

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA
O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI

O‘RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA’LIMI MARKAZI

M. Mamadazimov

ASTRONOMIYA

*Akademik litsey va kasb-hunar kollejlari uchun
darslik*

11 - nashri



«O‘QITUVCHI» NASHRIYOT-MATBAA IJODIY UYI
TOSHKENT — 2013

UO‘K: 372.852(075)

KBK 22.6я722

M23

T a q r i z c h i l a r : **R.G.Isyanov** — pedagogika fanlari nomzodi, dotsent;

I.Boltayev — Akademik litseylarda ta’lim mazmuni va metodikasi bo‘limi boshlig‘i, fizika-matematika fanlari nomzodi;

M.Qurbonov — O‘zMU fizika fakulteti dotsenti.

SO‘ZBOSHI

Aziz o‘quvchi, tabiiy fanlarning eng qadimiysi hisoblanmish astronomiya fani miloddan avvalgi bir necha ming yillar kishilarning hayotiy ehtiyojlarini qondirish yo‘lidagi sa’y-harakatlari oqibatida vujudga kelgan bo‘lib, Sizlarni Koinotning ming yillik sirlaridan ogoh qiladi. Qadim Sharqda sayyohlar, savdogarlar kunduzi jazirama oftobdan saqlanib, salqin tunda yo‘lga chiqqanlarida yulduzlar ularga yo‘l ko‘rsatar, vaqtning qaysi mahali kechayotganidan darak berar, qolaversa, yulduzlar osmoni ularni go‘zalligi, jozibasi va sirliligi bilan o‘ziga rom qilardi. Kishilar osmonni kuzatib, yil fasllarining almashinish vaqtlarini aniq biladigan bo‘ldilar. Ular osmon hodisalaridan voqif bo‘lganlari sayin hayratga tushishar, bu hodisalarning sabablarini bilishga intilar edilar. Biroq osmon kishilarni o‘z sirlaridan oson voqif qilishni istamas, ularni ba’zan bu sirlar haqida ming yillar «bosh qotirishga» undar, majbur qilar edi.

Yulduzlar osmonining tinimsiz aylanishi, uning fasllar bo‘yicha o‘zgarishi, Oyning turli fazalarida ko‘rinishi, Quyosh va Oy tutilishlari, yulduzlarning uchishi, ahyon-ahyonda dumli yulduzlarning ko‘rinishi va boshqalar uning ana shunday sirlaridan edi. Bu hodisalarning ko‘pchiligining davriyligini (sutkalik, oylik va yillik) sezgan kishilar ulardan vaqtni o‘lchashda, dehqonchilik, chorvachilik, savdogarchilik, sayyohlik ishlarini rejalashtirishda oz-ozdan foydalana boshladilar. Shu tufayli astronomiya qadimda sivilizatsiya markazlaridan sanalgan Sharqda — Hindiston, Xitoy, Misr, Iroq, Arabiston, Eron, O‘rta Osiyoda jadal rivojlandi.

Jumladan, Movarounnahrda astronomiya ancha rivoj topgan fanlardan biri edi. Bu yerdan yetishib chiqqan o‘nlab vatandoshlarimizning o‘z kashfiyotlari bilan jahon astronomiya fani tarixida o‘chmas iz qoldirganliklaridan barchamiz faxrlansak arziydi. Bular ichida IX asrlarda fan va madaniyat markazi sanalgan, Bag‘dod shahrida shakllangan «Donishmandlar uyi» («Ma‘mun akademiyasi»)da faol ishtirok etgan Muhammad al-Xorazmiy, Ahmad al-Farg‘oniy, X asrda yashab ijod etgan Abu Mahmud



Xo'jandiy, XI asrda Xorazmda Abu Rayhon Beruniy, Abu Nasr Mansur ibn Iroq, sal keyinroq Umar Xayyom (XI asr), Nasriddin at-Tusiy (XIII asr) kabi buyuk yurtdoshlarimizning ilmiy meroslari — astronomiya fani erishgan dastlabki durdonalardan sanaladi. Shuningdek, azim shahar Samarqand etagida Ulug'bek va uning maktabi tomonidan ishga tushirilgan rasadxona va undan Koinot qa'riga tashlangan nazar ham faqat Sharqdagina emas, balki jahon fani, madaniyatining «ochilmagan qo'rig'i»ni ochish — Koinotni o'rganishga qo'yilgan buyuk bir qadamlardan sanaladi. Shu ilk qadam, buyuk yurtdoshlarimizning durdona meroslaridan qurilgan ilmu-nujum poydevori sabab bo'lib, Yevropada birin-ketin yirik, yaxshi jihozlangan rasadxonalar ishga tusha boshladi. Polshada olam tuzilishining geliosentrik nazariyasi (N.Kopernik tomonidan), Milanda (Italiya) Koinotning cheksizligi va unda Quyosh sistemasi — oddiy bir yulduzning yo'l-doshlari bilan tashkil etgan sistemasi ekanligi g'oyasi (Jordano Bruno tomonidan), Germaniyada osmon jismlarining harakat qonunlarini ifodalovchi — osmon mexanikasi (I.Kepler tomonidan), Angliyada osmon jismlarining massalarini hisoblash usuli (I.Nyuton tomonidan) kabi muhim kashfiyotlar «daryosi»ning vujudga kelishida Samarqand astronomlari «ko'zini ochgan buloq» dastlabki irmoq bo'ldi. Quyosh, Oy va sayyoralarning harakatlarini o'rganish bo'yicha Ulug'bek maktabi qo'ygan poydevor — nazariy astronomiyaning shakllanishida o'zining ulkan hissasini qo'shdi.

Insonning qadami, u asrlar orzu qilgan Oyga yetdi. Yer atrofi orbitasida qurilishi bundan besh yilcha oldin boshlangan birinchi kosmik shaharcha — Xalqaro kosmik stansiya ishga tushdi. Yaqin yillarda inson Marsga qo'nishni rejalashtirmoqda. Kosmos ana shunday shaxdam odimlar bilan o'zlashtirilayotgan XXI asrda har bir o'quvchi Olamning ilmiy astronomik manzarasidan voqif bo'lishi, osmon haqidagi turli uydirmalarga (astrologik bashoratlar, kosmik «kelgindilar», «uchar tarelkalar», «dumli yulduz»lar — baxtsizlik elchilari) uchmasligi — bugungi kun yoshlarining bilimlariga qo'yilgan oddiy bir talabdir. Bunday bilimlar insonni cheksiz Koinotning bir zarrasi va uning milliardlab yillar davom etgan evolutsiyasining mahsuli ekanligini, shuningdek, u yasha-



gan umr — Koinotning yoshi oldida atigi bir daqiqa ekanligini, har bir insonning «bir zumlik» hayotga kelishi — moʻjizaviy bir holligini va bu «bir zumlik» umrni pala-partish emas, balki buyuk maqsadlarga qaratib yashash zarurligini, inson degan ulugʻ nomga dogʻ tushirmay yashash lozimligini sezdirishi bilan beqiyos ahamiyat kasb etadi.

Bu esa, oʻz navbatida, insonni oʻz hayotini, boshqalar taqdiri va shaxsini qadrlashga, tabiatning nodir inʼomi — hayotga yengil-yelpi qaramaslikka, buyuk ezgu maqsadlarni koʻzlab ish tutishga, oʻz ijodiy faoliyati bilan uning mazmunini boyitishga, sermazmun qilishga undaydi.

Kishilarda ana shunday umuminsoniy qadriyatlarni yarata-digan dunyoqarashni shakllantirishda oʻzining ulkan hissasini qoʻshayotgan ilmu-nujum, eslatilganidek, bizga ota-bobolarimizdan meros fan hisoblanadi. Bu yurtimiz yoshlari oldiga bunday dur-dona merosni avaylab-asrash va uni koʻpaytirishdek ulugʻ ishlarga bel bogʻlab kirishish vazifalarini qoʻyadi.

Oʻzbekistonning rivojlanayotgan astronomiya fani, yaqin kelajakda sizdek isteʼdodli yoshlar hisobiga iqtidorli astronom-olimler safini toʻldiradi va ular erishgan yutuqlari bilan ajdod allomalarimiz ruhini shod etadilar, degan umiddaman.

Ushbu darslik mustaqilligimiz sharofati ila astronomiyadan oʻzbek tilida bitilgan birinchi darslik boʻlib, uni yozishda barcha hamkasb astronomlarning fikrlari va maslahatlaridan keng foydalandim. Mahalliy oʻquv va rasmi materiallarning aksariyati Astro-nomiya instituti maʼmuriyati va ilmiy xodimlari, birinchi navbat-da, uning direktori, fizika-matematika fanlari doktori Sh.A.Egam-berdiyev tomonidan foydalanish uchun ixtiyorimizga berildi. Ularning barchasiga samimiy minnatdorchiligimni bildiraman.

Sizga esa, aziz oʻquvchilar, Koinot sirlaridan voqif boʻlishda omad doimo hamroh boʻlishini istab qolaman!

Muallif



I

KIRISH

1- §. Astronomiya fani va uning kelib chiqishi

Siz boshlang'ich sinflarda «Atrofimizdagi olam», keyinroq «Tabiatshunoslik» va «Fizika» kurslaridan Quyosh, Oy, planetalar va yulduzlar haqida ma'lum tushunchalarga ega bo'ldingiz. Bu osmon jismlarining harakati va nurlanishi to'g'risida ham dastlabki bilimlarni qo'lga kiritdingiz. Sizning osmon jismlariga oid bu bilimlaringizni umumlashtiradigan, kengaytiradigan va chuqurlashtiradigan fanning nomi *astronomiya* deb ataladi. Yanada aniqroq qilib aytadigan bo'lsak, astronomiya — osmon jismlarining harakati, fizik tabiati, ularning kelib chiqishi va evolutsiyasi, Koinotning tuzilishi va unda planetamiz — Yerning o'rnini haqidagi ma'lumotlar beradigan fandır. «Astronomiya» so'zi yunoncha «astron» — yulduz, «nomos» — qonun so'zlaridan tarkib topgan.

Astronomiya ham barcha boshqa fanlar singari jamiyatning amaliy ehtiyojlari asosida vujudga kelgan. Astronomiyaning kurtaklari Babil, Misr, Xitoy, Hindiston va boshqa Sharq hamda G'arb mamlakatlarida bundan bir necha ming yil avval mavjud bo'lgan (1–2- rasmlar). Masalan, misrlik koinatshunoslari miloddan 3



1- rasm. Miloddan 2000 yilcha oldin Quyosh va Oy harakatlarini o'rganish maqsadida qurilgan Stounxendj (Angliya) observatoriyasi.



2- rasm. Markaziy Amerikada milod. avv. 1000- yillarda maya qabilasi tomonidan qurilgan astronomik observatoriya.



3- rasm. Aristotel (milod. avv. IV asr) Olam tuzilishini shunday tasavvur qilgan.

ming yilcha avval Nil daryosi toshqinining boshlanish kunlarini astronomik kuzatishlar asosida oldindan aytib berganlar. Bunda osmonning shimoliy yarim sharining eng yorug' yulduzi Siriusning sharqda, erta tongda Quyosh shafaqlari bilan bir vaqtda, paydo bo'lishi va Nil daryosi toshqinining boshlanishi orasida bog'lanish borligi aniqlangan edi. Ko'p yillik bunday kuzatishlar yilning haqiqiy uzunligini aniqlashga ham olib keldi.



1. Astronomiya nimani o'rganadi?
2. Astronomiya fani qanday vujudga kelgan?

2- §. Qisqacha tarixiy ocherk

2.1. Qadimgi Yunonistonda Olam tuzilishi haqidagi tasavvurlar.

Qadimda yunon astronomlari, kuzatishlar bilan bir qatorda, kuzatilgan astronomik hodisalarning kelib chiqish sabablarini tushuntirishga ham harakat qilganlar. Xususan, Pifagor (milod. avv. VI asr) Yerning sharsimon shaklda ekanligi haqida fikr berdi, Aristotel (milod. avv. IV asr) esa Olamning markazida harakatsiz Yer joylashgan degan geosentrik sistemaga asos soldi (3- rasm).



Aleksandriyalik Eratosfen m.a. III asrda birinchilardan bo'lib, Yer meridiani yoyining uzunligini va, keyinchalik shu asosda, planetamizning radiusini o'lchadi. Mashhur yunonistonlik olim Gipparx (milod. avv. II asr) yuzlab yulduzlarning koordinatalarini o'zida aks ettirgan birinchi yulduzlar katalogini (jadvalini) tuzdi va pretsessiya deyiluvchi Yer aylanishi bilan bog'liq hodisani kashf qildi. Eramizning II asrida, mashhur astronom Klavdiy Ptolemey «Megale sintaksis» («Buyuk tuzilish») nomli asarida yunon astronomiyasi yutuqlarini umumlashtirib, planetalarning ko'rinma sirtmoqsimon harakatlarini tushuntira oladigan va asosida Aristotel–Gipparxlarning geosentrik nazariyasi yotgan, Olam tuzilishi haqidagi yangi ta'limotni yaratdi.

Bu ta'limotga ko'ra, o'sha paytda ma'lum bo'lgan beshta planeta (Merkuriy, Venera, Mars, Yupiter va Saturn) *epitsikl* deyiluvchi aylanalar bo'ylab, mazkur epitsikllarning markazi esa, Yer atrofida, *deferent* deyiluvchi katta aylanalar bo'ylab aylanadi. Garchi bu geosentrik nazariya Olam tuzilishining haqiqiy manzarasini aks ettirmagan bo'lsa-da, biroq u salkam o'n besh asr davomida tan olinib kelindi.

Umuman olganda, III–V asrlargacha astronomlar erishgan muvaffaqiyatlari shular bo'lib, VI–XII asrlardan boshlab Yevropada feodal tuzumning yemirilishi bilan o'zining qoloq agrar xo'jaligini va savdo aloqalarini yo'lga qo'yishda, astronomiya bo'yicha amaliy bilimlarga katta ehtiyoj sezila boshlandi. Bu davrda Olam markazida Yer joylashgan degan diniy qarash hukmron edi. Shu boisdan bunday qarashga shak keltiradigan har qanday boshqa qarashlarning mualliflari ruhoniylar tomonidan qattiq jazoga mustajob edilar.

2.2. Sharq olimlarining astronomiya sohasidagi meroslari.

Ayni davrda Sharqda vujudga kelgan yirik teokratik davlat Bag'dod xalifaligida fan va madaniyatning taraqqiyoti uchun qulay sharoit vujudga keldi. IX–XV asrlarda, Yaqin va O'rta Sharq hamda O'rta Osiyo mamlakatlarida yirik astronomik rasadxonalar qurilib ishga tushirildi. Ularda Al-Battoniy, Al-Farg'וניy, Al-Xorazmiy, Abul-Vafo Buzjoni, Abu Mahmud Xo'jandiy, Abdurahmon as-So'fiy va Ibn Yunus kabi mashhur olimlar ijod qildilar (4- rasm). Xususan Al-Battoniy yunon astronomiyasi erishgan yutuqlarni umumlashtirib, Oy harakatiga doir ba'zi



ma'lumotlarni aniqladi. Al-Farg'oniy yozgan «Astronomiya asoslari» nomli asari o'sha davr uchun astronomiyadan o'ziga xos ensiklopediya xizmatini o'tadi. Oy va uning harakatlari to'g'risidagi kashfiyotlari, Yer meridiani uzunligini o'lchash bo'yicha ishlari bilan Abul-Vafo dunyoga tanildi. X–XI asrlarda yashab ijod etgan mashhur o'zbek allomasi Abu Rayhon Beruniyning astronomiyaga oid 40 dan ortiq asari bizgacha yetib kelgan. Olimning «Xronologiya» asarida, Yevropa va Osiyodagi deyarli barcha xalqlarning turli davrlarga tegishli taqvim tizimlari batafsil bayon qilingan bo'lib, unda bu taqvimlarning asoslari va biridan ikkinchisiga o'tish yo'llari to'la yoritilgan.



4- rasm. IX–X asrlarda shakllangan Sharq astronom-olimlari uyi (akademiyasi).

Beruniyning «Geodeziya», «Qonuni Mas'udiy» va «Yulduzlar ilmi» asarlari to'laligicha astronomiyaga bag'ishlangan bo'lib, ularda Quyosh, Oy va planetalarning harakatlariga doir ko'plab ma'lumotlar, Yer radiusini o'lchashning o'sha zamonda ma'lum bo'lgan bir necha usullari keltirilgan. Beruniyning izdoshi Umar Xayyom ham Koinot haqida bir qator falsafiy fikrlar bildirib, nihoyatda katta aniqlikka ega bo'lgan Quyosh kalendarni ishlab chiqqan.

XV asrda Sharq astronomiyasining yana bir buyuk namoyandasi Ulug'bek Samarqandda dunyoda eng yirik astronomik rasadxonani ishga tushirdi. Rasadxonaning bir necha o'n yillik faoliyati davomida Qozizoda Rumi, G'iyosiddin Jamshid Koshiy va Ali Qushchi kabi taniqli olimlardan iborat astronomiya maktabi shakllandi.



2.3. Yevropada astronomiyaning rivoji.

Astronomiyaning keyingi ravnaqi Yevropada bir qator olimlarning astronomiya sohasidagi fundamental kashfiyotlari bilan bogʻliq. Bu borada polshalik astronom N.Kopernik (1473–1543), italiyalik J.Bruno (1548–1600) va G.Galiley (1564–1642), nemis Iogann Kepler (1572–1630) hamda ingliz Isaak Nyuton (1643–1727)larning ijodiy faoliyatlari ayniqsa barakali boʻldi. XVI asrdan XX asrning boshlarigacha tabiatshunoslik yoʻnalishida qilingan asosiy kashfiyotlar va qonuniyatlarning aksariyati yuqoridagi olimlarning nomlari bilan bogʻliq. Shuningdek, bu davrda taniqli olimlardan O.K.Ryomer, E.Galley, J.Bradley, I.G.Galle, V.Y.Struve, F.V.Bessel va boshqalarning astronomiya fanini rivojlantirishdagi xizmatlari katta boʻldi. XX asr oʻrtalarida spektral analizning kashf etilishi va astronomiyada fotografiyaning qoʻllanilishi natijasida astronomiyaning yangi ufqlari ochildi. Bu, osmon jismlarini fizik tabiatlarini oʻrganish borasida katta imkoniyatlarni vujudga keltirdi. Oqibatda, osmon jismlari va ular sistemalarining fizik tabiatlarini oʻrganish bilan shugʻullanadigan yangi fan — astrofizikaga asos solindi.

2.4. Zamonaviy astronomiya va kosmosni oʻzlashtirishning ahamiyati.

Ayni paytda mamlakatimizda ham yirik astronomik markazlar — Toshkent astronomiya instituti va uning Qashqadaryo viloyati Kitob tumanida Ulugʻbek nomli Xalqaro kenglik stansiyasi va Qamashi tumanida Maydanak Balandtogʻ observatoriyalar kompleksi filiallari faol ishlamoqda (5- rasm). Mazkur ilmiy



5- rasm. Qashqadaryo viloyati, Qamashi tumanidagi Maydanak Balandtogʻ observatoriyasi.



dargohlarda bir qator taniqli o'zbek olimlari astronomiya va astrofizika muammolari bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlari olib bormoqdalar.

Shuningdek, insonning kosmosni o'zlashtirish bilan bog'liq faoliyati unga ona planetamiz — Yerning geologik boyliklarini, tabiati va iqlimini o'rganishga katta imkoniyatlar yaratadi. Inson Koinotdan Yerga nazar solib, uning naqadar mitti, noyob va go'zal qarorgoh ekanligini angladi. Shu bilan birga bu nazar orqali u, planetamiz hayotiga tahdid solayotgan ekologik, energetik va demografik muammolarni ham butun bo'y-basti bilan ko'ra oldi. Oxirgi o'n yillar ichida kosmonavtikaning taraqqiyoti, insonga Yerdagi bu muammolarni bartaraf qilishning yo'l-yo'riqlarini ko'rsatibgina qolmay, bu ishda kosmonavtikaning o'zi ham faol ishtirok etishi mumkinligini ma'lum qildi. Xususan, Yerdagi energetik inqirozning oldini olish uchun, Quyosh energiyasidan foydalanish imkonini beruvchi yirik kosmik inshootlarning loyihalarini, demografik halokatdan qutulish uchun esa, Yer atrofi zonasini «o'zlashtirish»ning, kosmik «mustamlakalar» qurishning rejalarini, to'la hisob-kitobi bilan dunyo olimlari oldiga tashladi. Ayniqsa, Yerdagi hayotga tahdid solayotgan ekologik muammolarning oldini olishda insoniyat kosmonavtikaning yordamiga katta ehtiyoj sezadi.

Ayni paytda o'nlab rivojlangan mamlakatlar hamkorligida qurilayotgan Xalqaro kosmik stansiya (XKS) kelajakda qurilishi mo'ljallanayotgan «kosmik shaharlarning» dastlabki namunalaridan hisoblanadi (6- rasm).

Kosmosni o'zlashtirish bilan bog'liq barcha tadqiqotlar sivilizatsiyamiz ijtimoiy hayotiga radioelektronikaning rivojlanishi qanday ijobiy ta'sir ko'rsatgan bo'lsa, shunday foydali ta'sir ko'rsatib, uning bugungi muammolarini hal qilishda juda katta xizmat qilishiga hech qanday shubha yo'q! Faqat kosmik texnikagina insonga, uning uyi hisoblanmish — Yerga tashqaridan qarab, planetamizning, shoir A.Oripov iborasi bilan aytganda, «kichik bir soqqa» ekanligini, mashhur sayyoh-olim T.Xeyerdal aytganidek, achchiq va zaharli dud-chiqindilarni chiqarib yuborish uchun «mo'risining yo'qligini» va shu tufayli uning tabiiy qazilma boyliklari, biz o'ylagancha bitmas-tuganmas emasligini anglashga imkon beradi. Binobarin, tabiat boyliklaridan katta tejamkorlik va ehtiyotkorlik bilan foydalanish lozimligini uqtiradi.



6- rasm. Kosmosda qurilayotgan yirik inshoot —
Xalqaro kosmik stansiya (XKS).

Kosmosdan turib Yer biologik sferasining holati bilan tani-shish, uning tabiiy resurslarini, oʻrmon va qishloq xoʻjaligi yer maydonlarini oʻrganish — kosmonavtikaning eng muhim vazifa-laridan hisoblanadi. Mazkur yoʻnalishlar boʻyicha ishlar plane-tamiz ekologik muammolarini bartaraf qilishda muhim ahamiyat kasb etib, kelgusida raketa va kosmik texnika yordamida, plane-tamiz bagʻrida koʻpayayotgan hamda qayta ishlatib boʻlmaydigan zaharli va radioaktiv chiqindilarni Yerdan tashqariga uloqtirib tashlashni rejalashtiradi. Kosmonavtika, yaqin oʻn yillar ichida, kosmosda yirik energetik qurilmalarni, xomashyo resurslarini ishlab chiqarish komplekslarini joylashtirish boʻyicha ishlarni ham moʻljallamoqda. Bularning barchasi kelajakda kosmik fazo, birinchi navbatda Yer atrofi zonasi inson yashaydigan va faoliyat koʻrsatadigan muhitga aylantirilishidan darak beradi. Yaqin kos-mosni inson manfaati uchun xizmat qiladigan muhitga aylan-tirilishi, boshqacha aytganda, kosmosni ekologizatsiyalashtirish, ayni paytda ekologik inqirozlar global masshtabda qamrab ke-layotgan planetamizni ularning halokatli oqibatlaridan qutqarish borasida inson koʻrsatayotgan muhim faoliyatlaridan hisoblanadi.



Xususan, bugun orbital stansiyalarda o'ta toza metall qotishmalarini olish, noyob kristallarni o'stirish, yuqori sifatli yangi qotishmalar va toza dorivor preparatlarni tayyorlash ishlari bo'yicha juda ko'p sonli eksperimentlar o'tkazilayotganligi barchamizga ma'lum.

Xalq xo'jaligi uchun zarur bo'lgan ko'plab materiallarni ishlab chiqarishda kelajakda Oyning va ayrim asteroidlarning tarkibiy materiallaridan foydalanish bo'yicha ham katta ishlar rejalashtirilmoqda. Aynan shu maqsadlarni ko'zlab, dunyo olimlari tomonidan yaratilgan Oyda aholi yashaydigan va ishlaydigan stansiylarning loyihalari butun dunyo jamoatchiligi davralarida muhokama qilinmoqda.

Shuningdek, Yer atrofi fazosida eng yirik qurilmalarni (AQSH ning Prinston universiteti olimlari tomonidan yaratilgan «Quyosh fabrikasi»ni) ishga tushirish bo'yicha ham real hujjatlarning tayyorlanayotganligi, kelgusida insoniyatni energetik va demografik halokatdan xalos qilish kabi muhim gumanitar maqsadlarni ko'zda tutadi.



1. Yerning sharsimon osmon jismi ekanligini birinchilardan bo'lib kim aniqlagan?
2. Yer radiusini qadimda birinchi bo'lib kim o'lchadi?
3. O'rta asrlarda astronomiya rivojiga katta hissa qo'shgan O'rta Osiyolik qaysi olimlarni bilasiz?
4. Al-Farg'oniyning astronomiyaga bag'ishlangan mashhur astronomik asari qanday nom bilan atalgan?
5. Abu Rayhon Beruniyning astronomiya sohasidagi mashhur asarlarini ayting.
6. Umar Xayyomning astronomiya sohasida dunyo tan olgan xizmati nimada?
7. Ulug'bek rasadxonasi qaysi davrda, respublikamizning qaysi shahrida qurilgan edi?
8. Bu rasadxonada ishlagan mashhur astronomlarning ismlarini ayting.
9. O'rta asrlarda astronomiya sohasida katta ilmiy meros qoldirgan yevropalik astronomlarning ismlarini ayting.
10. Polshalik astronom N.Kopernikning bu sohadagi xizmati nima-dan iborat?
11. O'zbekiston hududidagi astronomik markazlar, hozirgi davrda, qayerlarda joylashgan?



12. Kosmosni o'zlashtirishning ahamiyati nimada?
13. Yaqin kelajakda kosmosni o'zlashtirishning istiqbollari haqida nimalarni bilasiz?
14. Kosmosni o'zlashtirish insoniyatni qanday ekologik muammolardan xalos qilishda yordami tegishi mumkin, deb o'ylaysiz?

3- §. Yoritgichlarning ko'rinma holatlari. Yulduz turkumlari

Bulutsiz tunda osmonda shoda-shoda yulduzlarni ko'rib, undan zavq olmagan odam bo'lmasa kerak. Garchi bir qarashda yulduzlarning son-sanog'i yo'qdek tuyulsa-da, aslida oddiy ko'z bilan qaralganda, osmonning ma'lum yarim sferasida ularning soni 3 mingdan ortmaydi. Shuningdek, yulduzlar, aslida bizdan turli masofalarda yotsalar-da, lekin bizga bir xil masofadan o'tuvchi sfera sirtida yotgandek tuyuladilar.

Yulduzlarning o'zaro joylashishi juda sekinlik bilan o'zgarib, maxsus o'lchashlarsiz, oddiy kuzatishlar asosida bunday o'zgarishlarni bir necha oy, hatto yillardan keyin ham sezib bo'lmaydi. Bunday hol yer sirtida yulduzlarga qarab mo'ljal olish, ya'ni gori-zont tomonlarini aniqlash uchun juda qo'l keladi. Shu tufayli sayyohlar juda qadim zamonlardan oq yulduz — kompaslardan keng foydalanganlar.

Qadim sharqda kishilar yoritgichlarga qarab mo'ljal olish uchun osmonning yorug' yulduzlarini alohida to'dalarga ajratib, ularga *yulduz turkumlari* deb nom berganlar. Yulduz turkumlarini hayvonlar yoki jonivor (Katta Ayiq, Oqqush, Arslon, Ajdarho, Kit), yunon afsonalarining qahramonlari (Kassiopiya, Andromeda, Pegas va boshqalar) va ba'zan yorug' yulduzlari birgalikda eslatadigan geometrik shakl yoki buyumlarning nomlari (Uchburchak, Tarozi, Cho'mich) bilan ataganlar (7- rasm).

XVII asrda, har bir yulduz turkumiga kiruvchi bir necha yorug' yulduzlar grek alfavitining harflari (alfa, beta, gamma, delta va hokazo) bilan belgilanadigan bo'ldi. Shuningdek, 130 ga yaqin yorug' yulduzlarga xususiy nom berildi, jumladan Katta Itning α si Sirius, Aravakashning α si Kapella, Liraning α si Vega, Orionning α si Betelgeyze, Perseyning α si Algol nomlari bilan yuritila boshlandi. Keyinchalik bulardan xiraroq yulduzlarni



7- rasm. Yulduzlar osmoni (Katta Ayiq va Kichik Ayiq yulduz turkumlari aniq ko‘rsatilgan).

tartib bo‘yicha raqamlar bilan (1, 2, 3 va hokazo) nomerlash odat qilib kiritildi va hozirgi paytda, u asosan juda xira yulduzlar uchungina ishlatiladi.

1922- yilda yulduz turkumlarini chegaralovchi egri chiziqlar to‘g‘ri chiziqlar bilan almashtirilib, ayrim katta maydonli yulduz turkumlari bir necha yulduz turkumlariga ajratildi. Bugungi kunda osmon sferasi 88 ta qismga, ya‘ni yulduz turkumiga bo‘lingan.

Ma‘lum yulduz turkumiga kiruvchi bir necha yorug‘ yulduzlar shu turkumga yoki ba‘zan qo‘shni yulduz turkumiga kiruvchi xira yulduzlarni topishda yaxshi mo‘ljal bo‘lib xizmat qiladi.

Osmonda ma‘lum yulduz turkumini yoki yulduzni topish uchun, dastlab yulduz xaritalari va atlaslari bilan yaxshi tanishmoq va so‘ngra ular yordamida ancha mashq qilmoq zarur bo‘ladi. Ayniqsa, osmonning surilma xaritasidan foydalanishni o‘rgangan kishi uchun osmonda ma‘lum yulduz yoki yulduz turkumini topish, uning chiqish va botish vaqtlarini taxminiy belgilash ortiqcha qiyinlik tug‘dirmaydi.



1. Osmonda oddiy ko‘z bilan bir vaqtning o‘zida qancha yulduzni ko‘rish mumkin?
2. Yulduz turkumlari deb nimaga aytiladi? Jami bo‘lib, nechta yulduz turkumi bor?
3. Yulduz turkumlari qanday nomlar bilan ataladi?
4. Alohida nomlar bilan qanday yulduzlar ataladi? Ulardan qaysilarini bilasiz?



4- §. Quyosh, Oy, planetalar va yulduzlarning ko‘rinma harakatlari

Agar tunda ma‘lum bir joydan turib yulduzlar bir necha soat davomida tinimsiz kuzatilsa, butun osmon sferasining yulduzlari, kuzatuvchidan o‘tuvchi faraziy o‘q — *Olam o‘qi* atrofida aylanishini ko‘rish mumkin. Bunday aylanish davomida ixtiyoriy yoritgich o‘z vaziyatini gorizont tomonlariga nisbatan o‘zgartirib boradi. Yulduzlar osmonining bunday ko‘rinma aylanish davri bir sutkani tashkil qiladi. Janub tomonga qarab turgan kuzatuvchiga yoritgichlar chapdan o‘ngga, ya‘ni soat strelkasi yo‘nalishida harakatlanayotgandek ko‘rinadi. Bunda ma‘lum yoritgich, sharq tomonda har doim ma‘lum nuqtadan ko‘tarilib, g‘arbda ham aniq bir nuqtada botadi. Uning gorizontdan maksimal balandligi ham (janub tomon yo‘nalishida) kunlar o‘tishi bilan bu kuzatuvchi uchun o‘zgarmay, har doim bir xil bo‘ladi. Agar kuzatuvchi shimol tomonga qarasa, bir qism yulduzlar sharqdan chiqib, g‘arpga botgani holda, botmaydiganlari — ma‘lum qo‘zg‘almas nuqta atrofida konsentrik aylanalar (markazi bir nuqtada bo‘lgan aylanalar) chizayotganini ko‘radi (8- rasm). Bu qo‘zg‘almas nuqta *olamning shimoliy qutbi* deb yuritiladi. Olamning shimoliy



8- rasm. Yulduzlarning Qutb yulduzi atrofida ko‘rinma aylanishi (bir necha soat davomida Qutbga yo‘naltirib o‘rnatilgan fotoapparat yordamida olingan).

qutbi, Kichik Ayiq yulduz turkumining (Katta Ayiq — «Yetti qaroqchi»ga qo‘shni yulduz turkumi) eng yorug‘ yulduziga (alfasiga) juda yaqin (orasi taxminan 1° bo‘lgan) nuqtada yotadi. Shu tufayli Kichik Ayiqning bu yulduzi *Qutb yulduzi* deb nom olgan. Yulduzlarning sutkalik bunday ko‘rinma harakatlari Yerning o‘z o‘qi atrofida aylanishi tufayli sodir bo‘ladi.

Quyosh va Oyning sutkalik harakatlari ham sharqdan g‘arpga tomon kuzatilib, yulduzlardan farqli o‘laroq, ularning chiqish va



botish nuqtalari hamda maksimal balandliklari kun sayin o‘zgarib boradi. Xususan, Quyosh Navro‘zda (21- martda) aniq Sharq nuqtasidan ko‘tarilib, aniq G‘arbda botgani holda, keyin uning chiqish va botish nuqtalari shimol tomonga siljib boradi. Bunday hol 22- iyungacha davom etib, so‘ngra chiqish va botish nuqtalari aksincha, gorizontning janub tomoniga siljiydi. Bu davrda Quyoshning tush paytdagi balandligi pasaya borib, kunduz qisqaradi, tun esa, aksincha, uzayadi.

Planetamizning yo‘ldoshi Oy ham sutkalik ko‘rinma harakatda ishtirok qilib, sharqdan g‘arbga, yulduzlar bilan birga siljib boradi. Biroq bir necha tun davomida kuzatishlardan oq, Oyning yulduzlarga nisbatan haqiqiy harakatlanishini sezish mumkin. Bunday harakat tufayli Oy, yulduzlar fonida g‘arbdan sharqqa tomon har sutkada taxminan 13 gradusdan siljib borib, Yer atrofidan 27,32 sutkada bir marta to‘la aylanib chiqadi.

Quyoshning bir necha oy davomida sistemali kuzatilishi uning ham Oy kabi yulduzlarga nisbatan g‘arbdan sharqqa siljib borishini ma’lum qiladi. Quyoshning bunday ko‘rinma harakati tufayli sutkalik siljishi, Oynikiga nisbatan juda kichik bo‘lib, atigi bir gradusga yaqin yoyni tashkil qiladi va bir yilda bir marta to‘la aylanib chiqadi.

Quyosh va Oyning osmonni bir to‘la aylanib chiqishlaridagi yuradigan yo‘llarining tekisliklari bir-biriga yaqin. Ular kesib o‘tadigan yulduz turkumlari zodiak yulduz turkumlari (yunoncha «zoon» — hayvonlar degani) deyilib, bu turkumlar sohasi — zodiak soha deyiladi.

Juda qadim zamonlardayoq kishilar, zodiak yulduz turkumlari sohasida, tashqi ko‘rinishi bilan yulduzlarga o‘xshash, biroq yulduzlardan farq qilib, ularga nisbatan siljib boruvchi 5 ta yoritgichni kuzatdilar. Yulduzlardan farqlanuvchi bunday xususiyatlari evaziga ularga «adashgan yulduzlar» — *planetalar* deb nom berdilar. Qadim Rimda adashgan yulduzlar Rim xudolarining nomlari bilan Merkuriy, Venera, Mars, Yupiter va Saturn deb atala boshlandi.

Teleskop ixtiro qilingandan so‘ng 1781- yilda Uran, 1846- yilda Neptun planetalari va 1930- yilda Pluton mitti planetasi topildi.



Planetalarining ko‘rinma harakatlari ham zodiak yulduz turkumlari chegaralarida kuzatilib, yulduzlar fonida siljishlari Quyosh va Oyning siljishlari kabi g‘arbdan sharqqa bo‘ladi.



1. Yulduzlar osmonining sharqdan g‘arbga aylanishining sababi nimada?
2. Yulduzlar, aynan ko‘ringani kabi bitta sfera sirtida joylashganmi?
3. Quyosh va Oyning Yer atrofida sharqdan g‘arbga tomon kuza-tiladigan harakatlari haqiqiy harakatmi?
4. Olam qutbi deb osmonning qaysi nuqtasiga aytiladi?

5- §. Yerning o‘z o‘qi atrofida aylanishiga dalillar

Tunda osmonga sinchiklab qaragan har bir kishi bir necha minut davomidayoq, eslatganimizdek, yulduzlar osmonining sharqdan g‘arbga tomon aylanayotganining guvohi bo‘ladi. Buning uchun ma‘lum bir joydan turib, 2–3 ta yorug‘ yulduzning o‘rnini belgilab (daraxt shoxi, simyog‘och yoki televizor anten nasiga, yoki boshqa biror jismga nisbatan), soatga qarab qo‘yilsa bas. 15–20 minutdan so‘ng, bu yulduzlarga dastlabki joydan turib qaralsa, ular g‘arb tomonga bir xil yoyga siljiganlari ma‘lum bo‘ladi. Oddiy hisoblash yordamida yulduzlar, har soatda sharqdan g‘arbga tomon 15° ga siljishlari oson topiladi. Endi 360° ni 15° ga bo‘lsak, 24 soat chiqadi. Demak, barcha yulduzlar 24 soatda, ya‘ni bir sutkada Yer atrofida bir marta to‘la aylanib chiqishi ma‘lum bo‘ladi. Yulduzlarning Yer atrofida bunday sutkalik ko‘rinma aylanishi, aslida, bir sutkada Yerning o‘z o‘qi atrofida g‘arbdan sharqqa tomon bir to‘la aylanishi tufaylidir. Yerning o‘z o‘qi atrofida aylanishi quyidagi tajribalarda tasdiqlangan.

1. Yer qutblaridan birining tepasiga matematik mayatnik osilib (bunda mayatnik sharchasi o‘rniga tubida kichik teshigi bor chelakcha olinib, u qumga to‘ldirilgan bo‘lsin), u tebrantirib yuborilsa, chelakdan to‘kilgan qum uning ostida tebranish tekisligi bo‘ylab, bir to‘g‘ri chiziq yo‘nalishida (tebranish tekisligida yotuvchi) sepilmay, balki qum sepiladigan chiziq (ya‘ni tebranish tekisligi), vaqt o‘tishi bilan, mayatnik tinch turganda yo‘nalgan Yerdagi nuqta atrofida soat strelkasi harakati yo‘nalishida burilib borishini ko‘ramiz. Bu Yerning o‘z o‘qi atrofida aylanishidan darak



beradi. Chunki mayatnik, osilgan nuqta har qancha burilganda ham, o'z tebranish tekisligini o'zgartirmasligi aniq. Binobarin, uning ostida sepilgan qumning izi, vaqt o'tishi bilan vertikal burchaklar sektorlari yuzasini qoplab borishi, faqat Yer aylanayotganidan darak beradi. Sankt-Peterburgdagi Isaakiy soborida o'rnatilgan uzunligi 98 metrli Fuko mayatnigi yordamida Yerning o'z o'qi atrofida aylanishi aynan shu yo'l bilan namoyish qilinadi.

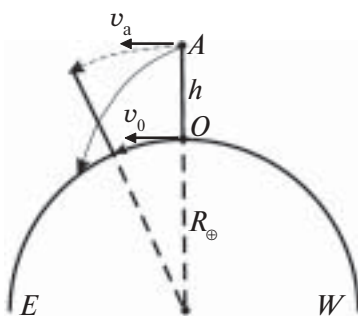
2. Yer aylanishining boshqa bir isboti, uning sirtiga ma'lum balandlikdan tashlangan jismlarning sharqqa tomon siljib tushishidir. Gap shundaki, Yer sirtidan h balandlikda (9- rasm) jismning chiziqli tezligi

$$v_a = \omega_a(R_{\oplus} + h)$$

bilan o'lchangani holda, jism ostida, Yer sirtida yotgan nuqtaning tezligi

$$v_0 = \omega_0 R_{\oplus}$$

bilan hisoblanadi. Bu yerda $R_{\oplus}$ – Yer radiusini, ω_a va ω_0 esa, mos ravishda, O va A nuqtalarga tegishli bo'lgan Yerning burchak tezliklarini ifodalaydi. ω_a va ω_0 bir-biriga tengligidan $v_a > v_0$ ekanligi oydin bo'ladi. Shuning uchun ham h balandlikdan tashlangan jism O nuqtadan sharqqa ilgarilab, oldinga tushadi va Yerning g'arbdan sharqqa aylanishini tasdiqlaydi.



9- rasm. Yer sirtidan ma'lum balandlikdan tashlangan jismning harakat trayektoriyasiga ko'ra, Yerning aylanishini isbotlash.



1. Yerning o'z o'qi atrofida aylanishini qanday dalillarda isbotlay olasiz?
2. Nega Yer sirtida ma'lum balandlikdan turib tashlangan jism sharq tomonga siljib tushadi?



II

AMALIY ASTRONOMIYA ASOSLARI

1- §. Osmon sferasi, uning asosiy nuqta, aylana va chiziqlari

Osmon yoritgichlarining ko‘rinma vaziyatlarini va harakatlari o‘rganish uchun kuzatish paytida ularning o‘rinlarini aniqlash zarur bo‘ladi. Buning uchun yoritgichlarning osmondagi vaziyatlarini ma‘lum yo‘nalishlarga nisbatan o‘rganish yetarli bo‘lib, ko‘p hollarda, ulargacha bo‘lgan masofalarni aniqlashga ortiqcha ehtiyoj sezilmaydi. Yoritgichlarning ko‘rinma vaziyatlari va harakatlarini o‘rganishdan oldin, ayrim tushunchalar hamda osmonning asosiy nuqta, chiziq va aylanalari bilan tanishishga to‘g‘ri keladi.

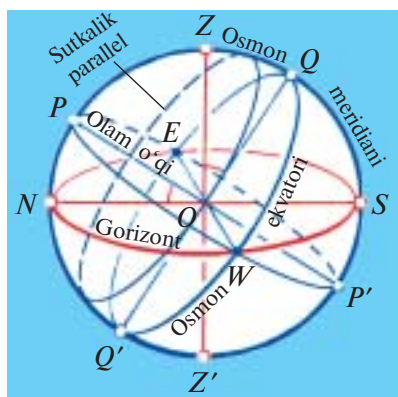
Osmon sferasi deb, radiusi ixtiyoriy qilib olingan va markazi kuzatuvchining ko‘zi turgan nuqtada yotgan shunday sferaga aytiladiki, bu sferada ma‘lum vaqtda yulduzlar, osmonda qanday ko‘rinsa, shundayligicha proyeksiyalangan bo‘ladi.

Ta’rifdan ko‘rinishicha, osmon sferasi markazidagi nuqtada joylashgan kuzatuvchi, uning sirtida joylashgan yulduzlarni osmonda qanday ko‘rinsa, shundayligicha ko‘radi. Osmon sferasida yoritgichlarning o‘zaro joylashishini aniqlashda, ularning ko‘rinma va haqiqiy harakatlarini o‘rganishda osmonning quyidagi asosiy nuqta, chiziq va aylanalariga tayaniladi.

Osmon sferasining markazida turgan kuzatuvchidan o‘tkazilgan vertikal yo‘nalishning osmon sferasi bilan kesishgan ikki nuqtasidan biri (kuzatuvchining bosh tomoni yo‘nalishidagisi) *zenit* (Z), unga diametral qarama-qarshi yotgan ikkinchisi esa *nadir* (Z') deb yuritiladi (10- rasm). Sferaning bu nuqtalarini tutashtiruvchi to‘g‘ri chiziq *vertikal chiziq* deyiladi.



Osmon sferasini, uning markazidan vertikal chiziqqa perpendikular qilib o'tkazilgan tekislik bilan kesishishidan hosil bo'lgan katta aylana – *matematik gorizont* deb yuritiladi. Sferaning vertikal o'q orqali o'tuvchi tekisliklar bilan kesishishidan hosil bo'lgan katta aylanalari esa *vertikal aylanalar* deb ataladi. Yuqorida eslatilgan nuqta va chiziqlar kuzatuvchining Yer sirtidagi o'z o'rnini o'zgartirishiga bog'liq ravishda o'zgarib turadi. Osmon sferasining, Yer sharining asosiy chiziq va nuqtalari bilan bog'liq bo'lgan shunday nuqta va chiziqlari mavjudki, ular Yerning istalgan joyidan kuzatilganda ham o'z holatlarini o'zgartirmaydi. Olam qutblari, olam o'qi, osmon ekvatori ana shunday nuqta, chiziq va aylanalardan hisoblanadi.



10- rasm. Osmon sferasining asosiy nuqta, chiziq va aylanalari.

Yer o'qi davomlarining osmon sferasi bilan kesishgan nuqtalari *olam qutblari* deyiladi. Yer shimoliy qutbi davomining osmon sferasi bilan kesishgan *nuqtasi olamning shimoliy qutbi P*, janubiy qutbi davomining sfera bilan kesishgan nuqtasi esa *olamning janubiy qutbi P'* deyiladi. Olam qutblarini tutashtiruvchi o'qni *olam o'qi* deb yuritiladi. Osmon sferasini markazidan o'tib, uni olam o'qiga tik tekislik bilan kesishishidan hosil bo'lgan katta aylana *osmon ekvatori* deyiladi. Osmon ekvatori Yer ekvatori bilan bir tekislikda yotadi. Osmon ekvatori tekisligiga parallel tekisliklar bilan sferani kesishishidan hosil bo'lgan aylanalar *sutkalik parallellar* deyiladi. Olam o'qi orqali o'tuvchi tekisliklar bilan osmon sferasini kesishishidan hosil bo'lgan katta aylanalar esa *og'ish aylanalari* deb ataladi.

Osmon sferasining asosiy chiziqlari va aylanalari proyeksiyalangan tekislikda yotib, olam qutblari, zenit va nadir nuqtalaridan o'tuvchi katta aylana *osmon meridiani* deyiladi. Uning matematik gorizont bilan kesishgan nuqtalari gorizontning *Shimol (N, olamning shimoliy qutbiga yaqini)* va *Janub (S, olamning janubiy qutbiga yaqini)* nuqtalari deb ataladi.



Bu nuqtalardan 90° masofada yotgan matematik gorizontning nuqtalari *Sharq (E) va G'arb (W) nuqtalari* deyiladi. Matematik gorizont tekisligi bo'ylab yo'nalib, Shimol va Janub nuqtalarini tutashtiruvchi to'g'ri chiziq kesmasi *tush chizig'i* deb yuritiladi.

Osmon sferasining yuqorida keltirilgan nuqta va chiziqlari o'rganilgach, ular asosida osmonning turli koordinatalar sistemalarini o'rganish ortiqcha qiyinchilik tug'dirmaydi.



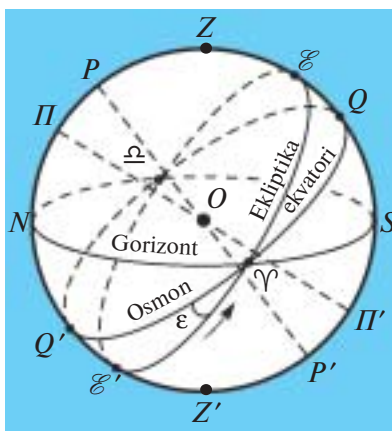
1. Olam o'qi deb nimaga aytiladi? Olam qutblari deb-chi?
2. Osmon ekvatori va Yer ekvatori o'zaro qanday joylashgan?
3. Og'ish aylanalari, sutkalik parallellar deb qanday aylanalarga aytiladi?
4. Matematik yoki haqiqiy gorizont deb-chi?
5. Zenit va nadir nuqtalari osmonda qayerda yotadi?
6. Osmon meridiani deb qanday katta aylanaga aytiladi?
7. Gorizontning Shimol va Janub, Sharq va G'arb nuqtalari deb qanday nuqtalariga aytiladi?
8. Vertikal aylanalar deb qanday aylanalarga aytiladi?

2- §. Quyoshning yillik ko'rinma harakati. Ekliptika

Quyoshning yulduzlar oralab g'arbdan sharqqa tomon ko'rinma (haqiqiy emas!) siljishi, eslatilganidek, juda qadimdan sezilgan. Bu siljish har sutkada salkam 1° bo'lib, Quyosh bir yilda osmon sferasining zodiak yulduz turkumlari orqali Yer atrofida bir marta to'la aylanib chiqadi. Quyoshning yillik *ko'rinma* bu yo'li katta aylana bo'lib, u *ekliptika* deb yuritiladi. Yil davomida, sistemali ravishda, tush paytida, Quyoshning zenitdan uzoqligini ma'lum bir joydan turib o'lchash, uning osmon ekvatoridan og'ishi $+23^\circ26'$ dan $-23^\circ26'$ ga qadar o'zgarishini ko'rsatadi. Bundan ekliptika tekisligining osmon ekvatoriga og'maligi $\varepsilon = 23^\circ26'$ ga teng ekanligi ma'lum bo'ladi (11- rasm). Ekliptikaning xarakterli to'rtta asosiy nuqtasi bo'lib, bulardan ikkitasi uning osmon ekvatori bilan kesishgan nuqtalarini, qolgan ikkitasi esa osmon ekvatoridan eng katta og'ishga ega bo'lgan nuqtalarini xarakterlaydi. Uning ekvator bilan kesishgan nuqtalaridan biri (Quyosh osmonining janubiy yarim sharidan shimoliy yarim shariga kesib



o‘tayotganda hosil bo‘lgani) *bahorgi tengkunlik* nuqtasi (Υ) deyilib, Quyosh unda 21- mart kuni bo‘ladi. Ikkinchisi esa *kuzgi tengkunlik* nuqtasi (Ω) deyilib, Quyosh u nuqtada 23- sentabr kuni bo‘ladi. Ekliptikaning, osmonning shimoliy yarim sharida, eng katta og‘ishga ($+23^{\circ}26'$) ega bo‘lgan nuqtasi ($\mathcal{E}$) *yozgi quyoshturishi* deyilib, bu nuqtada Quyosh 22- iyun-da bo‘ladi. Janubiy yarim shar-da ekliptikaning eng katta og‘ishga ($-23^{\circ}26'$) ega bo‘lgan nuqtasi esa, *qishki quyoshturishi* ($\mathcal{E}'$) nuqtasi deyilib, unda Quyosh har doim 22- dekabrda bo‘ladi.



11- rasm.

Quyoshning yillik ko‘rinma harakati. Ekliptika (ϵ – ekliptika va osmon ekvatori hosil qilgan burchak).

Ekliptika tekisligiga tik qilib o‘tkazilgan osmon sferasining diametri III' – *ekliptika o‘qi* deyiladi. Ekliptika o‘qining osmon sferasi sirti bilan kesishgan nuqtalari ekliptikaning *shimoliy* Π (shimoliy yarim shardagisi) va *janubiy* Π' (janubiy yarim shardagisi) *qutblari* deb ataladi. Ekliptika qutblari orqali o‘tuvchi katta aylanalar yoritgichning *kenglik aylanalari* deyiladi.

Quyoshning yillik ko‘rinma harakat yo‘li bo‘ylab joylashgan yulduz turkumlarining sohasi, eslatilganidek (I bob, 4- §), *zodiak soha* deyiladi. Bu sohada joylashgan 12 yulduz turkumi – Hut, Hamal, Savr, Javzo, Saraton, Asad, Sunbula, Mezon, Aqrab, Qavs, Jaddi, Dalv nomlari bilan yuritiladi.

Quyoshning yulduzlar fonida yillik ko‘rinma harakat qilishi, aslida, Yerning Quyosh atrofida yillik *haqiqiy* harakati tufayli sodir bo‘ladi. Shuning uchun ham Quyoshning yillik ko‘rinma harakati tekisligi Yer orbita tekisligi bilan ustma-ust tushadi. Binobarin, ekliptikaning osmon ekvatoriga og‘maligi – Yer ekvatorining o‘z orbita tekisligiga og‘maligi bilan bir xil bo‘ladi.



1. Quyoshning yulduzlar oralab siljib borishining sababi nimada?
2. Quyoshning yillik ko'rinma harakat yo'li nima deyiladi?
3. Ekliptika tekisligi osmon ekvatoriga qanday burchak ostida og'gan?
4. Zodiak soha deb nimaga aytiladi? Bu soha yulduz turkumlarini tartib bilan sanang.
5. Ekliptikaning asosiy nuqtalarini (bahorgi va kuzgi tengkunlik nuqtalari; qishki va yozgi quyoshturishi nuqtalari) ta'riflang.

3- §. Osmon koordinatalari

Yer sirtida ma'lum bir shaharning o'rni aniq geografik koordinatalar λ – uzunlik va φ – kenglik bilan xarakterlangani kabi (12- rasm), osmondagi yoritgichlarning o'rni ham qabul qilingan ma'lum koordinata sistemasining koordinatalari bilan belgilanadi.

Ekvatorial koordinatalar sistemasi deyiluvchi sistemada yoritgichlarning o'rni ikkita – *to'g'ri chiqish* α (alfa) va *og'ish* δ (delta) deb ataluvchi koordinatalar bilan belgilanadi.

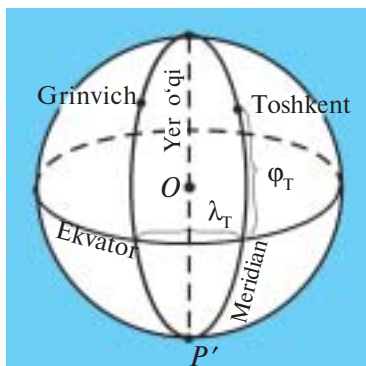
Bunda hisob boshi qilib, shartli ravishda, ekliptika bilan osmon ekvatorining kesishgan – bahorgi tengkunlik nuqtasi – Υ olinadi (13-a, b rasm).

Ixtiyoriy M yoritgichning to'g'ri chiqishini topish uchun undan yarim og'ish aylanasi o'tkazilib, uning osmon ekvatori bilan kesishgan nuqtasi K topiladi. K nuqtaning bahorgi tengkunlik nuqtasidan yoy uzoqligi M yoritgichning to'g'ri chiqishini xarakterlaydi, ya'ni: $\alpha = \Upsilon\overset{\frown}{K}$. Bu yoy, sfera markazi (O)

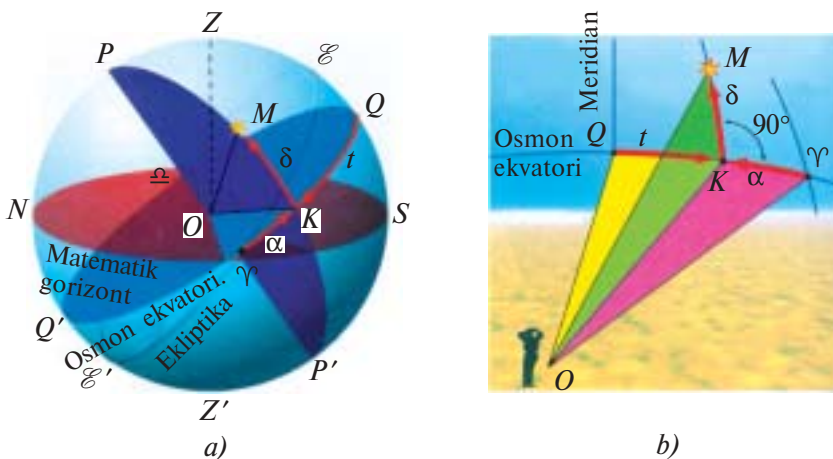
dagi kuzatuvchi uchun markaziy $\angle\Upsilon OK$ burchak bilan o'lchanadi.

M yoritgichning ikkinchi koordinatasi – og'ish (δ) esa K nuqtadan og'ish aylanasi bo'ylab

yoritgichgacha bo'lgan yoy ($\overset{\frown}{KM}$) bilan o'lchanadi (13-a va b rasmlar). Markazdagi kuzatuvchi uchun bu yoy unga tiralgan markaziy burchak bilan o'lchanadi, ya'ni $\delta = \overset{\frown}{KM} = \angle KOM$.



12- rasm. Geografik koordinatalar sistemasi.



13- rasm. Ekvatorial koordinatalar sistemalari.

Yoritgichning to'g'ri chiqishi, odatda, osmonning sutkalik aylanishiga qarama-qarshi yo'nalishda o'lchanib, soat, minut, sekundlarda ifodalanadi. O'lchanish chegarasi 0 soatdan 24 soatgacha bo'ladi. Yoritgichlarning og'ishi esa, yoy graduslari, minutlari va sekundlarida o'lchanib, 0 gradusdan ± 90 gradusgacha (minus ishorasi janubiy yarim shardagi yoritgichlar uchun) o'lchanadi. Yulduz xaritalarini tuzishda aynan shu koordinatalar asos qilib olinadi.

Ekvatorial koordinatalar sistemasida yoritgichlarning koordinatalaridan yana biri — *soat burchagi* (t) deyilib, osmon meridianining janubiy qismi bilan osmon ekvatorining kesishgan nuqtasi (Q) dan to yoritgichdan o'tgan og'ish aylanasi bilan kesishgan nuqtasi (K) gacha bo'lgan yoy ($\overset{\sim}{QK}$) yoki markaziy burchak $\angle QOK$ bilan o'lchanadi. Yoritgichning soat burchagi t ham soat, minut va sekundlarda o'lchanadi (13-*a, b* rasmlar). O'lchanish chegarasi 0 soatdan ± 12 soatgacha, yoki ba'zan 0 soatdan 24 soatgacha bo'ladi.

Vaqt bo'yicha soatlar, minutlar va sekundlarda ifodalangan ma'lum burchakni (yoxud yoyni) yoy graduslari, minutlari va sekundlariga (yoki aksincha) o'tkazishda ushbu jadvaldan foydalaniladi.



II. Amaliy astronomiya asoslari

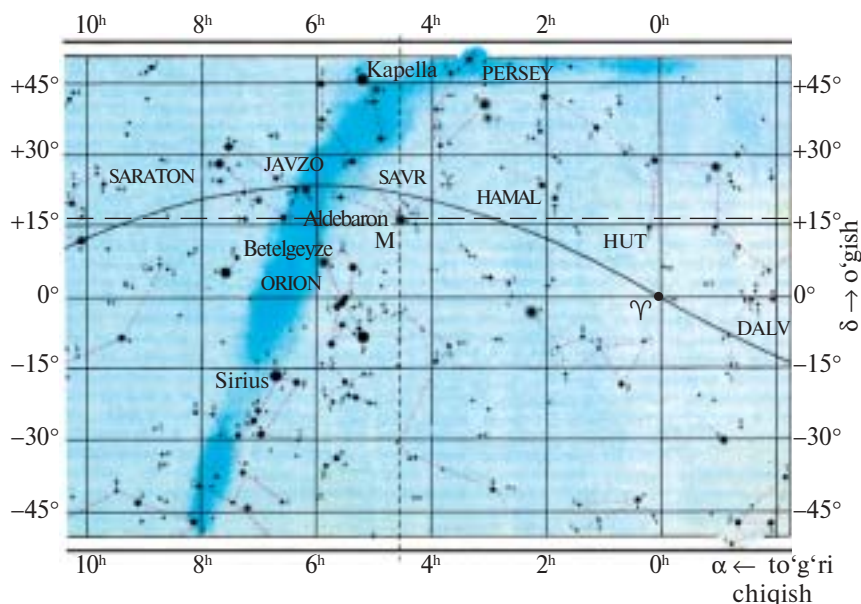
Yoy o'lchamida	360°	15°	1°	15'	1'	15''
Vaqt o'lchamida	24 ^h	1 ^h	4 ^m	1 ^m	4 ^s	1 ^s



1. Geografik koordinatalarni eslang. Geografik uzunlik va kenglik qanday o'lchanadi?
2. Osmonning ekvatorial koordinatalari bo'yicha yoritgichlarning to'g'ri chiqishi (α) va og'ishi (δ) qanday o'lchanishini chizmadan tushuntiring.
3. Osmon koordinatalari va geografik koordinatalar orasida qanday o'xshashlik bor?
4. Yoritgichning soat burchagi (t) qanaqa koordinata va u qanday o'lchanadi?

4- §. Yulduzlarning xaritalari

Yulduzlar xaritalari ham geografik xaritalar kabi, ko'pincha, yulduzlarning tekislikdagi proyeksiyasi ko'rinishida ishlanadi. Bunday xaritalardan biri 14- rasmda keltirilgan. Unda yulduzlarning α – to'g'ri chiqish va δ – og'ish o'qlari – o'zaro perpendikular koordinata o'qlari ko'rinishida aks ettirilgan.





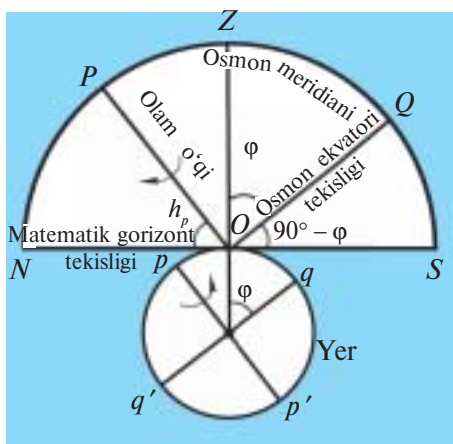
Xaritada keltirilgan M yulduzning koordinatalarini topish uchun bu yulduzdan osmon ekvatorini ifodalovchi chiziqqa perpendikular qilib, o'tkazilgan og'ish aylanasi yoyini ifodalovchi chiziqning (chizmada vertikal chiziq) α - o'qi bilan kesishgan nuqtasidan mazkur yulduzning to'g'ri chiqishi olinadi. M yulduzning δ - og'ishi esa undan o'tgan sutkalik parallel yoyini ifodalovchi chiziqning (chizmada gorizont chiziq) δ o'qi (yoki o'ng tomondagi unga parallel o'q) bilan kesishgan nuqtasidan olinadi. Unda xaritadagi M yulduzning shunday yo'l bilan topilgan koordinatalari: $\alpha = 4^h35^m$, $\delta = +16^\circ$ ekanligi ko'rinib turibdi.



1. Berilgan yulduzlar xaritasida vertikal chiziqlar osmon sferasining qanday aylanalarining yo'ylarini ifodalaydi?
2. Yulduzlar xaritasidagi gorizont chiziqlar-chi?
3. Ma'lum bir yulduzning ekvatorial koordinatalarini xaritadan topish uchun qanday tartibda o'lchash ishlarini olib borish zarurligini tushuntiring.

5- §. Olam qutbining balandligi va joyning geografik kengligi orasidagi bog'lanish

Yer sharining istalgan nuqtasidan kuzatilganda olam qutbining matematik gorizontdan balandligi h_p , shu joyning geografik kengligi φ ga teng bo'ladi. Bu hol quyidagicha oson isbot qilinadi: 15- rasmdan ko'rinishicha, osmon meridiani bo'ylab zenitdan ekvator tekisligigacha bo'lgan yoy uzunligi — ZQ , Yer sirtidagi kuzatuvchi turgan O nuqta geografik kengligining yoyi $qO = \varphi$ bilan bir xil qiymatli markaziy burchak ($\angle QOZ$) ni tashkil qiladi.



15- rasm. Olam qutbining balandligi va kuzatish joyining kengligi orasidagi bog'lanish.



Olam qutbining balandligini xarakterlovchi yoy — NP ga tiralgan burchak NOP va eslatilgan QOZ tekis burchaklarning mos tomonlari o‘zaro perpendikular ekanligini ko‘rish qiyin emas, ya’ni $ON \perp OZ$ va $OP \perp OQ$. Binobarin, mos tomonlari o‘zaro perpendikular bo‘lgan burchaklarning tengligidan $\angle NOP = \angle QOZ$ bo‘ladi. Biroq $\angle NOP = h_p$, $\angle QOZ = \varphi$. Shunga ko‘ra, $h_p = \varphi$ bo‘ladi.



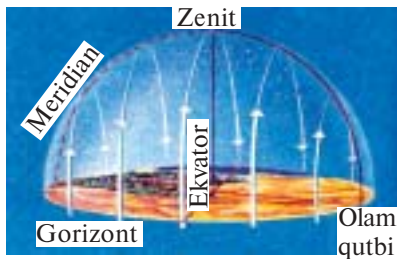
1. Olam qutbining balandligi va joyning geografik kengligi orasida qanday bog‘lanish borligini tushuntiring.
2. Kuzatuvchi Yerning shimoliy qutbida bo‘lsa, Olamning shimoliy qutbi gorizontga nisbatan qanday joylashishini ayting. Ekvatorda bo‘lsa-chi?

6- §. Turli geografik kengliklarda osmon sferasining sutkalik ko‘rinma aylanishi

Osmon sferasining sutkalik ko‘rinma aylanishi Yerning o‘z o‘qi atrofida aylanishining natijasi ekanligidan, turli geografik kengliklarda osmon yoritgichlarining gorizontga nisbatan ko‘rinma aylanishi turlicha bo‘lishini tushunish qiyin emas. Tanlab olingan uch xil geografik kenglikda yulduzlar osmonining sutkalik ko‘rinma aylanishlarini o‘rganish bu hodisaning turli kengliklarda qanday kechishi haqida yetarli tushuncha bera oladi.

1- hol. Kuzatuvchi $\varphi = 0^\circ$ geografik kenglikda, ya’ni ekvatorida bo‘lsin, u holda olam qutbining balandligi bilan joyning kengligi orasidagi bog‘lanishga muvofiq, olamning qutblari matematik gorizont bilan ustma-ust tushadi (chunki $h_p = \varphi = 0$), olam o‘qi esa tush chizig‘i bo‘ylab yo‘naladi (16-a rasm).

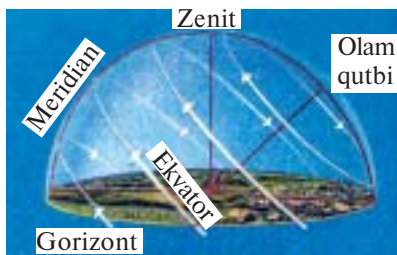
Osmon ekvatorining tekisligi olam o‘qiga tik bo‘lganidan, ekvator aylanasi zenit va nadir nuqtalari orqali o‘tadi. Yoritgichlarning sutkalik yo‘llari, ekvatorga parallel bo‘lgan — sutkalik parallellar bo‘ylab yo‘nalganidan ular ham matematik gorizontga tik joylashadi va u bilan teng ikkiga bo‘linadi. Bundan ko‘rinishicha, ekvatoridagi kuzatuvchi uchun osmonning shimoliy va janubiy yarim sharlardagi barcha yoritgichlarning gorizont ustida va ostida bo‘lish vaqtlari o‘zaro teng bo‘ladi. Ularning meridian-



a)



b)



d)

16- rasm.

Turli kengliklarda yulduzlar osmonining sutkalik ko'rinma aylanishi:

- a) Yer ekvatorida;
- b) Yerning qutbida;
- d) o'rta geografik kengliklarda.

dagi balandliklari $h = 90^\circ - |\delta|$ ga teng bo'ladi. Ekvatordagi kuzatuvchi uchun barcha yoritgichlar chiqadi va botadi. Agar yoritgich ekvator bo'ylab sutkalik ko'rinma harakat qilayotgan bo'lsa (ya'ni $\delta = 0$), u zenit orqali o'tadi.

Quyoshning ma'lum kunga tegishli sutkalik harakatini aniqlash uchun esa, dastlab berilgan kun uchun Quyoshning ekliptikadagi o'rni topiladi va topilgan nuqtadan olam ekvatori tekisligiga parallel tekislikda yotuvchi sutkalik parallel aylanasi o'tkaziladi. Quyoshning berilgan kundagi ko'rinma harakati aynan shu aylana bo'ylab kuzatiladi.

Ayrim xarakterli kunlar uchun Quyoshning gorizontga nisbatan sutkalik ko'rinma harakati qanday kechishini ko'raylik. 22- dekabr kuni qishki quyoshturishi nuqtasi orqali o'tkazilgan sutkalik paralleldan ko'rinadiki, bu kuni Quyosh osmonning janubiy yarim sharida sharqdan $23^\circ 26'$ ga teng yoy masofada matematik gorizontga tik chiqadi. Quyoshning meridiandagi balandligi $h = 90^\circ - 23^\circ 26' = 66^\circ 34'$ ni tashkil qiladi. Quyoshning 21- mart va 23- sentabr kunlaridagi sutkalik yo'li esa ekvator bo'ylab kuzatiladi. Bu kunlari tush paytida Quyosh zenitdan o'tadi. 22- iyunda Quyoshning sutkalik yo'li, shimoliy yarim sharda,



olam ekvatoridan $23^{\circ}26'$ masofadan o'tuvchi sutkalik parallel bo'ylab kuzatiladi. Tush paytida Quyosh, 22- dekabrda kabi, matematik gorizontdan $66^{\circ}34'$ balandda bo'ladi. Shunday qilib, ekvatorida to'rt fasl o'rniga asosan ikki fasl — bizda kuz va bahor paytlari bo'lganda — eng issiq davr, yoz va qish paytlarida esa mo'tadil, salqin davr kuzatiladi.

2- hol. $\varphi = \pm 90^{\circ}$, ya'ni kuzatuvchi Yer qutblarida bo'lsin. Agar kuzatuvchi shimoliy qutbda bo'lsa, olam shimoliy qutbning balandligi $h_p = \varphi = 90^{\circ}$ bo'lib, u zenit bilan ustma-ust tushadi (16-*b* rasm). U holda olam o'qi vertikal o'q bilan, olam ekvatori esa matematik gorizont bilan ustma-ust tushadi. Bunda osmonning shimoliy yarim sharidagi barcha yulduzlar matematik gorizontga parallel holda aylanadi va botmaydi. Ularning aylanish balandliklari yil davomida o'zgarmas bo'lib, shu yoritgichlarning og'ish burchaklariga (δ) teng bo'ladi. Osmonning janubiy yarim sharidagi yoritgichlar esa, aksincha, butunlay chiqmay gorizont ostida unga parallel harakatlanadilar.

Quyoshning sutkalik harakati, Yer qutbida juda qiziq manzara kasb etib, har sutkada chiqib botmaydi. Ekliptika bu yerda matematik gorizont bilan teng ikkiga bo'linganidan Quyosh, qutbdagi kuzatuvchi uchun 21- mart kuni chiqadi va spiral bo'ylab aylanib, har kuni qariyb chorak gradusdan ko'tarilib boradi. 22- iyunda Quyoshning balandligi maksimumga erishib, $h_{\odot} = \delta_{\odot} = 23^{\circ}26'$ ga yetadi. Shundan so'ng Quyosh, botmagan holda, kundan-kun balandligini pasaytirib boradi va, nihoyat, 23- sentabr kuni u botadi va to kelgusi yilning 21- martiga qadar chiqmaydi. Agar kuzatuvchi Yerning janubiy qutbida bo'lsa, Quyosh 6 oygacha — 21- martdan 23- sentabrgacha chiqmaydi.

3- hol. $0 < \varphi < 90^{\circ}$, ya'ni kuzatuvchi Yer ekvatori va qutbidan boshqa nuqtalarda (o'rta kengliklarda) bo'lsin (16-*d* rasm). Bu joylarda sutkalik parallel aylanalari matematik gorizont bilan kesishmasligi yoki kesishgach, teng ikkiga bo'linmasligi mumkin. Osmon ekvatori bundan mustasno. Shimoliy yarim sharda harakatlanayotgan yoritgichlar sutkalik parallel aylanalarining gorizont ustidagi qismi gorizont ostidagi qismidan katta bo'ladi. Bu farq yoritgichning og'ish burchagi δ ga bog'liq bo'lib, u qancha katta bo'lsa, farq ham shuncha ko'p bo'ladi. Janubiy yarim



shardagi yoritgichlar sutkalik aylanalarining gorizont ostidagi qismlari esa, aksincha, ustidagisidan ko‘p, boshqacha aytganda, yoritgichlar, gorizont ostida, uning ustidagiga qaraganda ko‘proq vaqt bo‘ladilar. Shuningdek, bu joylarda, ya‘ni osmonning har ikkala – shimoliy va janubiy yarim sharlarida ham sutkalik yo‘llari matematik gorizont bilan kesishmaydigan yoritgichlar mavjud bo‘lib, ular mos ravishda, sutkalik harakatlari davomida butunlay botmaydilar yoki, aksincha, chiqmaydilar. Ular osmonning qanchalik katta yoki kichik maydonini egallashlari, kuzatuvchi turgan joyning geografik kengligiga bog‘liq. Rasmga qarab chiqmaydigan va botmaydigan yoritgichlarning og‘ishi uchun quyidagi munosabatni keltirib chiqarish mumkin: $\delta > 90^\circ - \varphi$ – shimoliy yarim shardagi botmaydigan yoritgichlar uchun; $|\delta| > 90^\circ - \varphi$ – janubiy yarim shardagi chiqmaydigan yoritgichlar uchun.

Bunday kengliklarda Quyoshning sutkalik yo‘li, u shimoliy yarim sharda bo‘lganda (ya‘ni 21- martdan to 23- sentabrga qadar), kunduz tundan uzun, janubiy yarim sharda bo‘lganda esa (ya‘ni 23- sentabrdan to kelgusi yilning 21- martiga qadar) tuni kunduzidan uzun ekani kuzatiladi. Agar joyning geografik kengligi qutb aylanasi shimolda (ya‘ni $66^\circ 34'$ dan katta) bo‘lsa, bunday joylarda 22- iyunga yaqin bir necha kun yoki bir necha oy ($\varphi > 70^\circ$ bo‘lsa) davomida Quyoshning botmasligini, 22- dekabr atrofidagi kunlarda esa chiqmasligini kuzatish mumkin.



1. Kuzatuvchi Yer qutblaridan ($\varphi = \pm 90^\circ$) birida bo‘lganda yulduzlar osmonning aylanishi qanday kechishini tushuntiring.
2. Kuzatuvchi Yer ekvatorida bo‘lganda ($\varphi = 0^\circ$) yulduzlar gorizontga nisbatan sutkalik aylanishini tushuntiring.
3. Kuzatuvchi o‘rta kengliklarda ($0 < \varphi < 90^\circ$) bo‘lganda, yulduzlar osmonining ko‘rinma aylanishi gorizontga nisbatan qanday kechadi?
4. Turli kengliklarda, yil davomida Quyoshning sutkalik aylanishi qanday kechadi?

7- §. Astronomik kuzatishlar asosida joyning geografik kengligini taxminiy belgilash

Qutb yulduzi (Kichik Ayiq yulduz turkumining eng yorug‘ yulduzi – alfas) olam qutbidan 1 gradusdan ham kichik yoy masofada joylashgan. Oldin aniqlaganimizdek, ma‘lum bir



joyning geografik kengligi — φ , o'sha joyda Olam qutbining gorizontdan balandligiga (h_p) teng bo'ladi, ya'ni $\varphi = h_p$. Binobarin, Toshkentda Olam qutbining balandligi taxminan 41° ga tengligidan, Toshkentning geografik kengligi 41° ga teng bo'ladi deb xulosa qilish mumkin.

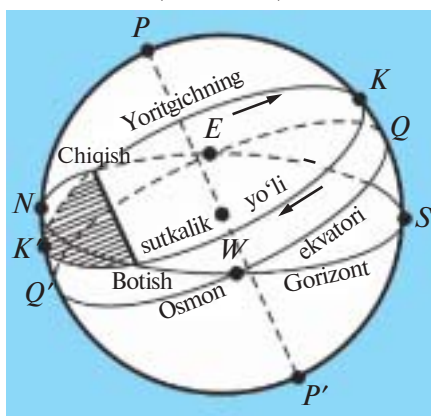
Boshqacha aytganda, Yer sharining ma'lum bir joyida turib, bu joyning geografik kengligini taxminan aniqlash zarur bo'lsa, shu joyda Olam qutbining gorizontdan balandligini o'lchash kifoya ekan.



1. Kuzatuvchi turgan joyning kengligini taxminan aniqlashning oddiy usuli qanday?
2. Toshkentda ($\varphi = 41^\circ 20'$) Olamning shimoliy qutbi qanday balandlikka ega bo'ladi?

8- §. Yoritgichlarning kulminatsiyasi va kulminatsiya balandliklari

Yoritgichlarning, sutkalik ko'rinma harakati paytida, osmon meridianini kesib o'tish hodisasi ularning *kulminatsiyalari* deyiladi. Ixtiyoriy yoritgich bunday harakat tufayli har sutkada osmon meridianini ikki marta kesib o'tadi, binobarin ikki marta kulminatsiyada bo'ladi. Bu ikki kulminatsiyadan zenitga yaqini (K) — *yuqori kulminatsiya* deb, ikkinchisi esa (K') — *quyi kulminatsiya* deb ataladi (17- rasm).



17- rasm. Yoritgichlarning kulminatsiyasi hodisasi.

Kulminatsiya paytida yoritgichning balandligi kuzatish joyining geografik kengligi (φ) va yoritgichning og'ishiga (δ) bog'liq bo'ladi.

K yoritgichning yuqori kulminatsiyasi paytidagi balandligi SK yoy bilan o'lchanib, u $h_{yu} = \overset{\sim}{SK} = \overset{\sim}{SQ} + \overset{\sim}{QK}$

bo'ladi. $\overset{\sim}{SQ}$ — osmon ekvatori tekisligining gorizont tekisligiga og'maligiga teng



bo'lib, u $\widetilde{SQ} = 90^\circ - \varphi$ ifoda orqali hisoblanadi. QK yoy esa yoritgichning og'ishiga (δ) tengligidan

$$h_{yu} = 90^\circ - \varphi + \delta$$

tenglamadan topiladi. Yoritgichning quyi kulminatsiyasi ham shunday yo'l bilan hisoblanib, u $h_q = \varphi + \delta - 90^\circ$ ga tengligi oson topiladi. Quyoshning yuqori kulminatsiya holati tush payti deyilib, quyi kulminatsiya holati — yarim kechaga to'g'ri keladi.

Misol uchun, Toshkentda, 22- iyunda, tush paytida Quyosh markazining balandligini topish talab etilgan bo'lsin. Toshkentning geografik kengligi $\varphi_T = 41^\circ 20'$; 22- iyunda, ya'ni Quyosh yozgi quyoshturishi nuqtasida bo'lganda, uning og'ishi ekliptika-niing ekvatorga og'ish burchagiga ($\delta = 23^\circ 26'$) tengligidan Quyosh markazining balandligi

$$h_\odot = 90 - \varphi_T + \delta$$

ifodadan topiladi. φ_T va δ ning qiymatlaridan foydalansak: $h_\odot = 90^\circ - 41^\circ 20' + 23^\circ 26' = 72^\circ 06'$. Demak, bu kuni tush paytida, Quyosh markazining gorizontdan balandligi $72^\circ 06'$ ga teng bo'lib, zenitdan atigi $17^\circ 54'$ li yoy masofada bo'lar ekan.



1. Yoritkichlarning kulminatsiyasi deb qanday hodisaga aytiladi va u necha xil bo'ladi?
2. Yoritkichning kulminatsiyalari uning og'ishi va kuzatuvchining kengligi orqali qanday ifodalanadi?

9- §. Vaqtni o'lchashning asoslari

Kishilar vaqtni o'lchashga juda qadimdan ehtiyoj sezganlar. Quyoshli kunlarda ixtiyoriy jismning soyasi, turli vaqtda turlicha holatlarda bo'lishi va uzunligini o'zgartirib turishini bilgan kishilar soyaning bu xususiyatidan foydalanib, undan vaqtni o'lchash uchun foydalanganlar. Qadimda hindlar foydalangan shunday soatlardan biri 18- rasmda tasvirlangan. Vaqt o'tishi bilan kishilar vaqtni o'lchashning aniq usullarini o'ylab topdilar. Bular ichida Yerning o'z o'qi atrofida to'la aylanish davriga tayanib vaqtni o'lchash usuli eng qulayi bo'lib, kishilar vaqtni o'lchashning bu usulidan hozirga qadar foydalanadilar.



18- rasm. Qadimda hindlar foydalangan Quyosh soati.

Yerning osmondagi biron-bir yulduzga nisbatan to'la aylanish davri *yulduz sutkasi* deyiladi. Biroq kundalik turmushimiz, Quyoshning chiqish va botish vaqtlari bilan belgilanganidan, biz Quyosh sutkasi bilan ish ko'ramiz. Shu boisdan, amalda biz ishlatadigan vaqtni o'lchashda, Yerning o'z o'qi atrofida Quyoshga nisbatan bir to'la aylanib chiqish vaqti — Quyosh sutkasini asos qilib olamiz. Quyosh sutkasi deb, Quyoshni ikki marta ketma-ket yuqori kulminatsiyasidan (boshqacha aytganda, tush paytidan) o'tishi uchun ketgan vaqtga atiladi.

Bu vaqt, aslida doimo bir xil bo'lmay, biroz o'zgarib turadi. Buning sababi, Quyoshning ekliptika bo'ylab ko'rinma harakatining notekisligidadir. Shu sababdan amalda sutkaning uzunligi uchun Quyosh sutkasining o'rtacha qiymati olinadi va u 24 soat qilib belgilanadi.

Quyosh vaqtini aniqlash va soatlarni tekshirish uchun Quyoshning kulminatsiyadalik momentini (ya'ni tush paytini) belgilash muhim. Biroq Quyoshning diametri kattagina burchak ($\sim 30'$) ostida ko'ringanidan, uning markazining kulminatsiyada bo'lish vaqtini aniq belgilash mushkul. Shuning uchun ham astronomlar Quyosh o'rniga yulduzlardan ixtiyoriy birining kulminatsiyasini belgilab olib, keyin unga tayangan holda, Quyoshning aniq kulminatsiya vaqtini topadilar. Buning uchun tanlangan yulduzning va Quyoshning kulminatsiyasida bo'lish vaqtlarining farqi istalgan vaqt uchun astronomlar tomonidan oldindan hisoblanib, jadval ko'rinishida tuzib qo'yilgan bo'ladi. Shu jadval asosida, unda keltirilgan biror yulduz kulminatsiyada bo'lganda, unga ko'ra Quyoshning kulminatsiya vaqti (tush payti) aniqlanadi. Keyin bu ma'lumotga tayanib, Quyosh vaqti oson topiladi.

Astronomlar tomonidan topib berilgan aniq vaqtni «asrash» uchun, maxsus atom soatlaridan foydalaniladi. Bunday soatlarning yurishi, atomda o'zgarmas chastotali tebranma jarayonlarga tayanganidan, juda yuqori aniqlikka ega bo'ladi.



Aniq vaqtni belgilash, uni «as-rash» va uni vaqti-vaqti bilan yul-duzlarga qarab to'g'rilab turish bilan Astronomiya institutlari (yoxud ob-servatoriyalari) qoshida tashkil etilgan «Vaqt xizmati» bo'limlari shug'ul-lanadi. Xususan, O'zbekiston FA ga qarashli Astronomiya instituti qoshida ham shunday bo'lim mavjud bo'lib, u mamlakatimiz va hatto dunyo ahliga aniq vaqt xizmatini ko'rsatishda ko'p yillardan beri faol ishtirok etadi.



19- rasm. Vaqt hisobi Grinвич meridiani vaqtidan boshlanadi.

Ma'lum joylarning aniq *mahalliy vaqtlarini* bilish, bu joylarning geografik uzunliklarini aniqlash uchun ham zarurdir.

Ixtiyoriy λ_1 va λ_2 uzunliklarga ega bo'lgan punktlarning mahalliy vaqtlari — T_1 va T_2 orasida quyidagicha bog'lanish mavjud:

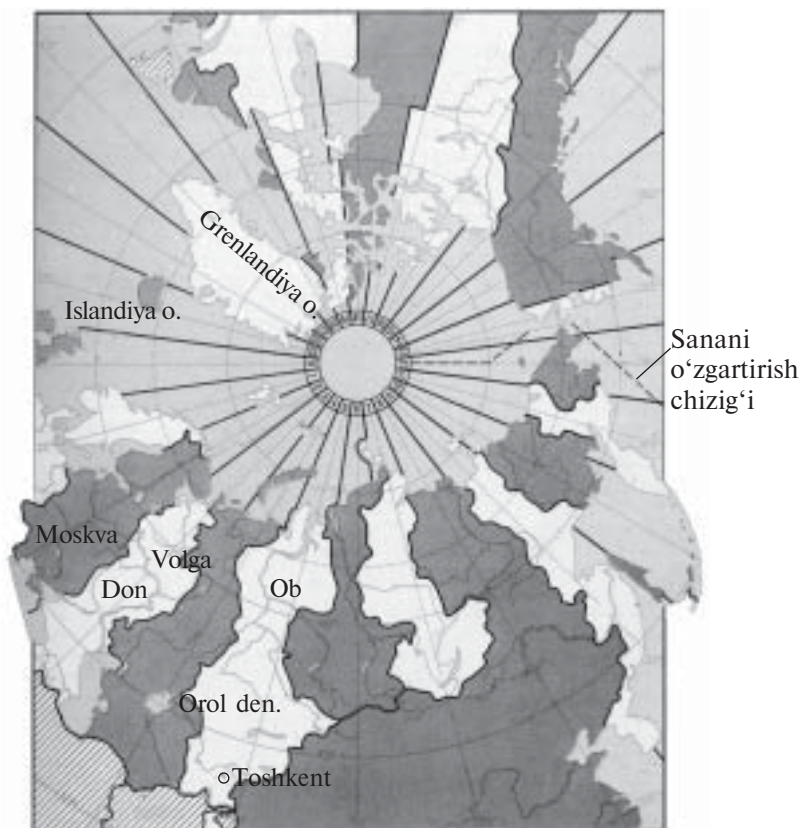
$$\lambda_1 - \lambda_2 = T_1 - T_2.$$

Dunyo vaqti: uzunligi nolga teng bo'lgan meridianning (ya'ni Grinвич meridianining) mahalliy vaqti, shartli ravishda, dunyo vaqti — T_0 qilib olingan (19- rasm).

Ixtiyoriy λ uzunlikka ega bo'lgan punktning mahalliy vaqti — T_λ , dunyo vaqti — T_0 orqali quyidagicha topiladi:

$$T_\lambda = T_0 + \lambda.$$

Poyas vaqti: Yer sharida cheksiz ko'p meridian o'tkazish mumkin bo'lib, ularga tegishli mahalliy vaqtlar ham cheksiz ko'p bo'ladi. Shuning uchun ham amalda mahalliy vaqtdan foydalanib bo'lmaydi. Shu boisdan, Xalqaro kelishuvga muvofiq, Yer shari 24 ta poyasga bo'lingan (20- rasm). Har bir poyas uchun alohida vaqt belgilanadi. Ular bir-biridan uzunliklari o'rtacha 15° farq qiluvchi meridianlar bilan chegaralanadi va ular tartib bilan, 0 dan 23 gacha (0, 1, 2, 3, ..., 23) nomerlanadi. Shuningdek, har bir poyas chegarasida yotgan bittadan meridian asosiy meridian qilib tanlanadi. Asosiy meridianlarning uzunliklari mos ravishda 0^h , 1^h ,



20- rasm. Yer shari poyaslari (Toshkent 5- poyasda joylashgan).

$2^h, 3^h, 4^h, \dots, 23^h$ qilib qabul qilingan. Bunda uzunligi 0 bo'lgan meridian, 0- poyas o'rtasidan, 1^h bo'lgan meridian esa 1- poyas o'rtasidan o'tadigan va h.k. qilib olinadi.

Ixtiyoriy N - nomerli poyas chegarasida yotgan va λ_m uzunlikka ega bo'lgan punktning mahalliy vaqti (T_m) va poyas vaqti (T_p) orasidagi bog'lanish quyidagicha ifodalanadi:

$$\lambda_m - \lambda_{as} = T_m - T_p,$$

chunki λ_{as} — mazkur poyasning o'rtasidan o'tgan asosiy meridianning uzunligini, T_p — esa shu meridianga tegishli mahalliy vaqtni ifodalaydi.



Aslida $\lambda_{as} = N^h$ bo'lganidan, bu ifoda, ko'pincha, $\lambda_m - N^h = T_m - T_p$ ko'rinishida yoziladi. Bu tenglama, poyas vaqti (T_p) berilgan bo'lsa, mahalliy vaqtni (T_m) topishga (yoki, aksincha) imkon beradi, ya'ni:

$$T_p = T_m - \lambda_m + N^h \text{ yoki } T_m = T_p - N^h + \lambda_m.$$



1. Vaqtni o'lchashda qaysi osmon jismlarining qanday davrlari asos qilib olinadi?
2. Yulduz va quyosh sutkalari qanday topiladi? Ular o'zaro tengmi?
3. Quyosh vaqtini topish qanday bajarilishi haqida gapirib bering.
4. Mahalliy va dunyo vaqtlari deb qanday vaqtlarga aytiladi?
5. Poyas vaqti qanday topiladi? Bu vaqtlar orasida qanday bog'lanish mavjud?

10- §. Kalendarlar (taqvimlar)

Uzoq muddatni vaqtning o'lchamlari (sutka-kun, hafta, oy va yillar) bo'yicha tizimga solish — kalendar deyiladi. Kalendar tuzishda Oy fazalarining almashinish davri yoki yil fasllarining almashinish davri (tropik yil) asos qilib olinadi. Oy fazalarining almashinish davri (sinodik davr) asos qilib olingan taqvimlar — *Oy kalendarlari* deb, yil fasllarining almashinish davri asos qilib olinganlari esa *Quyosh kalendarlari* deb yuritiladi.

Oy fazalarining almashinish davri sinodik oy 29,53 sutkaga, yil fasllarining almashinish davri — tropik yil esa 365,2422 sutkaga teng bo'lib, ular butun sutkalarda (kunlarda) ifodalana olmasligi kalendarlar tuzishni ancha mushkullashtiradi. Chunki kalendar oyi ham, yili ham amalda butun sutkalarda ifodalashni talab etadi.

1. Oy kalendar. Birinchi oy kalendar miloddan avvalgi 2500-yillarda qadim Vavilonda paydo bo'ldi. Yetti kunlik hafta ham o'sha paytlarda, yulduzlar fonida harakatlanadigan yettita osmon jismi (Quyosh, Oy va 5 planeta) soniga teng qilib joriy qilindi. Bu osmon jismlari ilohiylashtirilib, haftaning bittadan kuni ularga bag'ishlandi.

Keyinchalik musulmonlar taqvimi deb ataladigan oy kalendar shakllandi. Ko'pgina Osiyo mamlakatlarida qo'llaniladigan bu taqvim yilining uzunligi 354 kun bo'lib, u 12 oyga taqsimlangan.



Unda oylar 29 va 30 kundan almashinib, o'rtacha — oy fazalarining almashinish davri — 29,5 kunga teng bo'ladi. Uning oylari osmonda yangioy ko'rinishi bilan boshlanadi. Kalendar oylari oy fazalariga mos kelishi uchun musulmonlar taqvimida ba'zi yillar 355 kun qilib olinadi.

Bu kalendar yilining uzunligi, biz ishlatadigan kalendar (milodiy) yilidan o'rtacha 11 kunga kaltaligidan, har yili uning yangi yili taxminan 11 kun oldin keladi va natijada 33 yilda bir yilga ilgarilab ketadi. Boshqacha aytganda, oy kalendari bo'yicha 34 yil o'tadi.

Ushbu kalendar erasi Muhammad payg'ambarning Makka-dan Madinaga ko'chgan yilining boshidan boshlanib, u milodiy taqvim bo'yicha 622- yilning 16- iyuliga to'g'ri keladi. Musulmonlarning bu taqvimlari hijriy, to'la qilib aytganda, oy-hijriy yoki qamariy-hijriy taqvim deb ataladi («hijratun» — arabcha «ko'chib o'tmoq» degan ma'noni beradi). Bu taqvimning 12 oyi quyidagi nomlar bilan yuritiladi: Muharram, Safar, Rabi-ul-avval, Rabi-us-soni, Jumadal-ulya, Jumadal-oxira, Rajab, Sha'bon, Ramadon, Shavval, Zul-qa'da va Zul-hijja.

Mazkur taqvim bo'yicha yangi — 1428- yilning 1- muharrami 2007- yilning 20- yanvar shanba kuni kirgan.

2. Quyosh kalendar. Qadimgi Misrda, miloddan oldingi 3000-yillar ilgari birinchi Quyosh kalendar paydo bo'lgan. U davrda yil fasllarining almashinish davri 360 kunga teng deb, 12 oy 30 kundan qilib olingan. Keyinchalik yil uzunligi 365 kun deb topilib, uning barcha oylari 30 kundan, 12- oyi esa 35 kun qilib ishlatilgan. Va, nihoyat, miloddan oldingi III asrda Misrda astronomlar yilning uzunligini 365,25 kunga tengligini aniqladilar.

Shundan so'ng, eramizdan oldingi I asrda rim sarkardasi Yuliy Sezar yilining uzunligi 365,25 kunga teng kalendarini astronomlar yordamida tuzib, uni amalda joriy qildi. Keyinchalik bu taqvim Yuliy Sezar sharafiga *yulian kalendar* deb ataladigan bo'ldi. Bu taqvimga ko'ra, uch yil ketma-ket keladigan yillarning uzunligi 365 kundan bo'lib, to'rtinchi yili 366 kun qilib olinadi, chunki to'rt yilda 0,25 kunlik (yillik) qoldiq yig'ilib 1 kunga teng bo'ladi. Bu qo'shimcha kun fevral oyiga qo'shib berishga (ya'ni, uni 29- kun qilib ishlatishga) kelishib olindi.



Biroq yuz yilliklar o'tishi bilan bu taqvim yilining uzunligida hali ham xatolik borligi ma'lum bo'ldi. Uni tuzatish uchun 1582- yilning fevralida rim papasi Grigoriy XIII reforma qabul qilib, yilning uzunligini aniqroq olingan qiymatini (365,2422 kun) yangi quyosh kalendari uchun asos qilib oldi. Isloh qilingan bu kalendar rim papasi sharafiga *grigorian kalendari* deb ataladigan bo'ldi. Ayni paytda biz ishlatayotgan kalendarimiz grigorian kalendari bo'lib, uning erasi Iso payg'ambarning afsonaviy tug'ilgan yilidan boshlangan.

Bu kalendarining 12 oyidan beshtasi qadimgi rimliklarning afsonaviy xudolarining nomlari bilan (Yanus, Februus, Mars, Maya, Yunona) iyul va avgust oylari rim imperatorlari Yuliy Sezar va Avgust nomi bilan, qolganlari esa o'zlarining tartib nomerlari (sentabr – yettinchi, oktabr – sakkizinchi, noyabr – to'qqizinchi, dekabr – o'ninchi) bilan ataladi. Aprel oyi – «aperire» «ochilish» («uyg'onish») degan so'zdan olingan bo'lib, bahorda tabiatning uyg'onishidan darak beradi. Bu taqvim bo'yicha yil boshi ilgari martda bo'lib, so'ngra 1- yanvarga ko'chirilgan. Rossiyada yil boshi qadimda yiliga ikki marta – 1- martda va 1- sentabrda bayram qilinar edi. 1342- yildan Moskva metropoliti (hokimi) yangi yil bayrami bundan buyon faqat 1- sentabrda o'tkazilishi haqida buyruq berdi. XVII asrning oxirida podsho Pyotr I buyrug'i bilan 1700- yil kalendar yilining boshi 1- yanvarga ko'chirildi. Shundan buyon bu taqvim bo'yicha yangi yil 1- yanvarda nishonlanadigan bo'ldi.



1. Taqvimlar (kalendarlar) tuzishda qaysi osmon jismlarining davrlari asos qilib olinadi?
2. Oyning sinodik davri (Oy fazalarining qaytarilish davri) asos qilib olingan kalendarlar qanday kalendar deyiladi?
3. Tropik yil asos qilib olinganlari-chi?
4. Oy-hijriy yoki musulmonlar taqvimi tuzilishini gapirib bering.
5. Yulian va grigorian kalendarlari haqida nimalar bilasiz?

11- §. Umar Xayyom kalendari

XI asrda Nishopurda (Xuroson) yashab, matematika, astronomiya sohasida irod etgan taniqli shoir Umar Xayyom (1048–1131) 1070- yilda seljuq sultoni Malikshoh va uning vaziri



Nizomul-Mulk tomonidan saroyga taklif etildi. Uning iltimosiga ko'ra shoh, Xayyom va uning shogirdlari uchun 1076- yili Isfaxonda (Eron) rasadxona qurib berdi. Malikshoh vafotiga (1092- y.) qadar ishlagan bu rasadxonadagi astronomik kuza-tishlar natijasida yuzdan ortiq yorug' yulduzlarning koordinata-larini hamda Oy, Quyosh va planetalarning harakatlarini aks ettirgan jadvallarni o'z ichiga olgan «zij» tuzildi. Bu astronomik risola keyinchalik «Malikshoh ziji» degan nom bilan jahon astro-nomiya tarixidan o'rin oldi.

Beruniy o'zining «O'tgan avlodlar haqida esdaliklar» asarida qadimgi Eronda kalendar yilining uzunligi 365 kun bo'lib, 12 ta oyining birinchi 11 tasi 30 kundan, 12- si esa 35 kundan bo'lganini ma'lum qiladi. Bu taqvimning yil boshisi esa har doim bahorgi teng kunlik (21- mart) bilan ustma-ust tushishi zarur edi.

Tropik yilning uzunligi, aslida 365 kun bo'lmay, undan 6 soatcha uzunligi tufayli, yillar o'tishi bilan taqvim yilining boshi tengkunlikdan siljib ketishiga (har to'rt yilda taxminan 1 kun) sabab bo'lgan. Kalendarni bunday kamchilikdan xalos qilish uchun Malikshoh astronom va matematiklardan iborat kengash tuzib, unga rahnamolik qilishni Umar Xayyomga topshirdi.

Kengashning bosh vazifasi, taqvim yillarining boshi («Navro'z») bahorgi tengkunlikdan siljimaydigan qilib tuzishdan iborat edi. Buning uchun komissiya 366 kunlik kabisa yilini joriy qilib, uning kelish tartibini, rimliklarning yulian kalendarida joriy qilgan tartibidan boshqacharoq shaklini taklif etdi.

Keyinchalik Umar Xayyom kalendari deb nom olgan bu taq-vimda kabisa yili, 33 yilda 8 marta kelib (rimliklar taqvimida 32 yilda), dastlabki 7 tasi har to'rtinchi yilda, oxirgi 8- si esa 5- yili keladigan qilib qabul qilindi. Boshqacha aytganda, 33 yillik davrning 4-, 8-, 12-, 16-, 20-, 24-, 28- va 33- yillari kabisa yillari sanalib, 366 kundan qilindi, qolgan 25 yili 365 kundan edi.

Umar Xayyom kalendarida yilning o'rtacha uzunligi $365\frac{8}{33} = 365,24242$ kunga teng bo'lib, tropik yilning haqiqiy uzunligidan (365,24220 kun) atigi 0,00022 sutkaga, ya'ni 19,5 sekundgagina uzun edi, xolos. Bu xatolik shu qadar kichik ediki, u yig'ilib-yig'ilib 4500 yil o'tgandan so'nggina 1 kunga yetardi.



Biz ishlatayotgan grigorian kalendarining xatosi bir kunga yetishi uchun esa 3300 yil (ya'ni Xayyom kalendaridagidan 1200 yil kam vaqt) kerak bo'ladi.

Umar Xayyomning bu kalendari, ayni paytda Eronda ishlatiladigan Jaloliy (Malikshohning taxallusi) kalendarining asosini tashkil etadi.

Mazkur kalendar erasining boshi ham, keyinchalik, musulmonlarning hijriy-qamariy taqvimi erasidagi kabi 622- yilning 16- iyuliga ko'chirilib, u *Quyosh-hijriy taqvimi* degan nom bilan ataladigan bo'ldi. Bu taqvimda oylar, Quyoshning yillik ko'rinma harakati davomida kesib o'tadigan yulduz turkumlarining nomlari bilan Hamal, Savr, Javzo, Saraton, Asad, Sunbula, Mizon, Aqrab, Qavs, Jaddi, Dalv, Hut deb yuritiladi.

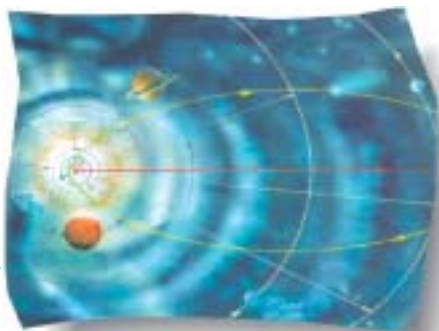
Quyosh-hijriy kalendari bo'yicha yangi — 1387- yil 2008- yilning 21- martida kiradi.



1. Umar Xayyom kalendari qanday kalendar?
2. Quyosh-hijriy kalendari deb yuritiluvchi bu taqvimning erasi qachondan boshlangan?
3. Umar Xayyom kalendari bo'yicha yangi yil qachon kiradi?
4. Xayyom kalendarining aniqligini grigorian kalendari aniqligi bilan solishtiring.
5. 2009- yil 21- martda Quyosh-hijriy kalendari bo'yicha qaysi yil kiradi?

III

OLAM TUZILISHI HAQIDAGI TASAV- VURLAR. OSMON MEXANIKASINING ELEMENTLARI



1- §. Quyosh sistemasining tuzilishi

1. *Quyosh sistemasining tuzilishi to'g'risidagi tasavvurlarning rivojlanishi.* Olamning qanday tuzilganligi haqidagi tasavvurlarning rivojlanish tarixi juda qadimdan boshlangan. Qadimda ajdodlarimiz tabiat va uning hodisalarini tushuntirishga ojizlik qilib, Olam jismlarining harakatlarini boshqaruvchi g'ayritabiiy kuch bor deb ishonar edilar. Olam ham aynan shu kuch tomonidan yaratilgan degan fikrda edilar.

Qadimda ko'p yillar davomida Quyoshni va Oyni xudo deb qarab, ularga sig'inar edilar. Xususan, Quyoshga Misrda Ra xudosi deb, yunonlar esa Gelios xudosi deb unga sajda qilardilar.

Olam tuzulishi haqidagi dastlabki tasavvurlar juda sodda bo'lib, ularda Yer va Osmon bir-biriga qarama-qarshi qo'yilar edi. Odamlar Yerni tekislik ko'rinishida, osmonni esa yulduzlar «mixlangan» gumbaz sifatida tasavvur qilar edilar.

Miloddan oldingi IV asrda mashhur yunon faylasufi Aristotel tomonidan Yerning shar shaklida ekanligi isbotlangach, kishilar ongida Koinotning markazida qattiq Yer shari joylashib, uning atrofida yulduzlari bilan qattiq osmon joylashadi va aylanadi degan tasavvurlar hukmronlik qilardi.

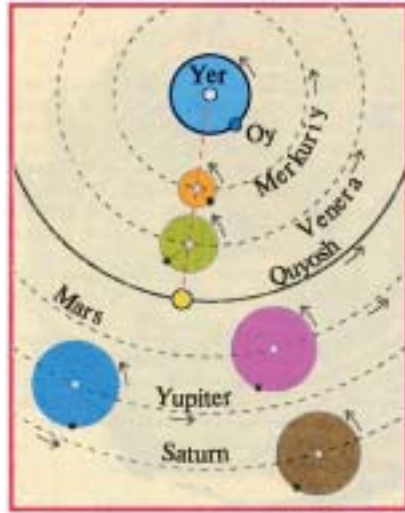
Eramizning II asrida taniqli aleksandriyalik astronom Klavdiy Ptolemey Olam tuzilishining *geosentrik* (*ya'ni markazida Yer turadigan*) sistemasini maydonga tashladi. Bu nazariyaga ko'ra, Koinotning markazida Yer turib, boshqa planetalar, jumladan, Quyosh, uning atrofida 21- rasmda keltirilgan tartib bilan aylanadi. Shuningdek, bu ta'limotga ko'ra, eng so'nggi sferada yulduzlar, Yerdan bir xil masofada joylashib, uning atrofida aylanadi.



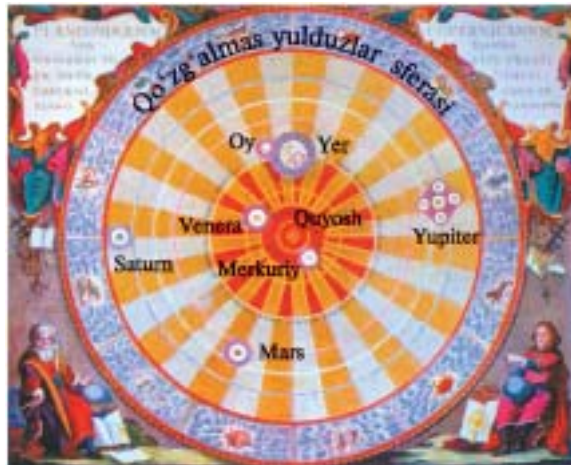
Biroq vaqt o'tishi bilan planetalar harakatlarini o'rganish, planetalarning yulduzlar fonida kuzatiladigan murakkab harakatlarini bu nazariya bo'yicha tushuntirishni qiyinlashtirib yubordi. Oqibatda, bu nazariya Olam tuzulishini to'g'ri aks ettira olmasligi aniq ko'rina boshladi va uni kuzatish natijalariga mos, yangi nazariya bilan almashtirish ehtiyoji tug'ildi.

2. *Olam tuzilishining geliotsentrik nazariyasi.* XVI asrda mashhur polyak astronomi Nikolay Kopernik (1473–1543) tomonidan ko'p yillik astronomik kuzatishlar asosida Olam tuzilishining geliotsentrik nazariyasi yaratildi.

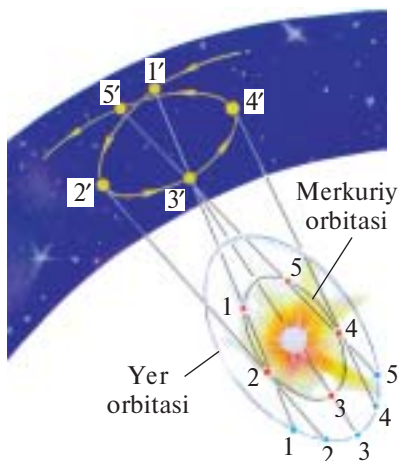
Bu nazariyaga ko'ra, Olamning markazida Quyosh turib, barcha planetalar, jumladan, Yer, uning atrofida tartib bilan aylanadi (22- rasm). Yulduzlar esa Ptolemey nazariyasidagi kabi eng oxirgi sferada joylashib, Quyoshning atrofida bir-biriga nisbatan qo'zg'almagan holda aylanadi.



21- rasm. Ptolemeyning geosentrik sistemasi.



22- rasm. Olam tuzilishining geliotsentrik sistemasi (markazida – Quyosh).



23- rasm. Planetalarning ko'rinma sirtmoqsimon harakatlarini tushuntirish.

Kopernik birinchi bo'lib, planetalarning yulduzlar fonidagi sirtmoqsimon harakatlanishlarining sababi, Yerning Quyosh atrofida boshqa barcha planetalar qatori, aylanishidan ekanligini ko'rsatib berdi (23- rasm). Kopernikning Olamning tuzilishi haqidagi bu nazariyasi *geliosentrik nazariya* deb nom oldi.

Olam tuzilishining geliosentrik nazariyasi mashhur italiyalik olim, faylasuf Jordano Bruno (1548–1600) tomonidan rivojlantirildi. Xususan, u o'z nazariyasida, Olam qo'zg'almas yulduzlar sferasi bilan chegara-

lanmaganligini, yulduzlar Quyoshdan turli masofalarda yotuvchi unga o'xshagan obyektlar ekanligini, ularning atroflarida ham Quyosh atrofidagi kabi o'z planetalari bo'lishi mumkinligini uqtirdi. Keyingi yuz yilliklar ichida o'tkazilgan astronomik kuzatishlar uning haq ekanligini isbot qildi.

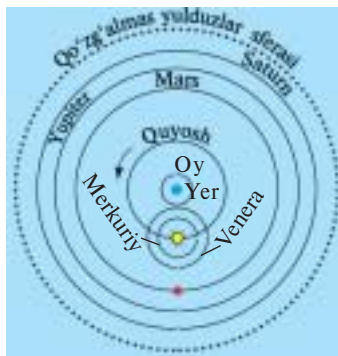
Mashhur italiyalik astronom Galileo Galilei (1564–1642) teleskop yaratib, osmon jismlarini o'rganish maqsadida, uni birinchi bo'lib shu jismlarga qaratdi. Natijada Kopernikning geliosentrik nazariyasini tasdiqlovchi bir talay dalillarni qo'lga kiritdi. Xususan, u Veneraning Oyga o'xshab turli fazalarda ko'rinishini ochdi. Oyda esa Yerdagi kabi tog'lar, pasttekisliklar borligini aniqladi. Galiley o'z teleskopi yordamida Quyoshda dog'lar borligini, Yupiterning atrofida aylanayotgan to'rtta yo'ldoshini hamda Somon Yo'li g'ij-g'ij yulduzlardan tashkil topganligini kashf etdi.

Bu kuzatishlar oqibatida, u qarorgohimiz Yer, Quyosh atrofida aylanuvchi oddiy bir planeta ekanligini aniqladi va Kopernikka qadar hukm surgan «Yer Koinotning markazida turadi» degan noto'g'ri tasavvurga barham berdi.

Olam tuzilishi haqidagi tasavvurlarning shakllanishida vatandoshimiz buyuk alloma Abu Rayhon Beruniyning (973–1048)



katta xizmati bor. U uzoq yillik astronomik kuzatishlariga tayanib, planetalardan Merkuriy va Venera Quyoshdan uzoq keta olmasligini (yoy o'lchovi bilan hisoblanganda) aniqladi va shu asosda, bu ikki planeta Quyoshning atrofida aylansa kerak degan to'g'ri xulosaga keldi (24- rasm). Aslida Beruniy geotsentrik sistemaning tarafdori bo'lib qolgan bo'lsa-da, uning ichki planetalar (Merkuriy va Venera)ga tegishli bu xulosasi, XI asrda Olam tuzilishining geliosentrik sistemasi uchun qo'yilgan ilk olg'a qadam edi.



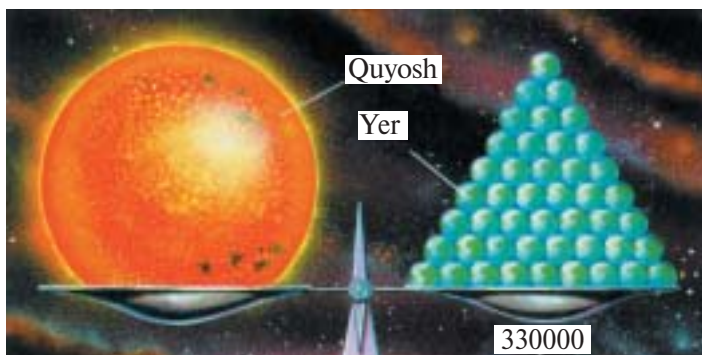
24- rasm. Beruniyning olam tuzilishi haqidagi qarashlari. Unga ko'ra Quyosh, o'z atrofida aylanayotgan yo'ldoshlari — Merkuriy va Venera bilan birga Yer atrofida aylanadi.



1. Olam tuzilishi haqida miloddan avvalgi tasavvurlar qanday bo'lgan?
2. Olam tuzilishining geotsentrik ta'limoti uni qanday tasavvur qiladi?
3. Olam tuzilishining geliosentrik sistemasiga ko'ra, u qanday tuzilgan?
4. Planetalarning yulduzlar fonidagi sirtmoqsimon harakatlari, geliosentrik ta'limot asosida qanday tushuntiriladi?
5. J. Bruno Olam tuzilishiga tegishli qanday yangi fikrlarni o'rtaga tashladi?
6. Beruniyning Olam tuzilishi haqidagi modelini chizib ko'rsating.

2- §. Quyosh sistemasining a'zolari va o'lchamlari

Quyosh sistemasiga kiruvchi jismlar bilan biz, dastlab «Tabiatshunoslik» darslarida tanishgan edik. Ma'lumki, bu sistemaning eng yirik jismi Quyosh bo'lib, uning diametri Yernikidan 109 marta katta, massasi esa 330 000 Yer massasiga teng (25- rasm). Uning atrofida 8 ta yirik planeta bir-biriga yaqin tekisliklarda, turli davrlar bilan aylanadi. Quyoshdan uzoqligiga ko'ra, bu planetalar uning atrofida quyidagi tartib bilan joylashganlar: Merkuriy, Venera, Yer, Mars, Yupiter, Saturn, Uran va Neptun.



25- rasm. Yer massasini Quyosh massasi bilan solishtirish.

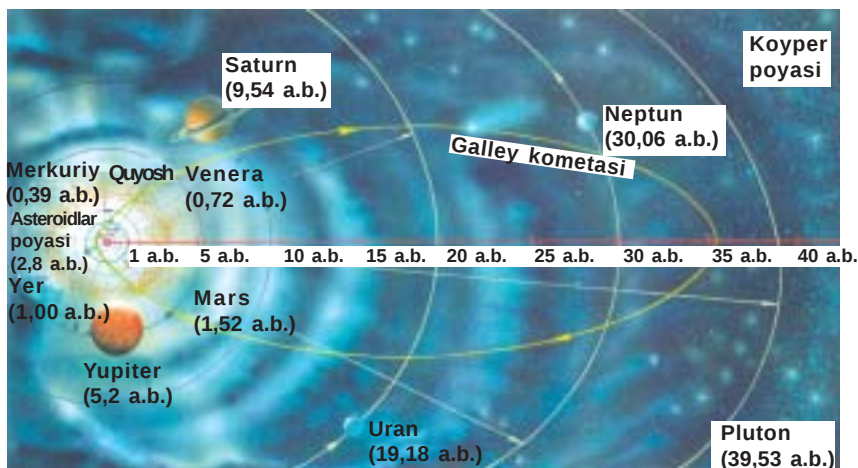
Quyosh sistemasini shartli ravishda chegaralovchi Neptun, Quyoshdan Yerga qaraganda salkam 30 marta uzoqlikda joylashgan. Ma'lumki, Yerning Quyoshdan o'rtacha uzoqligi 150 million kilometr, binobarin, Neptunning Quyoshdan uzoqligi o'rtacha 4,5 milliard kilometrni tashkil etadi. Quyoshdan Yergacha uning nurlari 8 minutdan sal ko'proq vaqtda yetib kelgani holda, Neptungacha 4,5 soatcha vaqt «yuradi».

Quyosh sistemasida, yirik planetalar bilan birga, mitti sayyoralar (Pluton, Sedna va Serera) va minglab mayda planetalar (kattaliklari bir necha yuz metrdan bir necha yuz kilometrgacha keladigan) ham aylanib, ularning aksariyatining orbitalari Mars bilan Yupiterning oralig'ida yotadi.

Shuningdek, Quyosh sistemasida juda cho'zinchoq elliptik orbitalar bo'ylab harakatlanadigan va qattiq yadrosi gaz qobig'i bilan o'ralib, Quyosh yaqinida «dum» hosil qilib o'tadigan kometalar deb ataluvchi jismlar ham mavjud.

Bulardan tashqari, Quyosh sistemi chegarasida, Quyosh atro-fida son-sanoqsiz, o'lchamlari qum zarralari kattaligidagi jismlar ham elliptik orbitalar bilan aylanadi. Ular *meteor jismlar* deyiladi.

Quyosh sistemasida harakatlanuvchi yirik planetalar har qancha katta bo'lishlariga qaramay, Quyosh bilan solishtirganda, unga nisbatan juda kichik osmon jismlari hisoblanadi. Planetalar, mitti planetalar va barcha mayda jismlarning massasi birgalikda Quyosh sistemi jismlari umumiy massasining 0,1 protsentini, Quyoshning massasi esa taxminan 99,9 protsentni tashkil etadi



26- rasm. Quyosh sistemasining masshtabi.

(26- rasm). Shuning uchun ham Quyosh o‘z sistemasiga kiruvchi barcha jismlarning harakatlarini boshqaradi. Yulduzlar Quyosh sistemasiga kiruvchi jismlarga nisbatan ming-minglab marta uzoqda yotadilar. Shuning uchun ham ular, hatto eng quvvatli teleskoplardan qaranganda ham, kichik bir nuqta shaklda ko‘rinadi. Aslida esa yulduzlar, ko‘p hollarda, Quyoshdan ham katta o‘lchamga ega bo‘lgan unga o‘xshash yorug‘ va qaynoq osmon jismlaridir.



1. Quyosh sistemasidagi planetalarni Quyoshdan uzoqligi tartibi bo‘yicha sanang.
2. Quyosh atrofida yirik planetalardan tashqari yana qanday jismlar aylanadi?
3. Quyosh diametri va massasiga ko‘ra Yerdan qancha marta katta?
4. Quyoshdan juda katta uzoqlikda joylashgan mitti planeta Pluton Yerga qaraganda Quyoshdan qancha marta narida yotadi?

3- §. Planetalarning konfiguratsiyalari va ko‘rinish shartlari

Quyosh atrofida harakatlanayotgan planetalarning yulduzlar fonidagi vaziyatlari, harakatlanayotgan Yerdan kuzatilganligi tufayli murakkab ko‘rinishga ega bo‘ladi. Planetalarning Yerdan



butun tun davomida uni kuzatish mumkin bo'ladi. Planetaning 7- va 8- holatlari, mos ravishda, uning *sharqiy va g'arbiy kvadratura holatlari* deyiladi. Planeta 7- holatda bo'lganda, uni Quyosh botgandan to yarim kechagacha, 8- holatda bo'lganda esa, uni yarim kechadan to erta tonggacha gorizont ustida ko'rish mumkin bo'ladi.



1. Ichki va tashqi planetalar Quyosh atrofida harakatlanayotib, qanday konfiguratsion holatlarda bo'ladilar?
2. Bu planetalarning konfiguratsion holatlari va ko'rinish shartlari, ularning Quyosh va Yerga nisbatan joylashishlari bilan qanday bog'langan?

4- §. Planetalarning Quyosh atrofida harakatlari. Ularning davrlari (mitti planeta)

Barcha planetalar Quyosh atrofida bir tomonga qarab, ya'ni g'arbdan sharqqa tomon harakatlanib aylanadi. Quyoshdan uzoqliklariga ko'ra, ularning aylanish davrlari har xil bo'lib, Quyoshga yaqinlari kichik, uzoqdagilari esa katta davrlar bilan aylanadi. Masalan, Quyoshga eng yaqin Merkuriy uning atrofida 88 kunda aylanib chiqqani holda, Pluton Quyosh atrofida salkam 240 yillik davr bilan aylanadi. Ularning harakat tezliklari ham har xil bo'lib, Quyoshdan uzoq masofada aylanadigan planetalar yaqin masofadagilariga qaraganda ancha kichik tezliklar bilan harakatlanadi.

Ilovadagi jadvalda planetalarning Quyosh atrofida aylanishlariga tegishli ma'lumotlar keltirilgan. Shuningdek, bu jadvalda planetalarning orbita tekisliklari, Yerning Quyosh atrofida aylanish tekisligi (ekliptika tekisligi) bilan qanday burchak hosil qilishi ham keltirilgan. Jadvaldan ko'rinishicha, barcha planetalar ekliptika tekisligiga yaqin joylashgan orbitalar bo'ylab harakatlanishi ma'lum bo'ladi.

Planetalarning Quyosh atrofida haqiqiy aylanish davrlari ularning *siderik* yoki *yulduz davri* deyiladi. Planetaning *siderik davri* (T_{pl}) deb, uning Quyosh atrofida ma'lum bir yulduzga nisbatan to'la aylanib chiqishi uchun ketgan vaqtga aytiladi. Planetaning *sinodik davri* (S_{pl}) deb esa, uning bir xil konfiguratsion vaziyatlarining, ya'ni planetaning Quyosh va Yerga nisbatan



qabul qilingan ma'lum vaziyatlarining (planetalarining qo'shilishi, elongatsiyalari yoxud qarama-qarshi turishlari) biridan ikki marta ketma-ket o'tishi uchun zarur bo'lgan vaqt oralig'iga aytiladi. Planetaning sinodik davri S_{pl} Yerning harakati bilan bog'liq bo'lib, Yerning siderik davri $T_{\oplus}$ va planetaning siderik davri T_{pl} bilan quyidagicha bog'langan.

Ichki planetalar uchun Yer va planetaning sutkalik siljishlari farqidan:

$$\frac{360^\circ}{S_{pl}} = \frac{360^\circ}{T_{pl}} - \frac{360^\circ}{T_{\oplus}} \quad \text{yoki} \quad \frac{1}{S_{pl}} = \frac{1}{T_{pl}} - \frac{1}{T_{\oplus}},$$

bu yerdan

$$S_{pl} = \frac{T_{\oplus} \cdot T_{pl}}{T_{\oplus} - T_{pl}} \quad \text{yoki} \quad T_{pl} = \frac{T_{\oplus} \cdot S_{pl}}{T_{\oplus} + S_{pl}}.$$

Tashqi planetalar uchun:

$$\frac{1}{S_{pl}} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T_{pl}},$$

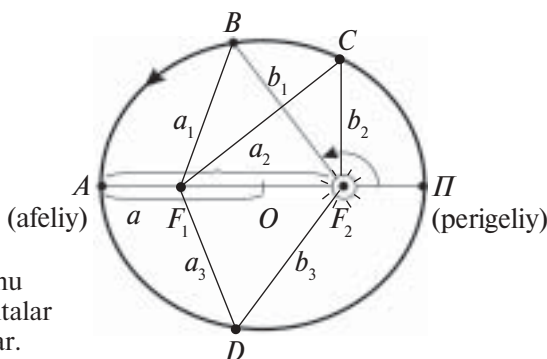
bu yerdan $S_{pl} = \frac{T_{\oplus} \cdot T_{pl}}{T_{pl} - T_{\oplus}}$ yoki $T_{pl} = \frac{S_{pl} \cdot T_{\oplus}}{S_{pl} - T_{\oplus}}$ bo'ladi.



1. Planetalarining siderik davrlari deb nimaga aytiladi?
2. Planetalarining sinodik davrlari deb nimaga aytiladi?
3. Planetalarining siderik davrlariga ko'ra ularning sinodik davrlari qanday topiladi?

5- §. Kepler qonunlari

XVI asrda planetalarining harakatlarini kuzatib, ularning o'rinlarini aniq belgilashda daniyalik olim Tixo Brage (1546–1601) katta yutuqlarni qo'lga kiritdi. U o'zining astronomik aniq kuzatish asboblari yordamida yoritgichlarning osmondagi o'rinlarini juda katta aniqlikda belgilashga erishdi. Bu aniqlik $\pm 2'$ ni tashkil etib, 17 metr masofada 1 sm uzunlikdagi jism shunday burchak ostida ko'rinadi. Umrining oxirgi yillarini Pragada o'tkazayotgan Brage shogirdlikka talantli nemis astronomi Keplerni taklif etdi. Kepler taklifni qabul qilib, Pragaga ko'chib keldi. Biroq



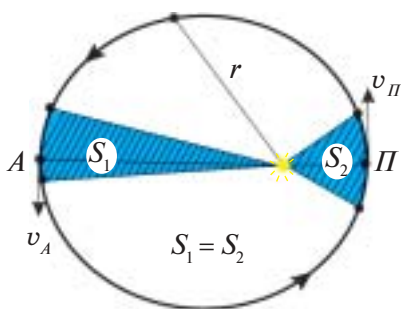
28- rasm. Planetalar shu ko'rinishdagi elliptik orbitalar bo'ylab harakatlanadilar.

ko'p o'tmay Brage vafot qildi va uning qimmatli kuzatish materiallari Keplerning qo'lida qoldi. Kepler o'z ustoziga sodiq qolib, Yer va Marsning Quyoshdan uzoqligini aniqlash bo'yicha katta hisoblash ishlarini bajardi. Ko'p yillik hisoblashlar natijasida u Yerning Quyoshdan uzoqligi va Mars bilan Quyosh orasidagi masofalarni hisoblab, Marsning Quyosh atrofidagi harakat trayektoriyasini aniqladi. Bu trayektoriya ellips bo'lib chiqdi. Ellips deyiluvchi yopiq egri chiziqning xarakterli joyi shundaki, uning ixtiyoriy nuqtalari (B , C , D) uchun ellipsning fokuslari deyiluvchi ikki nuqtasidan uzoqliklarining yig'indisi o'zgarmas qiymatga ega bo'ladi, ya'ni ellipsda (28- rasm)

$$a_1 + b_1 = a_2 + b_2 = a_3 + b_3 = 2a = \text{const}$$

bo'lib, undagi F_1 va F_2 nuqtalar *ellipsning fokuslari* deyiladi. Ellips bir-biridan eng uzoq nuqtalarini tutashtiruvchi va fokuslar orqali o'tuvchi kesmasi uning *katta o'qi* deyilib, Quyosh va planeta orasidagi o'rtacha masofa shu o'qning yarmiga teng bo'ladi va *katta yarim o'q* (a) deyiladi. Salkam 24 yillik kuzatish natijalarini umumlashtirib, Kepler planetalar harakatiga tegishli quyidagi uchta qonunni kashf etdi:

1. Har bir planeta Quyosh atrofida ellips bo'ylab aylanadi va mazkur ellipsning fokuslaridan birida Quyosh yotadi.
2. Planetalarning radius-vektorlari (planetani Quyosh bilan tutashtiruvchi kesma) teng vaqtlar ichida teng yuzalar chizadi (29- rasm).
3. Ixtiyoriy ikki planetaning Quyosh atrofida aylanish siderik (haqiqiy) davrlari kvadratlarning nisbati ularning orbitalari katta yarim o'qlarining kublari nisbatiga teng bo'ladi, ya'ni



29- rasm. Planetalarning radius-vektorlarining teng vaqtlar ichida chizadigan yuzalari ham teng bo'ladi.

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3},$$

bu yerda: a_1 , T_1 – 1- planeta-ning katta yarim o'qi va davri, a_2 , T_2 – 2- planetaning katta yarim o'qi va davri.

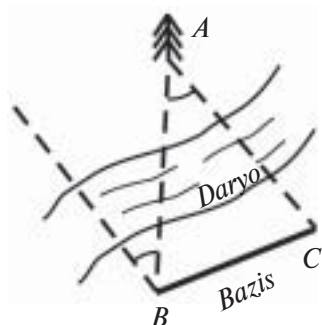
Bu ifoda, kuzatishdan aniqlangan planetaning davriga (T) ko'ra, ungacha bo'lgan o'rtacha masofani (a) topishda, astronomlarga juda qo'l keldi, ya'ni T^2 (yil) = a^3 (a.b.).



1. Ellips deb qanday yopiq egri chiziqqa aytiladi?
2. Keplerning birinchi qonunini ta'riflang.
3. Keplerning ikkinchi qonunini ta'riflang.
4. Keplerning uchinchi qonunida planetaning davri orbitasining katta yarim o'qi bilan qanday bog'langan?

6- §. Quyosh sistemasi jismlarigacha masofalarni aniqlash

1. Quyosh sistemasiga kiruvchi jismlargacha (planetalar, Oy, mayda planetalar va hokazo) masofalar trigonometrik yo'l bilan sutkalik parallaks deyiluvchi metod yordamida topiladi.

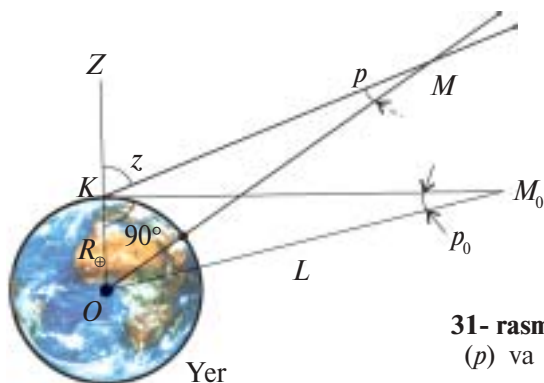


30- rasm.

Borib bo'lmaydigan nuqttagacha masofani aniqlash usuli.

Biz geometriya kursida borib bo'lmaydigan nuqtalargacha masofani aniqlash bo'yicha qo'llagan metodimizni esga olaylik. 30- rasmda B nuqtadan turib, daryoning narigi qirg'og'ida joylashgan A daraxtgacha masofani topish kerak bo'lsin.

Buning uchun daryoning biz turgan tomonida biror C nuqtani olib, BC ning uzunligini katta aniqlik bilan



31- rasm. Yoritgichning sutkalik (p) va sutkalik-gorizontal (p_0) parallaks-lari.

o‘lchaymiz. Bu kesmaning uchlaridan A daraxtga qarasak, unga tomon yo‘nalishlarning (AB va AC) kuzatuvchining B dan C ga siljishiga mos ravishda siljishiga guvoh bo‘lamiz. Qaralayotgan obyektga tomon yo‘nalishining kuzatuvchining siljishiga mos ravishda bu xilda siljishi, paralaktik siljish deyiladi. BC masofa esa *bazis* deyiladi. Bazisning ma‘lum uzunligi va uning uchlaridan obyektga tomon yo‘nalishlar bilan hosil qilgan B va C burchaklariga (bevosita o‘lchashlar asosida ular oson topiladi) ko‘ra A daraxtgacha masofa aniqlanadi.

Endi Quyosh sistemasi jismlarigacha masofalarni topish masalasiga kelsak, bunda bazis qilib Yer radiusi olinadi. Osmon jismidan (M), kuzatuvchi (K) dan o‘tgan Yer radiusi uchlariga tortilgan to‘g‘ri chiziqlar orasidagi burchak mazkur osmon jismining (yoritkich)ning sutkalik *parallaks burchagi* deyiladi (31- rasm).

Agar yoritkich kuzatuvchiga nisbatan gorizontda joylashgan (M_0 nuqtada) bo‘lsa, uning parallaksi sutkalik gorizontal parallaks (p_0) deyiladi.

Biror planetaning sutkalik gorizontal parallaks burchagini topish uchun bir vaqtda, Yerni ma‘lum meridianining ikki nuqtasidan (K va C) uni kuzatish kerak bo‘ladi. Bunda planeta, uzoqdagi yulduzlarning fonida paralaktik siljigan holda ikki (M_1 va M_2) nuqtada ko‘rinadi. Planetaning paralaktik siljishi asosida p_0'' burchak topilib, unga tayangan holda, L – planetagacha masofa, M_0OK – to‘g‘ri burchakli uchburchakdan quyidagicha topiladi:



$$\sin p_0'' = \frac{R_{\oplus}}{L}$$

bundan $L = \frac{R_{\oplus}}{\sin p_0''} = \frac{206265}{p_0} \cdot R_{\oplus}$, chunki

$$\sin p_0'' = p_0 \cdot \sin 1'' , \sin 1'' = \frac{1}{206265} ,$$

bu yerda $R_{\oplus}$ – Yer radiusini ifodalaydi.

2. Ayni paytda Quyosh sistemasi jismlarigacha masofalar radio-lokatsion metod yordamida ham juda katta aniqlik bilan topiladi.

Bunda Yerdan birorta planetagacha yuborilgan signalning (elektromagnit to‘lqin), unga borib qaytib kelishi uchun ketgan vaqt t bo‘lsa, u holda uning o‘tgan yo‘li $2L$ ekanini hamda radio-to‘lqinning tarqalish tezligi yorug‘lik tezligi c bilan bir xilligini e’tiborga olib, $c = \frac{2L}{t}$ deb yozish mumkin. Bunda osmon jismi-gacha masofa $L = \frac{ct}{2}$ ekanligi ma’lum bo‘ladi.

Xuddi shu usul bilan Yerdan Quyosh sistemasi jismlarigacha bo‘lgan masofalar, jumladan, Quyoshgacha bo‘lgan masofa (1 astronomik birlik = 149598500 km) juda katta aniqlik bilan topilgan.



1. Quyosh sistemasidagi biror jismning parallaks burchagi deb qanday burchakka aytiladi?
2. Quyosh sistemasidagi jismlargacha masofalar qanday topiladi?
3. Radiolokatsion metod asosida osmon jismlarigacha masofalar qanday topiladi?

7- §. Astronomiyada uzunlik birliklari

Astronomiyada uzunlikni xalqaro sistemada qabul qilingan birlikda (metrlarda) ifodalash har doim ham qulay bo‘lmay, katta qiyinchiliklar bilan kechadi. Shuning uchun ham astronomiyada uzunlik, uning mavjud birliklaridan tashqari yana quyidagi maxsus birliklar bilan ham o‘lchanadi:

1. Astronomik birlik (a.b.) – Quyoshdan Yergacha bo‘lgan o‘rtacha masofa $\approx 149,6$ million kilometrga teng. Bu birlikdan,



asosan, Quyosh sistemasidagi osmon jismlarigacha (planetalar, kometalar, Oy va boshqalar) bo'lgan masofalarni ifodalashda foydalaniladi.

2. Yorug'lik yili (yo.y.) — yorug'likning bir yilda o'tgan yo'li bilan xarakterlanadi. Bunday uzunlikni kilometrlarda ifodalash uchun bir yilda qancha sekund borligi topilib, so'ngra uni yorug'lik tezligiga ($3 \cdot 10^5$ km/s) ko'paytiriladi. Ma'lumki, 1 yildagi sekundlarning miqdori $365,2422 \cdot 24 \cdot 3600$ s bo'ladi. Bu yerda 365,2422 — bir yildagi kunlarning sonini, 24 — bir kundagi soatlar sonini, 3600 esa har soatdagi sekundlar sonini bildiradi. Bu sonlarni o'zaro ko'paytirib, 1 yorug'lik yili (1 yo.y.) $9,46 \cdot 10^{12}$ km ga tengligini aniqlaymiz. Topilgan natijani 149,6 mln km ga bo'lsak, 1 yo.y. ning astronomik birliklardagi qiymatini topamiz. U 63240 a.b. ga teng chiqadi.

3. Parsek (pk) — «parallaks» va «sekund» so'zlaridan olingan bo'lib, yillik parallaksi (VIII, 7- §) $1''$ ga teng bo'lgan yoritgichgacha masofani ifodalaydi:

$$1\text{pk} = 3,26 \text{ yo.y.} = 206265 \text{ a.b.} = 30,86 \cdot 10^{12} \text{ km.}$$

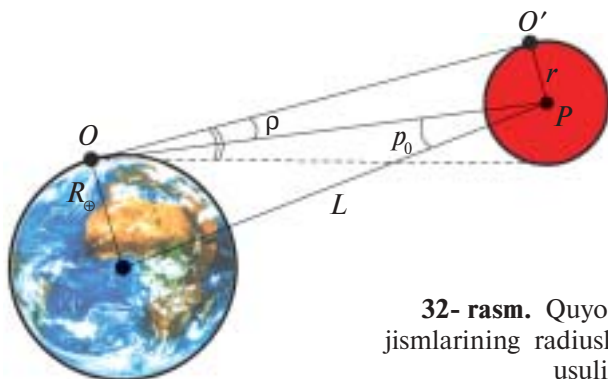
Odatda, uzunlikning yorug'lik yili parsek, kiloparsek (1000 pk) va megaparsek ($\text{Mpk} = 10^6 \text{ pk}$) birliklari, Quyosh sistemasidan tashqaridagi osmon jismlarigacha (yulduzlar, yulduz to'dalari, tumanliklar va hokazo) masofalarni, shuningdek, tashqi galaktikalar, galaktik to'dalarning o'lchamlarini va ularning orasidagi masofalarni o'lchashda ishlatiladi.



1. Astronomiyada uzunlikning Xalqaro sistemadagi birliklaridan boshqa yana qanday birliklaridan foydalaniladi?
2. 1 astronomik birlik (a.b.) deb qanday masofa olingan?
3. 1 yorug'lik yili (yo.y.) deganda qanday uzunlik tushuniladi?
4. 1 parsek (pk) qanday so'zlardan olingan, u soz'larning bu uzunlik birligiga qanday daxli bor?
5. 1 parsek qancha yorug'lik yiliga teng? U qancha astronomik birlik bo'ladi?

8- §. Quyosh sistemasi jismlarining o'lchamlarini aniqlash

Rasmda keltirilgan planetaning r radiusini aniqlash uchun bu planetaning parallaksi p_0 — to'g'ri burchakli uchburchak OEP dan (32- rasm):



32- rasm. Quyosh sistemasi jismlarining radiuslarini hisoblash usuli.

$$\sin p_0 = \frac{OE}{OP} = \frac{R_{\oplus}}{L}$$

boʻladi. Toʻgʻri burchakli uchburchak OPO' dan planetaning koʻrinma radiusi ρ :

$$\sin \rho = \frac{O'P}{OP} = \frac{r}{L}$$

boʻladi, bu yerdan r ni topsak, u: $r = L \sin \rho$. Agar L ni birinchi tenglamadan topsak, u: $L = \frac{R_{\oplus}}{\sin p_0}$ boʻladi. Bu ifodaning qiymatini ikkinchi tenglamaga qoʻyib, planeta radiusi (r)ni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$r = L \sin \rho = \frac{R_{\oplus}}{\sin p_0} \sin \rho .$$

p_0 va ρ burchaklar sekundli yoylarda oʻlchanganligidan, planetaning radiusini quyidagi $r = \frac{R_{\oplus}}{p_0} \rho$ ifodadan topishimiz mumkin, chunki $\sin p_0 = p_0 \cdot \sin 1''$, $\sin \rho = \rho \cdot \sin 1''$; bu yerda $R_{\oplus}$ — Yerning radiusi.



1. Quyosh sistemasiga kiruvchi jismlarning oʻlchamlari (radiuslari) qanday topiladi?
2. Buning uchun dastlab ularning qanday parametrlarini aniqlash zarur?
3. Planetalarning sutkalik gorizonttal parallaksi (p_0) va koʻrinma radiuslariga (ρ) koʻra ularning radiuslarini (r) hisoblash formulasini yozing.



9- §. Butun olam tortishish qonuni

Kepler qonunlari faqat planetalarninggina harakatlariga tegishli bo'lmay, ularning tabiiy va sun'iy yo'ldoshlariga ham qo'llasa bo'ladigan universal qonunlardir.

Kepler qonunlarining kashf etilishi, Quyosh sistemasiga aloqador barcha osmon jismlarining harakatlariga oid qonunlarni ochishga imkon yaratib, planetalar harakatlarini boshqaruvchi kuchning aniqlanishiga olib keldi. Ana shunday qonunlardan biri – Nyuton tomonidan 1687- yilda kashf etilgan butun olam tortishish qonuni sizga fizika kursidan ma'lum:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

bu yerda m_1 va m_2 – ixtiyoriy ikki jismning massasini, r – ular orasidagi masofani ifodalaydi, G – gravitatsion doimiylik deyilib, qiymati son jihatdan bir-birlaridan 1 m masofada joylashgan va massalari 1 kg dan bo'lgan ikki jismning Nyutonda ifodalangan tortishish kuchiga son jihatdan teng kattalikdir. Keyinroq, Nyuton matematik yo'l bilan Keplerning barcha qonunlarini keltirib chiqardi.



1. Nyutonning butun olam tortishish qonunining matematik ifodasini yozing.
2. Gravitatsiya doimiysi G ning fizik ma'nosini tushuntiring.

10- §. Osmon jismlarining massalarini hisoblash

Osmon jismlarining asosiy fizik xarakteristikalaridan biri – ularning massalari bo'lib, uni aniqlashda Keplerning Nyuton tomonidan umumlashtirilgan (yoki aniqlashtirilgan) ushbu III qonunidan foydalaniladi:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} \cdot \frac{(M_\odot + m_1)}{(M_\odot + m_2)} = \frac{a_1^3}{a_2^3}, \quad (1)$$

bu yerda T_1 va T_2 – Quyosh atrofida aylanuvchi ixtiyoriy ikki planetaning siderik davrlarini (ya'ni Quyosh atrofida haqiqiy aylanish davrlarini), M – Quyosh massasini, m_1 va m_2 – eslatilgan



ikki planetaning massalarini, a_1 va a_2 lar esa ularning orbitalari katta yarim o'qlarini ifodalaydi.

Bevosita o'lchashlar asosida planetamiz – Yerning massasini topish mumkin. So'ngra shu asosda boshqa biror planetaning massasini aniqlash uchun esa Keplerning aniqlashtirilgan III qonunidan foydalaniladi. Bunda massasi topilishi mo'ljallangan planetaning yo'ldoshi bilan Yer yo'ldoshining harakati (davrlari va orbitalarining katta yarim o'qlari) solishtiriladi, ya'ni

$$\frac{T_{pl}^2}{T_0^2} \cdot \frac{m_{pl} + m_1}{m_{\oplus} + m_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}, \quad (2)$$

bu yerda T_{pl} va T_0 – planeta va Yer yo'ldoshlarining aylanish davrlarini, m_{pl} va $m_{\oplus}$ – planeta va Yerning massalarini, m_1 va m_2 – mos ravishda, ularning yo'ldoshlarining massalarini, a_1 va a_2 esa planeta va Yer yo'ldoshlari (tabiiy yoki sun'iy) orbitalarining katta yarim o'qlarini ifodalaydi.

Odatda, planetalar massalariga nisbatan ularning yo'ldoshlari juda kichik bo'lganidan (Yer va uning tabiiy yo'ldoshi – Oy bundan mustasno), $m_{pl} \gg m_1$, $m_{\oplus} \gg m_2$ deb yozish mumkin. U holda (2) formula

$$\frac{m_{pl}}{m_0} = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3 \cdot \left(\frac{T_0}{T_{pl}}\right)^2 \quad (3)$$

ko'rinishni oladi.

Quyosh massasini Yer massasi birliklarida hisoblash uchun

$$\frac{M_{\odot}}{m_{\oplus}} \cdot \left(\frac{T_{\oplus}}{T_{s.y.}}\right)^2 = \left(\frac{a_{\oplus}}{a_{s.y.}}\right)^3 \quad \text{yoki} \quad M_{\odot} = \left(\frac{a_{\oplus}}{a_{s.y.}}\right)^3 \cdot \left(\frac{T_{s.y.}}{T_{\oplus}}\right)^2 \cdot m_{\oplus} \quad (4)$$

ifodadan foydalaniladi; bu yerda $M_{\odot}$ va $m_{\oplus}$ – Quyosh va Yer massalarini, $T_{\oplus}$ va $a_{\oplus}$ – Yerning Quyosh atrofida aylanish davri va orbitasining katta yarim o'qini, $T_{s.y.}$ va $a_{s.y.}$ lar esa Yer sun'iy yo'ldoshining davrini va orbitasining katta yarim o'qini ifodalaydi.



1. Keplerning umumlashtirilgan III qonunining matematik ifodasini yozib tushuntiring.
2. Quyosh sistemi jismlarining massalari bu qonun asosida qanday hisoblanadi?
3. Quyosh massasi Yer massasi birliklarida qanday topiladi?



11- §. Oyning harakati va fazalari

Oy — Yerning tabiiy yoʻldoshi boʻlib, uning atrofida 27,32 sutkalik davr bilan aylanadi. Bu davr Oyning *siderik davri* yoki *yulduz davri* deb yuritiladi. Oyning Yer atrofida aylanish yoʻnalishi, yulduzlarning Yer atrofidagi koʻrinma aylanishiga qarama-qarshi boʻlib, u gʻarbdan sharqqa (yaʼni Yerning oʻz oʻqi atrofida aylanish yoʻnalishi bilan bir xil yoʻnalishda) harakat qiladi. Oyning oʻz orbitasi boʻylab harakat tezligi sekundiga 1 kilometrni tashkil etib, yulduzlarga nisbatan har sutkada taxminan 13 gradus siljib boradi.

Oy orbitasining tekisligi, Yerning Quyosh atrofida aylanish tekisligi (ekliptika) bilan 5°9' li burchak tashkil qiladi.

Qizigʻi shundaki, Oy oʻz oʻqi atrofida va Yer atrofida bir xil — 27,32 sutkalik davr bilan aylanadi. Oyning oʻz oʻqi atrofida va Yer atrofida aylanish davrlari oʻzaro teng boʻlganidan Oy, Yerdan qaraganda, har doim bir tomoni bilan koʻrinadi.

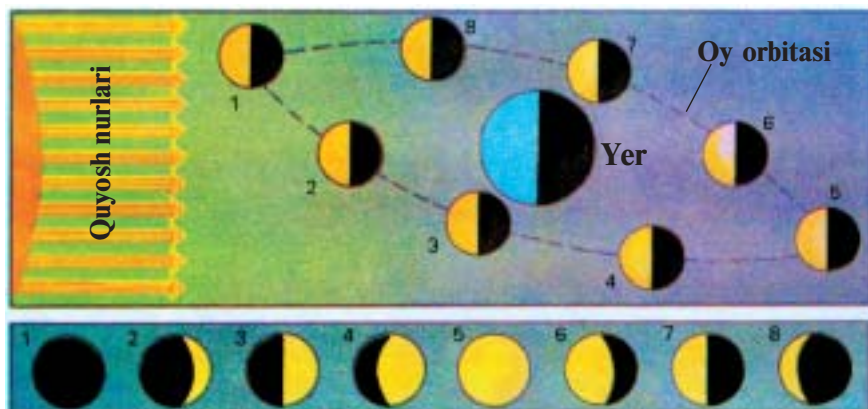
Maʼlumki, Oy Yer atrofida aylanayotganda, Quyosh nurlarini qaytarishi tufayli bizga koʻrinadi. Bu koʻrinish, ayni oʻsha paytda Oyning Quyoshga nisbatan qanday joylashishiga koʻra turlicha boʻladi.

Yerdan qaraganda Oyning turli shakllarda (yangioy, yarimoy, toʻlinoy) koʻrinishi uning *fazalari* deyiladi. Oy fazalarining almasinishi uning Yer va Quyoshga nisbatan tutgan vaziyatiga bogʻliqligi 33- rasmda keltirilgan.

Chizmada Quyosh nurlari parallel dasta koʻrinishida tushayotganda Oy boshida, toʻlinoy paytida hamda birinchi va oxirgi chorak fazalarida Oyning Yer atrofidagi vaziyatlari raqamlar bilan koʻrsatilgan. Chizma ostida esa Oyning raqamlar bilan koʻrsatilgan holatlarida, Yerdan qaraganda uning qanday koʻrinishlarda boʻlishi aks ettirilgan.

Chizmadan koʻrinishicha, Quyosh har doim Oyning yarim sferasini yoritadi, biroq uning bu yoritilgan yarim sferasi Yerdan butunlay koʻrinmasligi (yangioyda — 1- holatda) yoki toʻla koʻrinishi (toʻlinoyda — 5- holatda), yoki qisman koʻrinishi (boshqa holatlarda) mumkin ekan.

Oyning maʼlum fazasidan (masalan, toʻlinoy fazasidan) ikki marta ketma-ket oʻtishi orasidagi vaqt 29,53 sutkani tashkil etadi



33- rasm. Oy fazalarining almashinishi

(Pastda: mos ravishda, Oyning osmonda kuzatuvchiga ko‘rinish hollari:
1. Yangioy. 3. Birinchi chorak fazasi. 5. To‘lioy. 7. Oxirgi chorak fazasi).

va u Oyning *sinodik davri* deyiladi. Sinodik davrning Oyning yulduzlarga nisbatan aylanish davridan (siderik davr) uzunligiga sabab Yerning Quyosh atrofida aylanishidir.

Quyosh botgach, Oyning ingichka o‘roq shaklida g‘arb tomonda birinchi ko‘rinishi, xalq tilida, yangioy (yoki hilol) deyilib, bunday Oy odatda Oy boshidan keyin ikkinchi kuni ko‘rinadi.

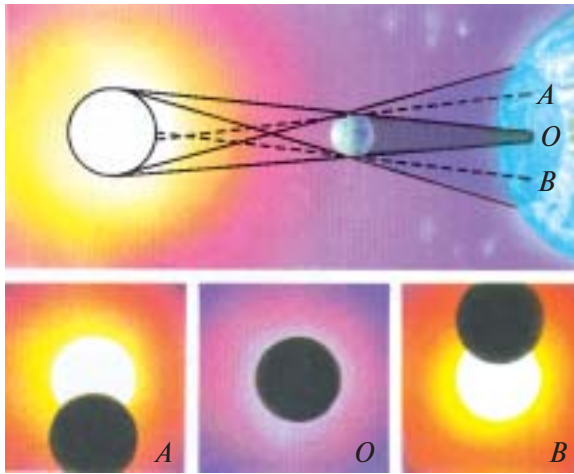
Bunday holatda Oyning Quyosh bilan yoritilmagan qismi ham xira kulrang shaklda ko‘zga tashlanadi. Oyning Quyosh bilan yoritilmagan qismining bunday xira ko‘rinishi Yerdan qaytgan Quyosh nurlari bilan uning yoritilganligi tufayli sodir bo‘ladi.



1. Oy harakatining xarakterli xususiyatlari haqida gapirib bering.
2. Oyning asosiy fazalari qanday nomlar bilan ataladi?
3. Oyning harakatini va fazalari ro‘y berishining sabablarini tushuntiring.
4. Oyning sinodik davri deb nimaga aytiladi?

12- §. Quyosh va Oy tutilishlari

1. Quyosh tutilishi. Oy Yerning atrofida aylanayotib, ba‘zan Quyoshni bizdan to‘siq o‘tadi (34- rasm). Bunday hol *Quyosh tutilishi* deyiladi. Bu hodisa har doim Oyning yangioy holatida ro‘y beradi.



34- rasm. Quyosh tutilishi hodisasi (ostki rasmlarda Yer sirtining *A*, *O*, *B* nuqtalarida Quyosh tutilishining ko‘rinishlari).

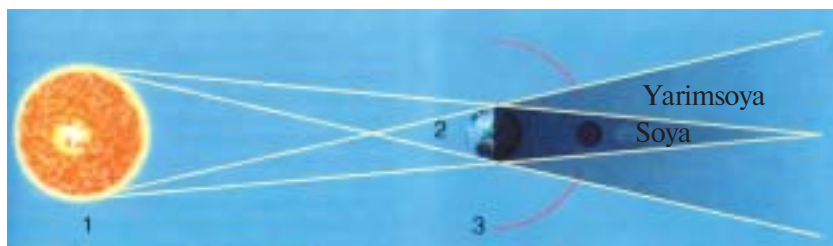
Bunda Yerdagi kuzatuvchi Oyning soyasi ichida (*O*) qolsa, u Quyoshni qisqa vaqtga (bir necha daqiqa) butunlay ko‘rmaydi, ya’ni Quyosh to‘la tutiladi. Quyoshning to‘la tutilishi osmonda juda chiroyli manzarani hosil qiladi. Bunda kuzatuvchi osmonda qop-qora Quyosh gardishi atrofida Quyosh «toji» deb nom olgan nozik kumushrang shu’la tovlanayotganini ko‘radi. Shuningdek, bu paytda kunduzi bo‘lishiga qaramay, osmonda yorug‘ yulduzlar va planetalar charaqlab ko‘rinib qoladi.

Agar Yerdagi kuzatuvchi Oyning yarim soyasining ichida (*A* yoki *B*) qolsa, unda u Quyoshning bir qismini to‘silgan holda ko‘radi, ya’ni Quyosh *qisman tutilayotgan* bo‘ladi. Ba’zan Quyoshning tutilishi *halqasimon* bo‘ladi. Bunday hol, tutilish paytida, Oy Yerdan eng katta uzoqlikda, Quyosh esa, aksincha, Yerga yaqin kelganda ro‘y beradi. Chunki bunda Oyning ko‘rinma diametri u to‘sayotgan Quyoshning ko‘rinma diametridan kichik bo‘ladi.

Oy orbitasi ekliptika tekisligi bilan $5^{\circ}9'$ li burchak hosil qilganligi tufayli, tutilishlar, Quyosh bu ikki orbitaning kesishgan nuqtalari (Oy tugunlari deb ataladigan nuqtalar) yaqinidan o‘tayotgandagina kuzatiladi. Bunday hol taxminan har yarim yilda kuzatilgani uchun ham, tutilishlar shunday davr bilan qaytariladi (35- rasm).



35- rasm. Oyning va Quyoshning harakat yo'llari tasvirlangan, unda ikki holda Quyosh tutilishi yarim yillik davr bilan ko'rsatilgan (1 – to'la tutilishi; 2 – halqasimon tutilish).



36- rasm. Oy tutilishi hodisasi (1 – Quyosh; 2 – Yer; 3 – Oy orbitasi; Yer soyasi ichida Oy turibdi).

2. Oy tutilishi. Oy Yer atrofida aylanayotib, ba'zan Yerning soyasi orqali o'tadi. Bunday hodisa *Oy tutilishi* deyiladi (36- rasm). Agar bunda Oy Yerning soyasi ichidan o'tsa, uni to'la tutilish; bordi-yu yarimsoyaning ichidan o'tsa, u holda uni *yarimsoyali tutilish* deyiladi. Oy tutilayotganda, u har doim to'linoy fazasida bo'ladi.

Yerning ma'lum bir joyida Quyosh tutilishiga nisbatan Oy tutilishlari ko'proq kuzatiladi. Chunki Quyosh tutilishlari Yerning Oy soyasi tushgan va uncha katta bo'lmagan maydonidagina kuzatiladi. Oy tutilishi esa Yerning Quyoshga qarama-qarshi yarim sharining hamma qismida bir vaqtda ko'rinadi.

Oyning to'la tutilishi paytida (ya'ni u Yer soyasiga butunlay kirganda), Oy ko'zdan butunlay g'oyib bo'lmay, to'q qizil rangda jilolanadi. Buning sababi, bu paytda Yer atmosferasida sochilgan va singan Quyosh nurlari bilan Oyning yoritilishidir. Bunda Yer atmosferasi ko'k va havorang nurlarini kuchli yutib va keskin sochib yuborib, Oy tomonga, asosan qizil nurlarni sindirib o'tkazadi va Oy aynan shu nurlar bilan yoritiladi va qizarib ko'rinadi.



Oy orbitasining ekliptika tekisligiga og'maligi ($5^{\circ}09'$) tufayli, Oy va Quyosh tutilishlari yangioy va to'linoy paytlarida har doim ham kuzatilmaydi.

Qadimda Quyosh va Oy tutilayotganda, ularning yuqorida bayon qilingan ko'rinishlari kishilarda qo'rqinch va vahima uyg'otgan. Endi esa Quyosh va Oy tutilishlarining siri to'la fosh etilgan bo'lib, u hech kimda vahima tug'dirmaydi. Olimlar, Quyosh va Oy tutilishlarining bo'lish vaqtini bir necha yil oldindan aniq hisoblab berish metodlarini ishlab chiqqanlar. Ilovadagi jadvalda 2005–2010- yillarda ro'y bergan va beradigan Quyosh va Oy tutilishlarining vaqtlari keltirilgan. Tutilishlarni kuzatib, astronomlar, Quyoshning fizik tabiati, Yer atmosferasining tuzilishi va Oyning harakatiga doir qimmatli ma'lumotlarni qo'lga kiritish imkoniga ega bo'ldilar.



1. Oy tutilishi hodisasini tushuntiring.
2. Quyosh tutilishi hodisasini tushuntiring.
3. Quyosh nega har yangi oyda tutilmaydi?
4. Oy nega har to'linoyda tutilmasligining sabablarini ayting.



IV

KOSMONAVTIKA ELEMENTLARI

1- §. Kosmonavtika va uning boshqa fanlar bilan aloqasi

Kosmonavtika — «kosmos» va grekcha «nautika» — kema boshqarish san’ati degan ma’noni anglatuvchi soʻzlardan tashkil topgan. U raketa va kosmik apparatlardan foydalanib, insoniyatning ehtiyoji uchun kosmik fazo va Yerdan tashqi samo obyektlarini oʻrganish va oʻzlashtirishga qaratilgan, asosida kosmik uchishlar nazariyasi va raketa texnikasi haqidagi bilimlar yotgan fan va texnika boʻlimlarining uyushmasidir. Kosmonavtika, shuningdek, kosmik uchishlar nazariyasi (trayektoriyalarni hisoblash va boshqalar), uchuvchi raketalar, raketa dvigatellari, boshqarishning bort sistemalari, kosmik apparatlar, uchirish qurilmalari, ilmiy asboblari, Yerdan turib boshqarish sistemasi, telemetriya, orbital stansiyalarni jihozlash va boshqa yana bir qancha shu kabi tashkiliy tizimlarni oʻz ichiga oladi.

Kosmosni bevosita oʻrganishning inson faoliyati sferasidan oʻrin olishi jahon fani va texnikasi taraqqiyoti tarixida alohida bir bosqich boʻlib, kelgusida u jamiyat rivojiga katta taʼsir koʻrsatishi bilan muhim hisoblanadi.

Kosmonavtika barcha tabiiy fanlar (astronomiya, fizika, kimyo, biologiya) va matematika bilan uzviy bogʻlangan. Kosmik raketa texnikasi mavjud texnika fanlarining yutugʻiga tayanadi. Kosmik apparatning kosmosda maʼlum maqsadga muvofiq harakatlanishi va fazoning moʻljallangan nuqtasiga yoki kosmik obyektga aniq, vaqtda yetib borishi uchun hisob-kitobni olimlar texnik xodimlar bilan hamkorlikda, astronomik bilimlarga tayan-



gan holda amalga oshiradilar. Astronomlar osmon jismlarigacha masofalar, ularning o'lchamlari, massalari va boshqa fizik parametrlari haqida allaqachon talay bilimlar to'plaganlar. Erishilgan bu bilimlar kosmosga uchishda juda qo'l keladi.

Yer atmosferasining zichligi, temperaturasi, magnitosferasi va radiatsion poyaslari haqida ma'lumotga ega bo'lmay turib, birorta kosmonavt Yer atrofida bevosita uchirilmagan, shuningdek, Oy tabiatini bilmay turib, unga yo'llanmagan bo'lur edi. Mexanika qonunlarisiz KA lar, sun'iy yo'ldoshlar, orbital stansiyalarni Yer atrofi zonasiga, planetalarga uchirishning iloji yo'q edi. Kosmik apparatlarni Quyosh sistemasi jismlariga muvaffaqiyatli uchirishlar, planetalar va ularning yo'ldoshlariga tegishli ma'lumotlarni (o'lchamlari, masofalari, massalari va boshqalarni) aniqligini tasdiqlashdan tashqari, ayni paytda astronomiya qo'llayotgan metodlarning qay darajada to'g'riligiga ham ishonch hosil qildirdi.

Kosmonavtika astronomiya fanining rivojlanishiga katta hissa qo'shib kelmoqda. Kosmik apparatlar, stansiyalar bortidan samoviy obyektlarni optik va ko'zga ko'rinmas nurlarda (ultrabinafsha, infraqizil, rentgen va radionurlarda) o'rganish imkonini berib, oxirgi o'n yilliklar, Koinot obyektlari va ularning sistemalari haqidagi bizning bilimlarimizni misli ko'rilmagan darajada boyitdi.

Kosmosga uchiriluvchi apparatlarning konstruksiyalarini ishlab chiqish, ularning harakatlarini boshqarish va informatsiya olishda olimlar, injener-texnik xodimlar fizik qonunlarga tayandilar. Quvvatli raketa dvigatellarini qurishda raketa texnikasi ehtiyojlarini qondirish uchun yonish va yonish mahsulotlarining oqimi fizikasiga tegishli talay fundamental tadqiqot ishlarini bajarishga to'g'ri keladi.

Kosmonavtika kimyoviy bilimlarga ham keng tayanadi. Kosmik texnika, moddalarning turli kimyoviy xossalriga yuqori talablar qo'yadi. Xususan, issiqqa chidamli, yemirilmaydigan va boshqa xossalari bo'yicha yuqori ko'rsatkichlarga ega materiallarga, yoqilg'i mahsulotlari kimyosiga kosmonavtikaning ehtiyoji juda katta. Yoqilg'i mahsulotlarini keng sanoat masshtabida olishning samarali texnologiyalarini ishlab chiqishda kimyogarlarning xizmati beqiyos.



Kosmonavtika sohasida izlanishlarni matematikasiz tasavvur etib bo'lmaydi. Murakkab matematik izlanishlar kosmosga uchiriladigan apparatlarni konstruksiyalash, tayyorlash va uchirishni amalga oshirish jarayonlarida qo'llaniladi. Umuman aytganda, kosmonavtikaga oid birorta tadqiqotni hisob-kitobsiz amalga oshirib bo'lmaydi.

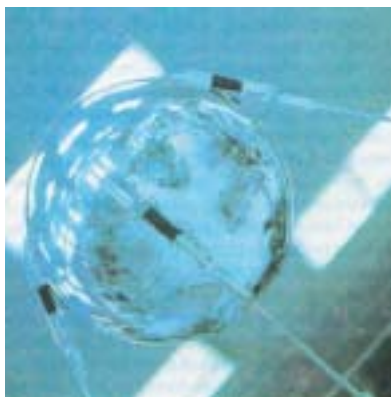
Oxirgi yillarda kosmonavtika o'nlab biologik eksperimentlarni rejalashtirdi va amalga oshirdi. Turli kosmik sharoitlarda (vakuum, vaznsizlik, radiatsiya va boshqalar) inson organizmidagi o'zgarishlar bo'yicha yuzlab tibbiy-biologik eksperimentlar o'tkazildi, ularning salbiy ta'sirlaridan insoniyatni ogoh qildi.

Texnika fanlarining ko'plab tajribasi kosmonavtikada keng qo'llaniladi. Kosmonavtikaning rivojida, ayniqsa, aviatsion texnika yutuqlari juda qo'l keladi. Zamonaviy kosmik texnikani ishga tushirish turli sohalarida ishlaydigan yuzlab olimlar, injener-texnik xodimlarning ijodiy ishlarini uyg'unlashtirish asosida amalga oshirildi.

K.E.Siolkovskiy birinchi marta raketa harakati tezligi formulasini keltirib chiqargan olim hisoblanadi. U birinchilardan bo'lib, Yerning tortish maydonida raketa harakatining hisob-kitobini qilib, raketalarni kosmik tezliklarga erishtirish imkoni borligini asosladi. Raketa bu tezliklar yordamida Yerning tortish kuchini yengib, uning sun'iy yo'ldoshi orbitasiga ko'tarila olishini, hatto Oyga va planetalararo sayohatga yo'l ola olishini u o'z hisob-kitobida aniq ko'rsatdi.

K.E.Siolkovskiy Yer atrofida orbital stansiyalarni qurish va undan boshqa planetalarga uchishda baza sifatida foydalanish mumkinligi haqidagi fikrni ham berdi. Nazariy kosmonavtikaning asoslari, uning 1903- yilda chop etilgan «Olam fazosini reaktiv priborlarda tadqiq etish» kitobida bayon qilingan. Shundan ancha keyin boshqa bir qancha olimlar, jumladan, R.Eno Peltri (Fransiya), R.Goddard (AQSH), G.Obert (Germaniya) kosmik uchish loyihalariga real hol sifatida qarab, uni rivojlantirdilar.

XX asrning 20–30- yillari alohida olimlar guruhi va jamiyatlar raketa dvigatellarini konstruksiyalash va sinashni boshladilar. Tutunsiz poroxli raketalarni qurish bo'yicha birinchi tajriba-konstruktorlik laboratoriyasi N.I.Tixomirov taklifi bilan 1921- yilda ishga tushirildi. Keyinchalik bu laboratoriya kengay-



37- rasm. Yerning birinchi sun'iy yo'ldoshi (SY).



38- rasm. 1977- yilda ulkan planetalarni tadqiq qilishga mo'ljallab uchirilgan «Voyajer-2» kosmik apparati.

tirilib, 1928-yildan Gazodinamik laboratoriya (GDL) degan nom oldi. Unda B.S.Petropavlovskiy, G.E.Langemak, V.P.Glushko va boshqa konstruktor olimlar bor edi.

1957- yili uchiruvchi raketa qurish bo'yicha murakkab ishlar yakunlandi. Bu ish amaliy kosmonavtikaning asoschisi, bosh konstruktor S.P.Korolyov va zamonaviy kosmonavtikaning nazariy asoschisi M.V. Keldish tomonidan amalga oshirildi. Natijada 1957- yil 4- oktabr kuni bu raketa yordamida Yerning birinchi sun'iy yo'ldoshi uchirildi (37- rasm).

Shundan so'ng Yer atmosferasi, ionosfera va magnitosferasini hamda planetamiz Yerni kosmosdan o'rganish uchun bortida noyob ilmiy apparaturalari bilan yuzlab sun'iy yo'ldoshlar kosmosga yo'l oldi.

1959- yildan Yerning tabiiy yo'ldoshi — Oy kosmik apparatlar tomonidan «nishon»ga olina boshladi. 1969- yili AQSH astronavtlari «Apollon-11» da Oy sathiga qo'nib, insonning asriy orzusini ro'yobga chiqardilar. 1960- yillarning boshidan planetalararo avtomatik stansiyalar qo'shni planetalarni (dastlab Venera va Marsni, keyinroq Merkuriyni) tadqiq qila boshladilar.

1972, 1973- yillari AQSH ning «Katta tur» dasturi bo'yicha gigant planetalarni tadqiq etish boshlandi. Mazkur dastur bo'yicha AQSH ning 1977- yilda uchirilgan «Voyajer-1» va «Voyajer-2» avtomatik stansiyalarining «oyog'i» Neptungacha (1989- y.) borib yetdi (38- rasm).



Kosmosni KA yordamida tadqiq qilishning yangi asri shu tariqa boshlanib, ayni paytda u osmon jismlarini, kosmik fazoni o'rganishda inqilobiy davrni boshidan kechirmoqda.



1. Kosmonavtika nimani o'rganadi?
2. Kosmonavtikaning boshqa fanlar bilan aloqasi qanday?
3. Kosmonavtikaning asoschilari kimlar?
4. Birinchi Yer sun'iy yo'ldoshi qachon uchirildi?
5. Oyga inson qadami qaysi KA yordamida eltildi?

2- §. Uchish paytida kosmik apparatga (KA) ta'sir etuvchi kuchlar

Uchish paytida KA ga ta'sir etadigan eng muhim tabiat kuchlaridan biri — *butun olam tortishish kuchidir*. Moddiy jismlar orasidagi tortishish kuchi Nyuton tomonidan kashf etilgan butun olam tortishish qonuniga bo'ysunadi. Eslatilganidek (III. 9- §), uning matematik ifodasi:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

bu yerda F — moddiy jismlar orasidagi tortishish kuchini, m_1 va m_2 — ularning massalarini, r — ular orasidagi masofani ifodalaydi, proporsionallik koeffitsiyenti G esa gravitatsion doimiylik deyilib, $6,672 \cdot 10^{-11} \text{ H} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ga teng qiymat bilan o'lchanadi.

KA ning harakati paytida unga ta'sir etadigan boshqa bir kuch atmosferaning qarshilik kuchidir. Uchish qancha kichik balandlikda (Yer sirtiga nisbatan) ro'y bersa, bu kuch shuncha katta bo'ladi, chunki balandlik kamaygan sayin atmosferaning zichligi ortadi. Bunday kuch *aerodinamik kuch* deyiladi. Atmosferaning yuqori qatlamida zichlik juda kam bo'lib (har kub sm da atigi bir necha yuz atom), KA uchishiga deyarli qarshilik qilmaydi va shuning uchun ham bunday hollarda u hisobga olinmaydi.

Planetalararo bo'shliqda uchayotgan KA ga sezilarli ta'sir ko'rsatadigan yana bir kuch bo'lib, u Quyosh nurlanishlarining bosim kuchidir. Agar KA ning massasi uncha katta bo'lmay, sirti sezilarli darajada katta bo'lsa, u holda Quyosh nurlarining bosim



kuchi, uzoq uchishlarda yetarlicha katta bo'lib, KA ning harakat trayektoriyasiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun ham bunday hollarda uni albatta hisobga olishga to'g'ri keladi.

Kosmik fazoda KA ga kuchsiz bo'lsa-da, ta'sir etadigan boshqa bir kuchlar *elektr va magnit kuchlari* deyilib, ular KA ning to'g'ri chiziqli harakatiga emas, balki og'irlik markazi atrofidagi aylanma harakatigagina ta'sir qiladi.



1. Uchish paytida KA ga qanday kuchlar ta'sir etadi?
2. Yer atmosferasi qarshiligi KA trayektoriyasi evolutsiyasiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
3. KA ga Quyosh nurlari ham bosim beradimi?

3- §. Vaznsizlik

Faraz qilaylik, kosmik fazoda uchayotgan KA ma'lum paytdan boshlab (u zaruriy tezlikka erishgach) erkin ilgarilanma harakati ta'minlansin. Bunday harakatda jismning barcha nuqtalari bir xil tezlik bilan harakatlanishini tushunish qiyin emas. Bunda, kosmik kema turli — alohida qismlardan tashkil topgan va unga faqat osmon jismlarining tortishish kuchi ta'sir etadi deb qaralsa, uning barcha qismlari (detallari)ning tezligi bir xilligicha qoladi, bordi-yu o'zgarganda ham hammasiniki bir xilda o'zgaradi. Chunki gravitatsion tezlanish harakatlanayotgan jismning o'zining massasiga bog'liq bo'lmaydi:

$$a_r = \frac{GM}{r^2},$$

bu yerda M — KA detallarini tortayotgan jismning massasi (detallarniki emas!), r — KA detallarining tortayotgan (M) jismdan uzoqligi bo'lib, ularning barchasi uchun bir xil deb qarash mumkin. Bu hol, KA detallarining trayektoriyasi bir xil bo'lib, fazoda ular tarqab ketmasligini ko'rsatadi. Binobarin, KAning alohida detallari orasida o'zaro bosim vujudga kelmaydi, ya'ni bir-biriga nisbatan vazni yo'qoladi. Kosmonavt o'zi o'tirgan o'ringiqqa bosmaydi, osilgan lampa shnurga taranglik berib tortmaydi, qo'yib yuborilgan qalam stolga tushmay muallaq qoladi va hokazo, chunki ularning barchasining tezligi va tezlanishi bir xil



bo'ladi. Kema kabinasi ichida pol, ship degan so'zlarning ma'nosi yo'qoladi. Kema ichida jismlarning vaznsizlik holati ro'y beradi.

Tashqi boshqa kuchlarning (tashqi muhitning qarshilik kuchi, tayanch reaksiya kuchi va boshqalar) paydo bo'lishi vaznsizlikni yo'qotib, vaznlilik holatini vujudga kelishiga sabab bo'ladi.



1. Qanday shartlar bajarilganda KA ichida vaznsizlik ro'y beradi?
2. KA orbitaga ko'tarilayotgan (ya'ni aktiv harakat) paytida ham vaznsizlik ro'y beradimi?

4- §. Tortishishning markaziy maydoni

Ko'p hollarda, KA harakat trayektoriyasini yetarlicha aniqlikda hisoblash uchun barcha osmon jismlarining unga ta'sirini hisoblashga zaruriyat yo'q ekan. Agar KA kosmik fazoda planetalardan juda uzoqda harakatlanayotgan bo'lsa, faqat Quyoshning tortish kuchini hisobga olish yetarli. Chunki planetalarning KA ga bergan tezlanishlari Quyosh bergan tezlanish oldida arziyasiz miqdorni tashkil etadi. Bordi-yu, biz Yer yaqinida harakatlanayotgan KA ning trayektoriyasini o'rganayotgan bo'lsak, Quyoshning unga berayotgan tezlanishi Quyoshning Yerga berayotgan tezlanishiga deyarli teng bo'lganidan, KA faqat Yer ta'sirida harakatlanayapti, deb qarash mumkin bo'ladi. Chunki bunda Quyosh beradigan chetlantiruvchi tezlanish uning KA ga va Yerga beradigan hamda o'zaro deyarli bir xil bo'lgan tezlanishlarining farqiga teng bo'lib, u juda kichik bo'ladi. Oqibatda KA ning Yerga nisbatan harakatiga sezilarli o'zgarish kiritmaydi.

Biroq, aynan shu KA ning Quyoshga nisbatan harakati o'rganilayotganda, unga Yer beradigan tezlanishni albatta hisobga olish zarur bo'lardi. Chunki bunda Yer beradigan chetlantiruvchi tezlanish – Yerning KA ga va Quyoshga beradigan tezlanishlarining farqiga teng bo'lib, bu farq Quyoshning KA ga beradigan tezlanishi bilan solishtirilganda sezilarli darajada katta miqdorni tashkil etadi.

Ana shuning uchun ham kosmonavtikada, taxminiy hisoblashlarda, KA ning harakati faqat bir osmon jismi ta'sirida bo'l-



yapti deb faraz qilinadi, boshqacha aytganda, harakat chegaralangan ikki jism doirasida o'rganiladi. Bu hol orbitalarni hisoblashda katta qulaylik tug'diradi.

Osmon jismini bir jinsli moddiy shar deb qaraylik yoki eng kamida bir-biriga solingan bir jinsli sferik qatlamlardan tashkil topgan, deylik. Bunday jism, uning butun massasi markazida (nuqta ko'rinishida) mujassamlashgandek tortish xossasiga ega bo'ladi. Bunday tortish maydoni *markaziy* yoki *sferik maydon* deb ataladi.

m massali KA ning markaziy maydondagi harakati bilan tani-shaylik. Boshlang'ich holda, KA osmon jismdan $r_0 = R$ (R – mar-kaziy jismning radiusi) masofada v_0 gorizonta1 tezlikka ega bo'lsin. Bu hol uchun KA ning kinetik va potensia1 energiyalari, mos ravishda, $W_k = \frac{mv_0^2}{2}$ va $W_p = -\frac{G \cdot M \cdot m}{r_0}$ ko'rinishda bo'ladi. Unda ma'lum vaqtdan so'ng, markaziy maydondan r masofada, uning tezligi v_r ga teng bo'lib, KA ning kinetik energiyasi:

$$W'_k = \frac{mv_r^2}{2},$$

potensia1 energiyasi esa:

$$W'_p = -\frac{G \cdot M \cdot m}{r}$$

bo'ladi, bu yerda M – tortuvchi osmon jismining massasi.

Nogravitatsion kuchlarni hisobga olmasak, tortish maydoni potensia1 maydon bo'lganidan, boshlang'ich (v_0) va r masofadagi tezlik (v_r) orasidagi bog'lanishni topish uchun mexanik energiya-ni saqlanish qonunidan foydalanamiz. Unda:

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{G \cdot M \cdot m}{r_0} = \frac{mv_r^2}{2} - \frac{G \cdot M \cdot m}{r}$$

bo'ladi, bu yerda tenglikning chap tomoni KA ning boshlang'ich to'la energiyasini, o'ng tomoni esa uning r masofada v_r tezlikka erishgan paytdagi to'la energiyasini ifodalaydi. Tenglikning har ikkala tomonini m ga qisqartirib, KA ning markaziy jismdan ixti-yoriy r masofadagi tezligini ifodalaydigan ushbu tenglamani topamiz:

$$v_r^2 = v_0^2 - \frac{2GM}{r_0} \cdot \left(1 - \frac{r_0}{r}\right)$$



yoki

$$v_r^2 = v_0^2 - \frac{2K}{r_0} \cdot \left(1 - \frac{r_0}{r}\right).$$

Bu ifoda *energiya integrali* deyiladi, bu yerda $K = GM$ — ma'lum osmon jismining gravitatsion maydonini xarakterlab, uning *gravitatsion parametri* deb ataladi. Yer uchun $K_{\oplus} = 3,986 \cdot 10^5 \text{ km}^3/\text{s}^2$; Quyosh uchun $K_{\odot} = 1,327 \cdot 10^{11} \text{ km}^3/\text{s}^2$, Oy uchun esa $K_{\text{q}} = 4,9 \cdot 10^3 \text{ km}^3/\text{s}^2$ ga teng bo'ladi.



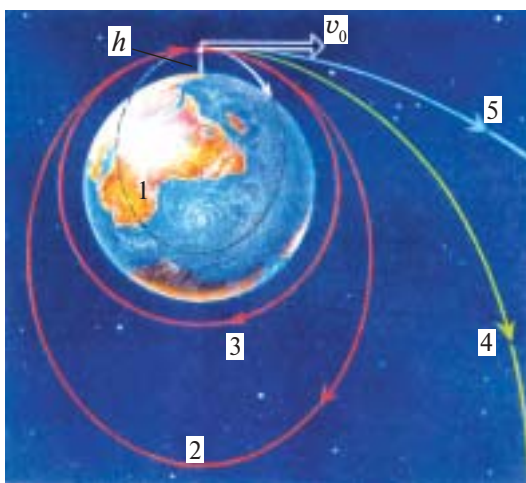
1. Tortishishning markaziy maydoni bo'lib qanday jismning maydoni qabul qilingan?
2. Tortishishning markaziy maydonida harakatlanayotgan jismning boshlang'ich va ixtiyoriy r masofadagi tezligi orasida qanday bog'lanish mavjud?

5- §. Tortishishning markaziy maydonida jismning harakati

Markaziy maydonda kuzatiladigan KA harakat trayektoriyalarini to'rt guruhga ajratish mumkin:

1. To'g'ri chiziqli harakat. Agar ma'lum balandlikda turgan jismning boshlang'ich tezligi nolga teng bo'lsa, u markaziy maydonni beruvchi jism markazi tomon tik tushadi. Jismning boshlang'ich tezligi markazga yoxud unga qarama-qarshi tomonga (radial) yo'nalganda ham uning harakati to'g'ri chiziqli bo'ylab kuzatiladi. Boshqa barcha hollarda jismning to'g'ri chiziqli bo'ylab harakatlanishi kuzatilmaydi.

2. Elliptik trayektoriya bo'ylab harakat. Agar KA ning boshlang'ich tezligi radial tezlanishdan farq qilsa, u holda uning harakat trayektoriyasi markaziy jismning tortishishi tufayli, albatta egiladi. Bunda uning yo'li har doim boshlang'ich tezlik vektori va Yer markazi orqali o'tuvchi tekislikda yotadi. Agar KA ning boshlang'ich tezligi Yerning massasi va radiusi bilan bog'liq tezlikning ma'lum miqdoridan ortmasa, uning trayektoriyasi ellipsni beradi (39- rasm). Mazkur ellips tortuvchi osmon jismining sirtini kesib o'tmasa, KA bu jismning sun'iy yo'ldoshiga, osmon jismining markazi esa ellips fokuslaridan biriga aylanadi.



39- rasm. Tortishishning markaziy maydonida jismning harakat trayektoriyalari (misol tariqasida, Yer tortishish maydonida KA ning harakati keltirilgan).

Eslatilganidek (III. 5- §), ellipsning fokuslari deb shunday nuqtalarga aytiladiki, bu nuqtalar bilan ellipsning ixtiyoriy nuqtasini tutashtiruvchi kesmalar yig'indisi o'zgarmas bo'ladi. Ellipsning har ikki fokusi orqali o'tgan o'qi uning *katta o'qi* deyiladi. Katta o'qning yarmi — *katta yarim o'q* deyilib, yo'ldoshning osmon jismidan o'rtacha uzoqligini xarakterlaydi va a harfi bilan belgilanadi. Ixtiyoriy momentda yo'ldoshning tezligi v , uning tortish markazidan uzoqligi r va ellipsning katta yarim o'qi a bilan quyidagicha bog'lanadi:

$$v^2 = K \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right). \quad (1)$$

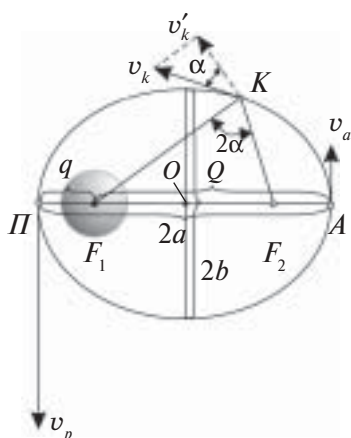
Tortishishning markaziy maydonida ellips bo'ylab harakatlanayotgan jismning davri T esa, u bilan ellipsning katta yarim o'qi a orasidagi quyidagi munosabatdan topiladi:

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \quad \text{yoki} \quad T^2 = \frac{4\pi^2}{K} a^3.$$

Bu yerdan aylanish davri T :

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{K}} a^{\frac{3}{2}} \quad (2)$$

bo'ladi.



40- rasm. Tortishishning markaziy maydonida jismning elliptik trayektoriya bo'ylab harakati.

Fokuslar orasidagi masofaning katta o'q uzunligiga nisbati ellipsning eksentrisiteti deyilib, u 40- rasm-dan:

$$e = \frac{OF_1}{a} = \frac{OF_2}{a}$$

yoki

$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} \quad (3)$$

ifodalardan topiladi.

Yuqoridagi formulalardan KA ning boshlang'ich tezligi qancha katta bo'lsa, orbitaning katta yarim o'qi ham shuncha katta bo'lishi, binobarin, davri ham ortishi ma'lum

bo'ladi. Markaziy jismdan eng kichik va eng katta masofadagi ellips nuqtalari (40- rasmda II va A nuqtalar) mos ravishda, *perisent*r va *aposen*tr deb ataladi. Agar tortuvchi jism Yer bo'lsa, u nuqtalar perigey va apogey deb, Quyosh bo'lsa, *perigeliy* va *afeliy* deyiladi.

KA ning perigeydagi tezligi (v_p) maksimum, apogeydagisi esa (v_a) minimum qiymatga ega bo'ladi. Bu ikki tezlik o'zaro quyidagicha bog'lanadi:

$$v_p \cdot r_p = v_a \cdot r_a = r_k \cdot v_k \cdot \cos \alpha, \quad (4)$$

chunki tenglikning har ikkala tomonini m ga ko'paytirsak, u ushbu harakat miqdori momentining saqlanish qonunini beradi:

$$m_0 \cdot v_p \cdot r_p = m_0 \cdot v_a \cdot r_a, \quad (5)$$

bu yerda r_p va r_a — perigey va apogey nuqtalarining Yer markazidan uzoqliklari.

Agar markaziy jism (misol uchun Yer) sirtidan ma'lum h balandlikda A nuqtadan (39- rasmga qarang) boshlang'ich gorizont tal tezlik bilan kosmik apparat uchirilsa, A nuqta, boshlang'ich tezlikning kattaligiga bog'liq ravishda, perigey yoki apogeyga



(rasmdagi 1- va 2- orbita) aylanadi. Tezlikning ma'lum qiymatlarida u aylana bo'ylab harakatlanib (rasmda 3- orbita), aylanma orbita radiusi r , katta yarim o'q a ga teng bo'ladi, u holda

$$v_{\text{ayl.}}^2 = \frac{K_{\oplus}}{r} \quad (6)$$

yoki

$$v_{\text{ayl.}} = \sqrt{\frac{K_{\oplus}}{r}} \quad (6')$$

bo'ladi, bu yerda $K_{\oplus}$ – Yerning gravitatsion parametri ekanligini bilgan holda, undan ixtiyoriy r masofadagi aylanma orbitasiga mos tezligini oson topish mumkin. Bunda $r = R_{\oplus} + h$ bo'lib, $R_{\oplus}$ – Yerning radiusini, h esa KA ning Yer sirtidagi balandligini ifodalaydi. Agar h nolga teng bo'lsa, ushbu ifoda Yer uchun:

$$v_1 = \sqrt{\frac{K_{\oplus}}{R_{\oplus}}} \quad (7)$$

birinchi kosmik tezlikni ifodalaydi, uning qiymati 7,91 km/s ga teng.

3. Parabolik trayektoriya bo'ylab harakat. Apogeyi cheksizlikda «yotgan» elliptik orbita, shubhasiz ellips bo'la olmaydi (39- rasmda, 4- orbita). Bunda apparat tortish markazidan cheksiz uzoqqa ketib, yopiq bo'lmagan egri chiziq – parabola bo'ylab harakatlanadi. Kosmik apparat tortish markazidan uzoqlashgan sayin tezligi kamayib boradi. Ellips bo'ylab harakatda tezlikni hisoblash formulasi (1) dan cheksizlikda $a \rightarrow \infty$ bo'lishini e'tiborga olib, dastlabki r_0 masofada parabolik orbitani ta'minlaydigan boshlang'ich tezlikning kattaligi v_0 ni topamiz, unda:

$$v_0^2 = \frac{2K}{r_0} \quad (8)$$

yoki

$$v_0 = \sqrt{\frac{2K}{r_0}} \quad (8')$$

bo'yicha hisoblangan tezlik parabolik yoki *erkinlik tezligi* deyiladi, chunki bunday tezlikka erishgach, KA parabola bo'ylab harakatlanib, tortish markaziga qaytmaydi, boshqacha aytganda erkinlik oladi.



Agar $r = R_{\oplus}$ – Yerning radiusiga teng deb olinsa,

$$v_{II} = \sqrt{\frac{2K_{\oplus}}{R_{\oplus}}} \quad (9)$$

bo'lib, u **ikkinchi kosmik tezlik** deyiladi, uning (Yer uchun) qiymati 11,186 km/s ni tashkil etadi.

Birinchi va ikkinchi kosmik tezliklarni solishtirib:

$$v_{II} = v_{\text{erk}} = v_I \cdot \sqrt{2} \text{ yoki } v_{\text{erk}} = 1,414v_I$$

bo'lishini topamiz.

Endi bu tengliklardan foydalanib, energiya integralini (IV. 4- §) yozsak, tortishish maydonida markaziy jismdan r masofadagi tezlik

$$v^2 = v_0^2 - v_{\text{erk}}^2 \cdot \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) \quad (10)$$

chiqadi.

4. Giperbolik trayektoriyalar. Agar KA parabolik tezlikdan katta tezlikka erishsa, u bu holda ham ochiq egri chiziq bo'ylab harakatlanib, «cheksizlikka yetadi», biroq bunda uning trayektoriyasi giperbola (5- orbita) ko'rinishini oladi. Mazkur holda KA ning cheksizlikdagi tezligi nolga teng bo'lmaydi. Garchi tortish markazidan uzoqlashgan sayin uning tezligi uzluksiz kamayib borsa-da, biroq u $r \rightarrow \infty$ bo'lganda (10) ifodadan topiluvchi v_{∞} tezlikdan kam bo'la olmaydi:

$$v_{\infty}^2 = v_0^2 - v_{\text{erk}}^2, \quad (11)$$

v_{∞} – tezlikni qoldiq tezlik (ba'zan tezlikning giperbolik orttirmasi) deb ataladi.

Giperbolik trayektoriya tortish markazidan uzoqda, giperbola asimptotalari deyiluvchi to'g'ri chiziqlardan deyarli farq qilmaydi. Shuning uchun ham katta uzoqlikda giperbolik trayektoriyani to'g'ri chiziqli trayektoriya deyish mumkin.

Parabolik va giperbolik trayektoriyalarda yuqoridagi har ikkala tenglama ham o'rinli bo'laveradi. Tortish maydonida KA ning passiv harakati, birinchi bo'lib planetalar harakatining elliptik shaklini topgan va ularning harakat qonunlarini aniqlagan nemis olimi I.Kepler sharafiga *keplercha harakat* deb yuritiladi.

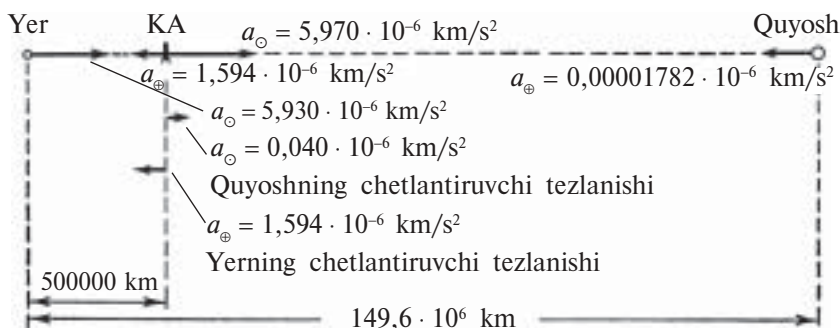


1. Tortishishning markaziy maydonida harakatlanayotgan jismning harakat trayektoriyasi uning boshlang'ich tezligiga bog'liqmi?
2. Elliptik trayektoriya bo'ylab harakatlanayotgan jismning ellipsning ixtiyoriy nuqtasidagi tezligi qanday topiladi?
3. Ellips bo'ylab harakatlanayotgan jismning davri qanday topiladi?
4. Birinchi va ikkinchi kosmik tezliklar deb qanday tezliklarga aytiladi?

6- §. Ta'sir sferasi va KA trayektoriyalarini taxminiy hisoblash

KA ning keplercha orbitalari real osmon jismlari uchun aslida amalga oshirib bo'lmaydigan orbitalardir. Sababi — ixtiyoriy osmon jismi aniq sferik simmetriyaga ega bo'lmaganligi tufayli uning maydoni ham markaziy bo'la olmaydi. Shuningdek, mavjud tashqi osmon jismlarining ta'siri hamda boshqa omillar, jismning haqiqiy trayektoriyasiga ta'sir etishi natijasida uning harakatini o'rganishda, ularni hisobga olinishi lozim. Biroq, keplercha harakat shu qadar sodda va shu qadar yaxshi o'rganilganki, undan voz kechish amri mahol. Shuning uchun ham Kepler orbitasi, harakatdagi jismlar uchun tayanch orbita sifatida qabul qilinib, odatda boshqa omillar beradigan chetlantirishlar, orbitaning hisob-kitobida alohida e'tiborga olinadi, boshqacha aytganda, jismning harakat trayektoriyasi aniqlashtiriladi.

Tashqi osmon jismlari tomonidan Yer atrofida harakatlanayotgan KA ga beriladigan gravitatsion chetlanishlarni (Quyosh misolida) hisoblaylik (41- rasm).



41- rasm. Yerning Quyoshga nisbatan ta'sir sferasini baholash.



1. Yerdan 500000 km masofadagi KA Quyoshdan 149100000 km masofada bo'lib, unga Yerning beradigan tezlanishi $1,594 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$, Quyoshniki esa $5,970 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$ ni tashkil etadi, ya'ni Quyoshning kosmik apparatga beradigan tezlanishi Yernikidan bir necha marta katta chiqadi. Biroq bu KA ni Yer atrofidan ketib qolib, Quyosh «domiga tushib qolishiga» imkon bermaydi. Aslida esa agar bizni KA ning geosentrik (ya'ni Yerga nisbatan) harakati qiziqtirayotgan bo'lsa, chetlantiruvchi tezlanish sifatida Quyoshdan KA va Yer oladigan ($5,930 \cdot 10^{-6} \text{ km}^3/\text{s}^2$) tezlanishlarining farqi $(5,970 - 5,930) \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2 = 0,040 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$ bilan Yerning KA ga beradigan tezlanishi — $1,594 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$ solishtirilishi lozim. Topilgan chetlantiruvchi tezlanish ($0,040 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$) KA ga Yer beradigan tezlanish (ya'ni, $1,594 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$) ning 2,5% inigina tashkil qiladi.

2. Endi KA ning geliosentrik (ya'ni Quyoshga nisbatan) harakatini o'rganaylik, unda Yerning KA ga beradigan tezlanishi ($1,594 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$) va Quyoshga beradigan tezlanish ($0,00001781 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$) larning farqi, Quyoshning KA beradigan tezlanishi $5,970 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$ uchun chetlantiruvchi tezlanish bo'lib, u Quyoshning KA ga beradigan tezlanishi ($5,970 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}^2$)ning 26,7 foizini tashkil etadi. Demak, geliosentrik harakatga Yerning ta'siri judayam sezilarli ekanligi aniqlanadi.

Endi bunday hisobni Yer atrofidagi barcha nuqtalarga tatbiq etsak, Quyoshga nisbatan Yer hukmronlik qiladigan fazo chegarasi shunday yo'l bilan aniqlanganda, u sfera shaklida ekanligi ma'lum bo'lib, unga *Yer ta'sir sferasi* deyiladi. Yer ta'sir sferasining Quyoshga nisbatan radiusi — 925000 km, Oy ta'sir sferasining Yerga nisbatan radiusi — 66000 km, Quyoshning galaktika markaziga nisbatan aniqlangan ta'sir sferasining radiusi esa $9 \cdot 10^{12} \text{ km} \approx 1 \text{ yo.y. ga tengdir}$.

Oralari a bo'lgan m massali jismning M jismga nisbatan ta'sir sferasining radiusi ($m \ll M$)

$$\rho = a \left(\frac{m}{M} \right)^{\frac{2}{3}}$$

ifodadan topiladi.



KA jism ta'sir sferasining chegarasini kesib o'tayotganda, u tortishishning bir markaziy maydonidan ikkinchisiga o'tadi. KA ning har bir tortishish maydonidagi harakati shu maydonlarga nisbatan alohida-alohida keplercha orbitani (konus kesimlaridan birini) tashkil etadi. Ta'sir sferasining chegarasidagi kosmik apparatning harakat trayektoriyasi esa ma'lum qoidalar bo'yicha «ulanadi». KA trayektoriyalarini hisoblashning taxminiy usulining asl mohiyati shunda bo'lib, u ba'zan *konus kesimlarini o'zaro tutashtirish metodi* ham deb yuritiladi.



1. Ma'lum osmon jismining (masalan, Yerning) ikkinchi osmon jismiga (Quyoshga) nisbatan ta'sir sferasi deganda nima tushuniladi?
2. Ma'lum m massali jismning boshqa bir M massali ($m \ll M$) jismga nisbatan ta'sir sferasi qanday hisoblanadi?

7- §. Yer sun'iy yo'ldoshlarining orbita elementlari

Yer atrofi fazosida harakatlanayotgan SY ning Yer ekvatori tekisligiga nisbatan holatini va uning harakati bilan bog'liq kattaliklarni o'zida aks ettiruvchi parametrlar uning *orbita elementlari* deyiladi.

Sun'iy yo'ldoshlarning quyidagi orbita elementlari mavjud (42-rasm):

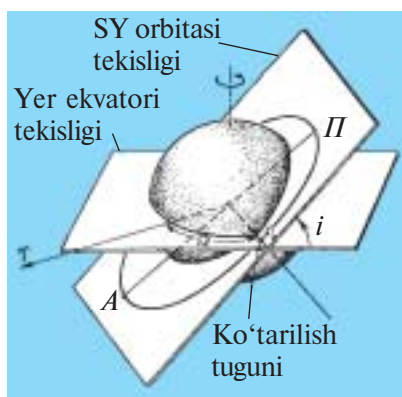
i – SY orbitasining Yer ekvatori tekisligiga og'maligi ($i = 90^\circ$ – *qutbiy yo'ldosh*; $i = 0$ bo'lganda esa *ekvatorial yo'ldosh* deyiladi);

SY ning harakat yo'li, Yer aylanish yo'nalishiga mos kelsa – *to'g'ri*, aksincha bo'lganda esa *teskari yo'ldosh* deb yuritiladi ($i > 90^\circ$ – yo'ldoshlar teskari harakatlanadi);

h_a – SY apogeyining balandligi;

h_p – perigeyning balandligi;

T – SY ning Yer atrofida aylanish davri;



42- rasm. Yer sun'iy yo'ldoshi (YSY)ning orbita elementlari.



a – SY orbitasining katta yarim o'qi;

e – orbita eksentrisiteti;

ϖ – ko'tarilish tugunining, Yer ekvatori tekisligi bo'ylab, bahorgi tengkunlik (γ) nuqtasidan yoy uzoqligi.

Orbita elementlari ma'lum bo'lganda, aniq berilgan vaqt uchun SY ning osmondagi o'rni (koordinatalari) oson topiladi.



1. Sun'iy yo'ldosh orbita elementlarini sanang.

2. Ma'lum sun'iy yo'ldoshning orbita elementlarini aniqlab qo'yishning nima ahamiyati bor?

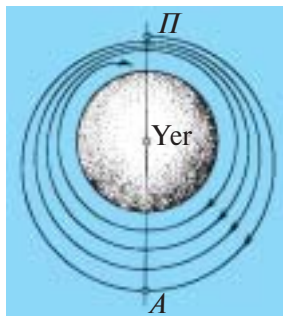
8- §. Yer atmosferasida SY orbitasining evolutsiyasi

Yer atrofida harakatlanayotgan SY ga turli kuchlar ta'sir etadi. Bular ichida Yer atmosferasining qarshilik kuchi eng muhim kuch hisoblanadi. Yer atmosferasining SY harakatiga qarshilik kuchi ushbu ifodadan topiladi:

$$F_{\text{qarsh}} = cS \frac{\rho v_{\text{nis}}^2}{2},$$

bu yerda atmosferaning yuqori qatlamlari uchun c – kattaligi 2–2,5 orasida bo'lgan o'lchamsiz qarshilik koeffitsiyentini, S – yo'ldoshning maksimal ko'ndalang kesim yuzasini, v_{nis} – yo'ldoshning tashqi muhitga nisbatan tezligini ifodalaydi.

Qarshilik kuchi tufayli yo'ldosh harakatiga ta'sir etuvchi chetlantiruvchi tezlanishning kattaligi 200 km balandlikda $2,2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}^2$ ni, 400 km balandlikda esa $3,1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}^2$ ni, 800 km balandlikda esa atigi $2,6 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}^2$ ni tashkil etadi. Yo'ldosh 100 km balandlikda uchayotganda bu tezlanishning miqdori sezilarli darajada katta bo'lib, $0,3 \text{ m/s}^2$ ga teng bo'ladi.



43- rasm. Yer atmosferasida SY orbitasining evolutsiyasi.

110–120 km balandlikdan boshlab (pastga tomon), atmosferaning zichligi tez o'sganligi tufayli SY navbatdagi aylanishini yakunlay olmay, Yerga qulab tushadi. Shuning uchun ham 86,5–86,7



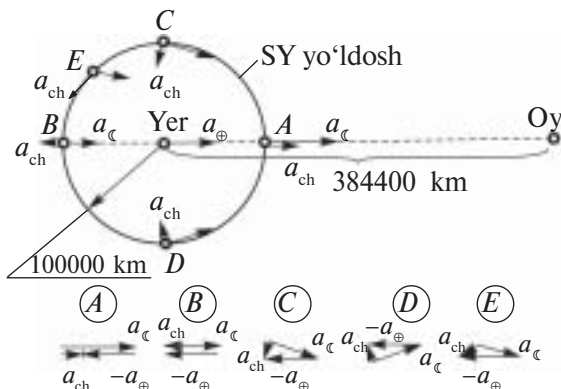
minutlik davr bilan aylanuvchi SY uchun bunday balandlik halokatli hisoblanadi. Elliptik orbita bo'ylab harakatlanayotgan SY, o'z perigeyidan o'tishida qarshilik nisbatan katta bo'lganligi tufayli (atmosfera zichligi katta bo'lganidan) tezligini tez yo'qotib, apogey (A) balandligining keskin tushishiga sabab bo'ladi. Bu esa, o'z navbatida, perigey (B) balandligining ham tushishiga sabab bo'ladi (43- rasm). Natijada past orbitada harakatlanayotgan SY bir necha kunga qolmay, atmosfera qatlamlarida yonib Yerga qulab tushadi.



1. Yer atmosferasining SY harakatiga qarshilik kuchi nimalarga bog'liq?
2. Bu qarshilik kuchi ta'sirida SY orbitasining qaysi parametrlari o'zgaradi?

9- §. Sun'iy yo'ldosh harakatiga Oy va Quyoshning ta'siri

Yer atrofida aylanayotgan SY ga Oy va Quyoshning tortish kuchlari sezilarli ta'sir ko'rsatib, uning orbitasi ko'rinishini o'zgartiradi. Bunda Oyning ta'siri yaqinligi tufayli, Quyoshnikidan ancha ortiq bo'lib, uning chetlantiruvchi tezlanishi ta'sirida SY orbitasi qanday o'zgarishi bilan tanishaylik.



44- rasm. YSY harakatiga Oy va Quyoshning ta'siri.

Chizmaning pastki qismida, mos nuqtalarda, SY ga Oy beradigan tezlanish va teskari ishora bilan olingan Yerning Oy ta'sirida olgan tezlanishining qo'shilishidan hosil bo'lgan chetlantiruvchi tezlanishlar keltirilgan.



44- rasmda Yer atrofida aylanayotgan SY orbitasining A , B , C , D nuqtalarida Oyning chetlantiruvchi tezlanishlari qanday yo‘nalishda va kattaliklarda bo‘lishi ko‘rsatilgan. Ularning yo‘nalishlaridan ko‘rinishicha, oxir-oqibatda, SY orbitasi, Yer atrofida, Oy – Yerni tutashtiruvchi yo‘nalish bo‘yicha «deformatsiyalanar» (cho‘zilar) ekan.

A nuqtada chetlantiruvchi tezlanish maksimal qiymatga erishib, $18 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}^2$ ni, boshqacha aytganda, bu nuqtada SY ning Yer ta’sirida oladigan tezlanishining 0,052 % ini tashkil etadi.



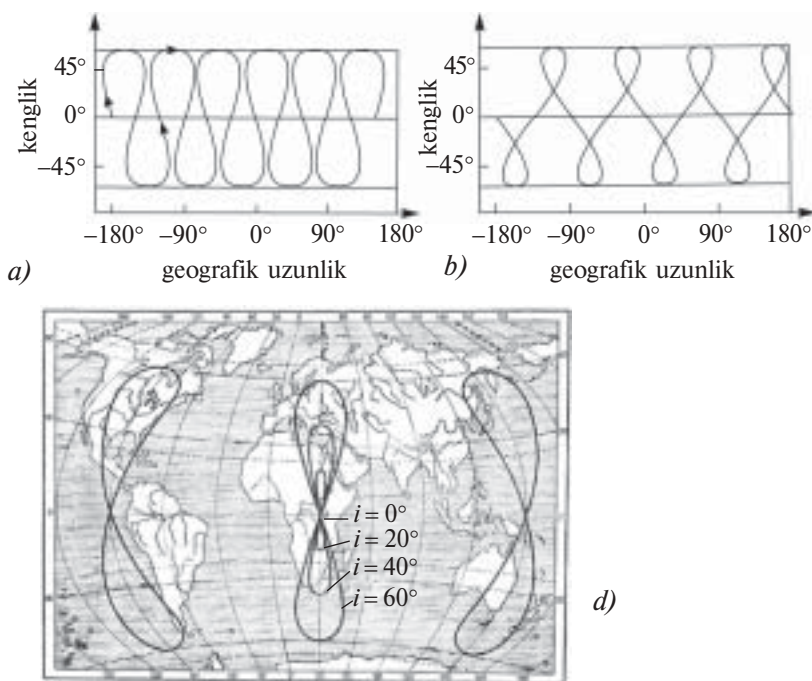
1. Yer atrofida aylanayotgan SY orbitasiga Oy va Quyoshning tortish kuchi ta’sir qiladimi? Agar ta’sir etsa, bu ta’sir tufayli SY orbitasi qanday o‘zgaradi?
2. SY orbitasining qaysi nuqtalarida Oy beradigan chetlantiruvchi tezlanish maksimumga erishadi?

10- §. SY larning Yer sirtiga nisbatan harakati

SY larning Yer sirtiga proyeksiyasi deb, Yer markazi va SY ni tutashtiruvchi to‘g‘ri chiziqni Yer sirti bilan kesishgan nuqtasiga aytiladi. SY ning Yer atrofida aylanishi davomida qoldirgan uning shunday proyeksiyalarining geometrik o‘rni *SY ning trassasi* deyiladi.

SY trassasi – Yer sirtidagi shunday nuqtalarning o‘rniki, bu nuqtalarda sutkaning turli vaqtida SY zenit orqali o‘tadi.

Yer aylanib turganligi tufayli SY trassasining Yer ekvatorini kesib o‘tish burchagi, SY orbitasining ekvatorga og‘ish burchagidan farq qiladi. 45- rasmda turli davrlar bilan aylanuvchi SY larning trassalari keltirilgan. Bular ichida Yerning aylanish davriga teng davr bilan aylanuvchi yo‘ldoshlarning trassalari kishi diqqatini o‘ziga tortadi (45- d rasm). Ular «8» ko‘rinishida bo‘lib, yo‘ldosh orbitasining Yer ekvatori tekisligiga og‘maligiga bog‘liq ravishda uning «bo‘yi» o‘zgarib turadi. Og‘malik qancha kichik bo‘lsa, «8» ning bo‘yi ham shuncha kichik bo‘ladi. Agar og‘ish burchagi nolga teng bo‘lsa ($i = 0$), trassa ham ekvatorda yotuvchi nuqtaga aylanadi. Boshqacha aytganda, Yer ekvatorining bu nuqtasida turgan kuzatuvchiga SY har doim zenitda ko‘rinadi (boshining tepasidan nari siljimaydi). Bunday yo‘ldoshlar *geostatsionar yo‘ldoshlar* deyiladi.



45- rasm. Turli davrli YSY larining trassalari:

- a) 20 soatlik davr bilan; b) 30 soatlik davr bilan; d) 24 soatlik davr bilan harakatlangan yoʻldoshlar.



1. SY trayektoriyasining Yer sirtidagi proyeksiyasi qanday nom bilan ataladi?
2. Sun'iy yoʻldosh trassasi uning davriga koʻra qanday oʻzgarishini chizmadan koʻrsating.
3. Yer bilan bir xil davrda aylanuvchi $i \neq 0$ boʻlgan SY ning trayektoriyasi qanday koʻrinishda boʻladi?
4. Yer bilan bir xil davrda aylanuvchi $i = 0$ boʻlgan SY ning trayektoriyasi qanday koʻrinish oladi? Bunday yoʻldoshlar qanday nom bilan ataladi?

11- §. Orbital manyovrlar

1. Sun'iy yoʻldoshning orbita balandliklarini oʻzgartirish.

Maʼlum maqsadni moʻljallab SY orbitalarini har qanday oʻzgartirish *orbital manyovrlar* deyiladi. SY larning manyovr qildirish zarurati, ularning orbitalariga tuzatish kiritishda, yangi orbita-

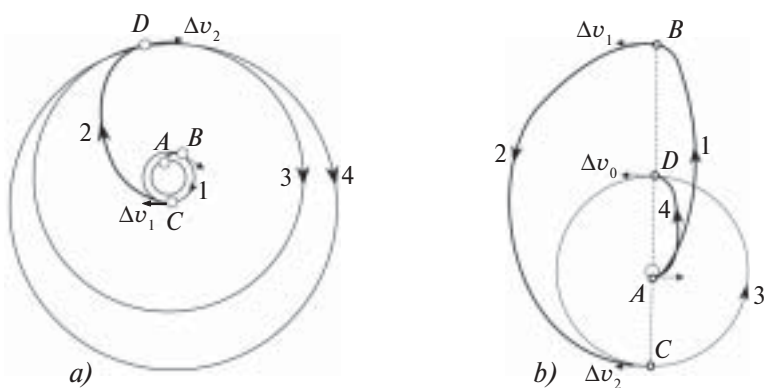


ga o'tkazishda, orbitadagi boshqa bir SY bilan yaqinlashtirishda yoki yo'ldoshni Yerga qaytarish zaruriyatlari tug'ilganda amalga oshiriladi.

Orbital manyovr, odatda, bort dvigatellari yordamida amalga oshiriladi. Qisqa vaqtda dvigatelni ishga tushirish yo'li bilan amalga oshirilgan manyovrlar bir impulsli, bir necha marta dvigatelni yoqish yo'li bilan amalga oshirilgan manyovrlar esa *ko'p impulsli manyovrlar* deyiladi. Orbital manyovrlar kichik tortishish kuchiga ega bo'lgan dvigatellarning uzluksiz ishlash jarayonida ham amalga oshirilishi mumkin.

Faraz qilaylik, SY ni Yer atrofida apogeyi juda baland — D nuqtada bo'lgan 2- ekliptik orbitaga, so'ngra 3- orbitaga chiqarish talab etilsin (46-*a* rasm). Bunda SY dastlab, Yer atrofidagi shu tekislikda yotuvchi 1- orbitaga chiqariladi. So'ngra C nuqtada qo'shimcha berilgan Δv_1 tezlik impulsi yordamida 2- elliptik orbitaga o'tkaziladi. Bu orbitaning apogeyi D , mo'ljallangan 3- orbitaga urinib o'tadigan qilib tanlanadi. SY D nuqtaga yetganda, tezlikning ikkinchi impulsi Δv_2 yordamida u baland mo'ljallangan aylanma orbitaga (3) chiqariladi. Agar SY ni perigeyi D nuqta bo'lgan elliptik 4- orbitaga chiqarish talab etilsa, u holda ikkinchi impuls uchun kattaroq tezlik tanlanadi.

Ma'lum mo'ljallangan orbitaga SY ni ko'p xil yo'llar (ma-



46- rasm. a) SY orbitasi balandliklarini o'zgartirish bo'yicha manyovrlar; b) ikki va uch impulsli manyovrlarni solishtirish.



nyovrlar) bilan chiqarish mumkin. Biroq bular ichida faqat bittasi eng tejamli (energiya sarfi jihatidan) usul hisoblanadi.

Misol tariqasida, Yer atrofida mo'ljallangan orbitaga SY ni chiqarishning ikki usuli bilan tanishib, ularning qay biri tejamli ekanligini aniqlaylik. Birinchi usulda Yer sirtidan (*A*) berilgan boshlang'ich v_0 tezlik yordamida SY dastlab 1- cho'zinchoq elliptik orbitada harakatlantiriladi (46-*b* rasm). So'ngra *B* nuqtada Δv_1 qo'shimcha tezlik impulsi yordamida u 2- elliptik orbitaga o'tkaziladi. Bu elliptik orbitaning perigeyi mo'ljallangan aylanma orbitaga (3) urinib o'tadigan qilib tanlanadi. Va, nihoyat, SY *C* nuqtaga yetganda, u tormozlovchi Δv_2 tezlik impulsi yordamida mo'ljallangan 3- orbitaga chiqariladi.

Ikkinchi usulga ko'ra, bunday orbitaga (3) SY ni 4- o'tish orbitasi orqali ham chiqarish mumkin. Buning uchun 4- elliptik orbitaning apogeyida (*D*) yo'ldoshga qo'shimcha Δv_0 tezlik berilib, uni mo'ljallangan 3- aylanma orbitaga o'tkaziladi.

Energetik nuqtayi nazardan mo'ljallangan 3- orbitaga chiqarishning har ikkala usuli solishtirilganda, mazkur mo'ljallangan orbita radiusi $11,9R_{\oplus}$ dan katta bo'lganda (bu yerda $R_{\oplus}$ – Yer radiusi) 1- usul o'rinli bo'lishi, ushbu radius $11,9R_{\oplus}$ dan kichik bo'lganda esa 2- usul o'rinli bo'lishi, orbitalarning hisob-kitobidan osongina ko'rinadi.

Endi oraliq orbitada berilgan qo'shimcha tezlikning erishilgan orbita apogeyining balandligiga ta'sirini ko'raylik. Faraz qilaylik, SY Yer atrofida 200 km balandlikda $v = 7,789$ km/s tezlik bilan aylanma harakatlanayotgan bo'lsin. Orbitaning ma'lum nuqtasida unga 10 m/s qo'shimcha tezlik berilganda, natijaviy elliptik orbitaning parametrlarini bunday manyovr tufayli qanchalik o'zgarishini aniqlaylik. Elliptik orbitaning perigeyidagi tezlik ushbu

ifodadan topilganidan ($K_{\oplus} = 3,986 \cdot 10^5 \frac{\text{km}^3}{\text{s}^2}$, $R_{\oplus} = 6370$ km):

$$v_p = \sqrt{K_{\oplus} \left(\frac{2}{R_{\oplus} + h} - \frac{1}{a} \right)};$$

$$\frac{v_p^2}{K_{\oplus}} = \frac{2}{R_{\oplus} + h} - \frac{1}{a} \quad \text{yoki} \quad \frac{1}{a} = \frac{2}{R_{\oplus} + h} - \frac{v_p^2}{K_{\oplus}},$$



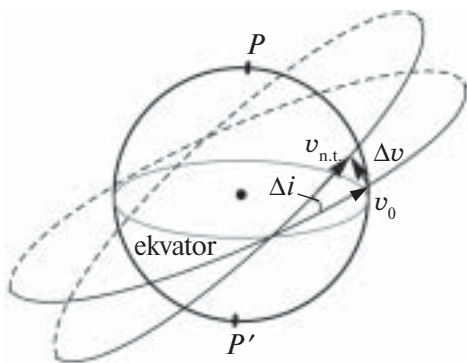
bu yerdan orbitaning katta yarim o'qi:

$$a = \frac{K_{\oplus}(R_{\oplus}+h)}{2K_{\oplus}-v_p^2(R_{\oplus}+h)} = 6587 \text{ km}$$

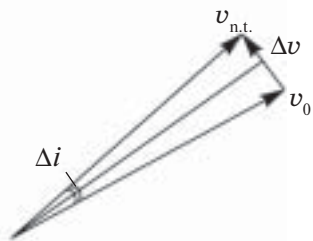
bo'ladi. U holda apogeyning balandligi $h_a = 2a - 2R_{\oplus} - h_p = 234 \text{ km}$, ya'ni apogeyda SY ning balandligi perigeyda berilgan qo'shimcha 10 m/s tezlik impulsi tufayli 34 km ko'tarilar ekan. Bu degani har 1 m/s qo'shimcha tezlik yo'ldosh orbitasini uning apogeyida $3,4 \text{ km}$ ga ko'tarishga qodir ekan demakdir.

2. SY orbita tekisligini o'zgartirish. Orbitaning boshqa parametrlarini (tezlikning moduli, davri, perigey va apogeyining balandliklarini o'zgartirmagan holda, uning Yer ekvatori tekisligiga og'ish burchagini Δi burchakka o'zgartirish zarur bo'lsin (47-a rasm). Bunda talab etilgan manyovrni amalga oshiruvchi tezlik impulsi Δv vektor, SY ning orbital tezligi v_0 va natijaviy orbital tezlik $v_{n.t.}$ vektorlari bilan teng yonli uchburchak hosil qiladi (47-b rasm). Bu tezliklar uchburchagidan

$$\frac{\Delta v}{v_0} = \sin \frac{\Delta i}{2},$$



a)



b)

47- rasm. SY orbita tekisliklarini burish: a) SY orbitasini Δi burchakka burish; b) Δi burchakka burishda tezliklar uchburchagi (Δv — burish uchun zarur bo'lgan tezlik impulsi).



bu yerdan qo'shimcha tezlik impulsi:

$$\Delta v = 2v_0 \sin \frac{\Delta i}{2}$$

ga teng bo'lishi ko'rinib turibdi.

Bunda natijaviy tezlikning moduli, dastlabki orbital tezlik moduliga teng ($|v_0| = |v_{n.t.}|$) bo'ladi.

Masalan: aylanma orbitada v_0 tezlik bilan harakatlanayotgan SY orbitasi tekisligini 90° ga burish talab etilsin, u holda tezliklar uchburchagidan orbitani burish uchun zarur bo'lgan tezlik impulsining kattaligi

$$\frac{\Delta v}{v_0} = \sin \frac{90^\circ}{2} \quad \text{yoki} \quad \Delta v = 2v_0 \sin 45^\circ = \sqrt{2}v_0,$$

ya'ni orbitani 90° burish uchun zarur bo'lgan tezlik impulsi ikkinchi kosmik tezlikka teng bo'lishi ma'lum bo'ladi.

Binobarin, SY orbita tekisliklarining Yer ekvatori tekisligiga og'maligini o'zgartirish katta energiya sarfi bilan kechadigan manyovr ekan.

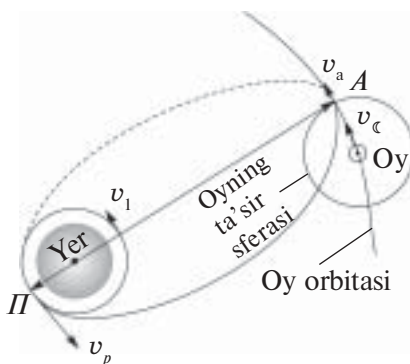
Biroq shuni aytish kerakki, SY orbitasini 49° dan katta burchakka burish talab etilganda, uning orbitasi qo'shimcha Δv tezlik impulsi yordamida salkam parabolik orbitaga o'tkazilib, so'ngra cheksizlikda (ya'ni, SY tezligi nolga intilganda) juda kichik tezlik impulsi yordamida burib olinadi. SY perigeydan o'tayotganda tormozlovchi ikkinchi impuls yordamida Yer atrofidagi mo'ljallangan orbitaga, nisbatan kam energiya sarf qilib o'tkazish imkoni borligini hisob-kitob ko'rsatadi.



1. Orbital manyovrlar deganda nimani tushunasiz?
2. Orbita tekisligini ma'lum burchakka o'zgartirishda qanday tezlik impulsi talab etiladi?

12- §. Oyga uchish trayektoriyalari

KA larni Oyga uchirishning trayektoriyalari ko'p xil bo'lib, biz bular ichida eng soddasi — Oy orbita tekisligida yotuvchi Yer atrofi orbitasidan unga uchish haqidagi masalaga to'xtalamiz. Shuningdek, bu masalani yana ham soddalashtirish uchun Oyning



48- rasm. Oyga uchish trayektoriyasi.

Yer atrofidagi orbitasini – radiusi 384400 km li aylanma orbitadan iborat deb qaraymiz (aslida u ellips bo‘lib, apogeyida Oy Yerdan bu masofadan 21 ming km nari ketib, perigeyida 21 ming km yaqin keladi).

KA ni Oyga uchirish uchun dastlab u Yer atrofidagi Oy orbitasi tekisligida yotuvchi va kamida 200 km balandlikka ega bo‘lgan orbitaga chiqariladi (48- rasm). Eslatganimizdek,

kosmonavtikada o‘tish orbitalari (bizning misolimizda – Yer atrofi orbitasidan Oy orbitasiga o‘tish orbitasi) ichida eng kam energiya sarfi bilan kechadigan bunday trayektoriya, oraliq orbitadan ($h = 200$ km) boshlanib, radiusi 384400 kmli Oy orbitasida tugaydigan yarim elliptik trayektoriya sanaladi. Har ikkala orbitaga (oraliq va Oy orbitasi) urinib o‘tuvchi bunday yarim elliptik o‘tish trayektoriyasi uning ixtirochisi olim Gomon sharafiga *Gomon orbitasi* deb yuritiladi.

Shu xildagi Oyga uchish trayektoriyasining hisob-kitobi bilan tanishaylik. Buning uchun dastlab Yer atrofida 200 km balandlikdagi oraliq orbitada harakatlanayotgan KA ning tezligini Yer-ning berilgan gravitatsion parametri $K_{\oplus} = 4 \cdot 10^5 \text{ km}^3/\text{s}^2$ va orbita radiusi $r = R_{\oplus} + 200 \text{ km} = (6370 + 200) \text{ km} = 6570 \text{ km}$ ga ko‘ra aniqlaymiz. U ushbu ifodadan topiladi:

$$v_1 = \sqrt{\frac{K_{\oplus}}{R_{\oplus} + h}} = 7,789 \text{ km/s.}$$

Ma’lumki, Oyning orbital tezligi $v_c = 1,1018 \text{ km/s.}$

O‘tish traektoriyasi hisoblangan yarim elliptik orbitaning katta yarim o‘qi esa

$$a = \frac{r_{\text{orb.}} + R_{\oplus} + h}{2} = 195485 \text{ km.}$$

U holda Gomon trayektoriyasining apogeyidagi KA ning tezligi:



$$v_a = \sqrt{K_{\oplus} \left(\frac{2}{r_{\text{corb}}} - \frac{1}{a} \right)} = 0,187 \text{ km/s}$$

bo'ladi. Bundan ko'rinadiki, KA Oy orbitasining biror nuqtasiga yetib borganda, uning Oyga nisbatan tezligi (Oyga tushish tezligi)

$$\Delta v = v_c - v_a = (1,018 - 0,187) \text{ km/s} = 0,831 \text{ km/s}$$

bo'ladi.

Endi Oyga uchib borish vaqtiga kelsak, u KA ning orbitasiga urinib o'tuvchi gomon-elliptik orbitasi bo'ylab to'la aylanish davrining yarmiga teng bo'ladi. Bu davr Keplerning III qonuniga ko'ra, jismning ellips bo'ylab aylanish davriga teng bo'lib, u

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{K_{\oplus}}} a^{\frac{3}{2}}$$

ifodadan topiladi.

$K_{\oplus}$ va π larning ma'lum qiymatlariga ko'ra:

$$T = \frac{a\sqrt{a}}{6028,92} \text{ min} = 9 \text{ sutka } 22 \text{ soat } 56 \text{ min.}$$

U holda t uchish vaqti T davrning yarmiga tengligidan,

$$t = \frac{T}{2} \text{ min} = 4 \text{ sutka } 23 \text{ soat } 28 \text{ min}$$

bo'ladi.

Apogeyida Oy orbitasigacha ko'tariladigan cho'zinchoq o'tish orbitalarining katta o'qi, KA ni oraliq orbitaga urinib ko'tarilish tezligining kattaligiga bog'liq bo'lib, u ± 2 m/s xatolik bilan oraliq orbitadan ko'tarilsa, apogeyida uning balandligi ± 8000 km ga o'zgaradi. Oy diametrini bu kattalik (± 8000 km) bilan solishtirsak, ± 2 m/s xatolik bilan KA ni uchirish, Oyni mo'ljalga olishda ma'lum xatolikka yo'l qo'yilishi mumkinligini oshkor qiladi.

Demak, Oy apogeyda bo'lganda, ya'ni Yerdan Oygacha o'rtacha masofadan (384400 km) 21 ming kilometr narida bo'lganda, Oyga yetish uchun KA ning minimal boshlang'ich tezligini kamida 5 m/s ga ortirish lozimligi ma'lum bo'ladi.



1. Oyga uchish uchun eng tejimli geosentrik trayektoriyaning ko'rinishi qanday bo'ladi?
2. Bunday trayektoriyaning perigeyi va apogeyidagi uning tezligi qanday topiladi?
3. Oyga uchish uchun qanday boshlang'ich tezlik talab etiladi?
4. Yarim elliptik orbita bilan KA Oyga qancha vaqtda uchib borishi mumkin?

13- §. Oy sirtiga qo'nish

KA ni Oy yaqinidagi harakatini unga nisbatan birinchi va ikkinchi kosmik tezliklarga tayanib tahlil qilish mumkin. Oyning gravitatsion parametriga ($K_{\odot} = 4,9 \cdot 10^3 \text{ km}^3/\text{s}^2$) va radiusiga ($R_{\odot} = 1738 \text{ km}$) ko'ra 1- va 2- kosmik tezliklari

$$v_1 = \sqrt{\frac{K_{\odot}}{R_{\odot}}}, \quad v_1 = 1,680 \text{ km/s},$$

$$v_{II} = \sqrt{\frac{2K_{\odot}}{R_{\odot}}}, \quad v_2 = 2,375 \text{ km/s}$$

ifodalardan topiladi.

Agar Oy sirtidan biror jism 2- kosmik tezlik (2,375 km/s) bilan uloqtirilsa, u Oyning ta'sir sferasi ($r_{t.s.} = 66000 \text{ km}$) chegarasida ushbu parabolik tezlikka erishadi:

$$v_{\text{par}} = \sqrt{\frac{2K}{r_{t.s.}}} = 0,385 \text{ km/s}.$$

Bordi-yu, jism Oyning ta'sir sferasiga $v = 0,385 \text{ km/s}$ boshlang'ich tezlik bilan kirib, keyin Oy sirtiga tushadigan bo'lsa, Oy tortish kuchi ta'sirida tezligini orttirib, unga yetganda, energiya-ning saqlanish qonuniga ko'ra, bu jism ikkinchi kosmik tezlikka (2,375 km/s) erishadi.

Endi gomon orbitasi bo'yicha Oyga yetib borgan KA ning orbita apogeyida geosentrik tezligining 0,187 km/s ga tushib qolishi va u Oy ta'sir sferasiga Oyga nisbatan 0,831 km/s tezlik bilan kirishini (oldingi paragrafga qarang) e'tiborga olsak, u Oy sirtiga ikkinchi kosmik tezlikdan ancha katta tezlik bilan tushishini anglash qiyin emas.



49- rasm. «Apollon» ekipajining Oy sirtidan namunalar yig'ish payti.

Shu tufayli KA ni Oy sirtiga ohista qo'ndirish uchun uning tezligini tormozlovchi impuls yordamida so'ndirishga to'g'ri keladi. Oy sirtiga ohista qo'ndirilgan birinchi «Luna-9» planetalararo avtomatik stansiyasi, Oy sirtiga tik tushayotganda, 75 km balandlikda tormozlovchi raketa dvigateli ishga tushirildi va balandlik 150 m qolgunga qadar ishlatib turildi. Tezlikning keyingi so'ndirilishi, harakat yo'nalishiga tuzatish kirituvchi kichik dvigatellar yordamida amalga oshirildi. «Luna» rusumidagi kosmik stansiyalarning barchasi Oy sirtiga shunday yo'l bilan qo'ndirilgan. «Luna-13» dan keyingi stansiyalarning Oy sirtiga ohista qo'ndirilishi, Oy sun'iy yo'ldoshi orbitasida berilgan tormozlovchi impuls yordamida bajarilgan. Oy sirtining tuproq jinslaridan namuna bilan qaytgan «Luna-16, 20, 24» va AQSH ning «Apollon» avtomatik stansiyalari Oydan vertikal yo'nalishda 2,7 km/s boshlang'ich tezlik bilan ko'tarilib Yerga qaytdi (49- rasm).



1. Oy uchun 1- kosmik tezlik qanchaga teng?
2. Ikkinchi kosmik tezlik-chi?
3. Oy ta'sir sferasida KA qanday geosentrik tezlik bilan kiradi (yarim elliptik orbita bo'ylab unga yetganda)?



4. Bu paytda uning Oyga nisbatan tezligi qancha bo'ladi?
5. Oyga qo'nish jarayoni qanday amalga oshiriladi?
6. Oyga ohista qo'ndirilgan qanday KA larni bilasiz?

14- §. Planetalarga uchish trayektoriyalari

KA ni planetalarga uchirish trayektoriyalarining hisob-kitobi murakkab bo'lib, agar planetalar Quyosh atrofida ma'lum bir tekislikda aylanma orbitalar bo'ylab harakatlanadi deb qaralsa, masalaning yechimi ancha yengillashadi. Masalani bu xilda soddalashtirish bilan juda katta xatoga yo'l qo'yilmaydi, chunki planetalar orbitalarining ko'rinishi, haqiqatda ham aylanaga yaqin bo'lib, ularning orbita tekisliklarining Yer orbitasi tekisligiga og'maligining qiymati juda kichik miqdorni tashkil qiladi.

Planetalar bir tekislikda yotuvchi aylanma orbitalar bo'yicha harakatlanadi deb qaralganda, planetalararo uchib o'tish trayektoriyalarining hisob-kitobi, ilgari qaralgan SY larning aylanma orbitalari orasidagi o'tish trayektoriyalarining (gomon orbitalarining) hisob-kitobiga juda o'xshab ketadi (50- rasm).

Agar planetalarning Quyoshdan o'rtacha uzoqliklari km larda, ularning tezliklari km/s larda ifodalansa, Quyoshning gravitatsion parametri $K_{\odot} = GM_{\odot} = 1,327 \cdot 10^{11} \text{ km}^3/\text{s}^2$ ga teng bo'ladi. Bordinyu planetalarning Quyoshdan o'rtacha uzoqliklarini astronomik birliklarda (a.b.) ifodalansa, u holda Quyoshning gravitatsion parametri $K_{\odot} = 887,153 (\text{km}^2 \cdot \text{a.b.})/\text{s}^2$ ga teng bo'ladi. Endi bu qiymatlarni ushbu

$$V = \sqrt{K_{\odot} \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)}$$

ifodaga qo'ysak, geliosentrik orbita bo'ylab harakatlanayotgan jismning tezligini ushbu formula bilan hisoblash qulay bo'ladi:

$$V = 29,785 \sqrt{\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)},$$

bu yerda r va a lar astronomik birliklarda ifodalangan.

Misol tariqasida, Yerdan Yupiterga tomon planetalararo gomon orbitasi bo'yicha uchirilgan KA ning trayektoriyasi-



ning hisob-kitobini keltiraylik (50-a rasm). Bunda na Yer va na Yupiter KA ga tortish kuchi bilan ta'sir etmaydi deb faraz qilaylik. Agar Yer orbitasi radiusini 1,0 a.b., Yupiternikini 5,2 a.b. deb, Yerning orbital tezligini 30 km/s, Yupiternikini esa 13 km/s deb olsak, unda gomon orbitasi (yarim ellips) ning katta yarim o'qi

$$a = \frac{r_{\oplus} + r_{yu}}{2} = \frac{1,0 + 5,2}{2} = 3,1 \text{ a.b.}$$

ga teng chiqadi. U holda KA ning gomon trayektoriyasining perigeliyida tezligi ($r_{\oplus}$ – Yer orbitasining radiusi):

$$V_p = 29,785 \sqrt{\left(\frac{2}{r_{\oplus}} - \frac{1}{a}\right)} = 29,785 \cdot 1,295 = 38,575 \text{ km/s}$$

qiymatga teng bo'ladi.

Binobarin, Yer orbitasidan gomon orbitasiga o'tish uchun talab qilinadigan qo'shimcha tezlik, orbitaning perigeliyidagi tezlik bilan Yerning orbital tezligi orasidagi farqqa teng bo'ladi, ya'ni

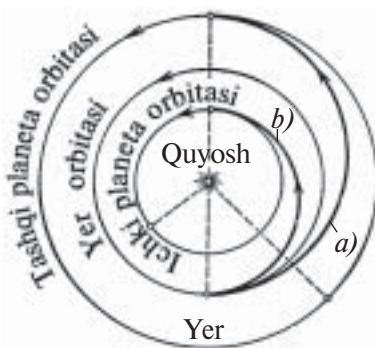
$$\Delta v_1 = V_p - V_{\oplus} = (38,575 - 29,785) \text{ km/s} = 8,790 \text{ km/s}$$

bo'ladi. Gomon orbitasi afeliyida (Yupiter orbitasiga urinish nuqtasida) KA erishgan tezlik (r_{yu} – Yupiter orbitasi radiusi)

$$V_a = 29,785 \sqrt{\frac{2}{r_{yu}} - \frac{1}{a}} = 29,785 \cdot \frac{1}{3,9} \text{ km/s} = 7,6 \text{ km/s}$$

ga teng bo'ladi.

Tortish kuchi hisobga olinmagan Yupiter, uning orbitasiga yetib kelib, unda harakatlanayotgan KA ni ortidan quyidagi tezlik bilan quvib kelayotgan bo'ladi:



50- rasm. Gomon orbitalari bo'yicha planetalarga uchish trayektoriyalari:

a – tashqi planetalarga uchish trayektoriyasi; b – ichki planetalarga uchish trayektoriyasi.



$$\Delta v = 13,06 - 7,60 = 5,46 \text{ km/s.}$$

Endi, navbatdagi paragrafda, qiziquvchilar uchun, Yerning tortish kuchi hisobga olingan hol uchun KA ning Yupiterga uchib borish optimal trayektoriyasi hisob-kitobini keltiramiz.



1. Planetalarga uchishning gomon trayektoriyalari deb qanday trayektoriyalarga aytiladi?
2. Yarim elliptik gomon trayektoriyasining berilgan katta o'qi qanday topiladi?
3. Bunday trayektoriya-ning ixtiyoriy nuqtasida tezlik, uning berilgan katta yarim o'qiga (a) ko'ra qanday aniqlanadi?
4. Yupiterga Yerdan uchishda (gomon orbitasi bo'yicha) yarim elliptik orbitaning perigeliyida va afeliyida KA qanday tezliklarga erishadi?
5. Bu tezliklarni Yerning va Yupiterning orbital tezliklari bilan solishtiring.

15- §. Planetalarga uchishda Yer va mo'ljallangan planetaning tortish kuchini hisobga olish (mustaqil o'qish uchun)

Eslatilganidek, ikki aylanma orbita bo'ylab harakatlanayotgan Yer SY larining orbitalari orasida amalga oshiriladigan gomon o'tish orbitasi, raketa yonilg'isini tejash nuqtayi nazaridan qaralganda, eng optimal orbita hisoblanadi.

Gomon trayektoriyasi bo'ylab biror planetani mo'ljallab uchishda, planetalarning (Yer va mo'ljallangan planeta) tortish kuchlarini ham e'tiborga olish lozim bo'lgan o'tish trayektoriyasining hisob-kitobi, Yer va mo'ljallangan planeta ta'sir sferalarini ham hisobga olishni nazarda tutadi. Masalaga bunday yondoshishda, gomon trayektoriyasining faqat planetalarning (orbitalari go'yo bir tekislikda yotgan Yer va mo'ljallangan planeta) ta'sir sferalari orasidagi qisminigina optimal deb qarash mumkin.

Shuni e'tiborga olib, endi Yupiterga uchishda, planetalararo KA gomon orbitasiga chiqishi uchun Yer ta'sir sferasida uni tezlashtirishning optimal sharoitini aniqlaylik. O'tgan paragrafda Yer orbitasidan gomon orbitasiga chiqish uchun zarur bo'lgan qo'shimcha tezlik kattaligi 8,790 km/s bo'lishini aniqlagan edik.



Shu bilan birga, KA Yerning tortish kuchidan ozod bo'lishi uchun u ikkinchi kosmik tezlikkacha (11,187 km/s) tezlantirilishi lozimligi ham tushunarli. Bu tezlik bilan raketa Yer ta'sir sferasi chegarasini kesib o'tgach, unga tezlikning qo'shimcha impulsi (8,790 km/s) berilib, gomon orbitasiga chiqariladi. Garchi KA ni ikki impulsi bunday xarakteristik tezlik (19,977 km/s = 11,187 km/s + 8,790 km/s) bilan gomon o'tish orbitasiga chiqarish mumkin bo'lsa-da, u KA uchun optimal trayektoriya bo'la olmaydi.

Xuddi shunday natijaga, bundan ancha kichik xarakteristik tezlik bilan ham erishish mumkin. Buning uchun KA ning to'la tezlatilishiga, iloji boricha, Yer sirtiga yaqin nuqtada erishish lozim bo'ladi. Darvoqe, oldin ko'rganimizdek, boshlang'ich (start paytidagi) tezlik, ikkinchi kosmik tezlik va tezlikning giperbolik orttirmasi bilan quyidagicha bog'lanishda bo'lar edi:

$$v_0 = \sqrt{v_{\text{erk}}^2 + v_{\text{gip}}^2} \quad (1)$$

Binobarin, Yer sirti yaqinida KA ga

$$\begin{aligned} v_0 &= \sqrt{(11,187^2 + 8,790^2)} \text{ km/s} = \\ &= \sqrt{125,149 + 77,264} \text{ km/s} = \sqrt{202,413} \text{ km/s} = 14,220 \text{ km/s} \end{aligned}$$

tezlik berilsa, u Yerdan 8,790 km/s li giperbolik orttirma bilan ketib, Yupiterga boradigan gomon o'tish orbitasi bo'yicha harakatlanishi ta'minlanadi.

Keltirilgan hisob-kitob, faqat Yupiterga borish uchun zarur bo'lgan boshlang'ich tezlikning minimal nazariy qiymatini berib, aslida xarakteristik bu tezlik, tezlikning gravitatsion sarfi va atmosfera qarshiligi tufayli yo'qolishini hisobga olganda, nazariy topilgan yuqoridagi qiymatidan 1,5–2 km/s ga ortiq bo'ladi.

Quyidagi jadvalda planetalarga uchish uchun zarur bo'lgan qo'shimcha tezliklar (ikkinchi ustun) va planetalarga uchish uchun nazariy yo'l bilan topilgan minimal start tezliklarining qiymatlari keltirilgan.



T/r	Planetalar	Qo'shimcha tezlik, v_q , km/s	Start paytidagi minimal nazariy tezlik, $v_{\min}$, km/s
1	Merkuriy	-7,53	13,49
2	Venera	-2,49	11,46
3	Mars	2,94	11,57
4	Yupiter	8,79	14,22
5	Saturn	10,29	15,19
6	Uran	11,27	15,88
7	Neptun	11,64	16,14

Endi ma'lum planetaga gomon orbitasi bo'yicha KA ga startni uning qanday konfiguratsion holati (Yerga va Quyoshga nisbatan holati) paytida berish lozimligini aniqlaylik. Ma'lumki, gomon orbitasi, bu fokusida Quyosh yotgan ellipsni xarakterlaydi. Shuning uchun ham Keplerning 3- qonuniga ko'ra, KA ning Yupiterga uchib borish vaqti (t) mazkur ellips bo'ylab uning aylanish davrining (T) yarmiga teng bo'ladi, ya'ni

$$t = \frac{T}{2}.$$

T ni Keplerning uchinchi qonunining ushbu ifodasidan topamiz (o'ng tomondagi ifoda Yer uchun):

$$\frac{a^3}{T^2} = 1,0 \frac{(1 \text{ a.b.})^3}{(1 \text{ yil})^2},$$

bu yerda a — gomon orbitasining katta yarim o'qini (astronomik birliklarda), T esa KA ning bu orbita bo'ylab aylanish vaqtini (yillarda) ifodalaydi, u holda uchish vaqti:

$$t = \frac{T}{2} = \frac{\sqrt{a^3}}{2} = \frac{\sqrt{\left(\frac{1+5,2}{2}\right)^3}}{2} = \frac{\sqrt{(3,1)^3}}{2} = \frac{3,1 \cdot 1,76}{2} = 2,73 \text{ yil} = 996,8 \text{ sutka}.$$

Bundan, KA gomon orbitasining apogeyida Yupiter bilan uchrashishi uchun, Yupiter 0,0831 grad/sutka burchak tezligi



bilan t vaqt ichida $\theta = 0,0831^\circ \cdot 996,8 = 82,8^\circ$ yoyni o'tish lozimligi aniq bo'ladi. Binobarin, KA Yerdan ko'tarilayotgan paytda, Yupiter Yerdan γ geliosentrik burchak miqdorida oldinda bo'lishi kerakligi topiladi:

$$\gamma = 180^\circ - 82,8^\circ = 97,2^\circ.$$

Yerning burchak tezligi Yupiternikidan ancha ortiq bo'lib, u Yupiterni har sutkada

$$\Delta\gamma = 0,9856 - 0,0831 = 0^\circ,9025$$

burchak kattaligidagi qiymat bilan quvib borib, start muddati, Yupiterning Quyosh bilan qarama-qarshi turishidan

$$\Delta t = 97^\circ,2 : 0^\circ,9025 = 107,7 \text{ sutka}$$

oldin berilishi lozimligi yuqoridagi hisob-kitobdan aniq bo'ladi. Yupiterning Quyoshga nisbatan ma'lum holati (qarama-qarshi turishi yoki qo'shilishi) planetaning sinodik davri bilan qaytarilib turishini e'tiborga olsak, Yupiterga optimal gomon trayektoriyasi bo'yicha uchish uchun qulay moment, aynan shu sinodik davr bilan qaytarilib turishi anglashiladi.



1. Ma'lum planetaga uchish uchun KA ning Yerdan ko'tarilish tezligi qanday topiladi?
2. Gomon orbitasi bo'yicha harakatlanayotgan kosmik apparatning perigeliyi va afeliyida tezliklar qanday hisoblanadi?
3. Gomon orbitasi bo'yicha biror planetaga uchib borish vaqti qanday topiladi?
4. Topilgan uchish vaqtiga ko'ra mo'ljallangan planetaning konfiguratsiyasi qanday aniqlanadi?

V

ASTROFIZIK METODLAR VA ASBOBLAR



1- §. Teleskoplar. Optik teleskoplar

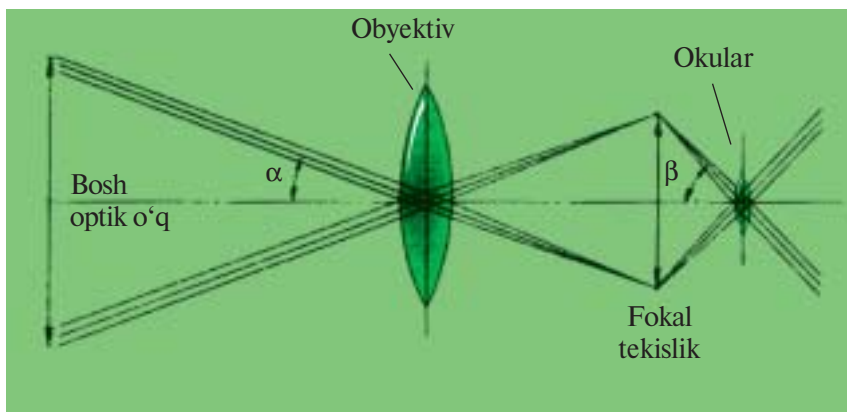
Astronomlarning eng muhim kuzatish quroli — teleskoplar-dir. Teleskoplar osmon jismlarining ko‘rinma burchaklarini kattalashtirib hamda ularni bir necha marta ravshanlashtirib ko‘rsatadi. Shuning uchun ham teleskoplar yordamida osmonga qaralganda, Yerga yaqin joylashgan osmon jismlarining (Quyosh, planetalar va Oyning) sirtida ko‘z ilg‘amaydigan detallarini hamda xiraligi tufayli ko‘zga ko‘rinmaydigan ko‘plab yulduzlarni ko‘rish mumkin.

Teleskoplarning asosiy qismi *obyektiv* deb atalib, u qavariq shaffof linza yoki botiq sferik ko‘zgudan yasaladi (51 va 52- rasmlar). Obyektiv kuzatilayotgan osmon jismlardan kelayotgan nurni yig‘ib, mazkur jismning tasvirini yasaydi. Osmon jismining obyektiv tomonidan hosil qilingan tasviri *okular* deb ataladigan linza orqali kuzatiladi. Hozirgi zamon teleskoplarida obyektiv yasagan tasvir ko‘pincha fotoplastinkalarda rasmga tushirilib o‘rganiladi.

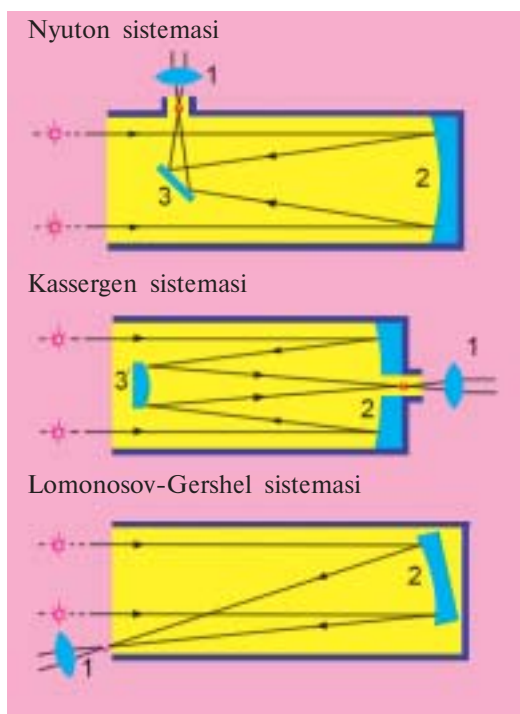
Agar teleskopning obyektivi linzadan yoki linzalar sistemasidan tuzilgan bo‘lsa, bunday teleskop *refraktor* deyiladi. Refraktorda nurning yo‘li 51- rasmda ko‘rsatilgan. Obyektivi botiq sferik ko‘zgudan iborat bo‘lgan teleskop esa *reflektor* deyiladi. Turli xil reflektorda manbadan kelayotgan nurning yo‘li 52- rasmda tasvirlangan.

Teleskoplarning asosiy vazifalarini quyidagicha belgilash mumkin:

1. Yoritgichdan kelayotgan nurlanishni qayd qilish (ko‘z, fotografik plastinka, fotoelektrik qayd qilgich, spektrograf va hokazolar yordamida).



51- rasm. Linzali teleskop (refraktor)ning tuzilishi (nurning yo'li).



52- rasm. Ko'zguli teleskop (reflektor)larning tuzilishi:
1 – okular; 2 – obyektiv; 3 – yassi ko'zgu; 3' – qavariq ko'zgu.



2. Obyektivning fokal tekisligida kuzatilayotgan yoritgichning yoki ixtiyoriy osmon jismining tasvirini yasash.

3. Qurollanmagan ko'z bilan qaralganda, ajratib ko'rib bo'lmaydigan, o'zaro juda kichik yoy masofada joylashgan obyektlarni ajratib ko'rsatish.

Endi oddiy refraktorning ishlash prinsipi bilan tanishaylik. Bunda teleskop obyektivi yoritgichdan kelayotgan nurni uning fokusi F da yig'adi va shu nuqtadan bosh optik o'qqa tik o'tuvchi tekislikda (fokal tekisligida) yoritgichning tasvirini yasaydi. Yasalgan tasvirga lupa rolini o'tovchi qavariq linza (okular) yordamida qarab, kuzatilayotgan osmon jismi (planeta, Oy yoki Quyosh) burchak o'lchamining kattalashganini ko'ramiz. Bino-barin, teleskop bizga qaralayotgan osmon jismini ham *ravshanlashtirib*, ham *kattalashtirib* berayotganiga guvoh bo'lamiz. Yasalgan tasvirning ravshanlashishi, teleskop obyektivining diametriga va fokus masofasiga, aniqrog'i, ularning nisbati $\frac{D}{F}$ ga

bog'liq bo'lgani holda, uning kattalashtirishi obyektiv va okularning

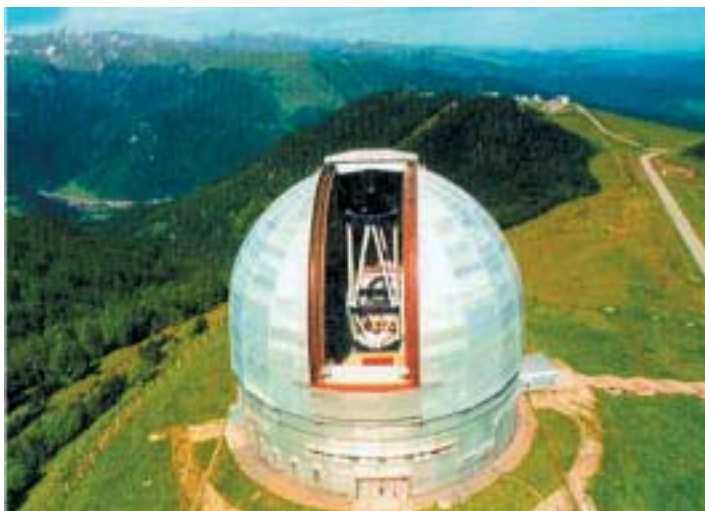
fokus masofalarining nisbati $\frac{F}{f} = \frac{\beta}{\alpha}$ ga bog'liq bo'ladi. Tasvir fotoplastinkada yoxud fotoelektrik yo'l bilan qayd qilishga mo'ljallangan bo'lsa, unda okulyar kerak bo'lmay, fotoplastinka yoki elektrofotometrning kiritish diafragmasi bevosita teleskopning fokal tekisligida joylashtiriladi.

Birinchi refraktor mashhur italyan olimi G.Galiley tomonidan 1610- yilda ishga tushirildi (53- rasm). Birinchi reflektorni esa 1648- yilda taniqli ingliz olimi I.Nyuton yasadi.

Dunyodagi eng yirik refraktor obyektivining diametri 1 metrni tashkil etib, u AQSH da qurilgan. Eng yirik



53- rasm. Galiley yasagan birinchi teleskop — refraktor.



54- rasm. Shimoliy Kavkazda oʻrnatilgan, koʻzgusining diametri 6 metrli teleskop-reflektor minorasining koʻrinishi (ichida teleskopi koʻrinib turibdi).

reflektorlardan biri koʻzgusining diametri esa 6 metr boʻlib, Shimoliy Kavkazda oʻrnatilgan (54- rasm). Oʻzbekistonda eng yirik refraktor teleskopi (qoʻshaloq astrograf) Kitob shahri yaqinidagi sobiq Xalqaro kenglik stansiyasida joylashgan. Uning obyektivining diametri 40 sm. Qashqadaryo viloyatining Qamashi tumani hududida taxminan 3000 metr balandlikdagi Maydanak togʻlarida yirik astronomik observatoriya qurilgan boʻlib, u yerda oʻrnatilgan reflektor koʻzgusining diametri 1,5 metr keladi (55- rasm).

56- rasmda dunyoda eng yirik — diametri 8 metrli teleskop koʻzgusini (obyektivini) optik sexda sayqal berish jarayoni tasvirlangan.



55- rasm. Oʻzbekiston FA Astronomiya institutiga qarashli teleskop- reflektor ($d = 1,5$ m).



56- rasm. Diametri 8 metrli teleskop ko'zgusiga sexda sayqal berish jarayoni.



1. Optik teleskoplar osmon jismini qanday qilib kattalashtiradi yoki yaqinlashtiradi?
2. Bu teleskoplar osmon jismini qanday qilib ravshanlashtiradi?
3. Optik teleskoplarning qanday turlari bor?
4. Refraktorda nurning yo'lini chizing.
5. Reflektor teleskopining optik sxemasini chizing. Yana qanday teleskoplar haqida eshitgansiz?

2- §. Radioteleskoplar

XX asrning 30- yillarida ko'plab osmon jismlari, jumladan, gaz-chang tumanliklar radiodiapazonda nurlanishlari ma'lum bo'ldi. Natijada ularni qayd qilish maqsadida turli ko'rinishdagi radioteleskoplar qurila boshladi.

Ko'pchilik quvvatli radioteleskoplarning antennalari oddiy reflektorga o'xshaydi (57- rasm). Faqat bunda teleskopning manbadan kelayotgan radionurlarni qayd qiluvchi botiq sferik ko'zgusi metallardan yasilib, ko'pincha juda yirik, diametri o'n-larcha metr keladigan qilib quriladi.



Radioteleskopning fokusida yigʻilgan radiotoʻlqin maxsus toʻlqin uzatgichlar yordamida kuchaytirgichga uzatilib, unda kuchaytiriladi va soʻngra kuchaytirilgan radiosignallar maxsus qurulumalarda yozma qayd qilinadi.

Ayni paytda planetamizda oʻta-sezgir radioteleskoplar ishlaydi. Koʻzgusining diametri 65 m (Avstraliya), 76 m (Angliya), 100 m (Germaniya), 300 m (AQSH) va 600 m (Rossiya) keladigan radioteleskoplar Koinotning tabiiy radiostansiyalaridan astronomlarga «axborot» beradilar. 58- rasmda AQSH ning Puerto-Riko orolida oʻrnatilgan dunyoning eng quvvatli radioteleskopi tasvirlangan.



57- rasm. Parabolik antennali radioteleskop.



58- rasm. Dunyoning eng quvvatli radioteleskopi (koʻzgusining diametri — 300 m).



59- rasm. Jizzax viloyati Zomin tog‘lari etagidagi Supa degan joyda qurilayotgan, metall ko‘zgusining diametri 70 metrli radioteleskop.

O‘zbekiston hududida Jizzax viloyatining Zomin tumanida, tog‘ etagining Supa degan joyida metall ko‘zgusining diametri 70 metr keladigan yirik radioteleskop jadal sur‘atlarda qurilmoqda (59- rasm). Bu teleskoplar Koinotning «radiobashara»sini mayda detallari bilan ko‘rishga imkon beradi.



1. Radioteleskop qanday ishlaydi?
2. Radioteleskoplar yoritgichlarni elektromagnit nurlar shkalasining qaysi diapazonida o‘rganadi?
3. Dunyodagi eng yirik radioteleskoplardan qaysilarini bilasiz?
4. O‘zbekistonda ham radioteleskop qurilayaptimi?

3- §. Ulug‘bek rasadxonasi

Osmon jismlarini o‘rganishda bizning ajdod–bobokalonlarimizning ham xizmatlari katta bo‘lgan. Ulardan biri – Amir Temurning nabirasi Ulug‘bek bobomizdir. XV asrning o‘rtalarida Ulug‘bek Movarounnahrning taniqli astronomlaridan Qozizoda Rumi, G‘iyosiddin Jamshid Koshiylarni Samarqandga taklif etib, u yerda ular bilan osmonni tekshiradigan astronomik rasad-



xona, jumladan, eng yirik kuzatish asbobi – sekstantni qurish boʻyicha maslahat qildi. Olimlar bir ovozdan bu fikrni quvvatlashgach, Obi Rahmat daryosining boʻyida Koʻhak degan tepalik ustida radiusi 40,2 metrga teng boʻlgan astronomik kuzatish asbobini qurish boshlandi. Bu asbob yordamida Samarqand olimlari Quyosh, Oy va planetalarning yulduzlar oralab harakatlarini, minglab yulduzlarning oʻrinlarini (koordinatalari) aniqladilar. Yuzlab shaharlarning koordinatalarini topdilar. Mazkur asbob ishchi qismi – yoyi aylana uzunligining $1/6$ qismini, aniqrogʻi 70° ni tashkil qilib, uzunligi salkam 50 metrga teng edi.



60- rasm. Ulugʻbek «teleskopi»ning yerosti qoldiq qismi.

Bu astronomik asbob Yer sirtida 11 metrcha chuqurlikdan boshlanib, mazkur sirtidan koʻtarilgan balandligi esa qariyb 30 metr kelardi. Asbobni 1 gradusga teng yoyining uzunligi 70,2 santi-metrga toʻgʻri kelib, oʻlchash aniqligi 10 sekundli yoyga teng edi.

Bu ulkan kuzatish asbobi yuz yillar davomida Samarqand «boshidan kechirgan» urushlar oqibatida nurab vayron boʻldi va keyinchalik izsiz yoʻqoldi. 1908- yili arxeolog V.L. Vyatkin tomonidan uning oʻrni aniqlanib, tuproqdan tozalangach, uning qoldiqlari hisoblangan – yerosti qismi ochildi (60- rasm). Samarqandda oʻrnatilgan bu yirik «teleskop»ning tashqi koʻrinishi aslida qanday boʻlganligi hozirgacha aniq boʻlmay, olimlar orasida tortishuv hanuzgacha davom etmoqda.

Ulugʻbek rasadxonasi oʻrta asrlarda Sharqda mavjud boʻlgan rasadxonalar ichida eng yirigi boʻlib, oʻlchash aniqligi va hashamatliligi bilan ajralib turardi. Samarqand rasadxonasida Ulugʻbekdan tashqari oʻrta asrlarning eng taniqli astronomlaridan Gʻiyosiddin Jamshid Koshiy, Qozizoda Rumiy, Muyiniddin Koshiy, Ali Qushchi ishladilar.



1. Ulugʻbek rasadxonasining asosiy kuzatish asbobi qanday atalgan?
2. Bu kuzatish asbobining oʻlchamlari haqida nimalar bilasiz?
3. Ulugʻbekning oʻrta asr «teleskopi» mohiyatiga koʻra qanday asbob edi?
4. Unda Ulugʻbekdan boshqa yana qaysi mashhur olimlar ishlagan?
5. Ulugʻbek observatoriyasida astronomlar tomonidan bajarilgan asosiy ishlar haqida nimalar bilasiz?

4- §. Oʻzbekistonda astronomiya

1873- yil 11- sentabrda Toshkent observatoriyasida astronomik kuzatishlar boshlanganligi haqidagi xabar matbuotda eʼlon qilindi. U paytda Toshkent observatoriyasi Toshkent astronomiya va fizika observatoriyasi deyilib, Turkiston harbiy okrugining harbiy-topografiya boʻlimiga qarardi.

Oʻzbekiston Fanlar akademiyasining qarori bilan 1966- yil 1- sentabrdan Toshkent Astronomiya observatoriyasi Oʻzbekiston Respublikasi FA ning Astronomiya instituti deb ataladigan boʻldi. Astronomiya instituti qoshida bir necha quvvatli astronomik kuzatish asboblari birin-ketin ishga tushib, «Aniq vaqt xizmati», «Quyosh fizikasi», «Oʻzgaruvchan yulduzlar fizikasi» kabi yirik laboratoriya boʻlimlari shakllandi.

1919- yilda Oʻrta Osiyo hududida joylashgan Chorjoʻy Xalqaro kenglik stansiyasi oʻz faoliyatini yakunlaganligi munosabati bilan Toshkent Astronomiya observatoriyasi Xalqaro kenglik xizmatini, Chorjoʻy bilan bir xil parallelda joylashgan Kitob (Qashqadaryo viloyati) shahrida davom ettirish taklifi bilan chiqdi. Oʻzbekiston hukumati bu taklifni qoʻllab, 1928- yilda Kitobdan 2 km narida $39^{\circ}08'$ kenglikda Xalqaro kenglik stansiyasi qurilishini boshladi. Mazkur stansiyada, qisqa vaqt ichida bir necha maxsus teleskoplar ishga tushirildi, oʻnlab taniqli olimlar Xalqaro kenglik xizmati yoʻlida barakali ish boshladilar.

1960- yillarda Toshkent observatoriyasining ilmiy xodimlari Oʻrta Osiyo va Qozogʻistonning togʻli hududlaridan yaxshi astro-iqlim sharoitiga (osmonning musaffoligi, havo oqimlaridan xoliligi va boshqalar) ega boʻlgan joyni qidirib, uni Kitobdan yuz kilo-



a)



b)

61- rasm. Astronomiya institutiga qarashli Maydanak Balandto'g' observatoriyasi eng yirik teleskopining minorasi (a) va uning ichidagi 1,5 m li reflektori (b).

metrcha narida dengiz sathidan 3000 metrcha balandlikka ega bo'lgan Maydanak tog'laridan topdilar. Ko'p o'tmay u yerda yirik astrofizik observatoriya qad ko'tara boshladi. Hozirda u bir necha quvvatli teleskoplar joy olgan, xalqaro ahamiyatga molik observatoriyaga aylangan va O'zbekiston FA Astronomiya institutiga qarashli Respublikamizning yirik astronomik markazlaridan sanaladi (61- rasm).

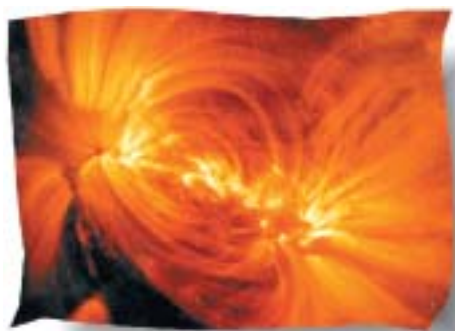
Ilovada bu astronomik ilmiy markazlar haqida yetarlicha keng ma'lumotlar berilgan bo'lib, astronomiya ishqibozlari ular bilan yaqindan tanishgach, kelgusida o'z taqdiralarini bu ilmiy dargohlar bilan bog'lashlari uchun barcha imkoniyatlar mavjud.



1. O'zbekiston FA Astronomiya instituti haqida gapirib bering.
2. Kitobdagi kenglik stansiyasi qanday geografik kenglikda joylashgan?
3. Qamashi tumanidagi baland tog' observatoriyasi qanday ataladi va unda qanday teleskoplar o'rnatilgan?
4. O'zbekistonning yirik astronomik ilmiy markazlarini sanang va qayerlarda joylashganligini ayting.

VI

QUYOSH – ENG YAQIN YULDUZ



1- §. Quyosh haqida umumiy ma'lumotlar

Quyoshning kundalik ko'rinma harakatiga biz shu qadar ko'nikib qolganmizki, go'yo u abadiydek tuyuladi. Haqiqatan shundaymi? Quyosh so'nmaydigan osmon jismimi? Quyosh qisqa vaqtda g'oyib bo'lsa, planetamizda qanday o'zgarishlar ro'y bergan bo'lar edi?

Agar Quyosh so'nsa, zum o'tmay Yerni qorong'ilik qoplardi, chunki Quyoshning yorug'ligini qaytarish hisobiga ko'rinadigan Oy va planetalar ham osmonda ko'rinmay qolib, faqat yulduzlargina xira shu'lalari bilan Yerni yoritardi, xolos. Shuningdek, butun Yer yuzini izg'irin sovuq o'z «iskanjasiga» olardi. Bir haftaga qolmay tropiklar qor bilan qoplanar, daryolar oqishdan to'xtab, dengiz va okeanlar sekin-asta tubigacha muzlar, shamol ham «uvullash»ini bas qilardi. Xullas, hamma yoqni vahimali qorong'ilik va qahraton sovuq egallardi. Bunday sharoitda odamzod yoqilg'ilari zaxirasi hisobiga umrini bir oz cho'zsa-da, biroq u halokatdan qochib qutula olmas edi.

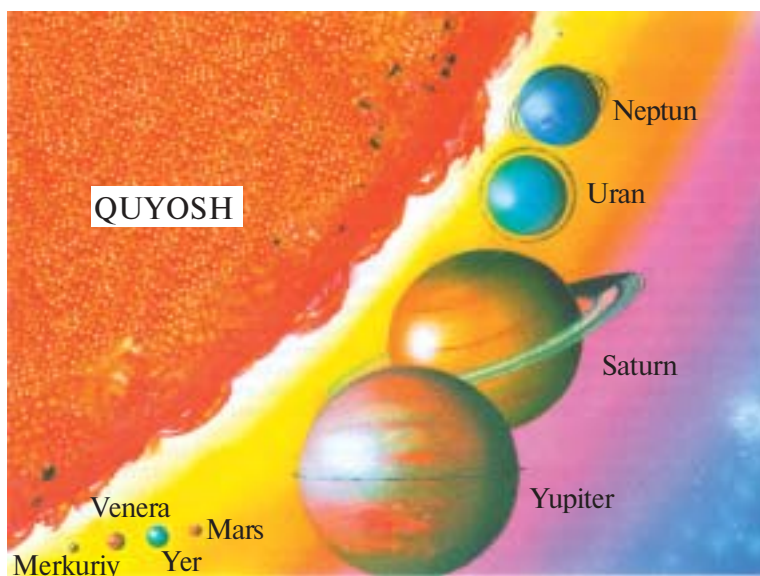
Shuning uchun ham hayotimizning manbayi bo'lmish Quyosh har jihatdan diqqatga sazovor osmon jismi hisoblanadi. Qadimda atrof-muhit hodisalarini ilmiy tushuntirishga ojiz bo'lgan odamlar tabiat kuchlari oldida tiz cho'kishgan, unga sig'inishgan. Bundan Quyosh istisno emas edi. Misrliklar Quyoshga issiqlik va hayot in'om qiluvchi Ra xudosi nomini berib sig'inishganda, yunonliklar va rimliklar Quyoshga nur, musiqa va poeziya xudolari – Feba, Gelios va Apollon timsollari sifatida sig'inishgan.



Keyingi yillarda Quyoshning massasi, temperaturasi va fizik tabiatini o'rganish borasida yig'ilgan ma'lumotlar Quyosh to'g'risida bizga yetarli darajada aniq tasavvur hosil qilish imkonini berdi. Yerdagi ko'pgina fizik va biologik hodisalar Quyosh ta'siri tufayli sodir bo'lar ekan.

Garchi oddiy ko'z bilan qaraganda, Quyosh sokin bir osmon jismidek ko'rinsa-da, aslida u yirik va quvvatli fizik jarayonlarni «boshidan kechirayotgan» yulduzlardan biri hisoblanadi. Shu tufayli Quyoshni o'rganish har jihatdan barcha tabiiyot fanlari uchun, ayniqsa, fizika fani uchun juda katta ahamiyat kasb etadi.

Quyosh milliardlab yulduzlarning bir vakili bo'lib, kattaligi va temperaturasiga ko'ra o'rtacha yulduzdir. Biroq planetamiz — Yer, uning yo'ldoshi sifatida boshqa yulduzlarga nisbatan Quyoshga millionlab marta yaqin bo'lganidan, yulduzlardan farq qilib, Quyosh bizga kattagina burchak (32') ostida ko'rinadi. Yer ham boshqa planetalar (Merkuriy, Venera, Mars, Yupiter va Saturnlar) qatorida Quyosh atrofida aylanma harakat qiladi. Astronomiyada Yerdan Quyoshgacha bo'lgan masofa aniq o'lchanib (149,6 million kilometr), u uzunlik o'lchovining birligi



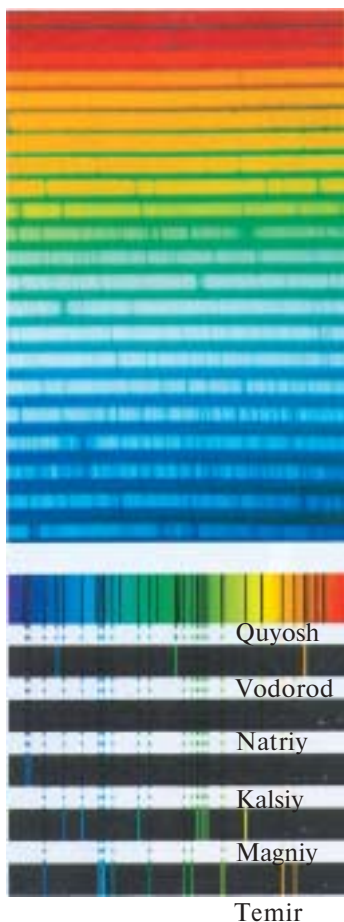
62- rasm. Quyoshning planetalar bilan solishtirilgan o'lchami.



sifatida qabul qilingan va yuqorida eslatganimizdek, bir astronomik birlik (1 a.b.) deb yuritiladi. Nur bu masofani salkam 8,5 minutda bosib o‘tadi. Quyoshning diametri 1 million 400 ming kilometr bo‘lib, Yer diametridan taxminan 110 marta katta. Boshqacha aytganda, Quyosh hajmiga 1 million 300 mingdan ortiq Yer hajmidagi jism sig‘adi. Massasi Yernikidan 330 ming

marta ortiq. 62- rasmda Quyoshning o‘lchami, uning yo‘ldoshlari — planetalar o‘lchamlari bilan solishtirilgan. Quyosh sirtining temperaturasi Selsiy shkalasida 5800 gradus atrofida bo‘lib, bu temperatura markazga tomon ortib boradi va uning yadrosida taxminan 16 million gradusga yetadi. Quyosh chiqarayotgan nurlanish energiyasi miqdorining qanchalik kattaligini quyidagi misoldan ko‘z oldimizga yaqqol keltirishimiz mumkin. Quyoshning 1 sekund davomida chiqarayotgan energiyasi $4 \cdot 10^{26}$ J bo‘lib, 12 ming trillion tonna ko‘mirni yoqqanda ajraladigan energiya miqdoriga tengdir. Garchi uning Yerga tushayotgan energiyasining miqdori ham kam bo‘lmasa-da, biroq u Quyoshdan ajralayotgan butun energiyaning atigi 2 milliarddan bir qisminigina tashkil qiladi.

Quyoshning markazida bosim 200 mlrd atmosferaga yetadi. Uning o‘rtacha zichligi $1,41 \text{ g/sm}^3$. Quyosh ulkan temperaturali olov shardan iborat bo‘lib, uni tashkil qilgan gaz oddiy gazlarga nisbatan o‘z xususiyatlari bilan keskin farq qiladi va *plazma* deb yuritiladi. Plazma holatida modda ionlashgan atomlar va



63- rasm. Quyosh spektri.

Yuqorida: qulaylik uchun qismlarga ajratilgan;
pastda: uning turli kimyoviy elementlarga mosligi.



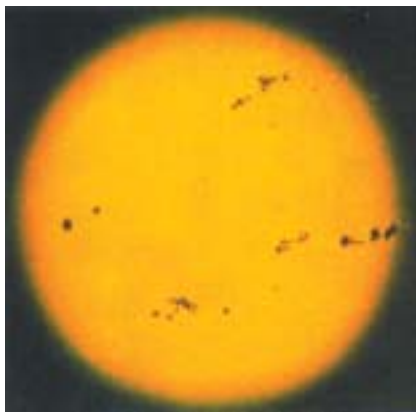
erkin elektronlardan iborat bo'ladi. Bunday qaynoq yuqori temperaturali zich plazma tutash spektrni beradi. Biroq bunday nurlanish Quyoshning atmosfera qatlamlaridan o'tishda, turli atomlar tomonidan mos to'liq uzunliklaridagi nurlarning yutilishi tufayli Quyosh spektri chiziqli yutilish spektriga aylanadi (63- rasm). Quyosh ham barcha boshqa osmon jismlari kabi o'z o'qi atrofida aylanadi. Uning aylanish davri o'rtacha 25 sutkani tashkil etadi.



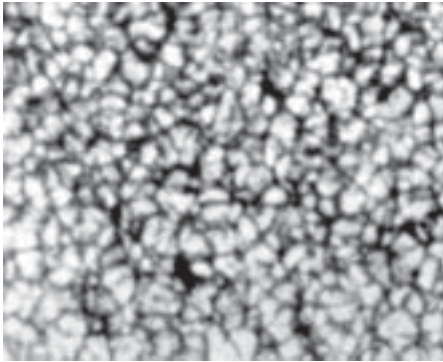
1. Qadimda kishilar Quyosh haqida qanday tasavvurga ega bo'lganlar?
2. Quyosh qanday osmon jismi: yulduzmi yoki planetami?
3. Quyosh haqida umumiy ma'lumot bering.
4. Quyosh o'lchamlarini Yerning o'lchamlari bilan solishtiring.
5. Quyoshning spektri qanday spektr?
6. Quyosh moddaning qaysi holatidan tashkil topgan?

2- §. Quyosh fotosferasi: donadorlik va mash'allar

Asosan ko'zning ko'rish chegarasida yotuvchi to'liq uzunligidagi nurlarni chiqaruvchi Quyosh atmosferasining ostki qatlami *fotosfera* deb ataladi (64- rasm). Fotosfera teleskoplar yordamida kuzatilganda u oddiy ko'z bilan kuzatiladigan bir tekis ravshanlikka ega gardishdan katta farq qiladi. Yirik teleskoplar yordamida olingan Quyosh tasvirida ko'zga yaqqol tashlanadigan narsa uning sirtidagi asalari uyasini eslatuvchi donadorlikdir. Bunday donadorlik strukturasi fanda *granulatsiya* deb ataladi («granula» – mayda dona demakdir). Keyingi yillarda donadorlikning aniq rasmlari maxsus ballonlar yordamida stratosferaga uchirilgan Quyosh teleskoplari yordamida olindi. Bu rasmlar yordamida granulalarning ravshanligi,



64- rasm. Quyosh fotosferasi (dog'lari bilan).



65- rasm. Quyosh sirtining haqiqiy strukturasi — donadorlik (granulatsiya).

«yashash» davri va ularning fizik tabiatini spektral oʻrganishga doir koʻp yangi maʼlumotlar olindi. Jumladan, donador bu struktura, fotosferada kechayotgan konvektiv jarayonni oʻzida aks ettirishi ekanligi maʼlum boʻldi. Granulalarning oʻrtacha kattaligi 500 kilometrcha boʻlib, aslida 200 kilometr-dan 700–800 kilometr-gacha kattalikdagilari uchraydi (65- rasm).

Fotosferada granulalardan tashqari zanjirsimon shuʼlali sohalar ham teleskoplarda hosil qilingan Quyosh tasvirida koʻzga tashlanadi. Bunday sohalar *mashʼallar* deb ataladi. Mashʼallar asosan Quyosh dogʻlari bilan birgalikda uchraydi.

Mashʼallar faqat Quyosh diskining chekkalarida yaxshi koʻrinib, uning markaziy qismida koʻrinmaydi. Bundan chiqadigan xulosa shuki, mashʼallarning yuqori qismi fotosferaga nisbatan ravshanroq boʻlgan obyektlardir. Mashʼallarning yuqori qismida kuzatiladigan ravshanlik undagi temperatura fotosferanikiga nisbatan 100–200 °C issiqroq ekanligidan darak beradi. Mashʼallar nihoyatda ulkanligi bilan eʼtiborni jalb etadi. Ayrim mashʼallar egallagan maydon, koʻndalangiga, bir necha yuz ming kilometr-gacha yetadi, maydoni esa bir necha mln. kv. km ni tashkil etadi.



1. Quyosh fotosferasi deganda uning qaysi qatlamini tushunasiz?
2. Quyosh fotosferasida, yaxshi kuzatish sharoitida, qanday obyektlar kuzatiladi?
3. Granulyatsiya (donadorlik) qanday koʻrinishli struktura?
4. Fotosferadagi mashʼallar qanday strukturaga ega?
5. Donadorlik fotosferadagi qanday fizik jarayonlarni oʻzida aks ettiradi?



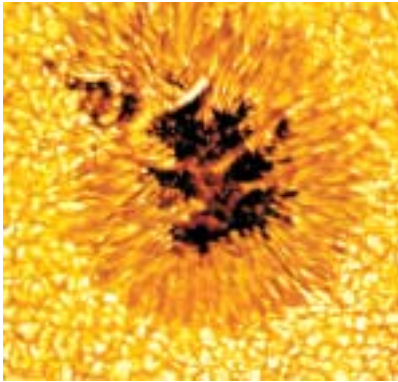
3- §. Quyosh dog'lari — magnit orollari

Quyosh fotosferasida kuzatiladigan, fizik tabiati jihatidan jumboqlarga boy obyektlar — *dog'lardir* (66- rasm). Quyosh dog'larining kattaligi turlicha bo'lib, ularning o'lchami bir necha ming kilometrdan bir necha yuz ming kilometrgacha yetadi. 1858- yilda kuzatilgan Quyosh dog'i — eng yirik dog'lardan biri edi. Uning diametri 230 ming kilometrga yetib, Yer diametridan 19 marta katta bo'lgan. Agar Quyosh dog'larining kattaligi 40 ming kilometrdan ortiq bo'lsa, bunday dog'larni Quyosh botayotganda yoki chiqayotganda uning sirtida oddiy ko'z bilan teleskopsiz yoki boshqa biror kuzatish asbobisiz bemalol ko'rish mumkin. Shuning uchun ham ko'pgina qadimiy qo'lyozmalarda Quyosh sirtida dog'lar kuzatilganligi hikoya qilinadi. Biroq u davrlarda hech bir kuzatuvchi bu dog'larning bevosita Quyoshga tegishli ekanligiga ishonmagan. Birinchi bo'lib, 1609- yilda dog'lar Quyoshning o'ziga tegishli ekanligini Galiley o'zi yasagan teleskop yordamida kuzatib aniqladi.

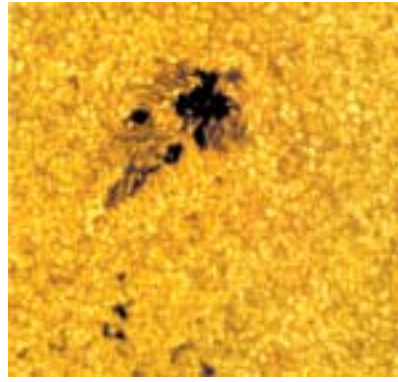
Shundan buyon o'tgan salkam 4 asr vaqt davomida olimlar Quyosh dog'lariga tegishli ko'p muammolarni, jumladan, ularning paydo bo'lishi va rivojlanishi hamda fizik tabiatiga doir qator muammolarni hal qildilar. Odatda, Quyoshda dog'lar yakka holda juda kam uchraydi. Ular guruh-guruh holda ko'proq kuzatiladi (66- rasm). Ma'lum dog' guruhida bitta yoki ikkita yirik qarama-qarshi magnit qutbiga ega bo'lgan dog'dan tashqari bir necha mayda dog'lar bo'ladi. Quyosh dog'larining temperaturasi fotosferanikidan o'rtacha 1500 °C ga pastligi tufayli ular fotosferada qorayib ko'rinadi.

Quyosh dog'larida kuchli magnit maydoni mujassamlashgan. Quyosh dog'larining yashash davri turlicha bo'lib, bir necha kundan bir-ikki oygacha davom etadi. Bir-ikki oy davomida yashay oladigan (ya'ni Quyoshning bir necha aylanishida yo'qolmay turadigan) dog'lar ko'p uchramaydi. Dog'lar Quyosh sirtining hamma qismlarida paydo bo'lavermay, uning $\pm 35-40$ gradus kengliklari orasidagi sohada paydo bo'ladi.

Quyosh fizikasiga tegishli muhim muammolardan biri undagi dog'lar sonining yillar mobaynida sistemali o'zgarib turishidir.



a)



b)

66- rasm. Quyosh dog'lari: a) to'g'ri dog'; b) dog' guruhi.

Quyosh dog'lari soniga tegishli qariyb 100 yillik materialni yig'ib va bir necha o'n yil davomida havaskor astronomlar orasida Quyosh dog'larini sistemali kuzatishni yo'lga qo'ygan shveysariyalik olim Rudolf Volf Quyosh dog'lari soni o'zgarishining o'rtacha davrini 11,1 yilga teng deb topdi.

Quyosh dog'lari Quyoshdagi eng aktiv jarayonlardan ekanligi va Quyosh atmosferasi qatlamlarida uchraydigan barcha boshqa aktiv hodisalar bilan bevosita bog'lanishda bo'lganligi tufayli, Quyosh dog'lari sonining 11,1 yillik davri — *Quyosh aktivligining davri* sifatida qabul qilingan (70- rasmga qarang).



1. Quyosh dog'larining ochilish tarixi haqida so'zlab bering.
2. Dog'lar fotosferada nimaga qorayib ko'rinadi?
3. Alohida dog' va dog' guruhlarining magnit maydoni xususiyatlari qanday?
4. Quyoshda dog'lar paydo bo'ladigan soha qanday geliografik kenglamalar bilan chegaralanadi?
5. Dog'lar soni Quyoshda qanday o'rtacha davr bilan o'zgaradi?

4- §. Protuberaneslar — alanga «til»lari

Protuberaneslar Quyoshda sodir bo'ladigan eng chiroyli hodisalardan desak mubolag'a bo'lmaydi (67- rasm). O'rta asrlar qo'lyozmalarida Quyosh to'la tutilganda, protuberaneslarning kuzatilganligi haqida ma'lumotlar uchraydi. Quyoshning foto-



67- rasm. Xromosfera ulkan obyektlaridan biri — protuberaneslar.

sferadan yuqori qatlami xromosfera deyilib (grekcha «*xromos*» — rang degani), balandligi 14000 km gacha boradi. Bu qatlamda uchraydigan ulkan obyektlardan biri — protuberaneslardir. Quyoshdagi bu obyektlar tashqi koʻrinishi bilan gulxan alangasining «tili»ni eslatadi. Alanga «til»larining spektri ularda gaz bosimi, temperaturasi va harakati kabi fizik kattaliklarini aniqlashga imkon beradi.

Ayniqsa, 1920- yilda fransuz olimi Y.Petit taklif qilgan va ayni paytda qoʻllaniladigan usul, xromosfera spektrining maxsus chiziqlarida ularni katta tezlik bilan kinoga olishga (sekundiga 16 kadr) imkon berib, tez oʻzgaradigan protuberaneslarning evolutsiyasini oʻrganish uchun juda qoʻl keldi. Protuberaneslar ham xromosferaning nurlanishi kabi kalsiyning ionlashgan chiziqlari (H va K) va vodorodning qizil (H_{α} — toʻlqin uzunligi 6562 Å) chizigʻida kuchli nurlanadi. Shuning uchun ham u koʻplab observatoriyalarda (jumladan, Toshkent observatoriyasida ham) shu chiziqning toʻlqin uzunligiga toʻgʻri kelgan nurni oʻtkazuvchi monoxromatik filtrlar bilan qurollangan teleskoplarda oʻrganiladi.

Bu nurda (6562 Å) olingan xromosferaning tasvirida protuberaneslar, Quyosh diskida proyeksiyalanib, choʻzinchoq egilgan qora tolalar koʻrinishida boʻladi. Quyosh diametrini bilgan holda bu tola (protuberanes)larning oʻlchami aniqlanganda, ularning eni



6000–10000 km, uzunligi esa bir necha yuz ming kilometrgacha borishi ma’lum bo’ladi. Alanga tili ko’rinishida Quyosh chetidan ko’tarilgan protuberaneslarning balandligi ham bir necha yuz ming kilometrdan kam bo’lmasligi, Quyoshda ular naqadar ulkan jarayonlardan ekanligidan darak beradi.

Protuberaneslarning rivojlanishida magnit maydonining roli katta. Ularga tegishli magnit maydonining kuchlanganligini o’lchash bunday eksperimentning biroz bo’lsa-da murakkabligi tufayli faqat o’tgan asrning 60- yillaridagina yo’lga qo’yildi.

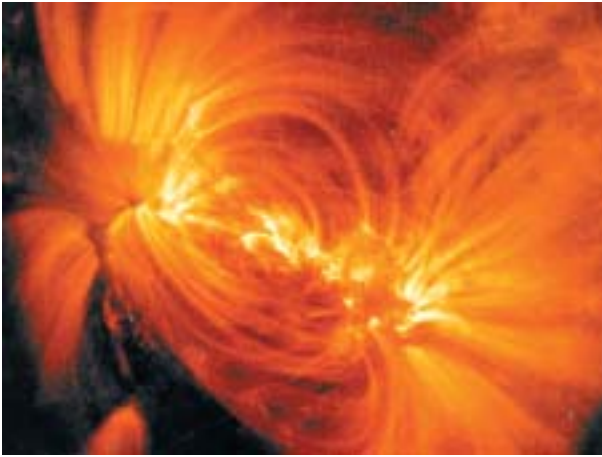
Protuberaneslar, atrof xromosferaga nisbatan ancha zich plazma bulut (temperaturasi 5000–10000 °C, zichligi — 1 kub santimetrda 10^{10} – 10^{12} zarraga to’g’ri keladi) dan iborat bo’lib, qariyb yuz marta issiqroq quyosh toji bilan o’ralgan. Protuberaneslar Quyosh gardishi chetida tepalik, pichan g’arami, sirtmoqsimon va voronka kabi turli ko’rinishlarda bo’ladi. Ular aktivligiga ko’ra bir-biridan farqlanuvchi sokin, aktiv va eruptiv guruhlarga ajratilib o’rganiladi. Aktiv va eruptiv protuberaneslar Quyosh dog’lari bilan bevosita bog’lanishda bo’ladi.



1. Quyosh atmosferasining qaysi qatlami xromosfera deyiladi?
2. Xromosfera qaysi atomlar spektral chiziqlarining to’lqin uzunliklarida kuzatiladi?
3. Protuberaneslar — xromosferaning qanday ko’rinishli obyektlari?
4. Quyosh gardishida proyeksiyalangan protuberaneslar qanday ko’rinadi?
5. Protuberaneslarning Quyosh dog’lari bilan bog’liqligi bormi?
6. Protuberaneslarning o’lchamlari va temperaturasi haqida nima bilasiz?

5- §. Quyosh chaqnashlari

Quyoshda kuzatiladigan eng kuchli jarayonlardan biri *xromosfera chaqnashlaridir* (68- rasm). Bir necha minut davom etgan chaqnashdan ajraladigan energiyaning miqdori soatiga 100 trilyondan ming kvadrillion kilovatt (10^{14} – 10^{18} kW) gacha yetadi. Bu degan so’z, bitta kuchli Quyosh chaqnashi davomida ajralayotgan energiya Yerdagi butun yoqilg’i zaxiralарining yonishidan ajralgan energiya miqdoriga teng, demakdir. Xromosfera



68- rasm. Xromosferaning eng quvvatli obyekti — chaqnashlar.

chaqnashlari Quyosh dog'lari bilan chambarchas bog'liq bo'lib, asosan, Quyoshning dog'li sohalari yaqinida uchraydi. Bu jarayon paytida vodorod atomining spektral chizig'i (H_{α}) ga mos to'lqin uzunligida kuzatiladigan xromosferada, chaqnash ro'y berayotgan soha ravshanligining keskin ortishi kuzatiladi. Shuningdek, Quyoshning rentgen diapazonda nurlanishi, radiodiapazonlarda kelayotgan signallarning keskin intensivlashuvi hamda Quyoshning umumiy nurlanish energiyasining ortishining sababi ham xromosfera chaqnashlaridandir. Ba'zan quvvatli xromosfera chaqnashlari juda katta tezlikdagi protonlarning oqimini vujudga keltiradi. Bu protonlarning energiyasi 10–100 megaelektronvolt (MeV) gacha yetib, uning yo'lida uchragan kosmik apparatlar ichidagi kosmonavtlar hayoti uchun ham katta xavf tug'diradi. Chunki bunday quvvatli protonlar kosmik kema devori bilan to'qnashganda kema ichiga bemalol kira oladigan va tirik organizm uchun katta xavf tug'diradigan gamma nurlarini vujudga keltiradi.

Chaqnash sohasidagi gaz harakatini atomlarning spektral chiziqlarining holatiga ko'ra o'rganish, zarrachalar oqimining Quyoshdan tashqariga otilish tezligi sekundiga 500 dan 1000 kilometr gacha yetishini ma'lum qiladi. Quyoshdan ko'tarilgan siyrak korpuskular zarrachalarning oqimi «*Quyosh shamoli*» deb yuri-



tiladi. Bunday «shamol» 1,5–2 kunda Yer orbitasigacha yetib keladi. Yerga yetib, Quyosh shamoli turli geofizik hodisalarda oʻz aksini topadi va biosferaga ham sezilarli darajada taʼsir qiladi. Bu toʻgʻrida keyinroq batafsilroq toʻxtalamiz.



1. Xromosfera chaqnashlari qanday jarayon?
2. Chaqnashlar Quyosh dogʻlari bilan qanday bogʻlangan?
3. Xromosfera chaqnashlari aksariyat Quyoshning qaysi sohalarida kuzatiladi?
4. Chaqnash paytida Quyoshdan uloqtirilgan ulkan plazma massasi qanday kattalikdagi tezliklarga erishadi?

6- §. Quyosh «toji»

Quyosh toʻla tutilayotganda, yaʼni Oy gardishi uni bizdan butunlay toʻsganda, Quyosh atrofida osmonning qora fonida 1–2 Quyosh radiusi (baʼzan undan ortiq) masofasigacha choʻzilgan xira kumushsimon yogʻdu kuzatiladi (69- rasm). Quyosh toji deyiladigan bu hodisani kishilar juda qadimdan Quyosh toʻla tutilgan chogʻlarida kuzatganlar. Qadimiy Misr obidalarida aks ettirilgan «qanotli Quyosh» rasmlari fikrimizning dalili boʻla oladi. Biroq XIX asrga qadar Quyosh «toji» bevosita Quyosh atmosferasiga tegishli hodisa ekanligi haqidagi fikr shubha ostida olinib, bu hodisa — Yer atmosferasining yoki Oy togʻlarining «ishi» deb, baʼzida esa Oy atmosferasida Quyosh nurlarining sochilishidan deb, notoʻgʻri talqin qilib kelindi.

Tojning umumiy shakli Quyoshning aktivlik darajasi bilan bevosita bogʻliq boʻlib, u dogʻlar sonining maksimumga erishgan davrida Quyosh atrofini, Quyoshning aktiv sohalarining joylashishiga koʻra, turli xil balandlikda oʻraydi, minimum davrida esa kumushrang shuʼla ekvator tekisligidagina kattaroq balandlikka koʻtariladi (69-a rasm).

Tojdagi kuzatiladigan oʻzgarishlar, jumladan toj strukturasi-ning xususiyatlari, Quyosh atmosferasining tojosti qatlamlarida kechadigan aktiv hodisalar bilan bogʻlanishda ekanligini koʻrsatadi. Quyosh tojida kuzatiladigan eng yorugʻ va radius boʻyicha choʻzilgan oqimlari asosan, fotosferadagi dogʻli va mashʼalli sohalarning tepasida uchraydi.



a)



b)

69- rasm. Quyosh tojining uning aktivligining darajasiga bog'liqligi:

a) aktivligining pasayganida; b) aktivligining maksimumida.

Quyosh tojini tashkil etuvchi nurning asosiy qismi uning o'ziga tegishli bo'lmay, balki fotosfera nurlarining Quyosh atmosferasining toj qismida joylashgan zarrachalarda sochilishidan hosil bo'ladi. Buni toj va fotosfera spektrlarini solishtirish yordamida bilish qiyin emas. Toj zarrachalarida sochilgan nurlarning qutblanish darajasi bu zarrachalar asosan erkin elektronlardan iboratligini tasdiqlaydi. Hisoblashlar, Quyosh tojida, har kub santimetrga 100 millionga yaqin erkin elektron to'g'ri kelishini ko'rsatadi.

Quyoshning radiodiapazonda kuchli nurlanadigan qismi uning atmosferasining toj qatlamiga to'g'ri keladi.



1. Quyosh toji, tabiiy holda, qanday hodisa ro'y berganda ko'rinadi?
2. Quyoshning radionurlanishi, asosan, uning atmosferasining qaysi qatlamida ro'y beradi?
3. Quyosh tojining ko'rinishi Quyoshda dog'lar sonining ko'p yoki kamlik davrlariga bog'liqmi?
4. Quyosh tojining balandligini uning radiusi bilan solishtiring.

7- §. Quyosh energiyasining manbayi

Tabiatning energiya uchun universal qonunidan ma'lumki, energiya saqlanish xususiyatiga ega: u bordan yo'q bo'lmaydi va aksincha, yo'qdan vujudga ham kelmaydi. Modomiki, shunday ekan, tunda porlayotgan minglab yulduzlar va Quyoshimizning



energiya manbayi nimada, degan tabiiy savol tugʻiladi. Quyoshning aniqlangan «yoshi» salkam 5 milliard yilni koʻrsatadi. Bunday katta davr davomida tinimsiz nurlanayotgan Quyosh, jumladan, yulduzlarning yoʻqotayotgan energiyasi qanday fizik jarayon hisobiga toʻlatilib turilishi muammosini hal qilish, astronomlarning asriy orzularidan hisoblanardi. Bu toʻgʻrida turli fikrlar, oʻnlab ilmiy gipotezalar tugʻildi. Biroq ulardan koʻpi oʻzini oqlamadi. Va nihoyat 1938–1939- yillarga kelib, astrofiziklardan A.Edington, K.Veyszekker va G.Byoteler yulduzlarning energiya manbayi boʻla oladigan yadroviy reaksiyalarining nazariy hisob-kitobini ishlab chiqdilar.

Maʼlumki, atom yadrosini tashkil qiluvchi proton va neytronlar oʻzaro juda katta tortishish kuchi (bu kuch yadroviy kuch deb yuritiladi) bilan bogʻlangan boʻladi va shunga mos ravishda bogʻlanish energiyasi ham juda katta boʻladi. Bordi-yu, shunday bogʻlanishdagi atom yadrosiga tashqaridan yana bir proton yoki neytron kira olsa, u yangi yadro hosil qiladi va yadrodan sezilarli energiyaning ajralib chiqishiga sabab boʻladi. Chunki yadro zarrachalariga qoʻshilgan yangi zarracha yadro kuchlari orqali ular bilan bogʻlanadi. Natijada paydo boʻlgan ortiqcha energiya yadrodan proton yoki neytron bilan, yoxud elektron yoki pozitron bilan olib chiqib ketiladi. Bunday hodisa *yadroviy reaksiya* deyiladi. Biroq yangi proton yoki neytronning yadroga kirishi osonlikcha boʻlmaydi. Buning uchun kelib qoʻshiladigan zarracha atom yadrosiga yadro kuchlari taʼsiriga beriladigan darajada yaqin masofaga kelishi (proton uchun esa yadroning itarish kuchini ham yenggan holda) zarur boʻladi. Demak, qoʻshiluvchi proton yoki neytron yadro tomon juda katta tezlik bilan (yaʼni energiya bilan) yaqinlashishi lozim boʻladi. Nazariy hisoblashlar, yulduzlar (jumladan, Quyosh) markazidagi bir necha million gradusli temperatura protonlarga xuddi shunday tezlikni bera olishini, u yerda *termoyadro reaksiyasi* uchun qulay sharoit mavjudligini maʼlum qildi. Neytronlar esa bunday yuqori temperaturada turgʻunligini yoʻqotib, yarim soatga yetar-yetmas proton, elektron va neytrinoga parchalanib ketishi va yadroviy reaksiyalarda deyarli ishtirok etmasligini koʻrsatdi.



Yulduzlar markazidagi reaksiya (to'rtta protonning birikib bitta geliy atomi yadrosini hosil qilish)ning uzluksiz takrorlanishi, yulduzning nurlanishi tufayli kosmik fazoga tarqalayotgan energiyasini to'ldirib turadi. Har bir protonning massasi atom birliklarida 1,00813 ni tashkil qilib, to'rtta protonniki 4,03252 bo'ladi. Geliy atomi yadrosining massasi 4,00389 ekanligini e'tiborga olsak, u holda mazkur yadroni hosil qiluvchi protonlar atom og'irligining 0,02863 birligiga ($4,03252 - 4,003852 = 0,02863$) teng bu massasi ajraladigan bog'lanish energiyasiga ekvivalent massa bo'lib, u *massa defekti* deb yuritiladi. Bitta geliy yadrosi hosil bo'lishida ajralgan energiya mashhur Eynshteyn formulasiga ko'ra:

$$E = mc^2 = 1,67 \cdot 10^{-24} \cdot 0,02863 \cdot (3 \cdot 10^{10})^2 = 4,3 \cdot 10^{-5} \text{ erg}$$

ga teng bo'ladi. Bu yerda $c = 3 \cdot 10^{10}$ sm/s – yorug'lik tezligi, m – massa defekti. Hisoblashlar, Quyosh markazida shunday yo'l bilan, har sekunda ajralayotgan energiya $4 \cdot 10^{26}$ W ni, ya'ni uning har sekunda yo'qotayotgan energiyasiga teng energiyani tashkil etishini ma'lum qiladi.

Hozirgi paytda to'rt protondan geliy yadrosi hosil bo'lishi haqida ikki ketma-ketlik reaksiyasi ma'lum bo'lib, ulardan birinchisi *proton-proton siklli* (aynan Quyosh markazida ro'y beradigani), ikkinchisi esa *uglerod-azot siklli* (ko'pincha yuqori sirt temperaturali yulduzlar markazida kechadigani) deb yuritiladi.



1. Quyosh energiyasining manbayi nimada?
2. Termoyadro reaksiyasi qanday sharoitda ro'y berishi mumkin?
3. Quyosh markazida ro'y beradigan qanday termoyadro reaksiyasi hisobiga uning tarqatayotgan energiyasi to'ldirilib turiladi?
4. Har sekunda Quyosh qancha energiyasini yo'qotadi?

8- §. Quyosh aktivligi va uning Yerga ta'siri

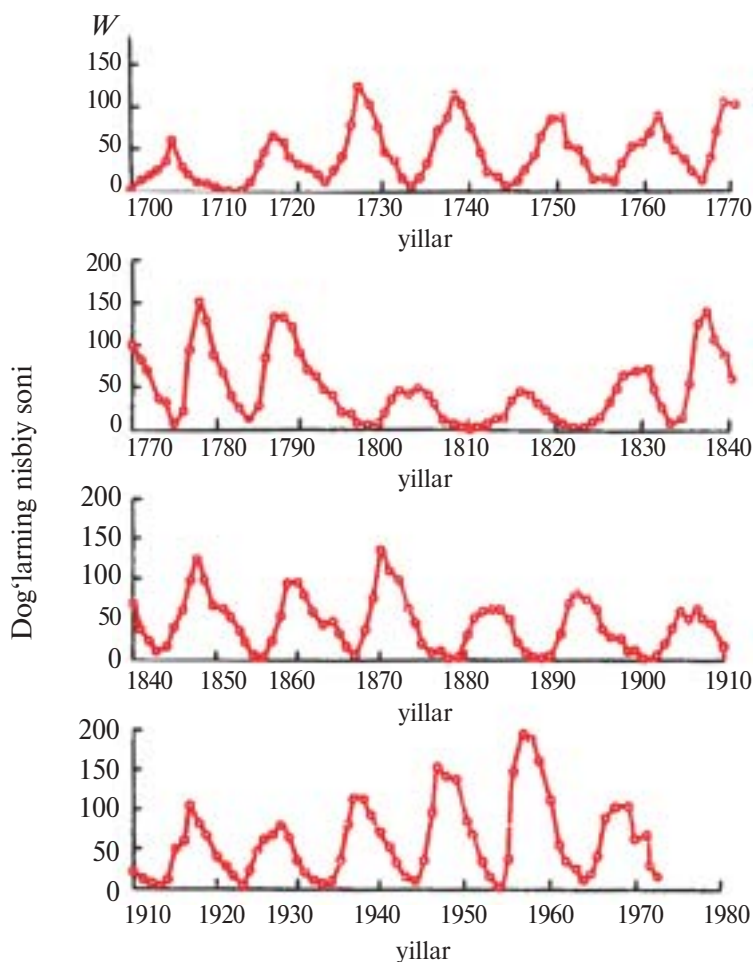
Yerda kuzatiladigan ko'plab fizik va biologik hodisalarning kechishi, xususan, iqlimning o'zgarishi, xilma-xil kasalliklarning davriy ravishda takrorlanishi, ionosferadagi hodisalar, Yerning



magnit maydoni «boʻronlari» va kosmonavtlar uchun radiatsiya xavfining tugʻilishi — bularning hammasiga Quyoshda roʻy beradigan turli aktiv jarayonlar sababchi ekanligi fanga anchadan beri maʼlum. Garchi, bu muammo toʻla hal qilinmagan boʻlsa-da, Quyosh aktivligining Yerda kuzatiladigan, eslatilgan hodisalar bilan aloqadorligini oʻrganish borasida koʻp yutuqlar qoʻlga kiritilgan.

Bir-biridan 150 million kilometr uzoqlikda joylashgan bu ikki osmon jismi (aniqrogʻi, yulduz va uning yoʻldoshi Yer) orasidagi kechadigan uzviy bunday bogʻlanish qanday tushuntiriladi? Bu katta masofada vositachi rolini nima oʻynaydi? — degan savol tugʻiladi.

Yerda hayotning manbayi Quyosh ekanligi va bunda Quyosh nurlari yorituvchi va issiqlik baxsh etuvchi asosiy vosita ekanligi qadimdan maʼlum. Biroq keyingi yillarda Quyoshning elektromagnit toʻlqinlarining koʻzga koʻrinmaydigan qisqa toʻlqinli diapazonlarda ham yetarlicha intensiv nurlanishi aniqlandi. Bu nurlar ultrabinafsha, rentgen va gamma nurlari boʻlib, Quyoshdagi aktiv hodisalar bu nurlar intensivligining ortishida asosiy manba boʻlib xizmat qiladi. Quyosh chaqnashlari va eruptiv (portlovchi) protuberaneslardagi portlash tufayli bu nurlar oqimiga katta energiyali elementar zarrachalar oqimi ham qoʻshiladi. Eslatilgan «Quyosh shamoli» deyiluvchi bu oqimning intensivligi Quyosh aktivligining fazasiga mos ravishda oʻzgarib boradi. Quyoshdan kelayotgan korpuskular zarrachalar, radiatsion nurlar intensivligining bu xilda oʻzgarib turishi, Quyoshning aktivlik darajasiga bogʻliq boʻlib, dogʻlar sonining oʻzgarib turishi bilan bir xilda kechadi. Yuqorida eslatilganidek (VI. 3- §), Quyoshning aktivligi, undagi dogʻlar sonining yillar davomida oʻzgarishi bilan xarakterlanib, uning davri oʻrtacha 11,1 yilni tashkil etadi. 70-rasmda Quyosh aktivligining oxirgi bir necha oʻn yildagi oʻzgarishi aks ettirilgan. Shubhasiz, «Quyosh shamoli» Yerga yetib kelgach, turli geofizik hodisalarning, jumladan «magnit boʻronchalari»ning kelib chiqishiga sabab boʻladi. Geofizik hodisalar esa, oʻz navbatida, planetamizning biologik sferasiga taʼsir etadi. Natijada koʻplab biologik hodisalarning kechishida



70- rasm. Quyosh aktivligining (dog'lari sonining yillar bo'ylab) o'zgarish grafigi.

ham Quyosh aktivligining o'zgarishi o'z aksini topadi. Quyosh aktivligining past yoki yuqori darajada kuzatilishi, birinchi navbatda, Yer atmosferasining yuqori qatlamlarida «aks sado» beradi. Xususan, Quyosh radiatsiyasi tufayli ionosferaning ionlanish darajasi ortadi. Bu esa, o'z navbatida, atmosferaning bu qatlamlarining elektr o'tkazuvchanligini, elektromagnit nurlarni qaytara olish qobiliyatini o'zgartiradi. Ba'zan Quyoshdan



kelayotgan kuchli korpuskular oqim ionosferada qisqa uzunlikdagi elektromagnit to'liqlarining yutilish darajasini shu qadar o'ttiradiki, natijada atomlarning yuqori darajada ionlanishi tufayli uzoq masofaga qisqa radioto'liqlarning uzatilishida bir necha daqiqali uzilish ro'y beradi. 1959- yil 9- may kuni Quyoshda kuchli xromosfera chaqnashi kuzatildi. 10- va 12- mayda ham Quyoshda bir necha chaqnashlar kuzatildi. 11- mayda AQSH da radio, telegraf, telefon aloqalari ancha muddatga ishdan chiqli. 12- mayda eslatilgan chaqnashlardan otilgan korpuskular oqim Yerga yetgach, osmonda kuchli qutb yog'dusi kuzatildi.

Quyosh aktivligi va epidemik kasalliklar orasidagi bog'lanishni o'rganishda rus olimi professor A.L.Chijevskiyning hissasi katta. U keng tarqaladigan o'lat, vabo, qaytarma tif, bo'g'ma kabi epidemik kasalliklarni o'rganib, ularning boshlanishi, rivojlanishi va tugashi Quyosh aktivligi fazasiga mos kelishini aniqladi. R.P.Bogacheva va V.M.Boyko kabi olimlar esa oxirgi bir necha o'n yillik davrda polimiyelit (virusli miya shamollashi) kasalliklari dinamikasini Riga va O'zbekistonda o'rganib, bu kasalliklarning avji Quyosh aktivligiga juda mos kelishini aniqladilar.

Olimlar Quyosh chaqnashining yurak-tomir kasalligiga ta'sirini o'rganib, miokard-infarkt kasalligi bilan Quyosh chaqnashi orasida kuchli bog'lanish mavjudligini aniqlashdi.

Quyosh aktivligi bilan inson asab sistemasi o'rtasidagi bog'lanishni o'rganish ham ijobiy natija berdi. Quyosh chaqnashi kishi asab sistemasi normal faoliyatining vaqtincha buzilishiga sabab bo'lar ekan. Bu sohada Shira Masamuro tomonidan Yaponiyaning o'nta eng yirik shahrida o'tkazilgan eksperiment kishi diqqatini o'ziga jalb etadi. Olim o'z eksperimentini Quyosh aktivligi va avtomobil halokatlari, ko'cha tasodifiy hodisalari orasida bog'lanish borligini aniqlashdek antiqa masalaga bag'ishladi. Eksperiment natijasi bu hodisalar orasida kishini hayratga solarli darajada keskin bog'lanish borligini ma'lum qildi. Tekshirish natijasini o'zida aks ettirgan quyidagi jadval bu hodisalar orasidagi bog'lanishni har qanday sharhdan ham a'lo darajada ko'rsatadi (1- jadval).

**1000 avtomobilga to'g'ri keladigan baxtsiz hodisalar soni**

Yillar	Dog'- larning nisbiy soni	Baxtsiz hodisalar		Yillar	Dog'- larning nisbiy soni	Baxtsiz hodisalar	
		Tokiada	butun Yapo- niyada			Tokiada	butun Yapo- niyada
1943	16	109	93	1955	38	67	64
1944	10	74	70	1956	142	68	71
1945	33	35	60	1957	190	66	73
1946	92	144	144	1958	185	272	124
1947	152	140	96	1959	159	314	134
1948	136	142	92	1960	112	248	130
1949	135	105	80	1961	54	192	115
1950	84	95	96	1962	38	111	92
1951	69	101	82	1963	28	95	89
1952	31	92	82	1964	10	30	72
1953	14	83	74	1965	15	66	63
1954	4	73					

Biz Quyosh aktivligining Yer iqlimi sharoiti, o'simliklar biologiyasi va boshqa jarayonlarga ta'siri muammolariga to'xtalmadik. Biroq tekshirishlar Quyosh aktivligi bu jarayonlarda ham o'z aksini topishini ko'rsatadi.



1. Quyosh aktivligi undagi qaysi obyektlarining soniga nisbatan belgilanadi?
2. Quyosh aktivligining o'rtacha davri qanday?
3. Quyosh aktivligi Yer atmosferasidagi qanday hodisalarda o'z aksini topadi?
4. Quyosh aktivligi Yerdagi biologik hodisalarga qanday ta'sir etadi?
5. Yerdagi kuzatiladigan magnit «bo'ronlari» Quyoshdagi qaysi aktiv hodisa tufayli ro'y beradi?
6. Magnit «bo'ronlari» qanday kasallik bilan og'rigan bemorlarga salbiy ta'sir ko'rsatadi?

VII

PLANETALAR VA ULARNING YO‘LDOSHLARI



1- §. Merkuriy (Utorud)

Quyosh sistemasidagi to‘qqizta planeta ichida Quyoshga eng yaqini Merkuriy bo‘lib, qadimda uni arablar Utorud deb atashgan. Utorudning orbitasi boshqa planetalarnikidan farq qilib, cho‘zinchoq ellips shaklidir. Shuning uchun ham bu planetaning Quyoshdan uzoqligi 0,31 dan to 0,47 astronomik birlikkacha o‘zgarib turadi. Planetaning Quyoshdan o‘rtacha uzoqligi 58 million kilometrni tashkil qiladi. Merkuriyning diametri 4880 kilometr bo‘lib, uning sirtida tortish kuchi Yernikidan 2,6 marta kam. Boshqacha aytganda, og‘irligi Yerda 80 kilogramm bo‘lgan odam Merkuriyda atigi 30 kilogramm chiqadi.

Merkuriy o‘z orbitasi bo‘ylab sekundiga o‘rtacha 48 kilometr tezlik bilan harakatlanib, Quyosh atrofini 88 kunda to‘la aylanib chiqadi.

Merkuriy sirtining kunduzgi o‘rtacha temperaturasi +345 gradusgacha (Selsiy shkalasida) ko‘tarilgani holda, kechasi –180 gradusgacha pasayadi. Biroq shuni aytish kerakki, planeta sirtining mayda tuprog‘i issiqlikni yomon o‘tkazganligi tufayli bir necha o‘n santimetr chuqurlikdagi temperatura sirt temperatura-sidan keskin farq qilib, +70...+90 °C ni tashkil qiladi va juda kam o‘zgaradi. Bu nazariy ma’lumot keyinchalik radioastronomik kuzatishlar asosida to‘la tasdiqlandi.

Merkuriy sirtini yaqindan ko‘rish planetalararo avtomatik stansiya «Mariner-10» ga (AQSH) nasib qilgan ekan, 1973- yilning oxirlarida planeta tomon yo‘lga chiqqan bu stansiya 1974-yilning



71- rasm. Merkuriy sirti («Mariner-10» KA olgan rasm).

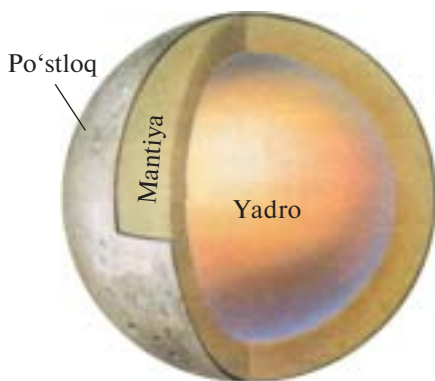


72- rasm. Merkuriy sirtining relyefi.

21- sentabrda Merkuriydan 47 ming 981 kilometrlik masofadan o'tayotib, planeta sirtining 500 ga yaqin sifatli rasmini oldi. Bu rasmlar planeta «yuz tuzilishi» jihatidan Oyga juda o'xshashligini ko'rsatdi. Oy sirtidagi kabi Merkuriy yuzasi ham meteoritlar zarbidan «momataloq» bo'lib, turli kattaliklardagi kraterlar bilan qoplangani «Mariner-10» olgan planeta rasmlaridan shundoqqina ko'rinib turibdi (71- va 72- rasmlar).

Qizig'i shundaki, garchi kraterlar unda ko'pchilikni tashkil qilsa-da, chuqurliklariga ko'ra ular Oydagi kraterlardan qolishadi. Biroq kuzatilgan planeta kraterlari ularni o'rovchi tepalik — marzalar va markaziy tog'chalariga ko'ra, Oy kraterlarini eslatadi. Planeta yuzidagi bu «cho'tirlik» uning hayotida o'ziga xos «kundalik» bo'lib, Merkuriy sirtining shakllanish tarixidan hikoya qiladi. Shuningdek, planeta kraterlarining ayrimlari Oydagi ba'zi kraterlar kabi radial yo'nalishda cho'zilgan yorug' nur sistemalari bilan o'ralgan.

Merkuriyda kuzatilgan ayrim obyektlar na Oyda va na qo'shni planetalarda kuzatilmasligi bilan kishi diqqatini o'ziga tortadi. Bulardan biri — *eskarplar* deb yuritiluvchi o'pirilishlar bo'lib, ularning balandligi 2–3 kilometr gacha yetadi. O'pirilishdan hosil bo'lgan bunday jarliklarning uzunligi esa bir necha yuz kilometr dan bir necha ming kilometr gacha boradi.



73- rasm. Merkuriyning ichki tuzilishi.

Merkuriy sirt jinslarining zichligi Oynikidek, ya'ni $3,0-3,3 \text{ g/sm}^3$ bo'lib, o'rtacha zichligi $5,44 \text{ g/sm}^3$ ekanligi uning markaziy qismida temir yadrosi yoki eng kamida silikat jinslar katta bosim ostida metallik holatga o'tayotganidan darak beradi (73- rasm).

AQSH ning «Mariner-10» avtomatik stansiyasi o'tgan asrning 70- yillaridayoq planetaning siyrak atmo-

sferasi borligini ma'lum qildi. Ma'lumki, planetada atmosferaning bo'lish-bo'lmasligi talay omillar bilan aniqlanadi. Biroq bularning ichida eng muhimi planetaning sirtida tortish kuchining katta-kichikligi va temperatura eng muhim rolni o'ynaydi. Temperaturaning ortishi tufayli atmosferani tashkil etgan molekula va atomlarning tartibsiz issiqlik harakatlari ortadi. Oqibatda ma'lum tezlikka erishgan havo molekullari planetani butunlay tark etadi. Xuddi shu sababdan Yer har kunda 100 tonnacha vodorodidan «judo» bo'ladi.

Kichik massali Merkuriy (Yer massasining 5,5 protsentiga teng) sirtining bu qadar yuqori temperaturagacha (ekvatorida $+420^\circ\text{C}$ gacha) qizishi planeta atmosferasining asosiy qismini uni tashlab ketishiga sabab bo'lgan deb qaraladi.

Planeta atmosferasi asosan geliydan tashkil topgan bo'lib, bosimi Yer sirtida bu gaz beradigan bosimdan 200 milliard marta kichiklik qiladi. Planeta sirtidagi barcha gazlarning bosimi esa Yernikidan yarim million martacha kam. Biroq Merkuriy sirtida olimlar kutgan boshqa bir gaz — karbonat angidrid «Mariner-10» olgan rasmlarda o'zining «qorasini ham ko'rsatmay», astronomlarni hayron qoldirdi.

1975- yil 16- martda «Mariner-10» ning Merkuriy yaqinidan uchinchi marta o'tishi, planetaning magnit maydonini aniqlashga imkon berdi. Bunda avtomatik stansiya planeta sirtidan atigi 320



kilometr gina keladigan balandlikdan o'tdi va uning ekvator sohasida 3,5 erstedli, qutbida esa 7 erstedli maydon kuchlanganligini qayd qildi. Shuningdek, magnit o'qi Merkuriyning aylanish o'qi bilan 7 gradusli burchak hosil qilishi aniqlandi.

Merkuriyga yaqin «qarindosh» Oy tuprog'ida mikroorganizmlarning yo'qligi, iqlim sharoitiga ko'ra, Oynikidan ham keskinligi bilan farq qiluvchi Merkuriyda hayot bo'lishi uchun sharoit yo'q deb dadil aytishga to'la imkon beradi.

Merkuriyning yo'ldoshi yo'q.



1. Yer rusumidagi planetalarga qanday planetalar kiradi?
2. Merkuriyning o'lchamlari haqida qanday ma'lumotlarga egasiz?
3. Merkuriy qanday kosmik apparat yordamida o'rganilgan?
4. Merkuriyda atmosfera bormi? Yo'ldoshlari-chi?

2- §. Venera (Zuhra)

Qadim rim mifologiyasida sevgi xudosining nomi bilan yuritiladigan bu planetaning Quyoshdan o'rtacha uzoqligi 108 million kilometrdir. Venera (o'zbekcha nomi Zuhra) orbitasi bo'ylab sekundiga 35 kilometr tezlik bilan harakatlanib, 225 kunda Quyosh atrofida bir marta to'la aylanib ulguradi.

Ravshanligi jihatidan Quyosh va Oydan keyin turadigan bu planeta juda qadimdan kishilar diqqatini o'ziga tortib, qo'zg'almas yulduzlar fonida harakatlanishi birinchi bo'lib sezilgan «adashgan» yoritgichdir. Shuning evaziga u «Tong yulduzi» deb nom olgan.

1610- yildayoq G. Galiley o'zi yasagan teleskopda uni kuzatib, Veneraning ham Oy kabi turli fazalarda bo'lishining guvohi bo'ldi. Bu hodisa Venera ham Oy kabi sferik shakldagi osmon jismi ekanligining dastlabki isboti edi. Veneraning kattaligi salkam Yernikicha bo'lib, diametri 12 ming 100 kilometrni tashkil qiladi.

1761- yil 6- iyunda astronomlar «Tong yulduzi» bilan bog'liq qiziq bir hodisaning guvohi bo'ldilar: planetaning harakati Quyosh diskida proyeksiyalandi. Bunday g'aroyib hodisani kuzatgan rus olimi M.V.Lomonosov Veneraning qalin atmosfera bilan qoplanganligini aniqladi.



Planetani kosmik apparatlar yordamida tekshirishning XX asrning 60- yillaridan boshlangan yangi metodi Veneraga tegishli koʻp jumboqlarni hal qilishga imkon berdi. Natijada Veneraning oʻz oʻqi atrofida va Quyosh atrofida haqiqiy aylanish davrlari aniqlandi.

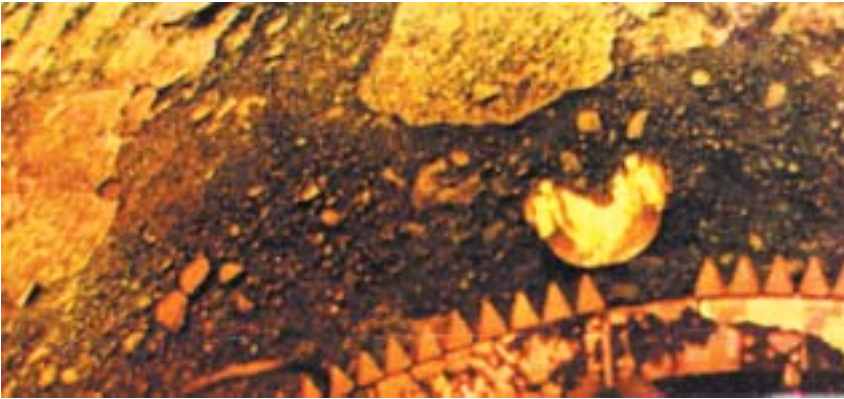
Maʼlum boʻlishicha, planetaning aylanish oʻqi uning orbita tekisligiga deyarli tik joylashib (anigʻi 93°), unda Yerdagidek yil fasllari kuzatilmaydi. Shuningdek, radiolokatsion kuzatishlar Veneraning oʻz oʻqi atrofida yulduzlarga nisbatan aylanish davri 243 kunga tengligini hamda u Quyosh sistemasining sharqdan gʻarbga tomon aylanuvchi (oʻz oʻqi atrofida) yagona planetasi ekanligini maʼlum qildi (boshqa planetalar gʻarbdan sharqqa aylanadi).

«Tong yulduzi»ning bir kuni, yaʼni Quyoshga nisbatan oʻz oʻqi atrofida aylanishi davri 117 Yer kuniga teng boʻlib, bir yili uning ikki kunidan sal kam chiqadi.

Planeta atmosferasining kimoviy tarkibi, bosimi va temperaturasiga tegishli aniq maʼlumotlar bu planetaga «sayohat» qilgan sobiq Ittifoq va AQSH planetalararo avtomatik stansiyalari yordamida olindi. Birinchi boʻlib, 1961- yili 12- fevralda, Veneraga sobiq Ittifoqning «Venera-1» avtomatik stansiyasi yoʻl olib, 97- kuni u planetadan 100 ming kilometr naridan oʻtdi. Veneraning Yerga yaqin kelgan holatlarida ungacha masofa 40 million kilometrdan kam boʻlmasligini eʼtiborga olsak, «Venera-1» planetamiz «qoʻshnisi»ga qanchalik yaqin borganini tasavvur etish qiyin boʻlmaydi.

1967- yilda uchirilgan «Venera-4» stansiyasida esa birinchi marta qoʻndiriluvchi apparat ishga tushirildi. Bu apparat planeta atmosferasining 25 kilometrli qalin qatlamini oʻtish paytida planeta atmosferasiga tegishli maʼlumotlarni Yerga uzatib turdi. Shuningdek, bu apparatga oʻrnatilgan magnitometr yordamidagi oʻtkazilgan oʻlchashlar Venerada magnit maydon deyarli yoʻqligini maʼlum qildi.

1970- yilda uchirilgan «Venera-7» ning qoʻndiruvchi apparati muvaffaqiyat bilan Venera sirtiga ohista qoʻndirildi va 23 minut davomida undagi atmosferaning bosimi, temperaturasi va tarkibi tegishli maʼlumotlarni oʻlchab turdi.



74- rasm. Veneraning «Venera-9» va «Venera-10» KA lari tomonidan olingan rasmi.

Ayniqsa, 1975- yil oktabrida Veneraga sayohatga yo‘l olgan «Venera-9» va «Venera-10»lar planetani o‘rganish tarixida muhim o‘rin tutadi. Bu ikkala stansiya planetaning birinchi sun‘iy yo‘ldoshlari orbitalariga chiqarilib, ularning qo‘ndiriluvchi apparatlari planeta sirtining bevosita olingan birinchi tasvirlarini Yerga uzatdi (74- rasm). Shuningdek, bu apparatlar planetaning sirt tuprog‘ida tabiiy radioaktiv elementlarning miqdorini, shamolning tezligini, atmosferadagi suv bug‘larining miqdorini, planeta sirtiga tegishli temperatura, bosim va yoritilganlikni o‘lchadilar.

1978- yili esa «Tong yulduzi» tomon «mehmonga» to‘rtta avtomatik stansiya yo‘lga chiqdi. Bulardan ikkitasi sobiq Ittifoqning «Venera-11» va «Venera-12» stansiyalari bo‘lsa, qolgan ikkitasi AQSH ning «Pioner-Venera-1» va «Pioner-Venera-2» stansiyalaridir.

«Venera-11 va 12» va «Pioner-Venera-1 va 2» stansiyalarining qo‘ndiruvchi apparatlariga o‘rnatilgan kompleks ilmiy apparatlar planeta atmosferasining gaz va bulutli komponentalariga tegishli kimyoviy tarkibini, planetaning bulutli qatlami strukturasini va zarrachalari konsentratsiyasini aniqladi. Shuningdek, ular planeta temperaturasi, bosimi va zichligini hamda uning bir necha hududlariga tegishli shamolning tezligini o‘lchashga imkon berdi. Veneraning sun‘iy yo‘ldoshi bo‘lib qolgan «Pioner-Venera-



1» bularga qo'shimcha qilib, Venera atmosferasining dinamikasi, sirkulatsiyasi, turbulentligi va issiqliq balansiga tegishli ma'lumotlarni qo'lga kiritdi.

Xulosa qilib aytganda, Veneraga uchirilgan kosmik apparatlar yordamida Venera atmosferasi va sirtiga tegishli quyidagi yangi ma'lumotlar qo'lga kiritildi: planeta atmosferasining bosimi juda yuqori bo'lib, olimlar hech kutmagan miqdorni — 90 atmosferani ko'rsatdi. Uning 97% ini karbonat angidrid, 1% atrofida suv bug'lari egallab, kislorod esa atigi 1,5% ni tashkil qilishi ma'lum bo'ldi. Planeta sirti yaqinida o'lchangan temperatura +470 °C gacha yetdi. Veneraning atmosferasida ham Yerdagi kabi ionosfera qatlami borligi aniqlandi, u o'rtacha 140 kilometr balandlikka to'g'ri keladi. Venera osmonida ham qalin bulutlar kuzatilib, ularning «tizgini» shamolning qo'lida ekanligi aniq bo'ladi.

Veneraning buluti, tuzilishiga ko'ra bir necha kilometrgacha ko'rish mumkin bo'lgan Yerdagi siyrak tumanga juda o'xshab ketadi.

Maxsus metodlar yordamida bulutlarda nurning sochilishini o'rganish, ularni tashkil qilgan tomchichalar asosan sulfat kislotaning 75–85 protsentli suvdagi eritmasi degan xulosaga olib keldi. Planeta sirtidan 40 kilometrcha balandlikda shamolning tezligi sekundiga 100–140 metr bo'lgani holda, 10 kilometrga yaqin balandlikda u keskin kamayib, 3–4 m/s ga tushib qoladi.

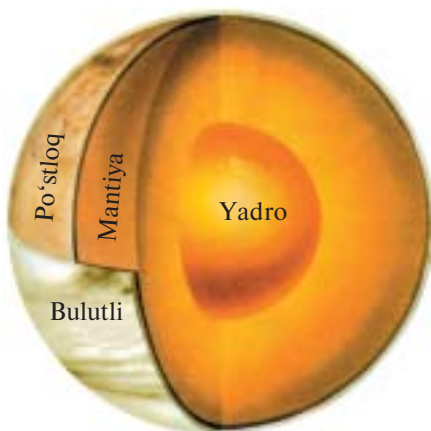
«Pioner-Venera-2»ga tegishli qo'ndiriluvchi apparat bergan ma'lumotlarning tahlili, Venera sirti o'zaro kuchsiz bog'langan mayda tuproqdan tashkil topib, uning zichligi bir kub santimetrda 1 grammdan (sirtida) 4 grammgacha (taxminan 3 metr chuqurlikda) borishini ma'lum qildi.

Uzoq yillar davomida olimlar «boshini qotirgan» planetaning asosiy «tilsimi» — uning sirtiga tegishli yuqori temperaturasi bo'ldi. Darhaqiqat, Yerga nisbatan Quyoshga juda ham yaqin bo'lmagan va qalin atmosfera bilan qoplangan Venera sirtida temperaturaning bu qadar yuqori (+480 °C) bo'lishining sababi nimada, degan tabiiy savol tug'iladi.

Gap shundaki, planetaning qalin atmosferasi orqali qisqa to'liqinli Quyosh nurlanishining juda kam miqdori uning sirtiga



yetib, uni qizdiradi. Natijada planeta sirti infraqizil diapazonda nurlana boshlaydi. Bunday issiqlik nurlanishi, planeta sirtini tark etib, atmosfera orqali kosmik bo'shliqqa intiladi. Biroq CO_2 ga boy bunday atmosfera Venera sirtining kosmik bo'shliqni «ko'zlagan» issiqlik nurlanishlarining chiqib ketishiga deyarli yo'l bermaydi. Natijada «parnik effekt» deyiluvchi bu effekt planeta sirtining qattiq qizishiga olib keladi.



75- rasml. Veneraning ichki tuzilishi.

1991- yili Xalqaro Astronomik Ittifoqning (XAI) Bosh Assambleyasi Veneraning 116 ta relyefli elementiga jahonga tanilgan ayollarning nomini berdi. Faxrlanadigan joyi shundaki, bu ro'y-xatda vatandoshimiz Nodirabegim nomi ham bor edi. Veneradagi kraterlardan biri uning nomi bilan ataladigan bo'ldi.

Venera haqida erishilgan ma'lumotlar asosida uning ichki tuzilishi, tashqi atmosfera qatlami bilan birgalikda olimlar tomonidan 75- rasmdagicha tasavvur qilinadi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, garchi oxirgi yillarda «Tong yulduzi»ga tegishli talay kashfiyotlar qilingan bo'lsa-da, biroq u bilan bog'liq ko'p jumboqlar hali o'z yechimini topishi uchun navbat kutmoqda.

Veneraning tabiiy yo'ldoshlari topilmagan.



1. Venera haqida bilganlaringizni so'zlab bering.
2. Veneraning sirt detallarining optik teleskoplar orqali ko'rinmasligiga sabab nima?
3. Venerani tadqiq etgan KA lar unga xos qanday yangiliklarni ochdi?
4. Venera atmosferasi, undagi sharoit (temperaturasi, bosimi) va tarkibi haqida nimalar bilasiz?
5. Veneraning yo'ldoshlari bormi?
6. Venera sirt temperaturasining bu qadar yuqoriligining (+480 °C) sababi nimada?



3- §. Yer — planeta

Yer Quyoshdan uzoqligi bo'yicha uchinchi o'rinda turuvchi planeta bo'lib, Yer rusumidagi planetalar ichida eng yirigi hisoblanadi. Yer osmonda juda chiroyli ko'rinish olishini, uning Oy sirtidan olingan rasmi to'la tasdiqlaydi (76- rasm). Planeta-mizning ekvatorial radiusi 6378 kilometr. Yer, Quyosh atrofida sekundiga taxminan 30 kilometr tezlik bilan harakatlanib, 365,24 kunda uning atrofida bir marta to'la aylanib chiqadi. Planetamizda bir yilda to'rt faslning kuzatilishi sababi Yer o'qining orbita tekisligiga $66,5^\circ$ og'maligi bilan tushuntiriladi.

Yer o'z o'qi atrofida 23 soat 56 minut 4 sekunda to'la aylanib chiqadi. Bu uning haqiqiy aylanish davridir. Biroq uning Quyoshga nisbatan o'rtacha aylanish davri biroz uzunroq bo'lib, rosa 24 soatni tashkil qiladi. Planetamizning Quyoshga nisbatan aylanish davrining uzunligi Quyoshning yulduzlar fonida yillik ko'rinma siljishidandir (bunday siljish Yerning Quyosh atrofida haqiqiy harakatlanishi tufayli sodir bo'ladi).

Yerning o'rtacha zichligi har kub santimetrda 5,5 grammga teng bo'lib, massasi taxminan $6 \cdot 10^{24}$ kilogramm. Planetamizning atmosferasi minglab kilometr balandlikkacha cho'zilib, og'irligi qariyb 5 ming 160 trillion tonna keladi! Bunday qalin atmosfera Yerda hayotning paydo bo'lishi va rivojlanishida muhim rol



76- rasm. Yerning Oy sirtida turib olingan rasmi.

o'ynagan. Xususan, 20–30 kilometr chamasi balandlikda joylashgan ozon qatlami Quyoshning qisqa to'lqinli ultrabinafsha nurlarini kuchli yutib, barcha tirik jonivorlarni, jumladan odamzodni bunday nurlarning xavfli ta'siridan asraydi. Atmosferaning 21 protsentiga yaqinini kislorod, taxminan 78 protsentini azot, qolgan qismini esa boshqa gazlar: argon, karbonat anhidrid va suv bug'lari tashkil qiladi.

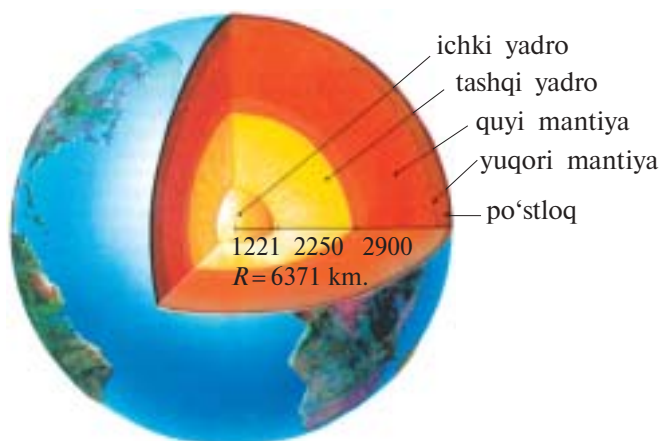


Yer *gidrosferasiga* (Yer yuzidagi qattiq, suyuq va gaz holatidagi suvlarning majmuasi) ko‘ra, boshqa planetalardan keskin farq qiladi. Unda faqat suyuq holatdagi suvning hajmi 1 million 370 ming trillion ($1,37 \cdot 10^{18}$) kub metr bo‘lib, umumiy maydoni 3 ming 610 milliard kvadrat metrga teng. Boshqacha aytganda, u Yer sirtining qariyb 71% ini tashkil qiladi. Quruqlikning o‘rtacha balandligi dengiz sathidan 875 metr bo‘lgani holda Dunyo okeanining o‘rtacha chuqurligi 3800 metrgacha boradi.

Suv o‘zining ajoyib xususiyatlariga ko‘ra Yerda optimal issiqlik rejimining vujudga kelishida muhim rol o‘ynaydi. Suvsiz organik hayot Yerda vujudga kela olmasdi. Suvning qattiq bo‘lagi — muz ham planetamizning ancha qismini egallab, asosiy qismi Antarktida va Grenlandiya quruqliklarini qoplaydi. Uning umumiy muz qatlami erisa edi, dunyo okeanining sathi 60 metrga ko‘tarilib, quruqlikning yana 10% i suv ostida qolgan bo‘lard.

Yerning qattiq qatlami *litosfera* deyilib, bu qismida planeta-mizning asosiy massasi mujassamlashgan. Garchi bir qarashda litosfera sirtida turib, uning ichki tuzilishi haqida ma’lumotga ega bo‘lish mumkin emasdek tuyulsa-da, aslida planetamizda yer qimirlashlarini tadqiq qilish asosida uning ichki tuzilishi haqida yetarlicha aniq ma’lumotlar olingan. Yer qimirlashlari paytida yer sirtining turli nuqtalarida ularni qayd qilish yo‘li bilan taxminan 3000 km chuqurlikdan ichkari tomonga ko‘ndalang seysmik to‘lqinlar tarqala olmasligi ma’lum bo‘ldi. Ko‘ndalang to‘lqinlar suyuqlikda tarqalmasligini bilgan holda olimlar, Yerning bu chuqurligidan ichki qismida suyuq holatdagi *yadrosi* bor degan xulosaga keldilar. Keyingi tadqiqotlar bu yadro asosan ikki — radiusi 1200 kilometrgacha boradigan ichki — qattiq va uning ustida 2250 kilometrli qalinlikdagi suyuq qismlardan iboratligini ma’lum qildi (77- rasm).

Bu usullar yordamida tekshirishlar litosferaning qattiq qatlami ham bir jinsli bo‘lmay, taxminan 40 kilometr chuqurlikda keskin chegara borligini ko‘rsatdi. Bu chegaraviy sirt uning kashfiyotchisi, yugoslaviyalik olim nomi bilan Moxorovichich sirti deb yuritiladi. Bu sirtidan yuqori qatlam *litosfera po‘stlog‘i*, osti esa *mantiya* deb yuritiladi.



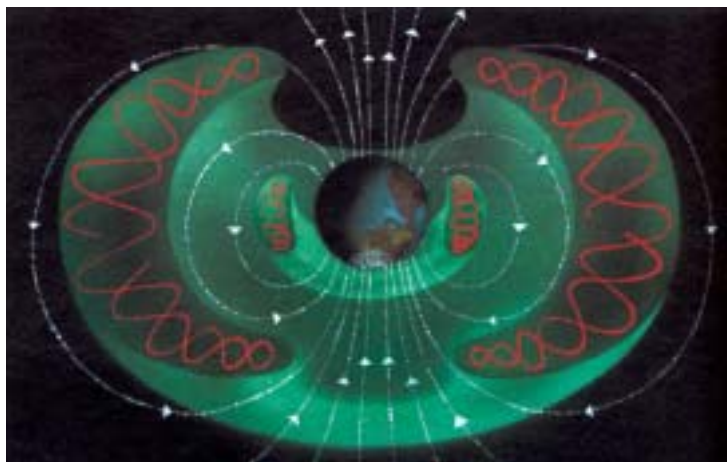
77- rasm. Yerning ichki tuzilishi.

Temperatura Yer markaziga tomon ortib borib, mantiyaning quyi chegarasida, Kelvin shkalasida 5000 gradusgacha, markazda esa taxminan 10000 gradusgacha boradi.

Yer gigant magnit bo'lib, uni kompas strelkasining planetamiz magnit maydoni kuch chiziqlariga parallel turish uchun intilishidan bilish mumkin. Qizig'i shundaki, geomagnit qutblar geografik Yer qutblari bilan ustma-ust tushmaydi. Shimoliy geomagnit qutbning geografik kengligi $78^{\circ}5'$, uzunligi esa 290° sharqiy uzunlikni tashkil qiladi. Boshqacha aytganda, geomagnit o'q Yer o'qiga $11,5^{\circ}$ li burchak ostida yotadi. Geomagnit maydonining kuchlanganligi ekvatoridan qutbga tomon 0,25–0,35 dan 0,6–0,7 E ga qadar ortadi.

Yer atrofi fazosi geomagnit maydoni *Yer magnitosferasi* deyiladi. Bu sfera Yer o'qiga nisbatan simmetrik bo'lmaydi. Magnitosfera Yerning kunduzgi tomonida «siqilgan» holda bo'lib, 8–14 Yer radiusicha masofaga cho'zilgani holda, tungi tomonida planetamizni «magnit dumi» bir necha yuz ming kilometrgacha cho'ziladi (78- rasm).

Oxirgi yillarda planetamiz osmon jismlarining ajralmas qismi sifatida aktiv o'rganilayotganiga qaramay, hali unga tegishli muammolar qo'shni planetalarnikidan kam emas. Ayniqsa, uning bag'ri haqidagi ma'lumotimiz hali juda «kambag'al» hisoblanadi.



78- rasm. Yer magnitosferasining strukturasi.

Biroq Yer «o‘z qo‘limizda» bo‘lib, boshqa osmon jismlarini o‘rganishga nisbatan uni tadqiq qilishga katta imkoniyatlarimiz borligini hisobga olsak, planetamiz sirlarini qo‘shni planeta-lardan ancha ilgari «fosh» qilishga katta umid bilan qarash mumkin.

Yerning atrofida uning birgina tabiiy yo‘ldoshi — Oy aylanadi.



1. Planetamiz Yer haqida umumiy ma’lumot bering.
2. Uning atmosferasining tarkibi qanday? Yer qanday qatlamlardan tuzilgan?
3. Yerning ichki tuzilishi haqida nimalar bilasiz?
4. Yerning nechta tabiiy yo‘ldoshi bor?

4- §. Oy

Yerga eng yaqin osmon jismi Oy bo‘lib, u planetamizning tabiiy yo‘ldoshidir (79- rasm). Oyning Yer atrofidagi orbitasi barcha planetalarning Quyosh atrofida aylanish orbitasi kabi ellips. Shu tufayli Oyning Yerdan uzoqligi biroz o‘zgarib turadi. U Yerga eng yaqin kelganda 363400 kilometr, eng uzoqlashganda (apogeyda) esa 405400 kilometr masofada bo‘ladi. Oyning diametri 3476 kilometr bo‘lib, uning hajmi Yer hajmining yuzdan



79- rasm. Oy — Yerning tabiiy yoʻldoshi.

ikki qismini tashkil qiladi. Oy massasi Yer massasidan 81 marta kamdir. Oy sirtida tortish kuchi Yerdagidan 6 marta kam. Uning sirtida erkin tushish tezlanishi $1,63 \text{ m/s}^2$. Oyning oʻrtacha zichligi $3,3 \text{ g/sm}^3$, yaʼni Yernikidan 1,5 marta kam. Kunduzi tush paytida Oyning ekvatori atrofida temperatura $+120^\circ\text{C}$, yarim kechada esa -150°C ni tashkil qiladi.

Oyga tushgan kosmonavt, birinchi navbatda, oʻzi ni juda yengil his etadi. Bu

Oy tortish kuchining kamligidandir. Kosmonavt oʻz skafandri bilan Yerda 90 kilogramm boʻlsa, Oyda atigi 15 kilogramm boʻlib qoladi. Shuningdek, Oyda kuzatuvchi Yerda koʻnikkan koʻp hodisalardan farqli ajoyibotlarning guvohi boʻladi. Avvalo, Quyosh chiqishidan oldin, Yerda kuzatiladigan chiroyli alvonrang shafaq Oyda kuzatilmaydi. Quyosh kutilmaganda birdan ufq ostidan koʻtarila boshlaydi. Quyoshning ufqdan koʻtarilishi Yerdagidek juda shoshilinch boʻlmasdan, butunlay chiqishigacha bir soatcha vaqt ketadi. Qizigʻi yana shundaki, Quyosh koʻtarila boshlashi bilan osmonda yulduzlar yoʻqolmaydi. Tim qorongʻi osmonda Quyosh bilan birga, butun kun boʻyi yorugʻ yulduzlar ham porlab turaveradi. Quyosh atrofida qizilrangda va tishlik shaklli halqa — uning atmosferasi («toji») koʻrinadi. Protuberaneslar Quyosh gardishi atrofida ajoyib manzarani hosil qiladi. Quyosh oʻzining «toji» bilan birgalikda, oddiy koʻzga koʻrinadigan Quyoshdan bir necha marta katta holda koʻzga tashlanadi.

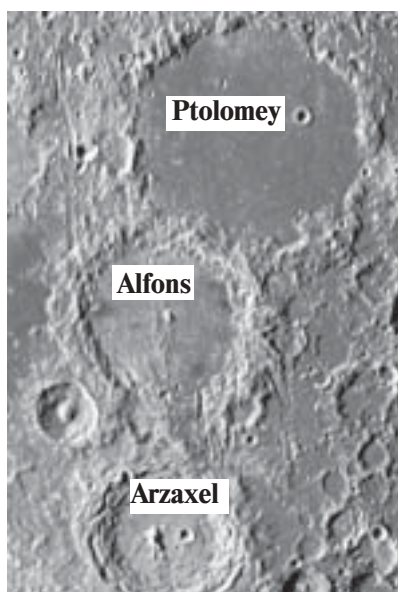
Oy osmonida yulduzlar, Quyosh tojining koʻrinishi va shafaqning koʻrinmasligining sababi, Oy sirtida atmosferaning yoʻqligidandir, Quyosh chiqqandan soʻng to tush boʻlguncha 7 kun 9 soat vaqt ketadi. Garchi bu vaqtda temperatura ancha



ko'tarilib qolgan bo'lsa-da, Oyda «salqin» joyni topish qiyin emas. Buning uchun kraterlar atrofini o'rovchi tog'lar, tepaliklar soyasi jonga oro kiradi. Bu soyalarda yetarlicha salqin bo'lishining sababi — issiqni tashuvchi havo molekulalarining yo'qligidir. Shu tufayli Quyosh nurlari bevosita tushmayotgan joylarda tunning sovug'i uzoq vaqt saqlanib qoladi. Oyga birgalashib sayohatga chiqqan kishi sherigini chaqirib ovora bo'lmasligi kerak. Chunki u hech qanday ovozni eshitmaydi. Tovush to'liqlarini tashuvchi muhit ham havo molekulalari bo'lib, Oyda u molekulalar yo'q. Buning uchun maxsus radioperedatchiklardan foydalanishga to'g'ri keladi.

Oy osmonining chiroyli hodisalaridan yana biri — planetamiz Yerning ko'rinishidir (76- rasmga qarang). Oy osmonida Yer chiroyli, ko'kimtir shar shaklida, Oyning osmondagi ko'rinishidan to'rt martacha katta ko'rinadi. Biroq Yerning yarmidan ko'pi oq bulutlar hosil qilgan dog'lardan iborat bo'ladi. Yer qit'alari biroz yorishib, okeanlardan rangi bilan farq qilib turadi. Qalin Yer atmosferasi ularni alohida-alohida ko'rishga imkon bermaydi. Yer ham osmonda Oy kabi turli fazalarda ko'rinadi. Bu holat, uning Quyoshga nisbatan Oyning qaysi tomonida turganiga bog'liq bo'ladi. Yer o'zining «to'linyer» fazasida bo'lganda, Oy sirtini to'linoy Yerni yoritgandagidan 40 martacha ravshanroq yoritadi. Oy osmonda «to'linyer» kuzatiladigan payt — Yerdan qaraganda, Oyning yangioy bo'lgan vaqtiga to'g'ri keladi. Shuningdek, osmondagi Yer shari atrofida konsentrik halqalar shaklida to'q qizil, sariq, ko'k va hokazo ranglardan iborat chiroyli kamalak kuzatiladi. Agar kosmonavt Oy tutilayotgan paytda Oy sathida bo'lsa, u Quyosh tutilishini kuzatadi (ya'ni Quyoshni Yer bekitayotgan bo'ladi) va bu tutilishining to'la fazasi Yerdagidek bir necha minutgina davom etmay, rosa 1,5 soatga cho'ziladi.

Yerda olamning Shimoliy qutbi Kichik Ayiq yulduz turkumi-ning eng yorug' yulduziga (alfasiga) to'g'ri kelsa, Oy uchun qutb — Ajdarho yulduz turkumining omega yulduziga to'g'ri keladi va shu boisdan Oydagi kuzatuvchi uchun barcha yulduzlar shu yulduz atrofida aylanma harakatlanayotgandek tuyuladi (Oy o'z o'qi atrofida aylanganligi tufayli). Oyda adashgan kishining ham ahvoli ancha mushkul bo'ladi. Oyning magnit maydoni yo'qligi



80- rasm. Oy kraterlari va «dengizlari».

tufayli u yerda kompasdan foydalanishning iloji yoʻq. Oyda faqat osmondagi yulduzlar vositasidagina ufqning turli yoʻnalishlarini aniqlash mumkin boʻladi.

Tunda iz qoldirib uchadigan yuzlab «uchar yulduzlar» ham u yerda koʻrinmaydi. Yerda «uchar yulduz»larning kuzatilishi, osmonning bu «daydi» zarrachalarining Yerga tushishida atmosferada choʻgʻlanib iz qoldirishidandir. Oyda atmosfera yoʻqligi esa, har qanday kattalikdagi toshni ham Oy sirtiga bimalol qizimay tushishini taʼminlaydi.

Oy relyefining asosiy qismini kraterlar tashkil etadi. Biroq shu bilan birga u yerda

Yernikiga oʻxshash obyektlar ham koʻplab topiladi. Oyda ham pasttekisliklar, tepaliklar, togʻlar bor (80- rasm). Bu obyektlarni birinchi marta italyan olimi G.Galiley 1610- yilda oʻzi yasagan teleskopdan Oyni kuzatib topgan. U pasttekisliklarga «dengizlar» deb nom bergan. «Dengizlar» degan nom shartli ravishda hozirgacha qoʻllanilsa-da, aslida u yerlarda suvdan asar ham yoʻq.

Oy sirtida ham Yerdagi kabi vulqon otilish hodisalari boʻlib turishini 1958- yili rus olimi N.A.Kozirev aniqladi. Oʻsha yili olim Alfons krateridan, gaz otilishini Qrim observatoriyasida teleskopda kuzatdi.

Oydagi togʻlardan eng yiriklari Alp, Apennin va Kavkaz togʻlari deb nomlangan. Togʻlarning balandligi baʼzan 9 kilometr-gacha yetadi. Shuningdek, Oyda halqali togʻlar koʻplab uchraydi. Sirk deb ataluvchi yirik halqali togʻlardan Klaviy va Shikkardlarning diametrlari 200 kilometr-gacha boradi. Yerdagi togʻlardan farqli oʻlaroq, Oy togʻlari koʻproq tik chiqqan boʻladi. Oy orqa tomonining relyefi birinchi marta 1959- yili uchirgan «Luna-3» avtomatik stansiyasi olgan rasmlardan maʼlum boʻldi va Oyning



to'la globusini yasashga imkon berdi. Oy orqa tomonining relyefi bizga ko'rinadigan old tomoni relyefidan biroz farq qilib, pasttekisliklar kamroq kuzatiladi.

Keyingi 15 yil davomida Oyni kosmik apparatlar yordamida o'rganish Oy «jamoli»ni yaqindan ko'rishga imkon berdi. Kosmik apparatlardan «Luna-16», «Luna-20» va «Luna-24» Oy tuprog'idan namunalar keltirdi.

«Luna-17» va «Luna-21» Oyga eksperimental laboratoriyalar («Lunoxod-1» va «Lunoxod-2»)ni eltdi. Bu laboratoriyalar Oyda bir necha o'n kilometrlik masofani o'tib, uning relyefi, tuprog'ining tarkibi, seysmik va vulqon hodisalarni, kosmik nurlarni hamda shu kabi ko'plab hodisalarni uzoq vaqt davomida o'rganib, qo'shnimizning millionlab yillar davomida saqlagan sirlarini «fosh» qildi.

Oydan keltirilgan tuproq namunalarining tahlili Oy tuprog'i asosan to'rt xil jinslardan, ya'ni mayda donador g'ovak jinslardan, yirik donador jinslardan, brekchiya deyiluvchi minerallar siniqlaridan va regolit (mayda zarrachalar va chang)dan tashkil topganini ko'rsatdi. Bulardan birinchi uch xili kimyoviy tarkibi jihatidan bir xil bo'lib, regolit esa meteor moddalar aralashmasidan iboratligi aniqlandi va u Oy materiklari uchun xarakterli jins degan xulosaga kelindi.

1969- yilning iyun oyida AQSH ning «Apollon-11» kosmik apparatida ikki astronavi – Armstrong va Aldrin Oyga qo'ndilar. Oy ustida uzoq sayr qilib, Yerga Oy sirti toshlari, tuprog'i, kristallaridan iborat qimmatbaho «suvenir» bilan qaytdilar. XX asrning 60–70- yillarida «Apollon»lar jami bo'lib Oyga 12 astronavnini muvaffaqiyatli qo'ndirib, Yer yo'ldoshining relyefi, fizik tabiatiga tegishli qimmatli ma'lumotlarni qo'lga kiritdilar (81- rasm).

«Osoyishtalik dengizi»dan olingan namuna («Apollon-11») tarkibi 40–45 protsent aluminii, 4–6 protsent titan va magniiga ega bo'lib chiqdi. Bo'ronlar okeanidan olingan namuna («Apollon-12») esa biroz boshqacha bo'lib, unda titan 2–3 marta kam, magnii, kobalt, vanadiy va skandiy esa aksincha ko'p bo'lib chiqdi. Agar Yer va Oy jinslarining kimyoviy tarkibi to'g'risida gapirilsa, bu jinslardan anchagina farq topiladi. Ayniqsa, Oy



81- rasm. «Apollon» KK sining ekipaji Oy sirtida sayr qilish payti.

changi deb nomlangan Oy sirti qatlami tabiati jihatidan diqqatga sazovordir. Uning tarkibi kristall siniqlaridan, temir-nikel aralashmali donachalardan, bir jinsli tiniq shisha parchalarini eslatuvchi jinslardan tashkil topgan boʻlib, yuqori vakuum sharoitida joylashganidan juda yopishqoqligi bilan ajralib turadi.

Oyni oʻrganishning qanday foydasi bor, degan savol tugʻiladi. Oyni oʻrganishning tabiiyot fanlari uchun muhimligi — Oyning atmosferadan xoliligidadir. Oyga oʻrnatilgan kichik teleskop Yerdan katta teleskoplar yordamida olingan osmon jismlarining rasmlaridan bir necha marta sifatli fotomateriallarni olishga imkon beradi. Oyda qurilgan oʻrtacha kattalikdagi observatoriya esa Yerdagi oʻnlab observatoriyalar xizmatini aʼlo darajada oʻtay olishi mumkin. Shuningdek, Yer atmosferasi elektromagnit nurlarning juda kam qisminigina oʻtkazib, qolgan katta qismi uchun tiniq emas. Oyda esa barcha toʻlqin uzunliklarida Koinotni oʻrganishning toʻla imkoni mavjud.

Kosmosdan planetamiz tomonga kelayotgan turli toʻlqin uzunliklaridagi nurlardan tashqari, elementar zarrachalarning oqimi ham uzluksiz kelib turadi. Bu zarrachalarning manbalari portlovchi yulduzlar, tumanliklar va asosan, Quyoshdagi aktiv hodisalardir. Kosmik nurlar deb yuritiluvchi bu oqim zarrachalari



turli qiymatli energiyaga ega bo'lib, yirik energiyalilari Yerdagi maxsus laboratoriyalarda tezlatilgan zarrachalar bilan bemaolol «bellasha oladi». Kosmik nurlarning Yer atmosferasida ko'plab yutilib qolishi ularni to'la o'rganishga imkon bermaydi. Oy sirtida turib esa bu nurlarni bemaolol o'rganish mumkin, ular fiziklar uchun Koinot haqida ko'p yangiliklar bera oladi.

Shuningdek, Oyda qazilma boyliklar, qimmatbaho mineral va rudalar borligi, uning tuproq namunalarini o'rganishdan ma'lum bo'ldi.

Hozirgi davrda Oyning kelib chiqishi haqida taniqli ikki gipoteza mavjud: bulardan biriga ko'ra (mualliflar: Yuri, Derbiger va Alven) Oy Quyosh atrofida Yerga yaqin masofada aylanuvchi kichik planeta bo'lgan va vaqt o'tishi bilan Yerga yaqinlashib, u bilan «ushlanib» qolgan. Natijada Oy Yerning tabiiy yo'ldoshiga aylangan.

Ikkinchi gipotezaga ko'ra (mualliflari: B.Y.Levin boshchiligidagi guruh) Oy Yer atrofida yig'ilgan chang zarrachalaridan, Yerning massasi hozirgi massasining qariyb 0,3–0,5 qismini tashkil qilgan davrlarda hosil bo'lgan. Bu gipotezaga ko'ra Oyning «yoshi» Yernikidan 100–200 million yilga kamroq bo'lishi va u hozirgi zamonda olingan ma'lumotlarga mos kelishi bilan diqqatga sazovordir. Bu ikki gipotezadan qay biriga ko'proq «yon berish» hozircha qiyin bo'lsa-da, Oyning ichki strukturasi va yoshini aniq o'rganish, yaqin kelajakda, bu kosmogonik muammoni hal qilishga imkon beradi, deb umid qilish mumkin.



1. Oy Yerdan diametri va massasiga ko'ra taxminan necha marta kichik?
2. U Yer atrofida qanday davr bilan aylanadi?
3. Oy nega har doim Yerga bir tomoni bilan qaragan holda bo'ladi?
4. Oyda atmosfera bormi?
5. Oyning relyefi haqida nimalar bilasiz?
6. Oyga kosmonavtlar oyog'i yetganmi? Qanday kosmik apparatda?
7. Oy osmonida Yer qanday ko'rinadi? Turli fazalardami?
8. Oyda tortish kuchi Yernikidan necha marta kam?
9. Oy dengizlarida suv bormi?
10. Oy tuprog'i qanday jinslardan tashkil topgan?



5- §. Mars (Mirrix)

Urush xudosi Mars nomi bilan yuritiladigan Yer tipidagi toʻrtinchi bu planetaning orbitasi Yer orbitasidan tashqarida yotadi. Uning Quyoshdan oʻrtacha uzoqligi 228 million kilometr. Mars Quyosh atrofida aylanayotib, har 780 kunda Yerga yaqinlashib turadi. Bunday yaqinlashish *qarama-qarshi turish* deyiladi. Mars orbitasi ellips shaklida boʻlganidan, qarama-qarshi turish paytida u Yerga eng yaqin kelganda (buyuk qarama-qarshi turish paytida), undan bizgacha masofa 56 mln km ni tashkil etadi. Planetaning buyuk qarama-qarshi turishi har 15–17 yilda kuzatilib, oxirgisi 1988- yilda boʻlgan edi.

Mars nisbatan kichik planeta, uning diametri 6775 kilometr, massasi esa $6,44 \cdot 10^{23}$ kg (Yer massasining 0,107 qismini tashkil qiladi). Oʻrtacha zichligi ham Yernikidan ancha kam – $3,94 \text{ g/sm}^3$. Erkin tushish tezlanishi – $3,72 \text{ m/s}^2$.

«Urush xudosi» oʻzining fizik tabiati jihatidan Quyosh sistemasining planetalari ichida Yerga «qarindosh»ligi bilan ajralib turadi. Mars sutkasi Yernikidan kam farq qilib, 24 soat 39,5 minutga teng. Shuningdek, planetada yil fasllari boʻlishini taʼminlovchi omil, yaʼni uning aylanish oʻqining orbita tekisligiga ogʻmaligi ham Yernikidan oz farq qilib, $65^{\circ}12'$ ga teng. Biroq Mars yilining uzunligi biznikidan ancha ortiq boʻlib, 687 yer sutkasiga (yoki 669 mars sutkasiga) teng. Planetaning 35° kengligida kuz faslida, tush paytiga yaqin temperatura -20°C , kechqurun -40°C , kechasi esa -70°C ga boradi. Qish paytida 40° li kenglikda temperatura -50°C dan, 60° li kenglikda esa -80°C – -90°C dan ortmaydi. Mars sirtining minimal temperaturasi uning qutblarida kuzatilib, u qishda -125°C dan pastga tushmaydi.

Marsning atmosferasi juda siyrak boʻlib, sirtida oʻrtacha bosim 6,1 millibar (1 bar taxminan 1 atmosfera), yaʼni dengiz sathidagi Yerning atmosfera bosimidan qariyb 160 marta siyrak. Planetaga tegishli aniq maʼlumotlar «Mars», «Mariner» va «Viking» (AQSH) rusumidagi planetalararo avtomatik stansiyalar yordamida qoʻlga kiritildi. Maʼlum boʻlishicha, Mars atmosfera-sining 95 protsenti karbonat angidrid, 2,5 protsenti azot, 1,5–2,0



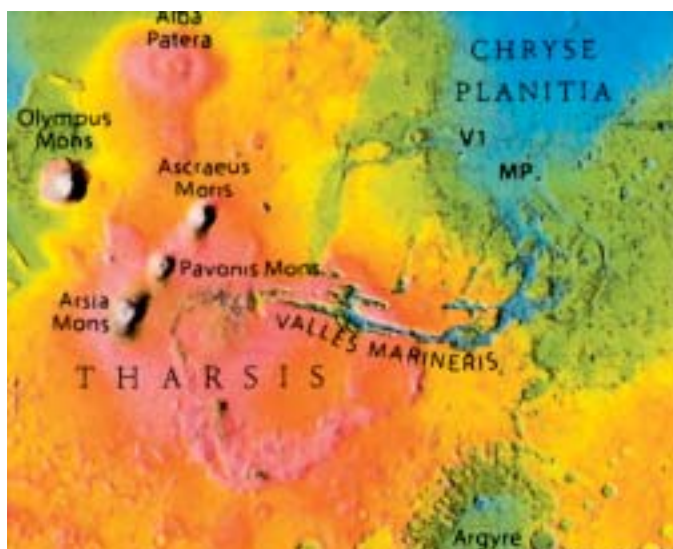
protsenti argondan va juda kam miqdordagi kislorod (0,2%) va suv bug'idan (0,1%) tashkil topgan.

Maxsus metodlar yordamida Marsning «qutb qalpoqlari»ni o'rganish ular muz holatidagi karbonat angidrid ekanini ma'lum qildi. Keyinchalik, kosmik apparatlar Mars qutblarida temperatura karbonat angidridning (6,1 bar bosimda) kondensatsiyalanish temperaturasiga (-125°C) yaqin ekanligini aniqlash bilan yuqoridagi fikrni tasdiqladi.

Planeta atmosferasining tarkibi aniqlangach, «qutb qalpoqlari»ning planeta atmosferasi fizikasidagi roli katta ekanligi ma'lum bo'ldi. Chunonchi, bahorda «qutb qalpoq»larining kuchli erishi va bug'lanishi hisobiga qutb tepasida atmosferaga juda ko'p miqdorda karbonat angidrid uloqtirilib, bosimning keskin ortishiga olib keladi. Oqibatda kuchli shamol vujudga kelib, u juda katta gaz massasini janubiy yarim sharga olib o'tadi. Garchi bunda shamolning tezligi sekundiga o'rtacha 10 metrni tashkil etsa-da, fasliy o'zgarishlar bilan bog'liq jarayonlar tezligi ayrim hollarda sekundiga 70–100 metrgacha boradigan kuchli shamolni vujudga keltiradi. Bunday shamol ta'sirida 100 millionlab tonna planeta changi atmosferaga ko'tariladi. 1971- yili planetada xuddi shu xildagi bo'ron ko'tarilib, Marsning sirtini parangi misol bizdan to'sib qo'ydi. Bu davrda ko'tarilgan va butun planeta gardishini qoplagan qizg'ish chang bulutlari, hatto uning «qutb qalpoq»larini ham ko'rishga imkon bermadi. 1971- yil dekabrda sobiq Ittifoqning «Mars-3» va AQSH ning «Mariner-9» kosmik apparatlari, bo'ron ayni «quturgan» paytda, planetaning ko'rinishlarini aks ettiruvchi rasmlarni oldi. 1976- yili planeta sirtiga qo'ngan AQSH ning «Viking-1, 2» apparatlari tushirgan Marsning rasmlarida ham bayon qilingan bo'ronlarni Mars tez-tez boshidan kechirib turishi shundoqqina ko'rinib turadi.

Marsning relyefi bir-biridan keskin farqlanuvchi tuzulmalardan iborat bo'lib, bular ichida juda katta maydonni kraterlar egallaydi. Kraterlar sohasi, shimolda ekvatoridan 40 gradusli kengliklargacha borgan holda, janubda, ekvatoridan 80 gradusli kengliklargacha yastanadi.

Marsning 20 dan 55 gradusgacha shimoliy kengliklari orasidan joy olgan va qariyb 2000 kilometr ga cho'zilgan Ellada



82- rasm. Marsning Ellada, Tarsis va Argir pasttekisliklari vohasining xaritasi.

pasttekisligining «Viking»dan olingan rasmlaridan koʻrinishicha, bu zona kraterlardan xoli va atrofiga nisbatan ancha choʻkkan pasttekislik ekanligi aniqlandi. Janubiy yarim shardagi boshqa bir yirik maydonli pasttekislik Argir deb yuritiladi (82- rasm). Argirdagi shimoli-gʻarb tomonda ulkan vulqonli togʻlar joylashgan pasttekislik — Tarsis yastanadi. Uning ortida shimoliy yarim sharda mashhur Amazoniya va Utopiya pasttekisliklari joylashgan. 50- paralleldan to 70 gradusli parallelgacha Katta Sahro yastanib, u shimoliy qutbni oʻrovchi togʻ halqasi bilan chegaralanadi.

Mars relyefining asosiy ajoyibotlaridan biri planeta togʻlaridir. Planetaning Tarsis rayonida toʻrtta konus shaklidagi togʻ koʻkka boʻy choʻzadi. Bu togʻlar vulqonli jarayon taʼsirida vujudga kelgan togʻlar boʻlib, ulardan eng janubda joylashgan Arziya togʻi tepasidagi kraterning diametri 130 kilometrni tashkil qiladi. Bu togʻlar ichida eng yirigi Olimp togʻi boʻlib, u Yerdagi vulqonli togʻlardan bir necha marta ustunlik qiladi. Olimp togʻi konusi asosining diametri 600 kilometrga, balandligi esa 27 kilometrga boradi (Yerdagi eng yirik togʻning balandligi 9 kilometr, eng yirik vulqon togʻi asosining diametri esa 250 kilometrdan ortmaydi).



Qolgan vulqonli tog‘lar Olimp balandligidan qolishsa-da, biroq ularni 15 kilometrli balandlikdagi chang bulutlaridan o‘tib ko‘rinishi (1971- yil «Mariner-9» dan olingan rasmlarda), bu tog‘larning balandliklari ham 15–20 kilometr dan kam emasligini ko‘rsatadi. Har to‘rtala tog‘da ham vulqonning to‘xtaganiga yuzlab million yil o‘tgan deb taxmin qilinadi. Olimp tog‘i cho‘qqisidagi kraterning diametri 70 kilometr gacha borib, baland marza bilan chegaralangan. Bir vaqtlar bu vulqondan otilgan lava suyuq bo‘lib, juda uzoqlargacha oqib borgan.

Mars relyefining eng qiziq obyektlaridan biri uzunligi bir necha yuz kilometr gacha cho‘zilgan jarliklardir. Arziya tog‘idan 20 gradus sharqda bunday jarliklardan biri joylashib, uning uzunligi 400 kilometr gacha, kengligi ayrim joylarida 30 kilometr gacha, chuqurligi esa 2 kilometr gacha boradi.

«Qizil planeta» sirtida kuzatiladigan boshqa bir «tilsim» – daryo o‘zanlaridir. Bular ichida 30 graduslar chamasi janubiy kenglikda joylashgan Nirgal deb nomlangan daryo o‘zani 400 kilometr gacha cho‘zilgan bo‘lib, Marsning qadimiy daryolaridan hisoblanadi (83- rasm). Nirgal qadimda juda katta havzaga quyilganligi «Mariner-9» olgan rasmlarda yaqqol ko‘rinadi. Shuningdek, uzunligi 700 kilometr gacha boradigan boshqa bir daryo o‘zani Maadimning ayrim joylarida kengligi 80 kilometr gacha yetadi. Bu daryo o‘zanlarida hozir hech qanday suyuqlik oqmasligi aniq. U holda, mazkur daryo o‘zanlarini nima vujudga keltirgan, degan savol tug‘iladi. Ushbu savolga javob berish bir necha yillar davomida uzoq tortishuvlarga sabab bo‘ldi. Plane-



83- rasm. Marsning Nirgal deb nom olgan daryo o‘zani (uzunligi 400 km dan ortiq).



taning qurigan daryolari haqida tugʻilib, yildan yilga koʻproq tasdiqini topayotgan gipoteza – qadimda daryo oʻzanlari boʻylab suv joʻsh urgan degan gipotezadir.

Yerning «yon qoʻshnisi»da hayotning bor yoki yoʻqligi masalasi uzoq yillardan buyon olimlarni qiziqtirib keladi. 1975- yili, asosiy maqsadi Marsda hayotning bor yoki yoʻqligini aniqlashga qaratilgan va har birining massasi uch yarim tonnadan keladigan AQSH ning «Viking-1» va «Viking-2» kosmik apparatlari «Urush xudosi» tomon yoʻlga chiqishdi. «Viking-1» 350 million kilometr chamasi masofani ortda qoldirib, 1976- yilning 20- iyulida Xris tekisligiga, «Viking-2» esa 4 sentabrda bu joydan 6400 kilometr shimoli-sharq tomonda joylashgan Utopiya tekisligiga qoʻndirildi. «Viking-1» qoʻngan kuniyoq «qizil planeta» sirti yumshoqligidan Yerdagilarni ogoh qilib, atrof tasvirini Yerga uzatdi. Tasvirlarda har xil kattalikdagi harsang toshlar va tuproq barxanlari yaqqol koʻzga tashlanadi. Bunday barxanlarning paydo boʻlishida boʻronning qoʻli borligi shundoq koʻrinib turibdi (84- rasm). «Viking-1» qoʻngandan soʻng koʻp oʻtmay, Yerga quyidagi meteorologik maʼlumotni yubordi: kechqurun sharq tomondan esgan kuchsiz shamol yarim kechadan soʻng janubi-gʻarb tomondan esa boshlagan shamol bilan almashdi, uning maksimal tezligi sekundiga 6–7 metrga yetdi, bosim 7,7 millibarga teng boʻlib, erta tongda temperatura $-85,5^{\circ}\text{C}$ ni, kunduzi esa -30°C ni tashkil qildi. Yerga uzatilgan tasvirlar ayrim kraterlar tubidan va



84- rasm. Mars sathining «Viking-1» (AQSH) tomonidan olingan rasmi.

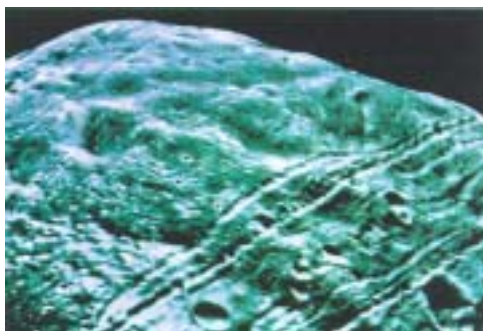


yoriqlaridan tuman buluti ko'tarilayotganini ma'lum qildi. Bunday tuman, asosan, suv bug'idan tashkil topganining aniqlanishi «qizil planeta» bag'rida yetarlicha suv zaxiralari (muz holatda) borligi haqidagi gipotezaning isboti uchun yana bir dalil bo'ldi.

Marsning sirt tuprog'i namunasining tahlili uning tarkibida temir (12–15% gacha), kremniy (20% gacha), aluminiy (2–4% gacha), kalsiy (3–5% gacha), magniy (5% gacha), oltin-gugurt (3% gacha) hamda kam miqdorda fosfor, rubidiy va stron-siyalar borligini ma'lum qildi.

Dastlabki modda almashinuviga asoslangan biologik eksperimentlar Mars tuprog'i tarkibida mikroorganizmlar borligini tasdiqlab, karbonat angidridning intensiv ajralayotganini qayd qildi. Biroq ko'p o'tmay, ajralayotgan gaz miqdori keskin kamaya boshladi. Uch kun o'tgach, bu tajriba qaytarilganda, xuddi shunday hol qaytarildi. Garchi ikkinchi eksperiment uchun mo'l-jallangan asboblarda, assimitatsiyaga asoslangan tajriba ham planetada mikroorganizmlar mavjud degan xulosaga yana bir dalil bo'lgan bo'lsa-da, biroq uchinchi eksperiment natijasi bu masalada olimlar fikrini chalkashtirib yubordi. Boshqacha aytganda, uchinchi – gaz almashinuviga asoslangan eksperimentda ham, 1-eksperimentdagi kabi, dastlab, kislorodning ajralishi kutilganidan 15–20 marta intensiv bo'ldi. Biroq ko'p o'tmay, gaz almashinuvining intensivligi nolgacha pasaydi. Natijada olimlar «urush xudosi»da hayotning eng sodda ko'rinishlari – mikroorganizmlar bor degan qat'iy qarorga kelishlari uchun to'la ilmiy asosga ega bo'la olmadilar.

Marsning ikkita tabiiy yo'ldoshi bor. Ulardan biri Fobos (Qo'rqinch), ikkinchisi esa Deymos (Dahshat) deb ataladi. Har ikkala yo'ldosh ham 1877- yili avgust oyida amerikalik astronom A.Xoll tomonidan topilgan. Qizig'i shundaki, har ikkala yo'ldosh ham shar shaklida bo'lmay, balki kartoshka formasini eslatadi. Fobosning ikki o'zaro perpendikular o'lchamlari, mos ravishda, 18 va 22 kilometr bo'lib (85- rasm), Deymosning shunday o'lchamlari 10 va 16 kilometrni tashkil etadi. Fobos Mars sirtidan o'rtacha 6 ming kilometr narida – uning atrofida 7 soat 39 minutda aylanib chiqqani holda, Deymos (Mars sirtidan balandligi



85- rasm. Marsning Fobos deb ataluvchi yo'ldoshi (o'lchami 18×22 km).

20 000 km) 30 soat 18 minutda aylanib chiqadi. Yer atrofida aylanadigan Oydan farq qilib, Marsning unga yaqin «oyi» – Fobos g'arbdan chiqib sharqqa botadi. Qizig'i yana shundaki, bir sutkada Fobos kun botish tomondan 3 marta chiqib, kun chiqish tomonda 3 marta botadi.

Fobosning o'rtacha zichligi $1,8 \text{ g/sm}^3$ bo'lib, massasi $8 \cdot 10^{12}$ (8 trillion) tonna keladi. Yerda 60 kg li odam u yerda atigi 30 gramm chiqadi. Biroq shunga qaramay, Fobosda yurish oson ish bo'lmasdi: Yerda 2,5 m balandlikka sakray oladigan sportchi bir sakrab, Fobosni butunlay tashlab keta oladi.

Fobos va Deymos «qizil planeta» bilan birga «tug'ilgan» deyishga hech asos yo'q. Planetaning bu ikki «oyi» Marsdan ko'p uzoq bo'lmagan mayda planetalar orbitasidan adashib chiqib, bir necha o'nlab million yillar ilgari «urush xudosi»ning domiga duch kelgan va u bilan «ipsiz bog'langan» osmon jismlaridir. Eng kamida, bu ikki tabiiy yo'ldoshning «qizil planeta» atrofida paydo bo'lib qolishini gipoteza shunday tushuntiradi.



1. Mars planetasi qaysi xususiyatlari bilan Yerga yaqin sanaladi?
2. Marsning relyefi qanday?
3. Marsda suv borligini olimlar nimalarga tayanib aniqladilar?
4. Marsning relyefi haqida nimalar bilasiz?
5. Mars atmosferasi va uning tarkibi haqida gapirib bering.
6. Marsda kuzatilgan daryo o'zanlari haqiqiy daryolarmi?
7. Marsda hayot bormi?
8. Mars qanday avtomatik stansiyalar yordamida o'rganilgan?
9. Marsning yo'ldoshlari bormi? Nechta?



6- §. **Yupiter (Mushtariy)**

Quyosh sistemasining planetalari ichida eng yirigi hisoblangan Yupiter tabiati va tuzilishiga ko'ra jumboqlarga boyligi bilan astronomlar diqqatini o'ziga jalb etadi. Yupiterning o'rtacha radiusi, Yer radiusidan qariyb 11 marta katta bo'lib, 69 ming 150 kilometrni tashkil etadi. Bu ulkan planeta Quyosh atrofida o'rtacha 778 million kilometrli masofada aylanadi. Planetaning Quyosh atrofida aylanish tezligi sekundiga 13 kilometr bo'lib, 12 yilda bir marta aylanib chiqadi. Boshqacha aytganda, Yerdagi 60 yoshli odam Yupiter yili bilan endi 5 yoshga to'lgan bo'lur edi. Qizig'i shundaki, Yupiterning o'z o'qi atrofida aylanishi, Yer tipidagi planetalarning aylanishlaridan farq qilib, ekvator qismi tezroq — 9 soat 56 minutli davr bilan aylanadi. Planetaning turli kenglamalari turlicha burchak tezlik bilan aylanishlariga sabab, u tuzilishiga ko'ra qattiq bo'lmay, gaz-suyuq holatidagi osmon jismi ekanligidir. Buning ustiga, uning ko'ringan sirti planeta atmosferasida «suzib» yuruvchi bulutlardan tashkil topgan.

Planetaning tez aylanishi tufayli vujudga kelgan markazdan qochma kuch ta'sirida Yupiterning qutblari bo'ylab sezilarli siqilish kuzatiladi. Natijada uning ekvatorial diametri qutbiy diametridan 9 ming 300 kilometrga katta bo'lib qolgan.

Yupiterning hajmi Yernikidan 1314 marta ortiq. Garchi bu planetaning zichligi Yernikidan 3,5 marta kam bo'lsa-da, kattaligi tufayli uning massasi Yer massasidan 318 marta ortiqdir. Shuning uchun ham Yupiterning tortish kuchi Yerdagidan ikki yarim marta ortiq, ya'ni Yerda 60 kilogramm keladigan odamning og'irligi Yupiterda 150 kilogrammdan ortadi. Bu ulkan planetaga teleskop orqali qaralganda, uning sirtida turli xil obyektlar kuzatiladi. Bular ichida tabiati haligacha jumboqligini saqlayotgan obyektlar — eni bir necha ming kilometrgacha boradigan uning ekvatorga parallel qora-qizg'ish tasmalaridir (86- rasm).

Bu tasmalar oxirgi yillarda olingan natijalar asosida planeta atmosferasining qalin bulutlari deb tushuntiriladi. Ular planetaning parallellari bo'ylab yo'nalgan bo'lib, ekvatorga nisbatan simmetrik holda joylashgan. Planeta bulutlarining bunday janjirli



86- rasm. Yupiterning umumiy koʻrinishi.



87- rasm. Yupiter sirtida kuzatiladigan Katta Qizil Dogʻ.

strukturasi uning 40 gradusli kengligigacha borib, ayrim hollarda, diametri 1000 kilometrgacha boradigan qoʻngʻir yoki koʻkish dogʻlarni hosil qiladi.

Yupiterning qadimiy «tilsim»laridan boshqa biri 1878- yili topilgan uzunligi 30 ming, eni 13 ming kilometrga choʻzilgan Katta Qizil Dogʻidir (87- rasm). Qizigʻi shundaki, bu Dogʻ planetaning sirt detallari qatori uning sutkalik aylanishida ishtirok qilishi bilan birga goh u yonga, goh bu yonga bir necha gradusgacha siljiydi. Bunday hol Katta Qizil Dogʻ planeta sirti bilan bogʻlanmagan, degan xulosaga olib keldi. Rus olimi G.Golitsin gipotezasiga koʻra, Katta Qizil Dogʻ planeta atmosferasining uzoq davom etadigan gigant uyurmasidir. Olimning bu nazariyasi kelajakda bir necha omillar bilan tasdiqlanganligi bilan eʼtiborga sazovor gipoteza hisoblanadi. AQSH ning «Pioner-10» va «Pioner-11» kosmik apparatlari yordamida Katta Qizil Dogʻning olingan rasmlariga koʻra uning detallari, strukturasi anchayin oʻrganilgan boʻlsa-da, hali unga tegishli muammolar yetarlicha koʻp. Jumladan, uning qizil rangi ham hozirgacha sir hisoblanadi.

Yupiter atmosferasi Yernikidan keskin farq qilib, vodorod, geliy, metan va ammiak gazlaridan tashkil topgan. Planeta atmosferasining asosiy qismini vodorod va geliy tashkil qiladi. Yupiterning spektrida geliy oʻz «avtograf»ini qoldirmasligi olimlarni uzoq vaqt ajablantirdi, chunki nazariy hisoblashlar, geliy uning atmosferasida keng tarqalganligini inkor etmasdi. Bu masala 1973- yili



hal bo'ldi: Yupiter yaqinidan o'tayotgan «Pioner-10» planeta-lararo avtomatik stansiyasi (PAS) Yerga yuborgan «radiogram-masi» da planeta atmosferasida geliy borligini ma'lum qilganda, astronomlar «yengil nafas» olishdi. Bu olingan ma'lumotlar unda geliyning miqdori planeta atmosferasining 25% ini yoki 70 Yer massasiga teng ekanligini ko'rsatdi. Planeta atmosferasining asosiy qismini tashkil etgan vodorod esa uning atmosferasining 70% ini yoki 225 Yer massasiga teng qismini tashkil qiladi.

Shuningdek, planetaga tegishli spektogrammalarning tahlili uning atmosferasida sezilarli miqdorda asetilen (C_2H_2) va etan (C_2H_6) borligini ma'lum qildi. Gigant planeta atmosferasida suv bug'larining topilishi ham katta voqea bo'ldi, chunki olimlar uning bulutli qatlamlarining aniqlangan temperaturasi $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan past bo'lib, bunday temperaturada suv bug'lari doimo muz holatidagina bo'lishi mumkin deb taxmin qilardilar.

Planetaga xos sirlarni «fosh» qilishda 1973- yilning 4- dekabrida Yupiterdan 130 ming kilometrli masofadan o'tgan «Pioner-10» (AQSH) avtomatik stansiyasining xizmati katta bo'ldi. Bu kosmik apparat Yerdan uchirilgach, qariyb ikki yillik sayohatdan so'ng, Yupiterda «mehmon» bo'ldi. Avtomatik stansiya Yupiterga 6,5 million kilometr yaqinlashgandayoq, planeta magnitosferasi unga «peshvoz» chiqdi. Yupiterning magnitosferasi asosan uch qism-dan iborat bo'lib, 20 planeta radiusi masofasigacha cho'zilgan ichki qismida dipolli (ikki qutbli) magnit maydoni hukmronlik qiladi. 60 planeta radiusigacha cho'zilgan o'rta qismida esa planeta magnitosferasi markazdan qochma kuch ta'sirida kuchli de-formatsiyalanishi oqibatida, u sfera ko'rinishini yo'qotib, disk ko'rinishini oladi va nihoyat 90 planeta radiusigacha boradigan tashqi qismi esa «Quyosh shamoli» (Quyoshdan kelayotgan plazma oqimi) ta'sirida yanada kuchli deformatsiyalanadi.

Yupiterning tungi tomonida magnit maydoni Yerniki kabi, uzun dum hosil qilib, bir necha million kilometrgacha cho'ziladi.

Ma'lumki, elektronlar magnit maydonda harakatlanganda ikki xil nurlanadi. Bu nurlanishlardan biri siklotron nurlanish deyilib, nisbatan kam quvvatli elektronlarning (0,5 MeV gacha energiyali) harakatlanishidan, ikkinchisi esa sinxrotron nurlanish deyilib, relativistik elektronlarning (tezligi yorug'lik tezligi katta-ligiga yaqin elektronlarning) harakatlanishidan vujudga keladi.



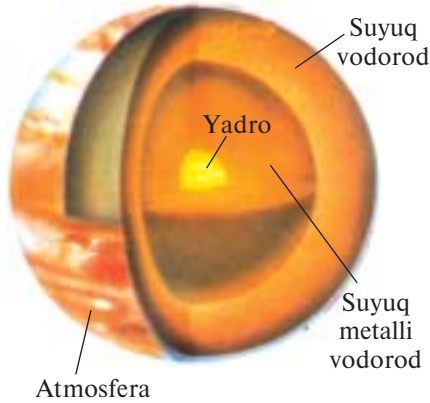
Gigant planetaning magnit maydoni Quyoshdan kelayotgan musbat va manfiy zaryadli kosmik zarrachalar bilan ta'sirlashib, ularni o'z sferasida «qafas»ga tushiradi va oqibatda bunday hol planeta atrofida Yernikiga o'xshash kuchli radiatsiya kamarlari-ning paydo bo'lishiga olib keladi. Toroidal shakldagi (teshik kulcha ko'rinishli) radiatsion kamar planetaning ekvator tekisligiga biroz og'gan holda bo'lib, 1,5 dan to 6 planeta radiusigacha masofaga cho'zilgan. Bu sohada magnit maydon «qo'lga olgan» elektronlarning energiyasi 3 dan 30 MeV gacha oraliqda bo'ladi. Planetaning bu magnitosferasi va radiatsiya kamarlari zaryadli zarrachalar uchun ulkan tabiiy tezlatgich sifatida ishlaydi. Yerd a qayd qilinadigan kichik energiyali elektronlar Yupiterning bu tabiiy tezlatgichlarining mahsuli ekanligi, ular uchun xarakterli 10 soatlik davrning, planetaning o'z o'qi atrofida aylanish davri bilan bir xilligidan aniqlandi.

Shuningdek, metrli radiodiapazonda Yupiterning kuchli nurlanishining manbayi ham planeta magnitosferasida elektronlar-ning sinxrotron nurlanishining natijasi ekanligi ma'lum bo'ldi. Ulkan planetaning metrli diapazonda ishlaydigan bir necha «radiostansiyasi» 11 metrdan 30 metrgacha oraliqdagi to'liq uzunliklarini o'z ichiga oladi. Bulardan «radiobo'ron» deb nom olgan planeta radionurlanishining chaqnashlari ham planetadan kelayotgan nurlanishlarda ahyon-ahyonda qayd qilinadi. Hisob-kitoblarning ko'rsatishicha, bu xildagi radiochaqnashlarning manbayi, quvvati jihatidan, Yerd a momaqaldiroq paytida chaqnagan yashindan milliardlab marta ortiq quvvatga ega bo'lgan planeta atmosferasidagi elektr «chaqmog'i» bo'lishi lozim.

Yupiter Quyoshdan Yerga nisbatan 5 marta ortiq masofada bo'lganidan, bu planeta yuza birligining Quyoshdan oladigan energiyasi Yernikidan 27 marta kam. Biroq shunga qaramay, planetaning to'la yuzasi, asosan, radio va infraqizil diapazonlarda, uning Quyoshdan oladigan energiyasidan qariyb 2,5 marta ko'p energiya bilan nurlanadi. Bu — Yupiter qa'rda hozirgacha no-ma'lum mexanizmli bunday nurlanish energiyasining birdan-bir manbayi — gravitatsion siqilish bo'lishi mumkin, degan gipoteza-ni ng tug'ilishiga sabab bo'ldi. Infraqizil spektrometr yordamida, planetaning aynan shu diapazonda nurlanishi asosida aniqlangan



sirt temperaturasi, uning kunduzgi va tungi qismlarida temperatura bir xil bo'lib, -133°C ekanligini qayd qildi. Yupiterning sirtida markazga tomon temperatura tez ortib borishi va oqibatda juda katta chuqurlikda uning moddasi faqat gaz-suyuq holatda bo'la olishi ham oxirgi yillar hisob-kitobidan ma'lum bo'ldi.



88- rasm. Yupiterning ichki tuzilishi.

Planeta haqida qo'lga kiritilgan eng so'nggi ma'lumotlar asosida bu ulkan planetaning ichki tuzilishi matematik modellashtirildi. Ushbu modelga ko'ra, Yupiter atmosferasining balandligi 2 mingdan 6,5 ming kilometrgacha cho'zilgan. Agar atmosferaning o'rtacha balandligi 4,2 ming km deb olinib, uning qatlamining tubidagi bosim hisoblansa, uning miqdori 200 ming atmosferaga, temperatura esa 2000°C ga yaqin chiqadi. Aftidan bu yerda keskin chegaraga ega bo'lmagan moddaning gazsimon, suyuq va qattiq fazalaridan iborat suyuq vodorodning geliyl aralashmasidan tarkib topgan dengiz yastangan. Taxminan 18 ming km chuqurlikda, 1 mln. atm. bosimida vodorod metallik holatda deb, planeta markazida esa metallik fazadagi silikatlarda, magniy, temir va nikelning oksidlaridan tashkil topgan yadro joylashgan deb taxmin qilinadi. Bu yadroda bosim 20–100 mln. atm. atrofida bo'lib, temperatura 15–25 ming $^{\circ}\text{C}$ gacha boradi (88- rasm).

Yupiter o'z yo'ldoshlari bilan katta bir «oilani» tashkil qiladi, uning topilgan yo'ldoshlarining soni maydalari bilan hisoblaganda 50 dan oshib ketdi. Planetaning bu «oy»laridan to'rtta eng yirigi 1610- yilda G.Galiley tomonidan topilgan.

Yupiterning yirik yo'ldoshlarini ularning ayrim parametrlariga ko'ra 3 ta guruhga bo'lish mumkin. Birinchi guruhga to'rtta Galiley yo'ldoshlari (Io, Yevropa, Ganimed va Kallisto) (89- rasm) va uning sirtidan atigi 110 ming kilometr masofada



Io



Yevropa



Ganimed

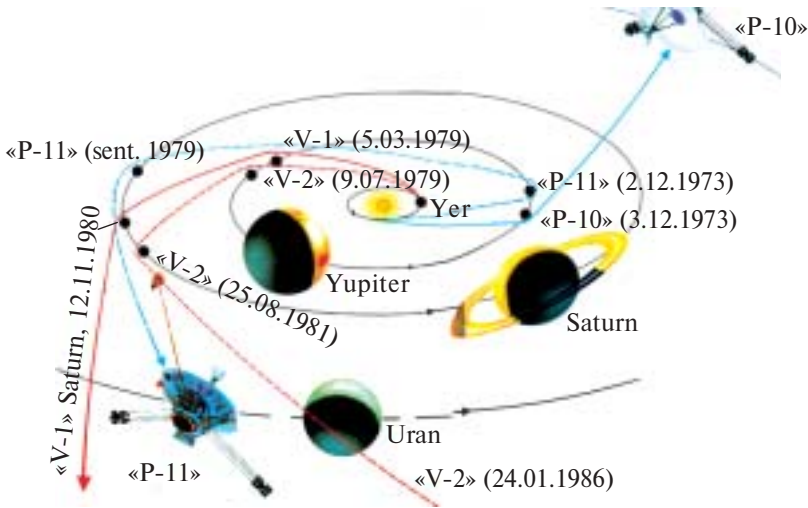


Kallisto

89- rasm. Yupiterning Galiley yoʻldoshlarining solishtirma oʻlchamlari.

aylanuvchi Amalteya kiradi. Bu guruhning Yupiterdan eng uzoqda joylashgan yoʻldoshi — Kallisto planetadan 1,8 mln kilometr narida, uning atrofida 16,7 yer sutkasiga teng davr bilan aylanadi. Bu guruhdagi eng kichik yoʻldosh — Amalteyaning diametri 150 km; eng yirigi — Kallistoniki esa 5300 kilometrdir. Galiley yoʻldoshlarining oʻrtacha zichligi planetadan uzoqlashgan sayin kamayadi: 3,2–3,6 g/sm³ dan (Io uchun) 1,6 g/sm³ gacha, (Kallisto uchun). «Pioner-10» ning maʼlum qilishicha, Ganimed va Ioning atrofida atmosfera mavjud. Ganimed sirtida temperatura – 115 °C ga boradi. Galiley yoʻldoshlarining albedosini (Quyosh nurlarini qaytara olish qobiliyatlarini) oʻrganish ularning sirti qalin muz bilan qoplangan degan taxminni beradi.

Rossiya Federatsiyasining yangi 600 metrli radioteleskopi yordamida Galiley yoʻldoshlarini oʻrganish ularning radiodia-pazonda aniqlangan ravshanlik temperaturalari nisbatan yuqori-ligini koʻrsatadi (Kallisto uchun –90 °C, Ganimed uchun esa –105 °C). Bu planetalar uchun hisoblangan muvozanat tempe-raturadan ancha yuqori boʻlib, uning manbayi koʻp kilometrli muz



90- rasm. «Pioner-10», «Pioner-11» («P-10», «P-11») va «Voyager-1», «Voyager-2» («V-1», «V-2») PAS larining trayektoriyalari.

qatlami ostida «yashiringan» deyishga asos beradi. Eng yuqori ravshanlik temperaturasi Ioda kuzatilib, u shu qadar kattaki, olimlar bu yo'ldosh kuchligina magnit maydonga va atrofida radiatsion kamarga ega degan gipotezani o'zaro bahs uchun o'rtaga tashlashdan boshqa ilojlari qolmadi.

Ikkinchi guruh yo'ldoshlari, planeta atrofida o'rtacha 12 mln kilometrli masofada 250 yer sutkasiga yaqin davr bilan aylanadi. Bu guruhga kiruvchi yo'ldoshlar nisbatan kichik bo'lib, ular haqida hozircha juda kam narsa ma'lum. Ikkinchi guruh yirik a'zolarining soni esa 8 ta.

Uchinchi guruh yo'ldoshlari planetadan o'rtacha 23 mln kilometr masofada taxminan 2 yillik davr bilan aylanadi. 1979- yili mart oyida Yupiterdan 278 ming kilometr naridan o'tgan AQSH ning «Voyager-1» va keyinroq, «Voyager-2» avtomatik stansiya-larining Yupiter va uning yo'ldoshlarini o'rganishda xizmatlari juda katta bo'ldi (90- rasm). «Voyager» olgan rasmlarda planeta-ni 30 ming kilometr ga cho'zilgan qutb yog'dusi va atmosf-e-rasida yashinni eslatuvchi chaqnash kuzatildi. Shuningdek, pla-



neta sirtidan 57 ming kilometr balandlikda, kengligi 8 ming 700 kilometr va qalinligi 30 kilometrda katta boʻlmagan, Saturnnikiga oʻxshash halqasi borligi ham maʼlum boʻldi. Olimlarning aniqlashicha, bu halqa kattaligi bir necha oʻn metrdan bir necha yuz metrgacha boruvchi qoya toshlardan va muzdan tashkil topgan.

Avtomatik stansiya planetaning yoʻldoshi Iodan eng yaqin (19 ming km) masofadan oʻtayotib, uning sirtida ayni paytda «ishlayotgan» vulqonni (balandligi 160 km), bir necha yuz kilometrda choʻzilgan togʻlar va jarliklarni koʻrdi. Ganimed va Kallisto sirtida koʻringan oʻnlab yorugʻ dogʻlar esa, aftidan, kraterlar boʻlsa kerak deb taxmin qilindi. Kallistodagi kraterlaridan biri bir necha konsentrik togʻ halqalari bilan oʻralgan boʻlib, ayrim joylarda bu tizmalarning oraligʻi 1600 kilometrgacha yetadi.

Garchi oxirgi yillarda ulkan planeta Yupiter va uning yoʻldoshlariga tegishli anchayin asriy sirlar «fosh» qilingan boʻlsa-da, hali yana bir necha oʻn yilga yashiringan muammolar unda mavjud. Bu «tilsim»lar oʻz sirlari bilan «oʻrtoqlashish» uchun navbatdagi kosmik stansiyalarni kutmoqda. Biroq shuni aytish kerakki, bunday kosmik apparatlarning gigant Yupiterga qoʻndirilishi juda qimmatga tushgani holda, uning yirik yoʻldoshlaridan biriga qoʻndirib-uchirish energetik nuqtayi nazardan ancha arzon turadi. Shuning uchun ham olimlar kelajakda bu ulkan planeta sistemasi aʼzolari bilan yaqindan tanishish maqsadida navbatdagi avtomatik stansiyalarni uning «oy»laridan biriga qoʻndirishni moʻljallamoqdalar.



1. Yupiter toʻgʻrisida qanday tasavvurga egasiz?
2. Yupiterning atmosferasi qanday gazlardan tashkil topgan?
3. Yupiterning ichki tuzilishi haqida gapirib bering.
4. Yupiterning Katta Qizil Dogʻi qanday tuzilma?
5. Yupiterning Galiley yoʻldoshlari deb qanday yoʻldoshlarga aytiladi?
6. Yupiter qanday avtomatik stansiyalar bilan tadqiq qilingan?
7. Bunda planetaga tegishli qanday muhim yangiliklar qoʻlga kiritildi?



7- §. Saturn (Halqali Zuhali)

Planeta Qadimgi Rimning vaqt va taqdir xudosi Saturn nomi bilan ataladi. Bu planeta sharqda Zuhali, yunonlarda Kronos nomi bilan yuritilib, Quyosh sistemasining qurollanmagan ko'z bilan ko'rish mumkin bo'lgan eng oxirgi planetasidir. Shuning uchun ham, qadimda uzoq yillar Saturnning orbitasi Quyosh sistemasining chegarasi deb qaralgan.

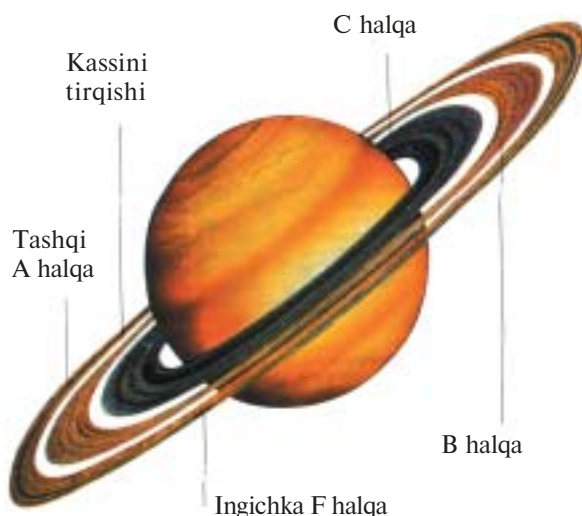
Saturn kattaligi jihatidan faqat Yupiterdan keyin turadi, uning diametri 120 ming 800 kilometr. Quyoshdan o'rtacha uzoqligi 9,5 astronomik birlik, ya'ni Quyoshdan 1 milliard 427 million kilometr narida yotadi.

Halqali bu planeta orbitasi bo'ylab sekundiga 9,6 kilometr tezlik bilan uchib, 29 yil 5 oy 16 kun deganda Quyosh atrofini bir marta aylanib chiqadi. Saturnning o'z o'qi atrofida aylanishi, Yupiterniki kabi turli kengliklarida turlichadir. Ekvator zonasining aylanish davri 10 soat 14 minut bo'lgani holda, qutbga yaqin sohasi 10 soat 28 minutli davr bilan aylanadi.

Planetaning ekvator tekisligi orbita tekisligi bilan $26^{\circ}45'$ burchak hosil qiladi. Saturn atrofida eni 60 ming kilometrgacha, qalinligi 10–15 kilometrgacha yetadigan halqasi borligi bilan boshqa planetalardan keskin farq qiladi (91- rasm). Garchi bu halqa, dastlab 1610- yili G.Galiley tomonida kuzatilgan bo'lsa-da, olim halqaning haqiqiy shaklini belgilab bera olmadi. Buning sabablaridan biri Galileyning «qo'lbola» teleskopida yasalgan halqa tasvirining sifatsizligi bo'lsa, ikkinchisi o'sha davrda planeta Yerga «yonbosh» turgani tufayli uning halqasi kuzatuvchiga qirrasi bilan turganligida edi. Saturnning Yerga tomon bu xilda «yonbosh» turishi Quyosh atrofini bir marta to'la aylanib chiqishi davomida ikki marta kuzatiladi.

Galileyning bu muvaffaqiyatsiz urinishidan so'ng yarim asrcha vaqt davomida Saturn halqasi haqida hech qanday yangilik tug'ilmadi. 1657- yilda yosh astronom Xristian Gyuygens o'zi yasagan teleskopini Saturnga qaratib, uning atrofida chiroyli halqani ko'rdi.

Saturn atrofida halqaning kuzatilishi juda ko'pchilik olimlarning e'tiborini o'ziga tortdi. Gap shundaki, to bunga qadar bi-



91- rasm. Saturn va uning halqasi.

rorta ham planetaning atrofida halqa kuzatilmagan edi. Shu sababdan Saturn halqasining tabiatini o'rganish uchun talay astronomlar birdaniga kirishdilar. Italiyalik Jovani Kassini, ingliz Robert Guk, nemis Iogan Enke, amerikalik Jorj Bond va rus Sofya Kovalevskaya shular jumlasidan edi.

1750- yilda Saturnning halqasi haqida Tomas Rayt shunday yozgan edi: «Agar biz Saturnni yetarli darajada quvvatli teleskopda kuzatsak edi, u holda halqa biz yo'ldoshlar deb ataydigan jismlardan ancha pastda yotuvchi cheksiz ko'p mayda planetalardan iboratligini ko'rar edik». Keyingi tadqiqotlar halqa haqidagi Tomas Raytning bu bashorati haq ekanligini tasdiqladi.

1857- yili mashhur ingliz fizigi Jeyms Maksvell Saturnning halqasi monolit bo'lmay, balki qattiq zarrachalarning tangasimon uyushmasi ekanligini nazariy yo'l bilan isbotladi. Ko'p o'tmay, Maksvellning aytganlari, mashhur rus astrofizigi A.A.Belopolskiy va amerikalik J.E.Klerk tomonidan o'tkazilgan eksperimentlar asosida quvvatlandi. Biroq, 1934- yilda, o'zining Semeiz observatoriyasidagi (Qrim) qator nozik kuzatishlari asosida, astronom G.A.Shayn planeta halqasi changdan tashkil topgan degan fikrga qarshi chiqdi.



Keyingi yillarga tegishli tadqiqotlar planeta halqasi haqidagi ma'lumotlarni keskin boyitdi. Saturnni o'rganishda yirik qadam 1979- yilning 1- sentabrida 6 yillik planetalararo «sayr»dan so'ng Saturndan 21 ming 400 kilometr naridan o'tgan Amerikaning «Pioner-11» avtomatik stansiyasi tomonidan qo'yildi. U o'z kuzatishlari asosida halqa zarralarining kattaliklari bir necha santimetr gacha borib, o'rtacha bir santimetr ekanligini aniqladi.

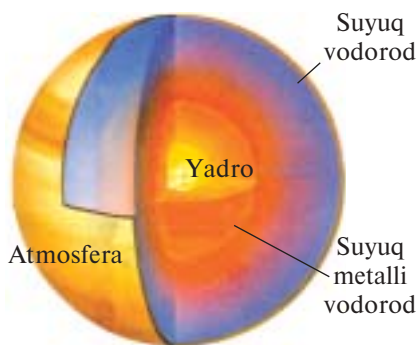


92- rasm. Saturn halqasi «Voyager» nigohida.

1980- yilning kuzida Saturn yaqinidan AQSH ning boshqa bir stansiyasi — «Voyager-1» o'tdi. Og'irligi 825 kilogrammli bu stansiya 1977- yilning 5- sentabrida «Titan-Kentavr» uchiruvchi raketa yordamida Yerdan Saturn tomon yo'l olgan edi. Stansiyaning planeta yaqinidan turib olgan rasmlari, halqa o'nlab, hatto yuzlab mustaqil halqachalardan tuzilganini va uning tekisligida kattaligi 80 kilometrgacha bo'lgan mayda — mitti yo'ldoshlar aylanishini ma'lum qildi (92- rasm). Kuzatishlar planeta sirtida temperatura -180°C atrofida ekanligini ma'lum qildi.

Saturn sirtida ekvatorga parallel holda kuzatiladigan yo'l-yo'l tasmlar va undagi detallar, Yupiter sirtidagi shunday tasmlar va detallardan kam kontrastlilik bilan ajralib turadi. Umuman olganda, Saturn turli kattalikdagi detallarga Yupiterga nisbatan ancha «kambag'alligi» bilan farq qiladi.

Planeta atmosferasida ham Yupiternikidagi kabi metan gazi (CH_4) bilan birgalikda ammiak (NH_3) uchraydi. Saturnning bulutlari tabiatiga tegishli muammoni hal qilishda ammiakning roli kattaligi tufayli bunday gazni planeta spektrida topish juda muhim edi. Garchi planeta atmosferasida ammiakning miqdori yuz mingdan bir qismini tashkil qilsa-da, uncha murakkab bo'lmagan hisoblashlar bunday miqdor Saturn atmosferasida ammiak bulutlarini hosil qilish uchun yetarli ekanligini tasdiqladi.



93- rasm. Saturnning ichki tuzilishi.

1974- yili planeta atmosferasida etan (C_2H_6) topildi. Saturnning elementli tarkibi Quyoshnikidan farq qilmay, vodorod va geliy 99% ni tashkil etadi.

Saturn atmosferasining qalinligi 1000 km atrofida bo'lib, unda pastda vodorodning geliylar aralashmasi qatlami joylashgan. Planeta radiusining yarmi yaqinida temperatura 1000 °C, bosim esa

3 mln. atm. ga yaqin. Undan pastroqda 0,7–0,8 planeta radiusi balandligida vodorod metallik fazada uchraydi. Bu qatlam ostida erigan holda Yer massasidan 9 martagacha katta bo'lgan silikat-metallik yadro joylashgan (93- rasm).

Saturnning atrofida sezilarli magnit maydonning mavjudligi dastlab «Pioner-11» tomonidan aniqlandi. Yer va Yupiterning magnit maydonlaridan farqli o'laroq, bu planetaning magnit o'qi uning aylanish o'qi bilan ustma-ust tushadi.

1655- yili halqali planetaning birinchi yo'ldoshini ham Gyuygens topdi. Planeta yo'ldoshlarini topishda ayniqsa Kassini-ning izlanishlari sermahsul bo'ldi. Gyuygensdan so'ng ko'p o'tmay, u orqama- orqa Saturnning to'rtta yo'ldoshini topdi.

«Halqali gigant» atrofida topilgan jami yo'ldoshlarining soni o'ttiztaga yetdi (94- rasm). Saturn yo'ldoshlaridan eng yirigi — Titan bo'lib, Quyosh sistemasidagi planetalarning «oy»laridan kattaligi jihatidan ikkinchi o'rinda, ya'ni Ganimeddand (Yupiterning yo'ldoshi) keyin turadi. Diametri 4850 kilometr. 1949- yildayoq J.Koyper unda metanning «iz»larini ko'rib, planetaning bu yo'ldoshi qalin atmosferaga ega ekanligini birinchi bo'lib aniqladi. Keyinchalik, Titan atmosferasida yetarlicha ko'p miqdorda vodorod kuzatildi. 1980- yili «Voyajer-1» Saturn yaqinidan o'tayotib, uning 6 ta yangi yo'ldoshini topdi.

Vaqt va taqdir xudosiga tegishli asosiy jumboq uning atrofida bunday yirik halqaning paydo bo'lish tarixidir. Planeta



94- rasm. Saturnning yoʻldoshlari (oʻrtadagi eng yirigi Titan).

halqasining paydo boʻlishini tushuntirishga qaratilgan gipotezalar ichida fransuz astronomi Roshning nazariyasi diqqatga sazovor-dir. Bu nazariyaga koʻra planetaning yoʻldoshlari markaziy planetadan maʼlum kritik masofadan kichik oraliqda mustaqil yashay olmas ekanlar. Saturn uchun hisoblangan bu kritik masofa uning ikki yarim radiusiga (150 ming kilometrga) teng boʻlib chiqdi. Shuningdek, bunday hisob, agar planeta yoʻldoshlaridan biri unga aniqlangan shu masofadan yaqin kelsa, planetaning tortish maydoni vujudga keltirgan koʻtarish kuchi taʼsirida halokatga yuz tutib, parchalanib ketishini maʼlum qiladi. Hisob-kitobi joyida boʻlgan bu nazariyaga koʻra, Saturnning halqasi qadimda planeta yoʻldoshlaridan birining «ehtiyotsizligi» tufayli unga yaqin kelib, halokatga uchraganligining oqibatidir.



1. Saturnga tegishli qanday maʼlumotlarni bilasiz?
2. Saturnning halqasi nimalardan tuzilgan?
3. Bu gigant planetaning atmosferasi haqida nimalar bilasiz?
4. Saturnning ichki tuzilishini qanday tasavvur qilasiz?
5. Saturn qanday avtomatik stansiyalar yordamida oʻrganilgan?
6. Planeta atrofida uning nechta tabiiy yoʻldoshi aylanadi?
7. Saturnning eng yirik yoʻldoshi — Titan haqida nimalar bilasiz?

8- §. Uran

Uran planetasi aslida musiqachi, keyinchalik mashhur astronom darajasiga koʻtarilgan V.Gershel tomonidan 1781- yili tasodifan topildi. Maʼlum boʻlishicha, planeta kashf etilgunga qadar qariyb yuz yilcha ilgari kuzatilib kelingan ekan. Biroq astronomlar har doim unga xira bir yulduz deb qarab, ortiqcha eʼtibor bermagan ekanlar. Planeta orbitasini birinchi boʻlib peterburglik akademik A.I.Leksel hisobladi.

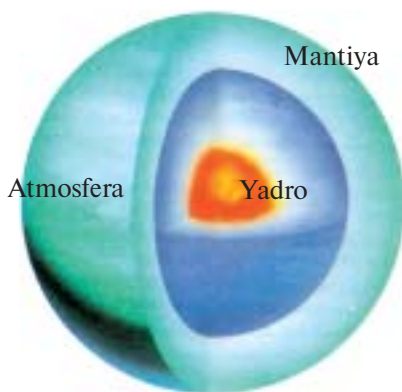


Uraning diametri 49 ming 600 kilometr, massasi Yernikidan 14,6 marta katta, o'rtacha zichligi esa $1,60 \text{ g/sm}^3$. Bu planeta Quyoshdan o'rtacha 19,2 astronomik birlik masofada uning atrofida aylanadi.

Uraning orbital tezligi sekundiga 6,8 kilometrni tashkil qiladi va Quyosh atrofida 84 yilda bir marta aylanib chiqadi. Biroq planeta o'z o'qi atrofida nisbatan tez aylanadi – sutkasining uzunligi 10 soat 49 minut.

Garchi planeta sirti detallarini ko'rib bo'lmasa-da, biroq unda davriy ravishda sirt ravshanligining o'zgarib turishi yaqqol seziladi.

Planetaning ekvatori orbitasi tekisligiga 98 gradusli burchak ostida yotib, uning aylanish yo'nalishi, Veneraniki kabi, barcha boshqa planetalarning aylanish yo'nalishiga qarama-qarshi bo'ladi. Bu hol, o'z navbatida, planetada yil fasllarining va kechakunduzning almashinuvlariga qiziq bir tus beradi. Jumladan, sakkiz to'rt yillik Uran «yili»ning 21 yili davomida Quyosh doimo gorizontdan ko'tarilib boradi. Planetaning ma'lum bir yarim sharida yoz ham bir necha yil davom etadi, biroq Quyoshning tafti ungacha yaxshi yetib bormaydi, chunki Uran osmonida Quyosh gardishi atigi 2 yoy minutiga yaqin burchak ostida ko'rinadi, xolos. Uran sirtini radionurlar asosida o'lchashlar, uning o'rtacha temperaturasi -200°C ekanligini ma'lum qiladi.



95- rasm. Uran – «yonbosh» planeta (uning ichki tuzilishi).

Uran, asosan, vodorod va geliydan tashkil topgan bo'lib, unda qisman metan ham borligi aniqlangan. Uraning ichki tuzilishini olimlar, erishilgan ma'lumotlar asosida 95- rasm-dagicha tasavvur qiladilar.

Bu planetaning topilgan yo'ldoshlarining soni yigirma bitta bo'ldi. Shulardan ikkita eng yirigi Gershel tomonidan ochilib, Titaniya va Oberon deb nomlangan. Birinchi mar-



Oberon Titaniya Umbriel Ariel Miranda

96- rasm. Uranning yoʻldoshlari – Shekspir qahramonlari.

ta bu nomlar fransuz eposida XII asrdan soʻng uchraydi. Keyinroq, Shekspirning «Yozgi tundagi tush» komediyasining qahramonlari shu nomlar bilan atalganidan soʻng, ular ayniqsa omma-bop boʻldi.

Uranning bu yoʻldoshlari topilganidan soʻng 64 yil oʻtgach, astronom Leksell planetaning yana ikki yoʻldoshini topdi. Bu ikki yoʻldosh ham Shekspir asari qahramonlarining nomlari bilan Umbriel va Ariel deb ataldi. Va, nihoyat, 1948- yili J.Koyper Uranning beshinchi yoʻldoshini topdi va anʼanaga koʻra, Shekspirning «Boʻron» ertak-pyesasining qahramoni — Miranda nomi bilan atadi. Uranning XX asrning 80- yillarida «Voyager» kosmik apparati yordamida topilgan bir nechta yoʻldoshlari ham, anʼanaga koʻra, Shekspir asarlarining qahramonlari nomi bilan ataldi (96- rasm).

Planetaning topilgan yoʻldoshlari ham uning atrofida planetaning aylanish yoʻnalishi bilan bir xil yoʻnalishda aylanadi. Aylanish tekisliklari Uranning ekvator tekisligiga juda yaqin.



1. Uran qachon va kim tomonidan ochilgan?
2. U haqida qanday maʼlumotlarga egasiz?
3. Uranning ichki tuzilishi haqida nimalar bilasiz?
4. Uranning nechta yoʻldoshi topilgan?
5. Uranning yoʻldoshlari qanday nomlar bilan atalgan?

9- §. Neptun (qalam uchida topilgan planeta)

1820- yilga qadar Quyosh sistemasi asosan quyidagi yettita planeta — Merkuriy, Venera, Yer, Mars, Yupiter, Saturn va Uran hamda ularning yoʻldoshlaridan tashkil topgan deb qaralardi.



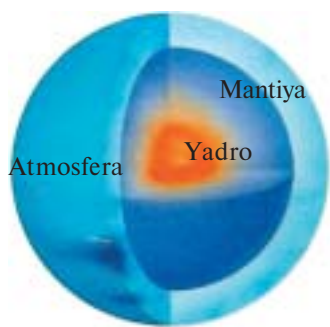
1820- yili parijlik astronom A.Buvar Yupiter, Saturn va Uranning koordinatalari jadvalini juda katta aniqlik bilan hisobladi. Biroq o'n yil o'tgach, Uran oldindan hisoblangan o'z o'rnidan 200" li yoyga ilgarilab ketdi. Yana o'n yil o'tgach, ilgarilash 90" ga, 1846- yilga kelib esa 128" ga yetdi. Astronomlar Uranning harakatidagi bu chetlashish, uning orbitasidan tashqaridagi boshqa bir planetaning ta'siri tufayli degan qarorga keldilar.

Bunday murakkab matematik masalani hal qilish uchun bir vaqtda, bir-birlaridan bexabar holda ikki astronom «bel bog'ladi». Bulardan biri fransuz matematigi U.Leverye, ikkinchisi esa yosh ingliz astronomi J.Adams edi. 1846- yili matematik hisoblashlar asosida planetaning o'rni aniqlangach, U.Leverye teleskopik yulduzlarning to'la xaritasi mavjud bo'lgan Berlin observatoriyasi xodimlariga planetani kuzatishlarini so'rab murojaat qiladi. 1846- yil 23- sentabrda bu observatoriyaning astronomi professor Galle planetani Leverye aytgan joydan atigi bir gradus naridan topdi. Planeta dengiz va okeanlar xudosi — Neptun nomi bilan ataldi.

Bu planeta osmonda «qurollanmagan» ko'z bilan ko'rish mumkin bo'lgan eng xira yulduzdan olti marta xira ko'rinadi, biroq, shunga qaramay, uni anchayin kuchsiz teleskop bilan ham ko'rsa bo'ladi.

Qizig'i shundaki, Neptunning ochilishidan ancha ilgari 1795- yili 8- va 10- mayda olingan fotoplastinkalarda uni ikki marta astronom Laland kuzatdi. Biroq u o'shanda planetani xira bir yulduz deb, bu ikki kunda olingan fotoplastinkalardan joy olgan planeta siljishini esa o'lchashning xatoligidan deb tushundi. Agar o'shanda Laland, xulosa qilishga shoshilmay, bir-ikki kun bu «xira yulduzcha»ni e'tibor bilan kuzatganda edi, u Neptunni Leverye va Galledan yarim asr oldin topgan bo'lardi!

Neptun Urandan birozgina katta bo'lib, uning diametri 50 ming 100 kilometrdir. Zichligi har kub santimetrda 1,6 gramm. Quyoshdan o'rtacha uzoqligi 30,1 astronomik birlik. Massasi Yernikidan 17,2 marta katta. Planetaning orbital tezligi sekundiga 5,5 kilometr bo'lib, Quyosh atrofida aylanish davri 164 yil-u 280 kun. Neptun o'z o'qi atrofida 15,8 soatda bir marta aylanib chiqadi.



97- rasm. Neptunning ichki tuzilishi hozircha shunday tasavvur qilinadi.



98- rasm. Neptunning yoʻldoshlari (oʻrtada eng yirik yoʻldoshi – Triton).

Spektroskopik kuzatishlar Neptunda vodorod va metan borligini maʼlum qildi. Planeta zichligining Yupiter va Saturn zichligidan ortiqligi uning tarkibida ogʻirroq elementlar mavjud, degan xulosaga olib keldi (97- rasm).

1846- yili astronom Lassel Neptunning katta bir yoʻldoshini topdi va unga dengiz xudosi Poseydonning oʻgʻli Triton nomini berdi. Triton juda massiv boʻlib, diametri 4500 kilometrcha keladi. Triton, Neptundan oʻrtacha 383 ming kilometr masofada, planetaning aylanish yoʻnalishiga teskari orbital harakat bilan aylanadi. Shuningdek, planetaning bu yirik yoʻldoshi anchayin qalin atmosfera bilan ham qoplangan.

1949- yili planetaning boshqa bir yoʻldoshini Koyper topdi va unga qadimgi greklarning sevgi xudosi Nerey qizining nomi – Nereida berildi. Uning diametri atigi 300 kilometr. Topilgan jami yoʻldoshlarning soni 8 ta.

Neptunning 1989- yilda ungacha yetgan «Voyager-2» KA tomonidan topilgan bir necha yoʻldoshi 98- rasmda keltirilgan.



1. Neptunni ochilish tarixi qanday boʻlgan? Nega uni «qalam uchida topilgan planeta» deyishadi?
2. Qanday avtomatik stansiyaning «oyogʻi» Neptungacha yetdi? Qachon?
3. Neptunning ichki tuzilishi haqida qanday tasavvurga egasiz?
4. Neptunni nechta yoʻldoshi bor?



10- §. Mitti planetalar va mayda osmon jismlari

Pluton — mitti planetalarning yirik vakili. Leveryening muvaffaqiyatidan ilhomlangan ingliz astronomi Forbs 1880- yil-dayoq, Neptundan uzoqda ham Quyosh oilasining a'zolaridan bo'lishini gumon qilib, uning o'rnini hisoblashga kirishdi. Murakkab hisoblashlar natijasida astronom noma'lum planeta-ning ayni paytda o'rni (planetalar yulduzlar fonida siljib yuradi) Tarozi (Mizon) yulduzlar turkumida yotishini aniqladi. Forbs uni qidirib bir necha tunlarni uyqusiz o'tkazdi, so'ngra qo'lda lupa bilan fotoplastinkalardan tashqi planetaning «avtografi»ni tinim bilmay izladi. Biroq barcha urinishlar foydasiz bo'lib chiqdi. Neptun ortidagi planeta ko'zga ilinmadi.

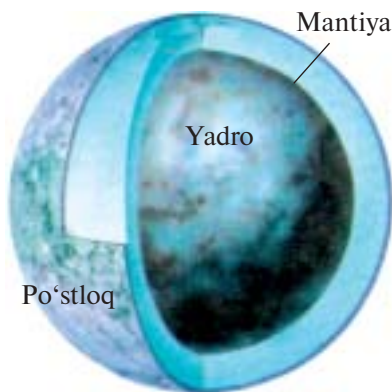
Asrimizning boshida transneptunning o'rni bilan astronom P.Lovell qiziqli. Uning matematik hisoblashlari shu qadar murakkab ediki, bu hisoblashlar oldida Leveryening hisoblashlari oddiy arifmetik hisoblashlar edi. Biroq olingan fotoplastinkalarda planetani ko'rish Lovellga ham nasib qilmagan ekan, u 1930- yili vafot qildi. Xuddi shu yili 13- martda Lovell observatoriyasining yosh astronomi K.Tombo olingan fotoplastinkalardan uni qidirib topdi va Lovellning hisoblab topgan planeta o'rni juda katta aniqlikka ega ekanligiga ishonch hosil qildi. Afsus qiladigan joyi shunda ediki, Lovell vafot qilgach, u olgan fotografiyalar sinchiklab tekshirilganda, ularning bir nechtasida Pluton qayd qilinganligi ma'lum bo'ldi. Aftidan, Lovell planeta ravshan ko'rinishi kerak degan gumon bilan Plutonning xira yulduzcha ko'rinishidagi tasvirini e'tiborsiz qoldirgan.

Pluton ko'z ilg'aydigan eng xira yulduzlardan ham 4 ming marta xira ravshanlikka ega. Uning orbitasi juda cho'zinchoq ellips shaklida bo'lib, perigeliyda (Quyoshga eng yaqin kelganda) Quyoshga Neptundan ham yaqinroq keladi, afeliyida (orbitasining Quyoshdan eng uzoqdagi nuqtasida) Neptun orbitasidan sal kam 3 milliard kilometr nariga ketadi. Planetaning Quyoshdan o'rtacha uzoqligi 5,9 milliard kilometrni (39,5 astronomik birlik) tashkil etadi. Agar bunday katta masofadan turib Quyoshga nazar tashlansa, u kichkina yorituvchi nuqtaga aylanib, planeta sirtini Yer sirtiga nisbatan qariyb 1600 marta kam yoritishi aniq bo'ladi. Sirtida temperaturasi -220°C atrofida



bo'lgan bu planetaning fizik tabiati ham shu tufayli yaxshi o'rganilmagan.

Plutonning diametri aniq o'lchanganicha yo'q. Hisoblashlar u 2500 kilometrdan katta emasligini ko'rsatadi. Uning ravshanligi 6,4 kunlik davr bilan o'zgarib turadi va bu vaqt planetaning aylanish davri deb qabul qilinadi. Planetaning ichki tuzilishi 99- rasmda keltirilgan. Uning diametri 1770 km li yadrosi, asosan tosh jinslar va muzdan tashkil topgan. Uning ustida



99- rasm. Pluton va uning ichki tuzilishi.

~240 km li suv-muzli mantiya qatlami mavjud bo'lib, planeta sirti bir necha km qalinlikdagi muzlagan metan bilan o'ralgan.

Bu planetaning o'z orbitasi bo'ylab tezligi, barcha boshqa planetalarnikidan kam bo'lib, sekundiga 4,7 kilometr. Pluton yilining uzunligi esa 248 Yer yilini tashkil qiladi.

Pluton orbitasining tekisligi Yer orbitasi tekisligi bilan juda katta -17° li burchak hosil qiladi. Natijada u harakati davomida, ma'lum davrga, boshqa planetalardan farqli o'laroq, zodiak yulduz turkumlari sohasidan chiqib ketadi.

Ayni paytda, XAI ning 2006- yil avgust oyidagi Bosh Assemblyasida Quyosh sistemasi jismlarining sinflashtirilishi o'zgartirilib, planetalar soni 7 taga tushirildi, Pluton esa yangi — mitti planetalar sinfiga kiritildi. Bu sinfga ilgari mayda planeta sanalgan Serera (11- § ga qarang) va 2004- yili Spitser kosmik teleskopi (AQSH) yordamida topilgan hamda diametri ≈ 2000 km bo'lgan Sedna deb nom olgan mayda planeta ham kiradi. Uning orbitasi juda cho'zinchoq ellips bo'lib, Quyoshdan uzoqligi 10 mlrd km dan 130 mlrd km gacha o'zgaradi.



1. Pluton planetasi XAI Bosh Assemblyasining qaroriga ko'ra Quyosh sistemasi obyektlarining qaysi sinfiga kiritildi?
2. Pluton va boshqa mitti sayyoralar barcha ma'lumotlar aniqmi?
3. Plutonning yo'ldoshi bormi?



11- §. Mayda planetalar (asteroidlar)

1596- yili bosilgan «Kosmografiya sirlari» asaridayoq, Iogann Kepler Mars bilan Yupiterning orasida yana bir planeta boʻlishi kerak degan gumon bilan chiqqan edi. Keplerning bu gipotezasi ikki asrdan soʻng planetalarning Quyoshdan oʻrtacha uzoqliklarini ifodalovchi ajoyib empirik (bevosita kuzatishlardan aniqlangan) qonuniyatning ochilishi bilan tasdiqlandi. 1772- yili vittenberglik astronom Iogann Titsius planetalarning astronomik birliklarda ifodalangan katta yarim oʻqlari quyidagi munosabatdan topilishini aniqladi:

$$a = (0,4 + 0,3 \cdot 2^n) \text{ a.b.},$$

bu yerda $n = -\infty, 0, 1, 2, 3, 4, \dots$ qiymatlarni oladi.

Quyidagi jadvalda, planetalar orbitalari katta yarim oʻqlarning yuqoridagi formula yordamida topilgan qiymatlari, ularning Quyoshdan haqiqiy uzoqliklari bilan solishtirilgan.

2- j a d v a l

T/r	Planeta	n	Planetaning Titsius formulasiga koʻra hisoblangan katta yarim oʻqi (a.b.)	Planetaning Quyoshdan haqiqiy oʻrtacha uzoqligi (a.b)
1	Merkuriy	$-\infty$	0,4	0,4
2	Venera	0	0,7	0,7
3	Yer	1	1,0	1,0
4	Mars	2	1,6	1,52
5	?	3	2,8	—
6	Yupiter	4	5,2	5,2
7	Saturn	5	10,0	9,5

Titsiusning kashfiyotidan xabar topgan berlinlik astronom Iogann Bode bu empirik munosabatni qayta koʻrib, toʻgʻriligiga ishonch hosil qildi va uni keng targʻib qilishda katta xizmat koʻr-



satdi. Shundan so'ng bu qonuniyat Titsius–Bode qonuni nomi bilan dunyoga mashhur bo'ldi. Natijada, bu qonuniyatga ko'ra Mars bilan Yupiterning oralig'ida Quyoshdan o'rtacha 2,8 astronomik birlik masofada yana bir planeta bo'lishiga endi ko'pchilik astronomlar shubha qilmaydigan bo'lishdi.

To'rt yillik sistemali qidiruv ijobiy natija bermadi. Birinchi bo'lib, Quyoshdan taxminan 3 a.b. masofadan joy olgan planetani Palermo (Sitsiliya) observatoriyasining direktori Juzeppe Piatzi 1801- yilning 1- yanvar kechasi Savr yulduz turkumidan topdi.

Piatssi planetani bir oycha kuzatgach, yanvarning oxirlarida o'z kashfiyoti haqida Berlinga va Milanga (Italiya) xat yo'lladi. Bu davrda Napoleon urushi avjga chiqqani bois, uning xatlari martning oxiri, aprelning boshlarida ko'zlagan manzillariga zo'rg'a yetib bordi. Biroq bu oylarda Piatssining topgan birinchi mayda planetasi Quyoshga yaqinlashib, uning shafag'ida ko'rinmay qoldi. Ko'p urinishlardan so'ng, 1801- yilning oxirgi tuni yana yangi yil kechasi «yo'qolgan» bu planetani nemis astronomi Olbers Sunbula yulduz turkumidan qayta topdi. Unga Serera deb nom qo'yishdi. Ilgari yirik mayda planeta nomi bilan mashhur Serera ham XAI ning qarori bilan mitti sayyoralar sinfiga kiritildi. 1802- yil 28- martda berlinlik astronom Olbers Sererani qayta kuzatayotib, uning yaqinida yana bir tanish bo'lmagan yulduzchaga ko'zi tushdi. Ikki soatlik kuzatish bu obyektning yulduzlar fonida siljishini ma'lum qildi. Natijada Quyosh oilasiga yana bir mayda planeta qo'shildi va u Pallada deb nom oldi. Garchi Pallada orbitasining katta yarim o'qi ham 2,8 a.b. kattalikka ega bo'lsa-da, biroq uning orbita tekisligi Yer orbitasi tekisligiga juda katta burchakka – 34° ga og'ishgan holda ekanligi ma'lum bo'ldi.

1804- yil 2- sentabrda Hut yulduz turkumida astronom Garding keyinchalik Yunona deb nomlangan mayda planetani, 1807- yil 29- martda esa Olbers to'rtinchi asteroid – Vestani topdi.

Shundan so'ng, Mars bilan Yupiterning oralig'ida qadimda noma'lum bir planeta halokatga uchragan degan gipotezaga astronomlar yanada ko'proq ishonch hosil qila boshladilar. Bu esa, o'z navbatida, hali Mars bilan Yupiter oralig'ida «tesha tegmagan»



mayda planetalar ko'p degan xulosani berdi. O'nlab astronomiya ishqibozlari tunlarni bedor o'tkazib, mitti planetalarga «qarmoq tashlashda» davom etdilar. Biroq bu urinishlarning ko'pi befoйда ketdi. Faqat 1845- yilga kelib 15 yillik tinimsiz izlanishlar astronomiya «ishqibozi» — pochta chinovnigi Karl Genkeni yangi asteroid bilan mukofotladi. Beshinchi, bu mayda planeta Astrei deb nomlandi. Bu hodisadan so'ng mitti planetalarning ochilishi tezlashib ketdi. Keyingi o'n yilda ularning soni 36 taga, 1890-yilga kelib esa 302 taga yetdi.

Dastlab mayda planetalar qadimgi rim afsonalarining qahramonlari, xudolarning nomlari bilan yuritildi. So'ngra ularning soni juda ko'payib ketgach, ular 45- sidan boshlab, oddiy ayollarning nomi bilan, keyinroq esa asteroidlarga Filosofiya, Geometriya, Yustitsiya kabi faniy nomlar hamda geografik nomlar beriladigan bo'ldi.

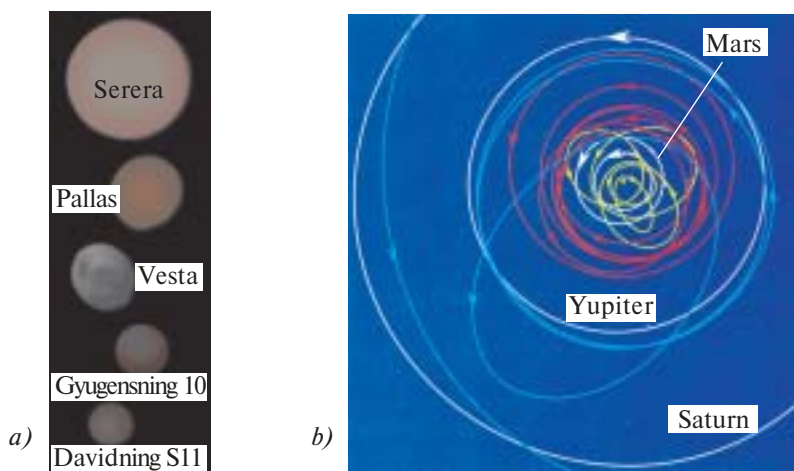
Urush yillarida Kitob xalqaro kenglik stansiyasida ishlagan Semeiz (Qrim) observatoriyasi xodimi, professor G.Neuymın topgan asteroidlardan biriga (1351- sonlisiga) «O'zbekistoniya» deb nom bergan.

Mayda planetalarga tegishli yana bir qiziq gap shundaki, ularning ko'pi topilgach, orbitalarini hisoblashga ulgurmay turib yo'qotib qo'yiladi. Shu xilda «yo'qolgan» mitti planetalarning soni mingdan ortiq. XX asrning birinchi besh yilligi (1901–1905- y.) oralig'ida topilgan 300 ta mayda planetadan 179 tasi yo'qotib qo'yildi, 1936–1940- yillar davomida topilgan 1176 asteroiddan esa ro'yxatda atigi 136 tasi mustahkam joy oldi.

Buning oldini olish uchun 1873- yildayoq Berlin hisoblash instituti tashkil etildi va u, to 1945- yilga qadar mitti planetalarni tadqiq qilish markazi bo'lib xizmat qildi. Urushdan keyin bu vazifani 1920- yilda tashkil etilgan Sankt-Peterburg nazariy astronomiya instituti o'z zimmasiga oldi. Bu institutning osmon jismlari orbitalarini hisoblashga tegishli jadvallari butun dunyo astronomik observatoriyalari tomonidan foydalaniladi.

Orbitalari hisoblanib, mayda planetalarning ro'yxatidan mustahkam joy olgan asteroidlarning soni hozirga kelib 2000 dan ortib ketgan.

Asteroidlar ichida eng yiriklarining o'lchamlari ham Yer radiusi bilan solishtirganda juda kichik chiqadi (100- α rasm). Ulardan eng yiriklari — Serera (ko'ndalang kesimi ~1000 km), Pallada (610 km), Vesta (540 km) va Gigeя (450 km). Faqat 14 ta



100- rasm. *a)* taniqli mayda planetalarning solishtirma o'lchamlari ($M \ 1 \text{ sm} : 500 \text{ km}$); *b)* bir guruh mayda planetalarning orbitalari.

mayda planetaning ko'ndalang kesimi 250 km dan ortiq, qolganlari esa ancha kichik, eng kichigining kesimi 1 km atrofida (Germes). Asteroidlarning massalari $1,4 \cdot 10^{21} \text{ kg}$ dan (Serera), ya'ni Yer massasidan 4,4 ming marta kichik, to 10^{12} kg (Germes) gacha borib, o'rtacha zichligi 2 g/sm^3 dan (toshli asteroid) to $7-8 \text{ g/sm}^3$ gacha (temir-nikelli asteroid) boradi. 100- *b* rasmda bir guruh asteroidlarning Quyosh atrofidagi orbitalarining o'zaro joylashishi tasvirlangan.

Asteroidlardan Ikar, Germes, Eros va Adonislars Yerga davriy ravishda yaqinlashib turadi. Bunda ular Yerga 6 mln. km dan 23 mln. km gacha yaqinlashib, Yer uchun katta xavf tug'diradi.

Biroq asteroidlarning Yerga, davriy ravishda bunday yaqinlashib turishidan tashvishga tushishga hojat yo'q. Chunki bunday asteroidlarning orbitalarining hisob-kitobi bilan Xalqaro Astronomik Ittifoqning bir guruh olimlari doimiy shug'ullanishadi. Binobarin, planetamiz bilan biror asteroidning to'qnashish ehtimoli ro'y berishini ular bir necha yil oldindan ogohlantira oladilar. Bunday ogohlantirish asosida, planetamiz Yerni asteroid bilan halokatli uchrashuvdan asrab qolishning turli yo'llarini olimlarimiz allaqachon topib qo'yanlar.



1. Titsius qonuni planetalar orbitasiga tegishli qanday parametрни hisoblaydi?
2. Mayda planetalarning orbitalari mavjud qaysi planetalar oraligʻida yotadi?
3. Birinchi mitti planeta Plutonni kim topgan? Uning oʻlchami qanday?
4. Qaysi mayda planetalar davriy ravishda Yerga yaqinlashib turadi?
5. Mavjud asteroidlardan «roʻyxatdan oʻtgani» taxminan qancha?

12-§. Kometalar («dumli yulduzlar»)

«Kometa» — yunoncha soʻz boʻlib, «sochli» degan maʼnoni anglatadi. Kometalarga «sochli» yoki «dumli yulduzlar» degan nom ularning Quyosh yaqinida oʻtayotgandagi koʻrinishlariga koʻra berilgan boʻlib, aslida harakatlari davomida ularning koʻrinishlari keskin oʻzgarib boradi. Xususan, kometa Quyoshdan juda uzoq masofada boʻlganda (u paytda kometa planetamizdan ham uzoq masofada turadi), uning asosiy massasi mujassam-

lashgan *yadro* deb ataluvchi qismi xira yulduzcha shaklida koʻzga tashlanadi. U Quyoshga yaqinlashgan sayin yadro atrofini *koma* deyiluvchi siyrak gaz buluti oʻraydi. Shuningdek, bu davrda komadan Quyoshga qarama-qarshi tomonga qarab ravshan «dum» choʻziladi (101-rasm).

Kometa Quyoshga yaqinlashgan sayin kometaning diametri va «dumi»ning uzunligi orta boradi. Qizigʻi shundaki, diametri million kilometrgacha tartibdagi kometa yadrosini oʻrovchi koma ham va uzunligi bir necha yuz million kilometrgacha yetadigan «dum» ham kattaligi — atigi bir



101- rasm. «Dumli yulduz» — kometaning koʻrinishi.



necha kilometr keladigan yadrodan, u Quyosh temperaturasidan «bahramand» bo'lgach, ajraladi.

Kometaning yadrosi koma bilan birgalikda uning *boshi* deyiladi. «Bosh» va «dum»dan tashkil topgan bu antiqa «yulduz» o'zini fanga hozirgidagidek tanishtirgunga qadar, o'z ko'rinishi bilan odamlarni ko'p tashvishga solgan osmon jismlaridan hisoblanadi.

Hatto XVII asrda G'arbda tarqalgan «Mo'jizalar tarixi» to'plamida ham «dumli yulduzlar» xudo g'azabining elchilari deb talqin qilingan. Xususan, eslatilgan «tarix»da shunday so'zlar bitilgan edi. «Kometa baxtsiz hodisalarning aniq belgisi bo'lib xizmat qiladi. Har doim kishilar Oy tutilishini, kometani ko'rishgach, Yerning qimirlashi, suvning qonga aylanishi va shunga o'xshash baxtsizliklar ro'y berib, shundan so'ng ko'p o'tmay dahshatli voqealar — qon to'kishlar, odam o'ldirishlar, buyuk monarxlarning o'limi, sotqinliklar, imperiya va qirolliklarning barbod bo'lishi, ochlik, qimmatchilik, xullas bir so'z bilan aytganda, insoniyatni baxtsizlik o'z iskanjasiga oladi. Shuning uchun ham hech kim qiyomat va dahshatli suron yaqinlashayotganligidan, aniqrog'i, ostonada turib eshik qoqayotgandan darak beruvchi samoning bu elchilari va mo'jizalariga shubhalanmasligi kerak».

Yaqin-yaqin yillargacha ham kometa baxtsizlik elchisi deydi-ganlar topilib turardi. Fanda esa salkam XVI asrning oxirlariga qadar kometalar Yer atmosferasining yashin yoki qutb yog'dusi kabi hodisalaridan biri deb qaralar edi. 1577- yili mashhur daniyalik tadqiqotchi, astronom Tixo Brage kuzatishlar asosida kometalar — planetalar orasida harakatlanuvchi osmon jismlari ekanligini tasdiqladi. Shundan so'ng ko'p o'tmay, XVII asrning boshlarida I.Kepler va G.Galiley «dumli yulduzlar» Quyosh sistemasini to'g'ri chiziq bo'ylab kesib o'tadi va keyin unga butunlay qaytmaydi deb taxmin qildilar.

Kometa ko'rinishlarining o'zgarishida uning harakat trayektoriyasini o'rganish muhim rol o'ynaydi. Bu borada Brage va Keplerdan so'ng taniqli polyak astronomi Geveliyning xizmati katta bo'ldi. Kometalar haqidagi o'z tadqiqotlari asosida Geveliy kometalarning trayektoriyasi egri chiziqdan iboratligini aniqladi.



1681- yili Georg Derffel kometalarning orbitalari parabola ko'rinishida bo'lib, ularning fokusida Quyosh turishini aniqladi. Biroq kometalar harakatining parabolik orbitalar bo'ylab kuzatilishini buyuk ingliz fizigi Nyuton isbot qildi.

Kuzatilgan barcha kometalarning orbitalarini boshqa bir ingliz olimi, Nyutonning shogirdi – Edmund Galley hisobladi. U 1337- yildan 1698- yilgacha davrda kuzatilgan 24 ta kometa haqida ma'lumot yig'ib, ularning orbita elementlari aks etgan katalogni 1705- yilda nashr qildirdi.

Qizig'i shunda ediki, bu kometalardan uchtasining, aniqrog'i 1531, 1607, 1682- yillarda kuzatilganlarining orbita elementlari deyarli bir xil bo'lib chiqdi. Bu hol tasodifiy emasligiga qattiq ishongan E.Galley 1705- yilda shunday yozadi: «1531- yili Apian tomonidan, 1607- yilda Kepler va Longomontan tomonidan kuzatilgan kometa, 1682-yili men o'zim kuzatgan kometaning aynan o'zi bo'lishi kerak degan fikr menga tinchlik bermaydi. Bu uchala kometaning elementlari bir-biriga aniq mos keladi. Shuning uchun ham men bu kometaning 1758- yili qaytib kelishini ishonch bilan ayta olaman. Agar u qaytib kelsa, u holda boshqa kometalarning ham Quyosh yaqiniga qaytib kelishlariga (ya'ni davriyligiga) shubha qolmaydi».

Olim ko'p yanglishmagan edi. Galley bashorat qilgan «dumli yulduz» 1759- yilning 12- martida perigeliydan o'tdi. Kometani hammadan oldin – 1758- yilning 25- dekabrda Drezden atrofida yashovchi dehqon – astronomiya ishqibozi G.Palich ko'rdi. Fransiyada birinchi bo'lib kometani 1759- yilning 21- yanvarida Parij Dengiz observatoriyasining xodimi Messye ko'rdi.

Shunday qilib, Galleyning bashorati qoyilmaqom bo'lib tasdiqlandi. Bu esa, o'z navbatida, Nyutonning tortishish qonunining haqligini isbotladi. Natijada, Quyosh sistemasining a'zosi ekanligi tasdiqlangan kometa uning kashfiyotchisi sharafiga Galley deb ataladigan bo'ldi. 102- rasmda Galley kometasining 1986- yilda Quyosh yaqinidan navbatdagi o'tishi paytida O'zbekiston FA Astronomiya instituti xodimlari tomonidan olingan fotografiyasi aks etgan.

Hozirgi zamon kometa astronomiyasining asoschilaridan sanalgan, rus tadqiqotchisi F.A.Bredixin XIX asrning ikkinchi



yarmida barcha asosiy kometa hodisalarini tushuntira oladigan ixcham mexanik nazariyani yaratdi. Bu nazariyaga ko'ra, Quyoshning kometaga ta'sir etuvchi tortishish kuchidan bir necha marta ortiq kattalikka ega bo'lgan itarish kuchi ham borligi topildi. XIX asrning o'rtalaridayoq ingliz fizigi J. Maksvell nurning oqimi uning yo'liga qo'yilgan to'siqqa bosim bilan ta'sir qilishini nazariy yo'l bilan aniqladi. Biroq bu bosimning miqdori nihoyatda kichik bo'lib, uni tajribada ko'rsatish juda katta san'at talab qilar edi. 1900- yili rus olimi N.N. Lebedev tomonidan bunday nozik tajriba qoyilmaqom qilib bajarildi. Ma'lum bo'lishicha, nurning bosimi haqiqatan ham mavjud



102- rasm. 1986- yilda Galley kometasining Quyosh yaqinidan o'tishi.

bo'lib, ayniqsa siyrak gaz molekulari yoki mayda chang zarrachalariga bo'lgan uning qiymati sezilarli darajada katta ekan.

Nurning bunday bosimiga tayanib, kometa dumidagi siyrak gazlarning Bredixin bashorat qilgan itaruvchi kuchlar ta'sirida Quyoshdan teskari tomonga cho'zilishini tushuntirish qiyin bo'lmadi.

Kometalarning yadrosi muzlagan gazlar va ularga yopishgan turli o'lchamdagi chang, tosh va metall zarrachalardan tashkil topadi. Muzlagan gaz aksariyat holda ammiak, metan, karbonat angidrid, sian va azotdan iborat bo'lib, kometa Quyoshga yaqinlashayotganda yadro uning taftidan intensiv bug'lana boshlaydi va yadro atrofida qalin gaz qatlami — komani vujudga keltiradi. Quyoshning ultrabinafsha nurlari komani tashkil etgan gaz molekularini «uyg'otadi». Natijada komaning spektrida uni tashkil etgan neytral gazlarning (azot, sian, karbonat angidrid, metan va boshqalar) yorug' tasmalari paydo bo'ladi.

Kometalarning dumlari, eslatilganidek, Quyosh nurlarining bosimi va Quyosh «shamoli» (korpuskular zarrachalarining



oqimi) ta'sirida paydo bo'ladi. Kometa Quyoshga yaqinlashgan sayin, komaga gaz va changning intensiv ajralib chiqishi oqibatida unga ta'sir etuvchi bosim kuchi ham ortib, kometaning dumi kun sayin cho'zila boradi.

Kometaning dumini tashkil etgan gaz va chang, odatda, juda siyrak bo'ladi. Quyoshning ultrabinafsha nurlari ta'sirida gaz molekulalari ionlashadi va parchalanib nurlanadi. Shuning uchun ham bunday gazli dumlarning spektrida ionlashgan azot, karbonat ангидрид va is gazining emission chiziqlari paydo bo'ladi.

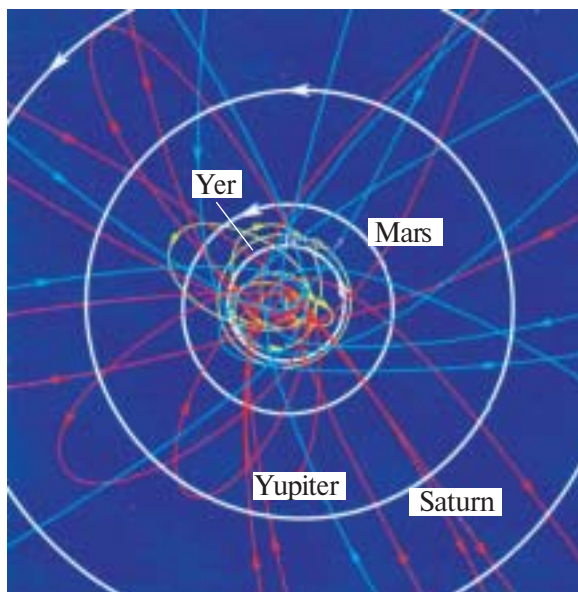
Changli kometa dumlarining spektri Quyosh nurlarini qaytargani tufayli Quyosh spektri bilan bir xil bo'ladi.

Kometa massasining asosiy qismi uning yadrosida mujassamlashgan bo'lib, eng yirik kometalarda ham u Yer massasining yuz milliondan bir qismidan ortmaydi. Komaning zichligi esa atigi $10^{-12} - 10^{-13} \text{ g/sm}^3$ ni tashkil qiladi. Kometa bosh qismining diametri, uning massasi va Quyoshdan uzoqligiga ko'ra 25 ming km dan (xira kometalarda) 2 mln. km gacha (ravshan kometalarda), dum qismi esa 150 mln. km gacha boradi. Kometalarga tegishli bu ma'lumotlarning ko'pchiligi 1986- yilda Quyosh yaqinidan Galley kometasining navbatdagi o'tishida «Jotto» (Buyuk Britaniya), «Planeta» (Yaponiya) va «Vega» (sobiq Ittifoq) avtomatik stansiyalari yordamida qo'lga kiritildi.

Oddiy ko'zga ko'rinadigan kometalar juda kam uchrab, har bir necha yilda bittaga to'g'ri keladi. Biroq teleskoplar yordamida astronomlar deyarli har yili ularni kuzatishadi.

1950- yilga qadar 1500 dan ortiq kometa qayd qilindi, shulardan 400 ga yaqini teleskoplar ixtiro qilingunga qadar, qolganlari esa teleskoplar yordamida ochilgan.

Astronom Boldenning «Кометы до начала 1948 года» kito-bida 1619 ta kuzatilgan «dumli yulduz» haqida ma'lumot keltirilgan. Agar 1948- yildan to 1972- yilgacha kuzatilgan kometalar bu songa qo'shilsa, kuzatilgan kometalarning soni 1834 taga yetadi. Albatta, bularning ichida qurollanmagan ko'z bilan kuzatilganlari juda kam miqdorni tashkil qiladi. Davriy kometalardan bir guruhining Quyosh atrofida aylanish orbitalari 103- rasmda keltirilgan.



103- rasm. «Dumli yulduz»lardan bir guruhining Quyosh atrofidagi orbitalari.

Kometalar qayerda «tugʻiladi»? Bu savol kometalar masalasida hali toʻla yechilmagan, jumboqlarga boy savollardan hisoblanadi. Birinchi boʻlib bunday savolga Laplas javob berishga harakat qildi. U oʻzining «Olam sistemasining bayoni» asarida kometalar «... tumanliklarning tashkil etgan moddalaridan vujudga kelib, Quyosh sistemasiga tashqaridan keladi» deb yozgan edi.

1929–30- yillarda rus olimi S.K.Vsexsvyatskiy qisqa davrli kometalarning har dafʼa navbatdagi koʻrinishlarida, ravshanliklarining oʻzgarishi asosida ularning yoshi bir necha oʻnlab yildan bir necha yuzlab yilga teng boʻlishi mumkinligini aniqladi. Bu dalillar, oʻz navbatida, qisqa davrli kometalar Yupiter sistemasining chegarasida tugʻilishidan darak beradi. Bu dalillarga tayangan holda, oʻz tadqiqotlari asosida S.Vsexsvyatskiy qisqa davrli kometalar, Yupiter yoki uning yoʻldoshlaridan ulotirilgan materiyadan tashkil topadi degan gipotezani oʻrtaga tashladi. Biroq koʻplab parabolik orbitaga ega boʻlgan uzun davrli kometalarning paydo boʻlishini bunday gipoteza asosida tushun-



tirib boʻlmasligi, ular Quyosh sistemasiga tashqaridan kelishi haqidagi gipotezani qabul qilishni taqozo qiladi.

Golland astronomi Y.Oort yaqinda oʻtkazilgan oʻz tadqiqotlari asosida, bunday kometalarning manbayi — Quyosh sistemasini oʻrovchi va Quyoshdan qariyb 20 ming astronomik birlikka qadar choʻzilgan chegara ichida yotuvchi ulkan hajmli kometa bulutlaridir, degan xulosaga keldi.

Koʻpchilik «dumli yulduzlar» orbitalarining perigeliylari Quyoshdan va Yerdan juda uzoqda yotganliklari tufayli ularni koʻrib boʻlmaydi. Bunday oʻta uzun davrli kometalar doimo muzlagan holatda boʻlganliklaridan, orbitalarini milliardlab yillar davomida oʻzgartirmay yashashlari mumkin. Biroq, hisoblashlar yaqin joylashgan «dumli yulduz»larning ayrimlari Quyosh sistemi planetalarining taʼsiri oqibatida vaqt oʻtishi bilan Quyosh sistemasini butunlay tashlab ketadigan parabolik orbitalarga oʻtib ketishlari ham mumkinligini koʻrsatadi.



1. «Kometa» qanday maʼnoni anglatadi?
2. «Dumli yulduzlar» haqiqatan ham yulduzmi?
3. Birinchi davriy kometa kim tomonidan va qanday aniqlangan?
4. Kometalarning tuzilishini bayon qiling.
5. Kometalar dumining Quyoshdan teskari tomonga choʻzishining sababi nimada?
6. Ularning yadrosi nimadan tarkib topgan? Dumi-chi?
7. Galley kometasi haqida nimalar bilasiz?

13- §. Meteorlar («uchar yulduzlar») va meteor «yomgʻirlari»

Tunda chiroyli iz qoldirib «uchgan yulduz»larni kim koʻrmagan deysiz? Biroq bu «uchar yulduz»larning haqiqiy yulduzlarga hech aloqasi yoʻqligini har kim ham bilmasa kerak. Aslida ular — osmonning «daydi» mayda tosh zarrachalaridir. Ularning kattaliklari millimetrning ulushlarida, massalari esa milligrammlarda oʻlchanadi. Ular Yerga yaqinlashgach, planetamiz atmosferasiga sekundiga 10 kilometrda 70–80 kilometr gacha tezlik bilan kiradilar. Shubhasiz, bunday katta tezlikdagi tosh zarrachasi atmosfera molekulalari bilan ishqalanib



cho'g'lanadi va uchish davomida juda tez yemiriladi. Fanda *meteorlar* deb yuritiluvchi «uchar yulduz»lar yo'lining uzunligi bu osmon jismlarining kattaliklari bilan bog'liq bo'lishi o'z-o'zidan tushunarli.

Meteor zarralar qanday vujudga keladi, ularning manbalari qayerda, degan tabiiy savol tug'iladi. Gap shundaki, ayrim kometalar, Quyosh sistemasining boshqa osmon jismlaridan farq qilib, vaqt o'tishi bilan parchalanadi. Kometa har daf'a Quyosh yaqinidan o'tayotib, yadrosiga tegishli bir qism gaz va changni yo'qotadi. Kometa yadrosida bu gaz va changlarning zaxirasi chegaralanganligini e'tiborga olsak, ma'lum davrdan so'ng «dumli yulduz»lar boshsiz va dumsiz qolishlarini tushunish qiyin bo'lmaydi. Perigeliydan o'tayotgan kometaning dumsiz va komasiz bo'lishi uning «qariligi»dan darak beradi. Ma'lum kometa qancha vaqtdan so'ng o'z yadrosidagi gazni sarflab bo'lishini hisoblash mumkin bo'lib, xuddi shu xildagi hisoblashni rus olimi S.V.Orlov Galley kometasi uchun bajardi. Uning hisoblashlari bu kometa Quyosh atrofida 330 marta aylangandan so'ng, ya'ni qariyb 25 ming yildan so'ng gaz zaxirasidan ajralagani ma'lum qildi.

Astronom S.K.Vsexsvyatskiy o'z tadqiqotlari asosida, davriy kometa har daf'a Quyosh yaqinidan yangidan o'tayotganda uning ravshanligining kamayishini aniqladi. Bunday dalil ham nisbatan qisqa vaqt ichida kometaning gaz zaxirasi kamayib ketishidan darak beradi. Aslida kometa gaz zaxirasidan ajralgandan keyin ham changli dum hosil qilib, «sochli» degan nomni anchaga oqlab yuradi. Kometaning butunlay parchalanib ko'zdan yo'qolishi boshqa bir jarayonning — mexanik parchalanishning oqibatida bo'ladi. Mexanik parchalanish Quyosh yaqinidan o'tayotgan juda ko'p kometalarda kuzatilgan. Xususan, 1846- yilda kuzatilgan Biela kometasi Quyosh yaqinidan o'tayotib ikki bo'lakka ajralgan. Navbatdagi 1857- yili ko'rinishida, bu bo'laklarning biri ikkinchisidan ikki million kilometrga uzoqlashgan va shundan keyin to shu paytgacha, har qancha urinishlarga qaramay, bu kometa hech kim tomonidan kuzatilmagan. 1872- yili mazkur kometaning Yerga juda yaqin oraliqda o'tish paytida kometa o'rnida kuchli «meteor yomg'iri» kuzatilgan (104- rasm).



104- rasm. Meteor
«yomgʻiri».

1950- yili olim D.D.Dubyago parchalangan kometa yadrolarining meteor oqimlarining vujudga kelishidagi rolini chuqur oʻrganib chiqdi. Uning hisob-kitobining koʻrsatishicha, kometa yadrosini «tashlab qochgan» meteor zarralarining buluti Quyosh beradigan koʻtarilish kuchi taʼsirida ham choʻzilib, ham kengaya boradi va bir necha ming yillardan soʻng kometa orbitasi boʻylab bir tekis taqsimlanib qoladi. Parchalangan kometalarning qoldiqlari kelgusida meteor oqimlarini tugʻdirish dalillarida yaxshi tasdiqlandi.

Buning uchun parchalangan kometa orbitasi va yillik davr bilan kuzatiladigan meteor oqimlarining yulduzlar ichidagi oʻrnini solishtirish kifoya. Shunday solishtirish natijasida har yili avgust oyida kuchayadigan «meteor



105- rasm. Ajdarho yulduz turkumiga proyeksiyalanadigan Drakonid «meteor yomgʻiri».



yomg'irlari»dan biri — Perseid meteor oqimi, «1862 III» deb nomlangan parchalangan kometa yadrosining zarrachalari tomonidan hosil qilinishi aniqlandi. Mashhur Galley kometasi ham ikkita — Orionid deb nom olgan Orion yulduz turkumidagi va may oyida kuzatiladigan Akvarid yulduz turkumlaridagi meteor oqimlarini vujudga keltiradi. Shu xildagi «meteor yomg'iri»dan o'nga yaqini fanga ma'lum.

105- rasmda har yili 8–12- oktabr kunlari tunda Ajdarho yulduz turkumida proyeksiyalanib ko'rinadigan chiroyli Drakonid «meteor yomg'iri» tasvirlangan.



1. «Uchar yulduzlar»ning yulduzlarga daxli bormi?
2. Yonib uchayotgan bu «yulduzlar» aslida nima?
3. «Uchar yulduzlar» yomg'iri qanday hodisa?
4. «Uchar yulduzlar» bilan parchalanib tugagan kometalar orasida qanday bog'lanish bor?
5. Meteorlar «yomg'iri»ga Liriidlar, Drakonidlar, Leonidlar degan nomlar nimaga asoslanib berilgan?

14- §. Meteoritlar

Ba'zan samoning «daydi» toshlari ancha katta bo'lib, Yer atmosferasi qatlamidan o'tayotganda yonib ulgurmaydi va *bolid* ko'rinishida yer sirtiga tushadi (106- rasm). Ular *meteoritlar* degan nom bilan yuritiladi. Meteoritlar asosan toshdan, temirdan, tosh-temirdan va ba'zan muzdan iborat bo'ladi.

Tarixda kishilar bir necha bor osmon jismlarining Yerga «tashrif» buyurgan «vakili» muzdan iborat bo'lganini ko'rishgan. Xuddi shunday hodisadan biri Kiyev viloyatida kuzatilgan: 1970-yilning 8- mayida Yagotina shahrida bulutsiz ochiq havodan kattagina muz parchasi yerga urilib, bir necha bo'lakchalarga parchalanib ketgan. Bo'laklarning umumiy og'irligi, tortilganda, 15 kilogrammga yetgan.

Buyuk Karl zamonasining qo'lyozmalaridan birida esa osmondan kattaligi sal kam uydek keladigan muz parchasi tushganligi haqida yoziladi. 1908- yili Sibir taygasiga «mehmon» bo'lgan boshqa bir osmon jismining nimadan iborat bo'lganligini aniqlash olimlar orasida o'n yillab cho'zilgan tortishuvga sabab bo'lib, hozirgacha ham sirililigini saqlamoqda.



a)



b)

106- rasm. a) Yer sirtiga tushayotgan meteoritning osmonda qoldirgan izi — bolid; b) mazkur meteorit tushgan (30.06.1938) joyda, portlash oqibatida qulagan daraxtlar (rasm 1978- yilda olingan).

Sibir «mehmoni» Podkamennaya Tunguska daryosining o'ng qirg'og'ida joylashgan Vanovare qishlog'idan yuz kilometrcha shimoli-g'arbga ertalab, Quyosh biroz ko'tarilganda «tashrif» buyurdi. Yerni kuchli larzaga solib, planetamizga «qadam ranjida» qilgan bu osmon jismi keyinchalik Tungus meteoriti nomi bilan fanda keng tanildi.

Hisoblashlarning ko'rsatishicha, planetamizga yiliga 500 dan ortiq bunday toshlar «tashrif» buyuradi. Biroq Yer yuzining qariyb 70 protsenti suv bilan qoplanganligini e'tiborga olsak, bu toshlardan 350 ga yaqini dengiz va okean tublaridan joy olib, izsiz yo'qolishlari ma'lum bo'ladi. Qolganlari quruqlikka tushadigan 150 toshning hammasi ham aholi yashaydigan joylar atrofiga tushavermaydi albatta, shuning uchun osmon «mehmonlari»ni ko'rish har kimga ham nasib bo'lavermaydi.

1947- yilning 12- fevral kuni boshqa bir osmon toshi — Sixote-Alinsk meteoritining tushishiga Uzoq Sharqdagi Iman shaharchasida istiqomat qiluvchi rassom Medvedev guvoh bo'ldi. Uning ma'lum qilishicha, olov shar orqasidan burqsigan tutun-



dan iz qoldirib va turli tomonlarga uchqunlar sochib, katta tezlik bilan gorizont tomonga uchdi. Olov shar gorizontdan yo‘qolgandan so‘ng u tomondan juda kuchli portlash tovushi eshitildi. Keyingi yillarda bu temir meteoritni o‘rganish yuzasidan uyushirilgan ilmiy ekspeditsiyalar bu «osmon mehmoni» yer sirtiga tushishdan oldinroq havoda parchalanganini va uning parchalaridan hosil bo‘lgan voronkalar bir necha kvadrat kilometrli maydonni egallaganini aniqlashdi. Hosil bo‘lgan voronkalarining (o‘ralarning) diametri 60 santimetrdan 28 metrgacha bo‘lib, ulardan topilgan meteorit bo‘laklarining og‘irligi 1 kilogrammdan 70 kilogrammgachani tashkil qildi. Hisoblashlar meteorit bo‘laklarining umumiy og‘irligi 100 tonnadan kam emasligini ko‘rsatdi.

Birinchi bo‘lib osmondan tosh tushishi mumkinligini Peterburg Fanlar akademiyasining muxbir a‘zosi E.F.Xladniy o‘zining 1794- yilda bosilib chiqqan «Pallas tomonidan topilgan temir bo‘lagining kelib chiqishi va u bilan bog‘liq tabiat hodisalari haqida» asarida ilmiy asosladi. E.F.Xladniy Krasnoyarsk o‘lkasiga tushgan temir meteoritni uzoq vaqt o‘rganib, u osmondan tushganligiga to‘la ishonch hosil qildi va yuqorida tilga olingan ilmiy asarni yozish bilan meteoritikaga birinchi bo‘lib asos soldi.

Osmon toshlarining yerga tushishi juda qadimdan kuzatilgan bo‘lib, bu toshlar xudoning yerlilarga in‘omi deb qaralar va muqaddas hisoblanardi. Shunday samo «mehmon»laridan biri 1514- yili Germaniyaga tushgan tosh meteorit bo‘lib, u tushgan maydon yaqinida joylashgan cherkovga o‘rnatilgan va qayta «osmonga uchib ketmasligi» uchun temir zanjirlar bilan bog‘lab qo‘yilgan. Bu cherkov ham xudojo‘ylar uchun muqaddas qadamjoga aylangan.

Yerga tushib turadigan bu toshlar qayerdan keladi, degan savol tug‘iladi. Gap shundaki, osmonda turli kattalikka ega bo‘lgan har xil toshlar ming-minglab topilgan bo‘lib, ular ham planetalar kabi Quyoshning atrofida aylanadi. Ularning ichida turli orbitalilari bilan birga, orbitalari yagona bo‘lganlari ham ko‘plab uchraydi. Xususan, parchalangan kometa («dumli yulduz») orbitasida minglab turli kattaliklardagi osmon jismlari ham uchraydi. Orbitasi bo‘ylab harakatlanayotgan bunday mayda



jismlar Yer yaqinidan o'tayotib, uning kuchli ta'siriga beriladilar va o'z «yo'llari»ni planetamiz tomon burishga majbur bo'ladilar.

Meteorit Yerga urilganda uning tezligiga bog'liq ravishda turli kattalikdagi o'ralar hosil qiladi. O'raning chuqurligi urilish joyining yumshoqligiga ham bog'liq, albatta. 1871- yil 10- dekabrda Bandunga (Yava) yaqinidagi sholi maydoniga tushgan meteoritning og'irligi 8 kilogramm bo'lib, yerga 1 metrgacha kirib ketgan. 1910- yilning 12- iyulida Sant-Mixel (Finlyandiya) yaqiniga tushgan osmon toshining og'irligi esa 10 kilogramm bo'lib, yarim metr chuqurlikdagi o'rani hosil qilgan. 1948- yili Norton (Kanzas shtati) shahri yaqinidagi makkajo'xori maydoniga tushgan osmon jismlari «vakili»ning og'irligi bir tonnaga yaqin bo'lib, hosil qilgan o'rasining chuqurligi uch metrga yetdi.

Garchi meteoritlar yer atmosferasiga sekundiga o'nlab kilometr tezlikka ega holda kirsalar-da, havoning katta qarshiligi ularni tezda «hovuridan tushiradi». Hisoblashlarning ko'rsatishicha, yerga urilish paytida ularning o'rtacha tezligi sekundiga 200–300 metrni tashkil qiladi. K.P.Stanyukovich tezligi sekundiga 4 kilometrgacha bo'lgan toshlarning yerga urilishi portlash bilan tugashini ilmiy asosladi. Portlagan meteorit urilish joyida krater (havza) hosil qilib, uning parchalari bir necha kilometrgacha otilib ketadi. Tezligi sekundiga 4 kilometrdan ortiq bo'lgan osmon toshining Yerga urilishidan ajralgan energiya har qanday shunday massali portlovchi moddadan (portlash paytida) ajralgan energiyasidan bir necha marta ortiq bo'ladi. Bunday katta tezlik bilan uriluvchi meteorit energiyasining bir qismi uni to'la bug'latib yuborishga sarf bo'lsa, qolgan qismi krater hosil qilish va tuproqni isitishga ketadi. Bunday katta tezlikka erishuvchi meteoritning massasi juda katta (taxminan 100 tonna) bo'lishi hisoblashlardan ma'lum. Shuning uchun ham massasi 100 tonnadan ortiq osmon «mehmon»larini Yerdagi topib bo'lmaydi, ular «avto-graf» sifatida Yerdagi ulkan kraterlarga qoldiradilar. Meteorit hosil qilgan bunday yirik kraterlardan biri Arizona shtatida (AQSH) topilgan bo'lib, uning diametri 1300 metrga, chuqurligi esa 175 metrga yetadi (107- rasm).

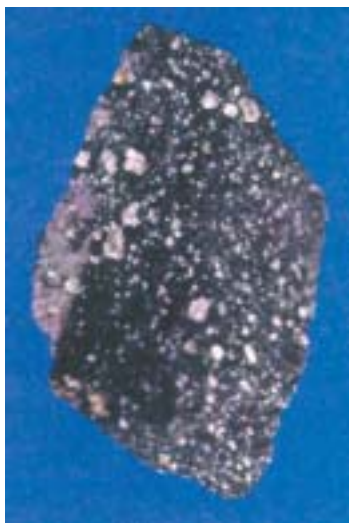
1891- yili bir guruh amerika olimlari Arizona shtati bo'ylab safarga chiqishdi va sahro o'rtasida juda katta voronkaga (o'raga)



107- rasm. Arizona shtatidagi sahroga tushgan meteoritning hosil qilgan havzasi ($d = 1300$ m, $h = 175$ m).

duch kelishdi. Voronka atrofida 10 kilometrgacha masofaga uloqtirilgan qoya toshlarining topilishi, voronka tuprog'i bir qismini ezib kukunga aylantirilgani va boshqa bir qismini eritib qotishmaga aylantirilgani, olimlar tomonidan krater, portlash tufayli vujudga kelgan degan xulosaga kelishlariga asos bo'ldi. Olimlar halokat ro'y bergan bu joydan ko'p uzoqda bo'lmagan yerda istiqomat qilgan, qadimda mashhur hind qabilalari avlodlaridan surishtirib, krater atrofi zonasini Alvasti darasi deyilishini va, afsonalarga ko'ra, «u yerga bir vaqtlar xudo o'z olov aravasida tushganini» aniqladilar. Shundan so'ng olimlar krater — osmon toshining «ishi» degan gumon bilan uning atrofini qidirdilar. Natijada krater yaqinidan va hatto undan o'nlab kilometrgacha masofadan meteorit bo'laklarini topdilar. Minglab topilgan meteorit parchalarining umumiy og'irligi 20 tonnadan ortiq chiqdi.

Bunday yirik meteorit hosil qilgan kraterlardan yana biri Texas shtatida topildi; uning diametri 162 metr bo'lib, chuqurligi 5 metrni tashkil qiladi. Krater va uning atrofidagi maydondan qariyb bir yarim ming temir meteorit parchalari topilgan.



108- rasm. Xenberi
choʻlidan topilgan meteorit
parchasi.

1931- yili Avstraliyaning Xenberi choʻlida esa meteoritlar «yomgʻiri»dan hosil boʻlgan 13 krater topildi. Ulardan eng kattasining diametri 165 metr boʻlib, chuqurligi 15 metrga yetadi. Kraterlar guruhi yas-tangan maydondan qariyb bir yarim ming meteorit boʻlaklarining topi-lishi va mahalliy aholi orasida tar-qalgan «qoya ortida yonib tushgan Quyosh» afsonasi bu kraterlar, osmon toshlari «bombardirovka»si-ning oqibati ekanligidan darak bera-di. Topilgan toshlarning ogʻirligi bir necha kilogrammdan yarim tonna-gacha keladi (108- rasm).

Tabiatning bunday ajoyib hodi-salarida bosh ijrochi sifatida ishtirok etgan oʻnlab yirik meteoritlar plane-

tamizning turli burchaklarida muzey eksponatlari qatoridan oʻrin olgan. Chixuaxuada (Meksika) topilgan Morita deb nomlangan toʻgʻri konus shaklidagi meteoritning ogʻirligi 11 tonna boʻlib, hozir Mexikoda saqlanadi. Argentinaning Kampo-del-Sʻelo («Yulduzli maydon») maydonida topilgan osmon «vakili»ning ogʻirligi 13 tonnani, Amerikaning tabiat tarixi muzeyida saqla-nayotgan 1902- yili Oregon oʻrmonlaridan topilgan Villamette temir meteoritining ogʻirligi 14 tonnani tashkil qiladi. Sinszyan (Xitoy) viloyatining Armanti shaharchasi yaqiniga tushgan meteoritning ogʻirligi 20 tonna, Tanganikaga tushgan Mbozi ismli boshqa meteoritning boʻyi 4 metr chamasi boʻlib, eni va qalinligi 120 santimetr, ogʻirligi esa 25 tonna. Meksikaning Sinapoa shta-tiga tushgan osmon toshi ham boshqalaridan qolishmaydi. Uning boʻyi rosa 4 metrni, eni qariyb 2 metrni, qalinligi esa 1 metr 60 santimetrni tashkil qilib, ogʻirligi 27 tonnadir. Gʻarbiy Gren-landiyaga tushgan meteorit Yerga urilganda parchalanib ketdi. 1897- yili Nyu-Yorkka keltirilgan va Keyi-York deb yuritiladigan bu meteorit uchta katta boʻlagining ogʻirligi 30 tonna («Palatka»), 3 tonna («Ayol») va 408 kilogramm («It»)ni tashkil qiladi.



Planetamizda topilgan yaxlit meteoritlar ichida eng yirigi janubi-gʻarbiy Afrikaga «qadam ranjida» qilgan boʻlib, bu temir meteoritning boʻyi va eni qariyb 3 metrdan, eni esa 1 metrdan ortiq. Bu gigant temir «mehmon»ning ogʻirligi 60 tonna! Olim S.Gordonning aniqlashicha meteorit Yer atmosferasiga kirishdan oldin 100 tonnani tashkil qilgan.

Yuqorida eslatilganidek, meteoritlarning aholi yashaydigan manzillarga tushish ehtimoli juda kam. Butun insoniyat tarixida meteoritlardan 15 tasigina kishilar yashaydigan tomlarga tushganligi aniq qayd qilingan. Shundan toʻrt holidagina kishilar yengil jarohatlangan va kontuziya olganlar, xolos.



1. Bolidlar qanday hodisa, u nimadan darak beradi?
2. Meteoritlar qanday jinslardan iborat boʻladi?
3. AQSH ning Arizona shtatidagi meteorit krateri haqida nimalar bilasiz?
4. Tunguz meteoriti haqida bilganlaringizni bayon qiling.
5. Yana qanday meteoritlar haqida eshitgansiz?