

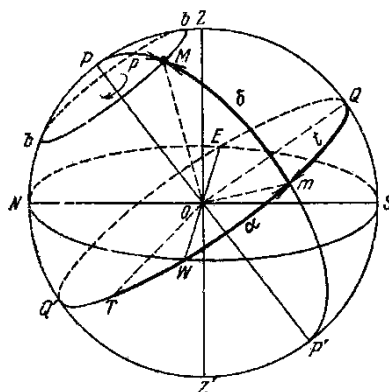
**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

A. Yusupov

AMALIY VA UMUMIY ASTROFIKA

MARUZA MATNI



Samarqand – 2017

1-Ма'ruza Kirish. Quyosh. Umumiy tushunchalar. Quyosh atmosferasi.

Astrofizika deb kosmik obyektlarning fizik holatini hamda ulardagi sodir etiladigan jarayonlarni o'rganuvchi astronomiyaning qismiga aytiladi.

Astrofizika hozirda astronomiyaning eng ko'lamli qismiga aylangan. Astrofizika 2 qismga, ya'ni amaliy va nazariy qismlarga bo'linadi, ular orasida qat'iy chegarani o'tkazib bo'lmaydi. Amaliy astrofizikaning mazmuni tadqiqot usullari, ya'ni kuzatuvlarni olib bori shva olingan natijalarni qayta ishlash muammolariga qaratilgan. Nazariy astrofizika vazifasi kuzatilayotgan hodisalarni sharxlash, jarayonlarning fizik muhitni va ularning miqdoriy xarakteristikalarini ochishdan iborat. Nazariy va Amaliy astrofizika orasidagi o'zaro ta'sirlashuv doimiy xarakterga egadir. Amaliy astrofizika nazariya oldiga bir qancha yechilishi lozim bo'lgan masalalarni tashlaydi; lekin nazariy astrofizika ham o'z navbatida amaliyot oldiga kuzatuvlar orqali nazariyani tasdiqlash yoki inkor etmoq uchun masalalar qo'yadi.

Amaliy yoki kuzatuv astrofizikaning asosiy vazifasi osmon obyektlardan kelayotgan nurlanishni fizik usullar bilan har tomonlama va faol miqdoriy hamda sifatli o'rganishdan iborat. Biroq, bizning o'rganishimiz osmon obyektiga nisbatan passiv bo'lib qoladi. Biz ixtiyoriy osmon jismlarini yoki ularning tarkibiy qismlarini kuzatib bo'lmaymiz, biz bilan birorta tajriba olib bora olmaymiz va uni faqatgina shu turdagi kuzatolmaymiz.

Umuman olganda, ixtiyoriy astrofizika kuzatuv takrorlanmasdir, chunki takrorlaganda u kuzatuvning boshqadavriga bog'liq bo'lgan, obyektning boshqa holatiga tegishli bo'ladi, bu holatni esa biz o'zgartira olmaymiz.

Kuzatuvlar takrorlanmasligi ma'nosi o'z mas'uliyatini ko'rsatmaydi,

chunki fotoplastinkayoki qaydetuvchi jisimga tushirilgan astrofizik jarayon qayta-qaytatadqiq qilinishi, tekshirilishi yoki aniqlanishi mumkin.

Astrofizik kuzatuvlarning yakuniy maqsadi Ko'nni o'tasodir etilayotgan hodi savajarayonlarning fizik tomonini ochib berishdir.

Bu jarayonlarning aytimlaritezlik bilan o'tsa, boshqalari juda sekinlik bilan sodir etiladi.

Kosmik obyektlarning sistematik rivojlanishi esa ayniqsasekinlik bilan kechadi. Buni saosmon jismlarining rivojlanishiyo'nalishini bilishlikda imkonliktug'dir asada,

biroq aniqlangan ma'lumotlarni tekshirishda jiddiy qiymatliklarni keltirib chiqaradi.

Astronomiyaning boshqabo'limlari orasida astrofizika faqatgina foydalaniладиган usullarining o'zigahosligi bilan ajralib turadi.

O'zining ko'pgina xulosalarini chiqarishda astronomiya va osmon mexanika ko'magidan foydalanishga majburdir.

Ikkinchi tomondan,

yulduzlar astronomiyatadqiqotlari uchun zarur bo'lgan ma'lumotlarning ko'pgina qismi astrofizika yetkazib beradi. Yulduzlar astronomiya asosan kosmik materiya, ya'ni yulduzlar tizimlari yoki xususiy holdagi yulduzlar to'plamlari yoki alohida ulardagichangvagaz tizimlari harakatlari va fazoviy taqsimotini masalalarini bilanshug'ullanadi.

Shuning uchun yulduzlar astronomiya yakkakosmik obyektlarga statistik birliklarga qaratishda yondashsa,

astrofizika dabitinchi o'rindayakka o'rganilayotgan obyekt,

masalan Quyosh,

yupiter,

Oy va h.k.

turadi biroq o'rganilayotgan obyektlarning bunday kattamiqdorligida ularning umumiy tomonlarini topish maqsadida,

ularning joylashyvlarida qandaydir ketma-

ketlikni aniqlashda va shingao'xshash masalalarda sinflashtirish miyammolaritig'rilishim mumkin.

Bunday masalalarni hal qilishda astrofizika va yulduzlar astronomiya keskin chegarachiziqlariga ega emaslar.

Astrofizika astronomiyaning bir bo'limi bo'lishi bilan birga, u fizikaning o'zigacha bo'limi hamdir. U kimyo bilan asosiy spektral tahlil orqali chambarchas bog'liqdir. Astrofizika juda ko'p narsani fizika va kimyodan olgan holda, ularga ham ko'p narsani bera oladi. Masalan, geliy Yerdan avval Quyoshda kashf qilingan; astrofizikada kosmogonik masalalarni hal etishda geokimyogarlarning fikrlari inobatga olinadi.

“Amaliy va umumiy astrofizika” faning maqsadi osmon jismlarining fizik holatlarini, ulardagi turli fizik jarayonlarning keliшинi va bu jarayonlarning asosiy qonun va qonuniyatlarini, hamda astrofizik kuzatuvlarini amalgam oshirishda foydalaniladigan asbob – uskunalarning tuzilishi, ularning xarakteristikalarini, shuningdek, shunday asboblarda kuzatuvlarni olib borish usullarini, astrofizik asboblarni kuzatuv maqsadlariga muvofiq tanlash, ularni sozlash, asboblarning xatoliklarini aniqlash, kuzatuvlarga moslashtirish, yusinlarini o'rganishdan iborat.

Shu bilan birga, bu fanda kuzatuvlardan olingan natijalarini izohlash interperatsiya qilish yo'llari o'rganiladi.

2. Mavzu: Asosiy astrofizik asboblar. Teleskoplar

Reja:

- a) Astrofizikaning asosiy asboblari.
- b) Teleskopning asosiy vazifalari.
- v) Linzalar yordamida tasvirni yasash

Tayanch so'zlar: teleskop, osmon, obyekt, asr, soha, kuzatuv, sistema. Космик.

Sinov savollari.

1. Astrofizika asboblari yordamida nima o'rganadi?
2. Reflektor va reftektor bir-biridan nima bilan farq qiladi?
3. Ko'rish byurchagini qanday tyshynasiz?
4. Linzaning kattalashtirish usulyni tushuntiring.

1609 yilda Galiley teleskopni ilk bor astronomik kuzatyvlarda qo'llangandan so'ng bu kuzatyvlarning imkoniyatlari nihoyatda ortdi. O'sha yil fanda yangi davrdan, ya'ni teleskopik astronomiya davri boshlanishidan darak berdi. Hozirgi tyshynchalarga ko'ra Galiley teleskopni unchalik yaxshi. Mykammal bo'lmasada, o'z zamondoshlarga u ajoyib mo'jiza bo'lib tuyulardi. Boshqa ko'pgina buyuk kashfiyotlar singari teleskopning ixtiro qilinishi tasodifiy bir hol bo'lmagan, u fan va texnikaning avvaldan rivojlanishi tyfayli tayyorlanib kelingan.

Teleskop, uchta asosiy vazifani bajaradi bylar:

- 1) Osmon obyektlardan kelishilgan nyr lanishni to'plash va qaby l qilqichga (ko'z, fotografik, plastinki, spektrograf va h.k) yo'naltirish;
- 2) O'zining fakel tekisligida obyekt yoki osmonning ma'lym sohasining tasvirini tyzish;
- 3) Bir-biriga yaqin byrchak masofada joylashgan, binobarin, qyrvlanmaganko'z bilan ajratib bo'lmaydigan obyektlarni ajrataolishga ko'maklashish.

Teleskopda asosiy optik qismi bo'lib obyektiv zixmat qiladi, u yoryg'likni yig'adi va obyekt yoki osmon sohasining tasvirini tyzadi. Obyektiv qaby l qilyvchi moslama bilan qyvyr (tybdo) orqali biriktiriladi. Qyvyrni eltyvchi mexanika konstryksiya uni osmonning kerakli joyiga qaratishni ta'minlaydi va o'rnatma (montirovka) deb nomlanadi. Agar qaby l qilgich o'rni da ko'zdan foydalanilsa (vizyyel kuzatyvlar), ynda albatta okylyar zaryr bo'ladi, uning yordamida obyektiv tyzgan tasvir ko'riladi. Fotografik, fotoelektrik spektral kuzatyvlarda okylyar kerak bo'lmaydi. Fotografik plastinka, elektrofoto metrning fakel tekisligida o'rnatiladi.

Linzali obyektivga ega teleskop refrektor, ya'ni sindiryvchiteleskop deyiladi. To'rlito'liqn yzunlikdagi yoryg'lik nyrlari obyektivdan o'tishda tyrlicha singanityfayli yakka linza bo'yalgan tasvirni beradi. Bu hodisa xromatik abberasiya deyiladi.

Линзали объективни сферик ко'згы билан алмасhtириш фикри paydo bo'лади. Byндаy телескоп geflektor, ya'ни акслантирyвчи телескоп deb номланadi. Сферик ко'згы yoryg'likning parallel dastasini nyqtaga to'planmayди; y fokysda biroz yoуылган dog'ни beradi. By byзилish сферик abberesiya deb ataladi.

Agar ko'zgy aylanish paraboloid shaklida aylansa, сферик abberasiya yuqoladi. Shyning uchyn zamonaviy telekskoplar paraboloidli yoki parabolik shaklidagi ko'zgy-larga ega. XIX-asr oxirigacha телескопик ko'zatyvlarining asosiy meqsadi osmon.yoritkichlarning ko'rinma vazifalarini o'rganish edi. Shyningdek kometalarni va sayyoralar dynyosidagi mayda tafsilotlarini kyzatish ham myhim o'rin egallagan. Barcha by kyzatyvlar ko'z билан ya'ни vidyal olib berilgan va икки линзали объективга ega refraktor astronomlarning ehtiyojlarni to'lagichicha qondirgan.

XIX-asr oxirida va аyniqsa XX asrda astronomik fanning xarakteri tybdan o'zgaraboshlayди. Tadqiqotlarning og'irlik markazi astrofizika va yuldyzli astronomiya sohalariga siоjiу boshlayди. Tadqiqotlarda asosan qyyosh, sayyoralar, yuldyzlar va yuldyzli sistemalarning fizik xarakteristikalari o'rganalanadigan bo'ldи.

Nyrlanish qabyл qilqichlarning yangi tyrlari, ya'ни fotografik plastinka va fotoelementlar paydo bo'ldи. spektroskopiya keng qo'llanila boshlandи. Natijada телескоплarga bo'lgan talablar ham o'zgaradi. Astrofizik tadqiqotlarda eng myhimi- o'rganilmangan to'lqin yzynlikla-riga телескопning optikasi hyech qanday chegaralashlar qo'ymasligи lozim. Shy билан birga, shishadan yasalgan линзалар yltrabinafsha va инфраqizil nyrlanishlarnи yutib qoladi. Fotografik emylsiyalar va fotoelementlar ko'zga nisbatan spektrning kengroq sohasiga sezdarroq bo'lgani uchyn by qabyл qilgichlardan foydalanganda xromatik abberasiya o'z ta'siri kychliroq o'tkazadi.

Shynday qilib, astrofizik tadqiqotlar uchyn geflektor kerak bo'лади, y astrofizikaning asosiy asbobi bo'lib, qoldи. Astrametriк иshlarda avvalgidек refraktorlar qo'llaniladi.

Paraballik ko'zgyli reflektor optik o'qqa yaqin tevarakda tasvirni tipiq qilib tyzadi. Optik o'qdan yzoqlashgan sari byzylushlar (optik o'qdan tashqari abberasiyalar) yuzaga kela boshlaydi.

Shyning uchyn bita parabola parabollik ko'zgyga ega reflektor osmonning katta sohalarni tasvirga olishga imkon bermaydi, by esa yuldyzli to'dalar, galaktikalar va galaktikalardan tashqari to'lqinlarni tadqiq qilishda zaryt. Shyning uchyn katta ko'rish maydonni talab etadigan kyzatyvlarda qyrama, ya'ni ko'zgy va manzaralardan iborat teleskoplardan foydalanyladi, ylarda ko'zgyning abberasiyasi yurqa linza orqali tyzatylyadi. Avvallari (XVIII-XIX) reflektorlarning ko'zgylari metall dan yasalyb, maxsys ko'zgyliqorishmadan tayyorlanar edi, keyinchalik shishali ko'zgylarga o'tildi, ynda ylarga optik ishlov berilgandan so'ng katta akslanish koeffisiyentiga ega metallning yurqa qatlami bilan (odatda alyuminiy bilan) qoplanadi.

Teleskoplar kamera va afokal sistemalar.

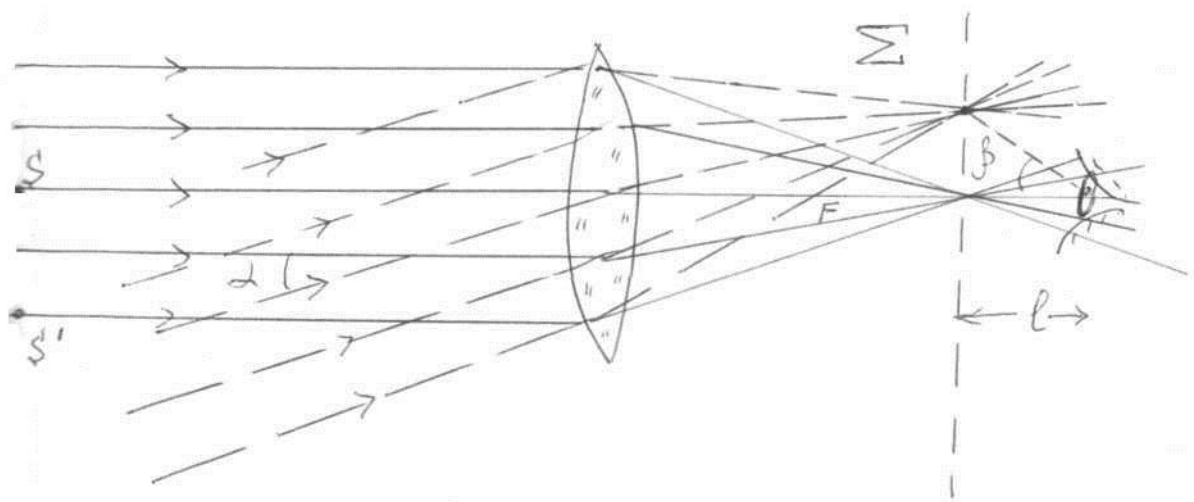
Astrofizik kyzatyvlar kosmik obyektlardan kelayotgan nyrlanishni fizik ysyllar yordamida faol o'rganishdan iboratdir. E_p sathidagi by nyrlanishning zichligi jydaki chik bo'lgan isababli yniko'zgy yoki linza fokysidaha qiyatasyirini hosil qilib beryvchi botiq ko'zgy yoki mystatli linza orqali qabylyqilib kattalashtirish kerak. Anashy fokysdanyrlanish qabylyqilish o'rganiladi, yningsifatidako'zyoki fotoplastinkabo'lish imyokin. yndabirinchiholdavizyalkyzatyvbo'lsa, ikkinchisidafotografikkyzatyvlarhaqidagapiriladi.

By vaqtningo'zidako'zgy yoki linzayanabitafynksiyani bajaradi, ya'ni ylarqyrollanmaganko'z uchyn bitabo'lib ko'ringan zichlik tayoki birnecha obyektlarni alohida tasvir lar ni beradi. Teleskopning birlamchiig'oyasi aynan shyn daybo'lgan, ya'ni

yndanarsalarnи «yaqinlashtirish»,
 ko'zga qaraganda kattaroq byr chakostidako'rishni tagim yjassamdir.
 Yoryg'likni to'plovchi vositasifatidali nza yoki ko'zgy
 ishlatilishiga qarab teleskoplarni gеfractoryoki rеfraktor deb nomlashadi.

Obyektni «yaqinlashtirish» masalasi bittako'zgy
 yoki linza dan foydalani lgan holda haletilishim ymkin.
 yuldyzlar S va S'' lardankelayotgani kkitaparallelnylardastasi birbirigiga α –
 byrchakostida og'gan bo'lib, linza yoki ko'zgy fokel tekisligi Σ
 dagi Onyqtada S va S'' tas-virlarni hosil qiladi,
 ylarko'zning yaqqol ko'rish masofasi ℓ da β – byrchak
 Ostidako'rinadi. (1-rasm).

Agarda ℓ linza yoki ko'zgyning fokys masofasi F – danksichik bo'lsa,
 yndabyrchak β – byrchak α – dankattabo'ladi. Natijadabizning linza
 «kattalashtiradi» nisbat $\beta : \alpha$ taxminan $F : \ell$ nisbatigateng, shy
 nisbataynankattalashtirishningo'zginasidir. Normalko'z uchyn ℓ 25-
 30 sm gateng, binobarin $F = 1m$ gateng linza 3-4 martakattalashtiradi.



1-rasm. Linzaning kattalashtirishi.

Yaqindanyaxshiko'radiganko'z uchynby qiymatyanadakattaroqbo'ladi.
 linza yoki ko'zgyning fokel tekisligi Σ
 da fotografik plastinkani joylashtirishm ymkin, ynda F yoki ℓ

kattaligi ga qarab osmonning kattalashtirilgan yoki kichraytirilgan tasviri ni olish imkoniyatini ko'rsatadi. Shunday ham, bunday fotoastrografik teleskoplar (astrografiya kameralari) qurilgan.

Bayonetlangan qurilmalarning asablariga ko'ra yodlash vositalari uchun yaroqsizdir:

1) Yuqoridagidek kattalashtirishlarni olish uchun jiddat fokal masofa F lardan foydalanish zarur.

2) Bunday teleskopning ko'rish buurchagi kichik bo'ladi.

Ko'rsatilgan sxemadan foydalanganda yuqoridagi qurilmada ancha zaiflashgan, chunki Snyektadato'plangan nurlarning yeyilishi oqibatida faqatgina bir qism ko'zga tashlanadi.

Teleskop tizimlari.

Shunday qilib, ko'zimga qadar fokal tekisligi Σ da joylashgan bo'lishi lozim, buning uchun esa, yanabittalini zatalabetiladi, y fokal tekislikda hosil bo'lgan $SvaS''$ tasvirlarni ko'rishga yordam beradi.

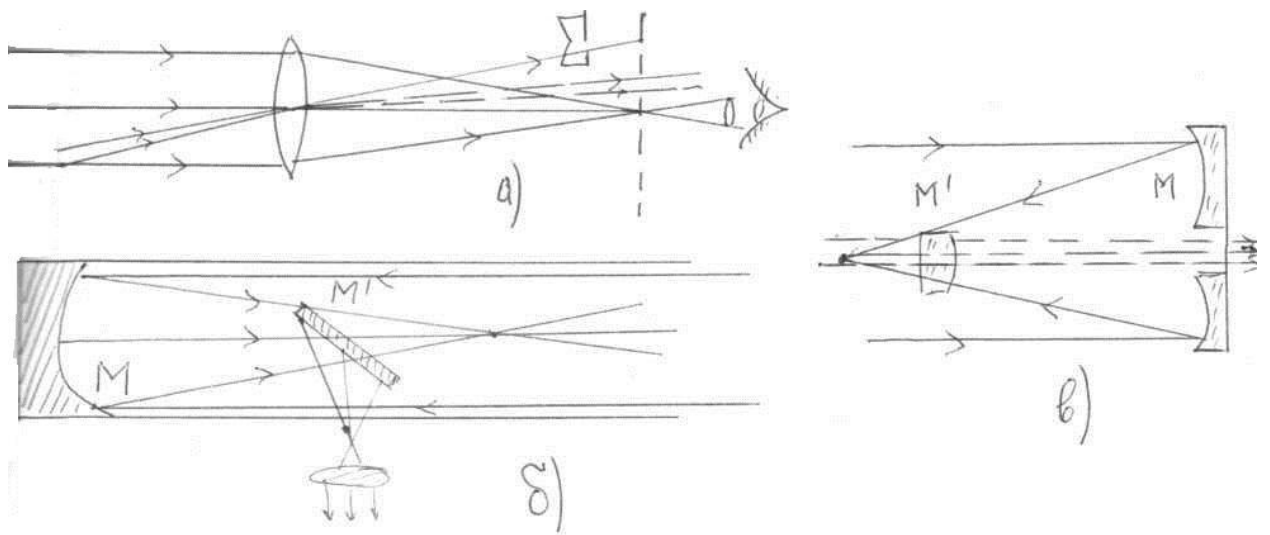
Anashunday tarzda bizda o'z o'zidan aytiladigan teleskop tizim hosil bo'ladi, yuqoridagi xarakterlinasini shunday iboratki,

ikkinci linza dan keyin muayyan manbadan kelayotgan yorug'lik yanaparalleldastabo'lib ketadi, y

birinchi va ikkinchi linzalarning fokal larni Snyektadamoslashtirish yo'li bilan erishiladi. Ma'lumki, O-linza obyektiv, O-esa oq yildan deb ataladi.

Bunday tizimlarda fokal cheksizlikga keltirilganligi uchun yulara fokal sistemalar deb nomlanadi.

Paralleldastalarning o'zgartirilishi yorug'lik o'qini zichlash yuqoridagi ortishi bilan ankechadi.

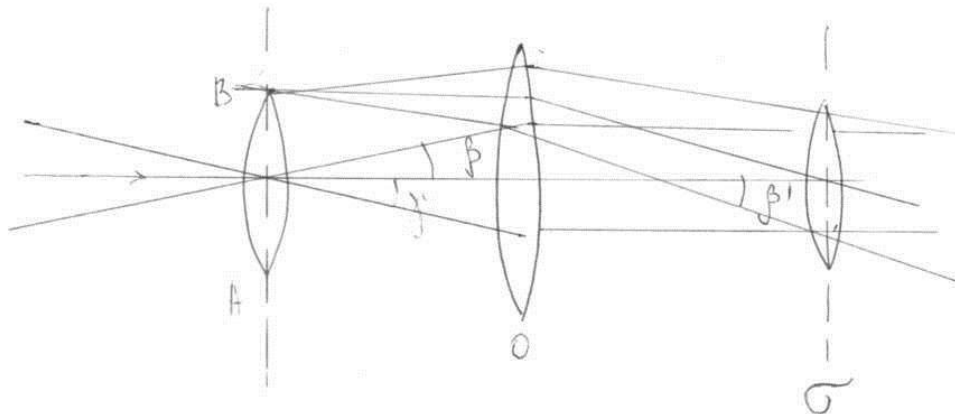


2- rasm. Teleskopi kyoki afokel tizimlarning sxemalari

a) refraktor. b) Nyutonko'zgulituzilishi v) Merseningko'zgulituzilishi

2-rasmdan ko'rinib turganidek, ko'phollarda O-linza g'ayaqinroq joylashganda teleskop orqali kuzatilayotgan osmon sohasi ya'ni uning ko'rish maydoni kichik bo'ladi.

Okulyar vazifasi nika kichik ko'zga M^1 o'tayotgan (v) chizmadan O-g'ayaqinlashtirib bo'lmaydi, biroq a) va b) hollarda byangato'sqinlik yo'q.



3-rasm. Okulyarli asbob

3-

rasm ko'rish maydoni eng katta o'lchamga ega bo'lish uchun ko'z qayerda joylashishini tushuntiradi.

Aylanaavokylyarko'zi (okylyarko'zqorachig'i) yoki chiqishdebataladi. Aylanaav telekopriksistemakirishko'zining, ya'niobyektivyokiko'zgyninghaqiqiy tasviriekanligigaishonch hosilqilishmymkin. Tekislik σ da, avdiamergaegaaylananingichidafokel tekislik Σ nuqtalaridan chiqayotganvaAVdoiraningichidajoylashganbarchaparalleldastalarkechishadilar. (3-chirasm). Agardaobyektivbiroryuldyzning tasviriniibydoiradan tashqarida, masalannyqta E dahosilqilsa, yholdaby tasvirningqandaydirqismiokylyarlinza $\underline{O}$ chetidano'tibketadi, boshqachaqilibaytadiganbo'lsak, yoryg'liknygynining chegaralanishhisodiretiladi; byndayoryg'likenergiyaningma'lymqismiuyuqoladi. AVbizga cheraralanmaganmaydonningdiametринiberadi. Byyergadoiraviyudiafragmanijoylashtirishmymkin.

3-Mavzy: Teleskoplar. Teleskopningkattalashtirulishi.

Okylyarning fokys masofasini f orqali belgilaylik. R va D esaobyektivningradiysivadiametribo'lsin. Kesma $S \cdot V$ yoki yungamos $S' S''$, bir tomondan $Ftg\alpha$ ga teng bo'lsa, ikkinchi tomondan $ftg\beta$ Ge teng, shyning uchyn $tg\beta : tg\alpha = F : f$ va β larning kichik byrchak tangeslarini ylarning yoylari bilan almashtirib kattalashtirishni topamiz.

$$G = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{F}{f} \quad (1)$$

Okylyar ko'zining d diametri $2ftg\gamma$ ko'gynishda bo'ladi, bироq

$$tg\gamma = \frac{R}{F} \quad (2)$$

demak,

$$d = 2R \frac{f}{F} = D \frac{f}{F} \quad (3)$$

Byndan amalda qo'llashga qulay bo'lgan teleskopik sistemaning kattalashtirishini hisoblash uchun ifoda kелиb chiqadi:

$$G = \frac{D}{d} \quad (4)$$

ko'zning byrchagi diametri δ orqali ifodalaylik, unda muayyan obyektlarda mumkin bo'lgan eng kichik kattalashtirish bo'ladi, chunki $G \prec g$ ga yoryg'lik vektorga

$$g = \frac{D}{\delta} \quad (5)$$

Kattalashtirish g normal kattalashtirish deyiladi. Masalan, tyngi sharoitida $\delta \approx 6\text{mm}$ (oraga Oy, yorqin yuldyz yoki sayyoralar kyzatilmasa) va normal kattalashtirish:

$$g = \frac{D \sqrt{n-m}}{6} \quad (6)$$

Bynday kattalashtirishga ega bo'ladi.

Okylarning fokys masofasi

$$f = F : g = 6 \frac{F}{D} = 6\text{м.мм} \quad (7)$$

By yerda $m = \frac{A}{D}$ ifoda kiritilgan. Optikada jуда muhim bo'lgan kattalik.

$$A = 1 : m = \frac{D}{F} \quad (8)$$

Nisbiy tirqish yoki (unchalik to'g'ri bo'lmasada) obyektining (ko'zguning) yoryg'lik kuchi deyiladi.

Kamera masshtab

Teleskopik sistemalarda eng muhim xarakteristikalarдан biri kattalashtirish bo'lsa, obyektiv yoki ko'zchalar kamerada ishlatilganda tasvir

masshtabi muhim ahamiyatga ega bo'lib qoladi. Ikkita obyekt S va E orasidagi byurchak masofa α – ga teng bo'lsin (4-rasm), yunda fokal tekislik Σ da ular orasidagi chizig'iy masofa ℓ byurchak α yetarlicha kichik bo'lsa, yunda

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\alpha^0}{57,3} = \frac{\alpha'}{3438} = \frac{\alpha''}{206265} \quad (9)$$

bo'ladi.

$$\left. \begin{aligned} 1^0 \text{ uchun } \ell &= \frac{F \cdot Sm}{57,3} \\ 1' \text{ uchun } \ell &= \frac{F \cdot mm}{3438} \\ 1'' \text{ uchun } \ell &= \ell \frac{F \cdot mm}{206265} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Masalan, 3,44mfokysmasofagaeganormalastrograflarningmasshtabi $1' / \text{mm}$ dabo'lsa, zonelastrograflar 206.Smfofokysmasofagaegavaylarningmasshtabi $100''/\text{mm}$ dir. Qisqafokyslikameralardafokysmasofasi $57,3S'$ mbo'libmasshtabi $\frac{1^0}{S' \text{ m}}$.

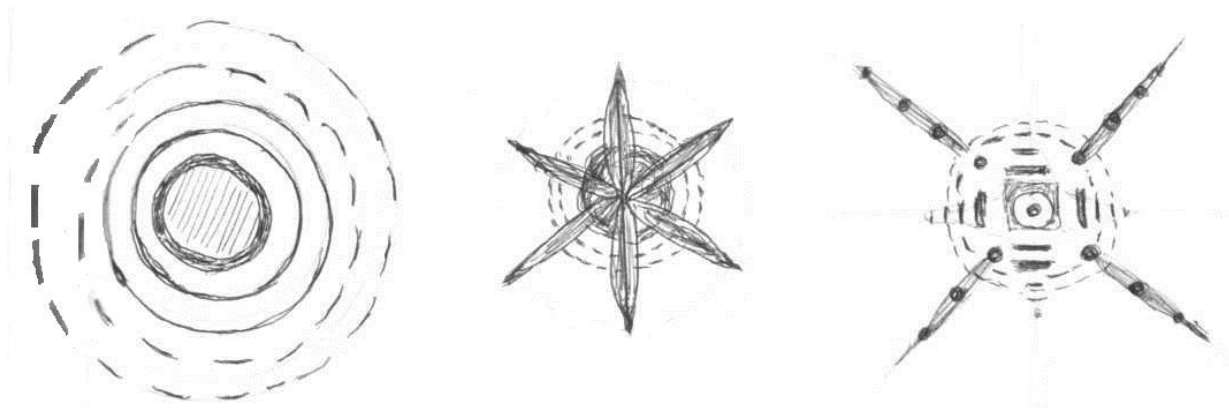
Obyektivfokysidajoylashtiriladiganmikrometrvinтининgqadamihamxydishyn dayhisoblanadi.

Teleskopningajratishkuchi.

Cheksizyoqlashganyoryg'likmanbandankelayotganyassito'lqinobyektiv yokiiko'zgyatyshgandayningchetidadifraksiionhodisalaryuzagakeladi, natijadaoyuyektivfokysidayorigilibtyrgannyqtatasvirigemas, balkimyrakkabdifraksiontasvirhosilbo'ladi.

Вунитadqiqqilinayotgandaobyektivningbo'shtyynygiaylanashaklgaegabo'lgand aengqiziqarliholdir. Undan,

nyqtatasviriysekinastalikbilaniintensivligikamayibboryuvchihalqalarbilano'ra lgandymaloqdiskshaklidabo'lganligiko'giniibturadi.



4-rasm. Obyektivfokusidagi difraktsion manzaralar.

Yoryg'lik to'liqini yuzinligini λ orqali, α – bilan esa, obyektiv orqasidagi boshniqtadan qoramti rdog' ko'rinadigan byrchakni ya'ni yuldyzning soxtadiski byrchak diametri ni belgilaylik. Difraksiya nazariyasi bizni quyidagi mynosabatga olib keladi:

$$\alpha \text{ радион} = 1,22 \frac{\lambda}{D} \quad (11)$$

Obyektivning fokal tekislikdagi halqaning chizig'iy radiysi.

$$\alpha = F \cdot \alpha = 1,22 \lambda \frac{F}{D} = 1,22 \lambda m \quad (12)$$

ga teng bo'ladi, $\left(m = \frac{F_1}{D}\right)$, yey sekynlarida ifodalangan byrchak o'lchami esa

$$\alpha'' = 1,22 \frac{\lambda}{D} 206265 = 2,5 \frac{\lambda}{D} \cdot 10^5 = \frac{1}{40} \frac{\lambda \text{ мкда}}{D \text{ мм}} \quad (13)$$

bo'ladi.

Ko'rinib tyribdiki, to'liqin yuzinliklarining bir xilligida difraktsion halqaning chizig'iy o'lchamlari faqatgina yoryg'lik kuchiga byrchak o'lchami esa, teleskopning kirish tyunigi diametriga bog'liq bo'lib qoladi. To'liqin yuzinligi bog'lanishi mavjydligi tyfayli aralashgan, ya'ni oq rangda difraktsion hodisalar yaqqol ko'zga tashlanmaydi. Vizyal kyzatyvlarda ta'sir etyvchi o'rtacha to'liqin yuzinligi $\lambda = 550 \text{ мμ}$, demak

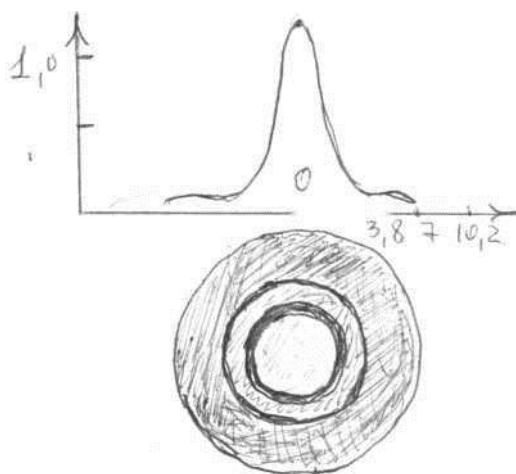
$$\alpha'' \frac{14}{D \text{ мм}}; \alpha = 0,67 \text{ м(микро)} \quad (14)$$

Дифраксион tasvirdagi intensivlik taqsimotidan ko'rinib turibdiki, takomilashgan obyektiv ishlatilgan taqdirda ham halqalarda yuldyz yoryg'likning atigi 5% mujassam bo'ladi.

Дифраксиya hodisasi teleskopning ajrata olish kuchini chegaralab qo'yadi. Haqiqatdan ham, agarda ikkita yuldyz orasidagi Δ byrchak masofa 2α dan kichik bo'lsa, ularning difrakсион darslari qisman ystma-yst tyshadi. Yuqoriroq kattalashtirishdan foydalanish kattalashgan holdagi aynan shu manzarani ko'rsatadi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, agarda ikkala yuldyz ravshanligi teng bo'lsa, ajrataolmaslik $\Lambda = 0,85\alpha$ dayoq sodir etiladi, ya'ni

$$\Lambda'' = \frac{12}{D \text{ m}} \quad (15)$$

va agarda ravshanligi teng bo'lmasa, ynda Λ – ning qiymati kattaroq bo'ladi.



5-rasm. Nuqtaviy manbaning difrakсион manzarasi

Ko'zgyning cheklangan ajrataolish kuchi (uning qiymati taxminan $1'$ ga yaqin) teleskopdagi zich qo'shloq yuldyzlarni ajratishda to'sqin bo'lmasligi uchun (1.1.16) dagi Λ'' kattalashtirishdan so'ng $1' = 60''$ dan kam bo'lmasligi lozim. Bu kattalik bilan ryxsat etilgan ajrataolish kuchi belgilanadi:



6-rasm. Nuqtaviy manbaning difraksiyon tasviri.

$$G_r = 60 : \frac{12}{D} = 5D \text{ } \mu\text{m} = R \text{ } \mu\text{m} \quad (16)$$

formyla (1.1.16) teleskopning ajrataolish kuchini belgilaydi, amaliyotda faqatgina yaxshi sharoitlardagi kyzatyvlar byni tasdiqlaydi;

Formula (1.1.16) to'liqin uzunlik λ larning juda tor oraliqlarida kuzatuvlar olib boriladi deb taxmin qiladi, amalda bunday bo'lmaydi yana bu formulada teleskop ideal deb faraz qilinadi, ya'ni difraksiyadan tashqari hych qanday narsa yuldyzning soxta diskinini hosil qilmaydi deb taxmin qilinadi. Real optika bir qancha kamchiliklarga ega bo'lgani tyfayli difraksiyon tasviri bytkyl o'zgarib ketishi mumkin. Endi astrofizika sohasini yaxshi o'rganish uchun yulduznyi kattaliklar bilan taniшиб o'tamiz.

4-Mavzy: Optik abberasiyalar.

Reley tomonidan foydalanish. Xromatik abberasiya

Reja:

- a) optik abberasiya
- b) Reley mezonadan foydalanish
- v) xromatik abberasiya

Tayanch so'zlar: difraksiya, sistema, tasvir, to'liqin, abberasiya, nur, sirt, obyektiv.

Sinov savollari

1. Osmon jismlarning teleskop yordamida kuzatilgan paytda nima uchun abberasiyani hisobga olish kerak?
2. Reley mezonini qaysi hollarda ishlatish kerak?
3. Xromatik abberasiya qanday kattaliklarga bog'liq?
4. Oddiy sferik mezonning fokys masofasi linza moddasining qaysi sifatlaridan bog'liq?

Yulduzli kattaliklar.

Yuldyzlar ravshanlikligining sybyektiv sezilishi ko'zga tyshadigan yoryg'lik oqimi kattaligiga yoki Yer sathida shy yuldyzdan tyshayotgan oqimga perpendikulyar qo'yilgan maydonchada hosil qiladigan yoritilganlikga mos keladi. Bu yoritilganlikni ifodalash uchun astronomiyada lagariflik shkala, ya'ni yuldyziy kattaliklar shkalasidan foydalaniлади. Tarixiy sabablarga ko'ra, obyekt qanchalik xira, ya'ni u hosil qiladigan yoritilganlik qanchalik kichik bo'lsa, shy obyektning yuldyziy kattaligi m shunchalik katta bo'ladi, bu logariflik tizimning asosi 2,512 sonidir; shunday qilib, ikkita 1 va 2 yuldyz uchun quyidagicha mynosibat o'rinlidir:

$$\frac{E_1}{E_2} = 2,512^{(m_2 - m_1)} \quad (17)$$

yoki, o'nlik logariflar olsak,

$$\lg \frac{E_1}{E_2} = 0,4(m_2 - m_1) \quad (18)$$

yoki

$$m_1 - m_2 = -1,5 \lg \frac{E_1}{E_2} \quad (19)$$

yuldyziy kattalikning belgisi m magnitudo (magnitudo) yuldyziy kattalikni belgilovchi sonning vergyili ystida qo'yishga kelinilgan. Hisoblash uchun qulay bo'lgan qoida kelib chiqadi:

$$\frac{E_1}{E_2} = 100, \quad (20)$$

agarda

$$m_2 - m_1 = 5 \quad (21)$$

$$\frac{E_1}{E_2} = 10, \quad (22)$$

agarda

$$m_2 - m_1 = 2,5 \quad (23)$$

va

$$\frac{E_1}{E_2} = 10^{2n}, \quad (24)$$

agarda

$$m_2 - m_1 = 5n \quad (25)$$

Chegaraviy yuldyzli kattalik.

Teleskoplardagi yoryg'likning fizik yuqolishlari yarning optik quyvvatini (1.1.15) formylaga binoan kamaytirib yuboradi. Aytib o'tib joizki, vizyal kyzatyvlarda refraktorda ham, reflektorda ham yuqolishlar 40% ($k = 0,4$; $1 - k = 0,6$) ga boradi, bu esa optik quyvvatini $0^m,5$ ga kamaytiradi. Agarda qyrollanmagan ko'z bilan ko'rishimiz mumkin bo'lgan eng xira yuldyzlarning yuldyziy kattaligi $6^m,5$ ga teng bo'lsa, Dsm to'qishga ega teleskop orqali $G < G'$ bo'lgan taqdirda chegaraviy yuldyziy kattalik m_e :

$$m_e = 6^m,52,5 \lg \left[0,6 \frac{D^2}{\delta^2} \right] = 7^m,1 + 5 \lg D \text{ [m]} \quad (26)$$

bo'ladi. Agarda $G = 1,66' m$, ynda 1^m ga kamayadi.

Optik abberasiyalar

Agarda difraksiya hodisalarni inobatga olmasak, biz ideal optik sistemadan kyzatilayotgan narsaning har bir nuqtasi uchun tasvirda aynan

yagona bir nuqta mos kelishini va xususan har bir nuqtaviy manba o'lchamga ega bo'lmagan nuqta (stigmatik tasvir) bo'lib, tasvirlashini talab qilishimiz mumkin. Astronomik amaliyotda gomosentrilik shart quyidagicha: obyektiv (ko'zgy)ga tyshayotgan yassi to'lqin Q – sferik to'lqin S – ga aylantiriladi, yuning markazi Φ – aynan tasvirlayotgan nuqtaviy obyekt tasviri o'rnidir. Amalda esa, ayrim xususiy hollardan tashqari, optik sistema borayotgan tasvir stigmatik bo'lmaydi, nuqta tasviri qandaydir chekli o'lchamlarga ega bo'ladi, ya'ni optik sistemaning aversiyalari deb namlanuvchi qandaydir byuzilishlar yuzaga keladi. Geometrik ko'rinishda quyidagiholga to'g'ri keladi: obyektiv yoki ko'zgy bilan o'zgartirilgan yassi to'lqin sfera bo'lmay qoladi, yuning sirtiga normal bo'yicha nurlarni o'tkazib, ular kesishgan joyda abberasiya bilan byuzilgan hajmli tasvir paydo bo'lgan fazoning butun bir sohasini topamiz. Amaliy optikada abberasiyani qandaydir ma'lum chegaradan kamaytirish maqsad qilib qo'yiladi, difraksiyadan qutilib bo'lmasligi tyfayli bu chegarani difraktsion tasvir o'lchamlari bilan bog'lanadi.

Reley mezonidan foydalanish.

Optik sistemalardagi eng asosiy abberasiyalar ikki tyrga, ya'ni geometrik va fizik abberasiyalarga taqsimlanadi, fizik abberasiyalar tyriga xromatik abberasiya kiradi.

Xromatik abberasiya.

Xromatik abberasiyaning manbai yoryg'likning sinish koeffitsiyenti n_λ , to'lqin yzynligi λ ga bog'liqlidir. Shy sababga ko'ra tyrli yzynlikdagi to'lqinlar obyektivdan tyrli masofalarda to'planadilar: to'lqinning har bir yzynligi o'zining fokysi F_λ ga ega. Yoryg'likning akslanishi to'lqin yzynligiga bog'liq bo'lmaydi, shuning uchun ko'zgyli sistemalarda xromatik abberasiya kyzatilmaydi bu esa ularning refraktorlar oldida afzal-ligidir. Har doim to'lqin yzynligi λ oshganda n_λ kamayadi. Shuning uchun bir linzali obyektivda binafsha ranglar obyektivga yaqinroq joydv, qizil esa yzoqroqda

to'planadilar. Teleskopni yorqin yuldyzga qaratilgan holda okylyarni optik yo'l bo'ylab siljitamiz, obyektivdan yzoqlashgan sari ketma-ket avval tashqi qismlari qizil rangli rangdor gardishga ega binafsha nyqtani, yundan keyin havorang, yashil, sariq va nihoyat katta binafsha rangdor gardishga ega qizil nyqtani kyzatamiz. Bynday bo'lishining sababi shyndaki, biz ketma-ket mos ravishda binafsha, yashil, qizil nyrlar to'planadigan F, G, R nyqtalarga fokyslagan bo'ldik. By so'nggi nyqtada binafsha nyrlar halqasining radiysi

$$F_R - F_V \sin \omega \cong \frac{1}{2} (F_R - F_V) \Delta \quad (27)$$

bo'ladi. Tekislik Σ ning qayeridadir eng kichik radiysga ega halqa joylashadi, okylyarni ana shyngefokyslash kerak bo'ladi. byhalqa difraktsion halqadan jyda katta bo'lib ketmasligi uchyn oddiy krandan tayyorlangan obyektivning fokys masofasi

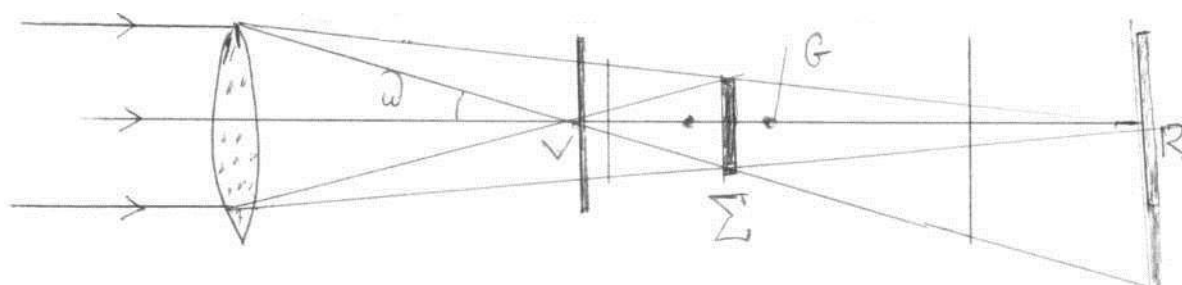
$$F_{\text{m}} \approx 18,6 D^2 \text{ [cc ga]} \quad (28)$$

ga teng yoki biroz kattaroq bo'lishi lozim. $D=10\text{sm}$ uchyn fokys masofasi sodda linzaning xromatik abberasiyasi. $18,6\text{m}$ ga teng. $D=20\text{sm}$ uchyn $F=74,3\text{m}$ ga teng, yorqinlik kuchi $A=1:372$ ga teng bo'lishi kerak. Bynday yzyn teleskoplarni amalda ishlatish imkoni yo'q.

Bu nyqsonni yuqotish syli shishalarning ikki xil tyrlaridan foydalaniб obyektivning xromatizmini tyzatishdan iborat. Ma'lymki, to'lqin yzynligi λ bo'lgan yoryg'lik uchyn oddiy sferik linzaning fokys masofasi F_λ linza moddasining sinish koefitsiyenti n_λ hamda yning oldi va orqa sferik sirtlarining egrilik radiyslari r_1 va r_2 Larga quyidagiga bog'liq bo'ladi:

$$\frac{1}{F_\lambda} = \varphi_\lambda = n_\lambda - 1 \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right); \quad (30)$$

by yerda qavariq tomoni tyshayotgan nyrqa qaratilgan r_1 va r_2 mysbat deb hisoblanadi. Kattalik $\varphi_A = \frac{1}{F_\lambda}$ linzaning optik kuchi deyiladi. Egrilanishlar



7-rasm. Oddiy linzadagi xromatik aberasiyasiga doir sxema

$C_1 = \frac{1}{r_1}$ va $C_2 = \frac{1}{r_2}$ linzaning to'liq egrilanishi. $C = c_1 - c_2$ ga

umymlashtirsak, formyla (1.1.31) ni

$$\varphi_{\lambda} = \epsilon_{\lambda} - 1 \zeta \quad (30)$$

deb yozishimiz mumkin.

Sferik abberasiya.

Parabolik ko'zgydan, ya'ni aylanish paraboloid shaklidagi ko'zgydan akslanishini olib ko'raylik. Bynda simmetriya o'qi parabola o'qi bo'lib, y bir vaqtning o'zida ko'zgyning bosh optik o'qi hamdir. Sferik sathlarga ega linza ham sferik abberasiyaga moyil bo'ladi. Nyrlarning yo'nalishi eng kichik tasvir halqasi parakiyal nyrlar uyg'uladigan tekislik Σ da emas, balki obyektivga yaqinroq γ tekislikda to'planishi ko'rsatadi. By halqaning radiysiga doir nazariya quyidagicha ifodani beradi (yey sekynlarida):

$$\int'' = \frac{A}{4} \left(\frac{D}{2F} \right)^3 \cdot 206265 = \frac{A}{32m^3} \cdot 206265 = 6446 \frac{A}{m^3} \quad (31)$$

by yerda odatdagidek, $m = F : D$, A esa qandaydir doimisi. Oddiy yassi-qavariq linza uchyn y 1,1ga teng, hatto bynday linza uchyn y 1,1ga teng hatto bynday linza uchyn $m = 15$ ga $\int = 2'',1$ bo'ladi, ta'kidlab o'tish joizki, sferik ko'zgyda abberasiya 8 martaga kichikdir. Obyektga qabariq tomoni bilan qaragan yassi-qabariq linza sferik abberasiya nuqtai nazardan eng yaxshi deb hisoblanadi, shynda ham reley mezoni talaba ynda faqatgina o'rtamiyona o'lcham va yoriqliq kychlaridagina bajaradi. Bynday linzalarning xromatik

abberasiyasi ancha kychli bo'lganiychun ular asosan monoxromatik nurlarni kyzatishga yaroqliidir.

Sferik abberasiyaning bartaraf etish imkoniyatlari ko'zgylarda sferik sathlardan parabolik sathlarga o'tish, linzalarda esa ikkita va yundan ortiq linzalarning to'plamlaridan foydalanish, bynda xromatizasiya ham o'z yechimini topadi. Sferik abberasiyani ko'zgy sathiga tyshayotgan to'lqin Frengini birlamchi deformasiyalash yo'li bilan bartaraf etishning tyrlicha ysyllari mavjyd, ylardan ikkitasi Shmidt teleskopii va Maksytov teleskoplarida amalga oshirilgan.

Astigmatizm.

Komaning yoryg'lik kychiga kvadratik bog'lanishi yoryg'lik kychi kichik bo'lgan sistemalarda komeni tyzatishga imkon berdi. Aksincha, astigmatizm deb nomlanyvchi abberasiya optik o'qdan kattaroq masofalarda hatto yoryg'lik kychi kichik bo'lgan sistemalarda ham xafli bo'lib qolishi mumkin, chynkii yoryg'lik kychining birinchi darajasi va optik o'qdan chetlanish byrchagi kvadratiga proporsionaldir.

Astigmatizm

Astigmatiz hodisasini ko'rib chiqaylik. Yorqin nyqta linza S dagi bosh o'q O bilan byrchak θ hosil qilgan yon o'q O' da joylashgan bo'lsin. Linzaning halqasimon zonasiga tyshayotgan nurlarni olib ko'raylik bynda zonaning radiysi h_1 $h_{\max} = \frac{D}{2}$ bo'lsin.

Byikkala o'qni o'z ichiga olgan tekislikni meridianal deb nomlab S bilan belgilaylik, ynga perpendikylyar tekislik T esa, sagittal bo'lsin. Agarda linzaning bosh o'qini konsentrik aylanalardan va ularni kesib o'tyvchi diametrlaridan iborat shakl markaziga yo'naltirsak, qandaydir nyqtada shaklning diametri meridianal tekislikda aylana elementi esa sagittal tekisligida joylashib qolishi mumkin.

Linzada egrilangandan so'ng, meridianal tekislikdagi nurlar T fokysda to'planadilar, lekin sagittal, nurlar hali yig'ilmagan bo'ladi. fokys T da nyqta

tasviri S tekislikga perpendikulyar to'g'ri chiziq kesmasi ko'rinishida, biroq endii T tekislikda joylashgan bo'ladi. fokys T da aylananiing har bir nuqtasi tasviri yetarlicha aniq bo'lib ko'rinadigan aylana joyi bo'ylab cho'ziladi, bu yerdagi nuqta tasviriyniing aniq aksi bo'lmay qoladi. Fokys T da aylana diametri keng tasma ko'rinishiga ega bo'ladi. fokys T da yuniing aksi kyzatiladi, ya'ni diameter tasviri aniq, aylananiing tasviri esa, yeyulgan bo'ladi. S va T fokyslar orasida nuqta tasviri tyg'licha joylashgan elliplarniing takrorlangan seriyasidan iborat bo'ladi. bu seriyadagi eng kichik o'lchamga ega ellips-doira T va S Lar ora-sida joylashgan bo'ladi. Anashy joyda myayuun linzaniing eng yaxshi fokys nuqtasi deb hisoblanadi. Fokys T va S larniing orasidagi astigmatik ayirma deb nomlanuvchi bu masofa ℓ qanchalik kichik bo'lsa, shynchalik yaxshi agarda linzaniing fokys masofasini meridianal va sadittal fokyslar orasidagi masofaniing o'rtacha arifmetik qiymatini, ya'ni

$$F = \frac{CS + CT}{2} \quad (32)$$

deb olib,

$$\begin{aligned} CS &= s \\ CT &= t \end{aligned} \quad (33, 34)$$

belgilaymiz va

$$\omega = \frac{2h}{S + t} \quad (35)$$

ifodaga kiritamiz, unda astigmatik ellipsniing katta va kichik yarim o'qlari S fokysdan keyingi x masofada mos ravishda

$$a = \omega(x + \ell), \quad d = \omega x \quad (36)$$

bo'ladi, engkichikyoyulgandoiraradiysiesa

$$r = \omega \frac{\ell}{2} \quad (37)$$

bo'ladi.

to'planayotgan astigmatik dastada to'liq sathi endi sfera emas, balki ikki yoqlama egrilangan sirt bo'lib qoladi. Bu yerdagi asosiy egri lanishlar

$$C_s = \frac{1}{t} : C_t = \frac{1}{S} \quad (38)$$

egri lanish yo'nalishlarining ayrimlari

$$\omega = \frac{h^2}{2} \left(\frac{1}{t} - \frac{1}{S} \right) = \frac{h^2 \ell}{2F^2} \quad (40)$$

Reley mezoniga muvofiq aynan ana shu qiymat linzaning to'liq tyunyigidan

$\frac{\lambda}{4}$ ga katta bo'lmasligi, ya'ni $h = \frac{D}{4}$ sharti bajarilishi shart. Demak, $\frac{\ell}{8m^2} \leq \frac{\lambda}{4}$

yoki $\ell \leq 2m^2 \lambda$. Astigmatizm difraktsion tasvirni byzadi, ya'ni difraktsion halqalar diametrlarining yonida kichaytirilgan bo'lsa, birinчисига perpendikulyar boshqa diametrlari yonida esa siyaytirilgan bo'ladi, agarda abberatsiyasi eng kichik halqani kyzatilgan bo'lsak, kichayish ikala o'zaro perpendikulyar diametrlar bo'ylab sezilarli bo'ladi.

Linza berayotgan diametr va aylanalarining aniq tasvirlarining vaziyatlarini kyzatar ekanmiz, ular tekislikda joylashmaganligini sezishimiz mumkin, ya'ni oddiy linzada meridianal va sadittal nurlarning fokal sathlari botig'ligi linzaga qaragan va bir-biriga tegib tyrgan sferalardir.

Agardaylarning egri lanishlarini $\underline{\sigma}$ va $\underline{\tau}$ orqali belgilasak,

ynda sferanyqtalarining normal satxgacha masofalari.

$$PS = \frac{\sigma \theta^2}{2} \text{ va } PT = \frac{\tau \theta^2}{2} \quad (40)$$

bo'ladi, astigmatik ayirma esa.

$$ST = \ell = \frac{(\sigma - \tau) \theta^2}{2} = C \theta^2 \quad (41)$$

bu yerda

$$C = \frac{(\sigma - \tau)}{2} \quad (42)$$

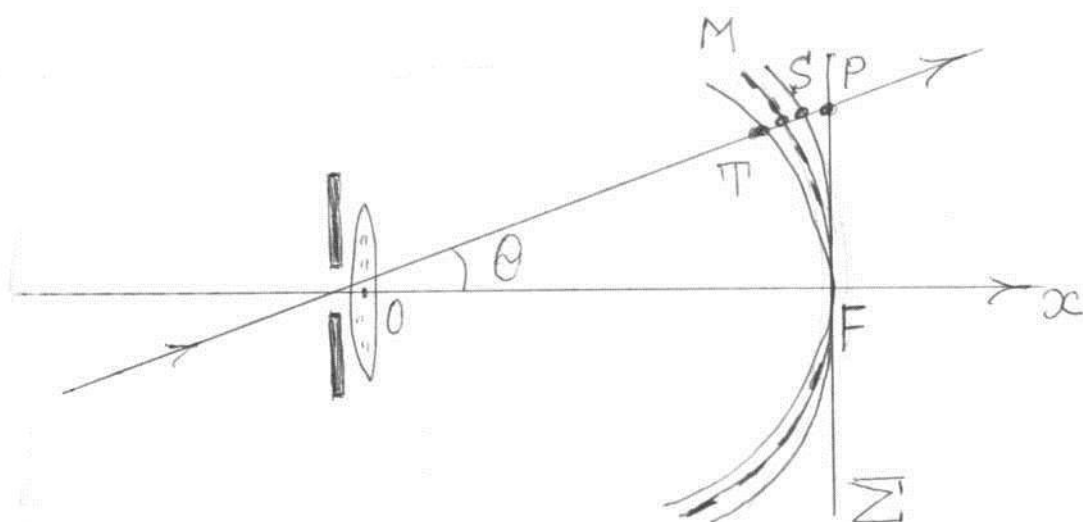
eng kichik byziliشلarga ega holda T va S orasidagi M nuqtada joylashadi, biroqikkala fokysga o'rinli bo'lgan plastinkaga bosh fokysda tasvirga tyshirayotganimizda M-nyqta plastinkadan

$$PM = \frac{\theta^2}{2} \cdot \frac{\sigma + \tau}{2} = E \frac{\theta^2}{2} \quad (43)$$

kattalik masofada joylashadi, by yerda qiymat

$$E = \frac{\sigma + \tau}{2} \quad (44)$$

linza mayodonining egrilishi deyiladi.



8-rasm. Maydon egrilaniishi.

Ravshanki, agarada σ va τ lar qiymatlari teng va ishralariqarama-qarshi bo'lsa, maydon egrilaniishi nolga teng bo'lardi, plastinkada esa nuqta tasviri halqa ko'rinishda bo'lib, diametri

$$2r = \omega \ell = \frac{\sigma - \tau}{2} \omega \theta^2 = C \omega \theta^2 \quad (45)$$

bo'ladi. (aniqlik kiritadigan bo'lsak, by ham $2r$ va $2r \cos \theta$ o'qlariga ega ellips bo'ladi). Umumiy holda bynfoda S va T lar orasida joylashgan sferadagi tasvirlar uchyn to'g'ridir, plastinkadagi tasvir esa katta o'qi markazga radial qarshi yo'nalgan ellips shaklida bo'ladi.

$$2a = 2\omega PT = \tau\omega\theta^2 = (E - c)\omega\theta^2 = (\text{радиан}) \quad (46)$$

кичик о'қи esa

$$2b = 2\omega PT = \tau\omega\theta^2 = (E + c)\omega\theta^2 = (\text{радиан}) \quad (47)$$

oddiy yuqqa linzada

$$\sigma = -1,7; \tau = -3,7 (F = 1 \text{ деб қабул қилинган})$$

o'rtamiyona axromatik obyektida

$$\sigma = -1,73; \tau = -3,73; \quad (48)$$

$$C = 1; E = -2,73; m = 15 \quad (49)$$

damarkazibosho'qdajoylashgan. Oy diski chetlari uchun

$$2a = 0",5; 2d = 0",25 \quad (50)$$

буниқониқарлидебтанолишимизмумкин.

Teleskoplarining tyrlari,

ylarning mexanik qurilmalari va o'rnatmalarining xususiyatlari.

Teleskopyo'q kameratuzilishi.

Vizual kuzatuvlari uchun qilyari yo'qiradi asiyaning biror-

bir qabul qilqichi yo'ki yana qandaydir yordamchi skynabi bilan birgalikda obyekt
vyo'ki ko'zga yil barcha optik jismlarining o'zaro o'zgarasligini ta'minlovchi qy
vyr (tybys) shaklida mexanika bilan b'qotiriladi.

Bynda qyvyrning gorizontga nisbatan vaziyati o'zgarandaylanishlari o'zgaraslig
ita'minlanish shart.

By shart faqatgina qandaydir chetlanishlar bilan gina bajariladi va astronomika bob
lar shu jihatdan ayniqsatalabchidir.

Odatda o'zining qobig'iga o'rnatilgan obyektiv yoki ko'zga qyvyrning birligida q
o'zga almasqilib b'qotiriladi. Okylyar,

fotoplastinka likassetayoki yordamchi asboblari qyvyrning qarama-

qarshi tomonida asbobning harorati o'zgarish tiy fayli obyektiv (ko'zga)

fokys vaziyati o'zgarib qolgan holda optiko'qbo'y lab siljiyidigan qilib b'qotiriladi.

Shuningdek. Qyvyrning konstruksiyasi obyektiv (ko'zga)

va o'qiy artomondagi asboblari niylarining optiko'qlarini o'zaro moslashtirish chy

nsiljiti shimkoni yati hisobga olinishi lozim.

Undantashqari,

siljiyidigan qismi fokelshkalagaega,

ynga qarab fokel hisoblashlarni amalga oshirish va ynga qarab teleskopning qarama-qarshi tomondagi qismlarining o'zarovaziyatlarini tiklashimkoni yaratiladi.

Reflektorning asosiy turlari.

Akslantiruvchi teleskoplarining asosiy xilma mavjud. Bular quyidagilar:

a) Nyuton sistemasi (1672y), yndayassi (diagonalli) ko'zgy yordamida bosh paraboli ko'zgy danto'planayotganda taqviyning yondevo rigayo'naltiriladi,

y yerda okiy arkassetayoki yanaboshqa asbobo'rnatilishi mumkin.

b) Kassedren sistemasi (1672y), yndabosh o'qida qovariq giperbolik ko'zgy joylashtiriladi.

Ubosh ko'zgy danto'planayotganda tanititib,

seki into'plan yvchi dastaga aylantiradi,

natijada fokys Φ bosh ko'zgy orqasida bo'lib qoladi, yori g'lik dastasi esa,

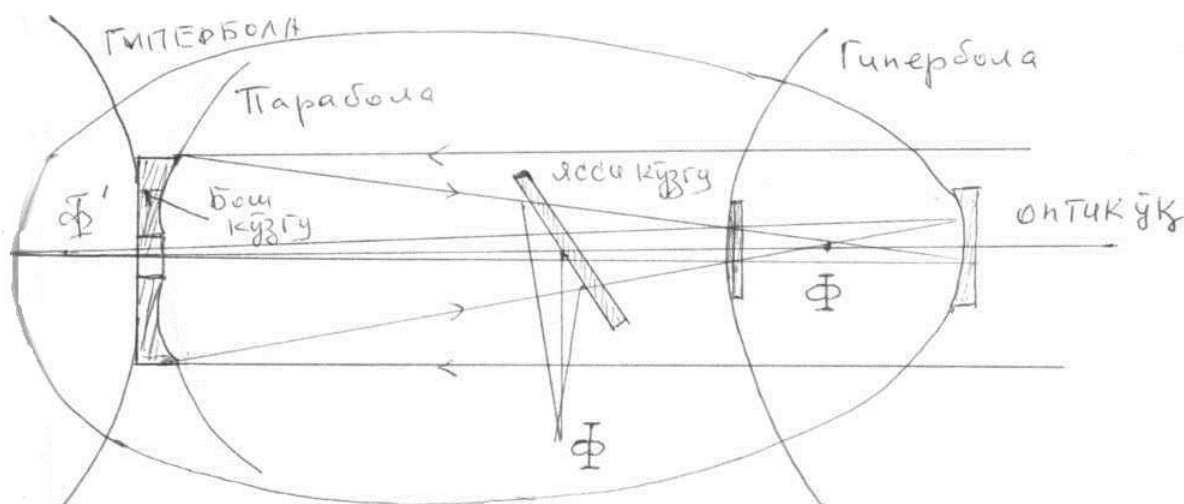
bosh ko'zgy fokysidano'zoqrog'idajoylashtiriladi va tarqalayotganda taniqab yilqiladi. natijadanyrlar Kassedren sistemadagi kabi bosh ko'zgy orqasida to'planadi.

Oxirgi ikki tasi sistema Nyuton sistemasiga qaraganda bitta afzallikga ega bo'ladi,

y hambo'lsa fokysning qvyrdagi yuqori qismi daemas,

balki quyidagi joylashishidir.

Nyuton fokys bilan ishlashda kiyat yvchi qvyrning yuqori qismi dajoylashishi ka ttateleskoplarini yaratishdagi haletilishi lozim bo'lgan eng qiyin masalalardan biri deb hisoblanadi.



9-рasm. Qo'shimchako'zgular bilan jixozlangan yorug'likni qaytaruvchi teleskop

Kassegreyn sistemasi.

Kassegreyn sistemasi ajayib teleobyektiv sistemadir.

Uning ekvivalent fokys masofasi

$$F = \frac{F_1 \cdot F_2}{F_1 + F_2 - d} \quad (51)$$

bo'lib, bu yerda F_1 – boshko'z g'nyning fokys masofasi, $F_2 < 0$ esa, giperbolik ko'z g'nyning fokys masofasi. Formyla (1.1.51) formyla (1.1.49) gamoskeladi.

$$F = \frac{-f_1 \cdot f_2}{d - (f_1 + f_2)} \quad (52)$$

Boshko'z g'bylani kkilamchiko'z g'yorasidagi

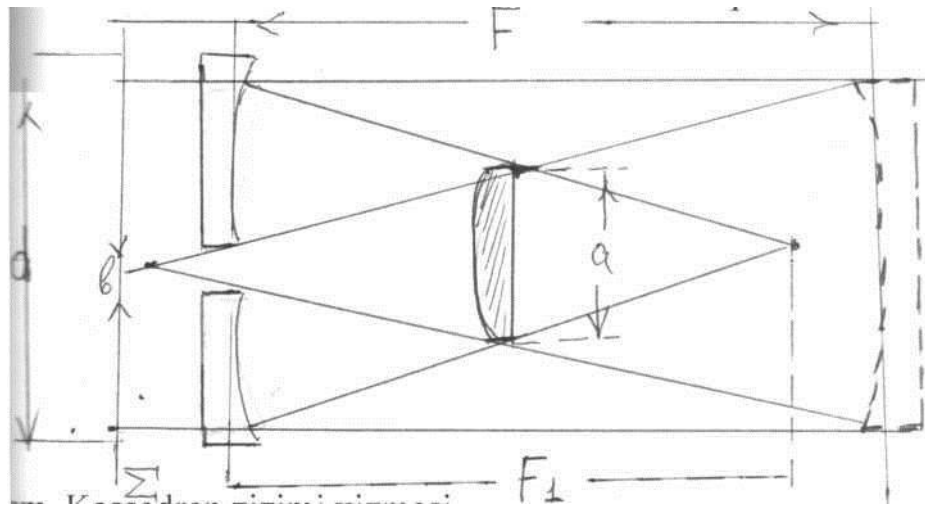
$$d = \frac{F_1(F - p)}{F_1 + F} \quad (53)$$

formyla orqali topiladi.

Sistema fokysini boshko'z g'dan tashqari g'chiqarish kattaligi rodatga avvaldan berilgan bo'ladi. qo'shimcha giperbolik ko'z g'nyning diametri

$a = \frac{(d + P)(D - b)}{F} + b$ topiladi, bu yerda b – koʻrish maydoni diametri, u hamodatda avvaldan beriladi.

Bosh koʻzgudagi tuynuk diametri $S = \frac{P(D - b)}{F} + b$. (54)



10-rasm. Kassedren tizimining chizmasi.

Agarda avvaldan ekvivalent fokys masofa F – berilsa, unda bosh koʻzguning fokys masofasi F_1 – hamda fokysni tashqariga chiqarish P – da avval formyla (1.1.52) orqali d – kattalik hisoblanadi, yundan soʻng (1.1.51) formyladan

$$F_2 = \frac{F(F_1 - d)}{F_1 - F} \quad (55)$$

topiladi. Kassedren sistemalarda koʻrish maydoni va yorygʻlik kuchi katta ekvivalent fokys masofa tyfayliynchalik katta emas, natijada ylarda Kome ham bynday sistemalarda kichikdir. Unga sezilmaydigan astigmatizm va maydon egrilaniishi tasvir simmetriyasini byzmaydi. Kassegren sisteması osmondagi kichik byrchak masofalarnı katta anıqlıkda oʻlchashda qoʻllanishi mumkin. u juda koʻp hollarda kichik va oʻrtacha kattalıkdagi reflektorda vizual kyzatyvlarda teleskopik sistema, yaʼni kassegren fokysıdan soʻng okylyar qoʻllangan holda ishlatıladı.

5-Mavzy: Qutblagichlar. Spektral apparatlar.

Reja:

1. Yoryg'likniqytblanishi.
2. Qytblagichlar.
3. Spektral apparatlar.
4. prizmalı spektrografning asosiy formylasi.

Tayanch so'zlar: kristall, prizma, tyrmalin, qytblanish, kaloroid, to'liq yzynligi, kalorigimator.

Sinov savollari.

- a) Yoryg'likning qytblanishi yoryg'likniqaysi xysysiyatini ifodalaydi?
- b) qanday moslamani qytblagich debataladi?
- v) spektral apparatlar qanday amallarni bajaradi?
- g) Kolimatori asosiy vazifasi nimadan iborat.

Qutblagichlar.

Qytblagichlar yassi qytblangan nurni beryuvchi moslamalardir. Odatda ularning o'rnida kristallardan yasalgan turli prizmalar namoyon bo'ladi, misol tariqasida Nikol prizmasini ko'rsatishimiz mumkin. Qytblagich-larning yana boshqa turli dikhroizm hodisasiga asoslangan bo'lib, bynga misol qilib tyrmalin kristallidan nurning o'tishini olishimiz mumkin, bynda oddiy kych jyda kychli yutilishga uchraydi, natijada kristallning atigi 1mm qalinligidayoqyndan faqat g'ayrioddiy nur chiqadi. G'ayrioddiy nur ham tyrmalinda kychli saralanish yutilishga uchraydi, natijada tyrmalindan o'tgan oq nurdan faqat yashil-sariq qismi qoladi, ya'ni o'ziga xos qytblanishga ega yoryg'lik saralagichidir ham. Hozirgi vaqtda dikhroizmga asoslangan ancha qyayroq qytblagichlar mavjy. Bylar polyaroidlar bo'lib, ylardan geropatitli va

polivinilli polyaroidlar eng keng tarqalgan. Gerapatitli polyaroid mayda qorishma sifatida va bir xilda yo'naltirilgan xinin sylfati poliiodidining o'ta mayda ignasimon kristallari ko'ri-nishida kiritilgan o'ta yurqanitro yoki asetil sellyuloza pardadan iborat. Polivinilli polyaroidlarni tayyorlash uchyn polivinil pardaga kychli tortish ta'sir etib, yod bilan ishlov boriladi. Gerapatitli saralagichlar 450-700_{мк} спектр sohasida 98-99% qytblanishni beradi. Polivinilli polyaroidlar 400-75_{мк} спектр sohasida 100% qytblanishni va $\lambda = 800_{\text{мк}}$ da 98% qytblanishni ta'minlaydi.

Spektral apparatlar.

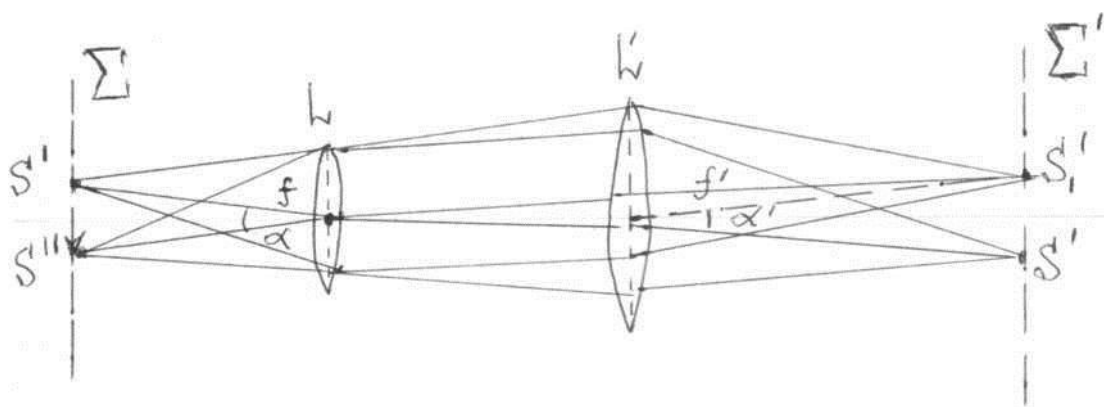
Spektral tahlil asosida nyrning to'liq yzynliklari bo'yicha yning monoxromatik tashkil etyvchilariga yoyilishi (dispersiyasi) yotadi va y spektral apparatlar yordamida amalga oshiriladi. Nyrni spektral yoyishning asosan ikki xil tyri mavjyd bo'lib, y yoki difraksiyon panjara yordamida amalga oshiriladi, ynga mos ravishda spektral apparatlar prizmalı va difraksiyon apparatlarga taqsimlanadilar. Agarda optik sistemaga prizma olib kiritlsa, dastalarning stigmatigligi byziladi, koma va astigmatizm deb nomlanyvchi abberasiyalar (nyqsonlar) paydo bo'ladi. by nyqsonlar botiq dispersiон panjaradan akslangan dastalarga ham xosdir. Ikkala holda ham nyr dastasi prizmaning (panjaraga) bosh kesimiga parallel tyshganda abberasiyalar yuqoladi, agarda by shart to'liq bajarilmayotgan bo'lsa, tyshayotgan nyr prizmadan simmetrik o'tayotganda, xysysan yning asosiga parallel tyshganda kelib chiqadigan xatolar minemal bo'ladi.

Kollimator.

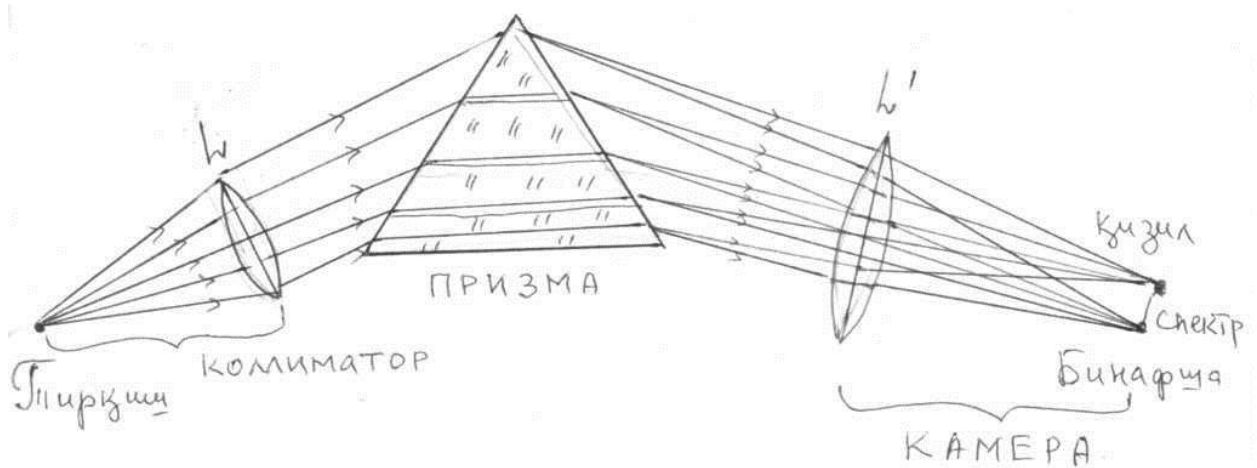
Aytilganlardan barcha spektral apparatlarda bo'lishi shart bo'lgan elementlardan biri kollimator, ya'ni yoqilayotgan nurni parallel dastaga aylantirib beryvchi linzali sistema ekanligi ayon bo'ladi. Kollimatorlardan astronomiyada (astrofizikada ham, astronomiyada ham) keng foydalaniladi. Ularning xususiyatlari va foydalanishning umumiy tomonlari bilan tanishib chiqaylik. Fokys masofa f ga ega kollimatorli linza L (u marakkab ham bo'lishi mumkin), hamda fokys masofa f' ga ega kameraning linzasi L' (yaham marakkab bo'lishi mumkin), optik o'qlari tytashgan holda joylashtiriladi. Yoryg' chiziqlik SS_1 kollimatorning fokys tekisliklari Σ da joylashgan va linza L markazidan α burchak ostida ko'rinayotgan bo'ladi. chiziqlik parallel bo'lib qoladi vash yholda kamera yoki teleskop obyektiviga (agar fokys tekisligi Σ' ortida vizyal kuzatyvlar uchun okylyar qo'yilgan bo'lsa), L' ga tyshadi. Σ' tekislikdagi chiziqlik tasvirining yzynligi $S'S_1' = f'\ell$ ga teng yoryg' chiziqlikning o'zi esa $S'S_1' = t'\alpha$ yzynlikga ega. Demak, bizning sistemamiz $\frac{S'S_1'}{SS_1} = \frac{f'}{f}$ kattalashtirishga ega va agarda $f' < f$ bo'lsa, aslida kamaytirishni beradi. Bynday hol tez-tez ychrab tyradi, chynki sistema kattalashtirilsa, tabiiy yoki syn'iy yoryg'lik manba SS_1 ning biror nuqsonlari kamera tomonidan kattalashtirgan bo'ladi. Bayon etilgan sistema o'chirilgan tasvirlarni hosil qiladi. kollimator va kameraning tyrlu myvofiqlashtiryvchiysyllari mavjyddir. Geometriye nuqson nazaridan spektral apparat aynan anna shynday kollimator kamera sistemaning namynasi bo'laolmaydi, bynda parallel bo'ladigan nur dastalari yo'lidagiqismida nurni sindiryvchi prizma yoki panjara qo'yiladi. Fizik nuqtai nazardan prizma (panjara) spektral apparatning yuragi, joni deb hisoblanadi, chynki aynan ynda tyrlu to'liq yzynlikdagi nurlarning sinishi tyrlicha sodir etiladi, natijada marakkab nurning yning tashkil etyvchilariga parchalanishi vyjydg keladi.

Призмдан камерага то'лқин узynликларга yoyилган cheksиз ko'p va бир-бирига yaқин parallel og'gan nyr dastalar tyshadi, yларning har biri камера объективи билан o'zining fokel tekisлиги Σ' da o'z joyiga ega monoxromatik, ya'ni ma'lym to'лқин узynлиkdagi yoryg'lik manba S ning tasvirini hosil қилади.

Yoryg'lik manbaning manashy cheksиз ko'p monoxromatik tasvirлар to'plami spektr deb ataladi. Spektrni hosil қилиб, уни tasvirга olyvchi asbobни биз спектрограф deb ataymиз, agarda y faqatgina vizyal holda ko'rish uchyn mo'ljallangan bo'lsa, y spektrometr deyiladi. Yoryg'likning nuqtaviy manbai prizmaning nyrni sindiryvchi, ya'ni dispersiya yo'nalishini belgilab beryvchi qirrasiga perpendikulyar joylashgan to'g'ri chiziқ ko'rinishidagi spektrni beradi. Agarda биз o'rganmoqchi bo'lgan nyrning ichka tirqish orqali o'tkazib, yoryg'lik manba S ko'rinishida amalga oshirilgan bo'lsa yaxshi natija beradi. Agarda tirqishning узynлиги (y ayrim hollarda balandlik deb ham yuritiladi) ℓ bo'lsa, ynda (1.3.1) formylaga binoan spektrning kengлиги $\ell' = \frac{\ell f'}{f}$ bo'ladi. spektrning dispersiya yo'nalishi f bo'ylab узynлиги esa prizmaning to'лқин узynлиkdagi nyrni sindirysh funktsiyasi va kamerasining fokys masofasi f' bilan belgilanadi.



11- rasm. Колиматор va sxema chizmasi



12-rasm. Призмали спектроgrafning chizmasi.

Призмали спектроgrafning asosiy formylalari.

Nyrni sindiryvchi byrchak α – ga ega prizma bilan prizmaning oldinliqirrasasi ν_1 byrchak ostida tyshayotgan biror monoxromatik nyrni olib qaraylik. Byrchak r_1 ostida singan nyr prizmaning qarama-qarshi qirrasiga r_2 byrchak ostida keladi va orqa qirraga nisbatan ν_2 byrchak ostida chiziib ketadi. Nyrning Yangi yo'nalishi eski yo'nalishi bilan ε byrchakni tashkil etadi, by byrchak og'ish byrchagi deyiladi. Nyrning sinish qonunlari va geometrik myshohadalardan quyidagi formylalar majmyasiga ega bo'lamiz, by yerda n – prizma moddasining myayuyn nyr uchyn sinish ko'rsatgichidir:

$$\text{Sini}_1 = n\text{Sin}r_1, \text{Sini}_2 = n\text{Sin}r_2$$

$$i_1 + i_2 - \alpha - \varepsilon = 0 \quad (56)$$

$$r_1 + r_2 = \alpha \quad (57)$$

$$i_1 + i_2 - \alpha = \varepsilon = (i_1 + i_2) - r_1 + r_2 \quad (58)$$

Yuqoridagi prizmani eng kam og'ish byrchagi ε_0 ostida o'rnatish eng samarali bo'ladi deb aytib o'tilgan edi. Unda

$$i_1 + i_2 \quad (59)$$

formyladan $\varepsilon_0 = 2i - \alpha$ kelib chiqadi va

$$r_1 + r_2 = \frac{\alpha}{2} \quad (60)$$

винобарин,

$$\text{Sini} = n \text{Sin} \frac{\alpha}{2} \quad (61)$$

(1.3.5) va (1.3.6) formylalardan olamiz:

$$\text{Sin} \frac{\varepsilon_0}{2} = \text{Sin} \frac{\alpha}{2} \left(n \text{Sin} \frac{\alpha}{2} - \cos i \right) \quad (62)$$

Formyla (1.3.7) odatda singan nurning og'ishini hisoblash uchun ishlatiladi.

Sinish ko'rsatgichi n to'liq yuzynlikga bog'liq bo'lgani uchun sinish byrchagi ham to'liq yuzynligi funktsiyasi bo'ladi. Qat'iy ta'kidlanadigan bo'lsa, formyla (1.3.7) faqat prizmaning asosiga parallel yo'nalgan yagona nyr uchun yaroqliqdir, biroq u asosiy to'liq yuzynligidan kam farqlanadigan barcha to'liq yuzynlikdagi nyr lar uchun ham ishlatilishi mumkin. to'liq yuzynligi

λ bo'yicha olingan og'ish byrchagining hosilasi, ya'ni $\frac{d\varepsilon_0}{d\lambda}$ kattalik spektral apparatning byrchak dispersiyasi deb ataladi. Uni topish uchun (1.3.5) va (1.3.6) formylalarni differentsiayalaymiz:

$$\frac{d\varepsilon_0}{dn} = 2 \frac{di}{dn} \quad (63)$$

$$\cos i di = \sin \frac{\alpha}{2} dn \quad (64)$$

byndan

$$\frac{di}{dn} = \frac{\text{Sin} \frac{\alpha}{2}}{\cos i} = \frac{\text{Sin} \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{1 - n^2 \text{Sin}^2 \frac{\alpha}{2}}} \quad (65)$$

va

$$d\varepsilon_0 = \frac{2 \text{Sin} \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{1 - n^2 \text{Sin}^2 \frac{\alpha}{2}}} \quad (66)$$

kelib chiqadi. Sinush koeffitsiyenti n ning to'liq yuzinligi λ ga bog'lanishi Korney formylasi bilan ifodalaniishi mumkin:

$$n = n_0 + \frac{C}{\lambda - \lambda_0} \quad (67)$$

By yerda n_0, λ_0 va C – doimiylar. By formylani differensiyallab

$$dn = -\frac{C}{(\lambda - \lambda_0)^2} d\lambda \quad (68)$$

topamiz, yundan so'ng (1.3.8) formyla quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$d\varepsilon_0 = -\frac{2\sin\frac{\alpha}{2}}{\sqrt{1-n^2\sin^2\frac{\alpha}{2}}} \cdot \frac{C}{(\lambda - \lambda_0)^2} d\lambda \quad (69)$$

By yerda $d\varepsilon_0$ to'liq yuzinligi $d\lambda$ ga o'zgarganda og'ish byrchak ε_0 radionlarda chetlashishini beryvchi qandaydir mavhym sondir. Odatda $d\lambda$ sifatida langstrem ($1\text{\AA} = 10^{-8} \text{ sm}$) qabyl qilinadi. Tygli shisha navlariyuchyn S kattalik tyglichadir. Og'ir flintning ($n_D = 1,66$) natriy chizig'i $D(\lambda = 5893\text{\AA})$ uchyn byrchak dispersiyasi $1,703 \cdot 10^{-5}$ radion/ $\text{\AA}$ ga yoki $3'',5$ ga teng, vodorod chizig'i $H_\gamma(\lambda = 4347\text{\AA})$ uchyn esa xudi shy birliklarda y $4,992 \cdot 10^{-5}$ yoki $10'',3$ radion / $\text{\AA}$ ga teng. Agarda ketma-ket ikkita, uchta yokiyundan ko'proq bir xildagi prizmadan qo'ysak, flipersiya ikki, uch va hokazo kattaroq bo'ladi. prizma orqali yoyilgan nyr kamera fokysida to'planadi va ma'lym chizig'iy dispersiya $\frac{dS}{d\lambda}$ ga ega spektr ko'rinishida tasvirga olinadi, y byrchak dispersiya bilan sodda mynosabat bilan bog'langan:

$$\frac{dS}{d\lambda} = f \cdot \frac{d\varepsilon_0}{d\lambda} \quad (70)$$

y (1.3.10) formyla bilan birgalikda Yangi formylani beradi:

$$\frac{dS}{d\lambda} = + \frac{2 \sin \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{1 - n^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} (\lambda - \lambda_0)^2}} f' \quad (71)$$

By yerda ishora $\pm$ spektrogrammadagi masofa $\underline{S}$ ixtiyoriy tarzda ikkala tomonga o'zgarishi mumkinligini ko'rsatadi. Formyla (1.3.12) formyla (1.3.7) kabi faqat taqribiy hisoblar uchun xizmat qilishi mumkin. yundan tashqari, kameraning fokys masofasi f' to'lqin yuzynligiga myvofiq o'zi o'zgarib tygishi mumkin, by narsa esa plastinkani kamera o'qiga perpendikylyar emas, balkiqandaydir ayrim hollarda ancha kattagina byrchak ostida qo'yishni taqozo etadi. Ko'pgina hollarda spektral asbobning dispersiyaniifodalash uchyn teskariqiymatdan foydalaniladi:

$$\frac{d\lambda}{ds} = \frac{1}{f \cdot \frac{d\varepsilon}{d\lambda}} \cdot \frac{A^0}{mm} \quad (72)$$

y spektr bo'ylab 1mm da to'lqin yuzynlik shkalasidagi joylashgan angstremlar sonini ko'rsatadi.

Spektrografning teleskop bilan myvofiqlashtirish.

Astronomik amaliyotda spektrografni teleskop bilan myvofiqlashtirilgan holda ishlatiladi, bynda tirqish obyektiv yoki ko'zgyning fokal tekisligida joylashgan bo'ladi. bynday spektrografdagi tasvirning stigmatikligi talabi kelib chiqadi, ya'ni tirqishda joylashgan osmon obyektining har bir nyqtasi spektrdagi tasvirde monoxromatik nyqta ko'rinishida bo'lishi, dispersiya tyfayli chiziqqa aylanishi talab etiladi. Xysysan, tirqishdagi yuldyzning nyqtasimon tasviri spektrografdagi prizma va kameradan so'ng deyarliqalinlikga ega bo'lmagan ungek chiziqqa aylantiriladi, by biroz noqylyaydir.

Shyning uchyn qyvyrdagi spektrografni pozisiyon byrchagi bo'ylab shynday joylashtirish lozimki, tirqish kyzatilayotgan yuldyzning sytkalik

parallel bo'ylab joylashsin, ynda quyvurning sytkalik harakati bo'ylab kichik siljishlari tirqishdagi yuldyzning siljishiga olib keladi, natijada spektr ingichka chiziqli ko'rinishdan kengroq tasmaga aylanadi.

6-Mavzy: Radioteleskoplar. Радиоинтерферометрлар.

Reja:

1. Radioto'liqlar. Radioteleskoplar.
2. Kosmik nurlanishning ochilishi.
3. Yarim to'liqli dipol.
4. Радиоинтерферометрлар.

Tayanch so'zlar: to'liql, antenna, radiolokasiya, radionurlanish, dipol, nurlanish, interferometr.

Sinov savollari.

1. Koинotdan keladigan radioshovqlarni birinchi bo'lib Kim va qaysi yillarda aniqladi?
2. Радиоастрономик qabul qilgich qurilma qanday vazifalarni bajaradi?
3. Yarim to'liqli dipol nima uchun ishlatiladi va uning yo'nalganlik diagrammasiqanday shaklda bo'ladi?
4. Радиоинтерферометрning yo'nalganlik diagrammasiqanday hosil bo'ladi va qaysi shaklda bo'ladi?

Radioteleskoplar.

1931-1931 yillarda radioto'liqlarniqabul ilishda yuzaga keladigan hollarni o'rgangan myhandis Yanskiy qisqa to'liqlarda har kuni yuldyz vaqti bilan bir xil paytda takrolanyvchi radioshovqlar foni kychayishni aniqlaydi. Hyech qanday quyinchiliksiz shovqlarning by kychayishiqabul qiluvchi antennaning eng effektiv yo'nalishidan osmonyo'li o'tayotganda sodir bo'lishi aniqlandi. Kosmik nurlanish anna shy tarzda kashf qilingan edi. O'n yildan so'ng 1942 yilda AQSh da Soinsvors va Kind hamda Angliya Xey Qyyoshdan kelayotgan nurlanishni payqadilar. Xyddi shy yillarda harbiy radiolokosion marosimlari o'tkazilishi mynosabatlari bilan meteflar-ning radiolokosiyasi amalga oshirildi. 1946 yilda esa Oy ham radioloko-siya qilindi, byning imkonini 1928 yili L.I.Mandelstam va N.D.Papeleksilar

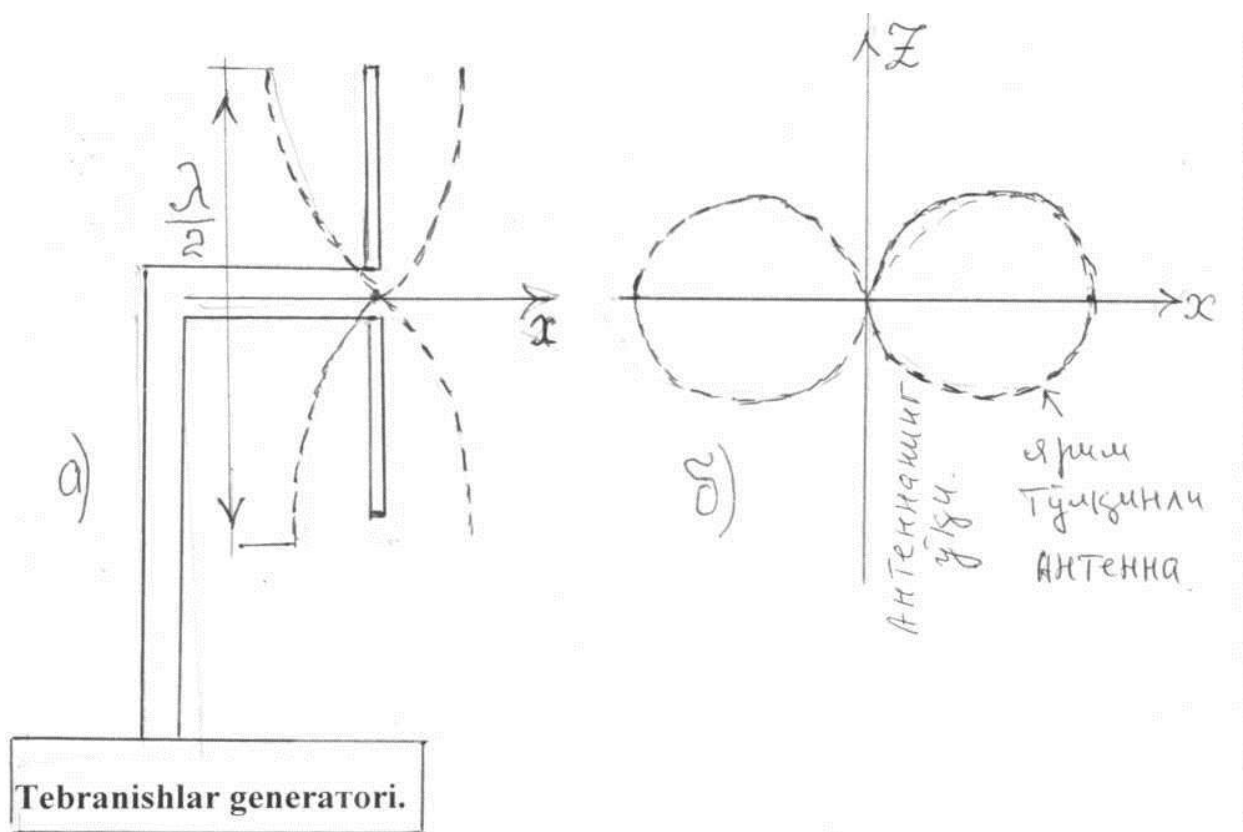
bashorat qilgandilar. Xuddi shu yili Qyyosh sistemasidan tashqarida galaktikada va uning chegaralari ortida joylashgan ilk bor radionyrlanishning diskret manbalari topildi. Nihoyat, 1955 yilda Yupiterdan, 1956 yili esa, Veneradan so'ng Marsdan kelayotgan radioshov-qinlar topildi.

Kosmik radionyrlanish, odatda tytash spektrga ega biroq, radionyrlanish qabyl qilgichlaridan faqat jyu tor to'luqin yzynliklar yoki chastotalar oralig'ini ajratib oladilar, bu radioastronomik asboblarni optik asboblarning o'tkazish oralig'idan ham tor bo'lgan tasmaga ega monoxromatorlarga o'xshatib qo'yadi. Ikkinchi tomondan Yer atmosferasi radiodiopazonning barcha chastotalaridan shaffos emas. Unda sezilarli yutilmasdan to'luqin yzynliklarning faqat 20-25m dan 1sm gacha bo'lgan kosmik nyrlanishning oralig'i o'tadi. Ammo, bu 11oktavalni anchagina katta oraliqdur, optik astronomiyada biz kosmik nyrlanishning atigi uch oktavalni oraliqqa egamiz. Qyyosh va sayyoralarni o'rganishda biroz kattaroq bo'ladi. shuning uchun radioteleskoplar va ylardagi qabyl qilgichlar qaysi to'luqin yzynlikda, metrli, disemetrli, santimetrli to'luqinlarda ishlashiga qarab tyrli bo'lishi ajablanarli emas. Radioastronomik qabyl qilgich qyulma asosida kosmik elektromagnit to'luqinlarni qabyl qilyvchi radioteleskop-antenna bo'ladi, u hosil qilgan elektr tebraniishlar kabel yoki to'luqin yzatgich orqali radiopriyomnikga yzatiladi. U yerda ular kychaytiriladi, detektorlanadi va maxsys yozib boryvchi asbob yordamida qayd etiladi. Uchli sozlashga ega radiopriyomnik qabyl qilinayotgan tebra-nishlarning nisbatan tor diopazon bo'lishini ta'minlaydi. Antenna ham odatda o'rganilayotgan elektromagnit tebraniishlar bilan rezonansga sozlanadi, biroq yunchalik uchli bo'lmaydi. Hozirga faqat radioteleskop-antennalarni o'rganaylik.

Yarim to'luqinli dipol

Generasiya qilingan to'luqinlarni efirga tarqatish uchun ymymiy yzynligi nyrlantirayotgan to'luqin yzynligining yarmisini tashkil etyvchi ikkita metall tayoqchadan iborat yarim to'luqinli dipoldan foylanish

mumkin. U holda yarim to'liqinli dipol tyrli yo'nalishlarda tyrliqyvvatni tarqatyvchi antenna rolini bajaradi. Antennaning yo'nalganligini yo'nalganlik diagrammasi ta'riflaydi, uni yozynligi berilgan yo'nalishda nyrlanish qyvvatiga proporsional vektorlarni chizib, qytbiy diagramma ko'gynishda tyzyladi. Yarim to'liqinli dipolning yo'nalganlik diagrammasi ko'gynishidan sakkez raqamiga o'xshab ketadi. Aniqrog'i, agar dipolni Z o'qi bo'ylab vertikal o'rnatsek, ynda nyrlanishning eng katta intensivligi gorizontall tekislik XU bo'ylab, eng kichigi (nol) esa Z yo'nalishida bo'ladi. Yo'nalganlikning to'liq diagrammasi hosil bo'lgan tasvirni Z bo'ylab aylantirib qo'lga kiritamiz.



13-rasm. Yarim to'liqinli dipole va uning yo'nalganlik diagrammasi

Yarim to'liqinli dipoldan kelayotgan radiosignallarniqabyl qilyvchi antenna sifatida foydalanishimiz mumkin. U holda antenna tebranishlar generatori o'rniga radiopriyomnik ylanadi. Qabyl qilishda yo'nalganlik diagrammasi avvalgidек qoladi. Qabyl qilyvchi antenna kelayotgan yassi to'liqinni deformatsiyalaydi, ynda antenna oldidagi S yuza chegarasidagi barcha energiya antenna kiradi va qabyl qilgichga yzatiladi. Bynda antenna-niing o'zida o'zgaryvchi toklar g'alayonlanadi. Ular antenna atrofida nyrlanish maydoni hosil qiladi, y antennaga tyshgan nyrlanishniing bir qismini sofchadi. Qabyl qilgichga antennaga tyshgan nyrlanishdan faqat y yutib qolgan qismini yo'naltirish mumkin. eng yaxshi holda, byqabyl qilgich elektr parametrlariniing ma'lym qiymatlarida erishiladi, antenna yutib olgan va sochilgan nyrlanishlarniing ylyshini teng qilish mumkin, ynda dipol o'qiga perpendikylyar tekislikda kelayotgan nyrlanishniing yutishdagi antennaniing effektiv yuzasiga teng bo'ladi, by yerda G – antenna yo'nalishini ta'riflovchi parametr. Yarim to'liqinli dipol ychyn $G = 1,64$ va ynda $S_A \cong \frac{\lambda^2}{8}$ bo'ladi.

Radioteleskoplarniing ajrataolish kychi.

Dymaloq ko'zgyli antennaniing yo'nalganlik diagrammasi bosh yaproqdan iborat bo'lib, yniing yarim quyvat $\theta_{\left(\frac{1}{2}\right)}$ dagi kengligi.

$$\theta_{1/2} = 1,02 \frac{\lambda}{D} = 60^\circ \frac{\lambda}{D} \quad (73)$$

formyladan aniqlanadi, y (1.4.2) formylaniing variantidir.

$$\left(\sin \alpha = 1,22 \frac{\lambda}{D} = \frac{1,22}{\frac{D}{\lambda}} \right) \quad (74)$$

shartli ravishda bu kattalikni radioteleskop 1.4.2. ning ajrataolish kuchi xarakteristikasi sifatida qabul qilish mumkin: agar ikkita obyekt $60^\circ \frac{\lambda}{D}$ yoki undan kattaroq burchak masofa bilan ajratilib tyrgan bo'lsa, bizning radioteleskop ularni ikkita qilib ko'rsatadi, aks holda bitta bo'ladi. masalan, FIAKdagi 22 metrli teleskopda $\lambda = 21 \text{ cm}$ diapazonida yo'nalganlik diagrammasining uyvatdagi kengligi $40'$ bo'lib va $\lambda = 4 \text{ mm}$ da atigi $1',6$ bo'ladi.

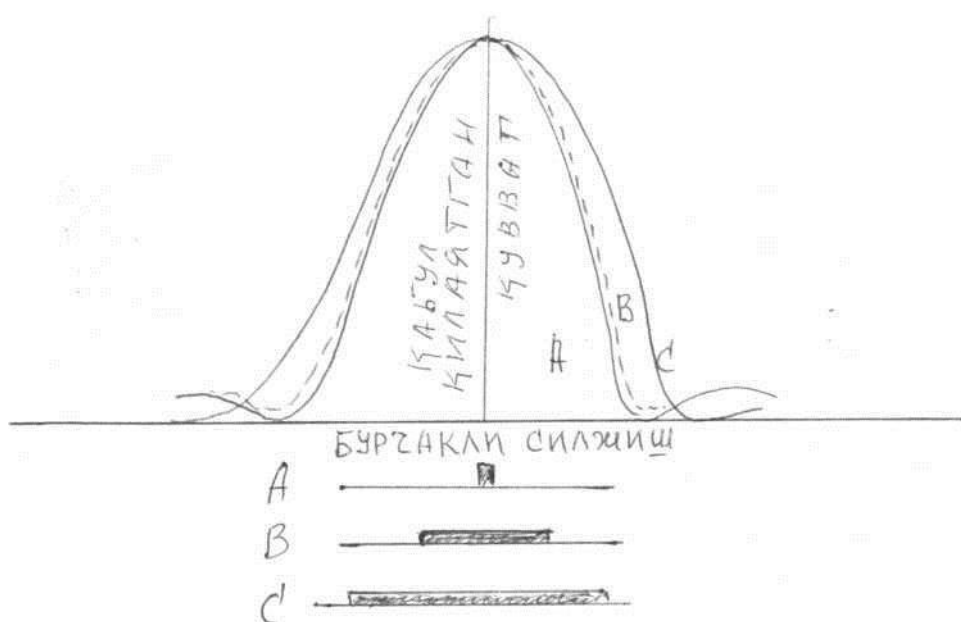
$$\text{Agar obyekt } \theta \left(\frac{1}{2} \right)$$

dan anchakichiko'lchamga egabo'lsa, undan kelayotgan radio signal nuqtaviy manbadan kelayotgan radio signaldandeyarl ifarqlanmaydi.

Radiomanbasyt kalic harakatituyfayli radioteleskopning boshyaprog'idano'tganda yozibolingan radio-

signallardan haqiqiy shaklini yoki manbabo'ylab radioyotqinligitaqsimotini aniqlash uchun qyntbilan qayta ishlab chiqishtalabetiladi.

Tasvirda sistemaning boshyaprog'idan uchta tyrli obyekt A, B, Slaro'tishda radioteleskop orqalinazariy kutytilajak qabylyozyvlarining shakli keltirilgan.



14-rasm. Radioteleskopning bosh yuproqida 3 obektdan o'tgan radiosignallarning yozuv grafigi

Obyekt A nuqtaviy, obyekt B – $\frac{1}{2}$ ($\sim$) $\left(\frac{1}{2}\right)$ diametrga ega obyekt C

ning o'lchami yuproqning yarim kengligidan katta. Ko'rinib turibdiki, obyektlar A va B larning yozuvlari deyarli biri-biridan farqqilmaydi, S obyektning yozuv kengligi esa nuqtaviy obyektga nisbatan atigi 25% ga kattaroq. 76 metrli teleskop $\lambda = 1,25\text{ m}$ to'liqida $\theta_{\left(\frac{1}{2}\right)} = 1^\circ$ ga ega. Demak, bunday

radioteleskop nuqtaviy obyekt va Quyosh o'lchamiga teng obyekt $\left(\frac{1^\circ}{2}\right)$ lardan biri-biridan deyarli farqlanmaydigan yozuvni berar ekan. Bu misoldan radioastronomiyada eng birinchi vazifa radioteleskoplarning ajrataolish kuchini oshirish ekanligi ayon bo'ladi, bu masala radiointerferometrlar yordamida muvofiqiyatli hal etiladi.

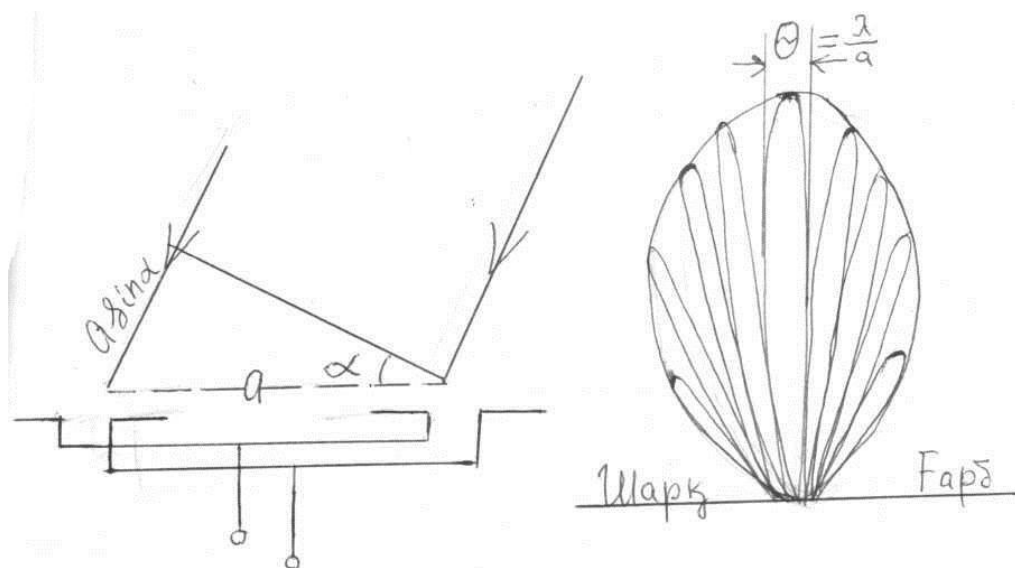
Radiointerferometrlar.

Ikki, A va B antennalar shunday joylashgan bo'lsinki, ularni birlashtirib quyuvchi to'g'ri chiziqli kelayotgan yassito'lqin Σ bilan burchak α – nitashkil qilsin, ular kelayotgan tebranishlarni

$$\Delta = 2\pi \left(\frac{\theta \sin \alpha}{\lambda} \right) \quad (75)$$

ga teng fazalar ayirmalari bilan qabul qiladilar. Agar A va B antennalarni qabul qilgichga ylangan bo'lsa, $\Delta\theta = \pi, 3\pi, \dots (2n+1)\pi$ da antennalar qabul qilayotgan impuls qarama-qarshi fazalarda bo'lib, biri-biri so'ndiradilar. Bu $\sin \alpha = \frac{1}{2} \frac{\lambda}{a}, \frac{3}{2} \frac{\lambda}{a}, \frac{5}{2} \frac{\lambda}{a}$ va hokazolarda sodir etiladi. Aksincha, $\sin \alpha = 0, \frac{\lambda}{a}, \frac{2\lambda}{a}$ va hokazolarda qabul qilgichda maksimal kuchlanish hosil bo'ladi.

bayon etilgan ikkita antenna interferometrni tashkil qiladi, uning yo'nalganlik diagrammasi ko'pgina yaroqlardan iborat bo'lib, a qanchalik katta bo'lsa, ularning soni ham shunchalik katta bo'ladi.



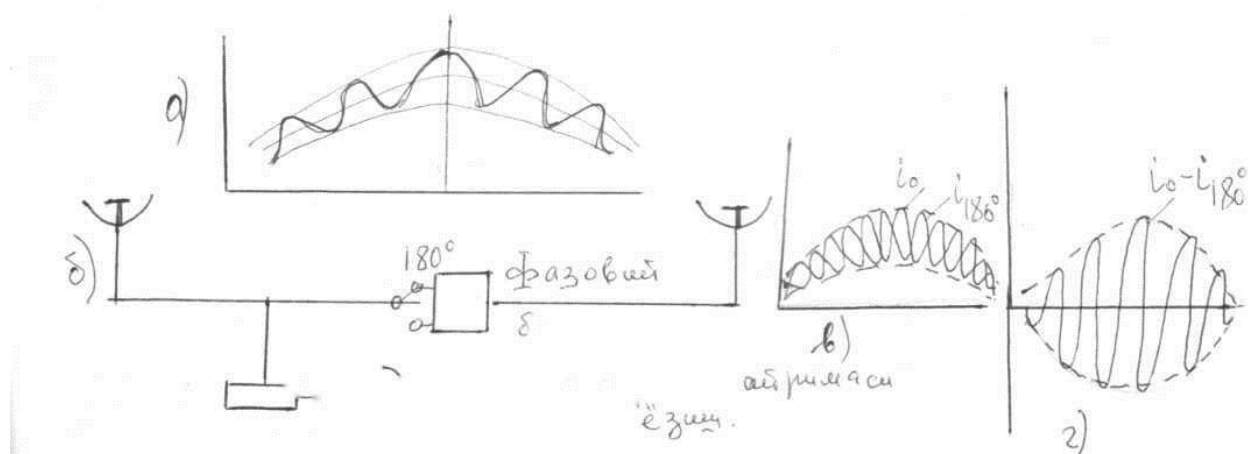
15-rasm. Sodda radiointerferometr va uning yo'nalganlik diagrammasi.

Bayon etilgan ikkita antenna interferometrni tashkil qiladi, uning yo'nalganlik diagrammasi ko'pgina yaroqlardan iborat bo'lib, a qanchalik katta bo'lsa, ularning soni ham shunchalik katta bo'ladi. Diagrammaning bosh yaroq'ni $90^\circ - \arcsin \frac{1}{2} \frac{\lambda}{a}$ va $90^\circ + \arcsin \frac{1}{2} \frac{\lambda}{a}$ yo'nalishlar ichida ikkinchisi $90^\circ + \arcsin \frac{1}{2} \frac{\lambda}{c}$ dan $90^\circ + \arcsin \frac{1}{2} \frac{\lambda}{s}$ gacha sezgirlik maksimumi byrchagi esa, $90^\circ + \arcsin \frac{1}{2} \frac{\lambda}{s}$ va hokazolarda joylashadi.

Barcha bu yaroqlarni og'ib o'tuvchi A yoki V yakka antennalarning yo'nalganlik diagrammasidir. Tabiiyki, interferometr qo'zg'almas, ko'p hollarda uning AV bazasi g'arb-sharq chizig'ini bo'ylab yo'nalgan, bosh yaroq esa meridian tekislikda joylashgan bo'ladi; bunda uning kengligi faqat meridianga perpendikulyar yo'nalishda kichik meridian bo'ylab esa bu chproq A va V antennalarning qabyl qilyvchi sirtiga o'tgan normalning ikkala tomonida bir necha o'n gradysga, soda dipollarda esa 360 gradiys tasma bo'ylab

cho'ziladi. Bu tasma ichidagi turli yo'nalishlarda antennaning sezgirligi turlicha bo'ladi.

Osmon gymbazining sytkalik aylanishi radiomanbaniinterferometrning yaproqlaridan ketma-ket o'tishga majbur qiladi. Bunda kichik byrchak o'lchamiga ega manbadan yozilayotgan signal noldan ikkilangan qiymatigicha tebraniб tyradi. Yozilayotgan radiosignalning tebraniшlariqanchalik keskin bo'lsa, manbaniing o'lchamlari shynchalik kichik bo'ladi. Keng bazaliinterferometrlarni yaratishda paydo bo'ladigan texnik qiyinchiliklarga qaramay, hozirgi bazasi 100km dan ortiq bo'lgan interferometrlar ishga tyshirilgan. Interferometr kosmik nyrlanish manbalariniing koordi-natalarini aniqlashda yaxshi asbob deb hisoblanadi. Uни meridиан doiraga o'xshatish mumkin. Obyektning to'g'ri chizishi eng kychli signal momentining yuldyz vaqtidan aniqlanadi, ynda obyekt meridианда joylashgan bosh yaproqning eng sezgir qismidan o'tayotgan bo'ladi.



16-rasm. Interferometrlar ishlash tamoiли.

Radiomanbaniing og'ishi manba bosh yaproqdan o'tish davomiyligidan yokiinterferometrning II va III yaproqlardagi bosh yo'nalishlaridan manbaniing o'tish vaqt oralig'idan aniqlanadi. Agar II va III yaproqlardagi bosh yo'nalishlari orasidagi byrchak masofani S deb belgilasak, ynda aytilgan

vaqt oralig'ini t yoritkichning og'ishi δ ga quyidagi formulaga binoan bog'liq bo'ladi;

$$S_{\text{int}} = \frac{\sin C}{\cos \delta} \quad (76)$$

formula (1.4.5) da ikkita yaproq orasidagi masofa $\sin C = \frac{\lambda}{a}$ tenglik bilan aniqlanadi. Sekyndlarda ifodalangan vaqt t^S radiolarga 1:13751 faktori yordamida o'tkaziladi. Shuning uchun

$$S_{\text{int}} = \frac{t^S}{13751} \quad (77)$$

bo'ladi. shunday qilib (1.4.5) formuladan

$$\cos \delta = \frac{13751\lambda}{at^S} \quad (78)$$

topamiz. Bu formula δ – ning katta qiymatlardagina yaxshi natijalar beradi. Kichik δ – larda kosinysdan byrchak δ – ni aniqlash xatoligi yuqori bo'ladi. Interferometrning yana bitta g'alati varianti- bu dengiz (yoki qoya toshli) interferometridir, unda atigi bitta antenna ishlatilib, to'g'ri nayr bilan dengiz sathidan qaytgan nayrlardan foydalaniladi. Bu yikkala nayrlar yurishining geometrik ayirmalari $2h \sin \alpha$ ga teng; bu yerda h – antennaning dengiz sathidan balandligi, α – yoritkichning gorizontdan balandligi. Fazalar ayirmasi $2\pi \left(\frac{2h \sin \alpha}{\lambda} \right)$ hosil bo'ladi. biroq, akslanishda radioto'lqin yana yarim to'lqin yurishi ayirmasiga ega bo'ladi. demak, to'g'ri va akslangan nayrlar tebraniishlarning kychayish sharti

$$\frac{4\pi \sin \alpha}{\lambda} = \pi, 3\pi, 5\pi \dots \quad (79)$$

bo'ladi. Bu α – byrchakning $\arcsin \frac{\lambda}{4h} \rightarrow 4\pi$, $\arcsin \frac{3\lambda}{4h} \dots$ larga teng qiymatlarda sodir etiladi, yaproqlarning gorizontdan byrchak balandligi ham ana shunga bog'liqdır. Bosh yaproq gorizontga eng yaqin bo'ladi. Radioto'lqin-

larning Yer atmosferasidagi refraksiyasi interferometr orqali kuzatilayotgan hodisalarga aniqizoh berishga qiyinchilik tug'diradi.

Radioloksesiyada qabyl qilyuvchi yuzatuvchi qurilma mavjud. Radioteleskoplarda faqat radio qabyl qilgichdan foydalaniladi.

7- Mavzy: Fotometrik kattaliklar.

Reja.

1. Ko'z va fotometriya.
2. Psixofizik qonun. Pogson qonuni.
3. Yoryg'lik oqimi, intensivligi, yoritilganligi, yorqinlik va ularni o'lchov birliklari.
4. Fotometrik kattaliklar va ularni astrofizikada qo'llanilishi.

Tayanch so'zlar: nyrlanish, sinf, yuldyziy, etalon, kattalik, manba, fazaviy byrchak.

Sinov savollari.

1. Nyrlanishning qabyl qilishda ko'zni rolini tushuntirib bering?
2. Fotometriya nima o'rganadi?
3. Fazaviy byrchak va yoryg'lik kuchi qanday ifoda orqali bog'langan?
4. Birlik yuzaga tyshayotgan yoryg'lik oqimi nima belgilaydi?

Nyrlanish qabyl qilgichlar.

Ko'z va fotometriya.

Ko'z nyrlanishning tabiiy qabyl qilgichi bo'lib, u ko'rishi natijasida hosil bo'lgan ta'sirotlar orqali insonni tashqi olam bilan bevosita bog'laydi, ya'ni ko'z atrof olamni bilishga oid eng muhim vositadir. Material olamni ilmiy bilishligi albatta kuzatayotgan hodisalarning miqdoriy xarakteristikalarini o'lchash bilan kechadi. Ko'rish ta'sirotlar sohasida by

fizikaning maxsus bo'limi- yoryg'likni o'lchash degani, ya'ni fotometriyaning yuzaga kelishiga va rivojlanishiga olib keldi.

Psixofizik qonun. Pogson qonuni.

Yuldyziy kattaliklarga taqsimlanish ehtimol sof ichki his etish tuyg'u orqali ochilgan bo'lishi mumkin, bunda XVIII-asrdagina o'rnatilgan faktga binoan inson ko'zi o'zining yoryg'likni qabul qilish hissiyotlarda ravshanlik yoki yorqinlik o'zgarishining absolyut emas, balki nisbiy qiymatini farqlay olishiga bog'liqdir. Oltita sham bilan yoritilgan sirt beshta sham bilan yoritilganligidan sezilarli farqlanadi, biroq 150 sham va 151 sham bilan yoritilganidan ko'pchilik farqlay olmaydi.

Fotometrik o'lchavlar odatda berilgan yoritilganlik yoki yorqinlikni etalon (namuna) deb qabul qilingan boshqasi bilan taqqoslashdan iboratdir.

Ko'z yoryg'lik yoki yoritilganlikning 1% dan kichik farqlanishlarini seza olmaydi. ΔI orqali ko'z bilan sezish mumkin bo'lgan yorqinlik yoki yoritilganlikning eng kichik farqlanishini, I bilan esa yorqinlik yoki yoritilganlikning o'zini belgilaylik; unga mos kelyvchi sybyektiv kattalikni sezish chegarasi deb nomlab, dS deb belgilasak. Unda Veber-Fexner psixofizik qonunining matematik ifodasi.

$$dS = c \frac{dI}{I} \quad (80)$$

bo'ladi, bu yerda s -fiziologik kattalik, dS ni sezish chegarasi bilan nomsiz kattalik $\frac{dI}{I}$ kattaliklarni bog'lovchi koeffitsiyentdir, bunda Veber-Fexner aniqlanganidek, I ostida nafaqat ko'rish mumkin bo'lgan narsani balki ixtiyoriy ta'sirni masalan, eshitishga, sezishga oid va hokazolarni tyshynish

mumkin. Agar (2.1.1.) ga sezish S va ta'sir I orasidagi bog'lanish-ni ifodalovchi differensial tenglama deb qaralsa ynda uni yechgan holda

$$S - S_0 = e_1 \lg \frac{I}{I^0} \quad (81)$$

ni topamiz. $I_0 = 1$ ga $S_0 = 0$ deb olinsa, $S = e_1 \lg I$ yoki $I = 10^{\frac{S}{e_1}}$ bo'ladi, by

Veber-Fexner qonuni; «ta'sir geometrik programmasida oshganda sezish arifmetik progressiyada oshib boradi» deb ta'riflanishiga imkon beradi. Yuldyziy kattalik bilan ifodalanyvchi sybyektiv sezish m orqali, ko'zga tyshayotgan yoryg'likning obyektiv miqdorini (y yer sirti yoritilganligiga proporsionaldir) esa Y_e orqali belgilaylik; ynda formyla (2.1.2) ni

$$m - m_0 = e_1 \lg \frac{E}{E_0} \text{ ko'rinishda qayta yozish mumkin.}$$

Agar bitta yuldyzning yuldyziy kattaligi ikkinchisiga nisbatan bir birlikga oshganda (by $m_1 - m_2 = 1$ deb yoziladi), ynda birinchi yuldyzdan yoritilganlik ikkinchisiga nisbatan 2,5 marta kichrayar ekan. By koeffisiyen $e_1 = -\frac{1}{0,298}$ ekanini bildiradi, chynki $\lg 2,5 = 0,398$ bo'ladi.

Rogson 1859 yilda taklif qilinganidek, hisoblashlarda e_1 ni – 2,500 ga tenglashtirib olgani ma'qul, ynda formyla (2.1.3) ni

$$m - m_0 = -2,5 \lg \frac{E}{E_0} \quad (82)$$

ko'rinishda qayta yozish mumkin. Formyla (82) ga myvofiq, yuldyziy kattaliklari 1^m ga farqlanyvchi ikkita yuldyzning hosil qilgan yoritganlik nisbatlari 2,512ga teng, chynki $\lg 2,512 = 0,4 = \frac{1}{2,500}$.

Oqim, intensivlik, yoritilganlik va ularning birliklari. Yorqinlik

yoryg'likmanbaifarazqilaylik, yshynchalikkichikbo'lsinki,
qandaydiryaqinmasofadanhamuningo'lchamlariniinobatgaolmaslikmymkinbo
'lib, yoryg'liknyqtadankelibchiqayartidebhisoblasak.
Byndaymanbanyqtaviydebataladi.

Uchiniyqtaviymanbadajoylashganihtiuyoriykonysniolaylik.

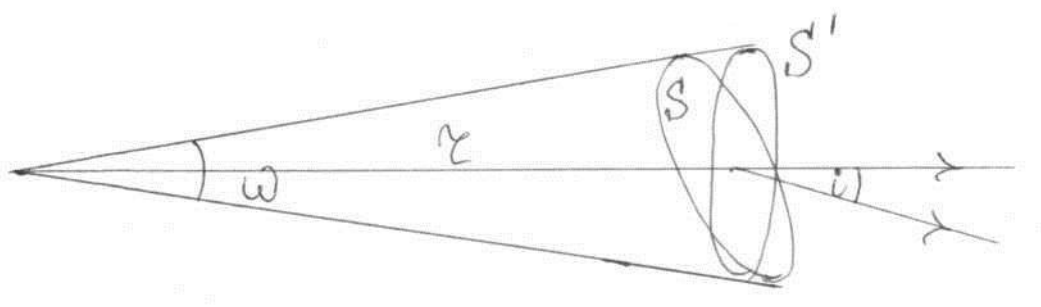
Manbadanbykonysbo'ylabchiqayotganyoryg'likshykonysichidaqolibketadi,
chynkiyoryg'likto'g'richiziqbo'ylabtargaladi.

Konysko'ndalangkesimidanvaqtbirligidao'tyvchiyoryg'likoqitmi,
ya'niyoryg'likenergiyasiningmiqdorigo'zgarmasbo'libqoladi.

Undama'lymochilishbyrchagigaegakonyschegaralaridatyshayotganyoryg'likoq
itishyuyoryg'likmanbaningkychibirligibo'lishimymkin. Lekin,
konysochilishiningfazaviybyrchagijismgaoidbyrchagi ω – bilanbelgilanadi,
yo'znavbatida

$$\omega = \frac{S}{r^2} \quad (83)$$

tenglik bilan aniqlanadi, by yerda S – markazi ichida joylashgan va r –
radiysga ega sferada shy konys chizadigan maydon. $S = r^2$ bo'lganda, jismga
oid byrchak ω – birga teng bo'ladi; by birlik steradian deb nomlanadi. Bytyn
fazaning jismiuy byrchagi 4π ga teng. Shunday qilib, manbaning yoryg'lik
kychi steradianga teng jismiuy byrchak bilan cheklangan yoryg'lik oqitiga
teng. Yoryg'lik kychi birligi sifatida xalqaro sham beradigan yoryg'lik kychi
olinadi, by etalon 1948 yilda qabyil qilingan bo'lib, kandela deb ataladi.
Xalqaro sham 1 steradianga teng jismiuy byrchakda 1lm ga teng yoryg'lik
oqitimini nurlantiradi.



17-rasm. Fazoviy burchakning hosil bo'lishi

Manbani yoryg'lik kuchi ayrim holda intensivlik deb ham ataladi, lekin yuqoridagi, intensivlik ostida aniq chegarasiz yulifotometrik kattaliklar ham tyshyntiriladi. Yoryg'lik kuchi (shomlarda) I orqali oqimni esa, F orqali belgilaymiz va ular orasidagi bog'lanishni topamiz.

$$I = \frac{F}{\omega} \quad (84)$$

Agar yoryg'lik manbai izotrop bo'lmasa, ya'ni yulning intensivligi. I yo'nalishga bog'liq bo'lsa, yulda I ni cheksiz kichik jisimiy burchak $d\omega$ ichidagi cheksiz kichik oqim dF dan aniqlash mumkin, ya'ni

$$I = \frac{dF}{d\omega} \quad (85)$$

(2.1.6) va (2.1.7) formulalar manbani intensivligini (yoryg'lik kuchi) jisimiy burchak birligidagi oqimdan aniqlashga imkon beradi. Birlik yuzaga tyshayotgan yoryg'lik oqimi F yoritilganligi Y_e ni belgilaydi.

Perpendikulyar tyshishda $E = \frac{F}{S} = \frac{I\omega}{S} = \frac{I}{r^2}$ bo'ladi, byundan: yoritilganlik birligi lyuks deb, oqimga perpendikulyar qo'yilgan 1m^2 maydonchadan 1lm ga teng oqimi o'tsa, yoki 1 xalqaro shom 1m masofada hosil qilaoladigan yoritilganlik qabyul qilingan.

Agar 1lm ga teng oqim 1sm^2 yuzadan o'tsa, yulda yoritilganlik 1 fotga teng bo'ladi. Ravshanki,

$$1_{\phi om} = 10000 \text{ люкс} \quad (86)$$

konys $\underline{\omega}$ ni yorigib tyryvchi yuza S'' ham maydonga S olgan yoryg'lik oqimini qabyil qiladi. maydoncha S' ga o'tkazilgan normal konys o'qi bilan byrchak $\underline{i}$ ni tashkil qiladi. agar byrchak ω kichik bo'lsa, ynda

$$S'' = S \sec i \quad (87)$$

deb olish mumkin. shuning uchun maydoncha S' ning yoritilganligi maydoncha S ga nisbatan secimarta kichik bo'ladi. jismiy byrchak ω ni quyidagi tenglik orqali aniqlash mumkin:

$$\omega = \frac{S \cos i}{r^2} \quad (88)$$

va ynda tenglik (2.1.8) ni umumiyroq ko'rinishda yozish mumkin:

$$E = \frac{I \cos i}{r^2} \quad (89)$$

Agar, $I_1, I_2, \dots, I_n$ intensivliklarga ega bir necha manba yoritilayotgan maydonchadan $r_1, r_2, \dots, r_n$ masofada joylashgan bo'lib, yoryg'lik maydonchaga $i_1, i_2, \dots, i_n$ byrchaklari ostida tyshayotgan bo'lsa, ynda maydonchaniy umumiy yoritilganligi quyidagicha bo'ladi:

$$E = \frac{I_1 \cos i_1}{r_1^2} + \frac{I_2 \cos i_2}{r_2^2} + \dots + \frac{I_n \cos i_n}{r_n^2} \quad (90)$$

Бир-бирига tig'iz joylashgan ko'p manbalar mavjyd bo'lib, ylardan yoritil-gan maydonchaga masofalari hamda tyshish byrchaklari ham teng bo'lsin. By holda formyla (2.1.11) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$E = \frac{\cos i}{r_1^2} (I_1 + I_2 + \dots + I_n) \quad (91)$$

Yoritilayotgan sirtning birlik maydoni nyratirayotgan to'liq oqim yorituvchanlik deb nomlanadi. Yorituvchanlik birligi sifatida lambert olingan, bynda 1 m^2 yuzadan kelayotgan to'liq oqim 1 lm ga teng bo'ladi.

Lambert qonuni yoryg'likning aytim sirtlaridan diffyuz akslanishida ham haqlidir: ularni qaysi byrchak ostida kyzatishdan qat'iy nazar, ular bir xilda yoritilganlik bo'lib ko'rinadi. Bynday sirtlar g'oyat darajada xira deb nomlanadi.

8-Mavzu: Fotografik jarayonasoslari.

Reja:

1. Fotografik jarayon va fotografik qabul qilgichlar.
2. Fotoemulsiyani vazifasi va kimyoviy tarkibi.
3. Fotografik tasvir olish.
4. Fotografik tasvirning zichligi.

Tayanch so'zlar: emulsiya, fotoplastinka, fototasvir, galoid, kumush, kristall.

Sinov savollari:

1. Fotografiya usulidachon paydo bo'lgan?
2. Emulsiya qanday moda tashkil qiladi?
3. Yoryg'likka sezgir qatlamlarning fotografik xossalari qaysi Fan o'rganadi?
4. Fototasvirning zichligi qanday formula orqali aniqlanadi?

Fotografik emulsiya qabul qilgich sifatida.

1. Fotografik plastinka (plyonka)
2. Fotografik tasvir olish.
3. Fotoemulsiyaning yoryg'lik sezish tabiati va sezgirlik chegarasi.
4. fotografik tasvirning zichligi.
5. fotoemulsiyaning spektral zichligi.
6. Fotografik usulning afzalligi.

Fotoemulsiya yelim shaklda muallaq holdagi galoid kutushining juda ko'r kristallardan iborat. Tayyorlash jarayonida suyuq holdagi bu emulsiya shisha, selluloid yoki boshqa shaffof asos sirtiga qo'yiladi. Uning qilinligi

(50 mkm). Quritilgandan so'ng ishlatishga tayyor fotoplastinki yoki plyonka hosil bo'ladi. Emulsiya shaffof bo'lmagan asosga masalan, qog'ozga ham quyilishi mumkin. bunday usulda hosil qilingan fotoqog'oz pozitiv tasvirlarni olishga ishlatiladi.

Osmonning qandaydir sohasiga qaratilgan kamera obyektivni fokusida joylashtirilgan fotoplastinkaga yoki plyonka yorug'lik ta'sirini o'tkazaylik. Emulsion qatlamda biror ko'rinma o'zgarishlar sezilmaydi, lekin yashirin fototsvirni hosil qilishga olib kelgan aniqqandaydir fotokimyoviy reaksiyalar sodir etildi. Bu fototasvir o'ziga xos kimyoviy ishlov orqali ro'yobga chiqarish mumkin, uning natijasida yorug'likdan ta'sirlangan galoid kumushning kristallari metall kumushga aylanadi, plastikada ko'rinadigan tasvir hosil bo'ladi. bu tasvir negativ tasvir bo'ladi, chunki yelim shaklidagi muallaq mayda donachalar ko'rinishidagi metall kumush qora bo'lib tuyuladi, demak predmetning barcha yorqin qismlari fototasvirida qora bo'lib chiqadi. Undan so'ng fotoemulsiyani yorug'likga ta'sirlanish qobiliyatini yuqotish kerak, buning uchun plastinka emulsiyada parchalanmagan holda qolib ketgan barcha galoid kumushni yuviib tashlovchi eritmada ishlov berish yo'li bilan erishiladi. Bu jarayon fototasvirni mustahkamlash deyiladi. nihoyat, emulsiya qolib ketgan va tasvirni hosil qilishda ishtirok etmagan turli moddalardan tozalash maqsadida plastinka oqib turgan suvda yaxshilab yuviladi. Bu moddalardan ayniqsa giposulfid ($Na_2S_2O_3$), ya'ni eng keng tarqalgan mustahkam moda hisoblanadi.

Emulsiyada qolgan giposulfid vaqt o'tishi bilan parchalanadi. Natijada negativ tasvirni buzib turuvchi sariq rangdagi dog'lar bilan qoplanadi. Yuvilgandan so'ng fotoplastinka (plyonka) quritiladi. Quruq holda emulsion qatlam yetarlicha pishiq va fotoplastinka ko'p o'n yillar davomida saqlanishi va qayta-qayta ko'rish va o'lchashga tayyor bo'lishi mumkin. fotoplastinkada (plyonkada) mavjud negativ tasvir tasvirga olingan obyektning ma'lum momentida muxlab qo'ygan oziqa xos hujjatdir. Negativga qolgan barcha narsalarni, garchi ular ilk bor tasvirga olinayotganda tadqiqot obyekti

bo'lmasa ham keyinchalik ko'rish va o'lchash mumkin bo'ladi. bu xususiyat ayniqsa yulduzli maydonlarni tasvirga olishda qimmatlidir, chunki negativda minglab, o'n va yuz minglab yulduzlarning tasviri muxlaniib qoladi, ularning ixtiyoriysi kelajakda maxsus tadqiqot obyekti bo'lib qolishi ehtimoli bor. Bundan tashqari fotoplastinkalar arxivlari yoki «shishali biblioteka» Lar nimasi bilan qimmatli ekani va rasadxonalarda ularni asrash uchun alohida e'tibor berilishi o'z-o'zidan tushunarli bo'lib qoladi. Shunday qilib, fotoemulsiya yelim shaklda muallaq holdagi galoid kumush (asosan bromli kumush *AgBr*) kristallchalardan iboratdir. Kristallchalarning o'lchamlari turlichadir, diametri mikronning o'ndan bir ulushidan 5di gacha, o'rtacha 1μ ni tashkil etadi. Bromli kumush kristallchasi yorug'lik yuqori sezuvchan bo'lishi uchun kristall sirtida joylashgan kumush yoki oltinugurtli kumush atomlarining o'ta mayda guruhlari ko'rinishida fizikaviy yoki kimyoviy nojinsliklar bo'lishi shart. Bunday aralashmalar sezgirlikning markazlari deb ataladi.

Yoritilayotgan yorug'likning kvantlari ta'siri ostida brom atomlarining tashqi elektronlari kristallik panjarada harakatlanadilar va sezgirlik markazlarida to'planadilar. Bu yerda ular kumushning ionlarini o'ziga tortib oladilar, bu sezgirlik markazlarining shunchalik o'sishiga olib keladiki, ular tasvir oshkor bo'lish markazlariga aylanadilar, ya'ni uning yordamida tasvirni oshkor qiluvchi moda bromli kumush kristallini metall kumush *Ag* holatiga butunlay tiklab yuboradi. Yorug'likga sezgir emulsiyani hosil qilishda yelim shaklning roli *AgBr* kristallarning eltuvchisi ekanligi bilan cheklanmaydi, u shuningdek emulsiyaning sezgirligini ham oshiradi yuqori sezgirlikga erishishda emulsiya pishib yetilish jarayon muhimdir, unda emulsiya yelim shakl eritmasida bromli kumush kristallarini hosil qiluvchi 100° S haroratga ega eritmalarida taxminan 1/2-2 soat tutib turiladi. Bunda kristallar o'lchamlari tezda o'sib boradi. Shu bilan birga yorug'likga sezgirlik ham ortadi. Sezgirlikni haddan ziyod

o'sishiga texnik asboblardan tashqari yuqori sezgirli emulsiyalarning noturg'unligi, ya'ni nafaqat yashirin tasvirni, balki yorug'lik ta'siriga uchramagan kristallarni oshkor etish xususiyati ham xalal beradi. Unda negativ tasvir metall kumush donachalardan iborat butun fotografik qatlam bo'ylab tekis yoyilgan fotografik xira parda (vual) fonida hosil bo'ladi. uzoq muddat saqlanganda fotoplastinkalar kuchli vual hosil qilishga moyil bo'lib qoladi. Yashirin tasvir fotoplastinkaning uzoq muddat (bir yildan ortiq) saqlanishida yemiriladi va batamom yuqolib ketishi mumkin.

Fotografik tasvir olish.

Qorong'i xonada fotoplastinka (plyonka) fotografik kameraning kassetasiichiga joylashtiriladi. Kassetaga solingan kamera teleskopga o'rnatilgach, teleskop osmonga, uning tasviri olishi kerak bo'lgan tomoniga yo'naltiriladi va soat mexanizmiishga tushirilib yuboriladi. Shundan keyin kassetaning obyektiviga qaragan tomonidagiqopqog'i ma'lum muddatga (ekspozisiya vaqti) yon tomonga chiqarib qo'yiladi, ya'ni yulduzlar osmoni tasviri plastinkaning nur sezuvchi emulsiya surilgan sirtiga tushadi, ekspozisiya beriladi. Bu vaqt davomida fotoplastinkaning emulsiya qatlamida yulduzlar osmonining yashirin tasviri hosil bo'ladi. ekspozisiya vaqti tugagach kassetaga qopqog'iichkariga kiritiladi, ya'ni fotoplastinka bekitiladi. Yashirin tasvirni ochish uchun surat tushirilgan fotoplastinka qorong'i xonada ochuvchi eritma solinadi. Ochuvchida plastinkaning yulduzlar tasviri tushgan joylariqaraldi. Qarash darajasi nur sezuvchiqatlamda yulduz hosil qilgan yoritilganlikka va ekspozisiya vaqtiga bog'liq. Yulduz qancha yoriq bo'lsa, uning tasviri shunga qora bo'lib chiqadi. Fotoplastinkaning yorug'lik tushmagan joylarida emulsiya o'zgarishsiz (vualni plastinkani o'z-o'zidan qora tun hisoblanganda) qoladi va sezgirligini yuqotmaydi. Shuning uchun fotoplastinka ochuvchiga 2-10 minut turgach, undan chiqarib olinadi va qorong'uda ikki minut davomida oqar suvda yuviladi va shundan keyin tasvirni saqlovchi fiksash deb ataladigan

eritmaga tushiriladi. Bu eritmada tasvir hosil qilishda ishtirok etmagan kumushbrom molekulalari eriydi va eritma (fiksash)ga o'tadi va kumush sulfidi hosil bo'ladi. Fiksajdan keyin ya'ni oqar suvda plastinka (plyonka) yuviladi va quritiladi. Bu quritilgan plastinkani (plyonkani) yorug'likka chiqarish mumkin; - unga yorug'lik ta'sir qilmaydi.

Fotografik tasvirning zichligi.

Negetivdagi tasvirning qoralik darajasini yoki zichligini undan nur o'tkazish yo'li bilan o'lchash mumkin. Agar tasvirdan o'tgan nurning intensivligi I bo'lsa, va unga tushayotgan nurning intensivligi I^0 bo'lsa,

ularning nisbati $\frac{I}{I^0}$ tasvirning qoralik darajasini belgilaydi. Bu nisbatning

o'zini logarifmi $D = \lg\left(\frac{I}{I^0}\right)$ fotografik tasvirning zichligi deb ataladi.

Intensivlikni tasvirda kamayishi tasvirning qora donalarida va emulsiya tegishli donalarda nurni yutilish natijasida ro'y beradi. Shuning uchun tasvirning zichligi

$$D = \lg\left(\frac{I}{I^0}\right) = \lg\left(\frac{I}{I^0} \cdot \frac{I^0}{I^0}\right) = D' - D_{(92)}$$

biroz chetroqda emulsiyaning qorashi zichligi. Tasvirning zichligi D yoritilganlik E ga va ekspozisiya vaqti t ga bog'liq. $D \cong E \cdot t$ qisqaekspozisiyavaqt uchun yoritilgandik va vaqt bir xil kuchgaega, ular bir-birining o'zini bosaoladi,

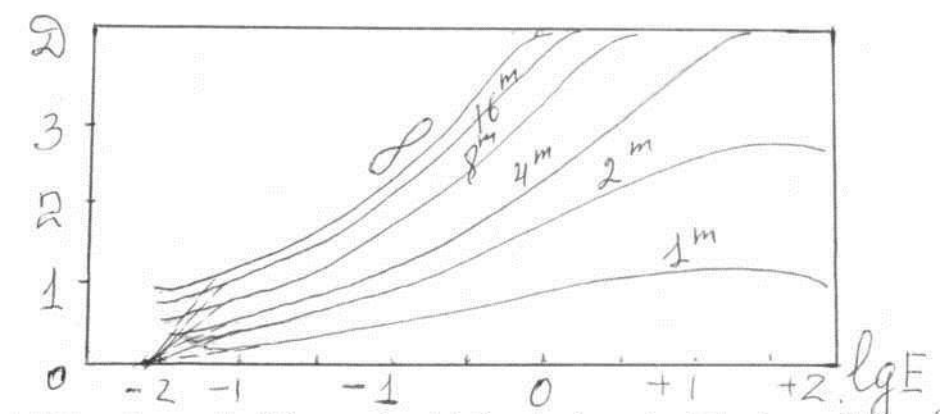
ya'ni yoritilganlik kimgi martamaganda ekspozisiyavaqtini kimgi martamagaytirib kerakli zichlikka erishish mumkin.

biroq uzoq muddatli ekspozisiyavaqt uchun $D \approx E \cdot t^r$, $r < 1$, ya'ni E va t bir xil kuchgaega emas ular bir-biri o'zini bosaolmaydilar.

Astronomik fotoplastinkalar shunday uzoq ekspozisiyaberishni talabetadi.

Xarakteristika egrichiziqlari.

$D = f(Et)$ va $D = \varphi(Et^p)$ formulalardagi f yoki φ funksiyani,
 ya'ni fotoplastinkagatushgan Et
 energiyamiqdori ortib borishi bilan fotografiqtasvir zichligi D
 o'zgarishini olib ko'raylik.
 Tajribadabumuaayyan negativ uchun xarakteristika egrichiziqtuzilgandakelibchiq
 adi. Fotoplastinkada qatormaydonchalarni hosil qilib ekspozitsiya vaqti t
 ni bir xil datuti b turgan holda plastinkayoritilganligi E ni o'zgartirib,
 plastinkani yoritib boramiz.
 Plastinkaga o'zigaxosishlov berilgandan so'ng hosil bo'lgan negativdan barchamay
 donchalarning zichliklari o'lchab chiqiladi. Yoritilganlik logarifmi $\lg E$
 qiymatlarini tushiramiz (eks-pozitsiya vaqti bir xil).
 Qandaydiregrichiziqh hosil bo'ladi,
 bu chiziqlar muayyan negativ xarakteristika egrichizig'ideyiladi.
 Boshqacharoqishtutishimiz mumkin:
 plastinkaning yoritilganligini o'gartirmay holda har bir yangi maydonchani eksp
 oziya vaqti t ning yangi qiymatlarida yoritib boramiz.
 Bunday hosil bo'lgan xarakteristika egrichiziqlar avvalgidan farq qiladi.
 Birinchi egrichiziqni olib qaraylik.



18-rasm. Xarakteristik egrichiziqlar shakllanishi shlov berish muddatiga bog'liqligi
 E ning kichik qiymatlarida egrichiziqlar juda qiyalab ketadi. $\lg E$
 katta o'zgarishlarida negativning zichligi D sezilar-sezilmaso'zgaradi;
 busohaxarakteristika egrichiziqning yetilmagan sohasideyiladi.

Buyerdazichlik ℓgE gaemas, balkiyoritilganlik E
ningo'sishigaproporsionalortibboradi: $D = kE$.

ℓgE ortgansarijegrichiziq tikroqbo'libboradivanihoayat, ℓgE
qiymatlarininganchajoidao'zgarmasbo'libqoladiganmaksimalqiyalikgaerisha
di: busohanormal tutilgansohayokixarakteristikegrichiziqning
to'g'richizig'lisohasidir. Buyerda D va ℓgE orasidagibog'lanish

$D = p\ell gE - A$ tenglamabilanifodalanadi, buyerdagi $\gamma = tg\theta$
negativgammasiyokiuningkontresideyiladi. Burchak θ

xarakteristikegrichiziqning
to'g'richizig'liqisminingabssissao'qigaqiyalanganburchagidir. Agar

$\theta > 450$, $\gamma > 1$, negativdagizichliklar ℓgE
ningvariasiyalarinikattalashtirilganholdanamoishetadivanegativkontrestidey
iladi. Agaraksincha, $\gamma < 1$, bo'lsa, negativyumshoqdeyiladi. $\gamma = 1$
bo'lgandanegativnormalbo'ladi. Fotoemulsiyahamxudishunday tavsiflanadi.

Qandaydiryoritilganlikgaerishilgandanso'ngyoritilishningyanaortishi
zichliko'sishiningsekinlashuvigaolibkeladi. Buo'ta tutilgansohadir,
ugaloidkumushkristallariningborasidaoshkorbo'lishmarkazlarihosilbo'lganhol
ga

tegishliivaularbarchasioshkoretilganqandaydirmaksimalzichlikgaerishulgunga
qadaryoyiladi. Yoritilishningyanadaortishizichlikkamayishigaolibkeladiva
 ℓgE ningyetarlichakattaqiymatlaridajudahamkamayibketishimumkin.

Xarakteristikegrichiziqningbuqismisolyarizasiya (solis-quyosh)
sohasideyiladi, chunkioddiylandshaftli
tasvirgaolishdaquyoshnegativdaodatdanisbatanbunchalikqorayibketmaganbo'la
di.

Vaqt o'zgarishibilan
tuzilganxarakteristikegrichiziqyoritilganliko'zgarishida
tuzilganxarakteristikegrichiziqqanisbatankattaroqqiyaligibilanfarqlanadi.

Bu holda kontrastlik γ' kontrastlik γ ning p qismini tashkil etishini ko'rsatish uchun nahaqiqatdan ham formula $D = \varphi \frac{Et^p}{\lg E}$ ni $\lg E$ va $\lg t$ bo'yicha differensiallaymiz: ravshaniki, biz mos ravishda γ va γ' larni qo'lgakiritamiz.

$$\gamma = \frac{dD}{d \lg E} = \frac{dD}{d(Et)^p} \frac{d(Et^p)}{d \lg E} = \frac{dD}{d(Et^p)} t^p \frac{dE}{d \lg E} = \frac{dD}{d(Et^p)} Et^p \cdot \text{Mod} \quad (93)$$

$$\gamma' = \frac{dD}{d \lg t} = \frac{dD}{d(Et)^p} \frac{d(Et^p)}{d \lg t} = \frac{dD}{d(Et^p)} E^p \frac{dt^p}{d(\lg t^p)} = \frac{dD}{d(Et^p)} p Et^p \cdot \text{Mod} \quad (94)$$

bundan $\gamma' = p\gamma$. Bu munosibat bilan Shvarsshild ko'rsatkichi p — ni topishda foydalanish qulaydir. Fotoemulsiyalarning turli navlarida xarakteristik egri chiziqlari turlicha bo'ladi; ular bir xil emulsiya bilan yoritilgan, lekin turli qayta ishlangan; ya'ni har xil oshkor qilingan va mustahkamlangan fotoplastinkalarda ham turlicha bo'ladi.

Fotografik usulning afzalliklari.

1. Fototasvir hujjat xususiyatiga ega, uni qayta-qayta tekshirish mumkin. Absorbiyalarda o'n laryillarda vomi dayig' ilgan fototasvir-bebahoboylik deb hisoblanadi.
2. Negativlar ulkan axborot manbai hamdir, undayuzlab, minglab yulduzlarning tasviri bo'ladi.
3. Negativlarda osmonning keng sohasining surati chiqadi.
4. Fotosuratlar oniy tasvirlar, ularda tezo'zgaruvchan jarayonlarni suratga olish mumkin.

9- Mavzu: Fotoelektrik nurlanish qabul qilgichlari.

Fotoelektron ko'paytirgichlar va ularning turlari.

Reja:

1. Fotoeffekt va uning qonunlari.
2. Fotoelektron nurlanish qabul qilgichlari va ularni qo'llash.
3. Fotoelementlar va fotokatodlarning turlari.
4. Fotoelektron ko'paytirgich.

Tayanch so'zlar: fotoeffekt, fotoelement, fotoko'paytirgich, elektron-optik o'zgartirgichlar, kvant, astrofotometriya.

Sinov savollari:

1. Qaysi hodisani fotoeffekt deb ataladi?
2. Eynshteyn fotoeffekt uchun tenglamasi qanday ma'noga ega?
3. Fotokatod qanday usul orqali tayyorlanadi?
4. Stoletov qonuni astrofotometriyada nima uchun qo'llaniladi?

Fotometrik nurlanish qabul qilgichlari. Fotoelektron ko'paytirgichlar va ularning turlari.

Hozirgi zamon fotometrik nurlanish priyomniklari, fotoelementlar, fotoelektron ko'paytirgich, elektrooptik almashtirgichlar, tashqi fotoeffekt hodisasiga asoslanganlar. Bu hodisa manfiy zaryadlangan plastinka intensiv yorug'lik nuri bilan yoritilganda zaryadsizlanishida namoyon bo'ladi va elektron tabiiyga ega. Yorug'lik fotonlari plastinkadan elektronlarni uchiib chiqaradi va plastinka zaryadsizlanadi (tashqi fotoeffekt) yoki elektron ozod holatga chiqmasdan elektr tushuvchilar safini ko'paytirishi yoki o'tkazgichning elektrik qutblanishi kuchaytirishi (ichki fotoeffekt) mumkin. Ajralgan elektronlar sonini tushayotgan yorug'lik miqdoriga qat'iy proporsionalligi yorug'lik oqimini o'lchashda fotoeffektni qo'llashga asos bo'ladi.

Tashqi fotoeffekt 1905 yilda A.Eynshteyn tushuntirib berdi. Elementar fotoelektrik jarayonda yutilgan kvant energiyasi $h\nu$ ning bir qismi

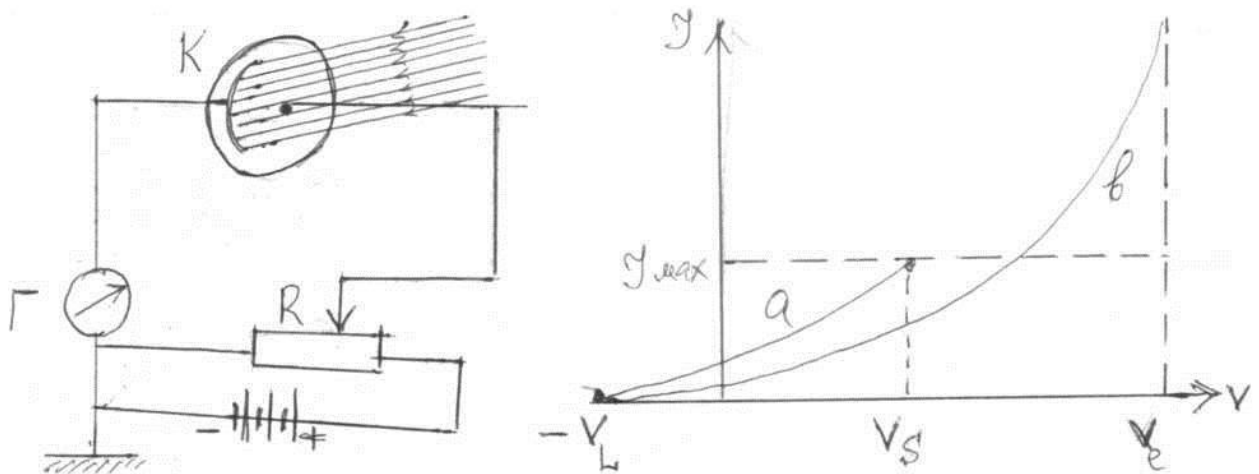
elektronni plastinkadan urib chiqarish uchun chiqish ishi ϕ sifatida sarf bo'lsa, qolgan qismi elektronga kinetik energiya $\left(\frac{mv^2}{2}\right)$ sifatida beriladi, ya'ni $h\nu = \phi + \frac{mv^2}{2}$ bu Eynshteyn formulasi deb ataladi. Elektronni metallan urib chiqarish uchun zarur bo'lgan energiya (fotoeffektda chiqish ishi) $\phi = h\nu_0$ fotoeffekt Bera oladigan eng kichik chastotali ν_0 kvantni belgilaydi, ya'ni chastotasi ν_0 bo'lgan barcha kvantlar berilgan metallan elektron ajrata oldi. Chiqish ishi elektronvoltlarda ϕ beriladi va chegaraviy chastota ν_0 ga mos keladigan to'lqin uzunligi $\lambda_0 = 1239,8 / \phi$ dan topiladi. Ishqor metallar *Li, Na, K, Rb, Cs* eng kam (2,5 dan 1,8 eV gacha) chiqish ishi bilan xarakterlanadi. Bulardan *Li* uchun chiqarish chegarasi $\lambda_0 = 490\text{nm}$, seziy uchun esa 690nm ga to'g'ri keladi. Biroq bu chegara yaqinida metallning nur «sezish» juda past va kvant chiqishi 10^{-8} ga teng va qisqa to'lqinlar tomon u tez suratlar bilan orta boradi va ultrabinafsha nurlarda 0,1ga yetadi. Литий (*Li*) uchun sezish maksimumi 280nm va seziy (*Cs*) uchun -550nmga to'g'ri keladi.

a) fotoelementlar (FE) fotoelementning nur sezuvchi qatlami fotokatod deb ataladi va u shisha asosga surilgan metall yoki yarimo'tkazgich aralashmadan iborat bo'ladi. aralashma tarkibiga chiqish ishini kamaytiruvchi moddalar qo'shiladi va fotokatod inert gaz bilan tuldirilgan shisha ballon ichiga joylashtiriladi. Fotokatod galvanometr orqali tok manbai (batareya) ning manfiy qutbiga ulanadi. Elektr manbaiining musbat qutbi esa, qarshilik orqali shisha ballon ichiga joylashtirilgan shar yoki to'r shakldagi anodga ulanadi. Katod bilan anod orasida fotoelektronlarni yo'naltiruvchi va tezlashtiruvchi elektr maydon hosil qilinadi. Bu maydonning kuchlanganligi bilan zanjirda oqayotgan tok orasida bog'lanish mavjud va fotoelementning voltamper

xarakteristikasi deb ataladi. Kuchlanishning ma'lum qiymatida tok kuchi maksimal qiymatga yetadi. Biroz inert gaz bilan to'ldirilgan ballonli (FE)larda tok kuchi chegaralanmagan, ibroq uni juda katta qiymatlargacha kuchaytirgich mumkin emas, aks holda ballonda gaz chaqnaydi. FE kuchlanish ostida bo'lganda, unga nur tushmasa ham zanjirda tok oqa boshlaydi. Bu tok qorong'ulik toki (I_k) deb ataladi. Astrofizik kuzatishlarda qo'llaniladigan FElarda $I_k = 10^{-15} - 10^{-16}$ amporni tashkil etadi. Ikki yulduzni FEli fotometr yordamida o'lchangan yulduziy kattaliklari ayirmasi

$$\Delta m = m_2 - m_1 = 2,5 \lg \left(\frac{I_1' - I_k}{I_2 - I_k} \right) \quad (95)$$

bu yerda I_1 va I_2 birinchi va ikkinchi yulduz nuri ta'sirida FE hosil bo'lgan tok kuchlari m_1 va m_2 yulduzlarning yulduziy kattaliklari.



19-rasm. Volt-Amper xarakteristikasini olish uchun fotoelementning ulash sxemasi.

Bo'sh va gaz bilan to'ldirilgan fotoelementlarning Volt-Amper xarakteristik grafiklari fotokatodlarning turlari va ularning spektral sezgirliigi.

Shisha siirtgasezi yaralashmay utqizilib (surtilgan)

yasalgan fotokatodda elektron ajratish uchun yorug'lik kvantlari energiyasi yetarli

(1-2 eV). Shuning uchun astrofizika daseziy (C_z)

birikmalardan yasalgan fotoelementlarkeng qo'llaniladi.

Shulardan birinursezu vchi qatlamisurma-

seziyaralashmasidanyasalganfotokatoddir.

Ushishayokimetallasosgayupqaplyonkaqatlamsifatidasurma-

seziybirikmasisuriabyasaladi.

Bundayfotokatod $\lambda \leq 650\text{nm}$

gachabo'lgankvantlarnisezadivauningsezgirlikmaksimumiultrabinafshanurlar

ga ($\lambda_{\text{max}} = 350\text{nm}$) to'g'rikeladi.

Yaxshisurma-seziyfotoelement

1000dan/Lyumensezgilikkaega. Obyektivdiametri $D = 33\text{cm}$ bo'lganreflektor

10^{m} kattalikdagiyulduzdano'zfokeltekisligida 10^{-

11 lyumennurlanishoqimi hosilqiladi. bundayoqim 10^{-14} ampertokkuchiberadi.

Agarfotometr galampali (tranzistorli) kuchaygichulansa,

undakuchaytirilgantoknigalvonometryordamida o'lchasabo'ladi.

Fotoelektronko'paytgich (FEK)

fotoelektronko'paytirgichikkilamchielektronemissiyasihodisasigaasoslangan.

Agarfotokatoddanajralganelektronlarelektrmaydonyordamida tezlashtiribboshqakatodga (dinodgayoki emmiterta) tushirilsa, ularningharbiri dinoddanbirnecha (o'ntagacha) elektronuchibchiqarishimukin.

Dinoddanajralganbuelektronlarto'dasi anodgatomonuchadilar, chunki anod bilan dinod orasidayo'naltiruvchivatezlashtiruvchielektrmaydon mavjud. Bundanbirbosqichli FEKda fototoko'n martagachakuchayadi.

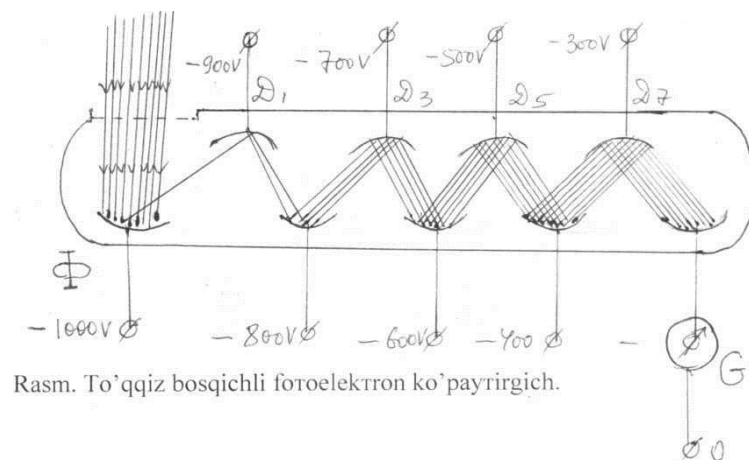
Agar dinoddanajralganelektronlarto'dasi nitezlatib ikkinchi emmitergatushirsak va undanajralganelektronlar oqimini nitezlatib uchinchi emmitergayo'naltirsak vah okazo, hammasi bo'lib 7 tayoki 9 ta emmiterdano'tgankuchli elektronlar oqimi anodgatushirilsa FEKda fototok 10^7 yoki 10^9 marta oshadi. Bunday asbobko'pbosqichli FEK debataladi. Bosqichlar (kaskadlar)

orasida elektronlar oqimini o'n martagako'paytirish uchun ular orasida potensialayirmasi 600 volt bo'lishi kerak.

Bunda qorong'ulik toki ham kuchayadivauning kuchayish darajasipotensiallarayirmasigabog'liq. Potensialayirmasi qanchayuqoribo'lsa,

qorong'ulik toki shunchako'pkuchayadiva aksincha.

Kaskadlar sonini ko'paytirib ($n = 14$) ular orasidagi potentsiallar ayirmasini 100-120 volt qilib ham fototokni $10^6 - 10^9$ martakuchaytirish mumkin. sezgirlik 100-1000 a/mm bo'lganda, qorong'ilik toki $i_k = 10^9$ A atrofida bo'lsa, yetarli bo'ladi. yaxshi FEKlarda katodida qorong'ilik toki $i_k = 10^{18}$ A va 10^9 martakuchaytirilganda, unga 10^9 A tok kuchitilg'rikeladi. Yuqoridagi ko'rsatilgan $D = 33$ sm teleskop o'rnatilgan 10^6 martakuchaytiruvchi FEK ning chiqishida $m = 10^m$ kattalikdagi yulduzdan $i = 10^{-8}$ A tok hosil bo'ladi va uni qayd qilish mumkin.



Rasm. To'qqiz bosqichli fotoelektron ko'paytirgich.

20-Rasm. To'qqiz bosqichli fotoelektron ko'paytirgich.

FEKda hosil tokkuchi (i) bilan yoritilganlik (E)

orasidagi bog'lanish mavjud.

Bu bog'lanish keng yoritilganliklarni diapazonini o'z ichiga oladi.

Biroq juda kattayorug'lik oqimlaridagi bog'lanish buziladi va FEK «charchaydi», hatto ishdan chiqishi ham mumkin. shuning uchun FEKda fototokni $1\mu A$ (ayrim nozik hollarda $0,01\mu A$) dan oshirilmaslikka harakat qilinadi, ya'ni fotokatodgatushayotgannurlanish oqimi keltiriladi.

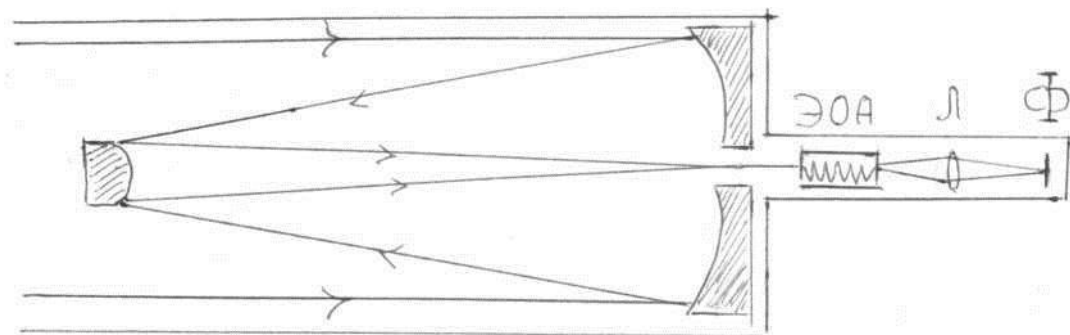
Qorong'ilik toki nika maytirish maqsadida FEK past $(-50 \pm 100^\circ S)$ temperaturaga chasovitiladi. Bunda suyuqazot qo'llash mumkin.

Elektron-optika mashtirgich.

Tashqi fotoeffektga asoslangan burniyomnikko'zgako'rinmaydigan infratqiz nurlardagi tasvirni yorug'lik nurlaridagi tasvirga aylantirib beradi.

Havosiso'ri bolinganshi shaballonning birtomoniga yarim tiniq fotokatod, ikkinchi tomoniga esa elektronlarta'sirigato'lanadigan ekran (mominofom) joylashtiriladi. Katod bilan ekran o'rtasiga maxsus shakldagi anodo'rnatiladi. Anodga berilgan kuchlanish katoddanchi qayotgan elektronlarni tezlashtiriladi va fofokusirovka (ma'lum yo'nalishda yo'naltiradi) qiladi. Anodning shakli shundaki, katodning biror nuqtasidan chiqqan elektronlarning faqat ma'lum bir nuqtasiga uriladi va unisho'lalantiradi.

Bu amalfotoelektronlarni fofokusirovka qilish deb ataladi va u qanchalik yaxshi amalga oshirilgan bo'lsa, ekranda tasvir shunga aniq bo'ladi. Biroq ekranda norxususiyatga ega bo'lgani uchun



21-rasm. Elektron teleskopning sxemasi

elektron-optikalmashtirgichni teleskopga o'rnatishda, yorug'lik nurlaridako'rinadigan tasvirni ajratib olish kuchi

30-35

sht/mm dan oshmaydi.

Yorug'lik nuri dahosil bo'lgan tasvirni fotoplastinkaga suratga olish mumkin. bunday asbob o'nlab marta ko'p foydalaniladi.

Elektron kamera, televizion kamera va boshqalar tashqi fotoeffektga asoslangan asboblardir.

Ichki fotoeffektga asoslangan priyomniklari yarimo'tkazgichlar (YaO'), metallar bilan dielektrlar o'rtasida joylashadilar va keng elektr qarshilikka ega sohaniegallaydilar ($10^{-5} - 10^8 \text{ Om} \cdot \text{mgacha}$). Biroq, yorug'lik fotonlarini yutib olishi, shuningdek elektronlari yoki alfa zarralar bilan urilish natijasida yarimo'tkazgichlarda elektr tokini tashuvchilarga aylandirib beradi. Agar yutib olingan fotonning energiyasi YaO'ning xususiy yoki aralashli o'tkazuvchanligini faollashtirish energiyasidan kattaroq bo'lsa, u holda elektronlar (teshiklar)

YaO'ningo'tkazuvchanliksohasigachiqadiva
tokhosilqilishdaishtiroketaboshlaydi.

YaO'ningo'tkazuvchanliksohasigaelektronlar (teshiklar)
nichi qishi bilan bog'liqbuelektro'tkazuvchanlikfoto-
o'tkazuvchanlikdebataladi.

Ichki fotoeffektga asoslangan priyomniklarni fotorezistor, fotodiод,
galvonik fotoelementlar va SSD detektorli priyomniklar qatorigakiradi.

10-Mavzu: Issiqlik nurlanish qabul qilgichlar.

Bolometr, termoelementlar va radiometrlar.

Dars rejası:

1. Issiqlik nurlanishi va ularning to'liq uzunliklari.
2. Bolometrning tuzilishi.
3. Termoelementlar tokni hosil bo'lishi va termoelementlarni astronomiyada qo'llanilishi.
4. Radiometrning asosiy vazifasi.

Tayanch so'zlar: nuriy, energiya, vakuum, issiqlik, oqim, vaqt, sezgirlik, bolometr, qarshilik, o'zgarish, to'liq uzunligi.

Sinov savollari.

1. Bolometr astrofizikaning qaysi sohasida ishlatiladi?
2. Termoelementning ish prinsipi qaysi fizik jarayonga asoslangan?
3. Termoelement elektr tokining qiymatini qaysi formula orqali topiladi?

$$\text{a) } i = \frac{e \cdot \Delta T}{r_i + r_g}; \quad \text{b) } i = \frac{\Delta T}{r_i + r_g}; \quad \text{v) } I = \frac{\varepsilon}{R + 2}; \quad \text{g) } I = \frac{4}{R}; \quad (96)$$

4. Astrofizikada ishlatiladigan asboblardan biri bilan farq qiladi?

bo'lgan effektlar, ya'ni qarshilik, bosim va hokazo o'zgarishini ta'minlaydi.

Issiqlik nurlanishini qabul qilgichlari.

Issiqlik nurlanishini qabul qilgichlar ishlashi ularga tushgan barcha nurlanish yutilib issiqlikka aylanishitamoiliga asoslangan. Biroq faqat qora jismgina unga tushgan barcha nurlanishni yutib qolishga qodir. Real qora jism faqat yetarlicha keng, lekin ma'lum to'liq uzunliklar sohasidagi nurlanishni yutaoladi. Shundaylardan biri masalan, qorakulni ko'rsati-shimiz mumkin, u eng qisqa to'liqlardan tortib 12μ gacha bo'lgan to'liq uzunliklar nurlanishini yutaoladi; undan uzoqroq to'liq uzunliklarga qorakul shaffofdir. Vakuumda bug'lantirgan va shaffof mineral slyuda plastinkasiga changlantilgan vismut $1,5$ dan 13μ gacha to'liq uzunliklar oralig'dagitushgan nurlanishning 99% ni yutib qoladi. Yutilgan nurni energiya qabul qilgichni qizdiradi. Bundan metall yoki Y_2O_3 larning elektr qarshiligi o'zgarishi, yaqin atrof havo qatlamlarining qizishi natijasida ularning molekulalari o'zining impulsini yengil aylanuvchan sistemaga uzataolishi, yoki yoriq hajmda gazning qizishi, bu narsa o'lchash imkoni darajasida bosimning ko'tarilishiga olib keladi, nihoyat agar ikkita payvandlangan metall qizdirilsa, termoelektr yurituvchi kuch paydo bo'ladi. bu asboblarga qo'yiladigan umumiy talab nurni energiya yutilishida ajraladigan issiqlikni to'plash va imkon qadar bu issiqlik qabul qilgichni tark etishga yo'l qo'ymaslikdan iborat bo'ladi. natijada qabul qilgichda atrof muhitga nisbatan qandaydir ortirma harorathosil bo'ladi. Aynan ana shu ortirma ΔT o'lchash mumkin.

Issiqlik qabul qilgichning yutuvchi sirti $S\text{cm}^2$ yuzaga ega va u tushayotgan nurlanishning K ulushini yutayotgan bo'lsin. Agar energiyaning oqimi Φ $\text{eng/sm}^2\cdot\text{sek}$ tashkil etsa, unda qabul qilgich $kS\Phi$ eng/sek energiyani yutgan bo'ladi. Ikkinchitomonidan, qabul qilgich issiqlikni yuqotadi: nurlanish orqali $-Y_e$ $\text{eng/sm}^2\cdot\text{sek}$ grad va gardish hamda eltuvchi uzatkichlar

orqali $W \frac{\text{эрг}}{\text{сек} \cdot \text{град}}$ miqdorda energiya yuqoladi. Issiqlik muvozanati sharoitida issiqlik kelishi va sarflanishi teng bo'lishi lozim:

$$KS\Phi = [E + K(2S + W)]\Delta T \quad (97)$$

Bu formulada biz S emas, balki 2S oldik, chunki issiqlik sarflanishi qabul qilgichning ikkala sirtidan, ya'ni oldi va orqa tomonlaridan ketadi. Issiqlik sarflanishi atrof muhit bilan qabul qilgichning haroratlari ayirmalari ΔT ga proporsional. (2.4.1) dan qabul qilishda hosil bo'ladigan harorat ayirmasi ΔT

$$\Delta T = \frac{KS\Phi}{(E + K)2S + W} \quad (98)$$

ga teng. Issiqlik muvozanati yuzaga kelishi uchun ma'lum vaqtda etiladi, bu asbobning inersialligini belgilaydi. Natijaviy qiymat ΔT ning 90% ga

$$t_0 = 2,30 \frac{c}{(E + K)S + W} \text{сек} \quad (99)$$

vaqtdan so'ng erishiladi, bu yerda S-issiqlik sig'imi (erg/grad). Formulalar (2.4.2) va (2.4.3) qabul qilgichning yuqotishlari maxrajga kiradi shunday qilib, sezgirlikni oshirish va inersiya bir-biriga parallel ketadi va issiqlik sig'imi S ni qabul qilgich o'lchamlari hisobiga kamaytirish faqatgina ma'lum gecheragacha mumkin bo'ladi. agar issiqlik effekti elektr yo'li bilan galvonometr yordamida o'lchanayotgan bo'lsa, maksimal sezgirlikda galvonometr ko'zgusi havo molekulalarining Brown, harakatitufaylitartibsiz tebraniib turadi. Shu sababli chegaraviy o'lchanadigan energiya

$$\Phi_{\text{мин}} = \frac{2 \cdot 10^{-12}}{\sqrt{t_0}} \frac{\text{эрг}}{\text{сек}} \quad (100)$$

ga yetadi. Bu yerda t_0 – o'rnatilish vaqti.

Bolometr

Ularning ichida eng sezgiri bolometr bo'lib, u fotoqarshilik singari nurlantirilganda elektr qarshilik o'zgarishi tamomida ishlaydi faqat

fotoqarshilikdan farqi ravişda unda qizdirish oqibatida qarshiligi ortib boradi. Odatda bolometr metall uchlariga ega o'ta ingichka ($0,1\mu$ gacha) metall falga maksimal ko'rinishda tayyorlanadi. Konviissiyadan yuqolishlarni kamaytirish uchun uni vakuumliidishga solib qo'yishadi. Bolometr Uiston ko'prigi sxemasida qo'llaniladi, bunda ko'priknining ikkita shoxiga ikkita bir xil bolometr ulanadi, lekin ulardan faqat biri nurlantiriladi. Odatda qo'llaniladigan platinali bolometrlarda qarshilikning issiqlik koeffitsiyenti 1 gradusga $0,004$ ni tashkil etadi. Yarimo'tkazgichli «termometrlar» mavjud bo'lib, ularning bu koeffitsiyenti bir tartibga yuqori hamda ishorasiqarama-qarshidir. Ko'prikdagi muvozanatning biroz buzilishida galvonometrda o'tadigan tok

$$ig = \frac{1}{4} i \frac{\delta r}{r} \quad (101)$$

ga teng bo'ladi. Bu yerda i – sxemadan o'tuvchi umumiy tok, r – bolometr qarshiligi va δr – uning o'zgarishi $\frac{\delta r}{r} = \gamma \cdot \Delta T$ bo'lgani tufayli natijada

$$ig = \frac{1}{4} i \gamma \Delta T \quad (102)$$

Bunga binoan sxemadan oqib o'tuvchi doimiy tok i – qanchalik katta bo'lsa galvonometrning ko'rsatishlari shunchalik katta bo'ladi. biroq uni katta qilib bo'lmaydi, chunki u bolometrniqizdiradi.

Termoelementlar

Termoelementlar ikki jinsli metallarning kevsharlaniib ulangan jois qizdirilish natijasida elektr yurituvchi kuch yuzaga kelish tomoyliliga asoslangan nurlanish qabul qilgichlaridir. Odatda ular vakuumga joylashtirilgan va uchlari kumush bilan kevsharlangan ikkita aksincha sim yoki metall jismlari ko'rinishda bo'ladi. Metall o'rniga yarimo'tkazgichlar ham ishlatilishi mumkin. Simlarning erkin uchlari galvonometrta tutashgan tashqi zanjir o'tkazgichlariga ulanadi. Bunda yuzaga keladigan elektr

yurituvchi kuch haroratortirmasi ΔT va muayyan metallar juftlik-larining termoelektr yurituvchi kuch $\underline{e}$ ga proporsional bo'ladi. oxirgiqiymat misskonatantan juftligi uchun $4,2 \cdot 10^{-5}$ volt/grad, termir vismut juftligi uchun $8,3 \cdot 10^{-5}$ volt/grad, temir-vismut juftligi uchun hatto $36 \cdot 10^{-5}$ volt/grad ga yetadi. Termoelektr tok

$$i = \frac{e \cdot \Delta T}{r_t + r_g} \quad (103)$$

bo'ladi, bu yerda r_t – va r_g – mos ravishda termoelement va galvonometr qarshiiliklari odatda $r_t \cong 10 - 50 \text{ om}$, r_g ning qiymati ham shunday bo'lishi lozim. Kichik qarshiilikni galvonometrlarda xususiy tebraniishlar davrigisqa bo'ladi, natijada ular bilan ishlaganda o'lchash vaqtiniqisqartirishga imkon yaratiladi.

Вир nechta termoelement ketma-ket ulaniishi mumkin; unda masalan barcha juft uloq joylari nurlantiriladi, toq ulangan joylari esa panada saqlanadi. Termoelementlar soni $\underline{n}$ – ga bo'lgan bunday termoustunchaning tok kuchi

$$i = \frac{ne \cdot \Delta T}{nr_t + r_g} \quad (104)$$

ga teng. Bunda r_g qiymati r_t dan ancha katta bo'lganda hamda r_g dan nr_t seziilarli oshib ketmagan taqdirdagina samarali bo'ladi. termoelementlarning eng yaxshi nusxalarida sezgirlik 5volt/vatt va hatto 10 volt/vatt bo'lib, 10^{-9} volt chegerasida o'lchovchi eng yaxshi galvonometrlar bilan $2-5 \cdot 10^{-2}$ erg/sek chegaraviy qiymatlarini beradi.

Иссиqlik radiometrlari

Иссиqlik qabul qilgichlarning uchinchi turi radiometrlardir. Radiometr ikkita uchlarida slyudaliqanotchalariga ega yengil kvarsli obqashcha ko'giniishda bo'ladi; obqashcha o'ta ingichka kvars игна osilgan va ko'zgucha

bilan ta'minlangan, uning yordamida obqashchani muvozanat holatidan burilishi osongina qayd etiladi. Har bir qanotchani bir tomoni oq, ikkinchisi esa qoraytirilgan, bunda har bir tomoni bir-biridan termik himoyalangan. Asbob yoriqidishga solinadi va chetidagi havo bosimi 0,05-0,06mm simon ustunini tashkil etadi, bunda molekulalarning erkin yugurish uzunligi qanotchani o'lchamlari bilan bir tartibda bo'lib qoladi. Qoraytirilgan qanotchaga tushgan issiqlik nurlanishi uni qizdiradi. Ular qanotchalardan qarama-qarshi «sovuq» tomondagina nisbatan kattaroq tezlik bilan urilib sarchiydilar, natijada obqashcha «orqaga» qaratilgan aylanma impulsni oladi va burilgan ipning aylanma momenti bilan muvozanatlashgunga qadar burilishni davom ettiradi. Issiqlik radiometrning sezgirliги termoelementga nisbatan yuqoriroq. Agar radiometr idishi simon ustunining 0,2-0,3mm bosimi ostida vodorod bilan to'ldirilsa, sezgirlikni biroz oshirish mumkin bo'ladi.

11-Mavzu. Astrofizik tadqiqot usullari.

Dars rejası:

1. Astrofizik tadqiqot usullarining asosiy vazifalari va ularning qo'llanilishi.
2. Osmon yoritgichlar nurini Yer atmosferasida kuchsizlanishi.
3. Astrofotometriyaning asosiy tushunchalari.
4. Elektrofotometriya.

Tayanch so'zlar: oqim, kimyoviy tarkib, intensivlik, atmosfera, Yer, chegara, zenit, yorqinlik, energiya, temperatura, nurlanish.

Sinov savollari.

1. Yoritkiqlarning fizik holatini va kimyoviy tarkibini o'rganish zarurligi nimada?
2. Yerning atmosferasi va uning ta'sirini o'rganish zarurligi nimada?

3. Qaysi bo'limda osmon yoritgichlarning yorug'ligi o'lchanadi va amalda qo'llaniladi?

4. Elektrofotometriyaning ahamiyati nimada?

Astrofizik tekshirish usullari.

Astrofizik tekshirishlar osmon yoritgichlarning fizik holati va ko'rsatgichlarni (temperatura, zichlik, bosim, massa, o'lchamlarini) va kimyoviy tarkibini aniqlashga qaratilgan. Osmon yoritgichi to'g'risidagi bu bilimlarni undan kelayotgan nurlanish oqimi keltiradi. Osmon yoritgichidan kelayotgan nurlanish oqimiquvvatini va yoritgichning uzoqligini o'lchash yo'li bilan uning temperaturasini, undan kelayotgan nurlanishni spektrga yoyish va uni tekshirish yo'li bilan esa uning boshqa ko'rsatgichlarini va kimyoviy tarkibini aniqlash mumkin. Bu ishlarni Amaliy astrofizikaga bajaradi va u bir necha bo'limlari bo'linadi.

Astrofizik tekshirishlar osmon yoritgichlaridan kelayotgan nurlanish oqimini o'lchashlardan va tahlil qilishdan boshlanadi.

Osmon yoritgichlari turini Yer atmosferasida kuchsizlanishi

Yer yuzida turib bajarilayotgan astrofizik tekshirishlar yoritgichning Yer atmosferasi orqali o'tib ketgan nurlanishi ustida olib boriladi. Bu nurlanish atmosferadan o'tayotganda, uni tashkil qilgan zarrachalar tomonidan yutiladi va sochiladi. Natijada, uning intensivligi kamayadi, ya'ni u kuchsizlanadi va uning spektral tarkibi o'zgaradi. Yer atmosferasi deb uni o'rab turuvchi sferik shakldagi, umuman olganda, tinniq gaz qobiqqa aytiladi. Nurlanishning kuchsizlanish miqdori atmosfera moddasining yutish koeffitsiyentiga, zichligiga va unda nurlanish bosib o'tgan yo'lning uzunligiga bog'liq. Yoritgich zenitda bo'lganda, uning nurlari atmosferada eng qisqa yo'lni bosib o'tadi va eng kam kuchlanadi. U gorizont yaqinida bo'lganda esa, aksincha, nur atmosferada eng uzun yo'lni bosib o'tadi va eng ko'p miqdorga kuchsizlanadi. Atmosferada yorug'likning kuchsizlanish

miqdorini o'lchash usulini, birligi bor. Buger (XVIII asr) ishlab chiqqan. Agar k va ρ atmosfera moddasining bir grammiga to'g'ri keladigan yutish koefitsiyent va atmosfera zichligi, dS – atmosferada nur bosib o'tgan yo'd bo'lsa, u holda I – intensivlikka ega nurning atmosferada kuchsizlanish miqdori $d\ell$ quyidagicha ifodalanadi: birligi $\frac{\text{cm}^2}{2}$ va $d\ell = -k\rho I \cdot dS$. Bu yerda, k ning $k\rho \cdot ds$ esa birlikka ega emas miqdor. Bu tenglamani yechimiquyidagi ko'rinishga ega: $I = I_0 e^{-k_0^s \int \rho ds}$. Bu yerda I_0 yoritgichdan Yer atmosferasining tashqi chegarasiga tushayotgan nurlanishning intensivligi I esa Yer yuziga yetib kelgan nurlanishning intensivligi. Atmosferada nur bosib o'tgan yo'l yoritgichning zenit masofaga (z) bog'liq. Agar atmosferaning qalinligi N bo'lsa, zenitdagi yoritgich uchun uning zenit masofasi $I = 0$ va $I = I_0 e^{-k_0^H \int \rho dh}$. $M(0) = \int \rho dh$ – zenitda havo massasi deb ataladi, u holda, z – zenit masofadagi yoritgich uchun $I_z = I_0 e^{-k_0^z \int \rho ds} = I_0 e^{-kM(z)}$. Agar $M(0) = I$ deb hisoblasak, u holda $I_z = I_0 e^{-k(M(z)-1)}$ bo'ladi. Agar $M(0) = 1$ deb hisoblasak, u holda $I_z = I_0 e^{-k(M(z)-1)}$ bo'ladi. Agar yulduz zenitdiligida uning yulduziy kattaligi m_0 va Z zenit masofada m_z bo'lsa, u holda yulduz yorug'ligining kuchsizlanishi miqdori

$$\Delta m = m_z - m_0 = (M(z) - 1)(2,5 \lg e^{-k}). \quad (105)$$

$\Delta m > 0$, chunki $M(z) > M(0)$ va ikkinchi ko'paytuvchi ham noldan katta bo'ladi. Bu yerda e^{-k} atmosferaning tipqlik koefitsiyentidir va $\Delta m_0 = 2,5 \lg e^{-k}$ «zenitda» yorug'likni kuchsizlanishini ko'rsatadi. 5.3-rasmdagi chizmadan $dS = dh \cdot \sec Z$ va $M(z) = \int \rho ds / \int \rho dh = \sec Z$, - Z zenit masofadagi havo massasini zenitdagi havo massasiga nisbati, havo massasini zenitdagi havo massasi birlikda ifodalaydi.

U holda $\Delta m_z = m_z - m_0 = (\sec z - 1)(-2,5 \ell g e^{-k}) \cdot \Delta m_0$ empirik (tajribada) yo'l bilan topiladi. Havo tinch va tiniq kechasi birorta yulduzning har xil zenit masofalar (z) da, u chiqqandan boshlab to yuqoriqo'llanishga yetguncha, yulduziy kattaliklarni m_z o'lchalanadi.

Zenit masofa bo'yicha havo massasini va yulduz nurini kuchsizlanishini o'zgarishi.

Z, grad	φ	20	30	40	50	60	70	80	87
$M(z)$	1,000	1,064	1,154	1,304	1,553	1,995	2,904	5,6	15,3
Δm_z	0,00 ^m	0,01	0,03 ^m	0,06 ^m	0,12 ^m	0,23 ^m	0,45 ^m	0,99 ^m	2,6 ^m

Shunday qilib, yoritgichning yorug'ligi uning zenit masofaga bog'liq ravishda asta-sekin o'zgarib boradi. Zenit masofasi ortishi bilan birgalikda uning yorug'ligini kuchlanishi orta boradi. Aniq fotometrik o'lchashlarda buni hisobga olish lozim.

Astrofotometriya.

Astrofotometriya osmon yoritgichlari yorug'ligini o'lchash usullarini ishlab chiqadi va astrofizik amaliyotga qo'yiladi. O'lchash natijalarni tahlil qilish usullarini ishlab chiqadi. Teleskopning obykti orqali o'tayotgan nurlanish oqimi yoritqich tasvirining yoritilganligini belgilaydi va uni o'lchab va yoritqichning uzoqligini bilgan holda yoritqichning yorug'lik kuchini yoki yorqinligini aniqlash mumkin. bu ko'rsatkichlar endi yoritqichning energetik ko'rsatkichi bo'ladi va unga asosan yoritqichning temperaturasini aniqlash mumkin.

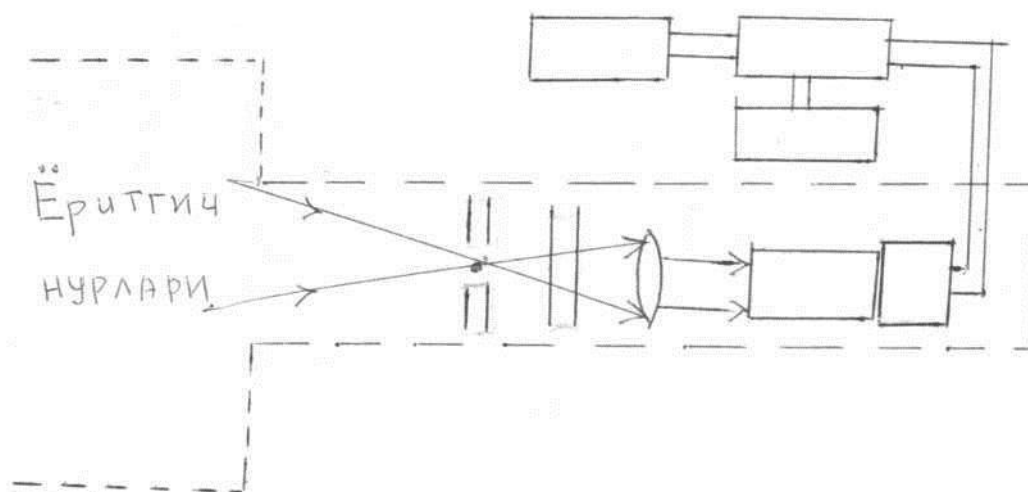
Nurlanish priyomnikida hosil bo'lgan ta'surot miqdori bilan unga tushayotgan nurlanish oqimi orasidagi bog'lanishni topish zarur bo'ladi. yer atmosferasi va teleskopning optik qismlarida osmon yoritqichidan kelayotgan

nurlanish oqimining yuqorida sanab o'tilgan va boshqa o'zgarishlarini hisobga olgan holda astronomik o'lchashlar bajarish va ular natijalarini tahlil qilish usullarini ishlab chiqish astrofotometriyaning asosiy masalasi hisoblanadi.

Astrofotometriya bir necha bo'limlarga-vizual, fotografik, foto-elektrik va radiometrik astrofotometriyaga bo'linadi. Hozirgi vaqtda asosan yuqori aniqlikka ega fotometrik varadiometrik usullar qo'llaniladi.

Elektrofotometriya.

Hozirgi zamon astronomiyada fotoelektrik o'lchash eng aniq va asosiy fotometrik usul hisoblanadi. Bu usul yulduzlarni alohida-alohida o'lchashni taqozo etadi va ko'p mehnat talab qoladi. Astrometrik o'lchashlar yulduz elektrometrii yordamida bajariladi. Bu asbob fotoelektron ko'paytirgich (FEK) asosida yasaladi. FEK ni fotokatodiga yulduzning tasviri emas, balki undan kelayotgan va teleskop obyektiv yordamida yig'ilgan nurlanish oqimi tushiriladi va o'lchanadi. Fotokatod teleskopning chiqish qorachig'iga shunday o'rnatiladiki, yulduzning obyektiv (bosh ko'zgu)dan o'tgan barcha nurlari fotokatodning nur sezuvchi yuziga tushadi. Fotokatod yuziga teleskopning $\left(\frac{D}{d}\right)^2$ marta kichraytirilgan, demak yoritilganligi shuncha marta kuchaytirilgan kirish teshigi (obyektiv) tasviri tushiriladi. Bu yerda D-obyektiv, d-katod diametrlari. Shunday qilib, elektrofotometr yulduz nuri yoritib turgan teleskopning kirish teshigi yoritilganligini o'lchaydi.



22-rasm. Yoritgich nurlari. Teleskopda uyg'ilgan nurni Borlou linzadan (L) va FEK (F) ga tushishi.

Ma'lumki, yulduziy kattaliklar ayirmasini o'lchashda nurlanish oqimlari (F) nisbati yoritilganliklar (Ye) nisbatiga, u esa teleskop elektrometrda hosil bo'lgan fototoklar (f) nisbatigateng, ya'ni

$$m_2 - m_1 = 2,5 \lg \left(\frac{E_1}{E_2} \right) = 2,5 \lg \left(\frac{\Phi_1}{\Phi_2} \right) = 2,5 \lg \left(\frac{i_1 - i_g}{i_2 - i_g} \right). \quad (106)$$

Bu yerda i_g elektrofotometr zanjirida qorong'ilik toki, F, Ye va i – ning indeksleri birinchi va ikkinchi yulduzlarga tegishli bo'ladi. Elektrofotometr yulduz tasviri hosil qilgan yoritilganlikni emas, balki yulduzdan kelayotgan nurlanish oqimini o'lchaydi. Buning sababi, agar tasvirning yoritilganligi o'lchanganda, yulduz tasviri fotokatodni kichik bir qismiga tushar edi va bu yerda uning sezgirliги boshqa joydagidan masalan, solishtiriladigan yulduz tesviri tushadigan joydagidan farqqilishi mumkin. natijada hisobga olib bo'lmaydigan xatoliklar paydo bo'ladi.

Kalorimetriya.

Yulduzning rangi uning temperaturasiга bog'liq bo'ladi, chunki yuqorida aytganimizdek, yoritqichning spektrida energiyaning taqsimlanishini uning temperaturasi belgilaydi. Yoritqichlarning rangini o'lchaydigan va unga asoslanib ularning temperaturasini aniqlaydigan

astrofizika bo'limi kalorimetriya deb aytiladi. Hozirgi zamon kalometrik o'lchashlar elektrofotometrlar yordamida xalqaro fotometrik tizimlar (masalan, UBVR) asosida bajariladi.

12-Mavzu: Fotoelementlar va ularning sezgirligi.

Dars rejası.

1. Fotoeffekt qonunlari.
2. Fotoeffektga asoslangan asboblari.
3. Fotoelementning optik va elektrık sxemasi.
4. Fotoelementning sezgirligi.

Tayanch so'zlar: fotoeffekt, fotoelement, sezgirlık, tashqi, ichki elektron, katod, anod, oqim, nurlanish, yuza, yo'nalish.

Sınov savollari:

1. Fotoeffekt qanday bo'limlarga bo'linadi?
2. Yorug'lık energiyasi bilan elektronlarning energiyasi qanday tenglama orqali bog'langan?
3. Fotoeffektning «qizil chegarasi» deganda nımani tushınish mumkin?
4. Fotoeffekt qanday sohalarda ishlatiladi?

Oldından tanlangan nur saralagichlari ketma-ket elektrofotometr oldiga, yulduz nuri yo'liga kiritish natijasida ikki xil rangda yulduziy kattaliklar ayirmasi $B - V$ va $U - B$ o'lchanadi. Bu natijalar yulduziy rang ko'rsatkichlari deb ataladi. Spektral sezgirligi kengaytirilgan FEK larni qo'llash kalometriya imkoniyatlarini kengaytirdi. Natijada, osmon yoritqichlarining ko'p rangli yulduziy kattaliklari tizimlari ishlab chiqildi. Masalan, *UBVR*, *WBVR* va *UBVGRI*. Olti rangli kalorimetriya. Amerikalik astronomlar D Stibbens (1878-1966) va A. Uittford tomonidan ishlab chiqilgan olti rangli kalometrik tizimda kislorod-seziy fotokatodli FEK va olti xil

nur saralagichlar to'plamlari ishlatiladi va natijada olti xil rangda yulduzniy kattaliklar aniqlanadi.

Olti rangli fotometrik tizim.

	U	$U - V_i$	$V_i - B$	$B - G$	$G - R$	$R - I$
$\lambda_1 H_m$	353	422	488	570	719	1030
$\Delta \lambda_1 H_m$	40	84	120	110	170	180
Qutb yulduziy rangi	+0,15 ^m	-0,14	-0,06	-0,03	+0,06	+0,17

Bu tizimda $U - V_i$, $V_i - B$, $B - G$, $G - R$ va $R - I$ kabi rang ko'rsatkichlari o'lchanadi. Yuqorida keltirilganlardan ko'rinib turibdiki, bu tizimlar keng (40-200nm), o'tkazish polosa (soha)siga ega, ya'ni ular keng polosali tizimlardir. O'tgan asrning oltmishinchi yillarning o'rtalaridan boshlab bir necha o'rta kenglikdagi o'tkazish polosa ega fotometrik tizimlar ishlab chiqildi.

Fotoelementlarning sezgirligi fotokatodga tushayotgan berilgan yorug'lik oqimida hosil bo'ladigan fototok kuchidan topiladi. Odatda 1 lmgat eng oqim bir necha o'n mikroamper (10-6a) tok hosil qiladi. Fotoelement past haroratli yorug'lik manbalaridan yoritilganda sezgirlikni bunday ifodalashning usuli texnik maqsadlarida qulay, lyumen ta'rifi asosida ham anashu narsa qo'yilgan. Ammo ko'p hollarda yuqori haroratga ega hamda ultrabinafsha kvantlar nurlanishga boy astronomik manbalarga nisbatan fotokatodlarning spektral sezgirligini hisobga olish lozim bo'ladi.

Fotoelementning spektral sezgirligi fotoplastinka sezgirligini fotoplastinka sezgirlikni aniqlanishi kabi, ya'ni berilgan fototok, masalan, 1 juani keltirib chiqaruvchi energetik oqimga teskari proporsional kattalik bilan aniqlanadi. Biroq, bu holda spektral sezgirlik S_{λ} ni fotokatodga energiyaniyning ma'lum miqdori, masalan 1 vtushganda hosil bo'ladigan fototok miqdori bilan

aniqlash tabiiyroq bo'lardi. Unda, fototok kuchini I_{fototok} va monoxramatik nurli oqimi F_{λ} orqali belgilab

$$S_{\lambda} = I_{\text{fototok}} / F_{\lambda}$$

ni topamiz. Stoletov qonuniga ko'ra oqim F_{λ} ning barcha o'zgarishlarda munosabat $I_{\text{fototok}} / F_{\lambda}$ doimiy bo'lib qolishi kerak.

Amalda kattaligi 1 **jua** dan oshmaydigan fototoklar va 1 **juvm** tartibdagi oqim $I_{\text{fototok}} / F_{\lambda}$ lar va in ham kichik miqdorlar bilan ish ko'rishga to'g'ri keladi. Ana shu sharoitlarda in va F_{λ} fodalagani ma'qul. Yodda tutish muhimki, butun ko'lami bo'yicha bir xil sezgirlikda fotokatodlar bo'lmaydi, shuning uchun fotoelementni aniq fotometrik o'lchashlarda Uganda fotokatodning aynan bir xil maydonchasi, undan ko'p ham emas, yoritilishini o'lchash shart bo'ladi.

Astronomik amaliyotda qanday fototoklar bilan ish ko'rishga to'g'ri keladi? 33-netrli reflektor fokusidagi yulduziy kattaligi 10m bo'lgan yulduz 10¹⁰ Imoqimi hosil , va bu yulduz oq yulduz bo'lsin. Bunday yulduzning yorug'ligi uchun yaxshi lement 1000 jua/lmsezgirlikga ega bo'ladi, bunda berilgan reflektor bilan bu yulduz in tokini hosil qiladi. Bu tok galvanometr yordamida o'lchash uchun juda kichikdir. ing uchun olingan fototok kuchaytirilishi lozim.

sodda holda fototokni kuchaytirish g'oyasi quyidagicha nayon etilishi mumkin. Agar lementni oziqlantirayotgan batareyaning bitta qutbi bilan fotoelementga kiruvchi mos orasiga yetarlicha katta qarshilik R ni kiritsak, uning uchlarida potentsiallar ayirmasi R_j bo'ladi, va bu yerdagi in - fototok, va agarda fototok I_{fototok} ga o'zgarayotgan bo'lsa, in uchlaridagi potentsial R_{fototok} ga o'zgaradi. Qarshilik R ning bu uchuni elektron lampa \& ulaylik; lampaning to'ri bilan katodi orasida to'rning batareyasi hosil qiluvchi V_g isiallar ayirmasiga $\Delta V_g = R_{\text{fototok}}$ o'zgarish ham kiradi. To'rdagi kuchlanish ΔV_g ga irganda in anod toki $I_{\text{anod}} = S \Delta V_g$ ga o'zgaradi, bu yerdagi S kattalik lampa Oeristikasining tezligi bo'lib, to'r kuchlanishi V_g o'zgarishlari katta oralig'ida o'zgarishsizlikdir. Kuchaytirgichga nisbatan qarshilik R kirish qarshiligi deb hisoblanadi.

13-Mavzu: Ichki fotoeffekt va uning astronomiyada qo'llanilishi.

Dars rejası:

1. Stoletov qonunlari.
2. Ichki fotoeffekt va uning asosida astronomik asboblarni ishlatish.
3. Fotoqarshilik.
4. Ventilli fotoelementlar.

Tayanch so'zlar: tashqi fotoeffekt, kvant, energiya, foton doimiysi, moda, krasitell, fotoqarshilik, fotoelement.

Sinov savollari

1. Osmon jismlarni kuzatish va o'rnatish uchun astrofizikada qanday asboblari ishlatiladi?
2. Fotoqarshiliklar sifatida qanday moddalar ishlatiladi?
3. Fotoqarshiliklarning volt-ampere xarakteristikasidan qanday xulosa chiqarish mumkin?
4. Ventilli fotoelementlar boshqa fotoelementlardan nima bilan farqlanadi?

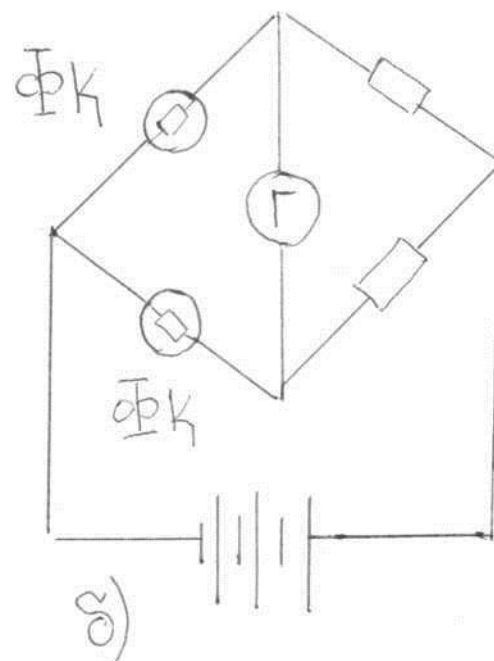
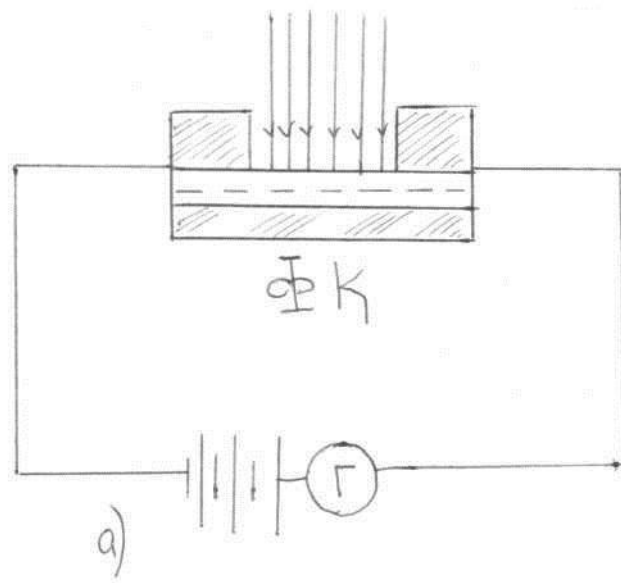
Ichki fotoeffekt va uning astronomiyada qo'llanilishi.

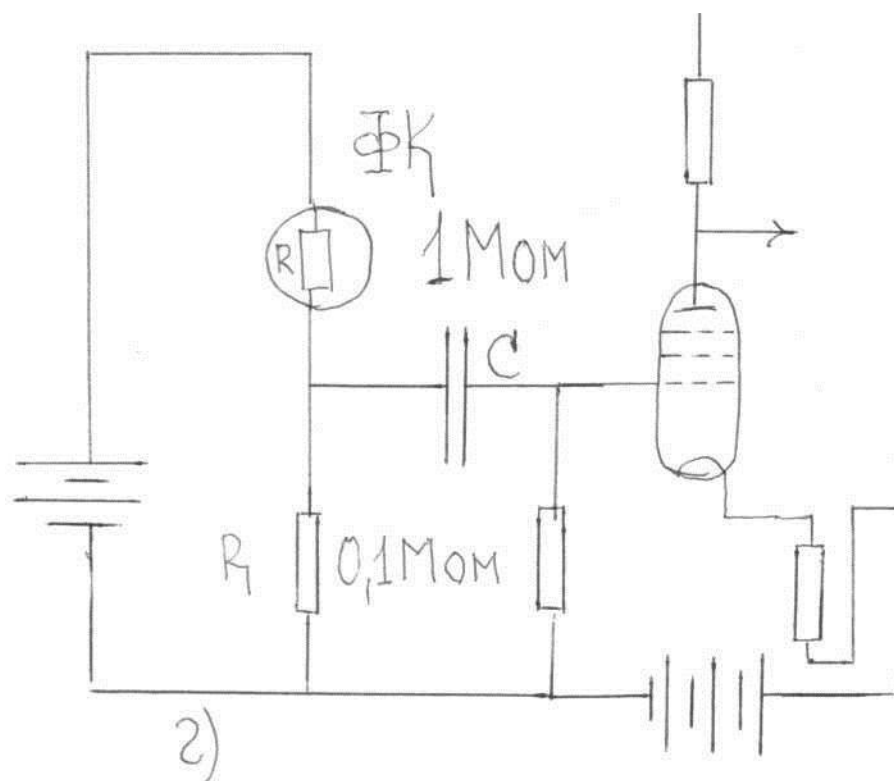
Odatda yarim o'tkazgichlarda sodir etiladigan bir qator fizik jarayonlar bor, ular yorug'likning tushayotgan kvantlari elektronlarni moddadan tashqariga urib chiqarmay. Balki ularni yuqoriroq energetik satxga, to'lgan zonadan o'tkazish zonasiga ko'chirilishi mumkin. Natijada yoki moddaning o'tkazuvchanligi kuzatilishi yoki ikkita moda teginib turgan yuzaga elektr yurituvchi kuch paydo bo'lishi mumkin. Birinchi jarayon asosida ishlatiladigan fotoelementlar fotoqarshiliklar, ikkinchi jarayon

qo'llaniladigan asboblari ventili fotoelementlar yoki yorituvchi qatlami fotoelementlar deb ataladi.

a) Fotoqarshiliklar

Fotoqarshiliklar sifatida selen, tellur, telluriy sulfidi kabi yarim o'tkazgichlar eng samaralidir, ular keyinchalik qo'rg'oshin aralashmalari, ya'ni oltin gugurtli, telluriyli, selenli qo'rg'oshinlar tomonidan sintez chiqariladi. Oxirgi aralashmalarning xususiyatlari ularning 8μ to'lqinlargacha bo'lgan uzun to'lqinli infraqizil nurlanishga o'ta sezgirliidir. Spektrning $1,2\mu$ dan 8μ gacha bo'lgan bu sohasida ularga teng keladigan energiyani boshqa qabul qilgichlari hali mavjud emas. Germaniy yoki kremniy monokristallari kabi elementlar yarim o'tkazgichlar ham yaxshi fotoqarshiliklar deb hisoblanadi. Dastlab yorug'lik qilgichi sifatida ishlatiladigan fotoqarshiliklar (FQ) o'zgarish tok zanjiriga ulanib, unga ketma-ket galvonometr ulangan, FQ yoritilganda galvonometr tok kuchi o'zgarishini qayd etgan. Keyinchalik FQ ni Uittston ko'prigi sxemasidagi bir yelkasiga ulanishi afzal ekanligi aniqlandi, bunda unga parallel boshqa zanjirga yoritmaydigan ikkinchi FQ ulangan, u asosiy fotoelementning fizik holati har qanday o'zgarishlarini. Masalan harorat o'zgarishlarini kompensatsiya qilib turadi. FQ-ni o'zgaruvchan tok kuchaytirgichi kiritishiga ulash yanada afzal ekanligi aniqlangan. Bu narsa mumkin bo'ladi, chunki ayrim FQ lar juda kichik ($0,001$ dan 1 milli sekundgacha)





23-rasm. Fotoqarshiliklarning turli xil ulash usullari

inersiyalikka egalar, natijada FQ lar oldiga, masalan tishli disk ko'rinishiga ega yorug'lik uzgugiqo'yilib, modulyasiyalangan yorug'lik ta'sir ettirish mumkin bo'ladi. uzilishlar soni sekundiga 90 tadan 800magacha qilinadi.

Yuklama qarshilik R_i uchlaridagi kuchlanish o'zgarishlari kondensator C orqali kuchaytirgich lampaning turiga yokitranzistor bazasiga beriladi, uning tebranish konturi modulyasiya chastotasiga imkon qadar uchli sozlangan bo'lishi shart. Kuchaytirilayotgan chastotaning polosasiingichkaligitufayli sxemada hosil bo'ladigan har qanday shovqinlar chastota ortishi bilan shovqinlar spektridagi spektral zichlik ortishi sababli kamayadi. FQ ning volt-amper xarakteristikasi shundayki, kuchlanish ortib borishi bilan FQ orqali o'tayotgan tok chizig'iy o'sib boradi, bunda FQqanchalik kuchli yoritilgan bo'lsa, tok o'sishi ham shunchalik tezlashadi. Kam yoritilganliklarda FQ dan o'tilgan tok yorug'lik oqimi o'sishiga qarab chizig'iy o'sib boradi, kuchli yoritilganliklarda esa «charchash» hodisasi kuzatiladi. FQ

ning qarshiligi ΔR – ga o'zgarganda chiqishdagi kuchlanish ΔV – ga o'zgaradi.

$$\Delta V_s = \frac{R_e i \Delta R}{R + R_e} : (106)$$

agaryoritilishunchalikkatabo'lmasa, ΔR oqim Φ ga proporsionaldir, i – qorong'ulikdagi FQ danoqibo'tuvchitokkuchi.

FQ ni ortiqcha qizdirmaslik uchun bu kattalikni haddan ziyod katta qilish yaramaydi.

Ventillifotoelementlar

Astrofizikada qo'llaniladigan ichki fotoeffektning boshqartiribuventillifotoelementlardasodirtiladigangalvanikfotoeffektdano'tkazgachvayarimo'tkazgichyoki ikkita yarimo'tkazgich chegaralarida laryoritilganda ma'lum yo'nali shga ega elektr yurituvchi kuch paydobo'ladi.

buyerdayarimo'tkazgichda erkin elektronlarni qaytib kelishiga to'sqinlik qiluvchi ita qilingan qatlam hosil bo'ladi,

elektronlartashqizanjirorqali oqibo'tadi va ular hosil qilgan tok sezgir galvanometr yordamida o'lchanish mumkin.

Ventillifotoelementining tuzilishini olibqaraylik.

Fotoelektronlarni yondagi o'tkazgichga osonlikcha beraoladigan yarimo'tkazgich buselender,

o'tkazgich sifatida buyerdako'rinmayorug'lik uchun shaffof bo'lgan oltinning yuqori qatlamini ishlatiladi.

Bunday turdagi boshqa fotoelementlar oltin, gurg'ultali, yoltin, gurg'ulkumush, mis, oksidli yarimo'tkazgichlar,

shuningdek qo'shimchalardan yuqori sifatli tozalangan germaniy, vakremniy monokristallari asosida tayyorlanadi.

Elektrik nuqtai nazaridan ventillifotoelementyoritilganlikga bog'liq bo'lgan va yoritilgan ancha katta qarshilik sifatida gavdalanadi.

Birlamchi fototok tushayotgan yorug'lik oqimi ga proporsionaldir va oqim kichikl

иғидagalvonometr билано'лчанayotgantokyorug'likoқимигапропорсионало'zgar
ибборadi. Yoritilganliko'sishi биланFЕнингqarshiligikuchlitushibketadi,
buesagalvonometr dagitokningo'sishinikeskin kamaytiradi.

Аgarjudaki chикиchki qarshilikga egagalvonometr danfoydalansak,

ventилиFЕningchizig'iyuligisaqlanibqolganbo'lardi,

lekinbungaxalalberuvchinarsashu «FЕ» ningkattaichki qarshilikdir.

Характеристиканингchizig'iyusohasidaishlashuchun

«FЕ»

ниhamshalvonometr ниhamимkonqadarkichикqiyumatlaridantanlabolипишishiam

daимkonqadarkichикfototoklar билanishlashtavsiyaetiladi.

Ауғимventилиfotoelementlaruzoқmuddatkattayoritilganliklar билanishlaganda

«charchash» alomatlariseziladi. O'ziningyuqorigsezgirliğigaqaramay,

ventилиfotoelementlarquyoshvaoydantashqariyulduzlarnivaboshqakosmikobyekt

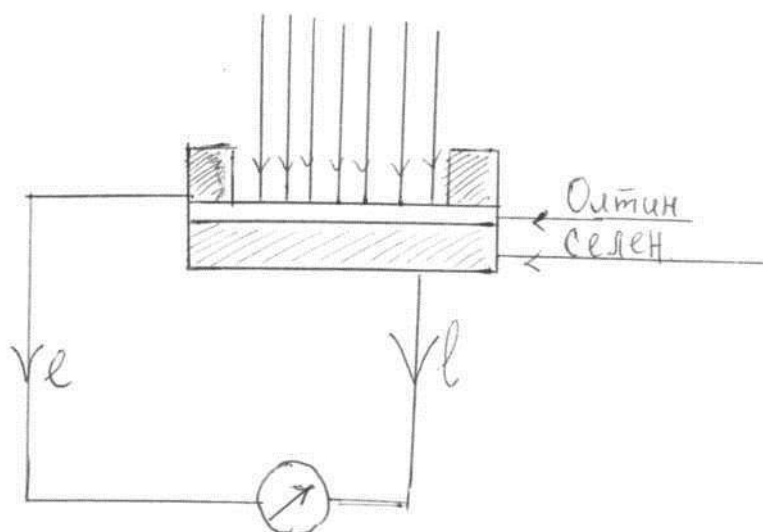
larnito'g'ridan-to'g'rifototelektrikkuzatuvlardaungako'pқo'llanilmaydi,

chunkiularningfototokinikuchaytiribbo'lmaydi.

Bungasababularning

0,5mF tartibdagiiichkisig'iminingkattaligidavakattaichki qarshilikdadir.

BayonetilganFQvaFЕlarayniqsainfraқizilnurlanishniо'lchashdayaroқlidir.



24-rasm. Ventили fotoelementning chizmasi.

