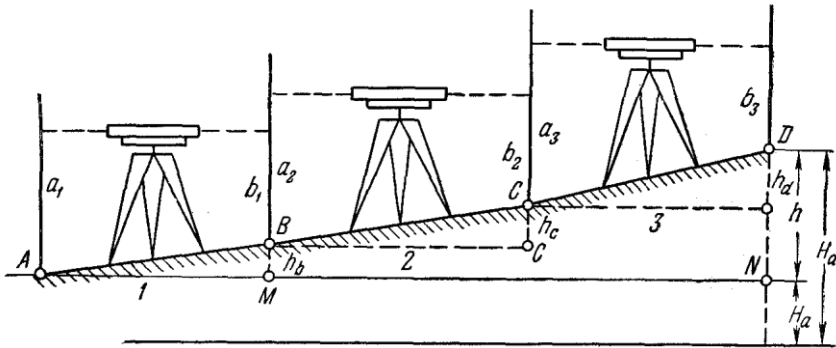
Ўртадан нивелирлаш. Бу усул билан нивелирлашда, горизантал визирлаш нурини олиш имконини беради, вертикал рейка ўрнатилган жойдан нивелирланадиган АваВ нуқталар бир хил масофада бўлади. Бу рейкага навбатма – навбат визир нури юбортирилиб $AN = a$ ва $BM = b$ хисоблари олинади, унда $h = a - b$ бўлади.



4.50-расм

Олдга нивелирлаш. Бундай ҳолларда нивелир A – нуқтага ўрнатилади, B –нуқтага эса рейга жойлаштирилади; баландликлар фарқи $h = i - b$, бу ерда, i – A нуқтадан горизонтал визирлаш нуригача бўлган асбобнинг баландлиги бўлиб, пастдан юқорига ўлчанади, b – BV – эса рейкадан олдинга олинганлиги ҳисоб.

Геометрик нивелирлаш, қандай усулда бажарилганлигидан қаттиғи назар, содда ва мураккаб бўлиши мумкин. Асбобни бир ўрнатишдаёқ аниқланган ортиманинг олишига оддий нивелирлаш деб аталади. Икки нуқта баландликлари орасидаги фарқни аниқлаш бир неча марта асбобни ўрнатиш талаб қилинадиган нивелирлашга мураккаб нивелирлаш деб аталади.



4.51-расм

4.14. Жойда масофани оптик узоқни ўлчагичлар билан ўлчаш.

Масофани оптик узоқни ўлчагичлар билан ўлчаш. Жойларда маълум масофани ёки икки нуқта орасини ўлчашларда қўш тасвирли геодезик ўлчаш асбоблари (далъномер) кенг қўлланилади. Қўш тасвирли узоқни ўлчагичлар ҳар хил кўринишда бўлади. Қўш тасвирли узоқни ўлчагичлар ёрдамида 10 м дан 700 м гача масофа 1,0 ÷ 1,5 фоиз ҳатолик билан ўлчаш имконини беради. Бу асбоблар 20^0 дан 30^0 гача эгилиши мумкин, ўрнатиш

тешиги 40/50мм диометрга эга бўлиб асосан теодолитга ўрнатилган ҳолда ишлатилади.

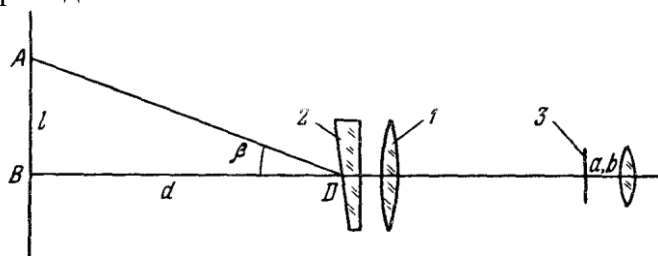
Қўш тасвирли дифференциал узокни ўлчагичлар, ўзгармас параллактик бурчакка ва визирлаш нуқтаси ўзгарувчан базисга эга бўлади. Демак, узокни ўлчагичлар ўзгармас бурчакли ва ўзгармас базислиларга бўлинади.

Биз қораётган жойда мософани ўлчагичларда ўзгармас параллактик бурчак β оптик пона ёрдамида ҳосил қилинади.

Маълумки уч ёкли призмадан ёруғлик нури ўтганда, у икки марта призма четларидан синади ва призма асоси тамон оғади. Оғиш бурчаги β тўғридан-тўғри призманинг синдириш бурчаги σ дан боғлиқ, призманинг синдириш кўрсаткичидан ҳамда нурнинг призма сиртига тушиш бурчаги i дан боғлиқ.

Призманинг синдириш бурчаги σ кичик бўлса бундай призмани оптик пона (клин) деб аталади.

Агар теодолит объективининг ярими шундай оптик пона билан тўсилган бўлса ва иккинчи ярими очик бўлса, унда кўриш трубади майдонида битта жисмнинг иккита тасвири (қўш тасвир) ҳосил бўлади бу икки тасвир бир-бирига нисбатан силжиган ҳолда кўринади.



4.52-расм

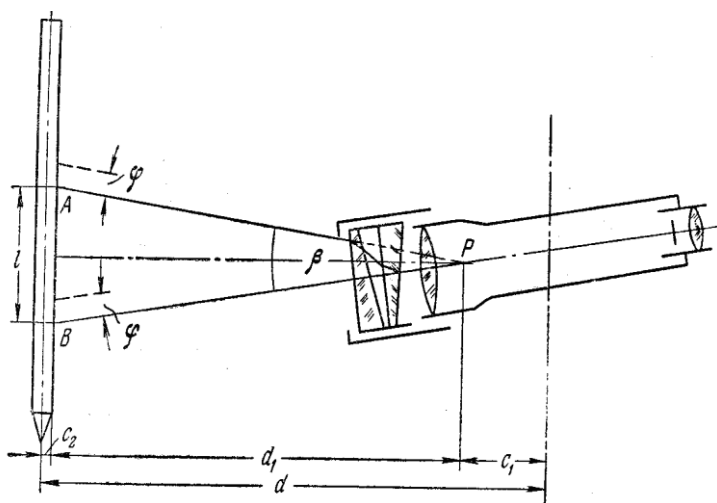
Чизмада кўрсатилганидек В нуқтадан келаётган нур, 1–объективнинг очик қисмидан ўтсин, А – нуқтадан келаётган нур эса объективнинг пона тўсган қисми орқали ўтсин, 3–тур чизиғида А ва В нуқталаридан келган нурлар берган тасвир устма-уст кўринсин. Рейканинг ℓ қисми яъни АВ га тенг қисми оптик пона тасирида силжиган тасвир беради. ℓ - қисмнинг силжиш миқдори, рейка шкаласи ёрдамида аниқланади (ҳисобланади).

Оптик пона таъсирида нурнинг бурилиш бурчаги β рейкагача бўлган масофадан боғлиқ бўлмайди. Учбурчак ADB дан ℓ ва β маълум бўлса асбобдан рейкагача бўлган масофа d ни аниқлаш мумкин.

Оптик пона ўзига тушган нурни буриб юборишдан ташқари, оқ ёриғликни қисман рангларга – спектрга ҳам ажратади, шунинг учун ҳам тасвир аниқ бўлмайди, жисм тасвири хира ва четлари бўялган бўлади. Бу камчиликларни йўқатиш учун иккита оптик понадан иборат система ясалади. Бундай система ясаш учун иккита оптик понанинг синдириш кўрсаткичлари махсус танлаб олинади ва бу системага ахроматик поналар системаси деб аталади.

Масофани ўлчаш. Ўлчанадиган масофанинг бир четига узокни ўлчагич махламланган теодолит ўрнатилади бошқа четига эса геодезик рейка ўрнатилади. Теодолитнинг кўриш майдонида рейканинг иккита тасвири ҳосил бўлади, бу икки тасвир бир - бирига нисбатан силжиган бўлади. Тасвирларнинг силжиш катталигини (рейкадаги АВ кесма) ℓ - билан белгилаб оламиз.

$APB = \beta$ параллактик бурчак миқдори, чизмада кўрсатилганидек, рейкагача бўлган масофадан боғлиқ бўлмайди ва ҳамма вақт ўзгармасдан қолади, унинг энг юқори нуқтаси Р ҳам узокни ўлчагич ишлаганда ўзгармайди



4.53-рasm

Кўриш турбасининг шундай оғдирайликки, паралактик бурчакнинг биссектрисаси узоқни улчагичнинг рейкасига перпендикуляр жойлашиши, паралактик уч бурчакнинг баландлиги d_1 унинг асоси l ва бурчак β -ёрдамида аниқланиши мумкин.

$$d_1 = \frac{l}{2} \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2} \quad \text{ёки} \quad d_1 = \frac{l}{2 \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}.$$

$\frac{1}{2 \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}$ - миқдор оптик понасининг шу ҳолатида ўзгармас бўлиб,

унинг узоқни ўлчагич коэффициентлари деб атаймиз ва K -харфи билан белгилаймиз

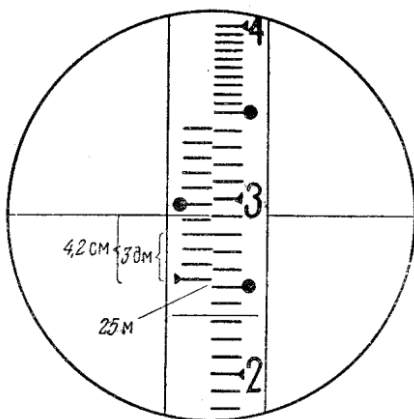
$K = \frac{l}{2 \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}$. Унда $d_1 = K l$ ҳосил бўлади. Теодолитнинг бош

айланиш ўқидан рейка ўрнатилган жойгача бўлган масофа $d = d_1 + c_1 + c_2$ бўлади.

Бу ерда, c_1 – паралактик бурчак юқорисидан теодолитнинг айланиш ўқигача бўлган масофа, c_2 -рейканинг шкаласи

текислигидан унинг визир ўқиғача бўлган масофа. $C_1 + C_2$ ни C билан алмаштирсак, унда $d = Kl + C$ бўлади.

Тажриба кўрсатадики $K=100$ бўлганда масофа ўлчашларда анча ҳисоб соддалашади, ўлчаш аниқлиги ошади.



4.54-расм

Рейкадан ҳисоб олиш.

1. Кўриш турбаси рейкагача шундай тўғирланиши керак-ки, тўрнинг горизонтал чизиғи, нониуснинг нол чизиғига иложи борица яқин жойлашган бўлиши керак.

2. Кўриш турбасининг махсус винтини бўраш йўли билан рейка шкаласи бўйлаб вертикал баландга силжита борамиз. Бу вақтда нониус тасвири рейка чизиғига нисбатан аста секин пастга томон силжиб боради, аммо нонуснинг қандайдир чизиғи конус чизиғи чегарасидан чиқиб кетмаслиги керак.

3. Рейка бўйича ҳисоб олиш уч микдордан иборат бўлади:

- а. Бугун сонлар бўйича ҳисоб
- б. Рейка чизиғи баҳосининг ўндан бир улиши
- в. Рейка чизиғи баҳосининг юздан бир улиши.

Чизмадаги ҳисоб 25,342.

Рейка чизиғининг бир бўлағи 2см бўлса параллактик учбурчак базиси (асоси) l бўлганда $l_{cv} = 2n$, бу ерда, n – узоқни ўлчагич рейкасидан олинган ҳисоб. Бу ҳолда рейкада икки ҳисоб n_1 ва n_2

олинади. Уларни қўшиб ℓ – ҳосил қилинади ва ахтарилаётган масофа $d = k\ell$ дан топилади.

Режа

1. Кўз – оптик система сифатида
2. Оптик квант генератори(лазер)нинг ишлаш тартиби ҳақида.
3. Линзалар. Лупа. Микроскоп. Кўзгулар.
4. Призмалар.
5. Объективлар.
6. Окулярлар
7. Оптик ҳисоб олиш қурилмалари.
8. Диафрагмалар ва уларда нурнинг йўли.
9. Идеал оптик системалар.
10. Геодезик ўлчаш асбобларининг қўриш трубалари.
11. Абберрациялар.
12. Теодолитда ўлчаш олиб бориш.
13. Нивелирда ўлчаш олиб бориш.
14. Жойда масофани оптик узокни ўлчагичлар билан ўлчаш.

Тоянч сўзлар ва тоянч ифодалар

Кўз – оптик система сифатида, Оптик квант генератори (лазер)нинг ишлаш тартиби ҳақида, Линзалар, Лупа, Микроскоп, Кўзгулар, Призмалар, Объективлар, Окулярлар, Оптик ҳисоб олиш қурилмалари, Диафрагмалар ва уларда нурнинг йўли, Идеал оптик системалар, Геодезик ўлчаш асбобларининг қўриш трубалари, Абберрациялар, Теодолитда ўлчаш олиб бориш, Нивелирда ўлчаш олиб бориш, Жойда масофани оптик узокни ўлчагичлар билан ўлчаш.

Фойдаланилган адабиётлар

1. М.Исмоилов, П.Хабибуллаев, М.Халиуллин.
Физика курси, Т. «Ўзбекистон», 2000.
2. Г.С. Ландсберг, Оптика, Т. Укитувчи, 1981.
3. Дж. Орир, Физика, М. Мир, 1981.
4. А.Е.Денисов, Г.Д.Потапенко, Физика в прикладной
геодезии, Масква 1991.
5. Т. Қўзибоев, Геодезия, Т, 1975.
6. Геодезия, под В.В. Данилов, Масква, 1975
7. ж. Геодезия и картаграфия, М.госкоиздат, № 1-7,
2004 г.
8. Нурматов Э.М., Оптика ва атом физика,
Самарқанд, 2004.

МУНДАРИЖА

Сўз боши	4
1 Боб	6
ГЕОДЕЗИК АСБОБЛАРДА ЎЛЧАШ ОЛИБ БОРИШ	6
1.1. Умумий қоидалар	6
1.2 Оптик ўлчаш асбобларининг тавсифи	7
1.3. Ўлчаш хатоликлари	8
1.4. Максимал хато	11
2.1. Ёруғлик ҳақида тушунчалар	12
2.2. Геометрик оптика	15
2.3. Ёруғликнинг икки муҳит чегарасидан ўтиши	18
2.4. Фотометрия	20
2.5. Ёруғлик тезлиги	21
2.6. Ёруғликнинг ютилиши	23
2.7. Фотоэлектрик эффект ходисаси	24
2.8. Фотоэффектнинг қўлланилиши.	
Фотоэлементлар. Фотокупайтиргичлар.	27
III БОБ	29
Ёруғликнинг оптик асбоблардан ўтиши	29
3.1. Ер атмосфераси ҳақида.	29
3.2. Атмосферада ёруғлик нурларининг эгилиши.	
Рефракция.	34
3.3. Ёруғлик интерференцияси	37
3.4. Ёруғлик дифракцияси	40
3.5. Ёруғлик дисперсияси	43

3.6. Оптик асбобларнинг ажрата олиш қobiliяти	44
IV БОБ	46
Оптик асбоблар ва уларда ўлчаш олиб бориш	46
4.1. Кўз – оптик система сифатида	46
4.2. Оптик квант генератори (лазер) нинг ишлаш тартиби ҳақида	48
4.3. Линзалар. Лупа. Микроскоп. Кўзгулар.	50
4.4. Призмалар.	56
4.5. Объективлар.	60
4.6. Окулярлар.	61
4.7. Оптик ҳисоб олиш қурилмалари	65
4.8. Диафрагмалар ва уларда нурнинг йўли	67
4.9. Идеал оптик системалар	71
4.10. Геодезик ўлчаш асбобларининг кўриш трубалари	72
4.11. Абберрациялар	79
4.12. Теодолитда ўлчаш олиб бориш	85
4.13. Нивелирда ўлчаш олиб бориш	88
4.14. Жойда масофани оптик узоқни ўлчагичлар билан ўлчаш.	89
Фойдаланилган адабиётлар	95

**Нурматов Эшмурза Мухитдинович,
Исаков Эркин Хўжаёрович**

Оптик ўлчашлар Ўқув қўлланма

Самарқанд, 2006

Мухаррир

Т.Қосимов

Бадий муҳаррир

Компьютерда саҳифаловчи А.Маманов

Нархи шартнома асосида

Босишга рухсат этилди: 20 апрел 2005 йил

Буюртма № _____

Ҳажми 6,5 б. т. Адади: 100 нусха