

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

ALISHER NAVOIY NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

FIZIKA FAKULTETI

5140400-ASTRANOMIYA TA'LIM YO'NALISHI

“ASTROFIZIKA” kafedrası

Rajabov NIZOM

“QUYOSH ENERGIYASI VA AKTIVLIGINIG O'ZGARISHINI TADQIQ ETISH”

5140400-Astronomiya ta'lim yo'nalishi bo'yicha bakalavr

darajasini olish uchun

BITRUV MALAKAVIY ISHI

Ilmiy rahbar: dots.S.Qurboniyozov_____

Bitiruv malakaviy ishi “Astronomiya”kafedrasida bajarildi. Ish kafedraning 2015- yil _____ iyundagi majlisda muhokama qilindi va himoyaga tavsiya etildi (_____-bayonnoma).

Kafedra mudiri: _____ dots.A.Ajabov.

Bitiruv malakaviy ishi “YaDAK ning 2015 yil “____” _____dagi majlisida himoya qilindi va _____ball bilan baholandi (____bayonnoma).

AK raisi: _____

A'zolari: _____

Samarqand – 2015

MUNDARIJA.

Kirish.....	3
I – BOB	
1.1 Quyosh to'g'risida umumiy malumot.....	5
1.2 Quyosh temperaturasi.....	8
1.3 Quyosh spektrial va kimyoviy tarkibi.....	11
1.4 Quyoshning ichki tuzilishi.....	13
1.5 Quyoshning ichki qatlamlarida modda fizik ko'rsatgichlarini o'zgarib borishi.....	16
1.6 Xromosfera va toj qatlamlarining qizirish mexanizimi.....	17
II – BOB.	
2.1. Quyosh chaqnashlari. Quyosh energiya manbai.....	20
2.2. Quyosh energiyasining o'zgarishining aktevlkga bo'liqligi.....	24
2.3. Quyoshning aktiv sohalari.....	27
2.4. Xromosferada aktivlik tuzilmalari va tez o'zgaruvchan jarayonlar.....	31
2.5. Tojda aktivlik tuzilmalari va tojning radionurlanishi	34
2.6. Quyosh aktivligi qonunylatlari.....	35
2.7. Quyosh aktivligi o'zgarishini yerga tasiri.....	43
Xulosa qismi.....	49
Foydalanilgan adabiyotlar ruyhati.	50

KIRISH

Quyosh va yulduzlarning ichki tuzilishi haqidagi nazariyaning vazifasi bu ab'yektlar bag'ridagi modda qanday sharoitda ekanligini o'rganish va ularning nurlanish manbalarini aniqlashdir. Quyoshning sirtidan uning markaziga tomon temperatura, bosim va zichlikning qanday o'zgarib borishini bevosita bilish mumkin emas. Kuzatishlar bizga faqat Quyosh sirtida hukmron bo'lgan sharoitlar haqidagina ma'lumot beradi, xolos. Biroq bu ma'lumotlar va umumiy fizika hamda mexanika qonunlari asosida bizni qiziqturuvchi masalani bilvosita yechish mumkin. Ma'lumki, Quyosh muvozanat holatidir, ya'ni u uzoq vaqt davomida kengaymaydi va siqilmaydi. Mexanikaning asosiy qonunlariga binoan jism muvozanatda bo'lishi uchun unga ta'sir etuvchi barcha kuchlar muvozanatda bo'lishi kerak. Quyosh-gazsimon shar, demak, Quyosh va yulduzlarning tuzilishini o'rganish masalasi mexanikadagi gazli shar muvozanati haqidagi masalaga yaqin. Garchi bunda oddiy muvozanat bo'lmasa ham masalani bema'lol yechish mumkin. Quyoshning har bir nuqtasiga uni kengaytirishga intiluvchi kuch-gaz bosimining kuchi ta'sir qiladi. Ammo har bir nuqtada bu kuchga qarama-qarshi yo'nalgan. Quyoshni siqishga intiladigan tortish kuchi – yuqori qatlamlarning og'irligi (markazga yaqinlashgan sari ortib boruvchi) ham mavjud. Demak, markazga yaqinlashgan sari gaz bosimi ham tobora orta boradi. Gazning bosimi esa ma'lum munosabat – gaz holati tenglamasi orqali temperaturava zichlik bilan bog'liqdir. Shuning uchun Quyoshning bosimini (taxminan bo'lsa ham) va zichligining o'zgarish qonunini bilgan holda, uchunchi miqdor - temperaturani aniqlash mumkin.

Quyosh

muvozanat holatini yana bir kuch – gaz bosimi bilan bir xil yo'nalishda bo'lgan yorug'lik bosimi kuchi ham ta'minlab turadi, chunki Quyoshning markaziy qismlaridan uzluksiz ravishda energiya oqimi tarqalib turadi. Ammo, yorug'lik bosimi gaz bosimiga nisbatan juda kichik. Shuning uchun uni juda siyrak gazli yulduzlar uchun bajarilgan hisoblashdagina ishlatish zarur.

Quyoshning tuzilishi haqidagi masalani odatda quyidagicha yechadilar. Massi, radiusi va yorqinligi Quyoshnikiga teng bo'lgan yulduz uchun uning tuzilishi haqidagi ba'zi faraziy fikrlarga yo'l qo'yilgan holda, bu yulduzning ximiyaviy tarkibini nazariy hisoblab chiqadilar. Hisoblab chiqilgan ximiyaviy tarkibni Quyosh atmosfersining haqiqiy tarkibi bilan spektral analiz usulida solishtirib ko'radilar. Agar bu miqdorlar bir-biridan farq qilsa, nazariy hisob kitobatlardan olingan ma'lumotlarga to'g'ri kelmaguncha boshlang'ich shartlarni o'zgartira boradilar. Boshqa yulduzlar uchun ham masala shu yusinda yechiladi. Quyoshning markaziy qismlaridagi temperaturaning 20 mln.gradusga ko'tarilishi shu yusinda

aniqlangan. Temperaturamodda zarrachalarining tartibsiz harakat tezliklarini xarakterlaganligi sababli, bu xol Quyosh bag'ridagi atomlar bir necha yuz km/sek tezlik bilan xarakatlanishini ko'rsatadi. Lekin, ular muqarrarravishda bir-birlari bilan to'qnashadi va ionlashadi.

Ishning dolzarbligi: Quyoshning ichki tuzilishini o'rganish va uning energiyasini tadqiq qilish qiziqarli ilmiy malumotlar olish imkonini beradi. Bugungi kunda quyosh energiyasidan foydalanish insoniyat duch kelayotgan energiya muommosini yechishda fundamental ahamiyatga ega.

Ishning vazifasi va maqsadi.Koinot jisimlarini o'raginish ularni shakillanishi to'g'risida ilmiy izlanishlar olib borish hamda Quyoshning ichki tuzilishini va undagi fizikviy va kimyoviy jarayonlarni o'rganib, Quyosh energiyasi manbai to'g'risida fundamental malumotlar to'plash ishning asosiy vazifasi va maqsadini tashkil etadi.

I – BOB

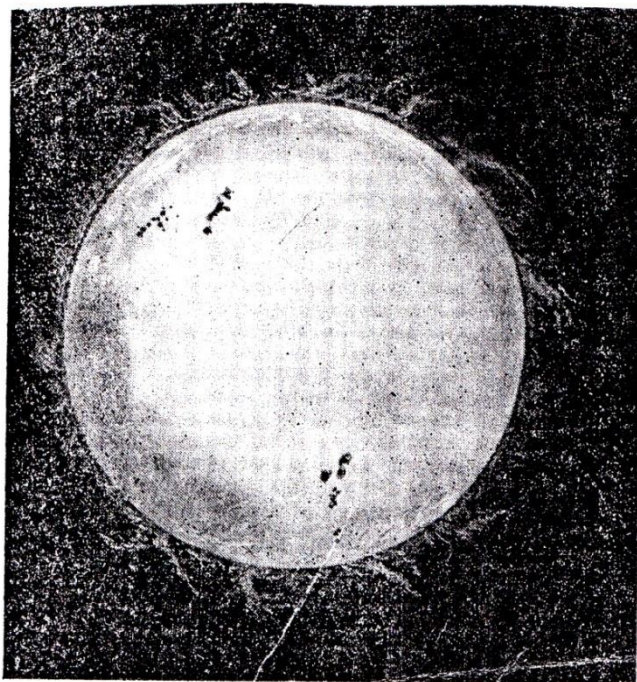
1.1. Quyosh haqida umumiy ma'lumotlar.

Quyosh atmosferasi. Quyosh bepayon koinotdagi yulduzlarning Yerga eng yaqin bo'lib, u Quyosh sistemasining markaziy jismi va bu sistemada yorug'lik, issiqlik va hayot manbaidir. Quyosh gardishining (Yerdan 1 a.v. uzoqlikda) diametrik $32^{\circ}00'$ ga, Yer afeleyda (iyul boshida) bo'lganida esa, $31^{\circ}31'$ gat eng bo'lib ko'rinadi.

Quyoshning radiusi 696000 km, hajmi $1,41 \times 10^{33} \text{ sm}^3$, o'rtacha massasi $1,99 \times 10^{33} \text{ g}$ va hamma sayyoraalrning hajmi massidan 750 marta katta. Bunday o'lchamlarga mos kelgan o'rtacha zichlik (formula) Quyosh sirtida og'irlik kuchi tezlanishi Yerdagidan 27 marta katta. Quyosh nurlanishini kuzatish mumkin bo'lgan tashqi qatlamlariga Quyosh atmosferasi deyiladi. Quyosh atmosferasidagi temperaturaning o'zgarishiga qarab, u shartli ravishda 3 qismga bo'lingan. Ko'zni qamashtiradigan yorug' fotosferani (yorug'lik sferasi) Ko'z yosh gardishi qilib kuzatamiz. Uning yorug'ligi Quyosh gardishi chetlariga tomon kamayib borgani bevosita kuzatishlardan ko'rinib turadi. Fotosferaning yuqori qismida temperatura Quyosh uchun eng minimal qiymat – $4300-4600^{\circ} \text{ K}$ ga teng. Fotosferani tashkil etgan modda plazma holatida. Faqat fotosferadagina vodorod neytral holatda ham uchraydi. Boshqa elementlar to'la ionlangan bo'ladi.

Fotosferani kuchli teleksoplardan kuzatishganda yoki fotosuratga olinganda, u bir tekis yorug' bo'lmay, ko'p sondagi qoramtir oraliqlar bilan ajratilgan, o'rtacha kattaligi $\sim 1''$, ya'ni $\sim 1000 \text{ km}$ atrofidagi ayrim oq donachalardan iborat ekani ko'rinadi. Guruh donalariga o'xshagan, ko'pincha uzunroq noto'g'ri shakldagi bu oq donachalarga granularlar, granularlarning paydo bo'lishi hodisasi granulyatsiya deyiladi. Ayrim granulaning umri o'rta hisobda 5 minut bo'lib, ularning biri o'rniga ikkinchisi paydo bo'lib almashinib turadi. Granulalarda spektral chiziqlar binafsha tomonga, oraliqlarda qizil tomonga siljishgan bo'ladi, ya'ni Dopler prinsipoga binoan, granularlarda modda yuqori ko'tarilib, oraliqlarda pastga tomon harakat qilar ekan. Bunda harakat tezligi (formula 1 bet) bo'lib, u Quyoshdagi gaz oqimlarning "qaynab" aralashib turishi – konveksiya hodisasidan darak beradi. Fotosfera ustida birinchi galda ko'zga tashlanadigan obyektlar Quyosh dog'laridir. Ular Galiley davridan beri ma'lum. Quyosh dog'ining paydo bo'lishi fotosferada kichkina qora kovakchalar ko'rinishida paydo bo'lishidan boshlanadi. Odatda bir kundan keyin kovakchadan aniq chegaraga ega bo'lgan bitta yoki ko'p sonli gruppalari hosil bo'ladi. Yetilgan asosiy dog' qoraroq markaziy soya (yadro) dan va uni atroflama o'rab olgan yarim soya (yadroga nisbattan yorug'roq polosa) dan iborat bo'aldi.

Dog'ning markaziy qismida temperatura 4500°K atrofida, ya'ni Quyoshning o'rtacha temperaturasidan 1500° pastroq. Shuning uchun dog' o'z atrofidagi yorug' fotosferaga nisbatan qora bo'lib ko'rinadi. Dog'larning umri o'rta hisobda 2-3 oyga teng. Ammo bir kungina kuzatilgan va 1 yildan ortiq vaqt ichida kuzatilib turgan dog'lar ham bor. Ba'zi dog'lar Yer diametridan 10 marta katta bo'ladi. Dog'lar asosan Quyosh ekvatori sohasida ($\pm 30^{\circ}$ geliografik kenglamalarda) kuzatiladi. 45° kenglamalardan boshlab (qutblar tomonda) ular kuzatilmaydi.



1-rasm. Quyosh dog'larining umumiy ko'rinishi.

Quyoshning umumiy o'rtacha magnit maydoni 1 ersted atrofida. Ba'zi joylarda u o'nlab yoki yuzlab erstedga ko'tariladi. Bunday sohalarda oqarib ko'rinadigan dog'lar-mash'allar kuzatiladi. Ular Quyosh gardishi chetlarida ayniqsa aniq ko'rinadi. Ularning temperaturasi atrofidagi temperaturaga nisbatan $200-300^{\circ}$ ga yuqori bo'ladi. Mash'allar ko'pincha dog' gruppalari atrofida, ba'zan esa mustaqil o'zlari kuzatiladi. Ular qutblar sohasida kuzatilishi ham mumkin.

Dog'lar va mash'allar Quyosh gardishi ustida g'arbdan sharqqa tomon sutkasiga taxminan 13° tezlik bilan to'xtovsiz siljib turadi. Bu siljishlardan va disk chetida spektral chiziqlar Dopler prinsipiga binoan siljishlarini o'lchashlar natijasida Quyosh o'z o'qi atrofida g'arbdan sharqqa tomon aylanishi aniqlangan. Quyoshning aylanish o'qi ekliptika tekisligiga perpendikulyar bilan $7^{\circ}15'$ burchak tashkil etadi. Ammo Quyosh qattiq jism kabi aylanmaydi. Uning ekvator

sohalarida siderik aylanish davri 25 sutkaga teng, 60^0 geografik (Quyosh ekvatori tekisligidan gardish ustida berilgan nuqtagacha bo'lgan yoy) kenglama 30 sutka va qutblar sohasida 35 sutkani tashkil etadi. Bu Quyosh atrofida aylanganidan Quyoshning aylanishi Yerdan bir oz sekinlashib ko'rinadi. Ekvatorda bu (sinodik) davr 27 sutka, qutblarda esa 37 sutka atrofida bo'ladi.

Quyoshning uzoqligi va o'lchamlari. Quyoshdan Yergacha bo'lgan o'rtacha masofa (Quyosh parallaksi $8'',80$ deb qabul qilingan taqirda) 149,5 million km ni tashkil etadi. Bu masofa astronomik birlik deb ataladi. Yer orbitasi ellips shaklida bo'lganligidan bu masofa perigeliyda (yanvarda) $2^{1/2}$ mln.km ga kamroq, afeleyda (iyulda) esa shuncha ortiq bo'ladi. Yerdagi masofalarga nisbatan Quyoshgacha bo'lgan masofa nihoyat kattadir. U bizdan Oygacha bo'lgan uzoqlikdan deyarli 400 marta ortiq. Yorug'lik bu masofani, ya'ni Quyoshdan Yergacha bo'lgan oraliqni 8 minut 18 sekundda bosib o'tadi.

Quyoshgacha bo'lgan masofani yoki Quyosh parallaksini bilgan holda, uning ko'rinma burchak diametri bo'yicha haqiqiy diametrni hisoblash oson. Quyoshning ko'rinma burchak diametri 0.5^0 dan sal kattaroq, aniqrog'i $31'59''$ ga teng. Bundan, uning o'rtacha burchak radiusi $P=15'59'', p=959'',6$ bo'ladi. Bu sonni Quyosh parallaksining qiymati $8'',80$ ni ma'lum formulaga qo'yib, Quyoshning chiziqli radiusini topamiz.

$$R_{\odot} = \frac{959'',6}{8'',80} = 109,1R \quad (1.1)$$

bu yerda R-Yer radiusidir.

Demak, Quyoshning diametri Yer diametridan taxminan 109 marta katta bo'lib, deyarli 1 400 000 km ni tashkil etadi. Quyoshning hajmi Yer hajmidan $(109)^3$ marta, ya'ni taxminan 1 306 000 marta katta.

Agar Quyoshning zichligi Yerning zichligiga teng bo'lganda edi, uning massasi Yer massasidan 1 306 000 marta katta bo'lar edi. Ammo Quyosh massasi Yer massasidan $330\,000:1\,306\,000=0,256$ ga teng, ya'ni u Yer o'rtacha zichligining $1/4$ idan ozgina oshiqdir. Suv zichligiga nisbatan Quyosh zichligi 1,4 ga teng.

Quyosh sirtidagi og'irlik kuchi (Quyoshning tortish kuchi) Yerdagi og'irlik kuchidan $(3000\,000 * 109,1)^2=27,9$ marta katta.

Quyoshning ravshanligi. Quyosh kishilar foydalanadigan yorug'lik manbalari orasidagi eng kuchli yorug'lik manbaidir. Quyosh sirtining ravshanligi elektr yoyi eng yorug' joyining ravshanligidan 10 marta ortiqdir. To'linoyga nisbatan Quyosh taxminan besh yuz ming marta yorug'roq. Bu natijaga bir necha ishonchli fotometrik usullarni tatbiq etish bilan kelingan. Fotometrik usullardan birinchi 1881 yilda Moskva universitetining professori V.K.Seraskiy tatbiq etdi.

Quyosh tarqatadigan juda ko'p miqdordagi issiqlik va yorug'lik uni kuzatishga to'sqinlik qiladi. Quyoshga bevosita teleskop orqali qarash mumkin emas. Bir onda ko'rish qobiliyatidan judo bo'lib qolish mumkin. Kuzatish asboblari kuchsiz bo'lgan taqdirda, ularning okulyar qismiga qoraytirilgan qalin oyna joylashtiriladi. Kuchliroq teleskoplar ishlatilganda esa bu moslama yetarli bo'lmaydi. Bunday holda yorug'likni kamaytirmoq uchun murakkabroq asboblari (gelioskopik okulyar) ishlatiladi. Quyosh diskining hamma joyi bir xilda yorug' emas. Bevosita kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, Quyosh diskining yorug'ligi uning chetiga tomonkamayib boradi. Bu hodisa Quyosh moddasi temperaturasining markazidan chetlariga qarab pasayib borishiga bog'liqdir. Shu bilan birga Quyoshdagi modda ancha tiniqmas bo'lganligidan biz butun Quyoshdan chiqqan nurlanishni emas, balki ma'lum qalinlikdagi sirtki qatlamlardan chiqqan nurlanishnigina kuzatamiz. Shuning uchun yerdagi kuzatuvchi tomon Quyosh diski markazidan kelayotgan nurlanish nisbatan issiqroq bo'lgan qatlamlardan, chetlaridan kelayotgan nurlanish esa sirtki, ya'ni sovuqroq va xiraroq qatlamlardan chiqadi.

1.2. Quyosh temperaturasi

Quyosh sochayotgan energiya faqat ikki milliarddan bir qismigina Yerga tushadi. Yerga kelib yetgan energiya miqdori Quyosh doimiysini o'lchash yo'li bilan aniqlanadi. Yer atmosferasidan tashqarida (yerdan Quyoshgacha bo'lgan o'rtacha uzoqlikda) Quyosh nurlariga perpendikulyar o'rnatilgan 1 sm yuzaga 1 minutda tushgan Quyosh energiyasi Quyosh doimiysi deyiladi. Raketalarda o'rnatilgan asboblari bergan ma'lumotlarga ko'ra Quyosh doimiysi

$$\rho = 1,95 \frac{\text{kal}}{\text{sm}^2 \cdot \text{min}} = 1,36 \cdot 10^6 \frac{\text{erg}}{\text{sm}^2 \cdot \text{sek}} = 0,136 \frac{\text{vt}}{\text{sm}^2}$$

ga teng ekanligi topildi, uning qiymati deyarli o'zgarmaydi. Quyoshdan har tomonga tarqalgan to'la energiya $S=4\pi R^2 E$ bir astronomik birlikka teng radiusli sferaning yuzida taqsimlanadi va bu sferaning 1 sm^2 yuzaga vaqt birligi ichida Quyosh doimiysiga teng p – energiya tushadi, $S=4\pi \alpha^2 p$ deyish mumkin. Bundan $S=4\pi R^2 E=4\pi \alpha^2 p$ bo'ladi yoki $E = \frac{a^2}{R^2} \rho$ bo'ladi. Bu qiymatni Stefan-Boltsman formulasiga qo'ysak,

$$E = \sigma T^4 = \frac{a^2}{R^2} \rho \text{ dan } T = \sqrt[4]{\frac{a^2}{R^2} \cdot \frac{\rho}{\sigma}} \quad (1.2)$$

bo'ladi. Shu usul bilan topilgan effektiv temperatura $T=5760^0\text{K}$ ga teng.

1-jadval.

Quyoshning tashqi qatlamlariga xos temperatura turli usullar bilan topilgan.

<i>Nº</i>	<i>Temperaturani o'lchash usuli</i>	<i>Temperaturasi, °K</i>
1	<i>Plank formulasidan, monoxromatik nurlanish intensivligiga asosan</i> $\lambda=1000 \text{ Å}^0$ $\lambda=2500 \text{ Å}^0$ $\lambda=5500 \text{ Å}^0$ $\lambda=1 \text{ m}$	45000^0 5000^0 6400^0 1000000^0
2	<i>Energiyaning λ orasidagi nisbiy taqsimotga asosan</i> $4700-5400 \text{ Å}^0$ $4300-4700 \text{ Å}^0$	6500^0 8000^0
3	<i>Stefan-Boltsman qonuniga asosan</i>	5760^0

Quyosh fotosferasidan pasroqda joylashgan qatlam temperaturasi eng kichik; 4500^0K .bu qatlamdan ichkariga (markazga tomon) va yuqoriga (atmosfera tomon) temperatura ortib boradi. Masalan, tashqi tojdan keluvchi metrlik radionurlarda o'lchangan temperatura million gradusga teng.Quyoshning markaziy qismlarida temperatura o'nlab million gradus atrofida.

Quyosh doimiysini o'lchash natijalariga asosan oson hisoblanadi. Radiusi Yerdan Quyoshgacha bo'lgan o'rtacha masofa R ga eng bo'lgan sfera sirtidan 1 sekundda o'tadigan Quyosh energiyasining hammasini topish uchun bu sonni sfera sirtiga, ya'ni $4\pi R^2$ ga (sm^2 da ifodalangan) ko'paytirish kerak. Bu energiyaning hammasi radiusi r bilan ifodalangan Quyoshdan sochiladi. Hosil bo'lgan sonni Quyosh sirti $4\pi r^2$ ga bo'lib, natijada quyidagini topamiz.

$$S = 0,0324 \cdot \left(\frac{R}{r}\right)^2 = 0,0324 \cdot 215^2 = 1500 \text{ kal.sm}^{-2} \text{ sek}^{-1}.$$

O'zgaras son σ shu birliklarning o'zida: $\sigma = 1,374 \cdot 10^{-12}$ ga teng. Stefan-Boltsman qonunidagi formulaga qo'yib, quyidagi

$$T^4 = \frac{1500 \cdot 10^{12}}{1,374}, T = 5750^{\circ} \text{ (taxminan) ni topamiz.}$$

Effektiv temperaturani Vinning siljish qonuniga asosan ham hosil qilish mumkin: $\lambda_m = \frac{a}{T}$, bunda a -qandaydir doimiy son, λ_m esa Quyosh spektridagi nurlanish maksimumining to'liq uzunligi. Bu usullarning biri bilan topilgan temperaturaning miqdori taxminiydir, chunki 1) qat'iy qilib aytganda, Quyosh absolyut qora jism singari nur sochmaydi, 2) Quyosh sirtining (atmosferasining ichki qismlarini hisobga olmaganda ham) turli maxsulotlari turlicha temperaturadir. Nurlanishning ko'rinadigan qismiga Quyosh spektri juda ko'p sondagi qora yutilish chiziqlari bilan kesilgan tutash spektridir. Bu qora chiziqlarni birinchi bo'lib avstriyalik olim Fraunhofer 1814 yilda o'rgangan edi. Shunga ko'ra ularni Fraunhofer chiziqlari deb ataydilar. Qora Fraunhofer chiziqlaridan juda aniq ko'radigan eng intensivlarini lotincha harflar (A, B, C, ...) bilan belgilash qabul qilingan. Hozirgi vaqtda Quyosh spektrida $\lambda = 3000 \text{ \AA}$ dan $\lambda = 25000 \text{ \AA}$ gacha bo'lgan 30000 ga yaqin qora yutilish chiziqlari ma'lum.

Bu chiziqlarning vujudga kelishi quyidagicha tushuntiriladi. Quyosh atmosferasining yuqori qatlamlaridagi gazlar uzluksiz spektrining ba'zi sohalarida nurlanishni yutib qoladi. Yutilgan energiya hisobiga atom fotoelektrik qo'zg'otiladi va spontan nur sochish xususiyatiga ega bo'lib qoladi. Ichki qatlamalridan (pastdan) kelayotgan energiya turli tomonga, shu jumladan, oldingi yo'nalishga nisbattan orqa tomonga ham sochiladi. Natijada spektrining berilgan Fraunhofer chiziq joylashgan qismi atrofidagi tutash spektriga nisbattan qoramtir bo'lib ko'rinadi. Bu qora yutilish chiziqlarining intensivligiga qarab, sochuvchi atomlar soni haqida mulohaza qilish mumkin. Nurlanishning ko'zga ko'rinadigan qismiga eng intensiv chiziqlar yo'nalishga kalsiyga tegishli H va K chiziqlari, keyin vodorodning Balmer seriyasidagi birinchi H_{α} , H_{β} , H_{γ} chiziqlari joylashgan. Natriyning rezonans chiziqlari D_1 va D_2 magniy temir, titan elementlariga xos yutilish chiziqlari ham ancha intensiv chiziqlaridir. Ammo Quyosh spektridagi eng intensiv chiziq ($\lambda = 1216 \text{ \AA}$) vodorod elementining L_{α} (Layman-a) rezonans chizig'idir. U spektrining ultrabinafsha sohaning uzoq qismida yutilish foni ustidagi tashqaridagina kuzatiladi.

Spektrning ultrabinafsha qismidagi geliyning $584 \text{ \AA}$ va vodorodning $1216 \text{ \AA}$ rezonans chiziqlari eng inensiv chiziqlaridir. Bundan Quyosh moddasining asosiy qismini vodorod va geliy tashkil etadi deyish mumkin.

Nurlanishning ko'rinadigan sohasida energiya maksimumi spektrining ko'k-yashil ($4300-5000\text{\AA}$) qismiga to'g'ri keladi. Bu maksimumdan ikki tomonga nurlanish intensivligi pasayib boradi. Raketa va sun'iy yo'ldoshlardan kuzatishlarga binoan Quyosh spektri taxminan $\lambda=2000\text{\AA}$ gacha uzluksiz yutish spektri bo'lib saqlanadi. Keyin qisqa to'lqinlar tomonga qarab, spektr keskin o'zgaradi. Tutash spektr energiyasi keskin pasayib qora fonga o'tadi va yutish chiziqlari o'rniga taxminan $\lambda=1500\text{\AA}$ dan boshlab, yorug' emission chiziqlar paydo bo'ladi. Hozirgi vaqtda Quyosh spektrining uzoq ultrabinafsha va rentgen nurlanish sohasi ham o'rganilgan.

1.3.Quyosh spektrial va kimyoviy tarkibi

Yer atmosferasidan o'tganda uning taxminan 15 miqdorgacha bo'lgan infraqizil sohasi qisman, 15 miqdordan 1 sm to'lqin uzunligigacha bo'lgan sohasi to'la yutiladi. Shuning uchun bu sohani atmosferadan tashqaridagina kuzatish mumkin. Bir santimetrdan uzoqroq radiopazonda, taxminan $\lambda=1\text{m}$ ga qadar nurlanish uchun atmosfera yana tiniq. Bu diapazonda nurlanish intensivligi $T=6000^{\circ}\text{K}$ temperaturali jism bergan nurlanish intensivligi ancha katta. Bir necha metrlar bilan o'lchanadigan radiopazonda nurlanish intensivligi 1 mln.gradus temperaturagacha isitilgan absolyut qora jismning radionurlanishi kabidir. Bu sohada to'lqin uzunligi ortishi bilan intensivlik kamayib boradi. Quyoshning bu xil nurlanishi qisqa to'lqinlar tomonidagi rentgen nurlanishi kabi o'zgaruvchi nurlanish bo'ladi. Nazariy astrofizika bergan ma'lumotlarga ko'ra Quyoshda Mendeleyev jadvalidagi 70 ga yaqin element bor va eng tarqalgan element vodorod bo'lib, u Quyosh massasining deyarli 70% ini tashkil etadi. Quyoshning qolgan 29% ini geliy, 1% ini boshqa elementlar tashkil etadi.

Bu ma'lumotlar asosan Quyosh atmosferasiga tegishli bo'lsa-da. Quyoshning ximiyaviy tarkibi uning atmosfersidan uncha ko'p farq qilmaydi deb hisoblashga asos bor. Quyosh atmosferasi bevosita fotosfera ustida joylashgan xromosfera qatlamlaridir. Bu qatlamlarni ko'pgina usullar bilan o'rganish mumkin. Quyoshning ichki tuzilishini o'rganishda esa nazariya yordam beradi. Quyosh spektri tipik yutilish spektridir. Quyosh spektridagi yutilish chiziqlarining vujudga kelishini oxirgi vaqtgacha fotosfera ustida joylashan aylantiruvchi qatlam deb ataluvchi ancha sovuq gaz qatlamida alangali fotosfera yorug'ligining yutilishi natijasida ro'y beradi, deb hisoblaydilar. Aylantiruvchi qatlam degan nom Quyoshning to'la tutilishi paytlarida Quyosh spektrini kuzatish natijasida tarixiy ravishda vujudga kelgan nomdir. Quyosh chetining Oy diski orqasida eng keyin bekinadigan nuqtasiga spektroskop bilan qarasak, bu nuqta ko'zdan g'oyib bo'lgan paytda quyosh spektridagi uzluksiz fonning birdaniga o'chib qolganligi, hamma qora spektral chiziqlar esa yorug' chiziqlarga aylanib qolganligini ko'ramiz

(“aylantiruvchi qatlam” degan nom ham ana shundan olingan). Ilgari qora chiziqlar bo’lgan joyda spektrning uzunligi bo’ylab 2-3 sekundga minglab ravshan rang-barang chiziqlar ko’rinadi. (“portlash spektri”).

Ammo so’ngi o’n yil ichida o’tkazilga tekshirishlar “Aylaniruvchi qatlam” tushunchasi noo’rin kiritilganligini ko’rsatadi. Haqiqatdan esa bunday qatlam yo’q. fotosferaning eng yuqori qatlamlarida haqiqatdan ham yutish chiziqlari hosil bo’ladiyu, biroq har bir ximiyaviy element uchun bu qatlam turli balandlikda boshlanadi. Bundan tashqari, yutish chiziqlari vujudga kelgan qatlamalrning o’zginasidan uzluksiz spektrning yoritilishini qisman hosil qiladigan nurlanish ham kelib turadi. Quyosh spektridagi chiziqlarning yerdagi moddalarning spektral chiziqlari bilan solishtirish natijasida Quyoshda Yerda ma’lum bo’lgan 60 dan ortiq element topilgan. Quyoshda eng ko’p uchraydigan elementlar quyidagilar. Vodorod, geliy, azot, uglerod, kislorod, temir, magniy, kremniy, kalsiy, natriy. Dog’larning spektrida titan oksidi TiO_2 va zaxarli gaz sian CN kabi ba’zi ximiyaviy birikmalarning xira chiziqlari topilgan. Hozirgi vaqtda aniqlanishicha, Quyosh moddasi to’xtovsiz aralashayotgan holatdadir. Shuning uchun Quyosh atmosferasi- xromosfera va Quyosh tojining (quyiga qarang) ximiyaviy tarkibi umuman quyosh fotosferasining tarkibiga o’xshaydi. Xromosferaning, ya’ni fotosfera ustida yotuvchi quyosh atmosferasi qatlamning spektrini qarasak ko’zimizga vodorod va ionlashgan kalsiy chiziqlari ko’proq tashlanadi.

Quyosh spektirining ba’zi chiziqlari hozirgacha tushunarli emas. Bu chiziqlar yerdagi moddalarning laboratoriyalarida o’rganilgan chiziqlariga mos kelmaydi. Ikkinchi tomondan, ba’zi ximiyaviy elementlarning (masalan, xlor, brom kabi elementlarning) chiziqlari hali Quyoshda topilmagan. Bu hol quyidagi bir qancha sabablarga binoan bo’lishi mumkin.

- 1) Quyoshning temperaturasi biz laboratoriyalarda hosil qila oladigan temperaturadan juda yuqori, shu sababli quyosh atmosferasidagi ba’zi elementlarning spektri shunchalik o’zgarib ketadiki, ularni bilib bo’lmaydi.
- 2) Ba’zi elementlarning, asosan metalmas elementlarining spektridagi eng ko’zga tashlanadigan chiziqlari spektrining ultrabinafsha qismiga yotadi, quyosh spektrining bu qismi esa yer atmosferasi tomonidan ko’p miqdorda yutilishi sababli so’ngi vaqtlargacha kuzatish uchun juda noqulay edi.

Dastlabki quyosh spektridagi yer elementlarining spektral chiziqlariga mos kelmagan chiziqlar Yerda yo’q, elementlarga tegishli, deb o’ylagan edilar. Keyinchalik bu tushuncha xato, deb topildi. Shunga qaramay, u fan tarixida muhim rol o’ynadi, chunki u geliy elementini kashf qilishga olib keldi. Ya’ni 1869 yilda Loker Quyosh xromosferasining spektrida Yerda noma’lum bo’lgan qandaydur bir elementga xos bo’lgan chiziqlar gruppasi borligini ko’rsatdi. Bu

elementni u geliy deb atadi (geliy grekcha “Quyoshga tegishli” degan soʻzdir).1895 yildagina geliy ajoyib fizik xususiyatlariga ega boʻlgan juda yengil gaz holatida yerdagi minerallardan ajratib olinadi.

1.4.Quyoshning ichki tuzilishi.

Quyosh va yulduzlarning ichki tuzilishi haqidagi nazariyaning vazifasi bu abʼyektlar bagʻridagi modda qanday sharoitda ekanligini oʻrganish va ularning nurlanish manbalarini aniqlashdir. Quyoshning sirtidan uning markaziga tomon temperatura, bosim va zichlikning qanday oʻzgarib borishini bevosita bilish mumkin emas. Kuzatishlar bizga faqat Quyosh sirtida hukmron boʻlgan sharoitlar haqidagina maʼlumot beradi, xolos. Biroq bu maʼlumotlar va umumiy fizika hamda mexanika qonunlari asosida bizni qiziqturuvchi masalani bilvosita yechish mumkin. Maʼlumki, Quyosh muvozanat holatidir, yaʼni u uzoq vaqt davomida kengaymaydi va siqilmaydi. Mexanikaning asosiy qonunlariga binoan jism muvozanatda boʻlishi uchun unga taʼsir etuvchi barcha kuchlar muvozanatda boʻlishi kerak. Quyosh-gazsimon shar, demak, Quyosh va yulduzlarning tuzilishini oʻrganish masalasi mexanikadagi gazli shar muvozanati haqidagi masalaga yaqin. Garchi bunda oddiy muvozanat boʻlmasa ham masalani bimalol yechish mumkin. Quyoshning har bir nuqtasiga uni kengaytirishga intiluvchi kuch-gaz bosimining kuchi taʼsir qiladi. Ammo har bir nuqtada bu kuchga qarama-qarshi yoʻnalgan. Quyoshni siqishga intiladigan tortish kuchi – yuqori qatlamlarning ogʻirligi (markazga yaqinlashgan sari ortib boruvchi) ham mavjud. Demak, markazga yaqinlashgan sari gaz bosimi ham tobora orta boradi. Gazning bosimi esa maʼlum munosabat – gaz holati tenglamasi orqali temperaturava zichlik bilan bogʻliqdir. Shuning uchun Quyoshning bosimini (taxminan boʻlsa ham) va zichligining oʻzgarish qonunini bilgan holda, uchunchi miqdor - temperaturani aniqlash mumkin.

Quyosh muvozanat holatini yana bir kuch – gaz bosimi bilan bir xil yoʻnalishda boʻlgan yorugʻlik bosimi kuchi ham taʼminlab turadi, chunki Quyoshning markaziy qismlaridan uzluksiz ravishda energiya oqimi tarqalib turadi. Ammo, yorugʻlik bosimi gaz bosimiga nisbatan juda kichik. Shuning uchun uni juda siyrak gazli yulduzlar uchun bajarilgan hisoblashdagina ishlatish zarur.

Quyoshning tuzilishi haqidagi masalani odatda quyidagicha yechadilar. Masssi, radiusi va yorqinligi Quyoshnikiga teng boʻlgan yulduz uchun uning tuzilishi haqidagi baʼzi faraziy fikrlarga yoʻl qoʻyilgan holda, bu yulduzning ximiyaviy tarkibini nazariy hisoblab chiqadilar. Hisoblab chiqilgan ximiyaviy tarkibni Quyosh atmosfersining

haqiqiy tarkibi bilan spektral analiz usulida solishtirib ko'radilar. Agar bu miqdorlar bir-biridan farq qilsa, nazariy hisob kitoblardan olingan ma'lumotlarga to'g'ri kelmaguncha boshlang'ich shartlarni o'zgartira boradilar. Boshqa yulduzlar uchun ham masala shu yusinda yechiladi. Quyoshning markaziy qismlaridagi temperaturaning 20 mln. gradusga ko'tarilishi shu yusinda aniqlangan. Temperatura modda zarrachalarining tartibsiz harakat tezliklarini xarakterlaganligi sababli, bu xol Quyosh bag'ridagi atomlar bir necha yuz km/sek tezlik bilan xarakatlanishini ko'rsatadi. Lekin, ular muqarrarravishda bir-birlari bilan to'qnashadi va ionlashadi.

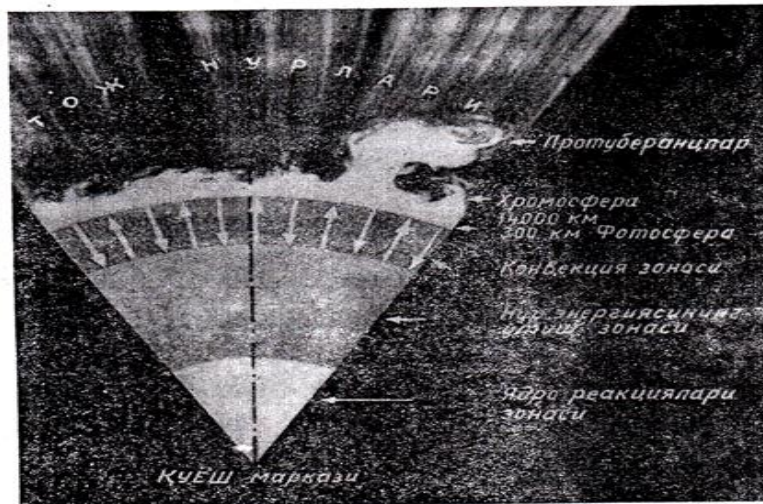
Quyosh bag'ridagi modda yuqori darajada ionlashganligi sababli uoddiy neytral atomlardan emas, balki atom "qoldiqlaridan" elektronlarning ko'p qismini yo'qotgan atom yadrolaridan va ayrim elektronlardan tashkil topgandir. Atom "qoldiqlarining" diametri neytral atom diametridan bir necha ming marta kichik. Oddiy sharoitda bir necha o'n atom sig'adigan hajmda yuzlab va minglab atom "qoldiqlari" joylashgan bo'ladi. Shu bilan birga, ayrim zarrachalar orasidagi masofa ularning kattaliklariga nisbattan ancha katta bo'lsa-da, zichlik shuncha qoladi. Shuning uchun Quyosh bag'ridagi modda suvga nisbattan bir necha o'n marta zichroq bo'lsa-da, u o'zida gazning hamma xususiyatlarini saqlab qoladi. Quyoshning ichki tuzilishini va uning energiya manbalari nazariy jixatdan turli-tuman modellar yasash usuli bilan o'rganiladi. Agar modda hamma joyda teng taqsimlangan va zichligi haqiqiy Quyoshning o'rtacha zichligiga ($p_0=1,4 \text{ g/sm}^3$) teng deb qabul qilsak, nazariy Quyoshning xususiyatlari haqiqiy Quyoshning yarim radiusiga teng chuqurlikdagi qatlamlarning xususiyatlariga yaqin (to'g'ri) keladi.

$$h = \frac{R_\odot}{2} - \text{chuqurlikda bosim } P = pgh = p_\odot \frac{g_R}{2} \frac{R_\odot}{2} \quad (1.3)$$

$$\text{bo'ladi, } M = p_\odot V_\odot = p_\odot \frac{4}{3} \pi \left(\frac{R_\odot}{2}\right)^3 = \frac{1}{8} p_\odot V_\odot = \frac{1}{8} M_\odot \quad (1.4)$$

$$\text{bo'ladi va } \frac{g_R}{2} = \gamma \frac{M_\odot}{8} / \left(\frac{R_\odot}{2}\right)^2 = \frac{1}{2} g_\odot = 1,37 \cdot 10^4 \frac{\text{sm}}{\text{sek}^2} \quad (1.5)$$

bundan $P = 6,6 \cdot 10^{10} \frac{\text{dinl}}{\text{sm}^2}$ bo'ladi. Bunda $R_\odot$ -Quyosh radiusi, g - og'irlik kuchi tezlanishi, $p_\odot$ -zichlik, $V_\odot$ -hajm, $M_\odot$ -massa, P - bosim.



2-rasm Quyoshning ichki tuzilishi

Gaz holati tenglamasini qo'llab, $h = \frac{R_{\odot}}{2}$ chuqurlikda Quyosh temperaturasi uch million gradus atrofida ekanligi topiladi. Haqiqatdan ham, Quyosh ionlashgan vodoroddan $\mu = (\frac{1}{2})$ iborat deb hisoblab, ideal gaz holatining asosiy tenglamasi

$$PV = \frac{m}{\mu} R \cdot T \text{ dan } T = \frac{\mu P}{R \rho} = \frac{\mu \gamma M_{\odot}}{4\pi R_{\odot}} = 2,8 \cdot 10^6 \text{ K ni topamiz. } mgh = \frac{m R \cdot T}{\mu} \text{ dagih } = \frac{R \cdot T}{\mu g} \text{ ga}$$

balandlik shkalasi deyiladi. Quyoshdagi modda aslida hamma joyda teng taqsimlangan emas. Buni hisobga olgan holda ham, Quyoshning asosiy xarakteristikalar va yuqori topilgan qiymatlar uncha ko'p farq qilmagani aniqlangan. Yanada aniqroq hisoblangan modellarda ham Quyoshning markaziga tomon temperature, bosim va zichlik ortib boradi. Bu hisoblashlardan Quyosh markazida temperatura 13 million gradus, bosim $2,2 \cdot 10^{17} \frac{\text{dina}}{\text{sm}^2}$ va zichlik $130 \frac{\text{g}}{\text{sm}^3}$

atrofida bo'lishi kerak degan xulosaga kelindi. Bunda sharoitda Quyoshning ichki markaziy qismlaridagi atomlar bir-birlari bilan juda tez to'qnashib turadi. Ba'zi to'qnashishlarda, zarrachalar atom yadrolari ichiga kirishi natijasida, yadro reaksiyalari vujudga keladi. Yadro reaksiyalarining tezligi temperaturava bosim ortishi bilan tez ortib boradi. Bu juda muhim hodisa. U Quyosh va yulduzlar markazida ro'y beruvchi yadro reaksiyalarining o'z-o'zidan boshqarilishini ta'minlaydi. Quyosh (yoki yulduz) yadro issiqligi hisobiga kuchli isib ketganida u bir oz kengayadi, temperaturava bosim bir oz pasayadi va ortiqcha issiqlik ajralishi to'xtaydi. Yado reaksiyalari to'xtab qolsa, bir oz siqilish vujudga keladi va yadro energiyasining hosil bo'lishi kompensatsiya qilish uchun kerakli miqdorda kuchayadi (ortadi). Quyoshning markaziy qismlarida ikki turdagi yadro reaksiyasi muhim rol o'ynaydi. Bular- proton-proton (p - p) va uglerod-azot (C - N) reaksiyalaridir. Bu ikki siklda ham to'rta proton hisobiga bitta α zarra hosil bo'ladi.

Hosil bo'lgan geliy yadrosining massasi $m_{\text{He}}=4,0026$ to'rtta proton massasidan (4,032) deyarli 1% kichik bo'ladi. Bundan, massa defekti $\Delta m = 1,0078 \cdot 4 - 4,0026 = 0,0286$. Δm ni grammlarda ifodalasak, har bir gramm vodorod massasiga $0,286 : 4 : 1,0078 = 0,0071g$ massa diffekti to'g'ri keladi. Eynshteyn formulasi $E = \Delta mc^2$ ga binoan, bu miqdor $6,4 \cdot 10^{18} \text{ erg}$ energiyaga to'g'ri keladi.

1.5.Quyoshning ichki qatlamlarida modda fizik ko'rsatgichlarini o'zgarib borishi.

Osmonda quyosh bizga taxminan yarim gradus burchak ostida, aylana shakldagi barkash sifatida ko'rinadi. Quyosh gardishining chetlari keskin chegaraga ega va uning radiusini yetarli darajada yuqori (bir burchakiy yoy sekundi) aniqlik bilan o'lchash mumkin. Bunday o'lchashlar yil davomida Quyoshning burchakiy diametri biroz [31`31``-afeliyda (iyul boshida), 32`35`` perigeliyda (yanvar boshida)] o'zgarib turishini ko'rsatadi. Bu o'zgarishlar orbitaning elliptikligi tufayli Quyosh bilan Yer orasidagi masofani biroz uzayishi va qisqarishi bilan bog'liq. Quyoshning haqiqiy radiusi uning pulsatsiyalanishi tufayli biroz kattalashib va kichrayib turadi va u o'z o'qi atrofida aylanganligi tufayli aylanish o'qi bo'ylab biroz siqilgan bo'lishi ham kerak. Biroq bunday o'zgarishlarmiqdori bir necha o'n km dan oshmaydi, shuning uchun ularni o'lchash mushkul masala va ular Quyoshning boshqa ko'rsatgichlarini hisoblashga katta ta'sir ko'rsatmaydi. Quyosh gardishining burchakiy kattaligi va yerdan ungacha bo'lgan masofani (bu masofa har yillik Astronomik jadvallarda har bir sana uchun keltiriladi) bilgan holda uning radiusini hisoblash topish mumkin. Quyosh plazma shar bo'lib, uning o'rtacha radiusi 696000 km. quyosh gaz shar bo'lsada, E keskin chegaraga ega ekanligi uning modasini nur yutish xususiyati bilan bog'liq. Bu to'g'rida keyinroq to'xtalamiz. Quyoshning hajmi $1,4 \cdot 10^{27} \text{ m}^3$, massasi $2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ va o'rtacha zichligi 1410 kg/m^3 . Quyosh sirtida og'irlik kuchining tezlanishi 274 m/s^2 .

Quyosh barcha tomonga, shu jumladan biz (Yer) tomonga ham nurlanish sifatida energiya sochadi. Yer atmosferasidan tashqarida, Quyoshdan bir astronomik birlik (a.b.) masofada uning nurlariga tik o'rnatilgan sirtga, o'rtacha $1366,5 \text{ Vt/m}^2$ quvvat tushadi. Agar bu yuza birligiga tushayotgan quvvatni radiusi bir a.b. gat eng sfera sirti yuzaga ko'paytirsak, barcha tomonga sochilayotgan energiya quvvatini topamiz va u Quyoshning to'la quvvatiga teng, ya'ni $3,86 \cdot 10^{26} \text{ Vt}$. bo'ladi. Bu qiymat Quyosh aktivligining o'zgarishi bilan biroz (0, 15%) o'zgarib turadi. Agar Quyoshdan barcha tomonga sochilayotgan to'la energiyani

uning sirti yuzaga bo'lsak Quyosh sirti yuza birligidan sochilayotgan quvvatini topamiz va u $6,35 \cdot 10^7 \text{ Vt/m}^2$. Agar Quyosh absolyut qora jism singari nurlanish sochadi deb hisoblasak, unga Stefan-Bolsman formulasini qo'llashimiz va Quyosh sirtining temperaturasi hisoblashimiz mumkin. Bunday hisoblash Quyosh yuzining effektiv temperaturasi 5785 K ekanligini ko'rsatadi.

Quyosh o'z o'qi atrofida aylanadi. Bu o'q ektika tekisligi bilan 83 gradus burchak tashkil qiladi. Quyoshning o'q atrofida aylanishi Yerni uning atrofida aylanishi bilan bir xil yo'nalishida, sharqdan g'arbga qarab ro'y beradi. Aylanish tezligi Quyosh ekvatorida 2 km/s gateng va ekvatoridan shimol va janubga tomon kamayib boradi hamda bu kamayish sharsimon qattiq jismnikidan kuchli. Bu hodisa Quyosh o'z o'qi atrofida aylanishi defferensila aylanish ekanligini va uning qattiq jism emasligini ko'rsatadi. Odatda, o'q atrofida aylanish burchak tezliklarda berilgani uchun Quyoshning defferensial aylanish burhchak tezlik orqali ifodasi quyidagicha

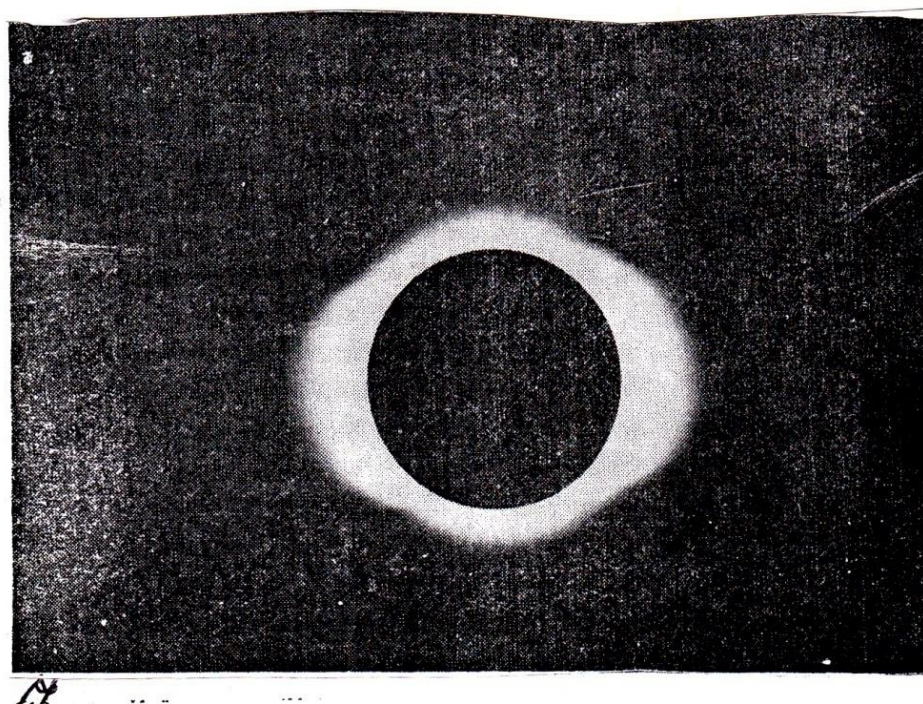
$$\omega = 14,38^\circ - 2,7^\circ \sin^2 \varphi \quad (1.6)$$

Bu yerda ω -burchak tezlik (grad/sutka); φ -Quyosh sirti uchun geliografik kenglik. Yuqorida keltirilgan formula yordamida Quyoshning siderik aylanish davrini hisoblash mumkin. Quyosh ekvatorida ($\varphi=0$), u 25 kunga, qutblari yaqinida esa 30 kunga teng. Sinodik aylanish davri bundan taxminan 2 kunga uzun va u Yerni Quyosh atrofida aylanishi bilan bog'liq. Quyoshning differensial aylanishi uning aylanish momentini fotosfera ostidagi sirtida magnet maydonlar hosil qilishda, aktivlikning shakllanishida asosiy rol o'ynaydi.

1.6. Xromosfera va toj qatlamlarida qizdirish mexanizimi.

Quyosh toji. Xromosfera ustida eng siyraklashgan qatlam-Quyosh toji joylashgan bo'lib, u faqat Quyosh to'la tutilgan paytlaridagina ko'rinadi. Tutilishning to'la fazsi boshlanishi paytida Oyning qora diski atrofida Quyoshning bir necha diametriga teng bo'lgan masofada kumush-inju tusidagi tutash shula paydo bo'ladi. Bu shulaning fonida Quyoshdan turli tomonga sochilayotgan egri nurlar yoki oqimlar ko'rinadi. Tojning umumiy ravshanligi taxminan to'linoy ravshanligining yarmiga teng. Uning fotosferaga yaqinroq bo'lgan qismlari "ichki toj" fotosferadan uzoqroqda bo'lgan qismlari "tashqi toj" ga qaraganda ancha yorug' bo'ladi shuning uchun ichki tojni tutilish bo'lmagan vaqtlarda ham kuzatishga muayssar bo'lindi. Bunday kuzatishlar uchun maxsus asbob tutilishsiz koronograf qo'llaniladi. "Sun'iy" Oy va interferensiyon-polyarizatsion filtr bu asbobning asosiy qismlari hisoblanadi (ya'ni toj monoxromatik nurlarga kuzatiladi). Asbobda optikaning sifatiga ayniqsa katta ahamiyat berilgan bo'lib,

linzalarda pufak, chang va hakazolar singari yorug'likni sochuvchi manbalar bo'lmasligi zarur. Atmosferadagi chang zarrachalarning yorug'likni sochishini kamaytirish maqsadida koronograf juda baland tog'larga o'rnatiladi. Juda murakkab nur tuzilishli tashqi toj ilgarigidek Quyoshning to'la tutilgan paytlaridagina kuzatiladi.



3- rasm. Quyosh toji (Quyosh aktivligi minimum). Bu suratni 30 iyul 1954 yilda Toshkent astronomik observatoriyasining ekspeditsiya Ozarbayjonning Alyati posyolkasida olingan.

Ichki toj spektrida ko'p martadan ionlashgan temiz, nikul, argon atomlariga xos bo'lgan chiziqlarning mavjudligi va, shuningdek, Quyosh radionurlanishini tekshirishlar ichki tojning temperaturasini aniqlash imkonini berdi. Bu temperaturada juda yuqori – $1\,000\,000^{\circ}$ ekanligi ma'lum bo'ldi. Ammo, bu effektiv temperature emas, albatta. Tojda yuz bergan protseslar va undagi fizik sharoitlar uni absolyut qora jism bilan taqqoslab bo'lmasligini ko'rsatdi.

Zichlik kam bo'lgan sharoitda tojni tashkil etuvchi elektron va ionlar juda katta tezlik bilan xarakatlanadilar. Bu xildagi tezliklarni xarakterlash uchun fizikada kinetic temperature, ya'ni o'rganilayotgan muhit zarrachalarining nurlanish qobiliyati bilan emas, balki faqat ularning harakat tezliklari bilan aniqlanuvchi temperature tushunchasini ishlatish qabul qilingan. Tojning ana shu kiretik temperaturasi juda yuqoridir; uning effektiv temperaturasi esa fotosfera va xromosferalar temperaturasidan ancha kam.

Shu sababli uni toppish uchun radioapparatning sezuvchanligini oshirish va

radioappaturalarni takomilashtirishlar (bundan 19-20 yil muqaddamgina amalgam oshirilgan) talab qilindi. Bu nurlanishni 8 mm dan 12-16 m gacha bo'lgan diapazondagi turli to'liq uzunliklarida olib borilgan keyingi tekshirishlar uni ikkita tashkil etuvchiga "tinch" Quyoshning radionurlanishlariga va "notinch" Quyoshning radionurlanishiga ajratish imkoniyatini yaratdi. Tinch Quyoshning radionurlanishi deb Quyosh hech qanday aktiv hodisalar (dog'lar, portlashlar) bo'lmagan bir sharoitdagi nurlanishga aytiladi. Olimlar V.L.Ginzburg va I.S.Shklovskiylar bu nurlanish fotosferadan emas, balki xromosferadan va tojdan chiqishni ko'ratib berdilar. Tinch Quyoshning radionurlanishi o'z tabiati bilan oddiy issiqlik nurlanishidir. Tojda bu nurlanish o'z tabiati bilan oddiy issiqlik nurlanishidir. Tojda bu nurlanish uning yuqori kinetic temperaturasiga mos keladi. Tojni tekshirishda radiometodlarning katta ahamiyati borligini ta'kidlab o'tish zarur, turli to'liqdagi radionurlanishni kuzatishlar toji Quyosh tutilishi bo'lmagan vaqtlarda o'rganishga va shu bilan birga uni Quyosh chetiga nisbatan bo'lgan turli uzoqliklarda o'rganishga imkon beradi. Notinch Quyoshning radionurlanishi Quyosh aktivligining maksimumi davri uchun xarakterli bo'lgan hodisalar, dog'lar va portlashlar ro'y bergan bir vaqtda kuzatiladi. Shu bilan birga bunda radionurlanish quvvati tinch Quyoshning radionurlanishiga qaraganda bir necha yuz va bir necha ming marta oshadi. Radionurlanishning ayniqsa zo'r chayqalishlari Quyoshda kuchli portlashlar ro'y bergan vaqtda seziladi. Quyosh radionurlanishing quvvati bir necha minut ichida millionlab marta oshib ketgan holler ham qayd qilingan. Quyoshdagi radiochayqalish hodisasi vaqtida chayqalish maksimumidan taxminan bir sutka keyin kuzatiladigan hodisalar qisqa to'liqdagi radioaloqaning buzilishi, magnit bo'ronlari va qutbyog'dulari bo'lib turadi. Shu sababli Quyoshni radiokuzatishlar yer – Quyosh problemasini hal qilishda alohida ahamiyatga egadir. Notinch Quyoshning radionurlanishini vujudga keltiradigan sabablaridan biri Quyoshdan toj orqali katta tezlik bilan tarqaladigan zaryadlangan zarrachalar oqimining – korpuskulyar oqimining harakati bo'lsa kerak.

Quyosh doimiysi. Quyoshning issiqlik miqdori haqida barcha mulohazlar Quyosh doimiysini aniqlashga asoslangandir. Quyosh doimiysi deb, yer atmosferasi issiqlikni yutmagan bir sharoitda Yerning quyosh nurlariga tik joylashtirilgan 1 sm² yuzi 1 minutda olgan issiqlik miqdoriga aytiladi. So'ngi aniqlashlarga binoan u 1,94 kichik kaloriyaga ega. Quyosh aktivligining maksimumi bilan minimumi orasida Quyosh doimiysining kattaligi bir oz o'zgarib turadi, shu bilan birga u maksimumda minimum paytga nisbatan bir oz kattaroqdir.

II – BOB.

2.1. Quyosh chaqnashlari va Quyoshning energiya manbai

Birinchi gipotezalar. Geologiya Quyosh Yerni bundan bir necha yuz million yil muqaddam ham taxminan hozirgidek yoritgan va isitganligini ko'rsatadi. Demak, Quyoshning temperaturasi juda uzoq vaqtlardan beri deyarli o'zgarmagan. Holbuki, hisoblashlar juda ko'p miqdorda issiqlik tarqatuvchi Quyosh har yili bir necha gradusga sovishi kerakligini ko'rsatadi. Amalda esa bu hol ko'rinmaydi. Emak, nurlanish orqali yo'qotilgan issiqlik miqdorini doimo qandaydir bir manba to'ldirib turishi ravshan. Quyosh energiyasining manbalari to'g'risidagi masala fandagi nihayati muhim masalalardan biridir. Uni yechish yo'llarini topish uchun XIX asr fikrlari o'zlariga ma'lum bo'lgan barcha energiya manbalarini, masalan, ximiyaviy reaksiya (dastavval yonishi), meteorlar tushishi va hakazolarni sinab ko'rdilar, ammo bularning hammasi yetarli bo'lib chiqmadi, chunki ular sarflangan issiqlikning o'rnini eng ko'p deganda bir necha million yillar mobaynidagina to'ldirilib turishi mumkin.

2 Siqilish nazariyasi. (kontraksion nazariya). Quyosh o'z sirtidan boshlab sovub borganligi sababli u siqilishi kerak, siqilishda esa issiqlik ajralib chiqadi. Balki, manashu issiqlik yo'qolgan issiqlikning o'rnini to'ldirish uchun yetarlidir. Siqilayotgan gaz sharning temperaturasi issiqlik sarflanishiga qaramay, ma'lum sharoitda hatto ko'tarilishi mumkin. Bu nazariyani matematik ravishda ishlab chiqish mumkin. Uni Quyoshga tatbiq etish quyidagi natijalarni berdi. Bunday siqilish natijasida hosil bo'lgan issiqlik nurlanish yo'li bilan sarflangan hamma energiya qoplashi uchun Quyoshning diametric har yili atigi 100 metrqa qisqarishi kifoya. Bu siqilish 14000 yilda 1'' ni tashkil etadi. Shu sababli kontraksion nazariyaning to'g'riligini yaqin kelajakda bevosita kuzatishlar yordamida tekshirish mumkin emas. Hisoblashlar qachondir gaz holatidagi Quyosh diskining diametri, masalan, eng uzoq planeta orbitasining diametriga teng bo'lib, keyin o'zining hozirgi kattaligigacha siqilgan bo'lsa, bunday siqilish natijasida hosil bo'lgan issiqlik miqdori sarf qilingan issiqlikni eng ko'pi bilan 25 mln yil mobaynida qoplay olishini ko'rsatadi. Xolbuki, Quyoshning yoshi ancha katta va milliard yillar bilan o'lchanadi.

3 Atomlarning radioaktiv parchalanish (masalan, radiyning qo'rg'oshinga aylanishi) hammutloqo yetarli bo'lmagan energiya manbai bo'lib chiqadi.

4 Bir elementning ikkinchi bir elementga aylanishi. Yadro fizikasining rivojlanishi ximiyaviy elementlardan birininf ikkinchisiga aylanishini ochishga olib keladi. Yadrolarning almashishnish protssesiga yadro reaksiyasi deyialdi. Yadro reaksiyalari yengil ximiyaviy elementlar yadrolarining og'irroq elementlar yadrolariga aylanishgagina olib kelmasdan, asosiysi elementlarning izotoplari hosil bo'lishiga ham olib keladi. Masalan, agar ximiyaviy element atomning yadrosi ichida neytron (massasi jixatdan protonga teng bo'lgan, ammo zaryadsiz bo'lgan elementar zarracha) kirib qolsa, bu elementning izotopi vujudga keladi, chunki uning atom og'irligi bir birlikka (protonning atom og'irligiga) ortadi, elektr zaryadlari soni esa o'zgarmaydi, demak, atomning ximiyaviy xususiyatlari o'zgarmaydi. Neytron zaryadsiz bo'lganligidan yadroning (musbat) elektr maydoni unga ta'sir etmaydi va u atom yadrosiga bemalol kira oladi. Izotoplarning tabiatda keng tarqalganligining sababi ham shundadur. Mendeleyev davriy sistemasidagi juda oz elementlar faqat bitta to'g'ri izotopga ega, ularning ko'plarida ikkita, uch va ko'proq izotop bor (kaliyning 11 izotopi bor).

Agar atom yadrosi ichiga proton kirib qolsa, yadro protssesi boshqacha o'tadi. Proton musbat zaryadga ega va atom yadrosining maydoni protonning yadro ichiga kirishiga to'sqinlik qiladi. Proton yadroga kirishi uchun elektr maydonning itarish kuchini yenga oladigan katta kinetik energiyaga ega bo'lishi kerak, protonning yadroga kirishi yadroning qaytadan tuzilishiga olib keladi. Proton yadroning atomog'irligini oshiribgina qolmay, unga ortiqcha elektr zaryadi ham beradi, bu esa atomning ximiyaviy xususiyatlarining o'zgarishiga olib keladi, yangi ximiyaviy element vujudga keladi.

Turli ximiyaviy elementlarning yadrolari mavjud bo'lganda birinchi navbatda yengilroq elementlarning (litiy, beriliy) yadrolari bombardimon qilishiga va qayta tuzilishiga duchor qilinadi, shunki ular yadrolarning elektr maydoni nisbattan kuchsizdir. Yengil elementlarning yadrolari 2-3 million gradus temperaturadayoq o'zgarib, boshqa yadroga aylanib ketadi. Quyosh bag'ridagi temperature 20 million gradusga yetadi va u protonga og'irroq ximiyaviy elementlar yadrosiga kirish uchun yetarli bo'lgan energiya yetkazib beradi. Protonning yadroga bunday kirishida yadroning qayta tuzilish protssesi yadrodagi bog'lanishlarning mustaxkamligiga qarab, tubandagi uch yo'nalishda borishi mumkin.

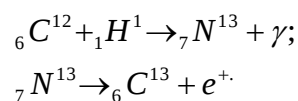
- 1) Proton yadroda qoladi, yadro o'zining atom og'irligini bitta orttiradi va yangi musbat zaryadga ega bo'ladi, yangi ximiyaviy elementning yadrosi hosil bo'ladi.
- 2) Proton yadroning ichida qolib, neytronga aylanadi, bunda bitta positron-massasi elektron massasiga (proton massasining $\frac{1}{1840}$ qismiga) teng bo'lgan va birlangan

e^+ musbat zaryadiga ega bo'lgan elementar zarracha ajralib chiqadi. Bu holda oldingi ximiyaviy elementning izotopi vujudga keladi, chunki yadroning atom og'irligi birga ortadi, zaryadi esa o'zgarmay ilgarigidek qolaveradi.

3) Yadro turg'un emaslik natijasid parchalanib ketishi va yangi element yadrolarini vujudga keltirish mumkin, shu bilan birga bu yadrolarning biri albatta geliy yadrosi bo'ladi.

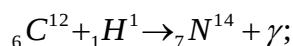
Quyoshda vodorod ko'p bo'lganligidan uning bag'rida boshqa element yarolari bilan to'qnashib, ularni o'zgartirish uchun yetarli miqdorda energiyasi bo'lgan erkin protonlar juda ko'p. puxta hisoblashlar va sun'iy ravishda laboratoriyalarda hosil qilingan reaksiyalar bilan solishtirilib ko'rishlar Quyosh va ko'pchilik yulduzlar bag'ridagi atom energiyasi to'rtta protonning bitta geliy yadrosiga aylanishi natijasida hosil bo'lishini aniqlash imkonini berdi. Vodorodni geliyga aylanishi bevosita bo'lmasdan, u qator oraliq reaksiyalar orqali ro'y beradiki, bunda uglerod atomi yadrosi katalizator rolini o'ynaydi. Bu reaksiyalar quyidagicha o'tadi.

1. Proton (H^1) atom og'irligi 12 bo'lgan uglerod (C^{12}) yadrosining ichiga kiradi va azotning turg'unmas (radioaktiv) izotopning yadrosi (N^{13}) ni hosil qiladi. N^{13} pozitron e^+ ni chiqaradi va atom og'irligi 13 bo'lgan uglerod izotopining yadrosi (C^{13}) ga aylanadi.

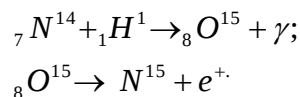


Bunda γ (gamma) – rentgen nurlanishning nurlanish vaqti.

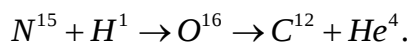
2. Navbattagi proton (${}_1H^1$) uglerod izotopining yadrosiga kira, atom og'irligi 14 bo'lgan 14 bo'lgan azot yadrosi (N^{14}) hosil bo'ldi.



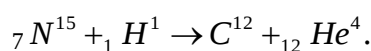
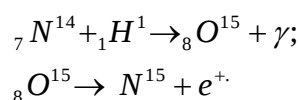
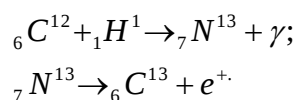
3. Proton azot (N^{14}) yadrosiga kirganda atom og'irligi 15 bo'lgan kislorodning turg'unmas izotopi (${}_8O^{15}$) vujudga keladi, u o'zidan bir pozitron (e^+) chiqarib, atom og'irligi 15 bo'lgan azot izotopining (N^{15}) yadrosiga aylanadi.



4. (N^{15}) yadrosiga kiruvchi yangi proton (H^1) kislorod (O^{16}) yadrosini beradi, (O^{16}) yuqori temperaturada darhol uglerod (C^{12}) yadrosiga ega geliy (He^4 yoki α zarracha) yadrosiga ajraladi.



Shunday qilib, to'la sikl oqibatda geliy (He)ning vodorod (H) dan tashkil topishiga olib keladi, bunda uglerod (${}^6\text{C}^{12}$) ning miqdori o'zgarmaydi, boshqacha aytganda, garchi uglerod yadro reaksiyalarida bevosita o'zi ishtirok etsa-da, bunda u katalizator rolini o'ynaydi. Betenning to'la sikl (birinchi marta uni ochgan olim sharafiga shunday deb atalgan) quyidagi shaklda bo'ladi.



Shunday qilib, Quyoshda doimo vodorod miqdori kamayib boradi va undagi geliyning protsissi ortib boradi. Bunday yadro reaksiya hisobga juda ko'p miqdorda yadro (atom) energiyasi ajralib chiqadi. Bu energiya sekin-asta Quyosh sirtiga o'tib koinotga ko'plab sochiladi.

Nisbiylik nazariyasiga asosan massa va energiya orasida bog'lanish mavjud bo'lganidan bu energiyani hisoblash mumkin.

$$E=mc^2,$$

Bunda- E- energiya, m-massa, c-yorug'likning bo'shliqdagi tezligi. Bête reaksiyasi natijasida to'rtta proton (vodorod yadrolaridan) bitta geliy yadrosi – α - zarracha hosil bo'ladi. Vodorod yadrosining massasi 1,008 (atom og'irliklarida) bo'lganidan, to'rtta proton massasi $4 \cdot 1,008 = 4,032$ ga teng. Yadro reaksiyasida ishtirok etgan vodorod massasining $\Delta m = 4,032 - 4,004 = 0,028$ ga kamayish bilan bir vaqtda $E = \Delta mc^2$ ga teng bo'lgan energiya sochilishi ham ro'y beradi va bu yerda ko'rilgan elementlarning gramm-atomi uchun u $E = 0,028(3 \cdot 10^{10})^2 = 252 \cdot 10^{17} \text{ erg}$ yoki $252 \cdot 10^{10}$ joulga teng bo'ladi. Bu esa taxminan $60 \cdot 10^7$ katta kaloryali issiqlikka tengdir. Bu energiya 0° dagi 6000 tonna suvni 100°C gacha isitish mumkin. Bunday mo'l nur sochish natijasida Quyoshning massasi har sekunda $4 \cdot 10^6$ tonnage kamayadi, lekin Quyosh massasi shunchalik kataligi ($2 \cdot 10^{27}$ tonna), agar u kelgusida ham o'z energiyasini huddi shu Hilda “isrof qilaversa” da, u $2 \cdot 10^{13}$ yil mobaynida yorug' nur sochib tura oladi. Shunday qilib, Quyosh bag'rida bo'lib turuvchi yadro protseslari Quyosh nurlanishining g'oyat zo'r energiya manbai hisoblanadi. Yulduzlardagi nurlanishlar ham shunga o'xshash protseslar natijasida vujudga keladi.

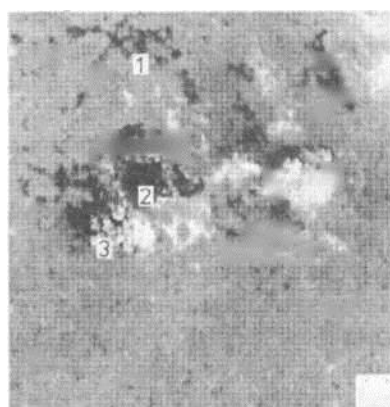
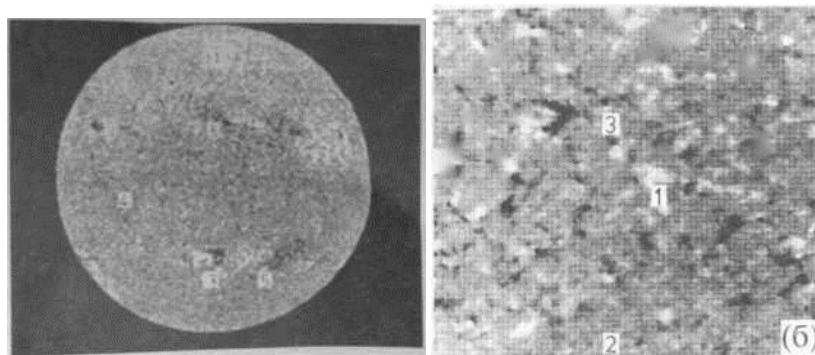
2.2. Quyosh energiyasining o'zgarishining aktevlkga bo'liqligi

Biz yuqorida sokin (tinch) Quyoshning atmosfera qatlamlarini tuzilishi bilan tanishib chiqdik. Bunda avval atmosferani birinchi qatlam deb hisoblab unda o'rtacha temperatura, zichlik va bosimning o'zgarishi, atmosfera modellari bilan, keyin esa tinch Quyosh atmosferasida kuzatiladigan mayda tuzilmalar bilan tanishdik va ularning hosil bo'lish, rivojlanish mexanizmlarini ko'rib chidik. Quyoshning umumiy ko'rsatkichlari: massasi (M_0), o'rtacha zichligi(P), radiusi (R_0), yorqinligi (L_0), atmosfera qatlamlari borligi deyarli arnaydi. Biroq Quyosh sirtida va atmosferasida ko'plab o'tkinchi hodisalarkuzatiladiki, ular birgalikda Quyosh aktivligi darajasini ko'rsatadi. Bunday o'tkinchi hodisalarga quyosh doglari, mash'allar, protuberaneslar (Quyosh atmosferasida qora tolalar) va Quyosh chaqnashlari kiradi. Bu hodisalar Quyosh sirtining nisbatan katta bo'lmagan qismlarida ro'y beradi va ular aktiv (faol) sohalar deb ataladi. Bunday sohalar Quyosh ekvatori atrofida, $\pm 40^\circ$ geliografik kengliklar oralig'ida kuzatiladi. Bu o'tkinchi hodisalar yuqorida ko'rib o'tilgan atmosfera mayda tuzilmalari singari magnit tabiatga ega. Ular Quyosh yuzidagi kuchli magnit maydonda va maydon ustidagi xromosferada va tojda joylashadilar. Aktivlik tuzilmalari bilan tanishishdan oldin Quyosh yuzida ko'rinadigan magnit maydonlar bilan tanishib chiqamiz.

Quyosh yuzida magnit maydonlar. Magnit maydon ko'rsatkichlari (kuchlanganligi, qutbi, yuzasi va maydonda magnit oqim) undagi atomlar hosil qilgan spektral chiziqlar- ning ajralishiga va ulardan sochilayotgan nurlanishning qutblanishiga (Zeeman effekti) ko'ra o'lchanadi. Agar maydon kuch chiziqlari qarash chizig 1 bo'ylab yo'nalgan bo'lsa, u holda ayrim spektral chiziqlar (masalan, Fe X5250 A, temir atomiga tegishli spektral chiziqning to'lqin uzunligi) oddiy magnitli ajralishni ko'rsatadi: chiziq ikkita tashkil etuvchiga ajraladi, ular qarama-qarshi yo'nalgan aylanma qutblanishga ega va chiziq markazidan to'lqin uzunligi bo'yicha $\Delta\lambda = \pm 4.67 \cdot 10^{-13} \lambda^2 g_H \Delta B$ masofaga siljigan bo'ladi. Bu yerda, λ — chiziqning to'lqin uzunligi (A); g — chiziqning magnit maydonda ajralishini tavsiflovchi koeffitsiyent (Lande faktori), H maydon kuchlanganligi (gs, gausslarda). Maydon kuchlanganligi $H = 1000$ gs bo'lganda yuqorida ko'rsatilgan temir chizig'i ($g = 3.0$) ning ajralishi $\Delta\lambda = \pm 0.04$ A boiadi. Bu chiziqning kengligi ham shunday qiymatga teng, ya'ni chiziqni tashkil etuvchilari bir-biri bilan yonma-yon joylashdi. Agar $H = 100$ gs bo'lsa, ular bir-biri bilan qariyb ustma-ust tushadi. Bunday hollarda tashkil etuvchi chiziqlar bir-biridan qutblanishiga ko'ra ajratiladi.

Quyoshning magnitogrammasini olish uchun spektrografning kirish tirqishi oldiga qarama- qarshi qutblangan nurlanishlar bir-biriga nisbatan 90° faza siljishi

beradigan faza plastinka qo'yiladi. Aylanma qutblangan nurlanishlar faza plastinada o'tgandan keyin bir-biriga tik yo'nalgan chiziqli qutblangan nurlanishga aylanadi. Endi bu nurlanishlarni polaroid yordamida bir-biridan ajratish mumkin va ularning intensivligi elektrofotometr yordamida o'lchanadi. Faza plastinkasi, polaroid va



4-rasm. Qism magnetogramma: kulrang oq joylar shimnliy (N), qora joylar (S) **magnit qutblar:** a) yosh aktiv b) sokin soha; I — magnit elementlar hosil qilgan to'r.

Elektrofotometr bilan qurollangan spektrograf spektromagnetograf deb ataladi va uning yordamida kuchlanganligi $H \ll 0.1$ gs gacha bo'lgan magnit maydon qutbi ishorasini, kuchlanganligi va shu maydonda moddaning nuriy tezligi- v_i (± 50 m/s) o'lchash mumkin; Quyoshning magnit maydoni va nuriy tezliklar xaritalarini chizib olish mumkin. Ana shunday magnit xarita 4- rasmda keltirilgan. Rasmda aktiv soha (3), efemer soha (4), qutblar atrofidagi (1), aktiv soha qoldiqlaridagi (5), katta o'lchamli unipolyar (2) va supergranulyatsiya (6) hosil qilgan to'rsimon joylashgan maydonlarini ko'rish mumkin. Kulrang sahdagi oq joylar shimoliy (N),

qora joylar esa janubiy (S) magnit qutbni ko'rsatadi. Yuqori ajratilish bilan olingan magnetogrammalarda sanab o'tilgan barcha turdagi maydonlar, mayda, nuqtasimon magnit elementlardan tashkil topganligini ko'rish mumkin (5-rasm). Bu magnit elementlarning ko'ndalang kesimi 150 km ga, maydon kuchlanganligi esa 1500 gs ga tengligi aniqlangan. Bunda maydonlar bir-biridan ular da magnit elementlar konsentratsiyasi bilan farq qiladi. Aktiv sohalar (a.s.) (3) markazida magnit elementlar shu darajada zich joylashganki, ularni ajratib bo'lmaydi. A.s. chetlarida (3) va bunday soha qoldiqlari (5) da katta o'ichamli unipolyar maydonlarda magnit elementlar supergranulyatsion to'r tugunlarida joylashgan va to'r maydon deb ataladi. Bu to'lqin oqim yuqori qatlamlarda (tojda) zarb to'lqinlarga aylanadi va tojni qizdiradi (bu to'g'rida yuqorida to'xtalgan edik). Magnetogrammada qutblari yonma-yon va zich joylashgan kichkina ($= 30000 \text{ km}$) kuchli (-2000 gs) bipolyar sohalarini ko'rish mumkin. Bu efemer soha deb ataladi (5-rasm, b da 3) va u fotosfera ostidan chiqayotgan yangi magnit oqimni ko'rsatadi. Bunday magnit oqim o'rtacha $2 \cdot 10^{19} \text{ mks}$ (mks — magnit oqim birligi, maksvell) bo'lib, u fotosferaga 1.8 dan 2.6 km/s tezlik bilan chiqadi va o'rtacha 12 soat yashaydi. Efemer sohalar yashash vaqti va o'lchamlari bo'yicha keng intervalni ishg'ol qiladi va bu intervalning bir chetida aktiv sohalar, ikkinchisida esa magnit elementlar joylashadi.

Odatda, aktiv va efemer soha magnit maydoni bipolyar bo'ladi, bular bilan birgalikda magnetogrammada geliografik uzunlik va kengliklar bo'yicha yuz minglab kilometrgacha cho'zilgan bir xil (S yoki N) qutbga ega magnit maydonlar kuzatiladi. Bu maydonlar katta o'lchamli unipolyar (4-rasmda) maydonlar deb ataladi. Ular, odatda ($p > 60^\circ$) yuqori geliografik kengliklardan boshlanib, Quyoshning qutblarigacha yetib boradi. Bunday sohalar da maydonning o'rtacha kuchlanganligi 1 gs bo'lib, ular ustida toj nuri jadalligi eng past bo'lgan toj teshiklari deb ataladigan soha kuzatiladi. Toj teshiklarida magnit maydon kuch chiziqlari radial yo'nalishda Quyosh atmosferasidan tashqariga, sayyoralararo muhitga chiqib ketadi. Bu sohalar ochiq magnit konfiguratsiyaga ega deyiladi. Aktiv soha maydoni esa yopiq magnit konfiguratsiya hosil qiladi, ya'ni a. s. ning N qutbidan chiqqan kuch chizig'i toj qatlamlari orqali yoy shaklida o'tib uning S qutbiga kiradi.

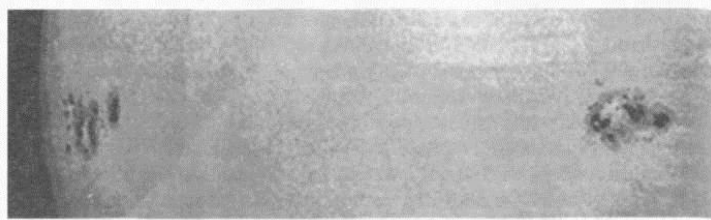
Quyoshning shimoliy va janubiy qutblari atrofida N yoki S magnit qutbga ega to'rsimon maydonlar kuzatiladi. Bu maydonlar eng uzoq (10 yil) yashaydigan magnit maydonlar bo'lib, agar shimoliy qutb yaqinida S qutbli maydon kuzatilsa, janubiy qutb atrofida albatta, N qutbli maydonlar kuzatiladi. Bular Quyoshning qutbiy magnit maydonlari bo'lib, o'rtacha kuchlanganligi $= 0.6 \text{ gs}$ ga teng. Qutbiy maydon qutblari 11 yillik davr bilan qarama-qarshisiga almashinib turadi va bu qutbiy maydonlar keyingi maksimumgacha saqlanadi. Bu hodisa pastki geliografik kengliklardan kelayotgan

unipolyar magnit maydonlarga bog'liq holda Quyosh aktivligi maksimumga yetgandan keyin 1-2 yil o'tgach ro'y beradi. Aktiv sohalarda magnit qutblaming joylashishi qat'iy qoidalarga bo'ysunadi. Birinchidan, a.s. magnit maydoni qutblarini tutashtiruvchi chiziq maydon o'qi, ekvator bilan $= 10^\circ$ burchak hosil qiladi. Ya'ni maydonning g'arb tomonidagi qutbi (sardor qutbi) sharq tomonidagi qarama-qarshi qutblisi (dumgi qutb)ga qaraganda ekvatorga yaqinroq joylashgan. Ikkinchidan, agar shimoliy yarim sharda sardor N qutbga ega bo'lsa, janubiy yarim shardagi sardorlar S qutbli bo'ladi. Aktiv sohaning kengayishi shundayki, sardor qutblar ekvator tomon, ularni sheriklari (dumgi qutblar) esa Quyoshning qutblari tomon siljiy boradi. Aktivlik maksimumga yetganda dumgi qutblardan hosil bo'lgan unipolyar maydonlar Quyoshning qutblari yaqiniga yetib boradi va u yerdagi qutbi ularnikiga qarama-qarshi bo'lgan maydonlar bilan to'qnashadi va ularni yemira boshlaydi. Uchinchidan, yangi aktivlik siklida bipolyar qutblaming joylashishi oldingi sikldagining teskarisi bo'ladi. Hozirgi № 23 siklda Quyoshning shimoliy yarim sharidagi bipolyar sohalarning sardori N, janubiy yarimshardagilarniki esa S qutbdir. Shimoliy qutb atrofida S, janubiy qutbda esa N qutbli maydonlar joylashgan. 2007-yilda Quyosh aktivligining № 24 sikli boshlanadi. Bu yangi siklda endi shimoliy yarimshardagi aktiv sohalarning sardor qutbi S, janubiy yarimshardagilarniki esa N bo'ladi. Shunday qilib, Quyosh yuzidagi magnit maydonlar o'zgaruvchan bo'lib, qutblarining joylashishi 22 yillik davr bilan takrorlanadi. Bu hol ular fotosfera ostida hosil bo'lsa kerak degan xulosaga olib keladi. Agar magnit hosil qiladigan jarayon Quyosh markazida bo'lganda edi hosil bo'ladigan magnit maydonlar kuzatiladigan singari tez (1—2 oy) o'zgar- magan bo'lardi. Bunga misol Yeming magnit maydonidir. Yerning magnit maydoni dipol maydon bo'lib, uning magnit o'qi aylanish o'qi bilan 11° burchak tashkil etadi. Biroq Yerning magnit maydon qutblarining joylashishi oxirgi 300 yil ichida o'zgarmagan. Shuning uchun uni Yer o'zagidagi plazma oqimlari bilan bog'lashadi.

2.3. Quyoshning aktiv sohalari

Fotosfera osti qatlamlardan chiqayotgan kuchli magnit maydonlar ta'sirida hosil bo'ladigan va Quyosh atmosferasining fotosferadan tojgacha bo'lgan barcha qatlamlarini o'z ichiga olgan atmosfera sohasi aktiv (faol, ya'ni o'zgaruvchan) soha (a.s.) deb ataladi. Aktiv soha ostida, odatda uning o'rtasida, fotosferada Quyosh dog'lari kuzatiladi. Demak, aktiv soha dog'ning usti va atrofini o'z ichiga olgan magnit maydondir. Aktiv sohada ro'y berayotgan o'zgarishlar (soha intensivligi,

yuzasi va ichki mayda tuzilishining o'zgarishi) fotosfera ostidan atmosfera qatlamlariga ko'tarilayotgan magnit oqimning ($F(t) = jHds$) ko'payishi va kamayishi bilan bog'liq. Efemer (kichik) aktiv sohalarda magnit oqim 10^{19} mks, rivojlangan aktiv sohalarda esa 10^{20} mks tashkil etadi. Aktiv sohalarning rivojlanishi davomida ularda magnit oqim 10^{18} dan 10^{21} mks gacha o'zgaradi. A.s. fotosferaning kichik (10^8 kvadrat km) yuzachasiga kuchli (kuchlanganligi 1500 gs) magnit maydon chiqishi bilan boshlanadi. Magnit oqim chiqayotgan joyda awal yorug' mash'al (5-rasm) keyinchalik esa qora quyosh dog'lari hosil bo'ladi. Mash'al aktiv sohaning fotosfera qismi va har bir a.s. albatta mash'al ko'rsatadi, biroq mash'alni faqat Quyosh gardishi yaqinida (gardish markazidan 0.7—1.0 masofada) ko'rish mumkin (1.26-rasmning chapida). Mash'al to'rsimon ko'rinishga (to'r tugunlarida yorug' nuqtalar) ega va foto- sferani ustki qismida joylashadi. Uning yuzasi dog' yuzasidan o'nlab marta katta. Dog'lar a.s. ning o'zagi hisoblanadi va ular, odatda ko'ndalang kesimi 2500 km keladigan bir necha qora xol (pora)lar tudasi sifatida ko'rinadi. Poralar kuchli (2000 gs) magnit maydonga ega, ulaming bir qismi N qutbli, qolganlari S qutbli. Quyoshning o'z o'qi atrofida aylanishi



5-rasm. 2003-yil 27-iyulda olingan Quyosh tasvirining bir qismi. Unda ikkita katta dog'lar guruhini ko'rish mumkin. O'ngda multipolyar, chapda (gardishning sharqiy chegarasi yaqinida) bipolyar dog'lar guruhi.

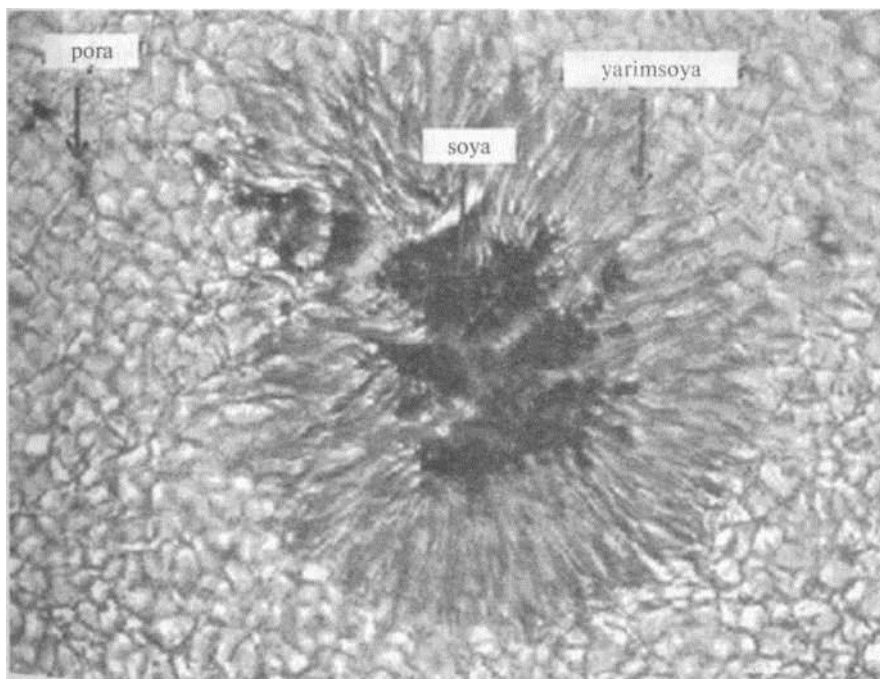
yunalishida oldingi poralar (ular bir xil magnit qutbga ega) tez suratlar bilan olg'a harakatga keladi va 1-2 kun ichida qo'shilib, kattagina dog' hosil qiladi. Bu yetakchi dog' g'arbga (5-rasmda o'ngga) tomon harakatini davom ettiradi va kattalasha boradi.

Yetakchi dog'ga qarama-qarshi qutbga ega poralar ham bitta katta dog'ga yig'iladi (4-rasm), bu dog' birinchi poralar to'dasi hosil bo'lgan joyda qoladi va 10 kun davomida maksimal kattalikka yetgach parchalana boshdaydi va 10 kundan keyin ko'zdan g'oyib bo'ladi. Yetakchi dog' asta-sekin kattalasha borib, g'arbga tomon harakati to'xtaydi. U tim qora (yorug' fotosferaga nisbatan, intensivligi fotosferanikidan 10 marta kam) o'zak (soya)ni o'rab tumbvchi yarimsoya (fotosfera intensivligini $3/4$ qismiga teng) bilan o'ralgan. Ulkan dog'larning diametri Yernikidan bir necha marta katta. Dog' o'zagining yuzasi uning to'la (yarim soya bilan birgalikda) yuzasidan olti marta kichik. O'zakda magnit maydon kuchlanganligi 3000—4000 gs yetadi va maydon kuch chiziqlari Quyosh sirtiga

tik yo'nalgan bo'ladi. Yarim soyada kuch chiziqlari vertikallikdan tashqi tomonga ancha og'ib, yarim soyaning tashqi chegarasida gorizontali yo'nalishni egallaydi va maydon kuchlanganligi yarim soyada 1000 gs va uning tashqi chegarasida 10 gs gacha kamayadi. O'zak ichida temperatura 4000 K, ya'ni atrof fotosferanikidan 2000 K ga past, shuning uchun dog' yorug' fotosferaga nisbatan qora bo'lib ko'rinadi. Soya ichida oydinroq (5-rasm) qismlari ham bor. Bu qismlarda o'zak nuqtalari kuzatiladi va ularda magnit maydon kuchlanganligi 2500 gs va kuch chiziqlari sirtga aniq vertikal holda yo'nalgan. O'zak nuqtalari fotosfera granularlaridan besh marta kichik va yarim soatdan ko'p yashaydi. Bu natijalar fizika- matematika fanlar doktori I. Sattorov tomonidan O'z FA Astronomiya instituti Quyosh teleskopida bajarilgan kuzatishlarga asoslanib birinchi bor topilgan va Xalqaro Astronomiya Uyushmaning 1982-yilgi muhim natijalari sifatida qayd qilingan. Bunday nuqtalar fotosfera magnit to'ri rasmlarida ham ko'rinadi va kuchli magnit maydonda fotosfera granulatining yangi holati sifatida qayd qilingan.

Yarim soya ham nafis mayda tuzilishga ega. U o'zakdan boshlanib dog'ning tashqi chegarasigacha cho'zilgan qora va oq tolalardan tarkib topgan (5- rasm). Pedagogika fanlari doktori M. Mamadazimov Rossiya FA ning Bosh Astronomik Observatoriyasi Quyosh teleskopida yarim soya tolalarining yuqori ajralishga ega spektrini birinchi bor olgan va unga asoslanib yarim soyada modda oqimini o'rgangan hamda bu oqim (Evershed oqimi - bu oqimni dastlab 1908-yilda kuzatgan ingliz olimi sharafiga shunday nomlangan) qora tolalar bo'ylab ro'y berishini topgan. Oq tolalar bo'ylab modda oqimi o'zakka tomon yo'nalgan. Yarim soya tolalari magnit maydon kuch chiziqlari bo'ylab yo'nalgan.

Quyosh dog'lari qarama-qarshi qutbli ikkita yoki bir necha dogiardan iborat (bipolyar) guruh tarzda kuzatiladi. Guruh dog'lari sharq-g'arb yo'nalishda qator hosil qiladi. Bu qatorning uzunligi 50 mingdan 100 ming km gacha etadi (6-rasm). Chetki qarama-qarshi qutbli guruh bosh dog'larini tutashtiruvchi chiziq, guruhning magnit o'qi, sutkai parallel bilan kichik (10 gradus) burchak hosil qiladi, ya'ni yetakchi dog'ning geliografik kengligi dumgi dog'nikidan 10 gradusga past yoki guruh (magnit) o'qi ekvator tomon og'gan. Dog' guruhida yetakchi va dumgi dog'lar orasida



6-rasm. Quyosh dog'i va uning atrofidagi fotosferada granulyatsiya, soya, yarimsoya, poralar ko'rinishi. O'zak ichi bir jinsli bir xil qoralikda emas, uning nisbatan yorug' qismlari dog' nuqtalardan tarkib topgan. Soyaning tim qora qismlarida ham dog' nuqtalari ko'rinadi.

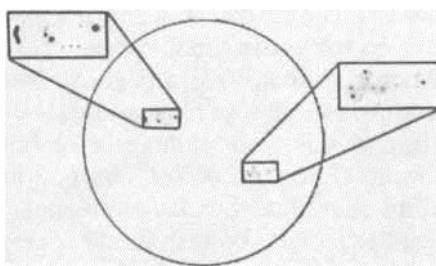
nisbatan kichik dog'lar ham uch- raydi. Ularning magnit qutblari shimoliy yoki janubiy bo'ladi. Hammasi bo'lib dog'lar guruhida bir nechtadan 50 tagacha alohida dog'lar bo'lishi mumkin. Bipolyar guruh dog'lar guruhlarining yagona turi emas. Ayrim hollarda bipolyar a.s. bitta dog'ga ega bo'ladi. Bunday dog' unipolyar dog' deb ataladi. Bu dog' magnit maydonning ikkinchi jufti sochilganda bo'ladi va ular ustida mash'al kuzatiladi. Dog'lar guruhining yana biri katta yuza va zichlikka ega bo'lgan multipolyar (ko'p qutbli) guruhdir. Eng katta bunday dog' umumiy yarim soyaga ega va ko'plab qarama-qarshi qutbli o'zaklarni o'z ichiga oladi (6-rasm) va yuzasi Quyosh gardishi yuzining mingdan 2—3 ga teng bo'ladi. Ularda kuchli, ko'plab Quyosh chaqnashlari va modda otilib chiqishlari ro'y beradi. Buning sababi ko'p qutbli murrakkab dog'lar ustidagi a.s. magnit maydoni va kuchlanganligi nolga teng sirt (nol sirt yoki nol chiziq va nuqta) tuzilishi murakkab. Dog' guruhi ichida yangi dog' hosil bo'lishidan oldin bor magnit maydonni g'alayonlantiradi, tok qatlam hosil qiladi va unda katta tok oqa boshlaydi. Natijada Quyosh chaqnashi ro'y beradi va toj moddasi katta tezlikda otilib chiqadi.

Dog'lar guruhining yana bir turi uzunligi 200—300 ming km bo'lgan bir xil kattalikdagi (katta dog'lar, ko'ndalang kesimi 50 ming km) va yonma-yon joylashgan dog'lar qatoridir (6-rasm). Bunday dog' guruhlarini Quyoshni baland joylashgan tutun orqali kuzatilganda teleskop- siz ko'rish mumkin. Bu to'g'rida qadimgi Xitoy yozma yodgorliklarida bundan 2000 ming yil oldin yozib

qoldirilgan. Quyosh dog'lari teleskop kashf etilgandan keyin (1610—1611 -yil) muntazam kuzatila boshlangan. Baland (10 m) tomdagi kichkina (2 sm) teshikdan qorong'i uy poliga tushayotgan aylana shakldagi yorug' gardish (u Quyosh tasviri) yuzida katta dog'larni ko'rish mumkin.

Birinchi kuzatuvchilar dog'lar Quyosh gardishi bo'ylab siljib borishini payqaganlar va buni Quyoshning o'z o'qi atrofida aylanishi bilan bog'laganlar. Dog'lar soni yil sayin ko'payib-kamayib turishini aniqlaganlar. 1843 yilda nemis dorishunosi va astronomiya ishqivozi Genrix Shvabe 40 yildan ortiq vaqt davomida kuzatishlarga asoslanib dog'lar soni 11 yillik davr bilan o'zgarishini topdi. 1848-yilda shveysariyalik (Syurix) astronom Rudolf Volf dog'lar sanog'ining nisbiy sonini R kiritdi. Unga ko'ra Volf soni quyidagi-cha hisoblanadi:

$$R = \kappa (10 g + f). \quad (2.1)$$



7-rasm. Quyosh dog'larini o'zgarishini kuzatilayotgan qismi.

Buyerda: κ -kuzatish usuli va teleskopga bog'lik doimiy (uodatdabizgayaqinvaharbirrasadxonauchun ma'lum qiymatga ega); g -Quyosh yuzida ma'lum vaqt da dog' guruhlar soni; f - barcha guruhlardagi dog'lar soni- Volf soni ma'lum bir vaqt momentida Quyosh gardishida kuzatilayotgan dog'larning nisbiy sonini belgilaydi. Birkun davomida volf soni birxil, keying kuni boshqa qiymatda bo'lishi mumkin. Dog'lar guruhi parchalanib ko'zdan g'oyib bo'lgandan keyin a.s. da faqat mash'allar qoladi va ular kengayib, xiralasha boradi. Ular katta o'lchamli unipolyar (6- rasmda) magnit maydonlar ustida joylashadi.

2.4. Xromosferada aktivlik tuzilmalarivato'zgaruvchan jarayonlar

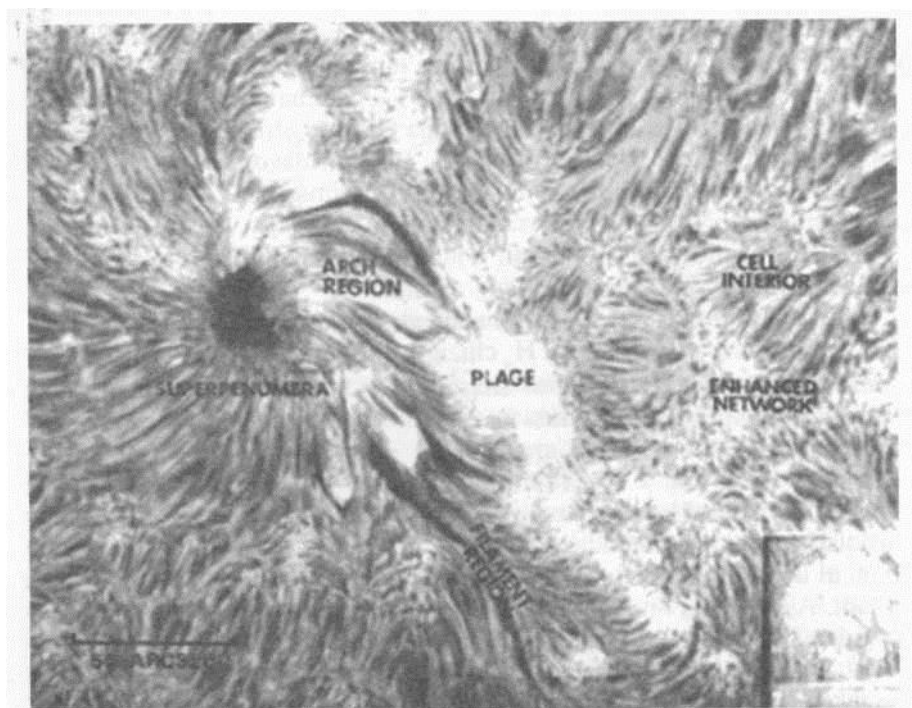
Xromosferani vodorodning H chizig'i nurida ko'rish va rasmga olish mumkin. Bu chiziq xromosfera sharoitida (11 ming gradus) maksimal jadallikka erishadi va uning nurida fotosfera notiniq bo'ladi. 6-rasmda xromosferaning Quyosh dog'i atrof qismi (180 mingga 140 ming km) keltirilgan. Unda dog' o'zagi

(qora) dan boshlanib radial yoʻnalgan koʻplab oq va qora tolalarni koʻrish mumkin. Bu tolalar dogʻ magnit maydoni kuch chiziqlariga yopishgan moddani tasvirlaydi va ularning bir uchi dogʻda boʻlsa, ikkinchi uchi dogʻdan ancha uzoqdagi dogʻ qutbiga teskari magnit qutbda boʻladi. Ayrim yoʻgʻon tolalarning ikkinchi uchi yorugʻ maydonchalarga (dogʻdan oʻngda va pastroqda, plage) tushgan. Bu maydonchalar flokkula deb ataladi va kuchli (2000 gs) teskari magnit qutb ustida joylashgan. Ayrim ingichka parallel tolalar supergranulyatsion uya ustida joylashgan boʻlib (dogʻdan oʻngda, rasm chetiga yaqin) ularning uchlari uya chetidagi qarama-qarshi magnit qutblarga tushadi.

Dogʻlari gʻoyib boʻlgan, kengayotgan aktiv sohaning (6-rasmda) qarama-qarshi qutblari chegarasi boʻylab yoʻgʻon qora tolalar kuzatiladi. Quyosh yuzida H chiziq nurida kuzatiladigan koʻplab soʻngan a.s. ichidagi bunday keng qora tolalar bir-bir bilan tutashib ketadi va katta oʻlchamli magnit maydon qutblarini ajratib turadi (vertikal maydon nol chizigʻi). Ular bunday magnit maydonlar bilan birgalikda Quyoshning qutblari tomon siljib boradi.

Qora tola Quyosh gardishidan tashqarida, osmon sahnida yorugʻ protuberanes (doʻnglik) sifatida koʻrinadi. Ayrim hollarda tolaning bir qismi gardish yuzida koʻrinsa, bir qismi uning tashqarisida protuberanes sifatida koʻrinadi. Vaqti-vaqti bilan ayrim protuberanes (qora tola) lar toʻsatdan koʻtarila boshlaydi va tashqi tomon fazoga kengayib uchib ketadi (koʻzdan gʻoyib boʻladi).

Asosan ichida murakkab Quyosh dogʻlari boʻlgan a.s. da uchib ketayotgan Qoʻra tolaning ikkala tomonida unga parallel joylashgan ikkita lentasimon haqmoq chaqnaydi. Bu esa yorugʻlikni tezda bir necha martaga koʻpaytiradi. Bu Quyosh chaqnashi deb ataladi va u bir necha minutda maksimal yorugʻlikka erishib, 1—2 soat davomida soʻnadi. Chaqnashlar dastlab rentgenda, keyinchalik vodorod chizigʻi nurida va nihoyat, radiodiapazonda kuzatiladi. Ular noissiqlik tabiatga ega fizik jarayonlar natijasida nihoyatda yupqa qatlamda ($t^{\circ}k$ qatlam) boshlanadi va ular natijasida 100 sekunddan 1000 sekundgacha



8-rasm.Vodorod chizig 'i H nurida yuqori ajratilganlik bilan olingan xromosfera qora tolacha (fibrilla) lardan tarkib topgan. Tolachalar magnit maydon kuch chiziqlari bo'ylab yo'nalgan (plage — flokkula, active region — aktiv soha, superpenumbra — xromosferada dog'lar atrofi supersoya, filament region — qora tola,

Vaqt ichida ajralib chiqqan ulkan energiya (10^{24} joul) atrofni qaynatib, unga tarqaladi. Chaqnash ikki fazaga bo'linadi: impuls tarzdagi bosh va pasayuvchi fazalar.Quyosh chaqnashlari ular egallagan yuzaga ko'ra to'rtta sinfga bo'linadi (2-jadvalga qarang). Quyosh chaqnashi uning barcha atmosfera qatlamlarida ketma-ket ro'y beradigan yorug'¹ chaqnash sifatida spektrning har xil qism- larida kuzatiladi.Birichi bo'lib chaqnash qattiq rentgenda (1—8 A) ro'y beradi.

2-jadval

Bali	Yuzasi, kvadrat graduslarda	Yuzasi, kvadrat kilometrlarda	Yorug'ligi
subchaqna sh	< 2	< 300	xira, norm, yorug' ¹
1	2.1 dan 5.1 gacha	300 dan 750 gacha	xira, norm, yorug'
2	5.2 dan 12.4 gacha	750 dan 1850 gacha	xira, norm, yorug'

3	12.5 dan 24.7 gacha	1850 dan 3650 gacha	xira, norm, yorug'
	> 24.7	> 3650	xira, norm, yorug'

Qattiq va yumshoq rentgenda chaqnashdan kelayotgan quvvat Yerningsun'iy yo'ldoshiga (GOES tipidagi) o'rnatilgan rentgen detektorlar yordamida muntazam o'lchab boriladi. Rentgen chaqnashlar natijasida Yer atrofida qayd qilingan quvvat $0.8 \cdot 10^{-4} \text{ Vt/m}^2$ oraliqda bo'ladi. Oq nurda bu quvvat 1366 Vt/m^2 ga teng.

Quyosh chaqnashi paytida undan yuqori energiyali (100 eV) elektronlar va protonlar oqimi otilib chiqadi. Bunday oqimlar, shu jumladan, Quyosh shamoli (Quyoshdan barcha tomonga tarqalayotgan, zaryadlar oqimi) ham Yer yo'ldoshiga o'rnatilgan sanoqchilar yordamida qayd qilib turadi.

2.5.Tojda aktivlik tuzilmalari va tojning radionurlanishi

Quyosh atmosferasining toj qatlami gardish yuzida va undan tashqarida rentgen (MgXI A.9.2 A) va chegaraviy UB spektral chiziqlari (Fe XVI $\wedge$ 284 A, Fe XII XI95 A) nurida yaqqol kuzatiladi. 8-rasmda Quyoshning rentgen tasviri keltirilgan.Bu rasmda toj, awalo ko'plab topganligini ko'rish mumkin.Sirtmoqlarning ikkala uchi ham ichki qatlamlarga kirib ketgan va ular qarama-qarshi magnit qutblarga kirishini tasavvur etish qiyin emas. Chunki bu yorug' tuzilmalar a.s. lar ustida joylashgan. Bunday magnit maydonlar yopiq magnit strukturani hosil qiladi. Magnit maydoni yo'q yoki kuchsiz sohalarda toj intensivligi past bo'ladi. Bu sohalarda kuchsiz maydonlar ochiq magnit strukturaga ega. Bu maydon kuch chiziqlarining bir uchi shu qora sohalarda bo'lsa, ikkinchi uchi juda uzoqda, boshqa yarimsharda boiishi mumkin. Bunday kuch chiziqlar Quyoshdan uzoq-uzoqlargacha cho'zilgan va ular sayyoralararo magnit maydon kuch chiziqlari sifatida qaraladi. Kuch chiziqlari bo'ylab, ular atrofida aylangan holda, Quyosh shamoli, elektronlar va protonlar oqimi tarqaladi.

Quyosh kuchli radionurlanish (10^6 — 10^{10} gs chastotalarda) manbayi amdir.Bu radionurlanish tutash (uzluksiz) radioto'lqinlar ketma-ketligidan iborat. Quyoshning radiospektri uning IK spektmi uzun to'lqinli chegarasidan) boshlanadi va keng (k & 10 m) elektromagnit to'lqinlar diapazonini egallaydi. Radio kvantlar energiyasi 10^{-5} eV dan kam bo'lsada, kelayotgan radionurlanish oqimi yetarli darajada kuchli radiocharsillash chiqaradi. Biroq spektrda radio chiziqlar qayd qilinmagan. Yorug' sirtmoqsimon tuzilmalardan tashkil



9-rasm. Quyoshning rentgen tasvirida a.s. yorug' qora joy toj teshigi.

Quyoshning radionurlanishi 4 turga bo'linadi: I tur — radio shovqin deb ataladi va umumiy Quyosh aktivligi metrli diapazonda hosil qiladi, soatlar va kunlar davomida ro'y berib turadi, a.s. bilan bog'liq, chaqnashlar bilan bog'liq emas; II tur — metrli to'lqinlarda razryad ko'rinishiga ega, 10^5 — 10^6 gs chastotalarda kuzatiladi, chastotasi sekundiga bir Mgs dan pasayib borishi, manbadan sekundiga ming km tezlik bilan uzoqlashayotgan harakat bilan bog'liq degan xulosaga olib keladi; III tur — Quyosh chaqnashlari bilan bog'liq metrli to'lqinlarda razryad, 10^6 — 10^9 gs chastotalarda kuzatiladi, chastotasi sekundiga 100 Mgs dan yuqori chastotalardan pastlari tomon siljib boradi, manbadan sekundiga 150 ming km tezlik bilan tarqalayotgan energiyasi 10— 100 keV elektronlar nur dastasi bilan bog'langan; IV tur — Quyosh chaqnashining impuls fazasidan keyin soatlab davom etadi, keng chastotalar oralig'ida tutash spektr singari sochiladi, nurlanishi aylana bo'ylab qutblangan, uni hosil qilayotgan manb'a elektron bulut bo'lib, sekundiga bir necha yuz km dan ming km gacha tezlik bilan harakatda sinxrotron xususiyatga ega. Bulardan tashqari sm to'lqinlarda sochiladigan tutash impuls nurlanish razryad ham kuzatiladi. Bu mikroto'lqin razryad yuqori tezlikka, yuz va ming keV energiya- ga ega elektronlarning girosinxrotron nurlanishidir. Ular manbayi toj sirtmog'i tepa qismida joylashgan. Radionurlanishning yana bir turi, millisekunddagi chaqmoqchalardir, bu radio chaqnashlar minglab mayda chaqmoqchalardan tashkil topadi, ular sekundning mingdan biri ichida kuzatiladi.

2.6. Quyosh aktevligi qonunyalari.

Dog'lar sikllari. Bir yillik o'rtacha Volf sonining yillar bo'ylab ko'payishi va kamayishi o'rtacha 11 yil davr bilan takrorlanadi. Dog'lar kam (volf soni $R \leq 10$) yil aktivlikka minimum yili, eng ko'p ($R \geq 2000$) yil aktivlik esa maksimum yili deb ataladi. Aktivlik minimumidan maksimumga 4 yilda ko'tariladi va maksimumdan keyingi minimumgacha 7 yilda tushadi. Ayrim aktivlik maksimumi ikki urkachli bo'ladi. Dog'lar sonining bir minimumdan keyingi minimumgacha o'zgarishi bir

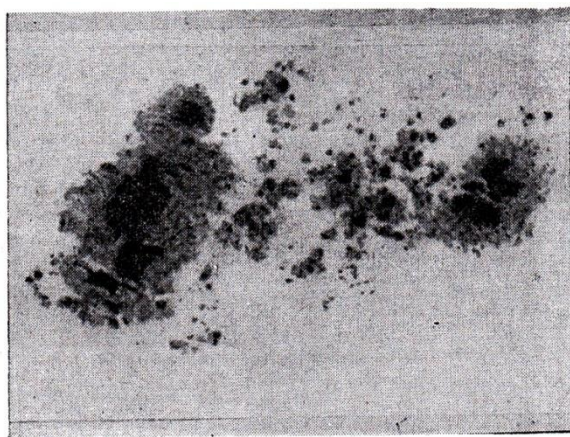
dog'lar siklini hosil qiladi. Dog'lar sikllari har xil maksimumga ega bo'lishi mumkin. Maksimumlar yillar sari asta-sekin ko'tarilib va pasayib turadi. Maksimumlarning o'rtacha qiymati 80-100 yillik bilan o'zgarishi topilgan.

Xeyl qonuni va 22 yillik sikl. Bir sikl davomida shimoliy va janubiy yarimsharlardagi bipolyar dog'lar qutblarining joylashishi qarama-qarshi, agar shimoliy yarim sharda sardor dog' N qutbiga ega bo'lsa, janubiy yarim sharda shunda dog' S qurbga ega bo'ladi. Ikkinchi siklda qutblarning joylashishi endi teskarisiga almashinadi, shimoliy yarimsharda sardor dog' S qutbga ega bo'ladi va janubiy yarimsharda shunday dog' N qutbga ega bo'ladi. Uchunchi siklda qutblarning joylashishi birinchidagidek bo'ladi, demak, qutblarning bir xil joylashishi 22 yillik davr bilan takrorlanadi. Bu 22 yillik yoki Xeyl (dog'lar magnet maydonini kashf etgan amerikalik astronom olim) sikli deb ataladi.**Quyosh yuzida dog' hosil bo'ladigan sohalar va Shperer qonuni.** Dog'lar Quyosh ekvatori [Quyoshning aylanish o'qiga tik va uning markazidan o'tuvchi tekislikni Quyosh sirti bilan kesishish chizig'i (katta aylana)] atrofida, shimoliy va janubiy aktivlik belbog'larda (5 gradusdan to 40 gradusgacha) uzatiladi. Quyosh aktivligi sikli boshida dastlabki dog'lar yuqori ($\pm 40^0$) kengliklarda ko'rinadi. Aktivlik oshgan sari dog'lar pastroq kengliklarda ham ko'rina boshlaydi, dog' hosil qiladigan soha ekvator tomon kengaya boshlaydi, bu kengayish aktivlik maksimumigacha davom etadi va undan keyin sohaning yuqori kengliklar chegarasi pasaya boshlaydi. Siklning oxirgi dog'lari $\pm 5^0$ da ko'rinadi. Bu qonuniyatni Shperer kashf etgan va uning nomi bilan ataladi. Shimoliy va janubiy yarimsharlardagi davomida aktivlik o'rganiladi. Bunday tekshirishlar Quyosh yuzida aktivlik o'choqlari yoki aktivlik inlari va to'g'rirog'i yuqori aktivlik ko'rsatuvchi uzunlamalar intervallari borligi kashf etildi. Dastlab dog'larga nisbattan belgilangan bu uzoq yashovchi a.s. oxirgi 30 yillar davomida aktivlik komplekslari (s.k.) deb atala boshlandi. A.k.larning uzunlama bo'yicha kengligi 90^0 , aktiv sohalar kuzatiladigan kengliklarni o'z ichiga oladi, yashash vaqt ikki yil. 11 yillik sikl davomida har bir a.u.i. ikki martagacha uyg'onish mumkin.

Aktivlik indeksi va uni yillar sari o'zgarishi. Berilgan vaqt momentida o'lchangan biror aktivlik ko'rsatgichi aktivlik indeksi deb ataladi. Quyosh dog'larining nisbiy sohi, Quyosh chaqnashlari soni, Quyosh yuzida dog'lar yoki mash'allar yoxud flokulalar egallab turgan yig'indi yuza, flokulalarning intensivligi, Quyoshdan kelayotgan to'la radio yoki rentgen nurlanishlar oqimi quvvati aktivlik indeksleri bo'lishi mumkin. Ular Quyoshning aktivlik darakasini ko'rsatadi va bir oylik yoki bir yillik o'rtacha qiymatining yillar sari o'zgarib borishi o'ratcha 11 yillik davrga ega. Dog'larning nisbiy soni (Volf soni) ning o'zgarishi bilan bir xil fazada o'zgaradi. Quyosh aktivligining maksimumlari yoxud minimumlari orasidagi 11 yilga yaqin davr Quyosh aktivligi sikli deb

ataladi. Quyosh yuzidagi magnit maydonlar yig'indi yuzasi ham 11 yillik davr bilan o'zgaradi.

Quyosh dog'lari. Qora dog'lar fotosferaning eng kuzga ko'rinarli maxsulidir. Ularni teleskop kashf etilishidan oldin ham rus va xitoy kuzatuvchilari ko'rganlar, bu kuzatishlar tegishli yilnomalarda qayd etilgan. To'la etilgan dog' (3 rasm) taxminan doira shaklidagi qora markaziy yadrodan yoki sohadan va unga nisbatan yorug'roq bo'lgan va uni o'rab olgan halqasimon yarim soyadan iboratdir. Juda kattalashtirilganda yarim soya ham fotosferaning qolgan qismi singari ayrim donalar kabi tzilishga ega, ammo uning garnulalari goh yadrodan turli tomonga yo'nalgan nurlar, goh turlicha qiyshaygan uzunroq "tolalar" shaklida ko'rinadi. Dog'larning temperaturasi - atrofidagi fotosfera temperaturasidan $1000-1500^{\circ}$ ga pastroqdir. Shhuning uchun dog'larning yadrolari fotosferaga nisbattan mutloq qora bo'lib



10-rasm. Quyosh dog'larining katta gruppasi.

ko'rinadilar. Haqiqatdan esa dog'larning yadrosi qolgan fotosfera yuziga nisbatan eng ko'pi – besh martagina xiraroq. Agar zenitga yaqin turgan Quyosh butunlay dog'lar bilan qoplanganida edi, uning umumiy yorug'ligi u gorizontdan $8-10^{\circ}$ balandlikdagidek (yer atmosferasida yutilishi natijasida) xiralashgan bo'lar edi. Dog'larning paydo bo'lishi. Granulyatsiyaga qarama-qarshi o'laroq dog'lar doimo kuzatilavermaydi. Ular goh paydo bo'ladi, goh g'oyib bo'lib turadi. Ular ko'pincha grupp-gruppa bo'lib paydo bo'ladilar. Bunday gruppaning paydo bo'lishi fotosferada kichkina qora nuqtalar ("poralar") ning paydo bo'lishidan boshlanadi. Keyinchalik bu "poralar" dan ko'pincha juda ko'p maydaroq dog'chalar bilan o'ralgan, odatda, ikkita katta asosiy dog' gruppalar vujudga keladi. Gruppadagi "oldingi" (g'arbiy) dog' odatda tezroq harakatlanadi va vaqt o'tishi bilan grupp

cho'zilib ketadi. "Orqadagi" (sharqiy) dog' ko'pincha tezda ayrim qismlarga bo'luina boshlaydi va yo'qolib ketadi, oldindagi dog' esa hali birmuncha vaqt qolib, kuzatilib turadi.

Dog'ning umri o'rta hisob bilan 2-3 oyga teng. Turli dog'larda u turlicha bo'lib, bir kunda bir yilgacha va ko'proq vaqtga cho'ziladi. Dog'larning kattaliklari ham juda xilma-xildir. Ba'zan diametri 100 00 km dan ortiq bo'lgan dog'lar, ya'ni yer diametridan 8-10 marta katta bo'lgan dog'lar kuzatiladi. Bunday dog'larning bir necha kun, xatto bir necha soat mobaynida paydo bo'lib va yo'qolib ketishlarini nazarda tutsak, Quyoshda bo'ladigan protseslarning qanchalik zo'r, shiddatli ekanligi haqida tasavvur hosil qilish mumkin. Bunday katta dog'lar oddiy ko'zga (masalan, Quyosh chiqayotganda yoki botayotganda) oson ko'rinadi.

Dog'larning quyosh sirtidagi taqsimoti goyat notekisdir. Ular Quyoshning faqat ekvatorial qismi, taxminan 30^0 shimoliy va janubiy kengliklar orasida, juda siyrak holda 30 va 45^0 lar orasida ham paydo bo'ladilar, 45^0 dan yuqori kengliklar esa dog'lar deyarli butunlay kuzatilmaydi. Dog'lar Quyosh sirtida siljib yuradi, lekin dog'larning o'ziga xos siljishi juda oz va tartibsizdir.

Dog'lardagi moddaning harakati. Spektral kuzatishlar dog' yadrolarida 1-2 km/sek tezlik bilan yuqoriga chiquvchi oqimlarning mavjudligini, yarim soyada esa gazlarning ko'pincha markazdan chetga qarab xarakatlanishini ko'rsatadi. Demak, Quyosh bag'ridan doimo alangali gaz massalari ko'tarilib chiqib, kengayib, soviydi va fotosfera yuziga o'yilib, dog' soyasi (yadro) ni hosil qilar ekan.

Dog'lar kuchli magnit maydoniga (kuchlanish 100 dan 4500 gausgacha) ega ekanligi 1908 yilda aniqlandi. Bunday magnit maydoni dog' spektrlaridagi chiziqlarning bo'linishida ko'rinadi. Magnit maydonning kuch chiziqlari (hech bo'lmaganda dog'ning markaziy qismiga) quyosh sirtiga tik yo'nalgandir. Shu sababli dog' diskining markazi yaqinida bo'lganda magnit maydonning chiziqlari ko'rish nuri bo'ylab ko'rinadi. Quyoshning chetida esa magnit maydoni ko'rish nuriga perpendikulyar ravishda joylashadi va spektral chiziqlar uchta tashkil etuvchiga bo'linadi.

Shunisi ajoyibki, yagona dog'larga nisbatan ancha ko'p uchraydigan qo'shaloq dog'lar (bipolyar gruppalar) da gruppani tashkil etuvchi dog'lar qarama-qarshi magnit qutbga ega bo'ladi. Qo'shaloq dog' go'yo ikki "shimoliy" va "janubiy" qutbli magnitdan iborat. Bunda shimoliy yarim shardagi barcha "magnitlar" bir xil orientirlangan (masalan, oldingi, ya'ni g'arbiy, dog' hamma juftlarda shimoliy magnitizmga ega), janubiy yarim sharda ham huddi shunday, biroq u yerdagi magnitizm shimoldagiga qarama-qarshidir (bizning misolimizda oldingi dog' "janubiy" magnitizmga ega).

Dog'larning klassifikatsiyasi. Dog'larning magnit xususiyatlarini xarakterlash uchun, ularning rivijlanishlarini va ayni bir gruppadagi dog'lar o'rtasidagi munosabatni o'rganish uchun asrimizning 20 yillaridayoq dog' gruppalarining magnit klassifikatsiyasi taklif etilgan edi. U yoki bu dog' gruppasini tubidan uchta sinfning biriga kiritish uchun uning qutblanish asosiy belgi hisoblanadi. Unipolyar gruppaga deganda bir xil qutblanishga ega bo'lgan ayrim dog' yoki dog'lar gruppasi tushuniladi, binolyar gruppaga qarama-qarshi qutblangan ikkita dog'ga yoki ikkita dog'lar gruppasiga bo'linadi. Multipolyar gruppadagi dog'larning qutblanishi aniq bir qonunga ega emas. Shu asosiy sinflar bilan bir qatorda mayday sinflarga bo'luvchi yana ham mufassal klassifikatsiya mavjudki, bunda (unipolyar gruppalar uchun) fakel maydonchalri bilan bo'lgan aloqa va dog' hamda (bipolyar gruppalar uchun) dog' gruppalarining nisbiy kattaliklari hisobga olinadi. Dog'lar gruppasining paydo bo'lgandan to uning yo'q bo'lib ketishigacha bo'lgan vaqt ichidagi taraqqiyotni o'rganish uchun shvetsariskiy astronomlar o'z klassifikatsiyasini taklif etdilar. Bu klassifikatsiyada tipik grupaning taraqqiyoti lotin harflari (A, B, ..., K, L, V) bilan ifodalanuvchi davrlarga bo'lingan. Katta gruppaga, yolg'iz gruppaga (A)dan tortib, bipolyar gruppaga D orqali maksimum (E,F) ga yetib, to ko'zga ko'rinar – ko'rinmas pora (V) shaklida yo'qolib ketguncha qadar bo'lgan deyarli barcha taraqqiyot bosqichlarini bosib o'tadi. Kichik gruppalar bu bosqichlarning faqat ba'zilaridagina o'tishlari mumkin. Dog'larning magnit maydoni bilan bir qatorda Quyoshning umumiy magnit maydoni ham bo'lishi kerak, degan faraz asrimizning boshalridayoq, aytilgan edi. Ammo bu maydonni toppish maqsadida Quyosh dog'larining minimumi yillarida ko'p martalab o'tkazilgan maxsus tekshirishlar juda ham qarama-qarshi natijalar beri. Shuning uchun Quyosh umumiy magnit maydonining mavjudligi shubxa ostida qoldi. Bu maydon o'zgaradi, ba'zan esa butunlay yo'qolib ketadi, degan faraz aytildi. Ko'pgina tadqiqotchilar Quyosh magnit maydonining kuchlanishi, agar bu maydon umuman mavjud bo'lsa, 5 gausdan ortmaydi, degan umumiy fikrga kelgan edilar.

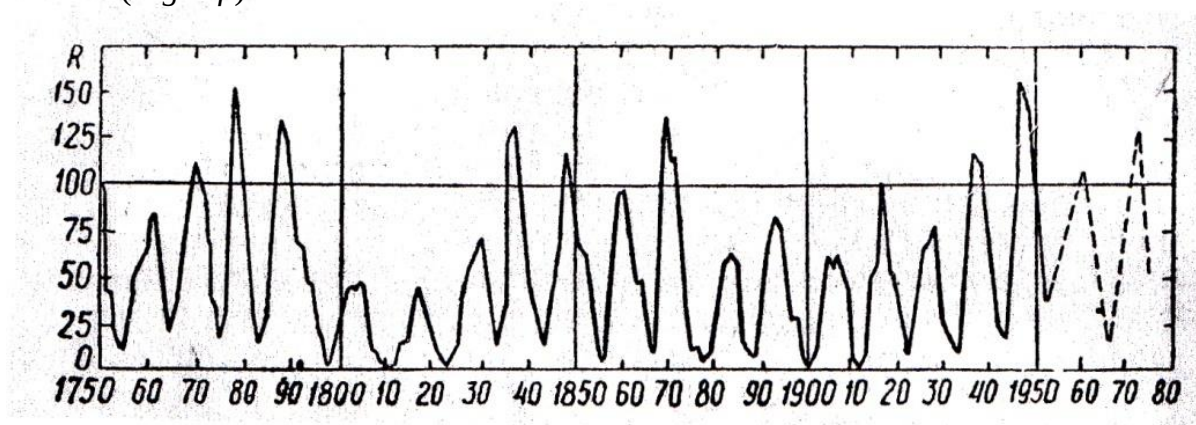
So'ngi yillarda Quyoshdagi magnit maydonlarini tekshirishga maxsus fotoelektrik qurilma – Quyosh magnetografini tatbiq etish ajoyib natijalar berdi. Bu asbob quyosh diskining istalgan nuqtasidagi juda kichik magnit maydonlarining ham o'lchashga imkon beradi. O'tkazilgan o'lchamalarga binoan Quyoshning umumiy magnit maydoni yuqori kengliklarda ($\geq \pm 55^\circ$) topildi. Uning qutblanishi turli yarim sharlarda qarama-qarshi ishoraga ega. Maydon kuchlanishining o'rtacha qimmati 1 gauss atrofida tebranib turadi. Asrimizning 20-yillarda amerikalik astronom Xeyl bayon qilgan gipotezaga ko'ra, Quyoshning ichida bizning atmosferamizdagi quyunlarga o'xshagan uzun uyurmalar hosil bo'ladi. Bunday

uyurmali “trubka” ichidagi barcha zarrachalar bir tomonga qarab aylanadilar. Trubka taqa shaklida bukilgan bo’lib, fotosfera ustida uning uchlarigina ko’rinib turadi. Bu uchlar suv ustida tez-tez hosil bo’lib turuvchi ikkita “teshik” yoki “voronkolar”ga o’xshab ko’rinadi.

11-rasm. Xeyl gipotezasiga ko’ra Quyosh dog’lari magnitizmini tushuntirish.

Yerdagi kuzatuvchi uchun bu voronkalar ichidagi aylanish qarama-qarshi yo’nalishda bo’lganligi tushunarlidir. Uyurma zarrachalari elektr zaryadlanganligidan ularning traektoriyalari atrofida – bir uyurma o’rta xisob bilan 11 yilga, aniqrog’i $11^{1/8}$ yilga teng. Quyoshning dog’lar hosil qiluvchanlik faoliyatini xarakterlash uchun formula bilan topilganidan dog’larning nisbiy sonlaridan (Volf sonlaridan) foydalaniladi.

$$R = k(10g + f)$$



12- rasm. O’n bir yillik davr ichidaj grafigning o’zgarisi.

Bunda g- va f-ma’lum kuzatish kunida hisoblangan gruppalar va ular ichidagi ayrim dog’lar soni: k- dog’larni sanash usuliga va ishlatilgan asbobga bog’liq bo’lgan koeffisient. Yilning o’ndan bir xissa aniqligida olingan keyingi 130 yil

ichidagi maksimum va minimum davrlarini va R ning ularga mos bo'lgan qiymatlarini keltiramiz.

3-jadval.

Quyosh aktivligi maksimum va minimumlari va dog'larning nisbiy soni

<i>Minimumlar</i>	<i>Davr</i>	<i>R</i>	<i>Maksimumlar</i>	<i>Davr</i>	<i>R</i>
1810,6		0,0	1816,4		45,8
1823,3	12,7	1,8	1829,9	13,5	71,0
1833,9	10,6	8,5	1837,2	7,3	138,3
1843,5	9,6	10,7	1848,1	10,9	124,3
1856,0	12,5	4,3	1860,1	12,0	95,7
1867,2	11,2	7,3	1870,6	10,5	139,1
1878,9	11,7	3,4	1883,9	13,3	63,7
1889,6	10,7	6,3	1894,1	10,2	78,0
1901,7	12,1	2,7	1906,4	12,3	63,5
1913,6	11,9	1,4	1917,6	11,2	103,9
1923,6	10,0	5,8	1928,2	10,6	77,8
1933,9	10,3	5,7	1937,3	9,1	114,4
1944,3	10,4	9,6	1947,5	10,2	151,5

Jadvaldan davrning yuqorida keltirilgan uzunligi faqat o'rtacha miqdor, haqiqiy davr undan 4 yildan ortiqroq vaqtga kamroq yoki uzunroq bo'lishi mumkin ekanligi ko'rinadi. Shuning uchun dog'larning eng yaqin maksimum yoki minimum yilini ham ishonch bilan oldidan aytib bo'lmaydi.

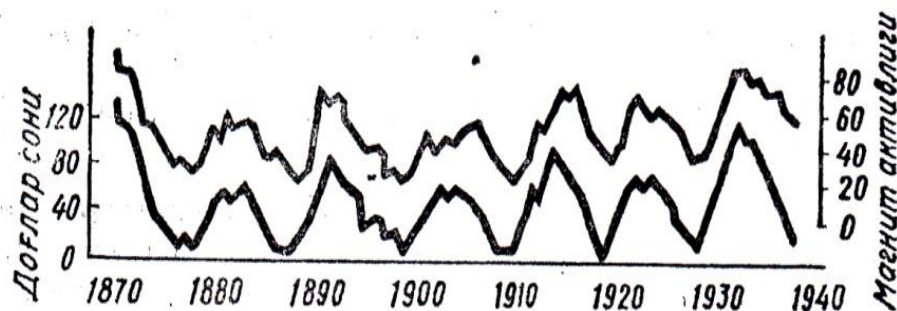
Kuzatishlar dog'lar maksimumi vaqtida Quyosh yuzada boshqa hodisalar ham, masalan, fakel va protuberanslarning paydo bo'lishi kabi hodisalar ham kuchayishini ko'rsatadi. Shu sababli bu vaqtni quyosh aktivligining maksimumi

deb ataydilar. Yangi siklning birinchi dog'lari hamisha Quyosh ekvatoridan uzoqda (ancha yuqori kengliklarda) paydo bo'ladi, vaqt o'tishi bilan dog'lar hosil bo'layotgan sohalar sekin-asta ekvatorga yaqinlashib keladi. Shuning uchun minimum paytida ba'zan birdaniga ikki siklning dog'larini: a) ekvator yaqinida tugab borayotgan siklning oxirgi dog'larini va b) undan uzoqda yangi siklning birinchi dog'larini ko'rish mumkin. Quyosh aktivligining yangi sikli dog'larining magnitizmi undan oldingi davr dog'larining magnitizmga qarama-qarshidir. Boshqacha aytganda, har bir minimumdan so'ng shimoliy yarim shar dog'lari minimumgacha janubiy yarim sharda bo'lgan magnit qutblanshiga ega bo'ladi va aksincha, janubiy yarim shar dog'lari minimumgacha shimoliy yarim sharda bo'lgan qutblanishga ega bo'ladi. Shunday qilib, quyosh aktivligining o'rtacha to'la davri aslini olganda 11 yil emas, balki 22 yilga teng; shu muddat o'tishi bilangina Quyoshda taxminan o'sha miqdordagi dog'lar hudd o'sha magnetizm taqsimoti bilan takrorlanadi.

Quyoshning magnit maydoni davriy ravishda o'zgarib turadi. Magnit qutblanganligining davriy o'zgarishi ayniqsa dog'lar misolida yaqqol ko'rinadi. Keyingi bir necha o'n yil ichida bipolyar dog' gruppalarini tekshirish natijasida, ualrning magnit maydonining qutblanishi 22 yillik davr bilan o'zgarib turganligi aniqlandi. Dog'larning soni va ishg'ol etgan yuzi o'rta hisobda 11 yillik davr bilan o'zgaradi. Bu o'zgarishni Volf soni bilan o'lchash qabul qilingan. Quyoshda maksimal ko'p va katta dog'lar kuzatilgan yillari unda mash'allar, protuberans va chaqnash kabi aktiv hodisalarning aktivligining maksimumi deyiladi. Quyoshda aktivlik markazlari oz bo'lgan paytlari Quyosh aktivligining minimumi deyiladi. Quyosh aktivligining minimumi yillarida dog'lar ancha yuqori geliografik kenglamalarda kuzatiladi, vaqt o'tishi bilan dog'lar hosil bo'ladigan sohalar sekin – asta ekvatorga yaqinlashib keladi. Ammo dog'lar hech vaqt ekvatorni kesib, bir yarim shardan ikkinchisiga o'tmaydi.

Protuberanslarning aktivligi va xromosferik chaqnashlarning taqsimoti va intensivligi Quyosh dog'larining taqsimoti va intensivligiga bog'liq. Quyosh tojining umumiy yrug'ligi 11 yillim davr bilan o'zgarmasada uning shakli bu davrga mos ravishda o'zgaradi. Maksimum yillari u Quyosh diskini bir tekis o'rab oladi, minimumda ekvator sohasi bo'ylab cho'zilgan bo'ladi.

Quyosh aktivligining davriy o'zgarishi va holati ko'pgina geografik protseslar ta'sir ko'rsatadi. Bunda Quyoshdan chiqadigan korpuskulyar oqimning ahamiyati katta bo'ladi. Quyosh shamoli olib kelgan yuqori energiyali zarrachalar Yerning radiatsion poyaslarini hosil qiladi. Kuchli xromosferaviy portlashlar bo'lganida



13-rasm. Quyosh aktivligining davriy o'zgarishi va holati

Quyosh shamolining kuchli oqimi radiatsiya poyaslari ichiga o'tib, u yerda yuqori energiyali zarrachalarni siqib chiqaradi va bu zarrachalar Yer atmosferasidan atomlar bilan to'qnashadi. Bu atomlarning nurlanishi qutb yog'dulari nurlanishini vujudga keltiradi.

Quyosh shamolidagi zarrachalar ta'sirida Yer magnit maydonning kuchlanganligi to'satdan keskin o'zgaradi. Magnit strelkasining keskin katta o'zgaradi. Magnit strelkasining keskin katta amplitude bilan va tartibsiz o'zgarishi ko'rinishida kuzatiladigan magnit bo'ronlari vujudga keladi. Quyosh aktivligining davriy o'zgarishiga bog'liq holda magnit bo'ronlarning o'zgarish grafigi ko'rsatilgan. Grafikdan bu hodisalar orasida bog'lanish borligi ko'rinadi.

Quyoshda chaqnashlar bo'lgan paytda uning ultrabinafsha nurlanishi kuchyanganligi va bu nurlanish 11 yillik faoliyat bilan bog'liq ravishda o'zgarib turganligi aniqlangan. Bunday o'zgarish Yer atmosferasi va gidrosferasidagi umumiy sirkulyatsiyaga va demak, ob-havoga ham ta'sir ko'rsatilganligi aniqlangan.

2.7. Quyosh aktivli o'zgarishini yerga tasiri.

Yuqorida keltirilganlardan ko'rinib turibdiki, Quyosh aktivligi, uning magnit aktivligi nishonasidir. Magnit aktivlik Quyosh yuzidagi magnit maydonlarning kuchlanganligi yuzasi hamda magnit oqim miqdori bilan belgilanadi. Quyosh yuziga magnit maydonlar (magnit oqim) uning ichki qatlamlaridan chiqadi. Demak, magnit aktivlikni va u bilan bog'liq aktivlik indekslarini Quyoshning

fotosfera osti qatlamlaridan chiqayotgan magnit oqimi vujudga keltiradi va aktivlik mexanizmini shu qatlamlardan izlash kerak.

Aktivlik mexanizmini quyidagi qonuniyatlarni bildiradi.

1. Quyosh dog'lar sonini 11 yillik davr bilan ko'payib va kamayib turishi.
2. Quyosh dog'larini faqat ikkita (shimoliy va janubiy) kenglama belbog'larida paydo bo'lishi.
3. Bu belgog'larni sikl bo'ylab kengayishi va ekvator tomon siljishi.
4. Dog'lar guruhi (magnit) o'qining ekvatorga 10 gradusga og'ganligi.
5. Qutblarni joylashish qonuniyatlari (Xeyl qonuni).
6. Quyosh dog'lari maksimumi yaqinida qutbiy (umumquyoshiy) magnit maydonlar ishorasining almashinuvi.

Bu hodisalarni bizga ko'rinmaydigan konvektiv zona qatlamlarida ishlaydigan, plazma bilan magnit maydonning o'zaro ta'siriga asoslangan, dynamo mashina hosil qiladi deb hisoblanadi. Biroq bu plazma bilan magnit maydon o'zaro ta'sirining detallari oxirigacha aniqlanmagan. Avvalo, fotosfera osti magnit maydon haqiqatdan ham saqlanib (tiklanib) turishini isbot qilish kerak, keyin undan yuqoridagi hodislarni chiqarish kerak. Chunki, agar Quyoshning umumiy magnit maydoni (qutbiy dipole maydon) tug'ma qoldiq maydon bo'lganda edi, fotosfera ostidagi turbulent oqimlar (diffuziya koeffisienti $10^9 \text{ m}^2/\text{s}$) uni 10 yil ichida butunlay yo'q qilib yuborgan bo'lar edi. Agar tug'ma qoldiq maydon Quyosh o'zagida bo'lganda u siklik hodisalarni bera olmagan bo'lar edi (o'zakdan yuzaga chiqish uchun 10 yil ketadi). Demak, Quyosh magnit maydonning saqlanib qolishini tushuntirish uchun bir dinamo mashina mexanizmini qo'llashimizga to'g'ri keladi. Dynamo nazariyasida magnit maydonni to'klar tiklar turadi. Bu toklar magnit maydon kuch chiziqlarini plazma kesib o'tayotganda hosil bo'ladi. Magnit maydon B kuch chiziqlariga tik V harakat induksion elektr maydonni ($B \times V$) hosil qiladi, u o'z navbatida Om qonuniga asosan elektr tokni hosil qiladi. Bu yangi hosil bo'lgan tok J Amper qonuniga magnit maydon hosil qiladi. Magnit maydon Faradey qonuniga rot $E = -dB/dt$ asosan elektr maydon va plazmani harakatiga qarshi Lorens kuchi $J \times B$ hosil qiladi. Shunday qilib, sabab va oqibat bog'lanish sikli belgilanadi. Bu chiziqli bo'lmagan dynamo masalalarini hal qilish uchun to'la magnitogidrodinamik tenglamalar sistemasini yechish va quyidagini kuzatish kerak.

- 1) Almashinib turuvchi magnit maydonni tiklab turuvchi harakat mavjudligi.
- 2) Bu harakatni o'zi bor kuchlar tomonidan ta'minlanib turishi.

Gelioseysmologik tekshirishlar haqiqatdan ham konvektiv zonada ulkan aylanma plazma oqimlari borligini ko'rsatadi. Bu oqimlar (α -mexanizm) va

Quyoshning defferensial aylanishi birgalikda umumiy poloidal (fotosfera osti qatlamlari orqali o'tib Quyosh qutblaridan chiqdi) magnit maydondan Quyoshning o' o'zi atrofida bir necha marta aylanishi jarayoni toroidal magnit maydon va undan zich eshilgan magnit arqon hosil qiladi. Bu magnit arqon (naycha) ichida bosim gaz va magnit bosimlar yig'indisidan tashkil topadi va tashqi bosimga teng bo'ladi. Bunday magnit arqon ichida zichlik undan tashqaridagi zichlikdan kam, u yengil bo'lgani uchun Quyosh yuziga qalqib chiqadi va fotosfera bilan kesishgan qismi bir juft qarama-qarshi qutbli Quyosh dog'lari sifatida ko'rinadi.

Ionosfera radioto'lqinlar aks qaytadigan qatlamdir. Qisqa (QT1 va QT2) va o'rta to'lqinlarda radioaloqa ionosfera qatlamlaridan qaytadigan radioto'lqinlarga asoslangan va qaysi qatlamdan qanday to'lqin aks qaytishini elektr Ne konsentratsiyasi belgilaydi. Quyosh chaqnashlari natijasida hosil bo'lgan rentgen va UB nurlar ta'sirida qatlamlarda Ne ning keskin o'zgarishi radioto'lqin uzatish sharoitini o'zgartirib yuboradi va natijada bir necha soatga qisqa to'lqinlarda uzoq masofalarga radio uzatish uzilib qoladi.

Yerning magnitosfera va termosferasi qatlamlariga zarralar oqimining ta'siri.

Quyosh atrof kosmik fazoda nurlanish bilan birgalikda zarralar (electron va protonlar) oqimini ham sochib turadi. Bu muntazam oqim Quyosh shamoli deb ataladi va yer orbitasida uning o'rtacha tezligi 400 km/s, zarra konsentratsiyasi $3 \times 10^6 \text{ m}^{-3}$. quyosh yuzidan katta aktiv sohalar o'tayotganda yoki chaqnashlar ro'y bergandan bir sutka keyin, bir necha soat davomida bir necha marta kuchayib ketadi va uning tarkibida odatdagidan o'nlab, hatto yuzlab marta yuqori energiyali protonlar va elektronlar bo'ladi. Bu zaralar aktiv soha magnit maydonida tezlatilga va otilib chiqqan bo'ladi. Zarralar oqimi barcha tomonga egri traektoriya bo'ylab sochiladi va ular Yer atrofi kosmik fazodan ham o'tishlari mumkin.

Yer dipole magnit maydoniga ega, uning kuchlanganligiekvatorida 0,31 gs, magnit o'qi Yerning aylanish o'qi bilan 12° burchak tashkil etadi. Shimoliy qutbi janubiy geografik qutb yaqinida joylashgan, kuch chiziqlari esa shimoliy magnit qutbidan chiqib kosmik fazo orqali o'tadi va janubiy magnit qutbiga kiradi. Ular 20 Yer radiusi uzoqligi masofalarigacha cho'zilgan va Yer atrofidagi bu kosmik fazo magnitosfera deb ataladi. Quyosh shamoli ta'sirida uning Quyoshga qargan tomoni biroz siqilgan va unga qarshi tomoni aksincha kuchli cho'zilgan (u magnit dum deb ataladi) bo'lib, uning ichida tok qatlam mavjud. Magnitosfera ichida Yer yuzidan 2400-5600 km balandlikda ichki va 12-20 ming km .da tashqi radiatsion belbog'lar joylashgan.

Geomagnit bo'ronlar va qutb yog'dular. Quyoshdan otilib chiqayotgan plazma buluti (u toj massasining otilishi deb ataladi) Yer magnitosferasiga yaqinlashganda (60 ming km balandlikda) uning bosim qarshiligiga uchraydi va

to'siqni aylanib o'tadi. Otilma plazma bulut magnit maydoniga ega va bu maydon Yerning magnit maydoniga ta'sir ko'rsatadi, magnit strelkasi beqarorlik ko'rsata boshlaydi. Bu magnit bo'rondir va ular magnitometrik stansiyalarda qayq qilinadi. Bunda bo'roy payti magnit maydon kuchlanganligini fluktuatsiya o'rta kengliklarda kuchayganlikning 1.6% ni tashkil etadi. Plazma bulut moddasi magnitosferani aylanib o'tadi va magnit dum ichidagi tok qatlam orqali magnitosfera ichiga kirib keladiva Yerni magnit qutblari tomon harkat qiladi. Magnit qutblar atrofida bu zarralar oqimi Yer atmosferasining pastki zich qatlamlarga kirib keladi va bu qatlamlarda qutb yog'dulari kuzatiladi.

Qutb yog'dular hosil qiladigan zarralar oqiminingyuqori kuchlanishi elektr uzatish tizimlariga va electron asboblarga tas'iri. Kuchli qutb yog'dulari beradigan oqimlar kishilar yashaydigan 50-60 gradus geografik kengliklarda ham kuzatiladi. Bu oqimlar hosil qilgan kuchli magnit maydonining elektr uzatish tizimlariga va electron qurilmalarga ta'siri qayd qilingan. Masalan, 1989 – yil martida Quvibek (Kanada) shahri 9 soat davomida elektrsiz qolgan.

Quyoshdan otilib chiqqan plazma bulutlarining Yer yo'ldoshlariga ta'sir xavfi. Biz internetga to'la bog'liq jamiyatmiz. internet Yer aloqa yo'ldoshlari bilan bog'liq va bu kosmik radiatsion sharoitni munatzam kuzatib va tekshirib borishini taqqozo etadi. Quyoshdan otilib chiqayotgan kuchli zaryadlangan zarralar yo'ldoshlar uchun katta xavf tug'dirishi mumkin. Chaqnash paytida hosil bo'lgan 10 MeV energiyali proton yo'ldoshini teshib o'tishi uning elektron proborlarini ishdan chiqarishi mumkin.

Yerning issiqlik sharoitida quyoshning yorug'lik nurlarining ta'siri. Quyosh energiasi bizga nuriy energiya sifatida yetib keladi va u Yer yuziga tushgach yutiladi va issiqlik energiyaga aylanadi. Yer yuzidagi joining isitilish darajasi shu joining yorug'likni yutish qobiliyatiga bog'liq. Oq sirtlar (qor) kam, qora sirt (suv) ko'p yutadi. Oq bulut unga tushayotgan oq nurni, asosan, qaytaradi va sochadi. Sochilgan oq nur kuchsiz va Yer siritini isita olmaydi. Yer yuzidagi har xil joylar (cho'llar, ekinzorlar, o'rmonlar, kulrang va qora tuproq, toshli tog'lar, suv havzalari) turlicha isiydi. Qizigan Yer yuzi unga tegib turgan atmosfera qatlamini isitadi va unga konvektiv oqimlar hosil qiladi va atmosferada shamollar boshlanadi. Shuning uchun atmosferada temperature Yer yuxi yaqinida eng yuqori bo'ladi va balndlik bo'yicha pasayib borib, 12 km balandlikda 220 K-(-53C) gacha tushadi. Suvning yorug'lik yutishi kuchli, shuning degiz va okenanlar ustida katta havo uyurmaları hosil bo'ladi va ular nisbattan past bosimidagi quruqliklar tomon harakatlanadi, dengiz bilan quruqliklar orasida global atmosfera aylanishi ro'y beradi. Shunday qilib, sirtining isishi unga tushayotgan nurlanish quvvatiga va uning yutish koeffisientiga bog'liq. Sirtga tushayotgan chang yoki tutun qoplaganda tushayotgan quvvat kamayadi.

Qadimda Yer sharida global sovib ketishlar ro'y bergan, buning sababi vulqonlar otilib atmosferani chang qoplaganidir. Yerda bir necha marta muzlanish davrini ro'y bergani Quyosh energiyasining quvvati o'zgarishi bilan bog'lanadi. Oxirgi 27 yil ichida Yer yo'ldoshlariga o'rnatilgan radiometrlar yordamida bajarilgan o'lchashlar Quyosh energiyasi uning aktivligi o'zgarishi bilan birga ko'payib kamayib turishini ko'rsatdi. Quyosh dog'alrini kuzatish 400 yil oldin boshlangan va 1610-2006 uchun aktivlik ma'lum. Milodning 1000 yilidan 1600 yiligacha Quyosh aktivligi to'g'risida ma'lumotlarni arxeologik qazilmalar (daraxt qoldiqlarida yillik halqalar, muzliklarda yillik qatlamlar) radio-uglerod usuli bilan yonishi aniqlab berilgan. Oxirgi 1000 yil uchun Quyosh aktivligining o'zgarish egri chizig'I topilgan. Bu egri chiziqda Quyosh aktivligi juda pasayib ketgan davrlar (Maunder, Shperer minimumlar) bo'lganini ko'rish mumkin. Bu vaqtda temperatura pasayib havoning sovishi ro'y bergan. Bu to'g'rida tarixiy dallilar bor. Yerda oxiri 30 yil davomida temperaturaning ko'tarilishi (global isishi) Yer yuzida olib borilayotgan texnogen jarayonlar natijasida ajralib chiqayotgan is gazi (CO_2) miqdorining yil sayin ko'payib borishi bilan bog'lanmoqda.

Yer atmosferasining yuqori qatlamlariga ultrabinafshanurlarning ta'siri. Yer atmosferasining yuqori (12 km dan balandda) qatlamlarida Quyoshning qisqa to'lqinli turlanishining yutilishi natijasida temperatura ko'tarila boshlaydi. To'lqin uzunligi 200 nm ga yaqin bo'lgan ultrabinafsha (UBN) nurlanishi 12-50 km balandliklar (stratosfera) da kislorod molekulalari (O_2) yutadi va ikkita atom (O) ga ajraladi. Natijada stratosferada temperatura 220 K dan 270 K gacha ko'tariladi. Stratosfera ichida (30 km balandlikda) ozonosfera deb ataladigan qatlam hosil ($\text{O}_2 + \text{O} = \text{O}_3$) bo'ladi va u UB nurlarini kuchli yutadi. Bu nurlar Yer yuziga yetib kela olmaydi. Shunday qilib, bizni Quyoshning zararli UB nurlaridan atmosferadagi ozon qatlam himyalab turadi. Ozon qatlami Quyoshning UB nurlari hosil qiladi va tiklab turadi.

Quyoshning rentgen va uzoq UB nurlari yer atmosferasining yuqori (60-400) km qatlamlardagi molekulalarni (N_2 va O_2) atomlarga ajratadi va atomlarni (O) ionlantirish natijasida ionosfera hosil bo'lgan va tiklanib turadi. Ionosferada temperatura 170 K dan 800 (1200) K gacha ko'tariladi, u ionlar va elektronlardan tashkil topgan. Elektron konsentratsiyasi Ne ning qiyamti balandlik bo'yicha ko'payib boradi va uch marta keskin ortadi. Ne keskin o'zgaradigan bu qatlamlar ionosferaning D, E va F qatlamlari deb ataladi. D qatlamda $N_e = 10^8$, E- 10^{11} , F- 10^{12}m^{-3} .

Quyosh aktivligi maksimumida ionosferada temperatura minimumidagidan 400 K ga va elektron Ne esa minimumidagidan o'n marta oshib ketadi. Bu qatlamlarda Ne hatto kechasidan kundiziga o'tganda bir necha marta oshadi. Chaqnashlar

paytida Quyoshning rentgen va uzoq UB nurlanishi quvvati bir necha o'z marta kuchayishiga olib keladi.

Quyoshda bo'layotgan protseslarning Yerdagi hodisalarga ta'sirii.

Quyosh aktivligi Yer atmosferasining holatiga va Yerning magnit maydoniga katta ta'sir ko'rsatadi. Quyosh aktivligining minimum yillarida Yerning magnit maydoni deyarli notinchlanmaydi. maksimum yillarda esa Yerda magnit bo'ronlari bo'lib turadi. Ya'ni magnit strelkasining tez va noto'g'ri tebranishlari tez-tez kuzatilib turadi. Shu yillarda magnit srelkasining oddiy (sutkalik) tebranishi ham kuchayadi. Ayniqsa katta dog' yoki dog'lar gruppasi Quyosh diskining markazidan o'tganda ham Yerda magnit bo'ronlari kuzatilishi aniqlandi. Dog'larning soni bilan qutb yog'dulari orasidagi bog'lanish ham shux=bxasizdir, ma'lumki, qutb yog'dulari ko'pincha magnit bo'ronlari bilan bir vaqtda ro'y beradi. Qutb yog'dulari maksimum ba minimum yillari dog'larning maksimum va minimum yillariga deyarli butunlay to'g'ri keladi.

Qutb yog'dulari Quyoshdan taxmianan mingkm/s bilan uchib keluvchi zarralar (korpuskulalar) tomonidan Yer atmosferasi yuqori qatlamlarining "Bombardimon" qilinishi natijasida vujudga keladi. E.R.Mustel, V.A.Krat va N.N. Gnevishev kabni olimlarning tekshirishlari zarralarning asosiy massasi, geliy yadrolari, kalsiy ionlari va hakozlardan iborat ekanligini ko'rsatdi.

Quyosh nurlanishining kuchi juda katta bo'lib, u (formula24) ot kuchiga teng. Boshqacha aytganda, Quyosh sirtining har bir kvadrat metrda quvvati 85000 ot kuchiga teng bo'lgan kuch qurilmasi to'xtovsiz ishlab turadi, deb faraz qilish mumkin. Agar Quyosh sirti qalinligi 12 mter bo'lgan muz qatlami bilan qoplansa edi, bu qatlam 1 minutda erib ketgan bo'lar edi.

Quyosh o'z energiyasini hamma tomonga sochadi. Bu g'oyat zo'r energiya miqdoridan har bir planeta o'ziga uning shunday bir qismini "ushlab qoladiki", Quyoshdan ko'ringan planeta diskining "maydoni" butun osmon gumbazi sirtidan qanch kichik bo'lsa, bu energiya miqdori barcha Quyosh nurlanishidan o'shancha marta kamdir. Bu miqdor quyidagi munosabatdan topiladi: Bunda p planetaning yoy sekundlarida ifodalangan burchak radiusi, R – radian, ya'ni $57^0,3=206\ 265''$. Yer uchun $p=8'',8$. Bu sonlarni yuqoridagi formulaga qo'ysak. Ya'ni Yer uchun ikki milliardning bir qismidan ham ichki sonni hosil qilamiz. Boshqa planetalarga tegishli bo'lgan hissalar ham shunga o'xshash juda kichikdir. Qolgan hamma energiya planetalarga tegmasdan fazoga tarqalib ketadi.

Quyosh nurlari Yerga keltirgan issiqlik Yer yuzidagi hodisalar uchun yagona energiya manbaidir. Faqat dengiz ko'tarilishlari, vulkan hodisalari va meteoritlarining tushishalrigina Quyoshning issiqlik energiyasiga bog'liq bo'lmaydi. Yer yuzidagi qolgan xarakterlarning hammasi Quyosh nuri energiyasi hisobiga sodir bo'ladi.

Xulosa

1. Xaroratning Quyosh uchun eng minimal qiymati – $4300-4600^{\circ}\text{K}$ ga teng ekanligi ko'rsatilib, Fotosferani tashkil etgan modda plazma holatida bo'lishi va Faqat fotosferadagina vodorod neytral holatda uchrashi takidlanib, boshqa elementlar to'la ionlangan bo'lishi ko'rsatildi.
2. Radiusi Yerdan Quyoshgacha bo'lgan o'rtacha masofa R ga teng bo'lgan sfera sirtidan 1 sekundda o'tadigan Quyosh energiyasining hammasini toppish uchun bu sonni sfera sirtiga, ya'ni $4\pi R^2$ ga (sm^2 da ifodalangan) ko'paytirganda hosil bo'lgan energiya miqdoriga teng bo'lishi hisoblab topildi. Bu energiyaning hammasi radiusi r bilan ifodalangan Quyoshdan sochilishi ko'rsatildi.
3. Quyosh spektirining ba'zi chiziqlari hozirgacha tushunarli emas. Bu chiziqlar yerdagi moddalarning laboratoriyalarida o'rganilgan chiziqlariga mos kelmaydi. Ikkinchi tomondan, ba'zi ximiyaviy elementlarning (masalan, xlor, brom kabi elementlarning) chiziqlari hali Quyoshda topilmaganligi taxlil o'rganildi.
4. Quyosh energiyasining manbalari to'g'risidagi masala fandagi muhim masalalardan biri ekanligi taxlil qilinib, uni yechish yo'llarini toppish uchun mavjud fikrlar umumlashtirilib xulosa qilindi.
5. Quyosh chaqnashi paytida undan yuqori energiyali (100 eV) elektronlar va protonlar oqimi otilib chiqadi. Bunday oqimlar, shu jumladan, Quyosh shamoli (Quyoshdan barcha tomonga tarqalayotgan, zaryadlar oqimi) ham Yer yo'ldoshiga o'rnatilgan sanoqchilar yordamida qayd qilib turadi.
6. Quyosh kuchli radionurlanish (10^6 — 10^{10} gs chastotalarda) manbayi hamdir. Bu radionurlanish tutash (uzluksiz) radioto'lqinlar ketma-ketligidan iborat. Quyoshning radiospektri uning IK spektrini uzun to'lqinli chegarasidan boshlanadi va keng ($k \& 10\text{ m}$) elektromagnit to'lqinlar diapazonini egallashi ilmiy asosda o'rganildi.
7. Quyosh nurlari Yerga keltirgan issiqlik Yer yuzidagi hodisalar uchun yagona energiya manbaidir. Faqat dengiz ko'tarilishlari, vulkan hodisalari va meteoritlarining tushishalrigina Quyoshning issiqlik energiyasiga bog'liq bo'lmasligi, yer yuzidagi qolgan xarakterlarning hammasi Quyosh nuri energiyasi hisobiga sodir bo'ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- 1.** Общий курс астрономии Кононович.Э.В. Мороз.В.И. 2004 г.
- 2.** Общий астрономия-задачи и упражнения Нуридинов.С.Н. Гайнуллина Э.Р. 2006 г .
- 3.** Astrometriya va kosmik dasturlar. Ziyaxanov .R.F. T.2005 y.
- 4.** Galaktik astronomiya kursi. Nuriddinov.S.N. T.2000 y.
- 5.** Quyosh fizikasi. Zokirov M.M. 2003 y.
- 6.** Yulduzlar fizikasi. Zokirov M.M. T.2001 y.
- 7.** Galaktikalar fizikasi asoslari. Nuriddinov.S.N.T. 2002 y.
- 8.** Umumiy astronomiya kursi. Nuriddinov.S.N. T. 2000 y.
- 9.** Amaliy va umumiy astrofizika. Ziyaxanov .R.F. T. 2010 y.
- 10.** Ранняя эволюция галактик: нелинейные модели и неустойчивости.
НуриддиновС.Н. Т. 2003г.(монография)
- 11.** Mamadazimov M. M. Astronomiya. Akademik litsey va kasb-hunar kollejlari uchun darslik. Toshkent. „ O'qituvchi “ 2003 y.
- 12.** Zasov A. B. Kanonovich E. B. Astronomiya. „ Prosvesheniya “ 2000 y.
- 13.** Levitan E. V. Astronomiya. Moskva. „ Prosvesheniya “ 2000 y.
- 14.** Sattarov I. Astrofizika, 1-2 qism, Toshkent-2009.
- 15.** www. Google.uz
- 16.** www. Ziyonet.uz
- 17.** www. Astronet .uz

