M. Mamadazimov

ASTRONOMIYA

Ulıwma orta bilim beriw mekteplerinińi 11-klası hám orta arnawlı kásip óner kolledjlerinińi oqıwshıları ushın sabaqlıq

1-basılım

Ózbekstan Respublikası Xalıq bilimlendiriw ministrligi tastıyıqlaǵan

«DAVR NASHRIYOTI»
Tashkent – 2018

UO‘K 52(075.3)
KBK 22.6ya72
M 23

Bul sabaqlıq, oǵan qoyılǵan talaplar boyınsha, ulıwma bilim beriw mekteplerinińi 11-klası, orta arnawlı hám kásip-óner kolledjleri hám Ózbekstan Respublikası Ilimler Akademiyası Astronomiya institutı qasında ashılıp atırǵan astronomiyaǵa qánigelestirilgen mektep ushın arnalǵan.

Sabaqlıqta oqıw materiallarınıń quramalılıq dárejesine qaray, ayırım temalar bir (*) yaki eki (**) juldızsha menen berilgen bolıp, bunda bir (*) juldızshalı oqıw materialı ápiwayı hám qánigelestirilgen mektepler ushın arnalǵan bolsa da, biraq ápiwayı mektep oqıwshılarına onıń mazmunı boyınsha túsinikler beriw menen sheklenip, qánigelestirilgen mektepte onıń matematikalıq apparatlar járdeminde ashıp berilgen tolıq mazmunın ózlestiriw talap etiledi, oqıw materialları eki juldızsha (**) menen berilgen paragraflar bolsa, tek ǵana qánigelestirilgen mektep oqıwshılarına arnalǵan bolıp, onda astronomiyanıń tereńlestrilgen hám keńeytirilgen mazmunı ashıp berilgen. Sonday-aq, sabaqlıqtan orın alǵan «Kosmonavtika elementleri» de qánigelestirilgen mekteplerge arnalǵan bolıp, onda oqıwshılarǵa aeronavtikaǵa tiyisli dáslepki túsinikler beriledi.

Pikir bildiriwshiler:

Sh.A. Egamberdiev – ÓzR IA Astronomiya institutı direktorı, fizika-matematika ilimleri doktorı, akademik;
S.P. Ilyasov – ÓzR IA Astronomioya institutı ilimiy isler boyınsha direktor orınbasarı, fizika-matematika ilimleri doktorı;
Ch. Sherdanov – ÓzR IA Astronomiya institutı xızmetkeri, fizika-matematika ilimleri kandidatı;
B. Sattorova – Nizamiy atındaǵı TMPU dotcenti, pedagogika pánleri kandidatı;
U. Alimuhammedova – Tashkent qalası Yunusobad rayonı 9-sanlı ulıwma bilim beriw mektebiniń oqıtıwshısı;
E. Jumaniyazov – Tashkent qalası Sergeli rayonı 8-sanlı ulıwma orta bilim beriw mektebiniń oqıtıwshısı.

Qaraqalpaqsha awdarmaǵa pikir bildiriwshi:

S. Qayıpnazarov – Muxammed Al-Xorezmiy atındaǵı TITU Nókis filialı assistenti.

M 23

Astronomiya [Tekst]: Qaraqalpaq tilinde bilim beriletuǵın ulıwma orta bilim beriw mekteplerinińi 11-klası hám orta arnawlı, kásip-óner kolledjleriniń oqıwshıları ushın sabaqlıq / M.Mamadazimov.–Tashkent: DAVR NASHRIOTI, 2018.– 176 b.

UO‘K 52(075.3)
KBK 22.6ya72

Respublika maqsetli kitap fondı qarjıları esabınan basıp shıǵarıldı.

© M. Mamadazimov, 2018
© «DAVR NASHRIYOTI» MCHJ, 2018

ISBN 978-9943-5024-9-9

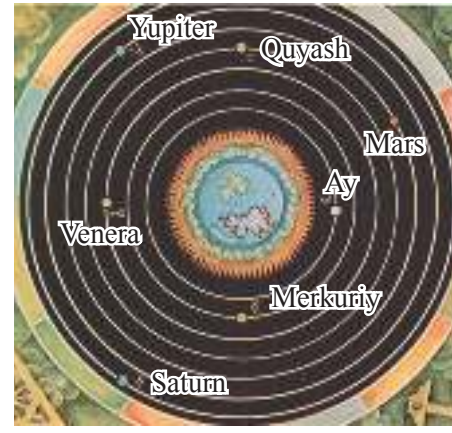
1-TEMA. 1-§. Astronomiya neni úyrenedi? Onıń rawajlanıw tariyxı hám basqa pánler menen baylanısı

Kosmostıń bizge eń jaqın hám uzaq obyektlerin, sistemalardıń háreketleri hám fizikalıq tábiyatların úyrenetuǵın pán *astronomiya* dep ataladı. Astronomiya grekshe «*astron*» – juldız, «*nomos*» – nızam degen sózlerden quralǵan bolıp, ol aspan deneleri, olardıń kelip shıǵıwı hám dúzilisi, háreketleri, fizikalıq tábiyatı hám evolyuciyaların úyrenetuǵın pán.

Astronomiyanıń rawajlanıwınıń qısqasha tariyxı. Astronomiya da basqa barlıq pánler sıyaqlı jámiyettiń ámeliy mútájlikleri tiykarında kelip shıqqan. Astronomiyanıń bórtikleri Bobil, Mısr, Oraylıq Aziya, Qıtay, Hindstan sıyaqlı mámleketlerde bunnan birneshe mıń jıllar aldın payda bolǵan.

Áyyemgi grek astronomları baqlanǵan astronomiyalıq hádiyselerdiń kelip shıǵıwın túsindiriwge háreket etken. Ásirese, Pifagor Jerdiń shar tárizli ekeni haqqında pikir bildirgen, Aristotel bolsa Álemniń orayında háreketsiz Jer jaylasqan degen geosentrik sistemaǵa tiykar salǵan.

Aleksandriyalı Eratosfen b.e.sh III ásirde birinshilerden bolıp, Jer meridianı 1^o lı sheńberiniń uzınlıǵın hám keyin ala planetamızdıń radiusın ólshedi. Ataqlı grek alımı hám filosofı Gipparx júzlegen juldızlardıń koordinataların ózinde sáwlelendirgen birinshi juldızlar katalogin (kestesin) dúzdi. Eramızdıń II ásirinde ataqlı grek astronomı Klavdiy Ptolemey «Megale sintaksis» (Ullı dúzilis) atlı shıǵarmasında grek astronomiyası tabısların uliwmalastırıp, planetalardıń kórinetuǵın – ilmek tárizli háreketlerin túsindire alatuǵın hám tiykarında Aristotel-Gipparxlardıń geosentrik, yaǵnıy orayında Jer jaylasqan degen teoriyası bar Álem dúzilisi haqqındaǵı jańa taliymattı jarattı (*1-súwret*).



1-súwret. Aristotel (b.e.sh. IV ásir) Álemniń dúzilisin usılay elesletken.

Bul táliymat boyınsha, sol dáwirde belgili bolǵan bes planeta (Merkuriy, Venera, Mars, Yupiter hám Saturn) Jer átirapında *episikl* dep atalatuǵın aylanalar boylap, usı episikllardıń orayları bolsa *deferent* dep atalıwshı úlken aylanalar boylap aylanadı. Hátte, bul geosentrik teoriya Álem dúzilisiniń haqıyqıy túrin sáwlelendirmegen bolsa da, biraq ol derlik on bes ásir dawamında tán alınıp kelindi.

IX–XV ásirlerde Jaqın hám Orta Kúnshıǵıs hám Oraylıq Aziya mámleketlerinde iri astronomiyalıq observatoryalar qurıldı. Olarda Al-Battoniy, Al-Xarezmiy, Al-Farǵoniy, Abu Mahmud Xojandiy, Abu al-Vafo Buzjoniy, Abduraxmon as-Sofiy hám Ibn Yunus sıyaqlı tanıqlı babalarımız jumıs alıp barǵan.

Ásirese, Al-Battoniy grek astronomyası erisken tabısların ulıwmalastırıp, Aydıń háreketleniwi boyınsha ayırım maǵlıwmatlardı anıqlaǵan. Al-Farǵaniydıń «Astronomiya tiykarları» atlı shıǵarması sol dáwir ushın astronomiyanıń ózine tán ensiklopediya wazıypasın atqarǵan. Arab alımları Ay hám onıń háreketleri tuwralı oylap tabıwlar, Jer meridianınıń uzınlıǵın ólshew jumısları menen dúnyaǵa tanılǵan. Ózbek alımı Beruniydıń astronomiyaǵa tiyisli 40 tan zıyat shıǵarması bar bolıp, olarda Quyash, Ay hám planetalar háreketi, olardıń dúzilisi, kalendarlarǵa tiyisli kóplegen maǵlıwmatlar keltirilgen.

XV ásirde Shıǵıs astronomiyasınıń jáne bir iri tulǵası Mirza Ulıǵbek Samarqandta dúnyadaǵı eń úlken astronomiyalıq observatoriyanı iske túsirdi. Observatoriyanıń birneshe on jıllıq jumıs barısı dawamında Qozizoda Rumiy, Jamshid Koshiy hám Ali Qushshı sıyaqlı alımlardan ibarat astronomiya mektebi dúzildi.

Astronomiyanıń keyingi rawajlanıw basqıshı Evropada bir qatar alımlardıń astronomiya tarawındaǵı áhmiyetli oylap tabıwları menen baylanıslı. Bul barısta polshalı astronom Nikolay Kopernik, italiyalı alımlar Jordano Bruno hám Galileo Galiley, nemis matematigi Iogann Kepler hám de ingliz fizigi Isaak Nyutonlardıń dóretiwshilik iskerligi áhmiyetke iye boldı. XVI ásirden XX ásirdiń baslarına shekem tábiyattanıw jónelisinde islengen tiykarǵı oylap tabıwlar hám nızamlardıń kópshiligi joqarıdaǵı alımlardıń atı menen baylanıslı.

XX ásir ortalarında spektral analizdiń oylap tabılıwı hám astronomiyada fotografiyanıń qollanılıwı nátiyjesinde astronomiyanıń jańa jiyekleri ashıldı. Bul aspan deneleriniń fizikalıq qásiyetlerin úyreniw barısında úlken imkaniyatlardı

payda etti. Nátiyjede aspan deneleri hám olardıń sistemalarınıń fizikalıq qásiyetlerin úyreniw menen shuǵıllanatuǵın jańa pán – *astrofizikaǵa* tiykar salındı.

Astronomiyanıń basqa pánler menen baylanısı. Astronomiya páni basqa barlıq pánler menen úzliksiz baylanısqan. Astronomiyanıń rawajlanıwında, ásirese *fizika* hám *matematika pánleriniń* áhmiyeti úlken bolǵan. Astronomiya da óz gezeginde bul on jıllıqlarda erisken tabısları menen fizika hám matematika pánleriniń rawajlanıwına óziniń sezilerli dárejede úlesin qosıp kelmekte.

Fizika hám matematika pánleriniń kóplegen idea, teoriya hám metodları astronomiyalıq izertlewlerde sınawdan ótip kelmekte. Mexanika nızamları, salıstırmalılıq teoriyasınıń tiykarǵı ideaları, kvant fizikası, atom dúzilisi, yadrolıq reakciyalar, zat hám nurlanıwdıń óz ara tásirlesiwi menen baylanıslı teoriyalar usıǵan kiredi.

Aspan deneleriniń ximiyalıq quramı, atmosferanı quraǵan molekular birikpeler, Jerde tirishiltiń payda bolıwı haqqındaǵı máseleler astronomiyanıń *ximiya hám biologiya pánleri* menen baylanıslılıǵın kórsetetuǵın máselelerden bolıp esaplanadı.

Astronomiyanıń *metodologiyalıq, dúnyaqaras* hám *ekologiyalıq* tarawındaǵı birqansha máseleler bolsa, onıń *sociallıq* hám *gumanitar pánler* menen baylanıslıǵın kórsetedi. Astronomiyalıq hádiyseler jazıp barılǵan qoljazbalar tiykarında, tariyxıy hádiyseler hám processlerdiń anıq waqıtları belgilengen jaǵdaylar tariyxta kóp bolǵan. Aqırǵı jıllarda astronomiyalıq izertlew ásbaplarınıń jetilisiwi hám basqarılıwında *texnika* hám *radioelektronika* ayrıqsha áhmiyetke iye. Bulardıń barlıǵı astronomiyanıń qáliplesiwi hám izertleniwinde onıń basqa pánler menen qanshelli tıǵız birgelikte bolǵanına áhmiyetli dálil bola aladı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Jerdiń shar tárizli aspan denesi ekenligin birinshilerden bolıp kim anıqlaǵan?
2. Jer radiusın áyyemde kimler birinshilerden bolıp ólshegen?
3. Orta ásirlerde astronomiyanıń rawajlanıwına úlken úles qosqan Orta aziyalı hám evropalı alımlardan kimlerdi bilesiz?
4. Ózbekstan territoriyasında astronomiyalıq oray orta ásirlerde qay jerde jaylasqan edi?
5. Astronomiyanıń basqa pánler menen baylanısı haqqında nelerdi bilesiz?

I – BÓLIM

I BAP. ÁMELIY ASTRONOMIYA TIYKARLARÍ

2-TEMA. 2-§. Jaqtırtqıshlardıń sutkalıq kórinetuǵın háreketleri. Juldız toparları

Juldızlardıń sutkalıq kórinetuǵın háreketleri. Bultsız túnde aspanda dana-dana bolıp dizilgen juldızlardı kórip, onnan lázzetlenbegen adam bolmasa kerek. Bir qaraǵanda juldızlardıń san-sanaǵı joqtay túyilse de, negizinde ápiwayı kóz benen qaralǵanda, aspannıń belgili yarım sferasında olardıń kórinetuǵın sanı 3000 nan artpaydı. Eger túnde belgili bir jerde turıp juldızlar birneshe saat dawamında tınımsız baqlap turılsa, pútkil aspan sferasınıń juldızları baqlawshıdan ótiwshi kosmoslıq oq (ol álem oǵı dep aytıladı) átirapında aylanıp atırǵanın kóriwge boladı. Bunday aylanıw dawamında ıqtıyarlı jaqtırtqısh óz ornın gorizont tárepler-ge qaray ózgertip baradı. Juldızlar aspanınıń bunday kórinetuǵın aylanıw dáwiri bir sutkanı quraydı. Qublaǵa qarap turǵan baqlawshıǵa jaqtırtqıshlar shepten ońǵa, yaǵnıy saat strelkası jónelisinde háreketlenip atırǵanday bolıp kórinedi.

Eger baqlawshı belgili bir waqıt dawamında fotoapparat járdeminde aspannıń arqa bólegin súwretke alsa, belgili bir bólegindegi juldızlar shıǵıstan shıǵıp, batısqa batqan jaǵdayda, batpaytuǵınları – belgili qozǵalmaytuǵın noqat átirapında konsentrikalıq aylanalar (orayı bir noqat bolǵan aylanalar) sızıp atırǵanın kóredi. Negizinde bunday hádiyse Jerdiń óz kósheri átirapında aylanıwı sebepli júz beredi (*2-súwret*).

2-súwret. Polyus juldızı átirapında juldızlardıń kórinetuǵın aylanıwı (bir neshe saat dawamında polyusqa baǵdarlanıp ornatılǵan fotoapparat járdeminde alınǵan).

Áyyemgi Shıǵısta adamlar jaqtırtqıshlarǵa qa-rap baǵdar alıw ushın aspannıń belgili bir bóle-ginde jaylasqan jaqtı juldızlardı bólek-bólek topar-larǵa bólip, olardı *juldız toparları* dep ataǵan. Juldız toparların haywanlar yaki jániwarlar (Úlken ayıw, Aqquw, Arıslan, Aydarqa, Kit), grek ápsanalarınıń qaharmanları (Kassiopeya, Andromeda, Pegas hám tağı basqa) hám bazıda onıń jaqtı juldızları birgelikte qaralǵanda geometriyalıq forma yaki buyımlarǵa uqsaǵanı ushıń olardıń atları (úshmúyeshlik, Tárezi, Shómish) menen atalǵan.

Házirgi waqıtta aspan sferası 88 bólimge, yaǵnıy juldız toparına bólingen. Belgili bir juldız toparına kiriwshi bir neshe juldızlar jaqtı juldızlar usı toparǵa yaki bazıda qońsı juldız toparına kiriwshi gúńgirt juldızlardı tabıwda jaqsı baǵdar bolıp xızmet etedi.

Aspandaǵı belgili bir juldız toparın yaki juldızdı tabıw ushın, dáslep juldızlar kartası hám atlasları menen jaqınnan tanısıp, soń olar járdeminde bir qansha shınıǵıwlar islew kerek boladı.

Quyash, Ay hám planetalardıń sutkalıq kórinetuǵın háreketleri de shıǵıstan batısqa qaray gúzetilip, juldızlardan ayırmashılıq tárepi, olardıń shıǵıw hám batıw noqatları maksimal balentlikleri kún sayın ózgerip baradı.

Ásirese, Quyash Nawrızda (21-martta) anıq shıǵıs noqatınan kóterilip, anıq batıs noqatına batqan halatta bolıp, keyin onıń shıǵıw hám batıw noqatları arqa tárepke jılısıp baradı. Bunday jaǵday 22-iyunǵa shekem dawam etip, soń shıǵıw hám batıw noqatları, kerisinshe, gorizonttıń qubla tárepine qaray jıljıydı. Bul dáwirde Quyashtıń tústegi bálentligi páseyip barıp, kúndiz qısqaradı, tún bolsa kerisinshe uzayadı.

Planetamızdıń joldası Ay da sutkalıq kórinetuǵın hárekette qatnasıp, shıǵıstan batısqa, juldızlar menen birge jıljısıp baradı. Biraq birneshe tún dawamında baqlawlardan-aq, Aydıń juldızlarǵa qaraǵanda Jer átirapında *haqıyqıy háreketleniwin* seziwge boladı. Bunday háreket sebepli Ay juldızlar fonında batıstan shıǵısqa qaray hár sutkada shama menen 13° dan jılısıp, Jer átirapında 27,32 sutkada bir márte tolıq aylanıp shıǵadı.

Quyashtıń bir neshe ay dawamında sistemalı baqlanıwı onın da Ay sıyaqlı juldızlarǵa qaraǵanda batıstan shıǵısqa jılısıp barıwın xabarlaydı. Quyashtıń bunday *kórinetuǵın háreketi* sebepli sutkalıq jıljıwı Ayǵa qaraǵanda júdá kishkene bolıp, bar-joǵı bir gradusqa jaqın sheńberdi quraydı hám bir jılda bir márte tolıq aylanıp shıǵadı. Quyashtıń bunday háreketi *Jerdiń Quyash átirapında haqıyqıy jıllıq háreketi* sebepli júz beredi.

3-§. Jerdiń kósheri oǵı átirapında aylanıwına dáliller *. Fuko mayantnigi

Túnde aspanǵa dıqqat penen qarap, ápiwayı esaplaw járdeminde juldızlardıń hár saatta shıǵısta batısqa qaray 15° qa jılısıwın ańsat tabıwǵa boladı. 360° tı 15° qa bólsek, 24 saat shıǵadı. Demek, barlıq juldızlar 24 saatta, yaǵniy bir

3-súwret. Jerdiń óz kósheri átirapında aylanıwın kórsetiwshi Fuko mayatnigi.

sutkada Jer átirapında bir márte tolıq aylanıp shıǵıwı belgili boladı. Juldızlardıń Jer átirapında bunday sutkalıq kórinetuǵın aylanıwı negizinde, bir sutkada Jerdiń óz kósheri átirapında batıstan shıǵısqa qaray tolıq aylanıwı sebepli júz beredi. Jerdiń óz kósheri átirapında aylanıwı tómendegi tájriybelerde dálillengen.

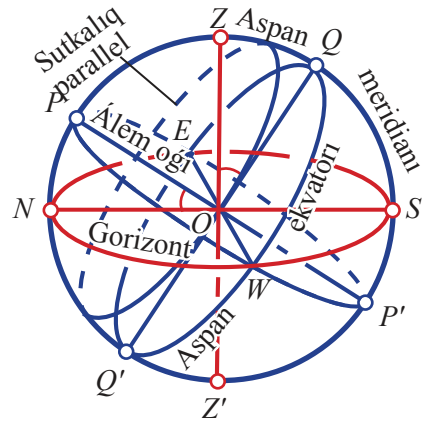
Jer polyuslarınan biriniń tóbesine matematikalıq mayatnik ilinip (bunda mayatnik sharı ornına kishkene tesigi bar shelek alınıp, ol qumǵa toltırılǵan bolsın), ol terbetilip jiberilse (bunday mayatnik *Fuko mayatnigi* dep ataladı), shelekten tógilgen qum onıń astına terbeliw tekisligi boylap, bir tuwrı sızıq jónelisinde (terbeliw tegisliginde jatıwshı) sewilmey, balkim qum sebiletuǵın sızıq (yaǵnıy terbeliw tegisligi) waqıt ótiwi menen mayatnik tınısh turǵanda Jerdegi noqat átirapında saat strelkası háreketi jónelisinde burılıp barıwın kóremiz.

Bul Jerdiń óz kósheri átirapında aylanıwın bildiredi. Sebebi, ilingen noqat hár qansha burılǵanda da mayatnik óz terbeliw tegisligin ózgertpeytuǵını anıq. Sonıń menen birge onıń astındaǵı sewilgen qumnıń izi waqıt ótiwi menen vertikal múyeshler sektorları betin qaplap barıwı tek ǵana Jer aylanıp atırǵanınan derek beredi. Parijdegi soborda ildirelgen uzınlıǵı 60 metrli Fuko mayatnigi járdeminde Jerdiń óz oǵı átirapında aylanıwın tap usı jol menen kórsetedi (*3-súwret*). Sonday-aq, belgili bir bálentlikten taslanǵan tas hám jerde onıń radiusı boylap túspey, shıǵıs tárepke qaray jılısıp túsedi. Bul tájriybe de Jerdiń óz kósheri átirapında aylanıwına dálil boladı.

4-§. Aspan sferası, onıń tiykarǵı noqat, aylana hám sızıqları

Aspan jaqtırtqıshlarınıń kórinetuǵın jaǵdayların hám háreketlerin úyreniw ushın baqlaw waqtında olardıń orınların anıqlaw kerek. Bunıń ushın jaqtırtqıshlardıń aspandaǵı jaǵdayların belgili bir jónelislerge salıstırmalı úyreniw jetkilikli

bolıp, kópshilik jaǵdaylarda olarǵa shekem bolǵan aralıqlardı anıqlawǵa mútájlik sezilmeydi. Jaqtırtqıshlardıń kórinetuǵın jaǵdayları hám háreketlerin úyreniwden aldıń, aspannıń tiykarǵı noqatı, sızıq hám aylanaları menen tanısıw kerek. *Aspan sferası* dep, radiusı ıqtıyarlı etip alınǵan hám orayı baqlawshınıń kózinde jatqan sonday bir sferaǵa aytıladı, bul sferada belgili bir waqıtta juldızlar aspanda qaytip kórinse, sonday túrinde proyeksiyalanǵan boladı. Aspan sferasınıń orayında turǵan baqlawshıdan ótkizilgen vertikal sızıqtıń aspan sferası menen kesisken eki noqatınıń biri (baqlawshınıń bas tárepindegi jónelistegisi) *zenit* (Z), oǵan diametral qarama-qarsı jatqan ekinshisi bolsa *nadir* (Z′) dep júritiledi. (*4-súwret*).



4-súwret. Aspan sferasınıń tiy-karǵı noqat, sızıq hám aylanaları.

Sferanıń bul noqatların tutastırıwshı tuwrı sızıq *vertikal sızıq* dep ataladı.

Aspan sferasınıń onıń orayınan vertikal sızıqqa perpendikulyar etip ótkizilgen tegislik penen kesilisiwden payda bolǵan úlken aylanası *matematikalıq gorizont* dep júritiledi. Sferanıń vertikal ógı arqalı ótiwshi tegislikler menen kesilisiwinen payda bolǵan úlken aylanaları bolsa *vertikal aylanalar* dep ataladı. Joqarıda keltirilgen noqat hám sızıqlar baqlawshınıń Jer sırtındaǵı óz ornın ózgertiwine baylanıslı túrde ózgerip turadı. Aspan sferasınıń Jer sharınıń tiykarǵı sızıq hám noqatları menen baylanıslı bolǵan sonday noqat hám sızıqları bolıp, olar Jerdiń qálegen jerinen baqlanǵanda da óz halatların ózgertpeydi. Álem polyusları, álem oǵı, aspan ekvatorı áne usınday noqat, sızıq hám aylanalardan bolıp esaplanadı.

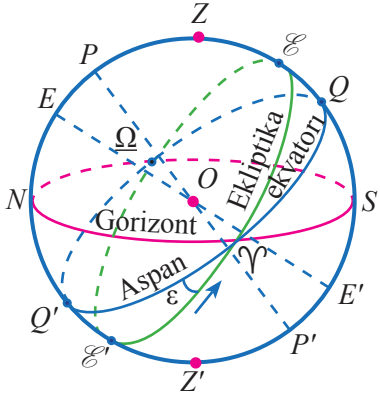
Jer oǵı turaqlılıǵınıń aspan sferası menen kesisken noqatları *álem polyusları* dep ataladı. Jerdiń arqa polyusı dawamınıń aspan sferası menen kesisken noqatı *álemniń arqa polyusı P*, batıs polyusı dawamınıń sfera menen kesisken noqatı bolsa, *álemniń batıs polyusı P′* dep ataladı. Álem polyusların tutastırıwshı oqtı álem oǵı dep ataydı. Aspan sferasınıń orayınan ótip, álem oǵına tik tegislik penen kesisiwinen payda bolǵan úlken aylana *aspan ekvatorı* dep ataladı. Aspan ekvatorı Jer ekvatorı menen bir tegislikte jatadı. Aspan ekvatorı tegisligine parallel tegislikler menen sferanıń kesisiwinen payda bolǵan aylanalar sutkalıq

paralleller dep ataladı. Álem oǵı arqalı ótiwshi tegislikler menen aspan sferası kesisiwinen payda bolǵan úlken aylanalar bolsa, *aǵıw aylanaları* dep ataladı.

Álem polyusları, zenit hám nadir noqatlarınan ótiwshi úlken aylana *aspan meridianı* delinedi. Onıń matematikalıq gorizont penen kesisken noqatları gorizonttıń Arqa (N, álemniń arqa polyusına jaqını) hám *Qubla (S*, álemniń qubla polyusına jaqını) *noqatları* dep ataladı. Aspan ekvatorınıń matematikalıq gorizont penen kesisken noqatları *Shıǵıs* (*E*) hám *Batıs* (*W*) *noqatları* dep ataladı. Arqa hám qubla noqatların tutastırıwshı tuwrı sızıq kesispesi tús sızıǵı dep ataladı.

5-§. Quyashtıń jıllıq kórinetuǵın háreketi. Ekliptika

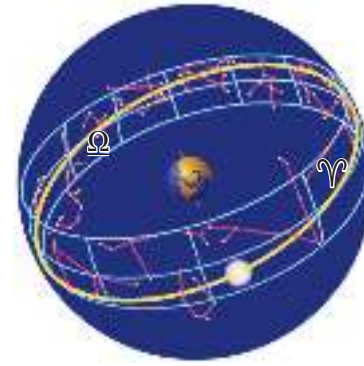
Quyashtıń juldızlar aralap batıstan shıǵıs tárepke qaray kórinetuǵın (haqıyqıy emes) jılısıwı júdá áyyemnen belgili. Bul jılısıw hárbir sutkada sál ǵana 1° qa teń. Quyashtıń bul jıllıq kórinetuǵın jolı úlken aylana bolıp, ol *ekliptika* dep ataladı. Jıl dawamında sistemalı túrde, tús payıtında belgili bir jerden turıp Quyashtıń zenitten uzaqlıǵın ólshew, onıń aspan ekvatorınan aǵıwı +23°26′ den –23°26′ ǵa shekem ózgeriwin kórsetedi. Bunnan ekliptika tegisliginiń aspan ekvatorına agıwshılıgı ε=23°26′ ǵa teń ekenligi belgili boladı (*5-súwret*).



5-súwret. Quyashtıń jıllıq kórinetuǵın háreketi. Ekliptika (ε – ekliptika hám aspan ekvatorı payda etken múyeshi).

Ekliptikanıń ózine tán tórt tiykarǵı noqatı bolıp, olardan ekewi onıń aspan ekvatorı menen kesisken noqatları, qalǵan ekewi bolsa aspan ekvatorınan eń úlken aǵıw imkaniyatına iye bolǵan noqatlarınan ibarat. Onıń ekvator menen kesisken noqatlarınan biri (Quyash aspanınıń qubla yarım sharınan arqa yarım sharına kesip ótip atırǵanda payda bolǵanı) *báhárgi teńkúnlik noqatı* (♈) dep atalıp, Quyash onnan 21-mart kúni ótedi. Ekinshisi bolsa *gúzgi teńkúnlik noqatı* (Ω) dep atalıp, Quyash ol noqattan 23-sentyabr kúni ótedi. Ekliptikanıń, aspannıń arqa yarım sharında eń úlken aǵıwǵa (+23°26′) iye bolǵan noqatı (*Ɛ*) *jazǵı quyash turıwı* delinip, bul noqattan

Quaysh 22-iyunda ótedi. Qubla yarım sharında ekliptikanıń eń úlken ağıwına (–23º26′) iye bolǵan noqatı bolsa, *qısqı quyash turıwı* (Ɛ′) noqatı delinip, Quyash onnan hár dayım 22-dekabrde ótedi. Quyashtıń jıllıq kórinetuǵın háreket jolı boylap jaylasqan juldız toparlarınıń tarawı *zodiak tarawı* dep ataladı. Bul tarawda jaylasqan 12 juldız toparı *Hút, Hamal, Sáwir, Jawza, Saratan, Háset, Sunbille, Miyzan, Aqırap, Qawıs, Jeddi, Daliw atları menen ataladı (6-súwret)*. Quyashtıń juldızlar fonında jıllıq kórinetuǵın háreketleniwi negizinde Jerdiń Quyash átirapında jıllıq haqıyqıy háreketi sebepli júz beredi. Sonıń ushın da Quyashtıń jıllıq kórinetuǵın háreketi tegisligi Jerdiń orbita tegisligi menen ústi-ústine túsedi. Yaǵnıy, ekliptikanıń aspan ekvatorına ağıwı da Jer ekvatorınıń óz orbita tegisligine ağıwı menen birdey (23º26′) boladı.



6-súwret. Ekliptika tegisligi boylap jaylasqan juldız toparı – zodiak taraw.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Juldızlar aspannıń shıǵıstan batısqa qaray aylanıwınıń sebebi nede?
2. Quyash hám Aydıń Jer átirapında shıǵıstan batısqa qaray háreketleri haqıyqıy háreket pe?
3. Jerdiń óz oǵı átirapında aylanıwı qalay dálillenedi?
4. Aspan sferasınıń noqat, sızıq hám aylanaların aspan sferasınıń modelinde kórsetiń.
5. Ekliptika tegisligi aspan ekvatorına qanday múyesh astında aqqan?
6. Ekliptikanıń tiykarǵı noqatların (báhárgi hám gúzgi teńkúnlik noqatları, qısqı hám jazǵı quyash turıwı noqatları) tárıypleń.

3-TEMA. 6-§. Aspan koordinataları

Aspan koordinataların úyreniwde, geografiya kursınan bizge tanıs bolǵan Jer sırtında xalıq punktleriniń koordinataları ushıń esap bası etip Ullı Britaniya Grinvich qalasınan ótken Jer meridianınıń ekvator menen kesisken noqatı alınǵanın esleyik (*7-súwret*). Onda Tashkent qalasınıń koordinataları – geografiya-

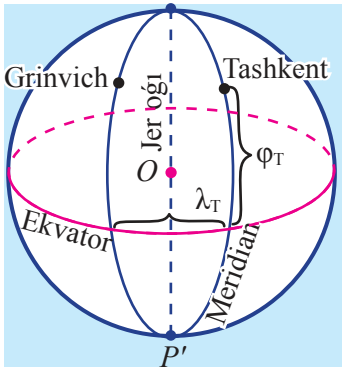
lıq uzınlığı – λ_T hám φ_T keńligin belgilewde hámmemizge belgili bolǵan geografiyalıq koordinataların eska alamız. Aspannıń ekvatorial koordinatalar sistemasında da Jerdegi sıyaqlı jaqtırtqıshlardıń ornı ekew – *tuwrı shıǵıw* α (alfa) hám *aǵıw δ* (delta) dep atalıwshı koordinatalar menen belgilenedi.

Bunda shártli túrde esap bası etip ekliptika menen aspan ekvatorınıń kesisken – báhárgi teńkúnlik noqatı – ♈ alınadı (*8-a, b súwretler*).

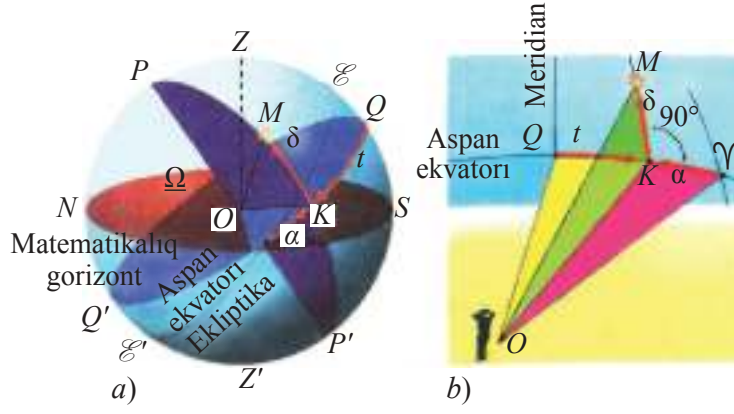
Íqtiyarlı M jaqtırtqıshtıń tuwrı shıǵıwın tabıw ushın onnan yarım aǵıw aylanası ótkizilip, onıń aspan ekvatorı menen kesisken noqatı *K* tabıladı. *K* noqatınıń báhárgi teńkúnlik noqatınan sheńber uzaqlığı M jaqtırtqıshınıń tuwrı shıǵıwın xarakterleydi, yaǵnıy: $\alpha = \overset{\smile}{\Upsilon K}$. Bul sheńber sfera orayı (O)ndaǵı baqlawshı ushın oraylıq $\angle \Upsilon OK$ múyesh penen ólshenedi.

M jaqtırtqıshtıń ekinshi koordinatası, yaǵnıy aǵıwı (δ) bolsa, K noqatınan aǵıw aylanası boylap jaqtırtqıshqa shekem bolǵan sheńber ($\overset{\smile}{KM}$) menen ólshenedi (*8-a, b súwret*ler). Oraydaǵı baqlawshı ushın bul sheńber oǵan tirelgen oraylıq múyesh, yaǵnıy $\delta = \angle KOM$ tegis múyesh penen tabıladı.

Jaqtırtqıshtıń tuwrı shıǵıwı ádette, aspannıń sutkalıq kórinbes aylanıwına qarama-qarsı jóneliste ólshenip, saat, minut, sekundlarda beriledi. Ólsheniw shegarası 0 saattan 24 saatqa shekem boladı. Jaqtırtqıshlardıń aǵıwı bolsa sheńber gradusları, minutları hám sekundlarında ólshenip, 0 gradustan ±90° qa shekem (minus belgisi qubla yarım sharındaǵı jaqtırtqıshlar ushın) ólshenedi. Juldızlar kartasın dúziw ushın áne usı koordinatalar tiykar etip alınadı.



7-súwret. Geografiyalıq koordinatalar sisteması.



8-súwret. Ekvatorial koordinatalar sisteması.

Ekvatorial koordinatalar sistemasında jaqtırtqıshlardıń koordinatalarınan jáne biri *saat múyeshi* (*t*) dep atalıp, aspan meridianınıń qubla bólegi menen aspan ekvatorı kesisken noqatı *Q* dan jaqtırtqıshtan ótken agıw aylanasınıń ekvator menen kesisken noqatı *K* ǵa shekem bolǵan sheńber $\overset{\frown}{QK}$ yaki oraylıq múyesh $\angle QOK$ menen ólshenedi. Jaqtırtqıshlardıń saat múyeshi *t* hám saat, minut, sekundlarda ólshenedi (*8-a, b súwretler*). Ólsheniw shegarası 0 saattan ±12 saatqa shekem (minus belgisi – aspannıń sutkalıq aylanıwına qarama-qarsı jóneliste ólshengende) yaki bazıda 0 sattan 24 saatqa shekem boladı. Waqıt boyınsha saatlar, minutlar hám sekundlarda berilgen belgili bir múyeshti (yaǵnıy sheńberdi) sheńber gradusları, minutları hám sekundlarına (yaki kerisinshe) ótkiziwde usı *1-keste*den paydalanıladı.

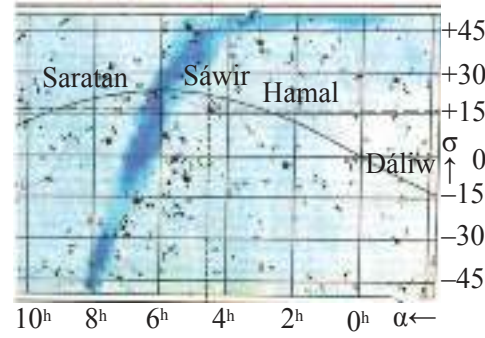
1-keste

Sheńber ólsheminde	360º	15º	1º	15′	1′	15″
Waqıt ólsheminde	24^h	1^h	4^m	1^m	4^s	1^s

7-§. Juldızlardıń kartaları

Juldızlardıń kartaları da geografiyalıq kartalar siyaqlı kóbinese juldızlardıń tegisliktegi proyekciyası kórinisinde islenedi. Bunday kartalardan biri 9-súwrette keltirilgen.

Onda juldızlardıń α – tuwrı shıǵıw hám δ – aǵıw sheńberleri óz ara perpendikulyar koordinata oqlarında sáwlelengen. Kartada keltirilgen *M* juldızınıń koordinataların tabıw ushın bul juldızdan aspan ekvatorın sıpatlawshı sızıqqa (abscissa oǵı) perpendikulyar etip ótkizilgen aǵıw aylanası sheńberin bildiriwshi sızıqtıń (sızılmada vertikal sızıq) α oǵı menen kesisken noqatınan usı juldızdıń tuwrı shıǵıwı alınadı. M juldızınıń δ aǵıwı onnan ótken sutkalıq parallel sheńberdi sıpatlawshı sızıqtıń (sızılmada gorizontal sızıq) δ oǵı (ón tárepte dárejelengen oq) menen kesisken



9-súwret. Juldız kartası.

noqatınan alınadı. Onda kartadağı M juldızdıń usınday jol menen tabılǵan koordinataları: $\alpha \approx 4^h35^m$, $\delta \approx +16^o$ ekenligi kórinip tur.

8-§. Juldızlardıń kórinetuǵın juldız úlkenlikleri *

Juldızlar Dúnyanıń salıstırmalı túrde keń tarqalǵan obyektlerinen bolıp esaplanadı. Sol sebepli, olardıń fizikalıq qásiyetin úyreniw astronomiyada áhmiyetli máselelerden sanaladı. Juldızlardıń kórinetuǵın ayqınlıqların (jaqtılıq dárejesin) bir-birinen ayırıw ushın astronomiyada *juldız úlkenligi* degen túsinik qabıl etilgen. Jaqtırtqıshtıń jarıtıwı onıń Jerge shekem jetip kelgen jarıtıwshańlıǵı bolıp, ol jaqtırtqısh ulıwma nurlanıwdıń kishkene bir bólegin ǵana quraydı.

Jaqtırtqıshlardıń kórinetuǵın nurlanıw intensivlikleri, olardıń nurlanıwın belgilep barıwshı qurılmalarda (kóz, fotoplastinka, fotoelement hám taǵı basqalar) payda etken *jartıwshańlıǵına* qaray anıqlanadı. Astronomiyada jaqtırtqıshlardıń jarıqırawshańlıǵı fizikadağı sıyaqlı jarıtıwshańlıq birliklerinde (lukslarda) emes, bálkim *juldız úlkenlikleri* dep atalıwshı salıstırmalı birliklerde anıqlanadı hám m háribi menen belgilenedi.

Sonı esletip ótiwimiz kerek, juldız úlkenlikleriniń shkalası *m:* ... -5^m, -4^m, -3^m, -2^m, -1^m, 0^m, 1^m, 2^m, 3^m, 4^m, 5^m, ... izbe-izlik kórinisinde berilip, ol kóbeygen sayın juldızdan Jerge shekem kelgen intensivlik (jartıwshańlıq) kemeyip baradı.

Juldızlardıń jarqırawın juldız úlkenliklerinde belgilewdi biziń eramızǵa shekemgi II ásirde insan kóziniń nurǵa sezgirligine tayanǵan halda grek astronomı Gipparx baslap bergen. Ol qabıl etken shkala boyınsha bir-birinen 1 juldız úlkenligine parıqlanǵan juldızlar ayqınlıǵınıń ayırmashılıǵı shama menen 2.5 esege tuwra kelgen.

Házirgi waqıtta juldız úlkenliklerin belgilew ilimiy tiykarda, yaǵnıy insan kózi sergirliginiń psixofiziologiyalıq nızamlarına ámel qılǵan halda qabıl etilgen. Bunıń ushın ayqınlıqları bir-birinen 100 ese ayırmashılıqqa iye eki juldızdıń juldız úlkenlikleriniń parqı shártli túrde bes juldız úlkenligine teń dep qabıl etilgen. Juldız úlkenlikleriniń bul ayırmashılıǵı bes juldız úlkenligi intervalı ushın qabıl etilgeni ushın, bir juldız úlkenligine tuwra kelgen eki juldız ayqınlıǵı yaki jarqırawshańlıǵınıń parqı $\sqrt[5]{100} = 2{,}512$ge teń boladı. Eger keltirilgen bul eki juldızdıń kórinetuǵın úlkenlikleri, sáykes túrde, m_1 hám m_2 olardıń kórinetuǵın jarqırawshańlıǵın bildiriwshi jaritıwshańlıqları E_1 hám E_2 bolsa, onda $E_1 = 100E_2$ bolǵanı ushın $m_2 - m_1 = 5$ boladı. Yaǵnıy, bul eki juldızdıń jartıwshańlıgınıń

qatnasıqları, olardıń kórinetuǵın juldız úlkenliklerіniń parqı menen tómendegishe baylanısadı:

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

yaki bul teńliktiń hár bir tárepin logarifmlep:

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

sıpatlamaǵa iye bolamız. Bul sıpatlama *Pogson formulası* dep ataladı.

Juwmaqlap aytqanda, juldız úlkenlikleriniń shkalası dep, baqlanǵan jaqtırtqıshlar jarıtıwshańlıǵın salıstıratuǵın logarifmlik shkalaǵa aytıladı.

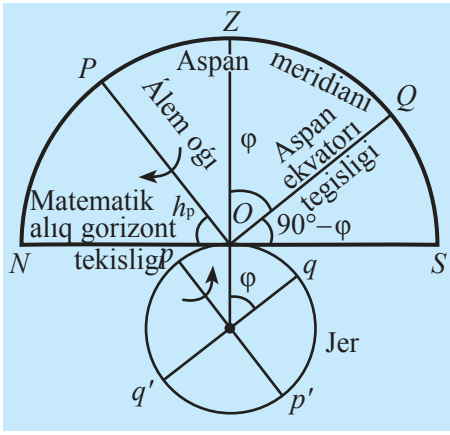
Adamnıń normal kózi 6-úlkenlikke shekem bolǵan juldızlardı kóredi. Ayqın juldızlardan Veganıń (Lira juldız toparınıń eń jarıq juldızı) juldız úlkenligi $+0{,}04^m$ di, Veneraniki – $4{,}4^m$ (eń ayqın paytında)di, tolın aydıkı $-12{,}5$ m di, Quyashdiki bolsa $-26{,}7^m$ di quraydı. Házirgi zaman teleskopları kózimiz shala kóretuǵın juldızlardan 100 mln. ese gúńgirt bolǵan (juldız úlkenligi $+24^m$, $+25^m$) juldızlardı kóre aladı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Berilgen juldızlar kartasında vertikal sızıqlar aspan sferasındaǵı qanday aylanalardıń sheńberlerin belgileydi? Gorizontal sızıqlar she?
2. Aspannıń ekvatorı koordinataları boyınsha jaqtırtqıshlardıń tuwrı shıǵıwı (a) hám agıwı (δ) qalay ólsheniwin sızılmadan túsindiriń.
3. Jaqtırtqıshtıń saat múyeshi (t) qanday koordinata hám ol qáytip ólshenedi?
4. Juldızlardıń kórinetuǵın úlkenlikleri hám olardıń jarıtıwshańlıǵı arasındaǵı qatnası ne dep ataladı?
5. Pogson formulasın túsindiriń.

4-TEMA. 9-§. Álem polyusınıń bálentligi hám sol jerdiń geografiyalıq keńligi arasındaǵı baylanıs

Jer sharınıń qálegen noqatınan baqlanǵanda álem polyusınıń matematikalıq gorizonttan bálentligi h_p, usı jerdiń geografiyalıq keńligi φ ǵa teń boladı.



10-súwret. Álem polyusınıń bálentligi hám baqlaw ornınıń keńligi arasındaǵı baylanıs.

Bul jaǵday tómendegishe dálillenedi. *10-súwret*te berilgendey, aspan meridianı boylap zenitten ekvator tegisligine shekem bolǵan sheńber uzınlıǵı – ZQ, Jer sırtındaǵı baqlap turǵan O noqat geografiyalıq keńliktiń sheńberi $qO=\varphi$ menen birdey mánisli oraylıq tegis múyesh ($\angle QOZ$)ti quraydı. Álem polyusınıń bálentligin xarakterlewshi sheńber – NP ǵa tirelgen múyesh NOP hám keltirilgen QOZ tegis múyeshtiń sáykes tárepleri óz ara perpendikulyar ekenligin kóriw qıyın emes, yaǵnıy $ON\perp OZ$ hám $OP\perp OQ$. Yaǵnıy, sáykes tárepleri óz ara perpendikulyar bolǵan múyeshlerdiń óz ara teńliginen $\angle NOP=\angle QOZ$ boladı. Biraq, $\angle NOP=h_p$, $\angle QOZ=\varphi$. Soǵan qaray: $h_p=\varphi$ boladı.

10-§. Túrli geografiyalıq keńliklerde aspan sferasınıń sutkalıq kórinetuǵın aylanıwları

Aspan sferasınıń *sutkalıq kórinetuǵın aylanıwı* Jerdiń óz oǵı átirapında aylanıwınıń nátiyjesi ekenin, hár túrli geografiyalıq keńliklerde aspan jaqtırtqıshlarınıń gorizontqa salıstırmalı kórinetuǵın aylanıwı hár túrli bolatuǵının túsiniw qıyın emes. Tańlap alınǵan úsh túrli geografiyalıq keńliklerde juldızlar aspanınıń sutkalıq kórinetuǵın aylanıwların úyreniw, bul hádiyseniń hár túrli ke'nliklerde qalay keshiwi haqqında jeterli túsinik bere aladı.

1-jaǵday. Baqlawshı $\varphi=0°$ geografiyalıq keńlikte, yaǵnıy ekvatorda bolsın, onda álem polyusınıń bálentligi menen jerdiń keńligi arasındaǵı baylanısı boyınsha, álemniń polyusları matematikalıq gorizont penen ústi-ústine túsedi. (sebebei, $h_p=\varphi=0$), álem oǵı bolsa tús sızıǵı boylap baǵdarlanadı (*11-a súwret)*.

Aspan ekvatorınıń tegisligi álem oǵına tik bolǵanı ushın ekvator aylanası zenit hám nadir noqatları arqalı ótedi. Bul jaǵdayda jaqtırtqıshlardıń sutkallıq jolları, ekvatorǵa parallel bolǵan – *sutkalıq paralleller* boylap baǵdarlanǵanı ushın olar da matematikalıq gorizontqa tik jaylasadı hám onıń menen teńdey ekige bólinedi.

Bunnan kórinip turǵanınday, ekvatordaǵı baqlawshı ushın aspannıń arqa hám qubla yarım sharlarındaǵı barlıq jaqtırtqıshlardıń gorizont ústinde hám astında bolıw waqıtları óz ara teń boladı. Olardıń meridiandaǵı bálentlikleri $h = 900 - |\delta|$ belgiden tabıladı. Ekvatordaǵı baqlawshı ushın barlıq jaqtırtqıshlar shıǵadı hám batadı. Eger jaqtırtqısh ekvator boylap sutkalıq kórinip háreketlenip atırǵan bolsa (yaǵnıy $\delta = 0$ bolsa), ol zenit arqalı ótedi.

Quyashtıń belgili bir kúnge tiyisli sutkalıq háreketin anıqlaw ushın, dáslep berilgen kún ushın Quyashtıń ekliptikadaǵı ornı tabıladı hám tabılǵan noqattan álem ekvatorı tegisligine parallel tegislikte jatıwshı sutkalıq parallel aylanası ótkiziledi. Quyashtıń berilgen kúndegi kórinetuǵın háreketi tap sol aylana boylap baqlanadı.

Ayırım xarakterli kúnlerde ekvatordaǵı baqlawshı ushın Quyashtıń gorizontqa qaraǵanda sutkalıq kórinetuǵın háreketi qáytip ótiwin kóreyik. 22-dekabr kúni qısqı quyash turıwı noqatı arqalı ótkizilgen sutkalıq parallelden kórinip turǵanınday, bul kúni Quyash aspannıń qubla yarım sharında Shıǵıs noqatınan 23°26′ ǵa teń sheńber aralıqta matematikalıq gorizontqa tik shıǵadı. Quyashtıń meridiandaǵı bálentligi $h = 90º - 23º26' = 66º34'$ ti quraydı. Quyashtıń 21-mart hám 23-sentyabr kúnlerindegi sutkalıq jolı bolsa, ekvator boylap gúzetiledi. Bul kúnleri tús payıtında Quyash zenitten ótedi. 22-iyunda Quyashtıń sutkalıq jolı arqa yarım sharında álem ekvatorınan 23°26′ sheńber aralıqtan ótiwshi sutkalıq parallel boylap gúzetiledi. Tús payıtında Quyash, 22-dekabrdegi siyaqlı matematikalıq gorizonttan 66°34′ bálentte boladı. (*12-súwret*). Solay etip, ekvatorda tórt máwsim ornına tiykarınan eki máwsim – bizlerde gúz hám báhár bolǵanda – eń ıssı dáwir, jaz hám qıs payıtları bolsa ortasha, salqın dáwir baqlanadı. Bul jerde jıl dawamında kúndiz benen keshi teń boladı.

2-jaǵday. $\varphi = \pm 90°$, yaǵnıy baqlawshı Jer polyuslarında bolsın. Eger baqlawshı Jerdiń arqa polyusında bolsa, álem arqa polyusınıń bálentligi $hp = \varphi = 90°$ bolıp, ol zenit penen ústi-ústine túsedi (*11-b súwret*). Ol jaǵdayda álem oǵı vertikal oq penen, álem ekvatorı bolsa matematikalıq gorizont penen ústi-ústine túsedi. Bunda aspannıń arqa yarım sharındaǵı barlıq juldızlar matematikalıq gorizontqa parallel aylanadı hám batpaydı. Olardıń aylaniw bálentlikleri jıl dawamında ózgermeydi hám usı jaqtırtqıshlardıń aǵıw múyeshlerine (δ) teń boladı. Aspannıń qubla yarım sharındaǵı jaqtırtqıshlar bolsa, kerisinshe, pútkilley shıqpay, gorizont astında oǵan parallel háreketlenedi.

11-súwret. Hár túrli keńliklerde juldızlar aspanınıń sutkalıq kórinetuǵın aylanıwi: *a*) Jer ekvatorında; *b*) Jerdiń polyusında; *d*) ortasha geografiyalıq keńliklerde.

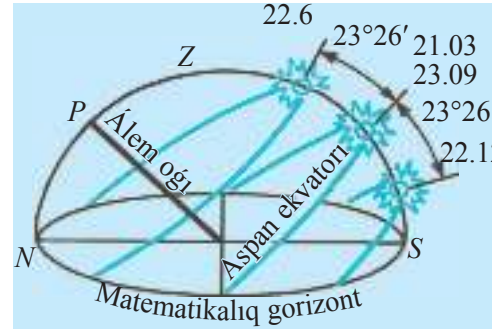
Quyashtıń sutkalıq háreketi Jer polyusında júdá qızıqlı kóriniske iye bolıp, hár sutkada shıǵip batpaydı. Ekliptika bul jerde matematikalıq gorizont penen teńdey ekige bólingeni ushın Quyash polyusdaǵı baqlawshı ushın 21-mart kúni shıǵadı hám spiral boylap aylanıp, hár kúni sherek gradustan kóterilip baradı. 22-iyunda Quyashtıń bálentligi maksimumǵa erisip, $h_o = \delta_o = 23^o26'$ ǵa jetedi. Sonnan keyin Quyash batpaǵan túrde, spiral boylap bálentligin páseytip baradı hám sonında 23-sentyabr kúni batadı hám kelesi jıldıń 21-martına shekem shıqpaydı. Eger baqlawshı Jerdiń qubla polyusında bolsa, Quyash 6 ayǵa shekem – 21-marttan 23-sentyabrǵa shekem shıqpaydı (*12-súwret*).

3-jaǵday. $0 < \varphi < 90^o$, yaǵnıy baqlawshı Jer ekvatorı hám polyustan basqa noqatlarda(orta keńliklerde) bolsın (*11-d súwret*). Bul jerlerde sutkalıq parallel aylanaları matematikalıq gorizont penen kesispewi yaki kesiskennen soń, teńdey ekige bólinbewi múmkin. Aspan ekvatorı buǵan kirmeydi. Arqa yarım sharda háreketlenip atırǵan jaqtırtqısh sutkalıq parallel aylanalardıń gorizont ústindegi bólegi gorizont astındaǵı bóleginen úlken boladı. Bul ayırmashılıq jaqtırtqıshtıń aǵıw múyeshi δ ǵa baylanıslı bolıp, ol qansha úlken bolsa, parqı da sonshelli kóp boladı.

Qubla yarım shardaǵı jaqtırtqısh sutkalıq aylanalardıń gorizont astındaǵı bólekleri bolsa, kerisinshe, ústindegisinen úlken, basqasha aytqanda, jaqtırtqıshlar gorizont astında onıń ústindegige qaraǵanda kóbirek waqıt boladı. Sonday-aq, bul jerlerde, yaǵnıy aspanniń hár eki – arqa hám qubla yarım sharlarında da sutkalıq jolları matematikalıq gorizont penen kesispeytuǵın jaqtırtqısh da bolıp, olar sáykes túrde sutkalıq háreketleri dawamında úlıwma batpaydı yaki, kerisinshe shıqpaydı. Olar aspannıń qanshelli úlken yaki kishi maydanın iyelewi baqlawshı turǵan jerdiń geografiyalıq keńligine baylanıslı. Súwretke qarap shıqpaytuǵın hám batpaytuǵın jaqtırtqıshtıń aǵıwı ushın tómendegi qatnasıqtı keltirip shıǵarıwǵa

boladı: $\delta > 90^\circ - \varphi$ arqa yarım shardağı batpaytuǵın jaqtırtqısh ushın; $|\delta| > 90^\circ - \varphi$, qubla yarım shardağı shıqpaytuǵın jaqtırtqıshlar ushın.

Bunday keńliklerde Quyashtıń sutkalıq jolı hám arqa yarım sharda bolǵanda (yaǵnıy 21-marttan 23-sentyabrge shekem), kúndiz túnnen uzın, qubla yarım sharda bolǵanda (yágnıy 23-sentyabrden kelesi jıldıń 21-martına shekem) tún kúndizden uzın ekenligi gúzetiledi. Eger jerdiń geografiyalıq kenligi polyus aylanasınan arqada (yaǵnıy 66º34′ ten úlken) bolsa, bunday jerlerde 22-iyunǵa jaqın bir neshe kún yaki bir neshe ay dawamında Quyashtıń batpawın, 22-dekabr átirapındaǵı kúnlerde bolsa, shıqpawın baqlawǵa boladı (*12-súwret*).



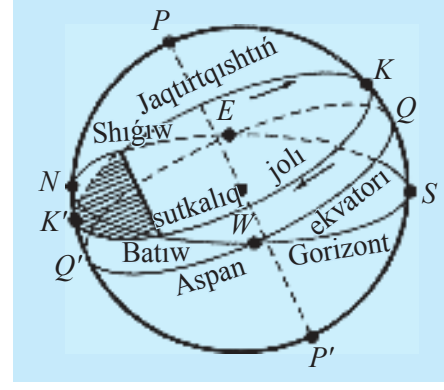
12-súwret. Jıl dawamında tús paytında Quyash bálentliginiń ózgeriwi.

11-§. Jaqtırtqıshlardıń kulminaciyası hám kulminaciya bálentlikleri

Jaqtırtqıshlardıń sutkalıq kórinetuǵın háreketleri waqtında aspan meridianının kesip ótiw hádiysesi olardıń *kulminaciyaları* dep ataladı. Íqtiyarlı jaqtırtqısh bunday háreket sebepli hár sutkada aspan meridianın eki ret kesip ótedi, yaǵnıy eki ret kulminaciyada boladı. Bul eki kulminaciyadan zenitke jaqını (K) *joqarǵı kulmionaciya,* ekinshisi bolsa (K') *tómengi kulminaciya* dep ataladı (*13-súwret*).

Kulminaciya payıtında jaqtırtqıshtıń bálentligi baqlaw jeriniń geografiyalıq keńligine (φ) hám jaqtırtqıshtıń aǵıwına (δ) baylanıslı boladı.

K jaqtırtqıshtıń joqarǵı kulminaciyası payıtındaǵı bálentligi SK sheńber menen ólshenip, ol $h_j = \overset{\smile}{SK} = \overset{\smile}{SQ} + \overset{\smile}{QK}$ boladı. $\overset{\smile}{SQ}$ – aspan ekvatorı tegisliginiń gorizont



13-súwret. Jaqtırtqıshlardıń kulminaciya hádiysesi.

tekisligine ağıwshańlıǵına teń bolıp, ol $\widetilde{SQ} = 90^o - \varphi$ arqalı esaplanadı. *QK* sheńber jaqtırtqıshtıń ağıwına (δ) teń bolǵanı ushın jaqtırtqıshtıń kulminaciyası: $h_j = 90^o - \varphi + \delta$ teńlemeden tabıladı. Jaqtırtqıshtıń tómengi kulminaciyası da sonday jol menen esaplanıp, ol $h_t = \varphi + \delta - 90^o$ qa teńligi ańsat ǵana tabıladı. Quyashtıń joqarǵı kulminaciya halatı tús paytı dep atalıp, tómengi kulminaciya halatı yarım keshke tuwra keledi.

12-§. Astronomiyalıq baqlawlar tiykarında jerdiń geografiyalıq keńligin shama menen anıqlaw **

1-metod. Polyus juldızı (Kishi ayıw juldızı toparınıń eń jarıq juldızı – alfası) Álem polyusınan 1° tan kishi sheńber aralıqta jaylasqan. Aldın anıqlaǵanımızday, belgili bir jerdiń geografiyalıq keńligi φ, sol jerde Álem polyusınıń gorizonttan bálentligine (h_p) teń boladı, yaǵnıy $\varphi = h_p$. Yaǵniy, Tashkentte Álem polyusınıń bálentligi shama menen 41°20′ ǵa teń bolǵanı ushın Tashkenttiń geografiyalıq keńligi 41°20′ ǵa teń boladı dep juwmaq shıǵarıwǵa boladı.

Basqasha aytqanda, Jer sharınıń belgili bir jerinde turıp, bul jerdiń geografiyalıq keńisligin shama menen anıqlaw kerek bolsa, sol jerde Álem polyusınıń gorizonttan bálentligin ólshew jetkilikli.

2-metod. Belgili bir xalıq jasaytuǵın punktte Quyashtıń tús paytındaǵı h_o bálentligin ólshep hám tap sol kún ushın Quyashtıń δ_o ağıwı boyınsha, bul jerdiń geografiyalıq keńligin tómendegishe tabıwǵa boladı:

$$h_o = 90^o - \varphi + \delta_o,$$ bul jerde $\varphi = 90^o - h_o + \delta_o$ ǵa teń boladı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Álem polyusınıń bálentligi hám orınnıń geografiyalıq keńligi arasında qanday baylanıs bar ekenin túsindiriń.
2. Baqlawshı Jerdiń ıqtıyarlı noqatı bolǵanda juldızlar aspannıń gorizontına qaraǵanda sutkalıq kórinetuǵın aylanıwı qanday bolatuǵının túsindiriń. Ekvatorda bolsa she?
3. Hár túrli keńliklerde jıl dawamında Quyashtıń sutkalıq kórinetuǵın aylanıwı qanday keshedi?
4. Baqlawshı turǵan jerdiń keńligin shama menen anıqlawdıń qanday ápiwayı usılları bar?

5. Termizde ($\varphi = 35^{\circ}$) Álemnıń arqa polyusı qanday bálentlikke iye boladı?
6. Jaqtırtqıshlardıń kulminaciyası dep qanday hádiysege aytıladı hám ol neshe túrli boladı?
7. Jaqtırtqıshlardıń kulminaciyası onıń aǵıw hám baqlawshınıń keńligi arqalı qalay anıqlanadı?

5-TEMA. 13-§. Waqıttı ólshew tiykarları *

Adamlar waqıttı ólshewge áyyemgi dáwirlerden baslap mútájlik sezgen. Quyashlı kúnlerde ıqtiyarlı deneniń sayası hár túrli waqıtlarda túrlishe halatlarda bolıwın hám uzınlıǵı ózgerip turıwın bilgen hám adamlar sayanıń bul qásiyetlerinen paydalanıp, onnan waqıttı ólshew ushın paydalanǵan. Áyyemgi dáwirde hindler paydalanǵan usınday saatlardan biri *14-súwret*te berilgen. Waqıt ótiwi menen adamlar waqıttı ólshewdiń anıq metodların oylap tapqan. Bulardıń ishinde Jerdiń óz oǵı átirapında tolıq aylanıw dáwirine súyenip waqıttı ólshew metodı eń qolaylı bolıp, adamlar waqittı ólshewdiń bul metodınan házirge shekem paydalanadı.

Jerdiń aspandaǵı geybir juldızǵa qaraǵanda tolıq aylanıw dáwiri *juldız sutkası* dep ataladı. Biraq, kúndelikli turmısımız Quyashtıń shıǵıw hám batıw waqıtları menen belgilengeni ushın bizler Quyash sutkası menen jumıs isleymiz. Sol sebepli, ámelde biz qollanatuǵın waqıttı ólshewde Jerdiń óz oǵı átirapında Quyashqa qaraǵanda bir tolıq aylanıp shıǵıw waqtı – Quyash sutkası tiykar etip alınǵan. *Quyash sutkası* dep, Quyashtıń eki ret izbe-iz joqarǵı kulminaciyadan (basqasha aytqanda tús paytınan) ótiwi ushın ketken waqıtqa aytıladı.

14-súwret. Áyyemgi hindler paydalanǵan Quyash saatı.

Quyash waqtı dep, Quyashtıń sutkalıq kórinetuǵın háreketinde oraydıń tómengi kulminaciyadan ketip, aspannıń belgili noqatına barǵanǵa shekem ketken waqıttıń Quyash sutkası úleslerinde sıpatlamasına aytıladı.

Bul waqıt aralıǵı negizinde birdey bolmay, biraz ózgerip turadı. Bunıń sebebi, Quyashtıń ekliptika boylap kórinetuǵın háreketiniń tegis

emesliginde. Sol sebepli ámelde sutkanıń uzınlıǵı jıl dawamında ózgerip turıwshı Quyash sutkasınıń ortasha mánisi alınadı hám ol 24 saat etip belgilenedi.

Quyash waqıtın anıqlaw hám saatlardı tekseriw ushın Quyashtıń kulminaciayadaǵı waqtın (yaǵnıy tús paytın) belgilew ámiyetli bolıp esaplanadı. Biraq, Quyashtıń diametri úlken múyesh (~30′) astında kóringeni ushın, onıń orayınıń kulminaciyada bolıw waqtın anıq belgilew qıyın. Sol ushın da astronomlar Quyash ornına juldızlardiń ıqtıyarlı birewiniń kulminaciyasın belgilep alıp, soń oǵan súyengen halda, Quyashtıń anıq kulminaciya waqtın tapqan. Bunıń ushın tańlanǵan juldız hám Quyashtıń kulminaciyada bolıw waqıtlarınıń parqı qálegen waqıt ushın astronomlar tárepinen aldın ala esaplanıp, keste kórinisinde dúzip qoyılǵan boladı. Usı keste tiykarında, onda keltirilgen bir juldız kulminaciyada bolǵanda, soǵan qaray Quyashtıń kulminaciya waqtı (tús paytı) anıqlanadı. Keyin bul maǵlıwmatlarǵa súyenip, Quyash waqtı ańsat ǵana tabıladı.

Belgili bir jerdiń *jergilikli waqtın* biliw, bul jerdiń geografiyalıq uzunlıǵın anıqlaw ushın da áhmiyetli.

Íqtıyarlı λ_1 hám λ_2 uzınlıqlarına iye bolǵan punktleriniń aymaqlıq waqıtları T_1 hám T_2 arasındfa tómendegidey baylanısqa iye.

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

Dúnya waqtı. Uzınlıgı nolge teń bolǵan meridiannıń (yaǵnıy Grinvich meridianınıń) jergilikli waqtı shártli túrde duńya waqtı T° etip alınǵan (*15-súwret*).

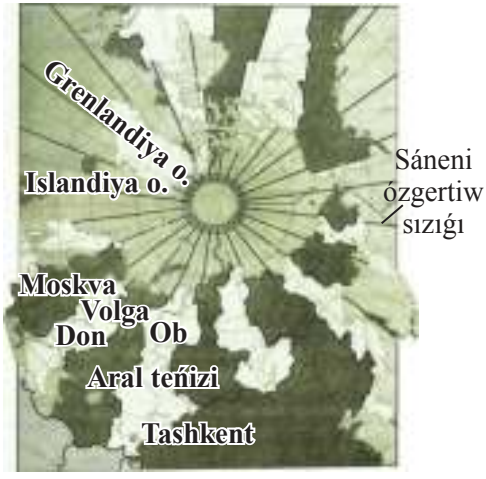
15-súwret. Waqıt esabı Grinvich meridian waqtınan baslanadı.

Íqtıyarlı λ uzınlıqqa iye bolǵan punkttiń jergilikli waqtı T_λ, dúnya waqtı T_0 arqalı tómendegishe tabıladı (sebebi $\lambda_0 = 0$):

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

Poyas waqtı. Jer sharında sheksiz kóp meridian ótkiziwge boladı hám olarǵa tiyisli jergilikli waqıtlar da sheksiz boladi. Sol ushın da ámelde jergilikli waqıttan paydalanıwǵa bolmaydı. Sol sebepli, Xalıqaralıq kelisiw boyınsha, Jer sharı 24 poyasqa bólingen (*16-súwret*). Hárbir poyas ushın óz aldına waqıt belgilenedi. Olar bir-birinen uzınlıqları ortasha 15°

parqlanıwshı meridianlar menen shegaralanadı hám tártip penen 0 den 23 ge shekem (0, 1, 2, 3, ….., 23) nomerlenedi. Sonday-aq, hárbir poyas shegarasında jatqan bir meridian *tiykarǵı meridian* etip tańlanadı. Tiykarǵı meridiannıń uzınlıqları (λ_{tiy}) sáykes túrde 0^h, 1^h, 2^h, 3^h, 4^h, .., 23^h etip qabıl etilgen. Bunda uzınlıǵı 0° bolǵan meridian 0-poyas ortasınan, 1^h bolǵan meridian bolsa 1-poyas ortasınan ótetuǵın hám t.b. etip alınadı.



16-súwret. Jer sharı polyusları.

Bunda ıqtıyarlı N nomerli poyastıń poyas waqtı etip, usı poyas ortasınan ótken tiykarǵı meridiannıń jergilikli waqtı alınadı. Íqtıyarlı λ_j uzınlıqlı jeriniń jergilikli hám ol jaylasqan poyastıń waqıtları arasında tómendegishe baylanıs bar:

$$\lambda_j - \lambda_{tiy} = T_j - T_p,$$

bul jerda: λ_{tiy} – bul poyas tiykarǵı meridiannıń uzınlıǵın; T_p – onıń waqtın; T_j bolsa λ_j uzınlıq meridianına tiyisli jergilikli waqıttı bildiredi.

Negizinde $\lambda_{tiy} = N^h$ bolǵanı ushın bul sıpatlama kóbinese $\lambda_j - N^h = T_j - T_p$ kórinisinde jazıladı. Sol sebepli poyas waqtı (T_p) berilgen bolsa, jergilikli waqıttı (T_j) yamasa, kerisinshe, poyas waqtın tabıw tómendegi teńlemeler járdeminde orınlanadı:

$$T_p = T_j - \lambda_j + N^h \quad \text{yaki} \quad T_j = T_p - N^h + \lambda_j.$$

14-§. Kalendarlar

Quyash kalendarı. Uzaq múddetti waqıttıń ólshemleri (sutka – kún, hápte, ay hám jıllar) boyınsha sistemaǵa salıw *kalendar* dep ataladı. Kalendardı dúziwde Ay fazalarınıń almasıw dáwiri yaki jıl máwsimlariniń dáwiri (tropikalıq jıl) tiykar etip alınadı. Ay fazalarınıń almasıw dáwiri (29,53 sutka) tiykar etip alınǵan kalendarlar *ay kalendarları*, jıl máwsimlariniń almasıw dáwırı tiykar etip alınǵanları bolsa *quyash kalendarları* dep júritiledi.

Quyash kalendarı áyyemgi Mısırda biziń eramızǵa shekemgi 3000-jıllarda payda bolǵan. Ol dáwirde jıl máwsimleriniń almasıw dáwiri 360 kúnge teń dep, 12 ay 30 kún etip alınǵan. Keyin ala uzınlıǵı 365 kún dep tabılıp, onıń barlıq ayları 30 kúnnen, 12-ayı bolsa 35 kún dep belgilengen. Eń sońında biziń eramızǵa shekemgi III ásirde Mısırda astronomlar jıl uzınlıǵınıń 365,25 kúnge teń ekenin anıqladı. Sonnan keyin biziń eramızǵa shekemgi I ásirde rimli ásker bası Yuliy Sezar jıldıń uzınlıǵı 365,25 kúnge teń kalendardı astronomlar járdeminde dúzip, onı ámelde qollanıwǵa usındı. Keyin ala bul kalendardı Yuliy sezar atına *yulian kalendarı* dep atalatuǵın boldı. Bul kalendar boyınsha, úsh jıl izbe-iz keletuǵın jıllardıń uzınlıǵı 365 kúnnen bolıp, tórtinshi jılı 366 kún etip alındı. Sebebi, tórt jılda 0,25 kúnlik (jıllıq) qaldıq jıynalıp, 1 kúnge teń boldı. Bul qosımsha kúndi fevral ayına qosıp beriwge (yaǵnıy onı 29 kún etip qollanıwǵa) kelisip alındı.

Biraq, júz jıllar ótiwi menen bul kalendar jılınıń uzınlıǵında ele de qátelik bar ekenligi belgili boldi. Onı dúzewlew ushın 1582-jıldıń fevralında Rim papası Grigoriy XIII jıl uzınlıǵınıń anıǵıraq mánisin (365,242 kún) jańa quyash kalendarı ushın tiykar etip alındı. Usınılǵan bul kalendar Rim papası atına *grigorian kalendarı* dep atalatuǵın boldı. Házirgi waqıtta bizler qollanıp júrgen kalendarımız grigorian kalendarı bolıp, onıń dawiri Isa paygambardıń tuwılǵan jılınan baslanǵan.

Bul kalendardıń 12 ayınıń altawı áyyemgi rimlilerdiń ápsanawiy qudaylarınıń atları menen (Yanus, Februus, Afrodita, Mars, Maya, Yunona), iyul hám avgust ayları rim imperatorları Yuliy sezar hám Avgust atı menen, qalǵanları bolsa ózleriniń tártip nomerleri(sentyabr – jetinshi, oktyabr – segizinshi, noyabr – toǵızınshı, dekabr – onınshı) menen ataladı, sebebi, áyyemgi waqıtları jıl bası 1-martta kirgen. Aprel ayı – «aperire» – «ashılıw» («oyanıw») degen sózden alınǵan bolıp, báhárde tábiyattıń oyanıwınan derek beredi. Bul kalendar boyınsha jıl bası ilgeride martta bolıp, soń 1-yanvarǵa kóshirilgen. Rossiyada jıl bası áyyemgi waqıtları eki ret – 1-martta hám 1-sentyabrde bayramlanatuǵın bolǵan. 1342-jıldan Moskva mitropoliti (hákimi) Jańa jıl bayramı bunnan bılay tek ǵana 1-sentyabrde ótkiziletuǵını haqqında buyrıq berdi. XVII ásirdiń aqırında patsha Pyotr I buyrıǵı menen 1700-jılda kalendar jılınıń bası 1-yanvarǵa kóshirildi. Sonnan beri bul kalendar boyınsha Jańa jıl bayramı 1-yanvarda bayramlanatuǵın boldı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Waqıttı ólshewde qaysı aspan denesiniń dawiri tiykar etip alınǵan?
2. Juldız hám quyash sutkaları qalay tabıladı? Olar óz ara teń be?
3. Jergilikli hám dúnya waqıtları dep qanday waqıtlarǵa aytıladı?
4. Poyas waqıtı qalay tabıladı? Bul waqıtlar arasında qanday baylanıs bar?
5. Kalendardı dúziwde qaysı aspan deneleriniń dawirleri tiykar etip alınǵan?
6. Aydıń sinodik dáwiri (Ay fazalarınıń qaytıw dáwiri) tiykar etip alınǵan kalendarlar qanday kalendarlar dep ataladı? Tropikalıq jıl tiykar etip alınǵanları she?
7. Yulian hám grigorian kalendarları haqqında nelerdi bilesiz?

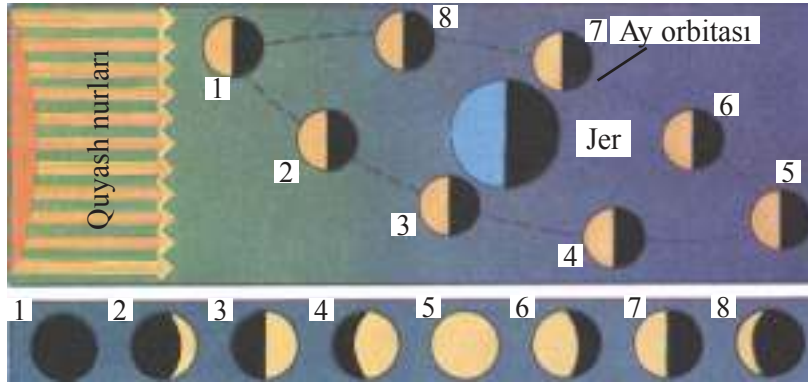
6-TEMA. 15-§. Aydıń háreketi, fazaları hám dáwirleri

Ay planetamız Jerdıń tábiyiy joldası bolıp, onıń átirapında 27,32 sutkalıq dáwir menen aylanadı. Bul dáwir Aydıń *siderik dáwiri* yaki *juldız dáwiri* dep ataladı. Aydıń Jer átirapında aylanıw jónelisi juldızlardıń Jer átirapındaǵı kórinetuǵın aylanıwına qarama-qarsı bolıp, ol batıstan shıǵısqa (yaǵniy, Jerdıń óz oǵı átirapında aylanıw jónelisi menen birdey jóneliste) háreket etedi. Aydıń óz orbitası boylap háreket tezligi sekundına 1 kilometrdi qurap, juldızlarǵa salıstırǵanda hár sutkada shama menen 13° jılısıp baradı.

Ay orbitasınıń tegisligi Jerdıń Quyash átirapında aylanıw tegisligi (ekliptika) menen 5º9′ lı múyeshti quraydı. Qızıǵı sonda, Ay óz oǵı hám Jer átirapında birdey – 27,32 sutkalıq dáwir menen aylanadı. Aydıń óz oǵı átirapında hám Jer átirapında aylanıw dáwirleri óz ara teń bolǵanı ushın Ay Jerden qaraǵanda barlıq waqıt bir tárepi menen kórinedi.

Ay Jer átirapında aylanıp atırǵanda, Quyash nurların qaytarıwı sebebinen bizge kórinetuǵını belgili. Bul kórinis tap sol waqıtta Aydıń Quyashqa qaray qalay jaylasıwı boyınsha hár túrli boladı. Jerden qaraǵanda Aydıń hár túrli formalarda (jańa ay, yarım ay, tolı ay) kóriniwi onıń *fazaları* dep ataladı.

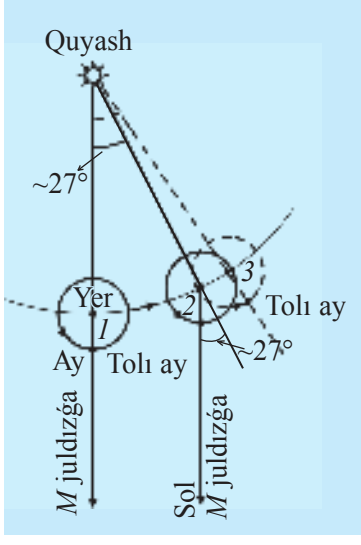
Quyash batqannan soń, Aydıń jińishke oraq formasındaǵı batıs tárepte birinshi kóriniwi xalıq tilinde *jańa ay* dep atalıp, ol ádette, Ay basınan keyin ekinshi kúni kórinedi. Bunday halatta Aydıń Quyash penen jarıtılmaǵan bólegi de gúńgirt kúl reń formada kózge taslanadı. Aydıń Quyash penen jarıtılmaǵan bóleginiń bunday gúńgirt bolıp kóriniwi Jerden qaytqan Quyash nurları menen onıń jarıtılǵanı



17-súwret. Ay fazalarınıń almasıwı (1. Astronomiyalıq jańa ay. 3. Birinshe sherek fazası. 5. Tolı ay. 7. Aqırǵı sherek fazası).

sebepli júz beredi. Ay fazalarınıń almasıwı onıń Jer hám Quyashqa qaray tutqan jaǵdayına baylanıslı *17-súwrette* keltirilgen.

Aydıń belgili fazasınan(máselen tolı aydan) eki ret izbe-iz ótiwi arasındaǵı waqıt 29,53 sutkanı qurap, ol Aydıń *sinodik dáwiri* dep ataladı.



18-súwret. Aydıń Jer átirapında aylanıwı siderik hám sinodrik dáwirlerin túsindiriw.

18-súwrette Aydıń sinodik dáwiri qalayınsha siderik dáwirinen úlken bolıwı túsindirilgen. Bunda Ay Jerdiń átirapında aylanıp atırıp, *1*-halatta bolǵanda, ol *M* juldızınıń tuwrısında tolı ay fazasında bolıwı sızılmadan anıq kórinip tur. 27,32 kúnnen soń, yaǵnıy Aydıń Jer átirapında bir ret tolıq aylanıp shıqqanınan keyin ol *2*-halatta bolıp, jáne *M* juldızınıń tuwrısında turadı, lekin ele tolı ay fazasına shekem jetip barmaǵan boladı. Jer orbitası boylap hár kúni derlik bir gradusqa jaqın jılısıwın itibarǵa alsaq, bul dáwirde ol *1*-den *2*-halatqa shekem shama menen 27 gradusqa jılısqanı belgili boladı (18-*súwretke* qarań). Aydıń *2*-halatında, onnan *M* juldızına qaray jónelisi Quyashqa qaray jónelisiniń dawamı arasında da tap usınday múyesh payda bolǵanın túsiniw qıyın

emes. Ol jaǵdayda, Aydıń óz orbitası boylap kúnine shama menen 13 gradusqa jılısıwı boyınsha ol 27 graduslı sheńberdi ótiwi ushın 2 kúnnen kóbirek waqıt kerek boladı.

Nátitjede Aydıń tolı ay fazasınan ketip tolı ay fazasına keliwine shekem (18-*súwrette 3*-halat) 29 sutkadan kóbirek waqıt talap etetuǵını belgili boladı.

16-§. Musılmanlardıń ay hám quyash hijriy kalendarları *

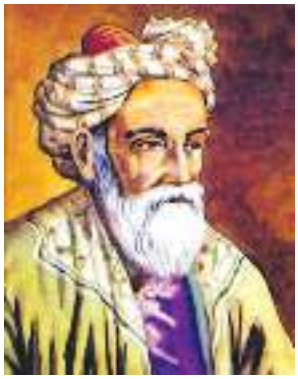
Ay-hijriy kalendarı. Sinodik ay 29,53 sutkaǵa, jıl máwsimleriniń almasıw dáwiri – tropikalıq jıl bolsa 365,2422 sutkaǵa teń bolıp, olar pútkil sutkalarda (kúnlerde) kórsetile almawı kalendarlar dúziwdi quramalastırdı. Sebebi, kalendar ayı da, jılı da ámelde pútkil sutkalarda kórsetiliwin talap etedi.

Birinshi ay kalendarı biziń eramızǵa shekemgi 2500-jıllarda áyyemgi Bobilde payda bolǵan. Jeti kúnlik hápte de sol waqıtları, juldızlar fonında háreketlenetuǵın jeti aspan denesi (Quyash, Ay hám 5 planeta) sanına teń etip alınǵan. Bunıń menen aspan deneleri ilahiylastırılıp, háfteniń bir kúninen olarǵa baǵıshlanadı.

Keyin ala musılmanlar kalendarı dep atalatuǵın *ay kalendarı* dúzildi. Kóplegen Aziya mámleketlerinde qollanılatuǵın bul kalendar jılınıń uzınlıgı 354 kún bolıp, ol 12 ayǵa bólingen. Onda aylar 29 hám 30 kúnnen almasıp, ortasha Ay fazalarınıń almasıw dáwiri – 29,5 kúnge teń boladı. Onıń ayları aspanda jańa ay (taza ay) kóriniwi menen baslanadı. Kalendar ayları ay fazalarına sáykes keliwi ushın musılmanlar kalendarında shama menen hár 3 jılda jıllar 355 kún etip alınadı.

Bul kalendar jılınıń uzınlıǵı bizler qollanatuǵın kalendar (xristianlıq jıl esabı) jılınan ortasha 11 kúnge qısqa bolǵanı ushın, hár jılı onıń jańa jılı shama menen 11 kún aldın keledi hám nátiyjede 33 jılda bir jılǵa ilgerilep ketedi. Bılayınsha aytqanda, ay kalendarı boyınsha 34 jıl ótedi.

Usı kalendar erası Muhammed payǵambardıń Mekkeden Madinaǵa kóshken jılınıń basınan baslanıp, ol xristianlıq jıl esabı boyınsha 622-jıldıń 16-iyulına tuwra keledi. Musılmanlardıń bul kalendarları hijriy, tolıq etip aytqanda, *ay-hijriy* yaki *aylı-hijriy* kalendar dep ataladı («hijratun» – arabsha «kóship ótiw» degen mánini bildiredi). Bul kalendarınıń 12 ayı tómendegi atlar menen júritiledi:



19-súwret.
Omar Hayyam.

Muharram, Safar, Rabi ul-avval, Rabi us-soni, Jumad ul-avval, Jumad us-soniy, Rajab, Shabon, Ramadon, Shavvol, Zulqada, Zulhijja.

Bul kalendar boyınsha jańa – 1440-ápiwayı jıldıń 1-muharrami 2018-jıldıń 11-sentyabr kúni kiredi.

Quyash-hijriy kalendarı. Omar Hayyamnıń quyash hijriy kalendarı. XI ásirde Nishopurda (Xurosan) jasap, matematika, astronomiya tarawında dóretiwshilik penen shuǵıllanǵan ataqlı shayır Omar Hayyam (1048–1131) (*19-súwret*) 1070-jılda saljukiyler sultanı Malikshax hám onıń wáziri Nizam ul-Mulk tárepinen sarayǵa mirát etilgen. Onın iltiması boyınsha shax Hayyam hám onıń shákirtlerine 1076-jılı Isfaxanda (Iran) observatoriya qurıp bergen. Malikshax álemnen ótiwine shekemgi (1092-j) dáwirde islegen bul observatoriyadaǵı astronomyalıq baqlawlar nátiyjesinde júzden zıyat jarıq juldızlardıń koordinataların hám de Ay, Quyash hám planetalardıń háreketlerin sáwlelendiriwshi kestelerdi óz ishine alǵan «zij» dúzildi. Bul astronomiyalıq traktat keyin ala «Malikshax ziji» degen at penen dúnya astronomiya tariyxınan orın aldı.

Abu Rayxan Beruniy óziniń «Ótken áwládlardan qalǵan estelikler» shıǵarmasında áyyemgi Iranda kalendar jılınıń uzınlıǵı 365 kún bolıp, 12 ay birinshi 11-i 30 kúnnen, 12-si bolsa 35 kúnnen ibarat bolǵanın aytıp ótken. Bul kalendarınıń jıl bası hár dayım báhárgi teńkúnlik (21-mart) penen úspe-úst túsedi. Tropikalıq jıldıń uzınlıǵı negizinde 365 kún bolmay, onnan 6 saatqa uzınlıǵı sebepli, jıllar ótiwi menen kalendar jılınıń bası teńkúnlikten jılısıp ketiwine (hár tórt jılda shama menen 1 kún) sebep bolǵan. Kalendardaǵı bunday kemshilikti tuwrılaw ushın Malik shax astronom hám matematiklerden ibarat keńes dúzip, oǵan basshılıq etiwdi Omar Hayyamǵa tapsırǵan. Keńestiń baslı wazıypası kalendar jıllarınıń bası («Nawrız») báhárgi teńkúnlikten jılıspaytuǵın etip dúziwden ibarat edi. Bunıń ushın keńes 366 kúnlik artıq kúnli jılın járiya etip, onıń keliw tártibin, rimliklerdiń yulian kalendarınan basqashalaw formasın usınıs etti.

Keyin ala *Omar Hayyam kalendarı* dep atalǵan bul kalendarda artıq kúnli jılı 33 jılda 8 ret kelip (rimlikler kalendarında 32 jılda), dáslepki 7 hár tórt jılda,

aqırǵı 8- bolsa 5-jılı keletuǵın etip qabıl etildi. Basqasha aytqanda, 33 jıllıq dawırdıń 4-, 8-, 12-, 16-, 20-, 24-, 28-, hám 33- jılları artıq kúnlı jılları sanalıp, 366 kúnnen boldı, qalǵan 25 jılı 365 kúnnen edi.

Omar Hayyam kalendarında jıldıń ortasha uzınlıǵı $365\frac{8}{33}=365{,}24242$ kúnge teń bolıp, tropikalıq jıldıń haqıyqıy uzınlıǵınan (365,24220 kún) barı-joǵı 0,00022 sutkaǵa, yaǵnıy 19,5 sekundqa ǵana uzın edi. Bul kemshilik sol dárejede kishkene edi, ol jıynalıp-jıynalıp 4500 jıl ótkennen soń ǵana 1 kúnge jetetuǵın edi. Bizler qollanıp júrgen grigorian kalendarınıń kemshiligi bir kúnge jetiwi ushın bolsa 3300 jıl (yaǵnıy Hayyam kalendarınan 1200 jılǵa az waqıt) kerek boladı.

Omar Hayyamnıń bul kalendarı házirgi waqıtta Iranda qollanılatuǵın Jaloliy (Malik shaxtiń laqabı) kalendarınıń tiykarın quraydı.

Bul kalendar dáwiriniń bası da keyin ala musılmanlardıń hijriy-aylı kalendarı erasındaǵı sıyaqlı 622-jıldıń 16-iyulına kóshirilip, ol *quyash-hijriy kalendarı* degen at penen atalatuǵın boldı. Bul kalendarındaǵı aylar bizde Quyashtıń jıllıq kórinetuǵın háreketi dawamında kesip ótetuǵın juldız toparlarınıń atları menen *Hamal, Sáwir, Jawza, Saratan, Hásed, Sunbille, Miyzan, Aqırap, Qawıs, Jeddi, Dáliw, Hút* dep júrgiziledi.

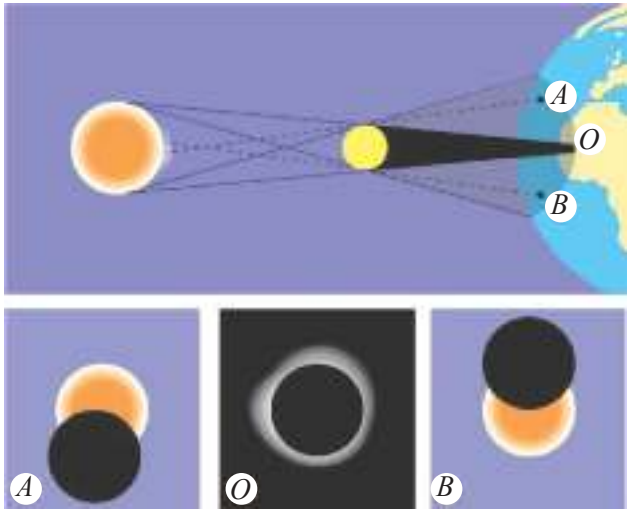
Quyash-hijriy kalendarı boyınsha jańa – 1397-jıl 2018-jıldıń 31-martında kirdi.

17-§. Quyash hám Ay tutılıwları

1. *Quyash tutılıwı.* Ay Jerdiń átirapında aylanıp atırıp, bazıda Quyashtı bizlerden tosıp ótedi (*20-súwret*). Bunday jaǵday *Quyash tutılıwı* dep ataladı. Bul hádiyse hár dayım Aydıń jańa ay halatında júz beredi.

Eger bunda Jerdegi baqlawshı Aydıń sayası ishinde (*O)* qalsa, ol Quyashtı qısqa waqıt (bir neshe minut) ulıwma kórmeydi, yaǵnıy onıń ushın Quyash tolıq tutıladı. Jerdegi baqlawshı Aydıń yarım sayası ishinde (*A* yaki *B* noqatında) qalsa, onda ol Quyashtıń bir bólegi tosılǵan halatında kóredi, yaǵnıy Quyashtıń *yarımı tutılıp atırǵan* boladı. Bazıda Quyashtıń tutılıwı *halqa tárizli* boladı.

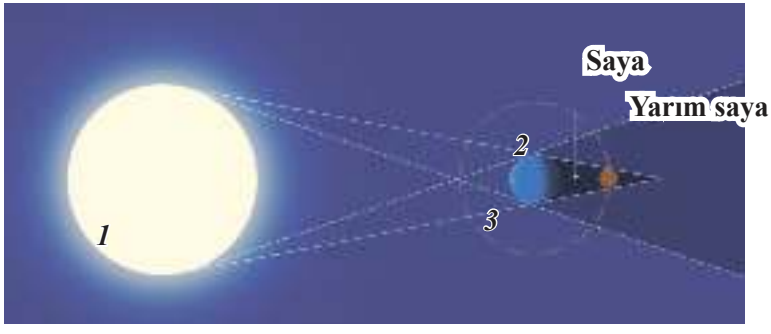
2. *Ay tutılıwı*. Ay Jer átirapında aylanıp atırıp, bazıda Jerdiń sayası arqalı ótedi. Bunday hádiyse *ay tutılıwı* dep ataladı (*21-súwret*). Eger bunda Ay Jerdiń sayası ishinen ótse, *tolıq tutılıw*, eger de yarım sayası ishinen ótse onda *yarım sayalı tutılıw* dep ataladı. Ay tutılıp atırǵanda ol barlıq waqıtta tolı ay fazasında boladı.



20-súwret. Quyash tutılıwı hádiysesi (astıńǵı súwretlerde Jer sırtınıń *A, O, B* noqatlarında Quyash tutılıwınıń kórinisleri).

Jerdiń belgili bir jerinde Quyash tutılıwına qaraǵanda Ay tutılıwı kóbirek gúzetiledi. Sebebi, Quyash tutılıwları Jerdiń Ay sayası túsken hám onsha úlken bolmaǵan maydanında ǵana baqlanadı. Ay tutılıwı bolsa, Jerdiń Quyashqa qarama-qarsı yarım sharındaǵı barlıq bólimlerinde bir waqıtta kórinedi.

Aydıń tolıq tutılıwı paytında (yaǵnıy ol Jer sayasına tolıq kirgende) Ay kózden pútkilley joǵalmay, toyǵın qızıl reńde jarqıraydı. Bunıń sebebi, bul gezde Aydıń Jer atmosferasında shashılǵan hám sińgen Quyash nurları menen jarıtılıwınan bolıp esaplanadı. Bunda Jer atmosferası kók hám aspan kók nurların kúshli jutıp hám keskin shashıp jiberip, Ay tárepke tiykarınan qızıl nurların sińdirip ótkizedi. Nátiyjede Ay tap usı nurlar menen jarıtıladı hám qızarıp kórinedi. Ay orbitasınıń ekliptika tekisligine aǵıwı sebepli, Ay hám Quyash tutılıwları jańa ay hám tolıay paytlarında barlıq waqıtta da baqlana bermeydi.



21-súwret. Ay tutılıwı hádiysesi (*1* – Quyash; *2* – Jer; *3* – Ay orbitası. Ay Jer sayası ishinde turıptı).

Quyash hám Ay tutılıwlarınıń shártleri boyınsha, Quyash tutılıp atırǵanda Ay astronomiyalıq jańa ay fazasında bolıp, Quyash orayı Ay túyinleriniń ıqtıyarlı birewinen 16,5° tan kishi; Ay tutılıp atırǵanda bolsa Ay tolı ay fazasında bolıp, Quyash orayı Ay túyinleriniń ıqtıyarlı birewiniń 10,6° tan kishi sheńber aralıqta bolıwı kerek. Bunday jaǵday Quyash tutılıwı ushın hár jılı keminde eki ret, kóbi menen bolsa 5 retke shekem; Ay tutılıwı ushın bolsa bir ret te bolmawı múmkin, yaki kóbi menen 3 retke shekem boladı. Yaǵnıy bir jılda kóbi menen ulıwma tutılıwlar 7, keminde 2 ret (tek ǵana Quyash) bolıwı múmkin.

Áyyemgi waqıtları da Ay tutılıp atırǵanda, olardıń joqarıda aytıp ótilgen kórinisleri adamlarda qorqınısh hám hawlıǵıwlar oyatqan. Endi bolsa Quyash hám Ay tutılıwlarınıń sırı tolıq ashılıp, ol hesh kimde hawlıǵıwdı tuwdırmaydı.

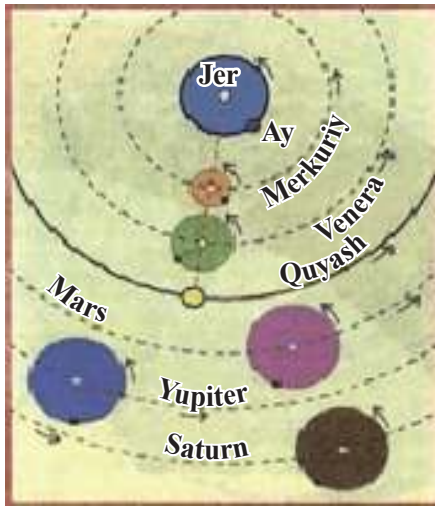
Soraw hám tapsırmalar:

1. Ay óz oǵı átirapında qanday dáwir menen aylanadı? Jer átirapında she?
2. Aydıń hár dayım Jerge bir tárepi menen kóriniwiniń sebebi nede?
3. Aydıń tiykarǵı fazaları qanday atlar menen ataladı?
4. Aydıń sinodik dáwiri dep nege aytıladı?
5. Omar Hayyam kalendarınıń anıqlıǵın grigorian kalendarı anıqlıǵı menen salıstırıń.
6. Ay hám Quyash tutılıwı hádiysesin túsindirin.
7. Quyash nege hár jańa ayda, Ay bolsa nege hár tolı ayda tutılmawınıń sebeplerin aytıń.

II BAP. QUYASH SISTEMASÍNÍŃ DÚZILISI HÁM ASPAN DENELERINIŃ HÁREKETI

7-TEMA. 18-§. Quyash sistemasınıń dúzilisi

1. *Quyash sistemasınıń dúzilisi tuwralı túsiniklerdiń rawajlanıwı.* Álemniń qalay dúzilgenligi haqqındaǵı túsiniklerdiń rawajlanıw tariyxı júdá erteden baslanǵan. Áyyemgi waqıtta babalarımız tabiyat hám onıń hádiyselerin túsindiriwge ázzilik etip, Álem denelerıniń háreketlerin basqarıwshı ádetten tıs kúsh bar dep isengen. Olar Álem usı kúsh tárepinen jaratılǵan degen pikirde bolǵan.



22-súwret. Ptolemeydiń geosentrik sisteması.

Biziń eramızǵa shekemgi IV ásirde tanıqlı grek filosofı Aristotel tárepinen Jerdiń shar formasında ekenligi dálillengennen keyin, adamlar sanasında Dúnyanıń orayında qattı Jer sharı jaylasıp, onıń átirapında qattı aspan juldızlar menen jaylasadı hám aylanadı degen túsinik payda bolǵan.

Biziń eramızdıń II ásirinde astronom Ptolemey Álem dúzilisiniń *geosentrik (yaǵnıy orayında Jer turatuǵın) sistemanı* jaqlap, Dúnyanıń orayında Jer turıp, basqa planetalar, solardan, Quyash onıń átirapında *22-súwrette* keltirilgen tártip penen aylanıwın aytıp ótken. Sonday-aq, bul táliymat boyınsha, eń sońǵı sferada juldızlar Jerden birdey aralıqta jaylasıp, onıń átirapında aylanadı, degen juwmaqqa kelindi.

Biraq, waqıt ótiwi menen planetalar háreketlerin dıqqat penen úyreniw, planetalardıń juldızlar fonında baqlanǵan quramalı háreketlerin bul teoriya boyınsha túsindiriw qıyın bolıp ketti. Aqırında, bul teoriya Álem dúzilisin durıs sáwlelendire almawı anıq bolǵannan keyin onı baqlaw nátiyjelerine sáykes jańa teoriya menen almastırıw mútájligi tuwıldı.

2. *Koperniktiń álem dúzilisiniń geliosentrik táliymatı.* XVI ásirde belgili polyak astronomı Nikolay Kopernik (1473–1543) tárepinen kóp jıllıq astronomiyalıq baqlawlar tiykarında Álem dúzilisiniń geliosentrik teoriyası jaratıldı.

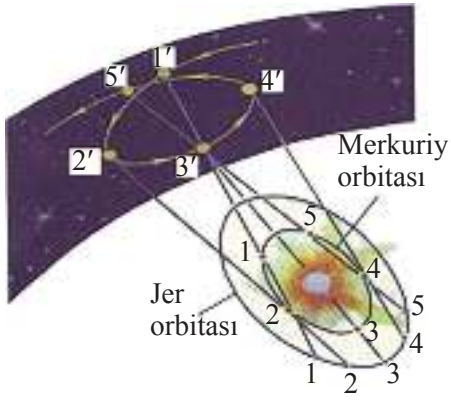
Bul teoriya boyınsha, Álemniń orayında Quyash turıp, barlıq planetalar, sonnan, Jer onıń átirapında tártip penen aylanadı (*23-súwret*). Juldızlar bolsa, Ptolemey teoriyasındaǵı sıyaqlı eń aqırǵı sferada jaylasıp, Quyashtıń átirapında bir-birine qaraǵanda qozǵalmaǵan halda aylanadı.

Kopernik birinshi bolıp, planetalardıń juldızlar fonındaǵı ilmek tárizli háreketleniwiniń sebebi, Jerdiń Quyash átirapında basqa barlıq planetalar sıyaqlı aylanıwı sebepli júz beriwin anıqladı (*24-súwret*). Koperniktiń Álem dúzilisi haqqındaǵı bul teoriyası *geliosentrik teoriya* dep ataldı.

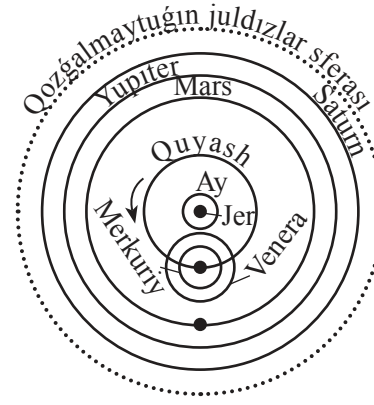
Álem dúzilisiniń geliosentrik teoriyası tanıqlı italiyalı alım, filosof Jordano Bruno (1548–1600) tárepinen rawajlandırıldı. Ol óz teoriyasında Álem qozǵalmaytuǵın juldızlar sferası menen shegaralanbaǵanın, juldızlar Quyashtan hár túrli aralıqta jatıwshı oǵan uqsaǵan obyektler ekenin, olardıń átiraplarında da Quyash átirapındaǵı sıyaqlı planetaları bolıwı múmkinligin uqtırdı. Keyingi júz jıllıqlar ishinde ótkizilgen astronomiyalıq baqlawlar onıń haq ekenin kórsetti.

23-súwret. Álem dúzilisiniń geliosentrik sisteması (orayında Quyash).

Álem dúzilisi haqqındaǵı túsiniklerdiń qáliplesiwinde watanlasımız Abu Rayxan Beruniydiń (973–1048) úlken xızmeti bar. Ol kóp jıllıq astronomiyalıq baqlawlarǵa súyenip, planetalardan Merkuriy hám Venera Quyashtan uzaqlasa almawın (sheńber ólshewi menen esaplaǵanda) anıqladı hám usı tiykarda, bul eki planeta Quyashtıń átirapında aylansa kerek degen tuwrı sheshimge keldi (*25-súwret*). Negizinde Beruniy geosentrik siste-



24-súwret. Planetalardıń kórinetuǵın ilmek tárizli háreketin túsindiriw.



25-súwret. Beruniydiń álem dúzilisi haqqındaǵı qarasları boyınsha, Quyash óz átirapında aylanıp atırǵan joldasları – Merkuriy hám Venera menen birge Jer átirapında aylanadı.

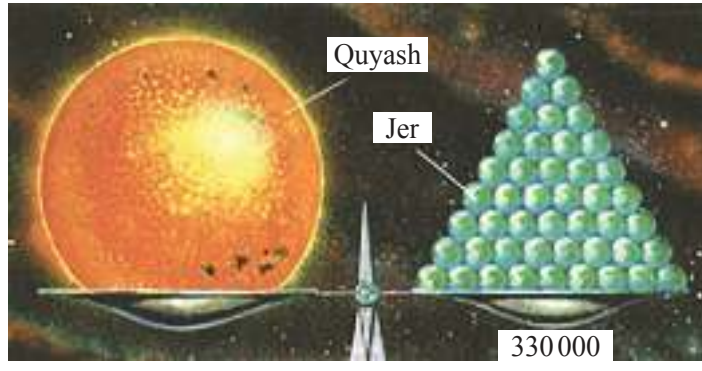
masınıń tárepdarı bolıp qalǵan bolsa da, onıń ishki planetalar (Merkuriy hám Venera)ǵa tiyisli bul sheshimdi XI ásirde Álem dúzilisiniń geliosentrik sisteması ushın qoyılǵan dáslepki qádem edi.

19-§. Quyash sistemasınıń masshtabı hám aǵzaları

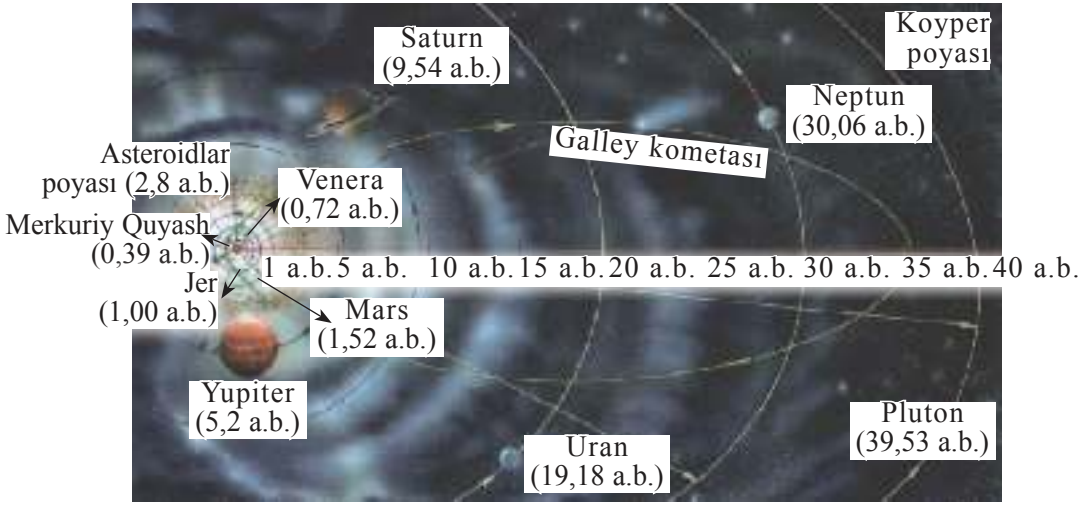
Quyash sistemasına kiriwshi deneler menen bizler dáslep «Tábiyattanıw» sabaqlarında tanısqan edik. Bul sistemanıń eń iri denesi Quyash bolıp, onıń diametri Jerdikinen 109 ese úlken, massası bolsa 330000 Jer massasına teń (*26-súwret*). Onıń átirapında 8 iri planeta bir-birine jaqın tegisliklerde, túrli dáwirler menen aylanadı. Quyashtan uzaqlıgı boyınsha bul planetalar onıń átirapında tómendegi tártip penen jaylasqan: *Merkuriy, Venera, Jer, Mars, Yupiter, Saturn, Uran, Neptun.*

Quyash sistemasın shártli túrde shegeralawshı Neptun Quyashtan Jerge qaraǵanda sál ǵana 30 esege uzaqta jaylasqan. Jerdiń Quyashtan ortasha uzaqlıǵı 149,6 million kilometr, Neptunnıń Quyashtan uzaqlıǵı ortasha 4554,4 million kilometrdi quraydı. Quyashtan Jerge shekem onıń nurları 8 minuttan sál kóplew waqıtta jetip keledi hám Quyashtan Neptunǵa shekem 4,5 saat átirapında baradı (*27-súwret*).

Quyash sistemasında iri planetalar menen birge mıńlaǵan mayda planetalar (úlkenlikleri bir neshe júz metrden bir neshe júz kilometrge shekem bolǵan) hám aylanıp, olardıń kóbisiniń orbitaları Mars penen Yupiterdiń aralıǵında jatadı.



26-súwret. Jer massasın Quyash massası menen salıstırıw.



27-súwret. Quyash sistemasınıń masshtabı (a.b. – astronomiyalıq birlik).

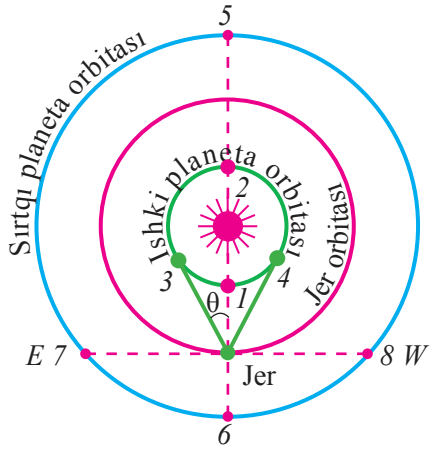
Sonday-aq, Quyash sistemasında júdá sozılmalı elliptikalıq orbitalar boylap háreketlenetuǵın hám qattı yadrosı gaz qabıǵı menen oralıp, Quyash janında «quyrıq» payda etip ótetuǵın kometalar dep atalıwshı deneler de bar.

Bulardan tısqarı, Quyash sisteması shegarasında Quyash átirapında san-sanaǵı joq ólshemleri qum bóleksheleri úlkenligindegi deneler de elliptikalıq orbitalar menen aylanadı. Olar *meteor deneler* dep ataladı.

Quyash sistemasında háreketleniwshi iri planetalar hár qansha úlken bolǵanına qaramastan, Quyash penen salıstırǵanda, oǵan qaraǵanda júdá kishkene aspan deneleri bolıp esaplanadı. Planetalar hám barlıq mayda denelerdiń massası birgelikte Quyash sisteması deneleri ulıwma massasınıń 0,15% in, Quyash massası bolsa shama menen 99,85% ti quraydı. Sonıń ushın da Quyash óz sistemasına kiriwshi barlıq denelerdiń háreketlerin basqaradı.

20-§. Planetalardıń konfiguraciyaları hám kórinetuǵın shártleri *

Quyash átirapında háreketlenip atırǵan planetalardıń juldızlar fonındaǵı orınları háreketlenip atırǵan Jerden baqlanǵanı ushın, quramalı kóriniske iye boladı. Planetalardıń Jerden qaraǵanda Quyashqa salıstırmalı túrde iyelegen orınları olardıń *konfiguraciyaları* dep ataladı.



28-súwret. Planetalardıń konfiguraciyaları hám kórinetuǵın shártleri.

Planetalardan ekewiniń konfiguraciyaları menen tanısayıq. *28-súwrette* olardan biriniń orbitası ishki planetaǵa (orbitası Jer orbitasınıń ishinde jaylasqan – Merkuriy yamasa Veneraǵa), ekinshisi bolsa sırtqı planetalarǵa (orbitası Jer orbitasınan sırtta jatqanına) tiyisli.

Jerdiń súwrettegi ornında ishki planeta iyelegen *1*- hám *2*-halatlar planetanıń Quyash penen *qosılıw jaǵdayları* dep atalıp, bul jaǵdayda planeta Quyash sáwlesine kómilip kórinbeydi, yaǵnıy bunda onıń kórinbeytuǵın dáwiri boladı.

Ishki planetanıń Quyashtan shıǵıs hám batıs tárepke maksimal uzaqlasqan (sheńber esabında) túrindegi kórinisleri (*elongaciyaları*) onıń *3*- hám *4*- halatlarına tuwra keledi. Eger ishki planeta *3*-halatta bolsa, ol Quyashtan shıǵıs tárepte bolǵanı ushın, keshqurın Quyash batqannan soń, aspannıń batıs tárepine gorizonttan bir qansha bálentlikte jaqsı kórinedi. Eger ol *4*-halatta, yaǵnıy Quyashtan batıs tárepte bolsa, erte tańda Quyash shıqıwınan aldın shıǵıs tárepte kórinedi.

Sirtqı planetaǵa tiyisli *5*-halat *qosılıw* (yaǵnıy Quyash penen qosılıw), *6*-halat *qarama-qarsı turıw* (yaǵnıy Quyashqa qarama-qarsı turıw) dep ataladı. Keyingi *6*-halatta planeta Quyashtan 1800 li múyesh aralıqta jaylasadı.

Sırtqı planeta *5*-halatta Quyash penen qosılıp, Jerdegi baqlawshı ushın óziniń kórinbeytuǵın dáwirin ótep atırǵan boladı. *6*-halatta Quyashqa qarama-qarsı turǵanı ushın, Quyash batıwı menen planeta shıǵıs tárepten gorizonqa kóteriledi hám túni menen baqlawǵa boladı. Planetanıń *7*- hám *8*-halatları bolǵanda, onı *arqa hám qubla kvadratura halatları* dep ataladı. Planeta *7*-halatta bolǵanda onıń Quyash batqanınan yarım keshke shekem, *8*-halatta bolsa, onı yarım keshten tańǵa shekem gorizont ústinde kóriwge boladı.

21-§. Planetalardıń Quyash átirapında aylanıw dáwirleri *

Barlıq planetalar Quyash átirapında bir tárepke qaray, yaǵnıy batıstan shıǵısqa qaray háreketlenip aylanadı. Quyashta uzaqlıǵı boyınsha, olardıń aylanıw dáwirleri hár túrli bolıp, Quyashqa jaqınları kishkene, uzaqlıqları bolsa úlken dáwirler menen aylanadı. Máselen, Quyashqa eń jaqın Merkuriy onıń átirapında shama menen 88 kúnde aylanıp shıǵadı, Neptun bolsa Quyash átirapında 165 jıl dáwir menen aylanadı. Olardıń háreket tezlikleri de birdey bolıp, Quyashtan uzaq aralıqda aylanatuǵın planetalar jaqın aralıqlardaǵıǵa qaraǵanda bir qansha kishi tezlik penen háreketlenedi.

Sabaqlıq sońında berilgen qosımshada planetalardıń Quyash átirapında aylanıwlarına tiyisli maǵlıwmatlar berilgen. Solardan, onda planetalardıń orbital tezlikleri, Quyash átirapında aylanıw dáwirleri, planetalar ushın 2-kosmik tezlikler hám oqları átirapında aylanıw dáwirleri berilgen. Barlıq planetalar ekliptika tegisligine jaqın jaylasqan orbitalar boylap háreketlenedi.

Planetalardıń Quyash átirapında haqıyqıy aylanıw dáwirleri olardıń *siderik* yaki *juldız dáwiri* dep ataladı. Planetanıń *siderik dáwiri* (T_{pl}) dep, Quyashtan qaraǵanda onıń belgili bir juldızǵa salıstırmalı tolıq aylanıp shıǵıwı ushın ketken waqıtqa aytıladı. Planetanıń *sinodik dáwiri* (S_{pl}) dep bolsa, jerdiń konfiguracion halatlarınıń ıqtıyarlı birewinen eki ret izbe-iz ótiwi kerek bolǵan waqıt aralıǵına aytıladı. Planetanıń sinodik dáwiri S_{pl} Jerdiń háreketi menen baylanıslı bolıp, Jerdiń siderik dáwiri $T_{\oplus}$ hám planetanıń siderik dáwiri T_{pl} menen tómendegidey baylanısqan.

Ishki planetalar ushın Jer hám planetanıń sutkalıq jılısıwı ayırmashılıǵı boyınsha:

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

bul jerden planetanıń siderik dáwiri:

$$T_{pl} = \frac{T_{\oplus} \cdot S_{pl}}{T_{\oplus} + S_{pl}} \text{ boladı.}$$

Usı jol menen tabılǵan sırtqı planetalar ushın: $\frac{1}{S_{pl}} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T_{pl}}$,

bul jerden $T_{pl} = \frac{T_{\oplus} \cdot S_{pl}}{S_{pl} - T_{\oplus}}$ boladı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Álem dúzilisiniń geosentrik hám geliosentrik táliymatlarınıń parqın túsindiriń.
2. Planetalardıń juldızlar fonındaǵı ilmek tárizli háreketleri geliosentrik táliymat tiykarında qalay túsindiriledi?
3. J.Bruno Álem dúzilisine tiyisli qanday jańa pikirlerdi ortaǵa taslaǵan?
4. Beruniydiń Álem dúzilisi haqqındaǵı modelin sızıp kórsetiń.
5. Quyash diametri hám massası boyınsha Jerden neshe ese úlken?
6. Ishki hám sırtqı planetalar Quyash átirapında háreketlenip atırıp, qanday konfiguracion halatlarda boladı?
7. Planetalardıń sinodik dáwirleri dep nege aytıladı?
8. Planetalardıń siderik dáwirleri olardıń sinodik dáwirleri boyınsha qalay tabıladı?

8-TEMA. 22-§. Sutkalıq hám sutkalıq-gorizontal parallaks. Quyash sisteması denelerine shekem bolǵan aralıqlardı anıqlaw

1. Quyash sistemasına kiriwshi denelerge shekem (planetalar, Ay, mayda planetalar hám taǵı basqa) bolǵan aralıq trigonometriyalıq jol menen sutkalıq parallaks dep atalıwshı metod járdeminde tabıladı.

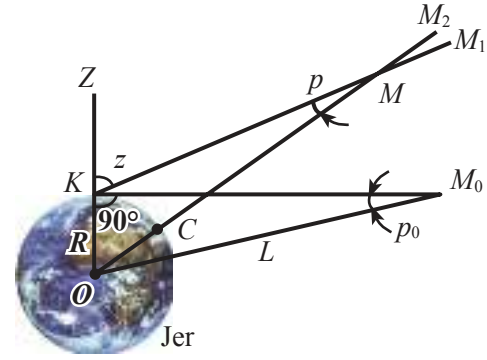
Aspan denesinen (M), baqlawshı (K)dan ótken Jer radiusı ushlarına tartılǵan tuwrı sızıqlar arasındaǵı múyesh usı aspan denesiniń(jaqtırtqıshınıń) sutkalıq parallaks múyeshi (ol júdá kishkene bolıp, sheńber sekundlarında ólshenedi) dep ataladı (*29-súwret*).

Bir planetanıń sutkalıq parallaks múyeshin tabıw ushın bir waqıtta, Jerdi belgili bir meridiannıń eki noqatınan (K hám C) baqlaw kerek. Bunda planeta uzaqtaǵı juldızlardıń fonında parallaktik jılısqan halda eki (M_1 hám M_2) noqatta kórinedi. Eger jaqtırtqısh baqlawshıǵa qaraǵanda gorizontda jaylasqan (M_0 noqatında) bolsa, (súwretke qarań), onıń paralaksı sutkalıq gorizontal paralaks (p_0) dep ataladı. Planetanıń paralaktik jılısıwı tiykarında onıń *sutkalıq gorizontal parallaksi* – p_0'' múyesh tabılıp, oǵan súyengen halda planetaǵa shekem bolǵan

L aralıq M_0OK tuwrı múyeshli úshmúyeshlikten tómendegidey bolıp tabıladı:

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

bunnan $L = \frac{R_\oplus}{\sin p_0''} = \frac{206265}{p_0} \cdot R_\oplus$, sebebi, p_0 – sekundlı sheńberlerde ólshengeni ushın: $\sin p_0'' = p_0 \cdot \sin 1''$, $\sin 1'' = \frac{1}{206265}$ dep jazıwǵa boladı, bul jerde $R_\oplus$ – Jer radiusın bildiredi.



29-súwret. Jaqtırtqıshlardıń sutkalıq (p) hám sutkalıq gorizontal (p_0) parallaksı.

2. Házirgi waqıtta Quyash sisteması denelerge shekem bolǵan aralıqlardı radiolokacion metod járdeminde júdá úlken anıqlıqta tabıwǵa boladı.

Bunda Jerden geybir planetaǵa shekem jiberilgen radiosignaldıń (elektromagnit tolqın) oǵan barıp keliwi ushın ketken waqıt t bolsa, onda onıń ótken jolı $2L$ ekenin hám de radiotolqınnıń tarqalıw tezligi jaqtılıw tezligi c menen birdeyligin itibarǵa alıp, $c = \frac{2L}{t}$ dep jazıwǵa boladı. Bunda aspan denelerine shekemgi aralıq

$$L = \frac{ct}{2}$$

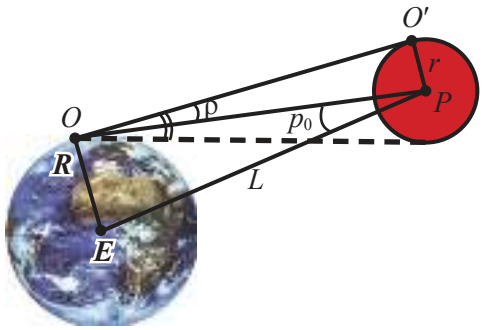
ekenligi belgili boladı.

Tap usı metod penen Jerden Quyash sistemasınıń basqa denelerge shekemgi bolǵan aralıqlar, solardan, Quyashqa shekem bolǵan aralıq (1 astronomiyalıq birlik = 149 598 500 km) júdá úlken anıqlıq penen tabılǵan.

23-§. Quyash sisteması denelerińiń radiusların anıqlaw **

Súwrette keltirilgen planetanıń r radiusın anıqlaw ushın bul planetanıń sutkalıq parallaksı p_0 tuwrı múyeshli úshmúyeshlik OEP den (*30-súwret*):

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



30-súwret. Quyash sistemasındağı denelerdiń radiusların esaplaw metodları.

boladı. Tuwrı múyeshli úshmúyeshlik OPO' den planetanıń kórinetuǵın radiusı ρ:

$\sin\rho = \frac{O'P}{OP} = \frac{r}{L}$ boladı, bul jerden r dı tapsaq, ol: $r = L\sin\rho$. Endi L nıń aldındağı paragrafta tabılǵan mánisin bul teńlemege qoyıp, planeta radiusın (r) tómendegidey etip anıqlawǵa boladı:

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

Bul jerde p_0 hám ρ múyeshler sekundlı sheńberlerde ólshengeni ushın, planetanıń radiusın, Jer radiusı $R_\oplus$ birliginde tómendegi

$$r = \frac{R_\oplus}{p_0''}\rho''$$

kórsetpeden tabıwımızǵa boladı, sebebi, $\sin p_0'' = p_0 \cdot \sin 1''$, $\sin\rho'' = \rho \cdot \sin 1''$.

Eger de aspan denesiniń kórinetuǵın radiusı jeterlishe úlken bolsa (máselen Ay ushın), oǵan shekemgi aralıq:

$$r = \frac{R_\oplus \cdot 206265}{p_0} \cdot \sin\rho$$ den tabıladı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Quaysh sistemasındağı geybir deneniń parallaks múyeshi dep qanday múyeshke aytıladı?
2. Quyash sistemasındağı denelerge shekem bolǵan aralıqlar qalay tabıladı?
3. Radiolokacion metod járdeminde aspan denelerine shekemgi bolǵan aralıqlar qalay tabıladı?
4. Quyash sistemasına kiriwshi denelerdiń ólshemleri (radiusları) qalay tabıladı? Bunıń ushın dáslep olardıń qaysı parametrlerin anıqlaw kerek?
5. Planetalardıń sutkalıq gorizontal parallaksı (p_0) hám kórinetuǵın radiuslarına (p) boyınsha olardıń radiusların (r) esaplaw formulasın jazıń.

9-TEMA. 24-§. Astronomiyada uzınlıq ólshew birlikleri

Astronomiyada uzınlıqtı Xalıqaralıq sistemada qabıl etilgen birlikte (metrlerde) kórsetiw hár dayım da qolaylı bola bermeydi. Sonıń ushın da astronomiyada uzınlıq onda bar birliklerden basqa jáne tómendegi arnawlı birlikler menen de ólshenedi:

1. **Astronomiyalıq birlik (a.b.)** – Quyashtan Jerge shekem bolǵan ortasha aralıq shama menen 149,6 million kilometrge teń. Bul birliklerden, tiykarınan Quyash sistemasındaǵı aspan denelerine shekemgi (planetalar, kometalar, Ay hám taǵı basqalar) bolǵan aralıqlardı beriwde qollanıladı.

2. **Jaqtılıq jılı (j.j)** – jaqtılıqtıń bir jılda ótken jolı menen anıqlanadı. Bunıń ushın 1 jıldı sekundlarda berip, soń jaqtılıq tezligine kóbeytiwimiz kerek. Onda 1 jaqtılıq jılı (1 j.j.) $9.46 \cdot 10^{15}$km ge teńligin anıqlaymız. Tabılǵan nátiyjeni 149,6 mln. km ge bólsek, 1 j.j. tıń astronomiyalıq birliklerdegi mánisin tabamız. Ol 63240 a.b. teń boladı.

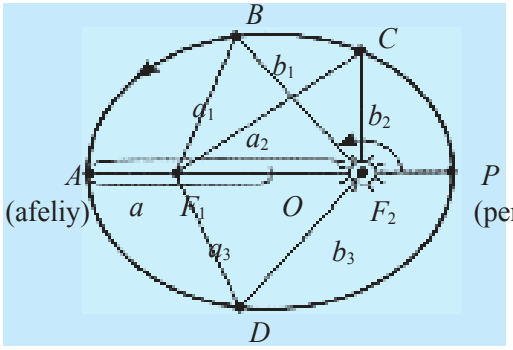
3. **Parsek (pk)** – «Parallaks» hám «sekund» sózlerinen alınǵan bolıp, jıllıq parallaksı 1» ge teń bolǵan jaqtırtqıshqa shekem aralıqtı bildiredi:

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

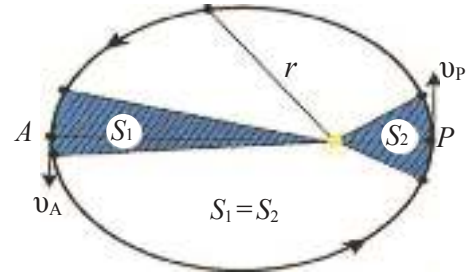
Ádette, uzınlıqtıń jaqtılıq jılı, parsek, kiloparsek (1000 pk) hám megaparsek (Mpk $= 10^6$ pk) birlikleri Quyash sistemasınan sırttaǵı aspan denelerine shekemgi (juldızlar, juldız toparları, dumanlıqlar hám taǵı basqa) aralıqlardı, sonday-aq, sırtqı galaktikalar, galaktikalıq toparlardıń ólshemleri hám olardıń arasındaǵı aralıqlardı ólshewde qollanıladı.

25-§. Kepler nızamları

XVI ásirde planetalardıń háreketlerin baqlap, olardıń orınların anıq belgilewde daniyalı alım Tixo Brage (1546–1601) úlken tabısalardı qolǵa kiritti. Ol óziniń astronomiyalıq baqlaw ásbapları járdeminde jaqtırtqıshlardıń aspandaǵı orınların júdá úlken anıqlıqta belgilewge eristi. Bul anıqlıq 2′ ni quraydı. Ómiriniń aqırǵı jılların Pragada ótkizgen Brage shákirtlikke nemis astronomı Keplerdi mirát etti. Kepler mirátti qabıl etip, Pragaǵa kóship keldi. Biraq, kóp ótpey ustazı Brage álemnen ótti hám onıń bahalı baqlaw maǵlıwmatları shákirti Keplerge qaldı.



31-súwret. Planetalardıń ellips boylap háreketi.



32-súwret. Planeta radius-vektorlarınıń teń waqıtlarda sızǵan teń maydanları.

Kepler kóp jıllıq esaplawlar nátiyjesinde Jerdiń Quyashtan uzaqlıǵı hám Mars penen Quyash arasındaǵı aralıqlardı anıqlap, Marstıń Quyash átirapındaǵı orbitasınıń ellips dep atalıwshı jabıq iyrek sızıq ekenligin taptı. Ellipstiń xarakterli jeri sonda, onıń ıqtıyarlı noqatlarınıń (*B, C, D*) ellips fokusları dep atalıwshı eki noqatınan uzaqlıqlarınıń (*31-súwret*) jıyındısı ózgermeytuǵın úlkenlik:

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

bolıp, ondaǵı F_1 hám F_2 noqatlar *ellipstiń fokusları* dep ataladı. Ellipstegi bir-birinen eń uzaq noqatlardıń tutastırıwshı hám fokuslar arqalı ótiwshi kespesi bolsa, onıń *úlken oǵı* ($2a$) delinip, Quyash hám planeta arasındaǵı ortasha aralıq usı oqtıń yarımına teń boladı hám *úlken yarım oq* (a) dep ataladı. 24 jılǵa shamalas baqlaw nátiyjelerin ulıwmalastırıp, Kepler planetalar háreketine tiyisli tómendegi úsh nızamdı oylap taptı:

1. Hár bir planeta Quyash átirapında ellips boylap aylanadı hám usı ellips fokuslarınıń birinde Quyash jatadı.

2. Planetalardıń radius-vektorları (planetanı Quyash penen tutastırıwshı kespe) teń waqıtlar ishinde maydanlar sızadı (32-*súwret*).

3. Íqtıyarlı eki planetanıń Quyash átirapında aylanıwı siderik (haqıyqıy) dáwirleri kvadratlardıń qatnası, olardıń orbitaları úlken yarım oqlarınıń kubları qatnasına teń boladı, yaǵnıy

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

bul jerde: a_1, T_1 – 1-planetanıń úlken yarım oǵı hám dáwiri; a_2, T_2 – 2-planetanıń úlken yarım oǵı hám dáwiri. Bul anıq aytılǵan piker baqlawdan anıqlanǵan ıqtıyarlı planetanıń dáwiri (T) boyınsha, Quyashtan oǵan shekem bolǵan ortasha aralıqtı (a) tabıwda astronomlarǵa júdá paydalı boldı, yaǵnıy (bul jerde $T_2 = T_\oplus = 1$ jıl, $a_2 = a_\oplus = 1$ a.b.):

$$T^2 \text{ (jıl)} = a^3 \text{ (a.b.)}.$$

26-§. Aspan denelerińiń massaların esaplaw *

Jerdiń massası hám tıǵızlıǵı. Nyutonnıń pútkil álem tartısıw nızamın barlıq deneleri ushın áhmiyetli xarakterlik úlkenlik – massaların esaplawǵa imkan jarattı. Bul nızam tiykarında Jerdiń massasın esaplaytuǵın bolsaq, onda Jerdiń erkin túsiw tezlesiwi hám massası arasındaǵı tómendegi baylanıstan paydalanıp, sonı jaza alamız:

$$g = \frac{GM}{R^2},$$

bul jerde: M – Jerdiń massasın; R – onın radiusın; G – gravitacion turaqlılıqtı xarakterlewin esapqa alıp, olardıń mánileri boyınsha; ($g = 9{,}8$ m/s^2, $R = 6370$ km, $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$ N $\cdot$ m^2/kg^2) tabılǵan Jer massasın $M = 6 \cdot 10^{24}$ kg di quraydı.

Endi aspan denelerińiń massaların esaplawǵa toqtap ótsek, onı anıqlawda Keplerdiń Nyuton tárepinen ulıwmalastırılǵan (yaki anıqlastırılǵan) usı III nızamınan paydalanıladı:

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

bul jerde: T_1 hám T_2 – Quyash átirapında aylanıwshı ıqtiyarlı eki planetanıń siderik dáwirlerin (yaǵnıy Quyash átirapında aylanıw dáwirlerin); M – Quyash massasın; m_1 hám m_2 – keltirilgen eki planetanıń massaların; a_1 hám a_2 bolsa, sáykes túrde, olardıń orbitaları úlken yarım oqların bildiredi.

Bul nızamnıń universallıǵınan paydalanıp, usı tiykarda basqa bir planetanıń massasın anıqlaw ushın da Keplerdiń anıqlastırılǵan III nızamınan paydalanıladı. Bunda massası tabılıwı rejelestirilgen planetanıń joldası menen Jer joldasınıń háreketi (dáwirleri hám orbitalardıń úlken yarım oqları) salıstırıladı, yaǵnıy

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

bul jerde: T_{pl} hám $T_\oplus$ – planeta hám Jer joldaslarınıń aylanıw dáwirleri; m_{pl} hám $m_\oplus$ – planeta hám Jerdiń massaların; m_1 hám m_2 sáykes túrde, olardıń joldaslarınıń massaların; a_1 hám a_2 bolsa planeta hám Jer joldasları (tábiyiy yaki jasalma) orbitalarınıń úlken yarım oqların bildiredi.

Ádette, planetalardıń massalarına qaraǵanda olardıń joldaslarınıń massaları júdá kishkene bolǵanı ushın (Jer hám onıń tábiyiy joldası – Ay buǵan kirmeydi), m_2 ornına Jer jasalma joldasınıń massasın alsaq, onda $m_{pl}>>m_1$, $m_\oplus>>m_2$ dep jazıwǵa boladı. Onda joqarıdaǵı formula (m_1 hám m_2 esapqa almaǵanda)

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

kórinisin aladı, bul jerde $T_\oplus$ hám T_{pl} hám de a_1 hám a_2 parametrler, sáykes túrde, planeta hám Jerdiń jasalma joldasına tiyisli.

Quyash massasın hám Jer massası birliklerinde usı jol menen ańsat esaplawǵa boladı:

$$\frac{T_\oplus^2}{T_{j.j.}^2}\cdot\frac{M_\odot+m_\oplus}{m_\oplus+m_{j.j.}}=\frac{a_\oplus^3}{a_{j.j.}^3}\ \text{den}$$

$$\frac{M_\odot}{m_\oplus}=\left(\frac{T_{j.j.}}{T_\oplus}\right)^2\cdot\left(\frac{a_\oplus}{a_{j.j.}}\right)^3\ \text{yaki}\ M_\odot=\left(\frac{a_\oplus}{a_{j.j.}}\right)^3\cdot\left(\frac{T_{j.j.}}{T_\oplus}\right)^2\cdot m_\oplus$$

kórsetpeden paydalanıladı, bul jerde: $M_\odot$ hám $m_\oplus$ – Quyash hám Jer massaların; $T_\oplus$ hám $a_\oplus$ – Jerdiń Quyash átirapında aylanıw dáwiri hám orbitasınıń úlken yarım oǵın; $T_{j.j.}$ hám $a_{j.j.}$ lar bolsa Jerdiń jasalma joldasınıń dáwirin hám orbitasınıń úlken yarım oǵın bildiredi.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Ellips dep qanday jabıq iyrek sızıqqa aytıladı?
2. Keplerdiń birinshi hám ekinshi nızamların tárıypleń.
3. Keplerdiń úshinshi nızamında planetanıń dáwiri onıń orbitasınıń úlken yarım oǵı menen qalay baylanǵan?

4. Keplerdiń ulıwmalastırılǵan III nızamınıń matematikalıq kórsetpesin jazıp, túsindiriń. Quyash sisteması deneleriniń massaları bul nızam tiykarında qalay esaplanadı?
5. Quyash massası Jer massası birliklerinde qalay tabıladı?

10-TEMA. 27-§. Eki dene máselesi. Kosmik tezlikler

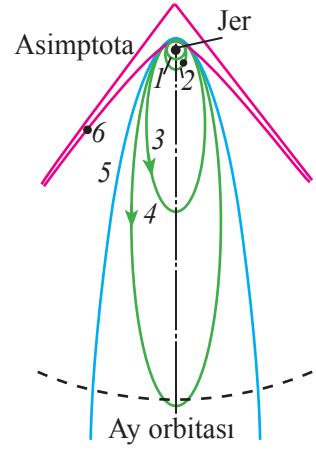
Nyuton, tábiyatta pútkil álem tartısıw nızamı barlıgı ushın planetalar Kepler nızamları boyınsha Quyash átirapında aylanıwın dálillegen. Bul nızamlar Nyuton tárepinen jáne de anıǵıraq kóriniske keltirildi. Anıq sharayatlarda bir dene menen basqa deneniń tartısıw maydanında Kepler tastıyıqlaǵanınday, tek ǵana ellips boylapǵana emes, bálkim aylana, parabola hám giperbola sıyaqlı konus kesimlerin beriwshi iyrek sızıqlar boyınsha da háreketleniwin dálliledi.

Ol massası Jerdikindey bolǵan bir jınslı, ideal sferik formadaǵı deneniń sırtınan belgili baslanǵısh tezlik penen gorizontal jóneliske ılaqtırıtılǵan dene (*33-súwret*) Jerdiń tartısıw maydanı tásirinde onıń átirapında Jer radiusına teń arlıqtaǵı aylanba orbitaǵa shıǵarılıwı múmkinligin uqtırdı. Bunda baslanǵısh tezliktiń úlkenligi Jerdiń radiusı hám massasına baylanıslı bolıp,

usı

$$\upsilon_0 = \sqrt{\frac{GM_\oplus}{R_\oplus}}$$

formuladan tabıladı. Bul jerde G – gravitacion turaqlılıq bolıp, onıń mánisi $6{,}67 \cdot 10^{11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$ menen xarakterlenedi. Jerdiń $R_\oplus$ – ortasha radiusı 6370 km, $M_\oplus$ – massası $6 \cdot 10^{24}$ kg ge teń. Bul úlkenliklerdi formulaǵa qoyıp esaplaǵanda υ_0 baslanǵısh tezlik $7{,}91 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ge teń bolıp, ol Jer ushın *birinshi kosmik tezlik* dep júritiledi. Bul astmosferası joq, massası Jerdey bir jınıslı, ideal sferik formadaǵı dene sırtınan gorizontal jóneliste birinshi kosmos tezlik penen kóterilgen raketa, onıń átirapındaǵı aylanba orbitaǵa shıǵa alatuǵının bildiredi. Negizinde, Jer atmosferası bar bolǵanı ushın onnan $h = 150$ km den kem bolmaǵan



33-súwret. Jer tartısıw maydanında denelerdiń háreketleniw traektoriyaları

bálentlikke gorizontal jóneliste shıqqan deneniń tezligi $\upsilon = \sqrt{\frac{GM}{R_{\oplus}+h}}$ ǵa teń bolǵanı ushın ol Jerdiń jasalma joldası aylana boylap háreketlenedi (*33-súwrette 1* menen kórsetilgen).

Eger de Jer sırtınan kóterilgen jasalma joldastıń baslanǵısh tezligi, birinshi kosmik tezlikten úlken bolsa, jasalma joldas orbitasınıń forması ellips kóriniste boladı (*33-súwrette – 2*, *3*, *4*). Basqasha aytqanda, baslanǵısh tezliktiń mánisi $\upsilon_0 = \sqrt{\frac{2GM}{R_{\oplus}}}$ eriskeninen soń, jasalma joldas Jer átirapında oǵan qaraǵanda parabolik traektoriya boylap háreketlenedi (*33-súwrette 5*). Bunday tezliktiń úlkenligi 11,2 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$ yaǵnıy $(7{,}91 \times 1{,}41)\frac{\text{km}}{\text{s}}$ bolıp, ol ekinshi kosmik tezlik dep ataladı.

Jasalma joldastıń baslanǵısh tezligi 11,2 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$ tan asqannan soń ol Jerge qaraǵanda *giperbolik traektoriya* boylap háreketlene baslaydı. (*33-súwrette 6*). Bunday jasalma joldas Jerden sheksizlikte háreketlenip atırıp, onıń traektoriyası giperbolanıń asimptotasına jaqınlasıp bara beredi. Yaǵnıy, onıń sheksizliktegi traektoriyasın tuwrı sızıqlı traektoriya dep qarawǵa da boladı.

Bunda gáp eki dene (Jer hám átirapında geosentrik traektoriya boylap háreketleniwshi joldası) ústinde bolıp, Quyash sistemasınıń basqa planetaları, hátte, Quyashtın da, Jer qasında háreketlenip atırǵan denege (sonnan jasalma joldasqa) tásiri sebepli jasalma joldastıń alatuǵın shetlentiriwshi tezleniwi Jer tásirinde alıp atırǵan tezleniwinen júdá kishkene boladı. Bunda tartısıw maydanında háreketlenip atırǵan dene traektoriyasınıń fokusında jaylasqan ideal sferik formadaǵı bir jınslı deneniń gravitaciya maydanı óz aldına qásiyetke iye bolǵan *tartısıwdıń oraylıq maydanı atı* menen ataladı. Tartısıwdıń oraylıq maydanıın beretuǵın deneniń massası onıń orayında dál ózi dep qaraladı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Tartısıw maydanında háreketlenip atıǵan deneniń traektoriyaları qanday kóriniste boladı?
2. Tartısiwdıń maydanında háreketlenip atırǵan deneniń birinshi hám ekinshi kosmik tezlikleri qanday formuladan tabıladı?
3. Tartısıwdıń oraylıq maydanı bolıp qanday deneniń maydanı qabıl etilgen?

III BAP. ASTROFIZIKA HÁM ONÍŃ IZERTLEW METODLARÍ

11-TEMA. 28-§. Aspandı elektromagnit tolqınlı nurlarda úyreniw – keń tolqınlı astronomiyanıń tiykarı

Aspan deneleriniń fizikalıq qásiyetlerine tiyisli iyelegen bilimlerińiz, olardan keletuǵın optik hám basqa diapazonlarǵa tiyisli elektromagnit nurlar járdeminde erisilgen. Olardan kelip atırǵan nurlar, bir tárepten, úzliksiz shıǵarılmay, óz aldına kvantlar, jeke energiyaǵa iye bóleksheler kórinisinde shıǵarıladı. Kózge kórinetuǵın nurlardıń kvantları 2–3 eV energiyaǵa iye bolıp, astrofizikada qollanılatuǵın nurlardıń kishkene bir tarawın iyeleydi. Ekinshi jaǵınan, olar elektromagnit tolqın kórinisinde dizimge alınadı. Vakuumda nurlanıwdıń barlıq túrlerine tiyisli bul elektromagnit tolqınlar birdey – $3 \cdot 10^8$ m/s tezlik penen tarqaladı. Nurlanıwdıń tolqın túrinde taralıwında, onıń interferensiya hám difraksiya hádiyselerinde kóringeni ushın, onı da hár qanday tolqın sıyaqlı xarakterlep, ν chastotası hám λ tolqın uzınlıǵı kóbeymesinin tolqınnıń tarqalıw tezligine teń kóriniste, yaǵnıy:

$$\nu\lambda = c$$

dep jazıwǵa boladı, bul jerde c – jaqtılıq tezligin xarakterleydi.

Arnawlı ápbap járdeminde elektromagnit terbelislerdi hár túrli tolqın uzınlıqtaǵı spektrge ajıratıwǵa boladı. Jaqtılıq nurı tınıq úshmuyeshli prizma arqalı ótkizilgende, ol tap sonday shólkemlestiriwshilerge ajıralıp, onda tártip penen izbe-iz jaylasqan nurlar jarqıraydı. Bunday oq nurdan quralǵan nurdıń reńleri olardıń tolqın uzınlıqları menen anıqlanadı. Adamnıń normal kózi shama menen 0,4 mkm dan (ultrafiolet nur) 0,7 mkm ge shekem (qızıl nur) jaqsı kóredi. Optik nurlar dep atalıwshı bul nurlar elektromagnit nurlanıwdıń bir ǵana túri bolıp, olardıń barlıǵınıń toplamı birgelikte elektromagnit tolqınlar shkalasın dúzedi. Bul shkaladaǵı eń qısqa tolqın uzınlıqlı nurlanıwlar gammanurlar bolıp, eń uzını bolsa *radiotolqınlar* dep ataladı.

Jer atmosferası kózge kórinetuǵın elektromagnit (optik) nurlar, sonday-aq, kózge bir bólegi kórinetuǵın ultrafiolet hám infraqızıl hám de radiodiapazonnıń millimetrli tarawınan 10–20 metrli bólegine shekem bolǵan diapazondaǵı nurlar

ushın tınıq bolıp esaplanadı. Elektromagnit tolqınlardıń qalǵan barlıq bólekleri Jer atmosferasınıń túrli qatlamlarında kúshli jutılıp, Jer sırtına shekem jetip kele almaydı.

Fotografiya oylap tabılaman degenshe, tek ǵana baqlawshınıń kózi jaqtırtqıshtıń nurlanıwdı dizimge alıwshı jalǵız qurılma bar edi. Nurlanıwlardı dizimge alıwshı fotografik usıl iske túskennen keyin arnawlı fotografik hám fotoelektik qurılmalar járdeminde Jer atmosfeasında jutılıp qalıp atırǵan ultrafiolet hám infraqızıl diapazonǵa tiyisli bir bólek nurlanıwdı da dizimge alıwdıń imkanı payda boldı.

Ótken ásirdiń 30–40-jıllarında radiotexnikanın rawajlanıwı menen kosmik radionurlanıw derekleri ashıldı. Nátiyjede biziń Dúnya haqqındaǵı bilimlerińizdi keńeytetuǵın astronomiyanıń radioastronomiya bólimi iske tústi.

XX ásirdiń ekinshi yarımında bolsa, kosmonavtikanıń «tuwılıwı» jasalma joldaslarınıń Jer átirapı orbitasına shıǵarılıwı hám olarǵa ornatılǵan qurılmalar járdeminde Jer átirapı tolqında (*rentgen hám gamma*) nurlanıwshı obyektlerdiń tabılıwına alıp keldi. Sol ushın aqırǵı on jıllıqta, kosmik stanciyalarǵa ornatılǵan arnawlı *rentgen hám gamma teleskoplar* járdeminde tabılǵan kóplegen kúshlerdegi dereklerdi úyreniw imkanı payda boldı.

Astrofizikada uzaq ultrafiolet hám infraqızıl diapazonlardaǵı sıyaqlı, rentgen hám gamma diapazonlarında da aspan obyektlerin sistemalı úyreniw baslandı. Nátiyjede, búgingi astronomiya keń *tolqınlı astronomiyaǵa* aylandı.

29-§. Optik teleskoplar

Astronomlardıń eń áhmiyetli baqlaw quralı teleskoplar bolıp esaplanadı. Teleskoplar aspan deneleriniń kórinetuǵın múyeshlerin úlkeytip hám de olardı bir neshe ese ayqınlastırıp kórsetedi. Sonıń ushın da teleskoplar járdeminde aspanǵa qaralǵanda, Jerge jaqın jaylasqan aspan deneleriniń (Quyash, planetalar hám Aydıń) sırtında kóz ilmeytuǵın detallardı hám de gúgirtligi sebepli kózge kórinbeytuǵın kóplegen juldızlardı kóriwge boladı.

Teleskoplardıń tiykarǵı bólegi *obyektiv* dep atalıp, ol dónkili tınıq linza yaki batıńqı sferik aynadan jasaladı (*34- hám 35-súwretler*). Obyektiv baqlanıp atırǵan aspan denesinen kelip atırǵan nurdı jıynap, usı deneniń súwretin jasaydı. Aspan denesiniń obyektiv tárepinen payda etilgen súwretti *okular* dep atalatuǵın

linza arqalı baqlanadı. Házirgi dáwirdiń teleskoplarında obyektiv jasaǵan súwret kóbinese fotoplastinkalarda yamasa nomerli dizimge alıw (PZS) qurılmalarda ámelge asırıladı. Eger teleskoptıń obyektivi linzadan yaki linzalar sistemasınan dúzilgen bolsa, bunday teleskop *refraktor* dep ataladı. Refraktorda nurdıń jolı *34-súwrette* kórsetilgen. Obyektivi batıńqı sferik aynadan ibarat bolǵan teleskop bolsa, *reflektor* dep ataladı. Hár túrli reflektorda derekten kelip atırǵan nurdıń jolı *35-súwrette* berilgen.

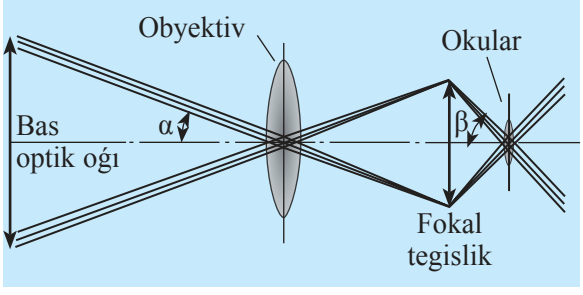
Teleskoplardıń tiykarǵı wazıypasın tómendegishe belgilewge boladı:

1. Jaqtırtqıshtan keliwshi nurlanıwdı belgilew (kóz, fotografik plastinka, fotoelektrik belgilew, spektrograf hám taǵı basqalar járdeminde)

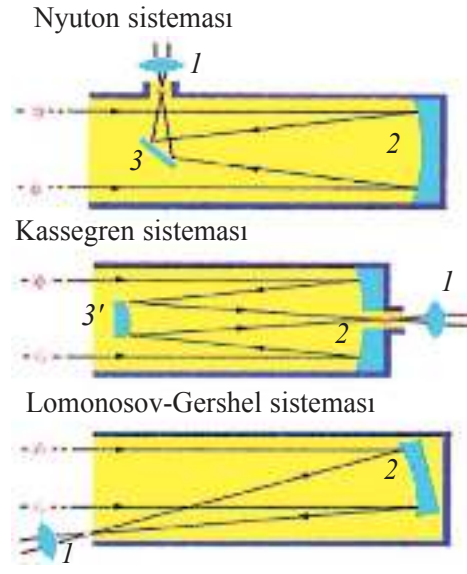
2. Obyektivtiń fokal tegisliginde, baqlanıp atırǵan jaqtırtqıshtıń yaki ıqtıyarlı aspan denesiniń anıqlastırılǵan súwretin soǵıw.

3. Qurallanbaǵan kóz benen qaraǵanda, bólip kóriwge bolmaytuǵın, óz ara júdá kishkene sheńber aralıqta jaylasqan obyektlerdi ajıratıp kórsetiw.

Endi ápiwayı refraktordıń islew usılı menen tanısayıq. Bunda teleskop obyektivi jaqtırtqıshtan kelip atırǵan nurdı onıń fokusı F da jıynaydı hám usı noqtadan bas optik oqqa tik ótiwshi tegislikte (fokal tegisliginde) jaqtırtqıshtıń súwretin soǵadı. Soǵılǵan súwretke lupa rolin atqarıwshı dóńli linzalar (okular) járdeminde qarap, baqlanıp atırǵan aspan denesi (planeta, Ay yaki Quyash) múyesh ólsheminiń úlkeygenin kóremiz. Yaǵnıy, teleskop bizge qaralıp atırǵan aspan denesine anıqlas-



34-súwret. Linza teleskop (refraktor)tıń dúzilisi (nurdıń jolı).



35-súwret. Aynalı teleskop (reflector)lardıń dúzilisi: *1* – okular; *2* – obyektiv; *3* – jalpaq ayna; *3′*– dóńli ayna).

36-súwret. Galiley soqqan birinshi teleskop-refraktor.

37-súwret. Arqa Kavkazdağı aynasınıń diametri 6 metrli teleskop-reflektor minarasınıń kórinisi.

tırıp hám úlkeytip berip atırǵanına guwa bolamız. Jaslaǵan súwrettiń anıqlasıwın teleskop obyektiviniń diametrine hám fokus aralığına, anıǵı, olardıń qatnası $\left(\frac{D}{F}\right)^2$ na baylanıslı bolǵan halda, onıń úlkeyiwin obyektiv hám okulardıń fokus aralıqlarınıń qatnasına $\frac{F}{f}=\frac{\beta}{\alpha}$ baylanıslı boladı. Teleskop súwrettiń ajırata alıw qásiyeti λ/D menen xarakterlenedi. Bul jerde λ nurdıń tolqın uzınlıǵı, D bolsa teleskop obyektiniń diametrin xarakterleydi.

38-súwret. Diametri 8 metrli teleskop aynasına cexda islew beriw barısı.

Súwretti fotoplastinka yaki fotoelektrik jol menen belgilewge arnalǵan bolsa, onda okulardıń zárurligi bolmay, fotoplastinka yaki elektrofotometrdiń kirgiziw diafragması teleskoptıń fokal tegisliginde jaylastırıladı.

Birinshi refraktor ataqlı italyan alımı G.Galiley tárepinen 1610-jılı iske túsirildi (*36-súwret*). Birinshi reflektordı bolsa 1648-jılı tanıqlı ingliz alımı I.Nyuton jasadı.

Dúnyadaǵı eń úlken refraktor obyektiniń diametri 1 metrdi qurap, ol AQSH da qurılǵan. Salıstırmalı úlken reflektorlardan biri aynasınıń diametri 6 metr bolıp, Arqa Kavkazda ornatılǵan. (*37-súwret*). Ózbekstanda eń úlken refraktor teleskopı (qos astrograf) Kitap qalası qasındaǵı burıngı Xalıqaralıq keńlik stansiyasında jaylasqan. Onıń obyektiniń diametri 40 santimetr. Qashqadárya walayatınıń Qamashi rayonı territoriyasında shama menen 3000 metr bálentliktegi Maydanak tawlarında iri astronomiyalıq observatoriya qurılǵan bolıp, ol jerde ornatılǵan reflektordıń diametri 1,5 metrdi quraydı.

30-§. Teleskoplardıń tiykarǵı xarakteristikalıq úlkenlikleri **

Teleskoptıń qásiyetin xarakterlewshi tiykarǵı parametrler onıń obyektiviniń diametri D hám fokus aralıǵı F bolıp, obyektiv jıynaytuǵın jaqtılıq ağımı:

$$F = ES = E\pi R^2$$

boladı, bul jerde: E – obyektivtiń jarıtıwshańlıǵın; S – betin; R bolsa onıń radiusın xarakterleydi.

Teleskoptı xarakterlewshi basqa bir parametr *salıstırmalı tesik* yaki *jaqtılıq kúshi* dep atalıp, ol $A = \frac{D}{F}$ belgi menen belgilenedi. Obyektiv jasaǵan noqatlı bolmaǵan obyekt súwretiniń jarıtılǵanlıǵı

$$E_T = k\left(\frac{D}{F}\right)^2 = kA^2$$

bolıp, salıstırmalı tesiktiń kvadratına proporcional boladı. Biraq, teleskoptıń salıstırmalı tesigin qálegenshe úlkenletiwge, bas optik oqtan basqa aberraciyanıń payda bolıwına kesent beredi. Sol ushın da reflektorda salıstırmalı tesikti 0,33 ke shekem, aynalı-linzalı teleskoplarda bolsa 1 ge shekem alıwǵa boladı.

Vizual teleskoplardıń bunnan basqa bir tiykarǵı xarakteristikası teleskoptıń *úlkeytiwi* bolıp, ol obyektivtiń F fokus aralıǵınıń f okulardıń fokus aralıǵına qatnası menen tabıladı:

$$k = \frac{F}{f} = \frac{\beta}{\alpha},$$

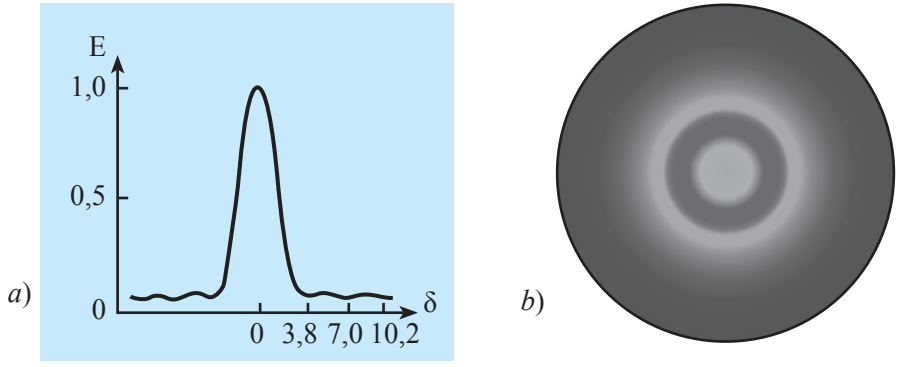
bul jerde: α – jaqtırtqıshtıń ápiwayı kóz benen qaraǵandaǵı kóriniw múyeshin; β – teleskop arqalı qaraǵanda onıń kóriniw múyeshin xarakterleydi (*34-súwretke*

qarań). Belgili obyektivli teleskoplarda onıń úlkeytiriliwi tańlanǵan okulardıń fokus aralıǵına baylanıslı bolıp, ol aralıq qansha kishi bolsa, sonsha úlken úlkeytiriliwine erisiledi. Biraq, bul belgili obyektiv ushın qálegenshe kishi fokus arqalı okulardı qollap, teleskopta qálegenshe úlkeytiwge erisiw múmkin degeni emes. Sebebi, úlkeytiriw artqanı sayın, teleskopta kóriw maydanı onda jasalǵan súwret ushın tar bolıp qaladı. Máselen, 30 ese úlkeytiriwshi teleskopta, diametriniń sheńber ólshemi 32′ bolǵan Ay tolıq kórinse, 300 ese úlkeytiriwshi teleskopta onıń kóriw maydanı Ay sırtınıń tek ǵana bir bólegin ǵana (birtalay mayda detalları menen, álbette) sıydıra aladı. Sol sebepli, belgili teleskopta maksimal paydalı úlkeytiriwge erisiw ushın fokus aralıqları anıq máni menen shegeralanǵan okulardan paydalanıladı. Normal teleskoplardıń maksimal paydalı úlkeytiriliwi millimetrlerde esaplanǵan obyektiv diametrinen shama menen eki ese úlken boladı.

Teleskoptı xarakterlewshi jáne bir áhmiyetli parameter *onıń múyeshli ajırata alıw kúshi* dep atalıp, súwrettiń sipatın xarakterleydi. Bir qaraǵanda, teleskop qansha kóp úlkeytirilse, súwrette baqlanıp atırǵan obyekttiń sonsha mayda detalların kóriw múmkindey bolıp túyilse de, negizinde difraksiya hádiysesi sebepli obyektiv hám noqatlı obyekttiń súwretin noqat kórinisinde jasay almaydı. Teleskoptıń fokal tegisliginde noqatlı súwret ornına difrakcion halqalar menen oralǵan domalaq daq payda bolıp (*39-súwret*: *a* – súwrettiń konturı; *b* – obyekttiń súwreti), bul domalaq daqtıń múyesh diametri

$$\delta = \frac{\lambda}{D}$$

belgi menen radianda ólshenedi: bul jerde: D – obyektivtiń diametrin; λ – bolsa jaqtılıqtıń tolqın uzınlıǵın xarakterleydi. Eger teleskopta nurlanıwdı belgilewshi (priyomnik) wazıypasın kóz orınlap atırǵan bolsa, onıń *ajırata alıw kúshin* tabıw ushın λ ornına kózdiń spektral sezgirliginiń maksimumına tuwra kelgen nurlanıwdıń tolqın uzınlıǵı ($\lambda = 5500$ Å) alınadı. Eger de nurlanıw fotografik yaki fotoelektrik jol menen belgilenip atırǵan bolsa, λ ushın sáykes túrde fotografiyalıq emulsiyanıń yaki fotokúsheytkish katodınıń spektral sezgirlikleri maksimumına tuwra kelgen nurlanıwdıń tolqın uzınlıqlarınan paydalanıladı. Biraq, sonı da aytıp ótiw kerek, joqarıdaǵı kórsetpeden tabılǵan δ nıń mánisi teleskoptıń *teoriya boyınsha ajırata alıw kúshi* dep atalıp, ámelde bolsa teleskoptıń ajırata alıw kúshin obyektten kelip atırǵan nur jónelisindegi Jer atmosferası qatlamlarınıń



39-súwret. Teleskop súwretinde noqatlı derek ayqınlıǵınıń bólistiriliwi.

tolqınıwın payda etetuǵın súwret terbeliwiniń titrew dárejesi belgileydi. Titrew dárejesi jerdiń astroıqlım sharayatları, teleskop minarasınıń úlkenligi hám de konstrukciyası hám basqa faktorlarǵa baylanıslı boladı.

Bul úlkenlikler (λ hám D) sm lerde ólshengende δ radianlarda shıǵadı. 1 radian $\sim 0{,}2'' \cdot 10^6$ sheńber sekundına teń bolıwınan tabılǵan nátije usı sanǵa kóbeytilse, nátiyje de sheńber sekundlarında shıǵadı.

31-§. Radioteleskoplar haqqında túsinik

Astronomiyada radionurlanıwdı belgilep barıw ushın radioteleskoplardan paydalanıladı. Ádette, radioteleskoplar júdá úlken antennalarǵa (olardıń uzın tolqınlarda islewi buǵan imkan beredi) iye bolıp, olar júdá sezgir priyomniklerge jalǵanǵan boladı. Qabıl etilgen radiosignallar olarda kúsheytilip, soń arnawlı elektron esaplaw mashinaları menen baylanǵan signallardı belgilep barıw apparaturalarına uzatıladı hám olarda jazıp alınadı.

Radioteleskoplardıń antennası ápiwayı radiobaylanıs antannalarınan ózgeshe bolıp, joqarı uzatıwshańlıq qábiliyetine iye. Sol sebepli, aspannıń júdá kishkene bóleginde radionurlanıw dereklerin ajıratıp kóre alıw imkanına iye boladı. Radionurlanıw ushın áhmiyetli parameter bolǵan teleskoptıń ajırata alıw qábiliyeti radioteleskoplarda da optik teleskoplardaǵı sıyaqlı anıqlanıp, λ/D (bul jerde λ radio tolqın uzınlıǵın, D bolsa, radioteleskop aynasınıń diametrin xarakterleydi) belgi menen tabıladı. Bunda radiotolqınnıń uzınlıǵı optik nurlardıń tolqın uzınlıǵınan million ese úlken boladı.

Arqa Kavkazda ornatılǵan radioteleskoptıń diametri 600 metr bolǵan ózgeriwsheń profilli antennası (RATAN-600) Evropadaǵı eń úlken teleskop bolıp esaplanadı. Sonday-aq, házirgi waqıtta joqarı ajırata alıw qábiliyetine iye bolǵan radioteleskoplar bir-birinen júdá úlken aralıqta jatıwshı antennalar sisteması járdeminde de ámelge asırıladı. Radioantennalardıń bunday sisteması tiykarında isleytuǵın radioteleskoplar *radiointerferometrler* dep ataladı. Bunday radioantennalar sisteması bir-birinen júdá úlken aralıqta(bazı da hár túrli Jer kontinentlerinde) jatıp, olar belgili radioobyektti bir waqıtta baqlaw imkaniyatına iye. Radioteleskoplardıń fokuslarında jıynalǵan radiotolqınlardıń interferensiya processi tiykarında belgilep barılǵan úlken ajırata alıw qábiliyetine erisedi.

Házirgi waqıtta planetamızda júdá sezgir radioteleskoplar isletiledi. Aynasınıń diametri 65 m (Avstraliya), 76 m (Angliya), 100 m (Germaniya), 300 m (AQSH) hám 600 m (Rossiya) keletuǵın radioteleskoplar Dúnyanıń tábiyiy radiostansiyalarınan astronomlarǵa «xabar» beredi. Dúnyadaǵı eń quwatlı radio-teleskop AQSH tıń Puerto-Riko aralında ornatılǵan (*40-súwret*).

Ózbekstan territoriyasında Jizzax wálayatınıń Zamin tumanı taw eteginiń Supa atlı jerinde metall aynasınıń diametri 70 metr keletuǵın iri radioteleskop qurılıp atır (*41-súwret*). Bul teleskop Dúnyanıń «radiojúzi»n mayda detalları menen kóriwge imkan beredi.

40-súwret. AQSH tıń Puerto-Riko aralında ornatılǵan dúnyadaǵı eń quwatlı radioteleskop .

41-súwret. Jizzaq wálayatı Zamin tawları eteginde qurılıp atırǵan metall aynasınıń diametri 70 metrli radioteleskop.

32-§. Uluǵbek observatoriasınıń «baslı teleskopı»

Uluǵbek observatoriyası. Aspan denelerin úyreniwde ullı watanlasımızdıń da xızmetleri úlken bolǵan. Olardan biri Amir Temurdıń aqlıǵı Mırza Uluǵbek (1394–1449) bolıp esaplanadı. XV ásirde Uluǵbek Mawarawnnaxrdıń tanıqlı astronomlarınan Qazizoda Rumiy, Jamshid Koshiylerdi Samarqandqa mirát etip, olar menen aspan denelerin tekseretuǵın astronomiyalıq observatoriya, solardan, eń iri baqlaw ásbabı – *sekstant*tı qurıw boyınsha másláhátlesti. Alımlar bir awızdan bul pikirdi qollap-quwatlaǵannan soń, 1420-jıllardıń basında Samarqandtıń Kóshak degen tóbelik ústinde radiusı 40,2 metrge teń bolǵan astronomiyalıq baqlaw ásbabın qurıwdı basladı (*42-súwret*). Bul ásbap járdeminde alımlar Quyash, Ay hám planetalarlardıń juldızlar aralap háreketlerin, mıńnan zıyat juldızlardıń koordinataların anıqladı hám solar tiykarında Mawarawnnaxrdaǵı júzlegen qalalardıń koordinataların taptı. Bul ásbap sheńber aylanası uzınlıǵınıń 1/6 bólegin, anıǵıraǵı 70° in qurap, 50 metrge teń edi. Bul astronomiyalıq ásbap Jer sırtında 11 metrge shekem tereńlikten baslanıp, bul sırtınan kóterilgen, bálentligi bolsa tap 30 metrdey boladı. Ásbaptıń 1° qa teń sheńberiniń uzınlıǵı 70,2 sm ge tuwra kelip, ólshew anıqlıǵı 10″ lı sheńberge teń edi. Bul úlken baqlaw ásbabı júz jıllar dawamında Samarqand «basınan keshirgen» urıslar aqıbetinde unırap wayran boldı hám keyin ala izsiz joǵaldı.

1908-jılı arxeolog V.L.Vyatkin tárepinen onıń ornı anıqlanıp, topıraqtan tazalanǵannan

Mırza Uluǵbek.

42-súwret. Uluǵbek «teleskopı»nıń qaldıq bólegi.

soń, onıń qaldıqları esaplanǵan jer astı bólegi ashıldı. Samarqandta ornatılǵan bul úlken «teleskop» minarasınıń sırtqı kórinisi negizinde qanday bolǵanlıǵı belgisiz bolıp, alımlar ortasında tartısıw házirge shekem dawam etpekte.

Uluǵbek observatoriası orta ásirlerde dúnyadaǵı observatoriyalar ishinde eń úlkeni bolıp, ólshew anıqlıǵı hám dábdebeliligi menen ajıralıp turǵan. Samarqand observatoriyasında Uluǵbekten basqa Jamshid koshiy, Qozizoda Rumiy, Moyinid-din Koshiy, Ali Qusshilar jumıs alıp barǵan. Bul mektep alımları miyrası arnawlı «Zij»da tolıq keltirilgen.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Teleskoplar aspan denesin qalayınsha úlkeytedi hám jaqınlastıradı?
2. Teleskoplardıń qanday xarakteristik úlkenliklerin bilesiz?
3. Uluǵbek observatoriyasınıń tiykarǵı baqlaw ásbabı ne dep ataladı?
4. Uluǵbek observatoriyasında astronomlar tárepinen orınlanǵan tiykarǵı jumıslar haqqında nelerdi bilesiz?

12-TEMA. 33-§. Nurlanıw nızamları hám aspan denelerińiń fizikalıq qásiyetlerin spektral metodlar járdeminde úyreniw

Kóplegen aspan jaqtırtqıshınıń nurlanıwları olar haqqındaǵı fizikalıq maǵlıwmatlardıń deregi bolıp esaplanadı. Olardıń nurlanıw spektrin úyreniw arqalı jaqtırtqısh dereginiń muǵdarlı quramı, temperaturası, magnit maydanı, qaraw sızıǵı, jónelisinde háreket tezligi (nurlı tezlik) hám olardıń basqa fizikalıq xarak-teristkalarına tiyisli maǵlıwmatlardı alıwǵa boladı. Bunday metod spektral analiz dep atalıp, ol jaqtılıqtıń dispersiya hádiysesine tiykarlanǵan. Negizinde qızdırılǵan dene sırtınan shıǵıp atırǵan nurlanıw energiyası onıń absolyut tem-peraturasınıń 4-dárejesine proporcional. Onıń 1 m^2 betinen shıǵıp atırǵan ener-giyası Stefan Bolsman nızamı boyınsha $\varepsilon = \sigma T^4$ dan baslanadı, bunda σ turaqlılıq $\sigma = 5{,}67 \cdot 10^{-8} j/(m^2 \cdot K \cdot s)$ qa teń.

Jaqtılıq nurları elektromagnit tolqınlar túrinde tarqaladı. Bunda hárbir reńine bul tolqınlardıń belgili uzınlıqtaǵısı tuwra keledi. Jaqtılıq nurınıń spektrinde kózge kórinetuǵın tolqın uzınlıqları qızıl nurlardan qızǵılt kók nurlarǵa qaray shama menen 0,7 mkm dan 0,4 mkm ge shekem kemeyip baradı. Spektrde

qızǵılt kók nurlarınan keyin turatuǵın hám kózge kórinbeytuǵın ultrafiolet nurlar, sezgirligi bul nurlarda joqarı bolǵan fotoplastinkalarda belgilep barıladı. Jaqtırtqıshlardan keletuǵın onnan da qısqa tolqınlı nurlar rentgen nurlar dep atalıp, jer atmosferasınan óte almawınan olardı Jer atmosferasınan sırtta, kosmik stanciyalarda ornatılǵan arnawlı teleskoplarda ǵana baqlawǵa boladı. Házirgi waqıtta spektrdiń qızıl ushastkasında jatqan infraqızıl hám radionurların da arnawlı belgilep baratuǵın qurılmalar járdeminde baqlawǵa boladı.

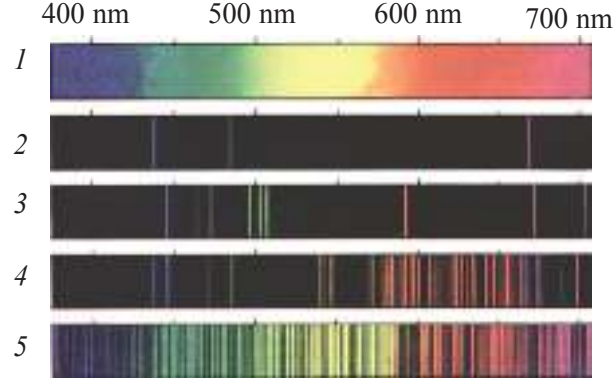
Quyash hám juldızlar atmosferası qaynaǵan gaz benen qaplanǵanı ushın olardıń úzliksiz spektri nurlanıwı juldızlar atmosferasınan ótiwde ol jerdegi atomlar tárepinen jutılǵanı sebepli, qara sızıqlar menen kesilgen jutılıw spektri kórinisin aladı. Sol sebepten, Quyash hám juldızlardıń spektri jutılıw spektrleri bolıp esaplanadı (*43-súwret*).

Aspan denesiniń Jerge qaraǵanda qaraw sızıǵı jónelisindegi nur tezligin onıń spektrin analizlew tiykarında tabıladı. Eger jaqtılıq deregi jerge jaqınlasıp atırǵan bolsa, olardıń spektrdegi sızıqlarınıń tolqın uzınlıǵı spektrdiń qısqa tolqınlı tárepine kemeyedi, eger ol uzaqlasıp atırǵan bolsa onda sızıqlar spektriniń uzın tolqınlı tárepine (qızıl tárepine) jılısadı.

Bunday hádiyseni tómendegi formula kórinisinde jazıwǵa boladı:

$$\lambda = \lambda_0\left(1-\frac{\upsilon}{c}\right) \quad \text{yaki} \quad \upsilon = \frac{\lambda-\lambda_0}{\lambda_0}c\,,$$

bul jerde derektiń υ – nur tezligin λ_0 – qozǵalmaytuǵın derekten kelip atırǵan nurdıń tolqın uzınlıǵı; λ – hárekettegi derektiń tolqın uzınlıǵı hám c – jaqtılıq tezligi arqalı anıqlawǵa boladı.



43-súwret. Jaqtırtqıshtıń tutas (*1*), salıstırıw (*2*, *3*, *4*) hám Quyashtıń sızıqlı (*5*) spektrleri.

Spektr boyınsha jaqtırtqıshtıń temperaturasın da anıqlawǵa boladı. Dene qıp-qızıl reńge kirgenshe qızdırılsa, onıń tutas spektriniń qızıl bólegi qalǵan bóleklerine qaraǵanda anıq kórinedi. Ol jáne de qızdırılsa, onıń spektrdegi anıq bólegi tártip penen sarı, jasıl, keyin aspan kók reńli bóleklerge jılısıp baradı. Bul hádiyse jaqtırtqısh spektrindegi nurlanıw energiyası maksimumına sáykes tolqın uzınlıǵınıń derek temperaturasına baylanıslıgın Vinniń usı

$$\lambda_{max}\, T = 0{,}29 \text{ cm.grad}$$

formulası járdeminde anıqlawǵa imkan beredi.

Nurlanıp atırǵan plazma atomları Quyash dağınıń magnit maydanında bolǵanda, óz aldına spektral sızıqtıń bóleklerge bóliniwi baqlanadı.(ásirese, Quyash dağınıń yadrosına tiyisli bóleginde). Bul hádiyse *Zeeman effekti* dep júritiledi. Zeeman effekti boyınsha baqlanǵan daq tarawında magnit maydan kúshlengeni vektordıń qaraw sızıǵı jónelisine qaraǵanda jaylastırılǵanına qaray, spektral sızıq eki yaki úsh qurawshıǵa bólinedi. Bunda magnit maydanı kúshlengenliginiń úlkenligi H, payda bolǵan spektral sızıqlardıń shetki komponentler tolqın uzınlıqlarınıń ayırmasına $\Delta\lambda$ proporcional bolıp, tómendegishe tabıladı:

$$H = k\, \Delta\lambda_{H}\,,$$

Bul jerde k – proporcionallıq koefficienti bolıp, ol spektral sızıqtıń magnit sezgirligine baylanıslı boladı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Optik nurlar elektromagnit tolqınlar shkalasında qanday intervalda jatadı?
2. Shkalada kózge kórinetuǵın hám kórinbeytuǵın nurlar qanday tarawlardı iyeleydi?
3. Házirgi waqıtta optik astronomiyada jaqtırtqısh elektromagnit tolqınları shkalasınıń qanday tolqın uzınlıqlarında úyreniledi?
4. Jaqtırtqısh spektrindegi nurlanıw energiyası maksimumı tolqın uzınlıǵı tiykarında onıń temperaturası qalay anıqlanadı?
5. Spektrde derektiń magnit maydanı bolsa, onıń kúshlengenin qalay tabamız?

IV BAP. QUYASH SISTEMASÍ DENELERINIŃ FIZIKALÍQ QÁSIYETLERI

13-TEMA. 34-§. Quyash eń jaqın juldız. Quyash haqqında ulıwma maǵlıwmat

Eger Quyash sónse, Jerdi qarańǵılıq qaplaydı, sebebi Quyashtıń jaqtılıǵın qaytarıw esabınan kórinetuǵın Ay hám planetalar da aspanda kórinbey qalıp, tek ǵana júdızlar gúńgirt sáwleleri menen Jerdi jaqtılandıratuǵın edi. Sonday-aq, pútkil Jer júzin ızǵırın suwıq óz «iskenjesine» aladı. Bir háptege barmay tropikler qar menen qaplanıp, dáryalar aǵıwdan toqtap, teńiz hám okeanlar áste-aqırın túbine shekem muzlap, samal da «esiwden» toqtaydı.

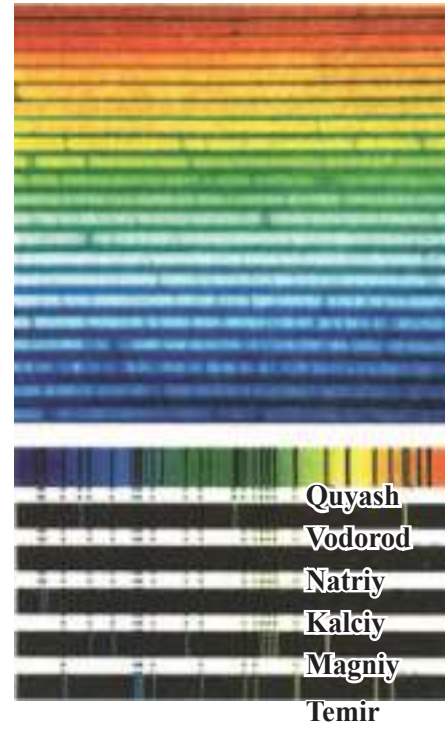
Sonıń ushın da ómirimizdiń deregi bolmısh Quyash hár tárepten dıqqatqa sazawar aspan denesi bolıp esaplanadı. Quyash millardlaǵan juldızlardıń bir wákili bolıp, úlkenligi hám temperaturası boyınsha ortasha juldız bolıp esaplanadı. Biraq, planetamız Jer onıń joldası sıpatında basqa juldızlarǵa qaraǵanda Quyashqa millon ese jaqın bolǵanı ushın, juldızlardan ajıralıp, Quyash bizge úlken múyesh (32′) astında kórinedi.

Jer de basqa planetalar qatarlı Quyash átirapında aylanıp háreketlenedi. Jerden Quyashqa shekem bolǵan aralıq anıq ólshenip (149,6 million kilometr), bir astronomiyalıq birlik (1 a.b.) dep júritiledi. Nur bul aralıqtı 8,5 dey minutqa jaqın waqıtta basıp ótedi. Quyashtıń diametri 1 million 391 mıń kilometr bolıp, Jer diametrinen shama menen 110 ese úlken. Bılayınsha aytqanda, Quyash kólemine 1 million 300 mıńnan zıyat Jer kólemindegi dene sıyadı. Massası Jerdikinen 330 mıń ese awır. *44-súwrette* Quyashtıń ólshemi onıń joldasları – planetalar ólshemleri menen salıstırılǵan. Quyash sırtınıń temperaturası Selsiy shkalasında 5800 gradus átirapında bolıp, bul temperatura orayǵa qaray artıp baradı hám onıń yadrosında shama menen 15 million gradusqa jetedi.

Quyashtıń 1 sekund dawamında shıǵarıp atırǵan energiyası $4 \cdot 10^{26}$ J bolıp, 12 mıń trillion tonna kómirdi jaqqanda ajıratatuǵın energiya muǵdarına teń. Yaǵnıy onıń Jerge salıstırǵanda energiyasınıń muǵdarı kem bolmasa da, biraq ol Quyashtan ajatılıp atırǵan barlıq energiyanıń bar-joǵı 2 milliarddan bir bólegin-aq quraydı.

Quyashtıń orayında basım 200 mlrd atmosferaǵa jetedi. Onıń ortasha tıǵızlıǵı 1,410 g/cm^3. Quyash úlken temperaturalı otlı shardan ibarat bolıp, onı quraǵan

44-súwret. Quyashtıń planetalar menen salıstırılǵan ólshemi.



45-súwret. Quyash spekttri. Joqarıda: qolaylıq ushın bóleklerge ajıratılǵan; Tómende: onıń túrli ximiyalıq elementlerge sáykesligi.

gaz ápiwayı gazlerden ózgeshelikke iye hám ol *plazma* dep ataladı. Plazma halatında zat tiykarınan ionlasqan atomlar hám erkin elektronlardan ibarat boladı.

Bunday joqarı temperaturalı tıǵız tutas spektrdi beredi. Biraq bunda nurlanıw Quyashtıń atmosfera qatlamlarınan ótiwde, hár túrli atomlar tárepinen sáykes tolqın uzınlıqlarındaǵı nurlardıń jutılıwı sebebinen Quyash spektri sızıqlı jutılıw spektrine aylanadı (*45-súwret*). Quyash ta basqa barlıq aspan deneleri sıyaqlı óz oǵı átirapında aylanadı. Biraq onıń aylanıwı differensial bolıp, ekvator tarawı ortasha 25 sutkalıq dáwir menen, polyusları bolsa, 28–29 kúnlik dáwir menen aylanadı.

Quyash turaqlılıgı hám Quyash jarqınlıgı. Quyashtan Jerge shekem bolǵan ortasha aralıqta Jer atmosferasınıń sırtında Quyashtan kelip atırǵan nurlarǵa perpendikulyar bolǵan 1 cm^2 betine 1 minut dawamında túsip atırǵan energiyanıń muǵdarı *Quyash turaqlılıgı* dep ataladı. Quyashtıń betine shıǵıp atırǵan onıń energiyasınıń muǵdarı alımlar tárepinen dıqqat penen úyrenilgende, onıń mánisi $2\frac{kal}{cm^2 \cdot min}$ yaki xalıqaralıq birliklerde $(1{,}4 \cdot 10^3 \frac{W}{m^2})$ ekenligi belgili boldı.

Bul tiykarda tabılǵan Quyashtıń tolıq nurlanıw energiyası, yaǵnıy onıń jarqınlıǵın tómendegishe tawǵanda, ol $L_0 = 4 \cdot 10^{26}$ W ǵa teń boladi.

Bunıń ushın Quyash turaqlılıǵın ($1{,}4 \cdot 10^3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$), radiusın 1 a.b. bolǵan sferanıń maydanına kóbeytiliwi kerek boladı. Bunda Quyash energiyası úlken quwattaǵı Krasnoyarsk GESniń energiyasınan ($6 \cdot 10^6$ kW) $6{,}67 \cdot 10^{16}$ ese kóp ekenligi belgili boladı.

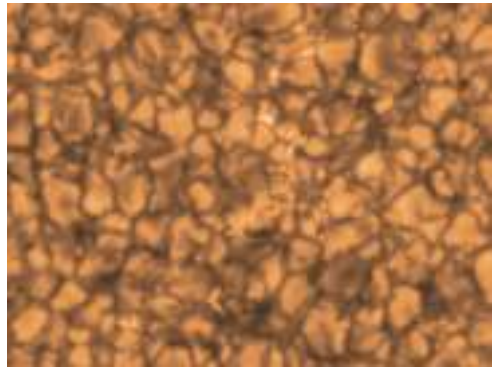
Soraw hám tapsırmalar:

1. Quyash qanday aspan denesi bolıp esaplanadı?
2. Quyashtıń ólshemlerin Jerdiń ólshemleri menen salıstırıń.
3. Quyashtıń fotosferası qanday spektrge iye?
4. Quyash qanday zat hám elementlerden turadı?
5. Quyash turaqlılıǵı degende ne túsiniledi?

35-§. Quyash fotosferası hám onıń dúzilisleri. Quyash daqları

Tiykarınan, kózdiń kóriw dárejesinde jatıwshı tolqın uzınlıǵındaǵı nurlardı shıǵarıwshı Quyash atmosferasınıń tómengi qatlamı *fotosfera* dep ataladı (*46-súwret*). Fotosfera teleskoplar járdeminde baqlanǵanda, ol ápiwayı kóz benen baqlanǵanatuǵın bir tegis anıqlıqqa iye diskiden úlken ayırmashılıqqa iye.

46-súwret. Quyash fotosferası *(daqları menen).*

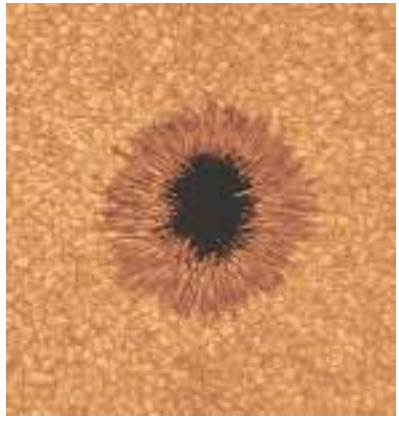


47-súwret. Quyash sırtınıń haqıyqıy strukturası – donadorlıq (granulaciya).

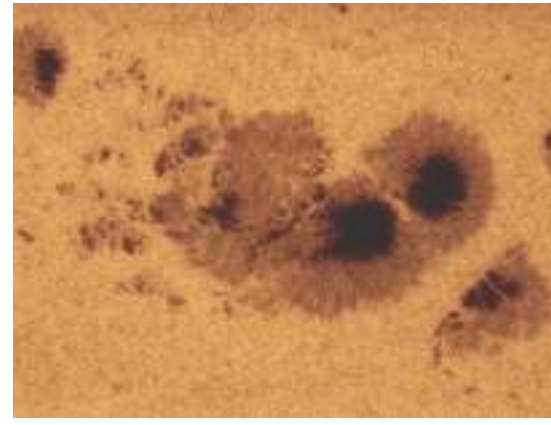
Stratosferada arnawlı teleskop járdeminde alınǵan Quyash súwretinde kózge birden taslanatuǵın zat onıń sırtındaǵı pal hárresi uyasın esletiwshi donadorlıq bolıp esaplanadı. Bunday donadorlıq strukturası pańde *granulaciya* dep ataladı («granula» – mayda dáne degen). Sońǵı jılları donadorlıqtıń anıq súwretleri arnawlı geliy gazi menen toltırılǵan ballonlar stratosferaǵa ushırılıp, Quyash teleskopları járdeminde alınǵan. Bul súwretler járdeminde granulalardıń anıqlıǵı, «jasaw» dáwiri hám olardıń fizikalıq qásiyetlerin spektral úyreniw boyınsha bir qansha maǵlıwmatlar alındı. Sonnan, bul donador struktura, fotosferada bolıp atırǵan konvektiv processti ózinde sáwlelendiriwi belgili boldı. Granulalardıń ortasha úlkenligi 500 kilometrge shekem bolıp, negizinde 200 kilometrden 700–800 km shekem úlkenliktegileri keń tarqalǵan (*47-súwret*). Fotosferada granulalardan basqa shınjır tárizli sáwleli shaqapları da teleskoplarda payda etilgen Quyash súwretinde kózge taslanadı. Bunday shaqaplar *fakeller* dep ataladı. Fakeller kóbinese Quyash daqları menen birgelikte ushıraydı.

Quyash daqları – magnit aralları *. Quyash fotosferasında baqlanıp atırǵan, fizikalıq qásiyeti jaǵınan jumbaqlarǵa bay obyektler onıń daqları bolıp *esaplanadı* (*48-súwret*). Quyash daqlarınıń úlkenligi hár túrli bolıp, olardıń ólshemi bir neshe mıń kilometrden bir neshe júz mıń kilometrge shekem jetedi. Birinshi bolıp, 1610-jılda daqlar Quyashtıń sıtqı qatlamına tiyisli ekenligi Galiley ózi soqqan teleskop járdeminde baqlap anıqlandı.

a)



b)



48-súwret. Quyash daqları: *a*) tuwrı daq; *b*) daq toparı.

Sonnan beri ótken 4 ásir waqıt dawamında alımlar Quyash daqlarına tiyisli birqansha mashqalalardı, sonnan, olardıń payda bolıwı hám rawajlanıwı hám de fizikalıq qásiyetine tiyisli máselelerdi sheshti. Quyash daqlarında kúshli magnit maydanı júzege kelgen. Ádette, Quyashta daqlar jekke túrde júdá az ushıraydı. (*48-a súwret*). Olar topar-topar túrinde kóbirek baqlanadı (*48-b súwret*). Belgili daq toparında bir yaki eki iri qarama-qarsı magnit polyusına iye bolǵandaǵıdan basqası jáne birneshe mayda daqlar boladı. Quyash daqlarınıń temperaturası fotosferanıkınen ortasha 1500 °C qa tómenligi sebepli olar fotosferada qarayıp kórinedi.

Quyash daqlarınıń «jasaw» dáwiri hár túrli bolıp, birneshe kúnnen bir-eki ayǵa shekem dawam etedi. Bir-eki ay dawamında «jasay alatuǵın» daqlar kóp ushıramaydı. Daqlar Quyash sırtınıń barlıq bóleklerinde payda bola bermey, onıń ±5° dan ±35–40° keńlikleri arasındaǵı shaqapshada payda boladı.

Quyash fizikasına tiyisli áhmiyetli mashqalalardıń biri ondaǵı daqlar sanınıń jıllar dawamında sistemalı ózgerip turıwı bolıp esaplanadı. Quyash daqları sanına tiyisli 100 jıllıq materialdı jıynap hám bir neshe on jıl dawamında háwesker astronomlar arasında Quyash daqların sistemalı baqlawdı jolǵa qoyǵan shveysariyalıq alım Rudolf Volf Quyash daqları sanı ózgeriwiniń ortasha dáwirin 11,1 jılǵa teń dep taptı.

Quyash daqları Quyashtaǵı eń aktiv processlerden ekenligi hám Quyash atmosferası qatlamlarında ushıraytuǵın basqa barlıq aktiv hádiyseler menen baylanısta bolǵanı ushın, Quyash daqları sanınıń 11,1 jıllıq dáwiri *Quyash aktivliginiń dáwiri* sıpatında qabıl etilgen.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Quyash fotosferası degende onıń qaysı qatlamın túsinesiz?
2. Quyash fotosferasında jaqsı baqlaw sharayatında qanday obyektler gúzetiledi?
3. Granulaciya (donadorlıq) qanday kórinisli struktura?
4. Quyash daqlarınıń ashılıw tariyxı haqqında aytıp beriń.
5. Daqlar fotosferada nege qarayıp kórinedi?
6. Óz aldına daq hám daq toparlarınıń magnit maydanı qásiyetleri qanday?
7. Quyashta daqlar sanı ortasha qanday dáwir menen ózgeredi?

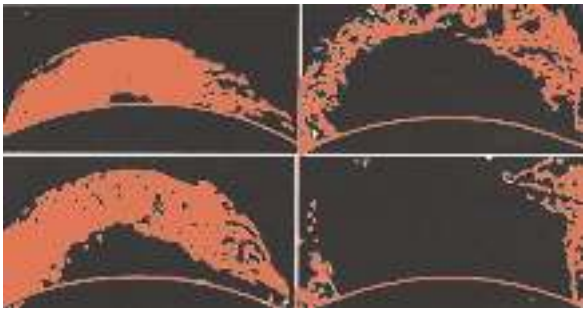
Protuberaneslar – Jalın «til»leri. Quyashtıń fotosferadan joqarǵı qatlamı xromosfera dep atalıp (grkshe «*xromos*» – reń), bálentligi 14000 km ge shekem baradı (*49-súwret*). Bul qatlamda ushıraytuǵın úlken obyektlerden biri protuberaneslar bolıp esaplanadı. Quyashtaǵı bul obyektler sırtqı kórinisi menen ottıń jalınlı «til»in esletedi. Jalın «til»leriniń spektri olarda gaz basımı, temperaturası hám háreket tezligi sıyaqlı fizikalıq úlkenliklerin anıqlawǵa imkan beredi.

Ásirese, 1920-jılda francuz alımı Y. Petit usınıs etken hám házirgi waqıtta qollanılıp júrgen usıl xromosfera spektriniń arnawlı sızıqlarında olardıń úlken tezlik penen kinoǵa alıwǵa (sekundına 16 kadr) imkan berip, tez ózgergeni ushın protuberaneslardiń evolyuciyasiyasın úyreniwde júdá úlken járdemin berdi. Protuberaneslar da xromosferalardıń nurlanıwı sıyaqlı kalciydıń ionlasqan sızıqları (H hám K) hám vodorodtıń qızıl (Hα – tolqın uzınlıǵı 656Å, 1 Å = 10^{-8} cm) sızıgında kúshli nurlanadı. Sonıń ushın da ol kóplegen observatoriyalarda (sonnan, Tashkent observatoriyasında da) usı sızıqtıń tolqın uzınlıgına tuwrı kelgen nurdı ótkiziwshi monoxromatik filtrler menen qurallanǵan teleskoplarda úyreniledi. Bul nurda (6562 Å alıńgan xromosferanıń súwretinde protuberaneslar Quyash diskinde proyeksiyalanıp, sozılıp iyilgen qara talalar kórinisinde boladı. Quyash diametrin bilgen halda, bul tala (protuberanes)lardıń ólshemi anıqlanǵanda, olardıń eni 6000–10000 km, uzınlıǵı bolsa bir neshe júz mıń kilometrge shekem bolıwı belgili boldı. Jalın tili kórinisinde Quyash shetinen kóterilgen protuberaneslardıń bálentligi de bir neshe júz mıń kilometrden kem bolmawı, olar Quyashta sol dárejede úlken processlerden biri ekenliginen derek beredi.

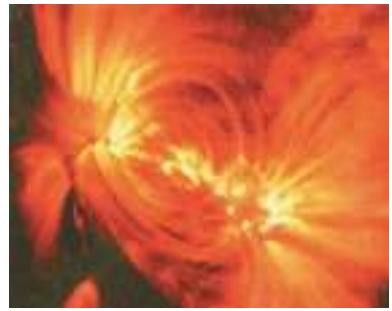
49-súwret. Xromosfera úlken obyektlerinen biri – protuberaneslar.

Protuberaneslardıń rawajlanıwında magnit maydanınıń roli úlken. Olarǵa tiyisli magnit maydanınıń kúshlengenin ólshew bunday tájriybeniń biraz bolsa-da quramalıǵı sebepli tek ǵana ótken ásirdiń 60-jıllarında ǵana jolǵa qoyıldı.

Protuberaneslar átirap xromosferasına qaraǵanda bir qansha tıgız plazma bult (temperaturası 5000–10000 °C, tıǵızlıǵı – 1 kub



50-súwret. Quyash daqları menen baylanıslı aktiv protuberanestiń rawajlanıwı.



51-súwret. Xromosferanıń eń quwwatlı obyekti – ushqınları.

santimetrde 10^{10}–10^{12} bólekshege tuwra keledi) tan ibarat bolıp, júz ese ıssıraq Quyash tańı menen oralǵan. Protuberaneslar Quyash diskisi shetinde tóbelik, pishen gúdisi, ılmek tárizli hám voronka sıyaqlı hár túrli kórinislerde boladı. Olar aktivlikleri boyınsha bir-birinen parqlanıwshı áste, aktiv hám erutiv gruppalarǵa ajıratılıp ornatıladı. Aktiv hám erutiv protuberaneslar Quyash daqları menen tikkeley baylanısta boladı. (*50-súwret*).

Xromosfera ushqınları. Quyashta baqlanǵan eń kúshli processlerdiń biri *xromosfera ushqınları* bolıp esaplanadı (*51-súwret*). Bir neshe minut dawam etken ushqınnan ajıralatuǵın energiyanıń muǵdarı saatına 100 trillionnan mıń kvadrillon kilovatt (10^{14}÷10^{18} kW) qa shekem jetedi. Bul bir kúshli Quyash ushqını dawamında ajıralıp atırǵan energiya Jerdegi barlıq janılǵı qorlarınıń janıwınan ajıralatuǵın energiya muǵdarına teń degendi bildiredi.

Xromosfera ushqınları Quyash daqları menen tıǵız baylanıslı bolıp, tiykarınan, Quyashtıń daqlı shaqapları qasında ushıraydı.

Ushqın shaqabındaǵı gaz háreketin atomlardıń spektral sızıqlarınıń halatı boyınsha úyreniw, bólekshelerdiń aǵımınıń Quyashtan sırtta atılıw tezligi sekundına 500 den 1000 kilometrge shekem jetiwin xabarladı. Quyashtan kóterilgen siyrek korpuskular bólekshelerdiń aǵımı «*quyash shamalı*» dep júritiledi. Bunday «shamal» 1,5–2 kúnde Jer orbitasına shekem jetip keledi. Quyash shamalı Jerge jetip kelgennen soń, hár túrli geofizikalıq hádiyselerde óz kórinisin tabadı hám Jerdiń biosferasına da sezilerli dárejede tásir etedi.

Quyash tajı. Quyash tolıq tutılıp atırǵanda yaǵnıy, Ay gradusı onı bizden pútkilley tosqanda, Quyash átirapında aspannıń qara fonında, 1–2 Quyash radiusı

52-súwret. Quyash tajınıń onıń aktivliginiń dárejesine baylanıslılıǵı:
a) aktivliginiń maksimumında;
b) aktivliginiń páseygeininde.

a) *b*)

(bazıda onnan kóp) aralıqqa shekem sozılǵan gúńgirt gúmistey jaqtı gúzetiledi (*52-súwret*). Quyash tajı dep atalatuǵın bul hádiyseni adamlar júdá ertede Quyash tolıq tutılǵan waqıtlarda baqlaǵan.

Tajdıń ulıwma forması Quyashtıń aktivlik dárejesi menen tıǵız baylanıslı bolıp, ol daqlar sanınıń *maksimumına* erisken dáwirinde Quyash átirapın, Quyashtıń aktiv shaqaplarınnıń jaylasıwına qaray, hár túrli bálentlikte oraydı. (*52-a súwret*), *minimum* dáwirinde bolsa gúmistey sáwle ekvator tekisliginen úlkenirek bálentlikke kóteriledi (*52-b súwret*).

Tajdaǵı baqlanǵan ózgerisler, sonnan, taj strukturasınıń qásiyetleri Quyash atmosferasınıń taj astı qatlamlarında bolatuǵın aktiv hádiyseler menen baylanısta ekenligin kórsetedi. Quyash tajında baqlanatuǵın eń jaqtılı hám radius boyınsha sozılǵan ağımları, tiykarınan, fotosferadaǵı daqlı shaqaplardıń ústinde ushıraydı.

Quyashtıń radiodiapazonda kúshli nurlanatuǵın bólegi onıń atmosferasınıń taj qatlamına tuwra keledi.

37-§. Quyash energiyasınıń deregi *

Tabiyattıń energiya ushın universal nızamınan belgili bolǵanınday, energiya saqlanıw qásiyetine iye: ol barda joq bolmaydı hám kerisinshe, joqtan payda da bolmaydı. Solay eken túnde jarqırap turǵan mıńlap juldızlar hám Quyashtıń anıqlanǵan «jası» 4,8 milliardtay jılǵa teń. Bunday uzaq dáwir dawamında tınımsız nurlanıp atırǵan Quyash, sonnan, juldızlardıń joǵaltıp atırǵan energiyası qanday fizikalıq process esabınan toltirılıp barıw mashqalasın sheshiw astronomlardıń ásirlik ármanlarınan bolıp esaplanadı. 1938–1939-jıllarǵa kelip, astrofiziklerden A. Edington, K. Veyszekker hám G.Byoteler juldızlardıń energiya deregi bola alatuǵın yadrolıq reakciyalardıń teoriyalıq esap-kitabın islep shıqtı.

Atom yadrosın qurawshı proton hám neytronlar óz ara júdá úlken tartısıw kúshi (bul kúsh yadrolıq kúsh dep ataladı) menen baylanǵan boladı hám soǵan

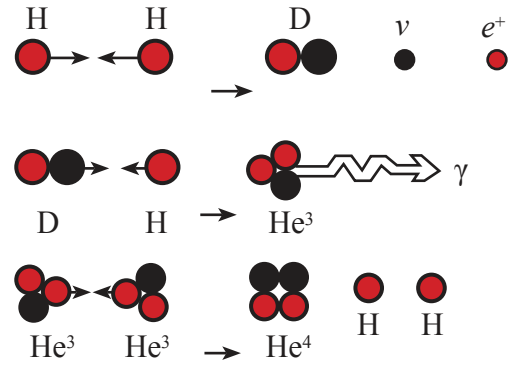
sáykes túrde baylanıw energiyası da júdá úlken bolatuǵını bizge belgili. Eger de usınday baylanıstaǵı atom yadrosına sırttan jáne bir proton yaki neytron kire alsa, ol jáńa yadro payda etedi hám yadrodan sezilerli energiyanıń ajıralıp shıǵıwına sebep boladı. Sebebi, yadro bólekshelerine qosılǵan jańa bólekshe yadro kúshleri arqalı olar menen baylanadı. Nátiyjede payda bolǵan artıqsha energiya yadrodan proton yaki neytron menen, yaǵnıy elektron yaki positron menen alıp shıǵıp ketiledi. Bunday hádiyse *yadrolıq reakciya* dep ataladı. Biraq, jańa proton yaki neytronnın yadroǵa kiriwi ańsat bolmaydı. Bunıń ushın kelip qosılatuǵın bólekshe atom yadrosına yadro kúshleri tásirinde beriletuǵın dárejede jaqın aralıqqa keliwi (proton ushın bolsa yadronıń iyteriw kúshin de jeńgen halda) kerek boladı. Demek qosılıwshı proton yaki neytron yadro tárepke júdá úlken tezlik penen (yaǵnıy energiya menen) jaqınlasıwı kerek boladı.

Teoriyalıq esaplawlar, juldızlar (sonnan, Quyash) orayındaǵı birneshe million graduslı temperatura protonlarǵa tap usınday tezlikti bere alıwın, ol jerde *termoyadro reakciyası* ushın qolaylı sharayat barlıǵın xabarladı. Neytronlar bolsa, bunday joqarı temperaturada turaqlılıgın joǵaltıp, yarım saatqa jeter-jetpes proton, elektron, neytronǵa bóleklenip ketiwi hám yadrolıq reakciyalarda derlik qatnaspawın kórsetti.

Juldızlar orayındaǵı reakciya (tórt protonnan birigip, bir geliy atomı yadrosın payda etiwi)nıń úzliksiz tákirarlanıwı juldızdıń nurlanıwı sebepli kosmik keńislikke tarqalıp atırǵan energiyasın toltırıp turadı. Hárbir protonnıń massası atom birliklerinde 1,00813 ti qurap, tórt protondiki 4,03252 boladı. Geliy atomı yadrosınıń massası 4,00389 ekenligin esapqa alsaq, onda bul yadronı payda etiwshi protonlar atom awırlıǵınıń 0,02863 birligine (4,03252–4,00389 = 0,02863) teń, bul massası ajıralatuǵın baylanıs energiyasına ekvivalent massa bolıp, ol *massa defekti* dep júritiledi. Bir geliy yadrosı payda bolıwında ajıralǵan energiya ataqlı Eynshteyn formulası boyınsha:

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

ǵa teń boladı. Bul jerde: $c = 3 \cdot 10^{10}$ cm/s – jaqtılıq tezligi; m – massa deffekti. Esaplawlar: Quyash orayında sonday jol menen hár sekundına ajıralıp atırǵan energiya $4 \cdot 10^{26}$ W dı, yaǵnıy onıń hár sekundda joǵaltıp atırǵan energiyasına teń energiyanı quraytuǵının xabarladı. Házirgi waqıtta tórt protonnan Geliy yadrosı



53-súwret. Quyashtıń yadrosında bolatuǵın proton-proton ciklli yadrolıq reakciyasınıń júz beriw processi (H – vodorod; D – deyteriy; ν – neytrino; e^+ – pozitron; He^3 – geliy izotopı; He^4 – geliy; γ – gamma kvant).

payda bolıwı haqqında eki izbe-izlik reakciyası belgili bolıp, olardıń birinshisi *proton-proton ciklli* (*53-súwret*) (usı Quyash orayında júz beretuǵını), ekinshisi bolsa *uglerod-azot ciklli* (kóbinese joqarı sırtqı temperaturalı juldızlar orayında bolatuǵını)dep júritiledi.

38-§. Quyash aktivligi hám onıń Jerge tásiri *

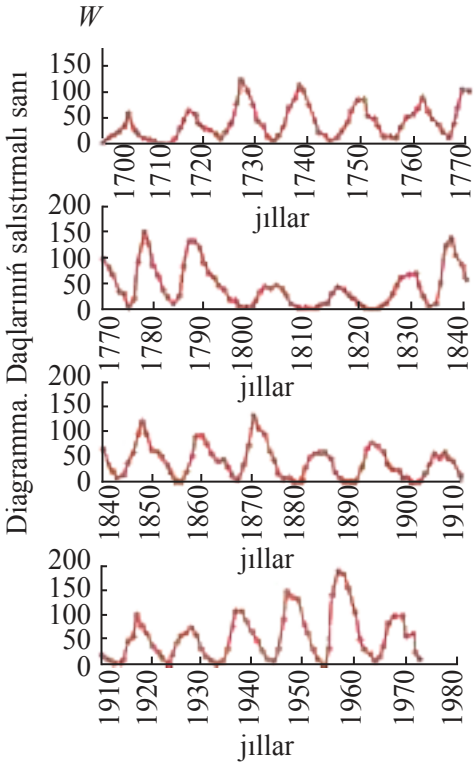
Jerde baqlanatuǵın kóplegen fizikalıq hám biologiyalıq hádiyselerdiń bolıwı, ásirese ıqlımnıń ózgeriwi túrli-túrli keselliklerdiń dawirli túrde tákirarlanıwı, innosferadaǵı hádiyseler, Jerdiń magnit maydanı «boranlari» hám kosmonavtlar ushın radiaciya qáwipiniń tuwılıwı-bulardıń hámmesine Quyashta júz beretuǵın túrli aktiv processler sebepshi ekenligi pánge bir qansha waqıttan beri belgili. Degen menen bul mashqala tolıq sheshilmegen bolsa da, Quyash aktivliginiń Jerde baqlanatuǵın, keltirilgen hádiyseler menen baylanıslıǵın anıqlaw barısında kóplegen tabislar qolǵa kiritilgen.

Bir-birinen derlik 150 million kilometr uzaqlıqta jaylasqan bul eki aspan denesi (anıǵıraǵı Quyash hám onıń joldası Jer) arasındaǵı bolatuǵın bunday úzliksiz baylanıs qalay túsintiriledi? Bul úlken aralıqta dáldálshi rolin ne atqaradı?

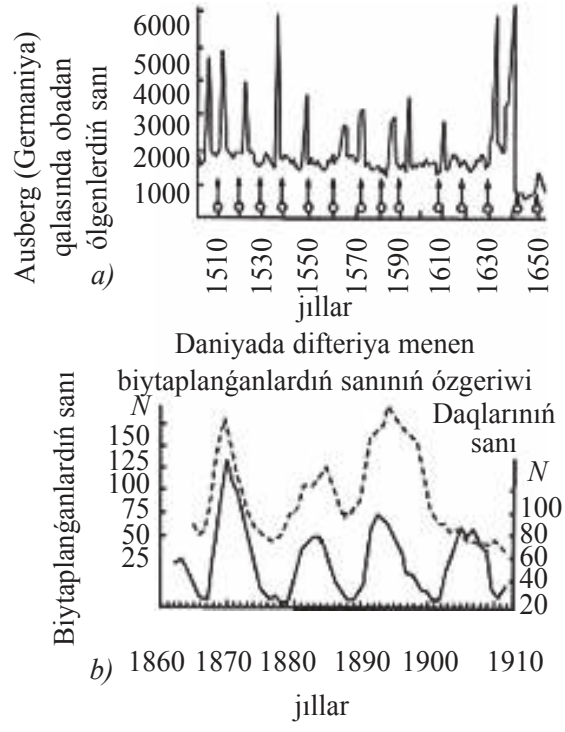
Jerde ómirdiń deregi Quyash ekenligi hám bunda Quyash nurları jarıtıwshı hám ıssılıq beriwshi tiykarǵı qural ekenligi erteden belgili. Biraq, sonıń menen birge, Quyashtıń elektromagnit tolqınlarınıń kózge kórinbeytuǵın qısqa tolqınlı diapazonlarında da jeterlishe intensiv nurlanıw anıqlanǵan. Bul nurlar ultrafiolet, roentgen hám gamma nurları bolıp, Quyashtaǵı aktiv hádiyseler bul nurlar inten-

sivliginiń artıwında tiykarǵı derek bolıp xızmet etedi. Quyash ushqınları hám eruptiv protuberaneslardağı jarılıwlar sebepli bul nurlar ağımına úlken energiyalı elementar bóleksheler ağımı qosıladı. «Quyash shamali» dep atalıwshı bul ağımnıń intensivligi Quyash aktivliginiń fazasına sáykes túrde ózgerip baradı.

Quyashtan kelip atırǵan korpuskular bóleksheler, radiacion nurlar intensivliginiń bir túrde ózgerip turıwı Quyashtağı daqlar sanınıń ózgerip turıwı menen birdey boladı. *54-súwrette* Quyash aktivliginiń aqırǵı on jıldağı ózgeriwi sáwlelendirilgen. Quyash shamalı Jerge jetip kelgennen soń, túrli geofizikalıq hádiyselerdiń, sonnan, *magnit boranlarınıń* kelip shıǵıwına sebep boladı. Quyash aktivligi birinshi gezekte, Jer atmosferasınıń joqarı qatlamlarında «jańǵırıq» berip,



54-súwret. Quyash aktivliginiń(daqları sanınıń jıllar boyı) ózgeriw grafigi.



55-súwret. Quyash aktivligi maksimumı (dóngelekler) menen oba (*a*) hám difteriya (*b*) keselliklerиniń birden jayılıw fazaları arasında baylanıs.

shıraylı polyus sáwlelerin payda etedi. Quyash radiaciyası, sonday-aq, ionosferanıń ionlanıw dárejesin keskin arttıradı. Bul bolsa, óz gezeginde atmosferanıń bul qatlamlarında elektr ótkiziwsheńligi, elektromagnit nurlardı qaytara alıw qásiyetine keri tásir etedi.

Bazıda Quyashtan kelip atırǵan kúshli korpuskular aǵım joqarı konsentraciyalı ionosferada qısqa tolqınlı radionurlarınıń jutılıw dárejesin sol dárejede arttıradı, nátiyjede aralıqqa qısqa tolqınlı radiosignallardıń jetkeriliwinde bir neshe minutlı úziliw júz beredi.

Quyash aktivligi hám Jerde júz beretuǵın epidemiyalıq kesellikler arasındaǵı baylanıslardı úyreniwde rus alımı professor A.L. Chijevskiydiń úlesi úlken. Ol keń tarqalatuǵın illet, oba, difteriya, qaytalama terleme, defterit sıyaqlı epidemiyalı kesseliklerdi úyrenip, olardıń baslanıwı, rawajlanıwı hám tamamlanıwı Quyash aktivliginiń túrli fazalarına sáykes keliwin anıqladı (*55-súwret*).

R.P. Bogacheva hám V.M. Boyko sıyaqlı alımlar bolsa, aqırǵı bir neshe on jıllıq dáwirde poliomiyelit (viruslı miy ayazlawı) kesellikleri dinamikasın Riga hám Ózbekstanda úyrenip, bul keselliklerdiń háwijleniwi Quyash aktivligi dáwirli keshiwine sáykes keliwin anıqladı. Alımlar Quyash ushqınınıń nerv hám júrek-tamır keselliklerine tásirin úyrenip, onıń nerv hám júrek keselligi menen Quyash ushqını arasında kúshli baylanıs barlıǵın taptı. Biz Quyash aktivliginiń Jer ıqlımı sharayatı, ósimlikler biologiyası hám basqa processlerge tásiri mashqalalarına toqtamadıq. Biraq, tekseriwler Quyash aktivligi bul processlerde de óz kórinisin tabıwın kórsetti.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Quyash atmosferasınıń qaysı qatlamı xromosfera dep ataladı?
2. Protuberaneslardıń Quyash daqları menen baylanısı bar ma?
3. Xromosfera ushqınlarınıń quwwatın qalay túsinesiz?
4. Quyashtıń radionurlanıwı, tiykarınan atmosferanıń qaysı qatlamında júz beredi?
5. Quyash energiyasınıń deregi nede?
6. Quyash aktivligi ondaǵı qaysı obyektlerdiń sanına qaray belgilenedi?
7. Quyash aktivligi Jer atmosferasındaǵı qanday hádiyselerde hám qanday kesellik penen awırǵan biytaplarǵa keri tásir etedi?

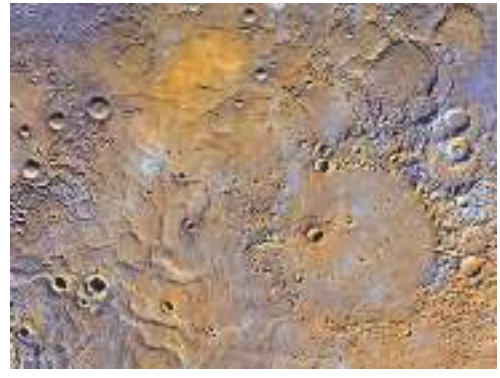
15-TEMA. 39-§. Jer túrindegi planetalar. Merkuriy hám Venera

Merkuriy. Quyash sistemasındağı segiz planeta ishinde Quyashqa eń jaqını Merkuriy bolıp, ertede onı arablar Utorud dep atağan. Utorudtıń orbitası basqa planetalardandikine qaraǵanda sozılmalı ellips formasında bolıp keledi. Sonıń ushın da bul planetanıń Quyashtan uzaqlığı 0,31 den 0,47 asttronomiyalıq birlikke shekem ózgerip baradı. Planetanıń Quyashtan ortasha uzaqlığı 57,91 million kilometrdi quraydı. Merkuriydiń diametri 4879 kilometr bolıp, onıń sırtında tartısıw kúshi Jerdikine qaraǵanda 2,6 esege kem. Basqasha aytqanda, awırlığı Jerde 80 kg bolǵan adam Merkuriyde barı-joǵı 30 kg shıǵadı. Bul planeta óz orbitası boylap sekundına ortasha 48 kilometr tezlik penen háreketlenip, Quyash átirapın 87,97 kúnde aylanıp shıǵadı.

Merkuriy sırtınıń kúndizgi ortasha temperaturası +345 gradusqa shekem (Quyash tik kelgen jerlerde +480 gradusqa shekem – Selsiy shkalasında) kóterilgen túrinde, keshte –180 gradusqa páseyedi.

Planetalar aralıq stanciya 1974-jılı Merkuriyden 47 mıń 981 kilometrlik aralıqtan ótip atırıp, planeta sırtınıń 500 ge jaqın sıpatlı súwretlerin aldı. Bul súwretler planeta «júz dúzilisi» jaǵınan Ayǵa júdá uqsaslığın kórsetti. Ay sırtındağı sıyaqlı Merkuriy beti de meteoritler soqqısınan «kógergen» bolıp, túrli úlkenliklerdegi kraterler menen qaplanǵanı «Mariner-10» alǵan planeta súwretlerinen solayınsha kórinip turıptı. (*56-hám 57-súwretler*).

56-súwret. Merkuriy sırtı («Mariner-10» nan alınǵan súwret).



57-súwret. Merkuriy sırtınıń relyefi.

Merkuriy sırtqı denelerińiń tıǵızlıǵı Aydikinen, yaǵnıy 3,0–3,3 g/cm^3 bolıp, ortasha tıǵızlıǵı 5,44 g/cm^3 ekenligi onıń oraylıq bóleginde temir yadrosı yaki eń keminde silikat jınslar joqarı basım astında metallıq halatqa ótip atırǵanınan derek beredi. Planeta júdá siyrek atmosferaǵa iye.

Merkuriydiń joldası joq.

Venera. Áyyemgi rim ápsanasında muhabbat qudayınıń atı menen atalatuǵın bul planetanıń Quyashtan ortasha uzaqlıǵı 108,81 million kilometr. Venera (ózbekshe atı Zuhra) orbitası boylap sekundına 35 kilometr tezlik penen háreketlenip, 225 kúnde Quyash átirapında bir ret tolıq aylanıp shıǵadı.

Ayqınlıǵı jaǵınan Quyash hám Aydan keyin turatuǵın bul planeta júdá erteden adamlar dıqqatın ózine tartıp, qozǵalmaytuǵın juldızlar fonında háreketleniwi birinshi bolıp sezilgen «adasqan» jaqtırtqısh bolıp tabıladı. Ol tez-tez erte tańda Quyash shıǵıwınan aldın shıǵıstan kóringeni ushın onı «Tań juldızi» depte ataydı.

1610-jıldan-aq G. Galiley ózi soqqan teleskopta onı baqlap, Veneranıń Ay sıyaqlı fazalarda bolıwınıń guwası boldı. Bul hádiyse Venera da Ay sıyaqlı shar formasındaǵı aspan denesi ekenliginiń dáslepki dálili edi. Veneranıń úlkenligi Jerdikindey bolıp, diametri 12 mıń 104 kilometrdi quraydı.

1761-jıl 6-iyunda planetanıń háreketi Quyash diskinde proyekciyalanıp ótti. Bunday ájayıp hádiyseni baqlaǵan rus alımı M.V. Lomonosov Veneranıń qalıń atmosfera menen qaplanǵanıń anıqladı.

Planetanı kosmik apparatlar járdeminde tekseriw XX ásirdiń 60-jıllarınan baslanǵan, bul Veneraǵa tiyisli kóplegen jumbaqlardı sheshiwge járdem berdi. Nátiyjede Veneranıń óz oqı hám Quyash átirapında haqıyqıy aylanıw dáwirleri anıqlandı.

Bizge belgili bolǵanınday, planetanıń aylanıw oǵı onıń orbita tegisligine derlik tik jaylasqan bolıp(anıgı 93°), onda Jerdikindey jıl máwsimler ushıramaydı. Sonday-aq, planetanı radiotolqınlarda baqlaw, Veneranıń óz oǵı átirapında juldızlarǵa qaraǵanda aylanıw dáwiri 243,16 kúnge teń ekenligi hám de ol Quyash sistemasınıń (óz oǵı átirapında) shıǵıstan batısqa aylanıwshı jalǵız planetası ekenligi belgili boldı. «Tań juldızi»nıń bir kúni, yaǵnıy Quyashqa qaraǵanda óz oǵı átirapında aylanıw dáwiri 117 Jer kúnine teń bolıp, bir jılı onıń eki kúninen sal azlaw shıǵadı.

Ásirese, Veneraǵa sayahatqa jol alǵan «Venera-14» hám «Venera-15» kosmik apparatları planetanı úyreniw tariyxında áhmiyetli orın iyeleydi. «Venera-14»

58-súwret. Veneranıń «Venera-14» kosmik apparatı tárepinen alınǵan súwret.

qondırılıwshı apparatı planeta sırtınan alınǵan birinshi súwretlerdi Jerge uzattı (*58-súwret*).

Keyinirek jolǵa shıqqan AQSHtıń «Pioner-Venera-1 hám 2» stanciyalarınıń qondırıwshı apparatları Venera atmosferası hám sırtına tiyisli tómendegi jańa maǵlıwmatlardı qolǵa kiritti: planeta atmosferasınıń basımı júdá joqarı bolıp, alımlar hesh qanday da kútpegen muǵdardı – 90 atmosferanı kórsetti. Onıń 97%in karbonat angidrid, 1% in suw puwları iyellep, kislorod bolsa, bari-joǵı 1,5% in quraytuǵını belgili boldı. Planeta sırtı qasında ólshengen temperatura +470 °C qa teń bolıp shıqtı. Bunday joqarı temperatura planeta atmosferasında karbonat angidridiniń kópligi menen túsindiriledi.

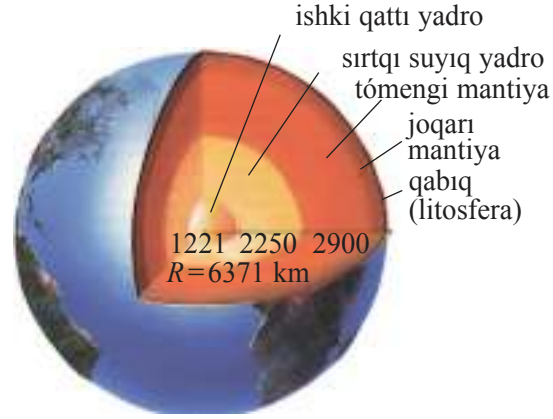
Planeta bulıtlarında nurdıń shashrawın úyreniw, olardı quraytuǵın tamshılar, tiykarınan, sulfat kislotanıń 75–85% li suwdaǵı eritpesi degen sheshimge alıp keldi. Planeta sırtınan 40 kilometrge shekem bálentlikte shamaldıń tezligi sekundına 100–140 metr bolǵan túrinde, 10 kilometrge jaqın bálentlikte ol keskin kemeyip, 3–4 m/s ǵa túsip qaladı.

1991-jılı Xalıqaralıq Astronomiyalıq Awqamı (XAA) Bas Assambleyası Veneranıń 116 relyefli elementine jáhánge tanılǵan hayallardıń atın berdi. Ayırmashılıǵı sonda, bul dizimde watanlasımız shayır Nadirabegimniń hám atı bar. Veneradaǵı kraterlerden biri onıń atı menen atalatuǵın boldı.

40-§. Jer hám onıń tábiyiy joldası Ay. Mars

Jer Quyashtan uzaqlıǵı boyınsha úshinshi orında turıwshı planeta bolıp, Jer túrindegi planetalar ishinde eń irisi bolıp esaplanadı. Jer aspanda júdá shıraylı kóriniske iye bolıwı onın Ay sırtınan alınǵan súwreti tolıq tastıyıqlaydı

59-súwret. Jerdiń Aydan turıp alınǵan súwreti.



60-súwret. Jerdiń ishki dúzilisi.

(*59-súwret*). Planetanıń ekvatorial radiusı 6378 kilometr. Jer Quyash átirapında sekundına 30 kilometr tezlik penen háreketlenip, 365,24 kúnde onıń átirapında bir márte tolıq aylanıp shıǵadı. Planetamızda bir jılda tórt máwsimniń gúzetiliwi sebepli, Jer oǵınıń orbita tegisligine 66,5° aǵıwshańlıǵı menen túsindiriledi. Jer óz oǵı átirapında 23 saat, 56 minut, 4 sekundda tolıq aylanıp shıǵadı. Bul onıń haqıyqıy aylanıw dáwiri bolıp esaplanadı. Biraq, onıń Quyashqa qaraǵanda ortasha aylanıw dáwiri 24 saat dep qabıl etilgen.

Jerdiń ortasha tıǵızlıǵı hár kub santimetrde 5,5 grammǵa teń bolıp, massası shama menen $6 \cdot 10^{24}$ kilogramm. Planetamızdıń atmosferası mıńlap kilometr bálentlikke sozılıp, awırlıǵı 5 mıń 160 trillon tonnaday boladi. Bunday qalıń atmosfera Jerde ómirdiń payda bolıwı hám rawajlanıwında áhmiyetli rol oynaǵan. Ásirese, 20-30 kilometrdey bálentlikte jaylasqan azon qatlamı Quyashtıń qısqa tolqınlı ultrafiolet nurların kúshli jutıp, barlıq tiri janiwarlardı, sonnan adamzattı bunday nurlanıwdıń qáwipli tásirinen qorǵaydı. Atmosferanıń 21% ke jaqını kislorod, shama menen 78% in azot, qalǵan bólegin bolsa basqa gazler: argon, karbonat angidrid hám suw puwları quraydı.

Jer *gidrosferası* onıń sırtınıń 71% teyin quraydı. Qurǵaqlıqtıń ortasha bálentligi teńiz betinen 875 metr bolıp, Dúnya okeanınıń ortasha tereńligi 3800 metrge shekem baradı. Muzlıqlar planetamızdıń bir qansha bólegin iyelep, tiykarǵı bólegi Antraktida hám Grenlandiya qurqaglıqların qaplaydı.

Jerdiń 3450 km shuqırlıǵınıń ishki bóleginde suyıq túrindegi yadro bar ekeni anıqlanǵan. Bul yadro tiykarınan eki-radiusı 1221 kilometrge shekem baratuǵın

ishki – qattı hám onıń ústinde 2250 kilometr qalıńlıqtağı suyıq bóleklerden, al ústingi bólegi bolsa 2900 km li mantiyadan ibarat (*60-súwret*).

Litosferanıń qattı astıńğı qatlamı da bir jınıslı bolmay, shama menen 40 kilometr tereńlikte keskin shegara barlığı anıqlandı. Bul sırtqı joqarı qatlamı *litosfera qabığı*, astı bolsa *mantiya* dep júritiledi. Temperatura Jer orayına qaray kóterilip baradı, al mantiyanıń tómengi astında 5000 °C, orayında bolsa 10 000°C qa shekem boladı.

Jer gigant magnit bolıp, *61-súwrette* Quyash «shamalı» tásirinde onıń kúsh sızıqlari strukturasınıń ózgeriwi súwretlengen.

Jerdiń geomagnit polyusları geografiyalıq Jer polyusları menen ústi-ústine túspeydi. Arqa geomagnit polyusınıń geografiyalıq keńligi 78°5′, uzınlığı bolsa 290°lı qubladağı uzınlığın quraydı. Basqahsa aytqanda, geomagnit oq Jer oğına 11,50 li múyesh astında jatadı. Geomagnit maydanınıń kúshlengenligin ekvatordan polyusqa qaray 0,25–0,35 ten 0,6–0,7 Erstedge qaray artadı.

Ay – Jerdiń tábiyiy joldası. Jerge eń jaqın aspan denesi Ay bolıp, ol planetamızdıń tábiyiy joldası bolıp esaplanadı (*62-súwret*). Aydıń Jer átirapındağı orbitası barlıq planetalardıń Quyash átirapında aylanıw orbitası sıyaqlı ellips kórinisinde. Sol sebepli, ol Jerge eń jaqın kelgende 363 400 kilometr, eń uzaqlasqanda (apogeyde) bolsa, 405 400 kilometr aralıqta boladı. Aydıń diametri 3476 km bolıp, onıń kólemi Jer kóleminiń júzden eki bólegin quraydı. Ay massası Jer massasınan 81 esege kem. Ay sırtında tartısıw kúshi Jerdikinen 6 ese kem. Onıń sırtında erkin tústegi tezleniwi 1,63 m/s^2. Aydıń ortasha tıǵızlığı 3,3 g/cm^3, yağnıy jerdikinen 1,5 esege kem. Kúndizgi tús payıtında Aydıń ekvatorı átirapında temperatura +120 °C, yarım keshede bolsa –150 °C di quraydı.

61-súwret. Jer magnitosferasınıń strukturası.

62-súwret. Ay – Jerdiń tábiyiy joldası.

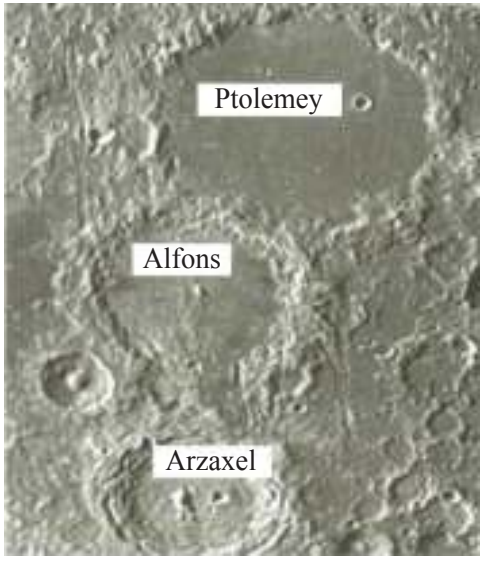
Ay aspanında juldızlar, Quyash tajınıń kóriniwi hám sáwleniń kórinbewiniń mánisi, Ay sırtında atmosferanıń joqlığınan bolıp esaplanadı, sebebi Quyash shığıwınan, tús bolǵanǵa shekem 7 kún 9 saat waqıt ketedi.

Ay aspanınıń ájayıp hádiyseleriniń jáne biri planetamız Jerdiń kóriniwi bolıp tabıladı (*59-súwretke qarań*). Jer shıraylı, kógis shar formasında, Aydıń aspandaǵı kórinisinen 4 ese úlken bolıp kórinedi. Jer de Ay sıyaqlı fazalarda kórinedi. Bul jaǵday onıń Quyashqa qaraǵanda Aydıń qaysı tárepinde turǵanına baylanıslı boladı. Jer óziniń «tolın jer» fazasında bolǵanda, Ay sırtın tolınay Jerdi jarit'qanınan 40 ese anıǵıraq jarıtadı. Ay aspanında «tolın jer» baqlanǵan waqıt – Jerden qaraǵanda Aydıń jańa ay fazası waqtına tuwra keledi.

Ayda da oypatlıqler (teńizler dep ataladı), tóbelikler, tawlar bar (*63-súwret*). Bul obyektlerdi birinshi ret G. Galiley 1610-jılıózi soqqan teleskoptan Aydı baqlap atırǵanda tawǵan.

Aydaǵı tawlardıń eń úlkenleri Alp, Apennin hám Kavkaz tawları bolıp esaplanadı. Tawlardıń bálentligi bazı da 9 kilometrge shekem jetedi. Sonday-aq, Ayda halqalı tawlar kóplep ushıraydı.

1969-jıldıń iyul ayında AQSHtıń «Apollon-11» kosmik kemesinde eki astronavt – Armstrong hám Oldrin Ayǵa birinshi ret qádem bastı (*64-súwret*). Olar Ay ústinde uzaq seyil etip, Jerge Ay sırtı tasları, topıraǵı, kristalları menen qayttı. XX ásirdiń 60–70-jıllarında «Apollon»lar barlığı bolıp Ayǵa 12 astronavttı tabıslı qondırıp, Jer joldasınıń relyefi, fizikalıq qásiyetine tiyisli bahalı maǵlıwmatlardı qolǵa kirgizdi.



63-súwret. Ay kraterleri hám «teńizleri»

Aydı úyreniwdiń pán ushın áhmiyetliligi atmosferadan bóleklengeninde bolıp esaplanadı. Ayǵa ornatılǵan úlken teleskoplar járdeminde alınǵan aspan jınıslarınıń súwretlerinen bir neshe ese sıpatlı fotomaterialların alıw imkaniyatına iye. Ayda atmosfera joqlığı ushın ol jerge ornatılǵan arnawlı teleskoplarda ultrafiolet, roentgen hám gamma-tolqınlarǵa nurlanatuǵın kúshli dereklerdiń fizikasın úyreniw

64-súwret. «Apollon» kosmik kemesi ekipajınıń Aydıń sırtında sayaxat qılıw waqtı.

imkanı bar. *65-súwrette* keleshekte Ayǵa qurılıwı rejelestirilip atırǵan ilimiy stanciyalardan biriniń proekti keltirilgen.

Mars. Rim ápsanasında urıs qudayı Mars atı menen atalatuǵın Jer tipindegi tórtinshi planetanıń orbitası Jer orbitasınan sırtta jatadı. Onıń Quyashtan ortasha uzaqlıǵı 227,94 million kilometr.

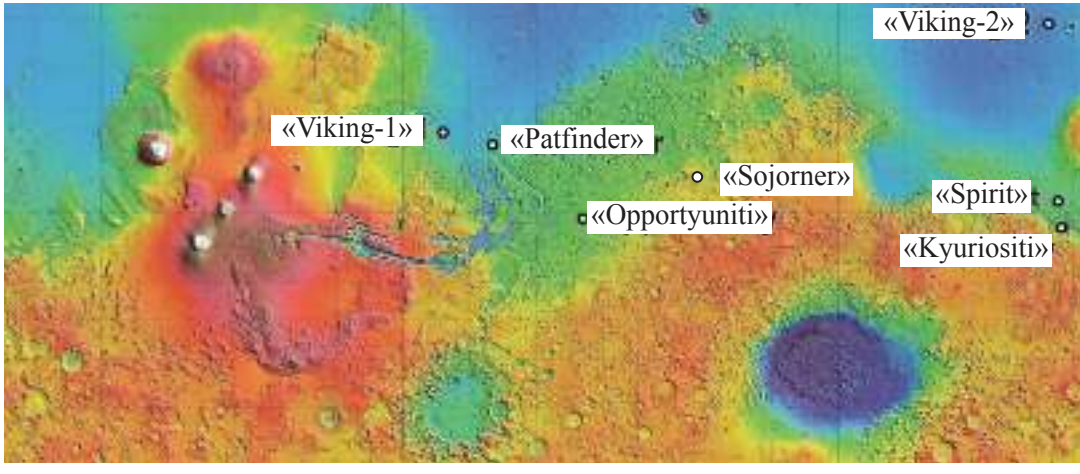
65-súwret. Keleshekte Ayda qurilıwı rejelestirilip atırǵan ilimiy stanciya.

Mars salıstırmalı kishkene planeta, onıń diametri 6779 kilometr, massası $6{,}39 \cdot 10^{23}$ kg (Jer massasınıń 0,107 bólegin quraydı). Ortasha tıǵızlıǵı da Jerdikinen bir qansha kem – 3,94 g/sm^3. Erkin túsiw tezleniwi – 3,72 m/s^2.

Mars óziniń fizikalıq qásiyeti jaǵınan Quyash sistemasınıń planetaları ishinde Jerge «tuwısqan»lıǵı menen ajıralıp turadı. Mars sutkası 24 saat 39,5 minutqa teń. Onıń aylanıw oǵınıń orbita tegisligine aǵıwshańlıǵı da Jerdikinen ajıralıp turıp, 65°12′ ge teń. Biraq, Mars jılınıń uzınlıǵı 686,98 Jer sutkasına (yaki 669 Mars sutkasına) teń. Planetanıń 350 keńliginde gúz máwsiminde tús paytına jaqın temperatura –20 °C, keshqurın –40 °C, keshte bolsa –70 °C qa deyin baradı. Qıs paytında 40° li keńlikte temperatura –50 °C dan, 60° C li keńlikte bolsa, –80 °C –90 °C dan kóbeymeydi. Mars sırtınıń minimal temperaturası onıń polyuslarında baqlanıp, ol qısta –125 °C dan p'aske túspeydi.

Marstıń atmosferası júdá siyrek bolıp, sırtında ortasha basım 6,1 millibarǵa teń (1 bar shama menen 1 atmosfera). Mars atmosferasınıń 95% i karbonat angidrid, 2,5% i azot, 1,52% i argondan júdá az muǵdarda kislorod (0,2%) hám suw puwınan (0,1%) quralǵan.

Marstıń 20° dan 55° qa shekem arqa keńlikleri arasınan orın alǵan hám 2000 kilometrge shekem sozılǵan Ellada oypatlıǵı kraterlerden ayırıqshalanǵan. Batıs yarımsharındaǵı basqa bir iri maydanlı oypatlıq Argir dep ataladı (*66-súwret*). Agrirden arqa-batıs tárepte úlken bulkanlı tawlar jaylasqan oypatlıq – Tarsis



66-súwret. Marstıń Ellada, Tarsis hám Argir oypatlıqlarınıń kartası (súwrette bul oypatlıqlarǵa qonǵan kosmik apparatlardıń atları kórsetilgen).

jatadı. Onın artında arqa yarım sharında ataqlı Amazoniya hám Utopiya oypatlıqları jaylasqan. 50° parallelden 70° parallelge shekem Úlken Saxra jayılıp, ol Arqa polyustı orawshı taw halqası menen shegaralanadı.

Mars relyefiniń tiykarǵı ájayıbatlarınan biri planeta tawlı ekenliginde. Planetanıń Tarsis rayonında tórt konus túrindegi tawlar kókke boy sozǵan. Bul tawlar bulkanlı process tásirinde payda bolıp, olardan eń batısında jaylasqan Arsiya tawı tóbesindegi kraterdiń diametri 130 kilometrdi quraydı. Bul tawlar ishinde eń irisi Olimp tawı bolıp, ol Jerdegi bulkanlı tawlardan bir neshe esege úlken. Olimp tawı konusı tiykarınıń diametri 600 kilometrge, bálentligi bolsa 27 kilometrge jetedi.

Mars relyefiniń eń qızıq obyektlerinen biri uzınlıǵı bir neshe júz kilometrge shekem sozılǵan tik jarlıqları bolıp esaplanadı. Arsiya tawınan 20° shıǵısqa bunday tik jarlıqlardıń biri jaylasıp, onıń uzınlıǵı 400 kilometrge shekem, keńligi ayırım jaǵdaylarda 30 kilometrge shekem, shuqırlıǵı bolsa 2 kilometrge shekem baradı.

«Qızıl planeta» sırtında baqlanǵan basqa bir «jumbaq» darya arǵarları bolıp, bular ishinde 30 graduslar shaması batıs keńliginde jaylasqan Nignal dep atalǵan darya arǵarı 400 kilometrge shekem sozılǵan (*67-súwret*). Sonday-aq, uzınlıǵı 700 kilometrge shekem baratuǵın basqa bir darya arǵarı Maadimniń keńligi ayırım jerlerinde 80 kilometrge shekem jetedi. Bul darya arǵarlarında házir heshqanday suyıqlıq aqpawı anıq. 1976-jılı Utopiya tegisligine qonǵan

67-súwret. Marstıń Nignal atlı darya arǵarı.

68-súwret. Mars betiniń «Viking-1» (AQSH) tárepinen alınǵan súwreti.

69-súwret. Marstıń Fobos dep atalıwshı joldası (ólshemi 18×22 km).

«Viking-1» átirap súwretin Jerge uzattı. Súwretlerde hár túrli úlkenliktegi tegislenbegen taslar hám topıraq barxanlarınıq kózge túsedi. Bunday barxanlardıń payda bolıwında borannıń «qolı barlıgi» kórinip turıptı (*68-súwret*). Sonday-aq, súwrettegi ayırım kraterler túrinde baqlanǵan hám suw puwlarınan quralǵan duman Mars bawırında suw qorları (muz túrinde) bar ekenine dálil bola aladı. Marsta anıqlanǵan sharayat onda ómir (mikroorganizmler) bolıwı múmkin degen juwmaqtı beredi.

Marstıń eki tábiyiy joldası bar. Olardan biri Fobos (Qorqınısh), ekinshisi bolsa Deymos (Daqshat) dep ataladı. Fobostıń eki óz ara perpendikulyar ólshemleri, sáykes túrde, 18 hám 22 kilometr bolıp (*69-súwret*), Deymostıń usınday ólshemleri 10 hám 16 kilometrdi quraydı. Fobos Mars sırtınan ortasha 6000 km uzaqta – onıń átirapında 7 saat 3 minutta aylanıp shıqqan halda, Deymos planetadan 20 000 km uzaqta 30 saat 18 minutta aylanıp shıǵadı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Merkuriydiń ólshemleri haqqında qanday maǵlıwmatlarǵa iyesiz?
2. Venera atmosferası, ondaǵı fizikalıq sharayat (temperaturası, basımı) hám quramı haqqında nelerdi bilesiz?
3. Planetamız Jer haqqında ulıwma maǵlıwmat beriń. Jer qanday ishki qatlamlardan dúzilgen?
4. Aydıń relyefi haqqında nelerdi bilesiz?
5. Mars qaysı qásiyetleri menen Jerge jaqın bolıp esaplanadı?
6. Marsta baqlanǵan darya aǵǵarları haqıyqıy daryalar ma?

16-TEMA. 41-§. Gigant planetalar, olardıń joldasları hám halqaları

Yupiter. Quyash sistemasınıń planetaları ishinde eń irisi esaplanǵan Yupiter tábiyatı hám dúzlisi boyınsha jumbaqlarǵa baylıǵı menen astronomlar dıqqatın ózine tartqan. Yupiterdiń ortasha radiusı Jer radiusınan shama menen 11 esege úlken. Bul úlken planeta Quyash átirapında ortasha 778,5 million kilometrli aralıqta aylanadı. Planetanıń Quyash átirapında aylanıw tezligi sekundına 13 kilometr bolıp, 12 jılda bir ret aylanıp shıǵadı.

Qızıǵı sonda, Yupiterdiń óz oǵı átirapında aylanıwı Jer tipindegi planetalardikinen parq etip, ekvator bólegi tezirek – 9 saat 56 minut dáwir menen, túrli keńlikleri bolsa túrlishe múyesh tezlik penen aylanadı. Onıń massası Jer massasınan 318 ese awır. Sonıń ushın da Yupiterdiń tartısıw kúshi Jerdikinen eki yarım esege artıq. Bul úlken planetaǵa tabiyatı elege shekem jumbaqlıǵın saqlap kiyatırǵan obyektler – eni bir neshe mıń kilometrge shekem baratuǵın onıń ekvatorǵa parallel qara-qızǵısh lentaları kiredi. (*70-súwret*). 1878-jılı tabılǵan uzınlıǵı 30 mıń, eni 13 mıń kilometrge sozılǵan Úlken Qızıl Daǵı (*71-súwret*) planetanıń sutkalıq aylanıwında qatnasıwı menen birge, ol ana tárep hám mına tárepke birneshe gradusqa jıljıp turadı.

70-súwret. Yupiterdiń ulıwma kórinisi.

71-súwret. Yupiter sırtında baqlanatuǵın Úlken Qızıl Daq.

Yupiter atmosferası vodorod, geliy, azı-kem metan hám ammiak gazlerinen quralǵan. Alınǵan maǵlıwmatlar onda geliydiń muǵdarı planeta atmosferasınıń 9 payızına teń ekenligin kórsetti. Planeta atmosferasınıń tiykarǵı bólegi vodorod (90%) quraydı.

Gigant planeta atmosferasında suw puwlarınıń tabılıwı da úlken waqıya boldı. Sebebi, alımlar onıń bulıtlı qatlamlarınıń anıqlanǵan temperaturası –130°C tan tómen bolıp, bunday temperaturada suw puwları barháma muz túrinde bolıwı múmkin dep shamalaǵan edi.

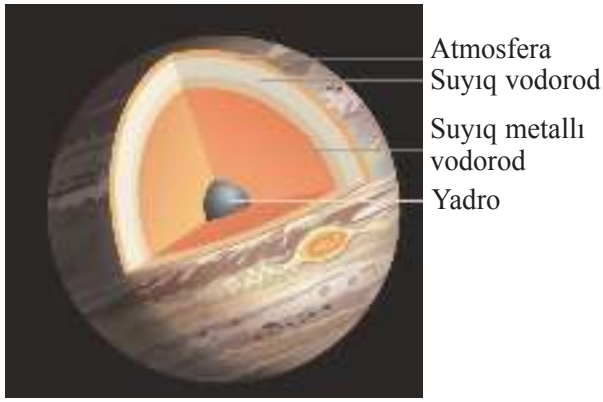
Gigant planetanıń magnit maydanı bolıp, ol Quyashtan kelip atırǵan oń hám teris zaryadlı kosmik bóleksheler menen tásirlesip, olardı óz sferasında «qápes»ke túsirgen, nátiyjede bunday jaǵday planeta átirapında Jerdikine uqsas kúshli radiaciya belbewleriniń payda bolıwına alıp kelgen.

Yupiter Quyashtan Jerge qaraǵanda 5 ese zıyat aralıqta bolǵanı ushın, bul planeta beti birliginiń Quyashtan alatuǵın energiyası jerdikinen 27 esege kem. Biraq soǵan qaramastan onıń Quyashtan alatuǵın energiyası 2,5 esedey kóp energiya menen nurlanadı. Planeta haqqında qolǵa kirgizilgen eń sońǵı maǵlıwmatlar tiykarında bul úlken planetanıń ishki dúzilisi matematik model-lestirildi. Usı model boyınsha, Yupiter atmosferasınıń shuqırlığı $\approx 10^4$ km bolıp, bul shegaradan tómende suyıq faza kórinisindegi massası jaylasqan, planeta orayında awır elementlerden quralǵan qattı túrindegi yadro bar dep boljanǵan. Ol jerde basım bir neshe on mln. atm bolıp, temperatura 15 000 – 25 000°C qa shekem baradı (*72-súwret*).

Yupiter óz joldasları menen úlken bir «semyani» quraydı, onıń tabılǵan joldaslarınıń sanı maydaları menen esaplaǵanda 60 tan asıp ketti. Planetanıń bul joldaslarınan tórtewi eń irisi 1610-jılda G.Galiley tárepinen tabılǵan (*73-súwret*).

1979-jılı mart ayında 278 mıń kilometr uzaqlıqtan ótken AQSH tıń «Voyajer-1» hám keyin ala «Voyajer-2» avtomatik stanciyalarınıń Yupiter hám onıń joldasların úyrengende xızmetleri júdá úlken boldı. (*74-súwret*). «Voyajer» alǵan súwretlerde planetanıń 30 mıń kilometrge sozılǵan polyus sáwlesi hám atmosferasında jasındı esletiwshi shaqnaw baqlandı. Sonday-aq, planeta sırtınan 57 mıń kilometr bálentlikte, keńligi 8 mıń 700 kilometr hám qalıńlığı 30 kilometrden úlken bolmaǵan, Saturndikine uqsas halqası barlığı da belgili boldi.

Avtomatik stanciya planetanıń joldası Iodan eń jaqın (19 mıń km) aralıqtan ótip baratırıp, onıń sırtında tap usı waqıtta hárekettegi bulkandı (bálentligi 160 km), bir neshe júz kilometrge sozılǵan taw dizimleri hám tik jarlıqları anıqlandı.

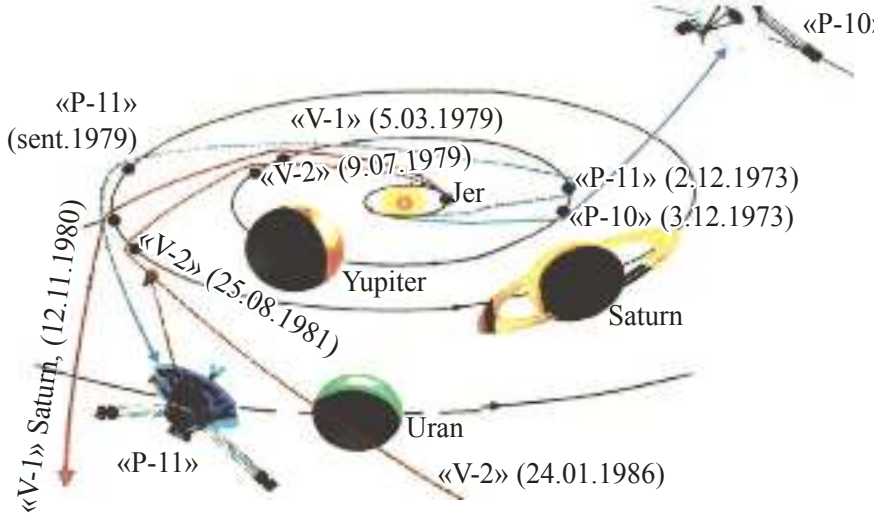


72-súwret. Yupiterdiń ishki dúzilisi.

73-súwret. Galiley joldaslarınıń salıstırmalı ólshemleri.

Kallistodağı kraterlerden biri bir neshe konsentrik taw halqaları menen oralǵan bolıp, ayırım jerlerinde bul dizbelerdiń aralığı 1600 kilometrge shekem jetedi.

Saturn. Saturn úlkenligi jaǵınan Yupiterden keyin turadı. Onıń diametri 120 mıń 800 kilometr. Quyashtan ortasha uzaqlığı 9,5 astronomik birlik, yaǵnıy Quyashtan 1 milliard 427 million kilometr uzaqlıqta jatadı. Halqalı bul planeta



74-súwret. «Pioner -10», «Pioner-11» («P-10», «P-11») hám «Voyajer-1», «Voyajer-2» («V-1», «V-2»)lerdiń traektoriyaları.

orbitası boylap sekundına 9,6 kilometr tezlik penen ushıp, 29 jıl 5 ay 16 kún degende Quyash átirapın bir ret aylanıp shıǵadı. Saturnnıń óz oǵı átirapında aylanıwı Yupiterdiki sıyaqlı túrli keńliklerde hár túrli boladı.

Planetanıń ekvator tegisligi onıń orbita tegisligi menen $26^{o}45'$ múyesh payda etedi. Saturn átirapında eni 60 mıń kilometrge shekem, qalıńlıǵı 10–15 kilometrge shekem jetetuǵın halqası barlıǵı menen basqa planetalardan keskin ajıralıp turadı (*75-súwret*).

Saturndı úyreniwde úlken qádem 1979-jıldıń 1-sentyabrinde 6 jıllıq planetalarara «seyil»den soń Saturnnan 21 mıń 400 kilometr uzaqlıqtan ótken Amerikanıń «Pioner-11» avtomatik stanciyası tárepinen qoyıldı. Ol óz baqlawları tiykarında planeta sırtı qasında magnit maydanı 10 Erstedge shekem barıwın anıqladı.

1980-jıldıń gúzinde AQSHtıń basqa bir stanciyası – «Voyajer-1» Saturn qasınan ótti. Stanciyanıń planeta qasınan turıp alǵan súwretleri halqa onlap, hátte júzlep gárezsiz halqashalardan dúzilgenin hám onıń tegisliginde úlkenligi 80 kilometrge shekem bolǵan mayda – kishken joldasları aylanıwın xabarladı.

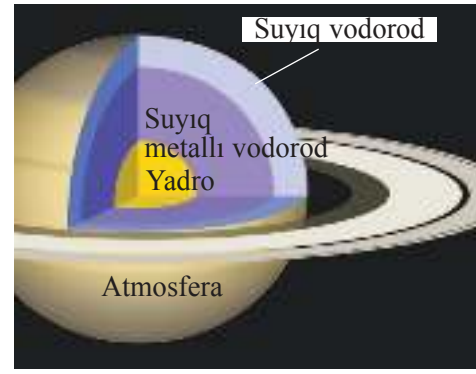
Baqlawlar planeta sırtında temperatura –180 °C átirapında ekenligin anıqladı. Planeta atmosferasında da Yupiterdiki sıyaqlı metan gazi (CH_4) menen birgelikte ammiak (NH_3) ta ushıraydı. 1974-jılı planeta atmosferasında etan (C_2H_6) tabıldı.

75-súwret. Saturn hám onıń halqası.

Saturnnıń elementli quramı Yupiterdikinen parq etpey, vodorod (93%) hám geliyden (6%) quralǵan. Saturn atmosferasınıń qalıńlıǵı 1000 km átirapında bolıp, onnan tómende vodorodtıń geliyli aralaspası qatlamı jaylasqan.

Planeta radiusınıń yarımı qasında temperatura 1000 °C, basım bolsa 3 mln. atm ǵa jaqın. Onnan tómenlewde, 0,7–0,8 planeta radiusı bálentliginde vodorod metallıq fazada ushıraydı. Bul qatlam astında erigen túrde Jer massasınan 9 esege shekem úlken bolǵan silikat-metallıq yadro jaylasqan. (*76-súwret*). Saturn joldaslarınan eń irisi Titan bolıp (atmosferası tiykarınan azot hám

metannan ibarat), Quyash sistemasındağı planetalardıń joldasları ishinde úlkenligi jağınan ekinshi orında, yağnıy Ganimeddeń keyin turadı (*77-súwret*). Onıń diametri 4850 kilometr. Keyin ala Titan atmosferasında jeterlishe kóp muǵdarda vodorod barlıǵı baqlanǵan. 1980-jılı «Voyajer-1» Saturn qasınan ótip baratırıp , onıń 6 jańa joldasın taptı. Házirgi waqıtta onıń tabılǵan joldasları sanı 60 tan artıq.



76-súwret. Saturnnıń ishki dúzilisi.

Uran planetası negizinde muzıkant, keyin ala ataqlı astronom dárejesine kóterilgen V.Gershel tárepinen 1781-jılı tosattan tabıldı. Urannıń diametri 50 mıń 724 kilometr, massası Jerdikinen 14,59 ese úlken, ortasha tıǵızlıǵı bolsa 1,2 g/cm^3. Bul planeta Quyashtan ortasha 19,2 astronomik birlik aralıqta onıń átirapında aylanadı. Urannıń orbital tezligi sekindına 6,8 kilometrdi quraydı hám Quyash átirapında 84 jılda bir ret tolıq aylanıp shıǵadı. Urandı radionurlarda baqlaw onıń sutkasınıń uzınlıǵı 10 saat 49 minut ekenligin anıqladı.

Uran aspanında Quyash 2′ jaqın múyesh astında kórinedi. Uran sırtın radionurlar tiykarında onıń ortasha temperaturası –200°C ekenligin xabarladı.

Uran tiykarınan, vodorod hám geliyden quralǵan bolıp, onda azı-kem metan da bar ekenligi anıqlanǵan. Urannıń ishki dúzilisi alımlar erisilgen maǵlıwmatlar tiykarında *78-súwrettegidey* túsindiriledi. Bul planetanıń tabılǵan joldaslarınıń sanı jigirma bir boldı. Solardan ekewi eń irisi Titaniya hám Oberon Gershel

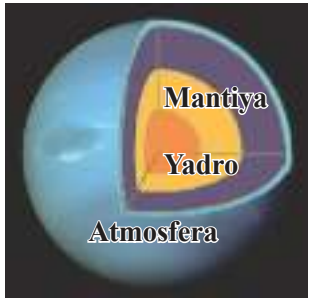
77-súwret. Saturnnıń joldasları (eń úlkeni – Titan).

78-súwret. Urannıń ishki dúzilisi.

tárepinen ashılıp, V.Shekspirdiń «Jazgı túndegi tús» komediyasınıń qaharmanları atları menen atalǵan. Sonnan keyin tabılǵan onıń barlıq joldasları da Shekspir qaharmanları atı menen ataladı.

Neptun. 1820-jılı parijli astronom A. Buvar Yupiter, Saturn hám Urannıń koordinataları kestesin júdá úlken anıqlıq penen esapladı. Biraq, on jıl ótkennen soń, Uran aldınnan esaplanǵan óz ornınan birneshe onlap sekund sheńber aralıqqa jılısqanın anıqladı. Astronomlar Urannıń háreketindegi bul jılısıw onıń orbitasınan sırttındaǵı basqa bir planetanıń tásiri sebepli degen qararǵa keldi.

Bunday quramalı matematikalıq máseleni sheshiwge bir waqıtta bir-birewinen biyxabar túrde eki astronom kiristi. Bulardan biri fransuz matematigi U. Leverye, ekinshisi bolsa jas ingliz astronomı J.Adams edi. 1846-jılı matematikalıq esaplawlar tiykarında planetanıń ornı qaytadan anıqlanǵannan keyin, U. Leverye teleskoplıq juldızlardıń tolıq kartası bar Berlin observatoriyası xızmetkerlerinen izlenip atırǵan planetanıń ornıń shamalap aytıp, onı kartadan qarap beriwdi iltimas etti. 1846-jılı 23-sentyabrde observatoriyanıń astronmı Galle planetanı Leverye aytqan jerden bari-jóǵı bir gradus arılawda taptı. Tabılǵan planeta teńiz hám okeanlar qudayı Neptun atı menen ataldı.



79-súwret. Neptunnıń ishki dúzilisi házirge shekem usılay túsiniledi.

80-súwret. Neptunnıń joldasları (eń iri joldası – Triton).

Neptun Urannan sál ǵana úlkenlew bolıp, onıń diametri 49 mıń 244 kilometr. Tıǵızlıǵı hár kub santimetrde 1,6 gramm. Quyashtan ortasha uzaqlıǵı 30,1 astronomiyalıq birlik. Massası Jerdikinen 17,25 ese úlken. Planetanıń Quyash átirapında aylanıw dáwiri 164 jıl 280 kún. Neptun óz oǵı átirapında 15,57 saatta bir ret aylanıp shıǵadı.

«Voyajer»ler járdeminde spektroskopik baqlawlar Neptunda vodorod hám metan barlıǵın xabarladı. Planeta tıǵızlıǵınıń Yupiter hám Saturn tıǵızlıǵınan zıyatlıǵı onıń quramında awırlaw elementler bar degen juwmaqqa alıp keldi (*79-súwret*).

1846-jılı astronom Lassel Neptunnıń bir úlken joldasın taptı hám onı Triton dep atadı (*80-súwret)*. Triton júdá massiv bolıp, diametri 2707 kilometrge shekem keledi. Triton Neptunnan ortasha 383 mıń kilometr aralıqta, planetanıń aylanıw baǵdarına keri orbital háreket penen aylanadı. Sonday-aq, planetanıń bul iri joldası bir qansha qalıń atmosfera menen qaplanǵan. 1949-jılı Koyper planetanıń basqa bir joldasın taptı hám oǵan áyyemgi greklerdiń muhabbat qudayı Nerey qızı Nereida atı berildi. Onıń diametri bari-joǵı 300 kilometr. Planetanıń tabılǵan jámi joldasları 10 nan zıyat.

Ekzoplanetalar. Adamzat Dúnya sırların tereńirek ańlap barar eken, ózine-ózi «biz Dúnyada jalgızbız ba?» degen sorawdı kóp ret bergen. Lekin, bul sorawǵa elege shekem tolıq juwap tabılǵan joq. Quyash sisteması planetaların úyreniw, bul territoriyada Jerdikine uqsas ómirdiń izlerin tappadı. Sonıń ushın da biz Quyash sistemasında jalgızbız dep aytıwımızǵa tiykar bar.

Biraq, astronomlar Quyashtıń Dunyada siyrek ushırasatuǵın juldız emesligi, oǵan uqsas juldızlar san-sanaqsız ekenligin álleqashan anıqlaǵan. Sonıń ushın millardlap juldızlardıń ayırımlarınıń átirapında da Jerge uqsas planetalar háreketlenip, olarda sanalı ómirdiń rawajlanıwı ushın Jerdegidey sharayat bolıwı múmkin. Basqa juldızlardıń joldasları bolǵan bunday planetalarǵa *ekzoplanetlar* («ekzo»latınsha sırttaǵı degeni) dep ataladı.

Birinshi ekzoplaneta 1995-jılı ashıldı. Jeneva (Shvetcariya) observatorsınıń astronomları M. Mayor hám D. Kveloslar tárepinen jaratılǵan spektr sızıqlarınıń jılısıwı joqarı anıqlıqta (13 m/sek) ólshey alatuǵın spektrometrler buǵan imkan berdi. Olar 1994-jıldan baslap galaktikamızda Quyashqa jaqın jaylasqan 142 quyash tárizli juldızlardıń nurlı tezliklerin turaqlı túrde ólshewge kiristi hám tez

arada 51 Pegas juldızı, onıń átirapındağı massası Jerdikine jaqın joldası tásirinde 4,23 sutkalıq dáwir menen «terbelip atırǵanın» tawdı.

Bunday izleniwler nátiyjesinde XX ásirdiń aqırına shekem 20 ekzoplaneta oylap tabıldı. 2009-jıldıń mart ayında orbitaǵa shıǵarılǵan «Kepler» kosmik apparatında ornatılǵan teleskop járdeminde 1000 nan zıyat ekzoplaneta tabıldı.

Házirgi waqıtqa shekem ashılǵan ekzoplanetalar temperaturası hám ximiyalıq quramları boyınsha hár túrli. Yupiter planetasına uqsas (massası 0,19 dan 13 Yupiter massasına shekem) eń úlken ekzoplanetalarǵa «Yupiterler» dep at qoyılǵan. «Yupiterler» tiykarınan vodorod hám geliyden ibarat bolǵanı ushın olardı Quyash sistemasındağı Yupiter hám Saturn planetaları gruppasına kiritiwge boladı. «Yupiterler» den bir qansha kishi bolǵan ekzoplanetalar «Neptunlar» dep ataladı. Olardıń massaları 7 den 60 Jer massasına shekem baradı. Bunday planetalar suw, ammiak, karbonat angidrid muzlarınan hám jar taslardan quralǵan bolıp, Quyash átirapında háreketleniwshi planetalardan Uran hám Neptunlardıń gruppasına qosıwǵa boladı.

Eń kishkene ekzoplanetalar «Jerler» (massaları 7 Jer massasınan kishi) dep ataladı. Bul planetalar silikatlar, metall hám basqa qattı jınıslardan quralǵan bolıp, olardı Quyash sistemasındağı Jer, Mars, Venera hám Merkuriy planetalarınıń gruppa wákilleri dewge boladı.

2018-jıldıń 1-aprelge shekem astronomlar tapqan ekzoplanetalar sanı 3767 ge jetti.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Yupiterdiń atmosferası qanday gazlerden turadı?
2. Yupiter qanday avtomatik stanciyalar járdeminde izertlengen?
3. Saturnnıń halqası nelerden dúzilgen?
4. Saturn qanday avtomatik stanciyalar járdeminde úyrenilgen? Planeta átirapında onıń neshe tábiyiy joldası aylanadı?
5. Saturnnıń eń úlken joldası Titan haqqında nelerdi bilesiz?
6. Urannıń ishki dúzilisi haqqında nelerdi bilesiz?

17-TEMA. 42-§. Asteriodlar hám júdá mayda planetalar

1595-jılı basılǵan «Kosmografiya sırları» shıǵarmasında Iogann Kepler Mars penen Yupiterdiń arasında jáne bir neshe planeta bolıwı kerek degen gúman menen shıqqan edi. Keplerdiń bul joralı eki ásirden soń planetalardıń Quyashtan ortasha uzaqlıqların kórsetiwshi ájayıp empirik (tikkeley baqlawlardan anıqlanǵan)nızamı ashılıwı menen tastıyıqlanadı. 1772-jılı vittenbergli astronom Iogann Titsius planetalardıń astronomiyalıq birliklerde berilgen úlken yarım oqları tómendegi qatnastan tabılıwın anıqladı:

$$a = (0{,}4 + 0{,}3 \cdot 2^n)\ \text{a.b.},$$

bul jerde n – ∞, 0, 1, 2, 3, 4, ... mánilerinde boladı.

Tómendegi kestede planetalar orbitaları úlken yarım oqlarınıń joqarıdaǵı formula járdeminde tabılǵan mánileri olardıń Quyashtan haqıyqıy uzaqlıqları menen salıstırılǵan (*2-keste*).

2-keste

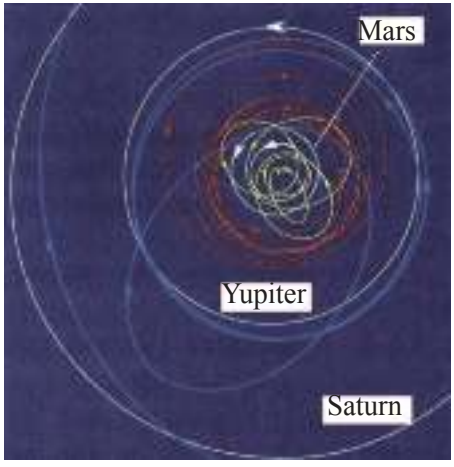
№	Planeta	n	Planetalardıń Titsius formulası járdeminde esaplanǵan úlken yarım oǵı (a.b)	Planetalardıń Quyashtan ortasha uzaqlıǵı (a.b)
1	Merkuriy	-∞	0,4	0,4
2	Venera	0	0,7	0,7
3	Jer	1	1,0	1,0
4	Mars	2	1,6	1,52
5	?	3	2,8	–
6	Yupiter	4	5,2	5,2
7	Saturn	5	10,0	9,5

Titsiustıń oylap tapqanınan xabar tapqan berlinli astronom Iogann Bode bul empirik qatnastı qayta kórip, durıslıǵına isenim qabıl etti hám onı keń en

jaydırıwda úlken xızmet etti. Sodan keyin bul nızam Titsius – Bode atı menen dúnyaǵa tanıldı. Bul nızam boyınsha ertede Mars penen Yupiterdiń aralıǵında Quyashtan ortasha 2,8 astronomik birlik aralıqta jáne bir planeta bolǵanına endi kópshilik astronomlar gúmanlanbaytuǵın boldı.

Italiyalı astronom Piatssi bul tarawda 1801-jıldıń basında Buǵa juldız toparınan bir aspan denesin tawdı. Oǵan Serera dep at qoydı. Sonnan keyin 1807-jılǵa shekem alımlar tárepinen Quyashtan usınday aralıqta jáne 3 – Pallada, Yunona hám Vesta atlı mayda planetalar tabıldı. Olarǵa asteriodlar (grekshe «juldız tárizli») degen at berildi. 1890-jılda olardıń sanı 36 tıǵa jetti. Tabılǵan mayda planetalar áyyemgi rim ápsanalarınıń qaharmanları, qudaylardıń atları menen atalatuǵın boldı. Keyin ala olardıń sanı júdá kóbeyip ketkennen soń 45-sinen baslap, ápiwayı hayallardıń atı, sonınan asteriodlarǵa Filosofiya, Geometriya, Yustitsiya sıyaqlı pánlerdiń atları hám de geografiyalıq atlar beriletuǵın boldı.

Urıs jıllarında Kitap xalıqaralıq keńlik stanciyalarında islegen astronom G.Neuymin tapqan asteriodlardıń birine (1351-sanlısına) «Ózbekstaniya» dep at qoydı. Asteriodlardıń massaları $2{,}38 \cdot 10^{19}$ kg nan (Vesta), yaǵnıy Jer massasınan 25 mıń ese kishi, 10^{12} kg ǵa shekem (Germes) bolıp, ortasha tıǵızlıǵı 2 g/cm^3 tan (taslı asteroid) 7–8 g/cm^3 qa shekem (temir-nikelli asteroid) boladı. *81-súwrette* bir topar asteriodlardıń Quyash átirapındaǵı orbitalarınıń óz ara jaylasıwı súwretlengen.



81-súwret. Bir topar mayda planetalardıń orbitaları.

Asteriodlardan Ikar, Germes, Eros hám Adonislar Jerge dáwirli túrde jaqınlasıp turadı. Esaplawlar olar Jerge 1 mln. km den 23 mln. km ge shekem jaqınlasıwı múmkinligin kórsetti.

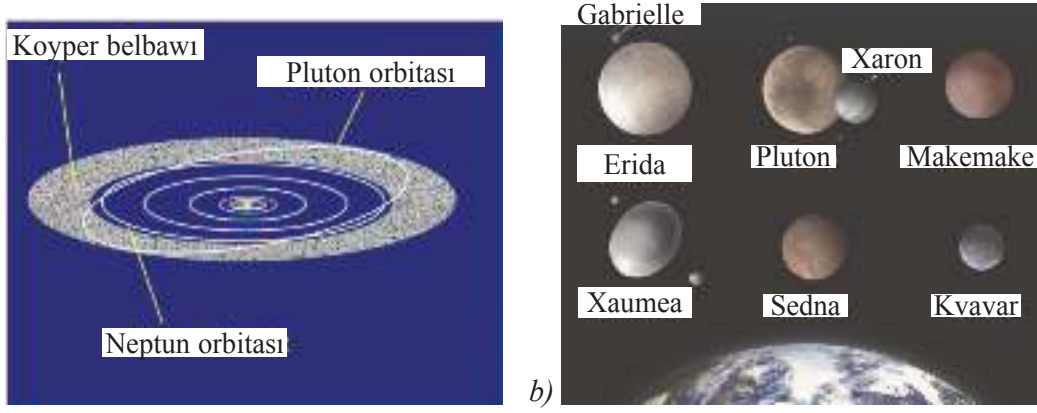
Biraq, asteriodlardıń Jerge dáwirli túrde jaqınlasıp turıwınan qáwterleniwbesek te boladı. Sebebi, bunday asteriodlar orbitalardıń esap-kitabı menen Xalıqaralıq Astronomiyalıq Awqamnıń bir topar alımları úzliksiz shuǵıllandı. Yaǵnıy, olar planetamız geybir asteroid penen dúgisiw múmkinligi haqqında bir neshe jıl aldın xabarlandıra aladı. Bunday

xabarlandırıw tiykarında, alımlarımız Jerdi asteroid penen wayran etiwshi dúgisiwden asırap qalıwdıń túrli jolların álleqashan tawıp qoyǵan.

Pluton hám júdá mayda planetalar: 1880-jılda ingliz astronomı Forbs Neptunnıń háreketin uzaq jıllar úyrenip, onnan sırtta da geybir aspan denesi bolıwı kerek degen pikirdi bildirdi. XX ásir basında astronom Lovell belgisiz planetanı izlew menen shuǵıllandı. Bul aspan denesi Pluton planetası bolıp shıqtı. Onı 1930-jılda K.Tombo taptı.

XX ásir aqırına kelip, Neptun planetası orbitası sırtında da asteriodlar belbawı tabıldı hám oǵan «Koyper belbawi» dep at berildi. Bunıń sebebi, 1951-jılda-aq onıń barlıǵın amerikalı astronom J.Koyper boljaǵan edi. Alımlar bul belbaw gigant planetalardan 35–50 a.b. uzaqlıqta jaylasqan bolıp, asteriodlar hám kometalardan quralǵan degen pikirdi ayttı.

1992-jılı Koyper belbawındaǵı diametri 280 km bolǵan 1992QB1 (Albion) – birinshi obyekt tabıldı. 2000 – jıldıń may ayına kelip tabılǵan transneptun (neptunorti) obyektleriniń sanı 300 ge jaqınlasıp qaldı. Bul denelerdiń barlıǵı planetalar sıyaqlı Quyash átirapında onıń planetalarınday tuwrı jóneliste aylanadı (*82-a súwret*). Olardı asteroid yaki kometa dep ataw júdá qıyın, sebebi, tazadan ashılıp atırǵan bul denelerdiń diametri bir qansha úlken bolıp, 100 – 800 km di quraydı. Eń aqırǵı izertlewlerdiń nátiyjesi boyınsha bul belbawda diametri 100 km den úlken bolǵan 70 000 nan ziyat obyektler bolıwı múmkin.



82-súwret. a) Koyper belbawı; *b*) neptunortilerdiń iri wákilleri.

2003-jılda Kaliforniya texnologiya institutınıń astronomı Mayk Braun keyin ala Erida atın alǵan 2003 UB313 «Xena» (Ksena yaki Zena) transneptun obyektin ashtı. Bul aspan denesiniń ólshemi Plutondikinen de úlken edi. Sonnan keyin jáhán astronomları arasında «Bul obyekt te planetalar qatarına qosıla ma?» degen soraw tuwıldı. Bul sorawǵa juwap tabıw maqsetinde Xalıqaralıq Astronomiya Awqamı (XAA) professor O.Jingerix basshılıǵında arnawlı isshi topar dúzdi. Bul topar usınısı boyınsha, XAAnıń 26-assambleyasında planetalar hám júdá mayda planetalardı bir-birinen ayir'ıw ushın óz aldına táriyp berildi.

1. *Planeta* – Quyash átirapında aylanıwshı aspan denesi. Shar tárizli formada bolıp, jeterlishe úlken hám massiv bolıwı kerek. Bunday planetalar sanı 8: Merkuriy, Venera, Jer, Mars, Yupiter, Saturn, Uran hám Neptun. Bul toparǵa «Klassik planetalar» degen at berildi.

2. *Júdá mayda planetalar* – Quyash átirapında aylanıwshı aspan deneleri bolıp, sirtqı dene kúshlerinen ústin bolǵan óz-ózinen gravitaciyalanıw tásirinde shar tárizli formanı iyelewi ushın jeterlishe úlken – salmaqlı bolıwı hám basqa planetalardıń joldasları bolmawı kerek. Júdá mayda planetalar Plutonǵa uqsas bolıp, olardıń eń irisi Erida bolıp esaplanadı. Pluton, Xaron, Sedna hám de eń úlken asteroid Serera da tap usınday júdá mayda planetalar qatarınan orın alǵan (*82-b súwre*t).

Soraw hám tapsırmalar:

1. Titsius nızamı planetalar orbitasına tiyisli qanday parametrdi esaplaydı?
2. Júdá mayda planetalardıń orbitaları qaysı planetalar aralıǵında jatadı?
3. Qaysı júdá mayda planetalar dáwirli túrde Jerge jaqınlasıp turadı?
4. Júdá mayda planetalar, XAA tárepinen qanday táriyp penen belgilendi?

18-TEMA. 43-§. Kometalar («quyriqlı juldızlar»)

«Kometa» yunonsha sóz bolıp, «shashli» degen mánini bildiredi. Kometalarǵa «shashli» yaki quyrıqlı juldızlar degen at, olardıń Quyash qasında ótip baratırǵanda kórinislerine aytılǵan (*83-súwret*). Kometa Quyash tárepke kiyatırıp, gigant planetalardıń orbitalarına jaqınlasqanda, onıń massası anıq sáwlelengen yadrosı gúńgirt juldız formasında kózge túsedi.

Kometanıń aspan denelerinen ekenligin 1577-jılı astronom T. Brage anıqlaǵan. Oǵan shekem adamlar kometanı Jer atmosferası hádiysesi dep túsingen.

XVII ásirdiń baslarında I.Kepler hám G.Galiley «quyrıqlı juldızlar» Quyash sistemasın tuwrı sızıq boylap kesip ótedi hám keyin ulıwma qaytpaydı, dep boljadı.

Nyutonnıń shákirti Edmund Galley 1337-jıldan 1698-jılǵa shekem bolǵan dáwirde baqlanǵan 24 kometanı úyrenip, olardıń orbita elementlerin anıqladı. Qızıǵı sonda, bul kometalardan úshewiniń, anıgıraǵı, 1531, 1607, 1682-jıllarda baqlanǵanlarınıń orbita elementleri derlik birdey bolıp shıqtı. Bul jaǵday tosattan emesligine qattı isengen E.Galley 1705-jılda bılay jazadı: «1531-jılı Apian tárepinen, 1607-jılı Kepler hám Longomontan tárepinen baqlanǵan kometa, 1682-jılı men ózim baqlaǵan kometanıń tap ózi bolıwı kerek, degen pikir maǵan tınıshlıq bermey atır. Bul úsh kometanıń elementleri bir-birine anıq sáykes keledi. Sonıń ushın da men bul kometanıń 1758-jılı qaytıp keliwin isenim menen ayta alaman. Eger ol qaytıp kelse, onda basqa kometalardıń da Quyash qasına qaytıp keliwlerine (yaǵnıy periodlılıǵına) gúman qalmaydi».

83-súwret. «Quyrıqlı juldız» (kometa) nıń kórinisi.

Alım adaspaǵan edi. Galley boljaǵan «quyrıqlı juldız» 1759-jıldıń 12-martında perigeliyden ótti hám onıń boljawı tastıyıqlandı. Bul Nyutonnıń tartısıw nızamınıń haq ekenligin dálilledi. Quyash sistemasınıń aǵzası ekenligi tastıyıqlanǵan kometa, onıń oylap tabıwshısı atına Galley dep atalatuǵın boldı.

Kometalardıń yadrosı muzlaǵan gazler hám olarǵa jabısqan túrli ólshemlerdegi shań, tas hám metall bólekshelerinen turadı. Muzlaǵan gazdiń basım kópshiligi ammiak, metan, karbonat angidrid, sian hám azottan ibarat bolıp, kometa Quyashqa jaqınlasqanda yadro onıń háwirinen intensiv puwlana baslaydı hám yadro átirapında qalıń gaz qatlamı – komanı payda etedi.

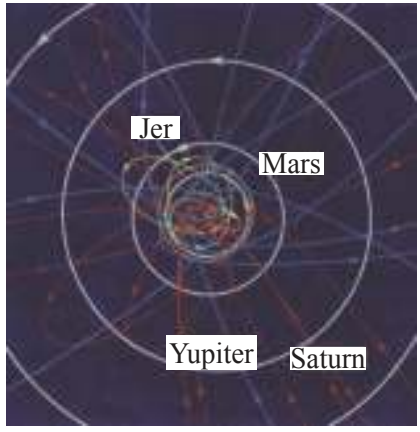
Bunda kometalardıń quyrıqları Quyash nurlarınıń basımı hám Quyash «shamali» (korpuskular bólekshelerініń aǵımı) tásirinde payda boladı. Kometa

Quyashqa jaqınlasqan sayın, komaǵa gaz hám shańnıń intensiv ajıralıp shıǵıwı nátiyjesinde oǵan tásir etiwshi basım kúshi de artıp, kometanıń quyrıǵı Quyashtan qarama-qarsı tárepke qaray kún sayın sozılıp baradı hám millionlap kilometrdi quraydı.

Kometanıń quyrıǵın quraytuǵın gaz hám shań, ádette, júdá siyrek bolıp, onıń spektrinde ionlasqan azot, karbonat angidrid hám iyis gaziniń emission (nurlanıw) sızıqları payda boladı. Shańlı kometa quyrıqlarınıń spektri Quyash nurların qaytarǵanı ushın Quyash spektri menen birdey boladı.

Kometa massasınıń tiykarǵı bólegi onıń yadrosında jámlengen bolıp, eń iri kometalarda da ol Jer massasınıń júz millionnan bir bóleginen aspaydı. Kometanıń tıǵızlıǵı bolsa, bari-joǵı 10^{-12}–10^{-13} g/cm^3 ti quraydı. Kometanıń bas bóleginiń diametri, onıń massası hám Quyashtan uzaqlıǵı boyınsha mıń. km den (gúńgirt kometalarda). 2 mln. km ge shekem (anıq kometalarda), quyrıq bólegi bolsa 150 mln km ge shekem baradı. Kometalarǵa tiyisli taza maǵlıwmatlardıń kópshiligi Galley kometasınıń 1986-jılda Quyash qasınan gezektegi ótiwinde «Jotto» (Ullı Britaniya), «Planeta» (Yaponiya) hám «Vega» (burıngı Awqam) avtomatik stanciyaları járdeminde qolǵa kiritildi.

1950-jılǵa shekem 1500 den zıyat kómeta dizimge alındı, solardan 400 ge jaqını teleskoplar payda bolaman degenshe, qalǵanları bolsa teleskoplar járdeminde ashılǵan. Bir topar kometalardıń Quyash átirapındaǵı orbitaları *84-súwret*te keltirilgen. Kometalar qayerde «tuwıladi»? Niderland astronomı Y. Oort, óz izertlewleri tiykarında, Quyashqa jaqınlasıp kórinip atırǵan kometalardıń deregi – Quyash sistemasın orawshı hám Quyashtan júdá uzaq aralıqta jatıwshı kometalar yadrolarınıń gigant bulıtı Oort bulıtı dep atalatuǵın boldı. Bunday bulıt 1 parsek aralıqqa shekem sozılǵan bolıp, bunday úlken uzaqlıqta háreketlenip atırǵan kometa yadroları orbitalarınıń ayırımları juldızlardıń shetletiwshi tezlesiwi tásirinde óz jolın ózgertip, aqır-sońında Quyashtıń joldasına aylanıp qalıwı múmkinligi esaplawlardan anıqlandı.



84-súwret. Kometlardan bir toparınıń Quyash átirapındaǵı orbitaları.

Bunday oǵada uzın periodlı kometalar barlıq waqıtta muzlaǵan túrinde bolǵanı ushın óz gazlerin planetalar ara boslıqqa aytarlıqtay sarıplamaydı hám sonlıqtan da millardlap jıllar dawamında derlik ózgerissiz jasaydı. Sol sebepli olardı úyrenip, Quyash sisteması evolyuciyasınıń dáslepki basqıshı haqqında maǵlıwmatlardı qolǵa kiritiwge boladı. Bazı da Quyash hám planetalardıń tásirinde kometalar orbitalarınıń perigeliyi páseyip barıp, Quyashqa jaqın aralıqtan ótiwshi orbitalarda háreketlenetuǵın bolıp qalıwı da múmkin. Esaplawlar «quyrıqlı juldız»lardıń ayırımları bunday tásir nátiyjesinde júdá úlken tezlikke erisip, Quyash sistemasın ulıwma taslap ketetuǵın parabolik orbitalarǵa (Quyashqa qaraǵanda) ótip ketiwi de múmkinligin kórsetti.

44-§. Meteorlar («ushar juldızlar») hám meteoritler

Túnde sulıw iz qaldırıp «ushqan juldız»lardı kim kórmegen deysiz? Biraq bul «ushar juldız»lardıń haqıyqıy juldızlarǵa hesh qatnası joq ekenligin hámme de bile bermewi múmkin. Negizinde olar aspannıń «sayaq» mayda tas bólekshesheleri bolıp esaplanadı. Olardıń úlkenligi millimetrdiń úleslerinde, massaları bolsa milligrammlarda ólshenedi. Olar Jerge jaqınlasıp, planetamız atmosferasına sekundına 10 kilometrden 70 – 80 kilometrge shekem tezlik penen kiredi. Sózsiz, bunday úlken tezliktegi tas bólekshesheleri atmosfera molekulaları menen ısqalanıp shoqqa aylanadı, usı gezde ol kózge jaqsı kórinedi hám ushıw dawamında júdá tez jemiriledi. P'ande *meteorlar* dep atalıwshı «ushar juldız»lar jolınıń uzınlıǵı bul aspan denelerıniń úlkenliklerine baylanıslı ekenligin túsiniw qıyın emes.

Meteor bólekler qalay payda boladı, olardıń derekleri qayerde, degen tábiyiy soraw tuwıladı. Ayırım kometalar, hár saparı Quyash qasınan ótip atırıp, yadrosına tiyisli bir bólegin gaz hám shańın joǵaltadı. Belgili kometa qansha waqıttan soń óz yadrosındaǵı gazdi sarıplap tawısıwın rus alımı S.V. Orlov Galley kometası ushın orınladı. Onıń esaplawları, bul kometa Quyash átirapında 330 ret aylanǵannan keyin, yaǵnıy 25 mıńday jıldan keyin gaz qorınan ajıralıwın xabarladı.

Kometanıń pútkilley kózden joǵalıwı basqa bir process – mexanik parshalanıw aqıbetinde boladı. Mexanik parshalanıw, Quyash qasınan ótip baratırǵan júdá kóplegen kometalarda anıqlanǵan. Ásirese, 1846-jılda baqlanǵan Biela kometası

Quyash qasınan ótip atırıp eki bólekke bólingen. Gezektegi, 1857-jılǵı kórinisinde bul bóleklerdiń biri ekinshisinen eki million kilometrge uzaqlasqan hám sonnan keyin usı waqıtqa shekem, hár qansha urınıwlarǵa qaramay, ol hesh kim tárepinen baqlanbaǵan. 1872-jılı bul kometanıń aldınnan esaplanǵan – Jerge júdá jaqın aralıqtan ótiw paytında kometa ornında kúshli «meteor jawını» baqlanǵan (*85-súwret*).

1950-jılı alım D.Dubyago parshalanǵan kometa yadrolar meteor aǵımlarınıń payda bolıwdaǵı rolin tereń úyrenip shıqtı. Onıń esap-kitabınıń kórsetiwinshe, kometa yadrosın «taslap qashqan» meteor bóleklerdiń bulıtı Quyash beretuǵın kóteriliw kúshi tásirinde hám sozılıp, hám keńeyip baradı hám bir neshe mıń jıllardan soń kometa orbitası boylap bir tegis bólistirilip qaladı. Kometanıń orbitası boylap bólistirilgen «tesik kúlshe»siniń Jer menen tutılıwı (jaqınlasıwı) Jerge «meteor jawının» payda etetuǵını pánde tastıyıqlandı. Baqlanǵan «meteorit jawınları»nan biri – Persied, «1862 III» dep atalǵan parshalanǵan kometa yadrosınıń bóleksheleri qasınan ótip baratırıp payda bolıwı menen tastıyıqlandı. Ataqlı Galley kometası da – Orionid dep atalǵan Orion juldız toparında proyeksiyalanǵan noqatta (meteorlar háreketleri dawamların tutastırıwshı bul noqat *radiant* dep ataladı) baqlanǵanlıǵı menen tastıyıqlanǵan. *86-súwrette* hár jılı 8–12-oktyabr kúnleri túnde Aydarha juldız toparında proyeksiyalanıp kórinetuǵın shiraylı Drakonid «meteor jawını» súwretlengen.

85-súwret. «Meteor jawını»

86-súwret. Aydarha juldız toparında proyeksiyalanatuǵın Drakonid «meteor jawını».

Meteoritler. Bazıda aspannıń «sayaq» tasları bir qansha úlken bolıp, Jer atmosferası qatlamınan ótip baratırǵanda janıp úlgermeydi hám bolid kórinisinde Jer sırtına túsedi (*87-súwret*). Olar *meteoritler* dep ataladı. Meteoritler tiykarınan tastan, temirden, tas-temirden hám bazı da muzdan ibarat boladı.

1908-jılı Sibir taygasına túsken basqa bir aspan denesiniń neden ibarat ekenligin anıqlaw alımlar arasında on jıllap sozılǵan tartısıwǵa sebep bolıp, házirge shekem sırlılıgınsha qalmaqta.

Sibir «miymani» Podkamennaya Tunguska dáryasınıń oń qırǵaǵında jaylasqan Vanavara awılınan júz kilometrdey qubla-batısına tańda, Quyash biraz kóterilgende tústi. Jerdi kúshli dirildetiwge sebep bolǵan bul aspan denesi keyin ala *Tungus meteoriti* atı menen pánde tanıldı.

Esaplawlardıń kórsetiwinshe, planetamızǵa jılına 500 den zıyat bunday taslar ushıp keledi. Biraq, Jer júziniń 70 tey payızı suw menen qaplanǵanlıǵın esapqa alsaq, bul taslardan 350 ge jaqını teńiz hám okean túplerine túsip, izsiz joǵaladı. Qurǵaqlıqqa túsiwshi qalǵan taslar hámmesi de xalıq jasaytuǵın jerler átirapına túse bermeydi, álbette, sonıń ushın olardı kóriw hárkimge de nesiyp etpeydi.

Aspan taslarınıń Jerge tusiwi áyyemgi dáwirlerden baqlanǵan bolıp, bul taslar muqaddes esaplanǵan. Usınday aspan deneleriniń biri 1514-jılı Germaniyaǵa túsken tas meteorit bolıp, ol túsken maydan qasında jaylasqan sherkewge ornatılǵan hám qaytıp «aspanǵa ushıp ketpewi ushın» temir shınjırlar menen baylap qoyılǵan. Bul shirkew dinshil adamlar ushın muqaddes orınǵa aylanǵan.

87-súwret. Jer sırtına túsip atırǵan meteorittiń aspanda qaldırǵan izi – bolid.

Hátte meteoritler Jer atmosferasına sekundına onlap kilometr tezlikte kirse de, hawanıń keskin qarsılıǵı tezde olardı «háwirinen túsiredi». Esaplawlardıń kórsetiwinshe, Jerge urılıw paytında olardıń ortasha tezligi sekundına 200–300 metrdi quraydı.

Tezligi sekundına 4 kilometrden artıq bolǵan ayırım taslardıń Jerge urılıwınan ajıralǵan energiya hár qanday usı massadaǵı partlawshı zattan (partlaw paytında)

88-súwret. Arizona shtatındağı saxrağa túsken meteorit payda etken háwiz.

ajıralǵan energiyasınan bir neshe esege artıq boladı. Bunday úlken tezlik penen urılıwshı meteorit energiyasınıń bir bólegi onı tolıq puwlandırıp jiberiwge sarıplansa, qalǵan bólegi krater payda etiw hám topıraqtı ısıtıwǵa ketedi. Bunday úlken tezlikke erisiwshi meteorittiń massası júdá úlken (shama menen 100 tonna) bolıwı esaplawlardan belgili. Sonıń ushın da massası 100 tonnadan zıyat meteoritlerdi Jerde tawa almaysan, olar Jerde úlken kraterlerin ǵana qaldıradı. Meteorit payda etken bunday iri kraterlerden biri Arizona shtatında (AQSH) tawılǵan bolıp, onıń diametri 1300 metrge, shuqırlığı bolsa 175 metrge jetedi (*88-súwret*).

Soraw hám tapsırmalar:

1. «Quyrıqlı juldızlar» haqıyqattan da juldız ba?
2. Birinshi periodlı kometa kim tárepinen hám qalay anıqlanǵan?
3. Kometa quyrıǵınıń Quyashtan qarama-qarsı tárepke sozılıwınıń sebebi nede?
4. Kometalar yadrosı neden quralǵan? Quyrıgı she?
5. Galley kometası haqqında nelerdi bilesiz?
6. «Ushar juldızlar» menen parshalanıp tamamlanǵan kometalar arasında qanday baylanıs bar?
7. Bolidlar qanday hádiyse hám olar neden derek beredi?
8. Meteoritler qanday jınıslardan turadı?
9. AQSH tıń Arizona shtatındağı meteorit krateri haqqında nelerdi bilesiz? Tungus meteorit haqqında bilgenlerińizdi aytıp beriń.

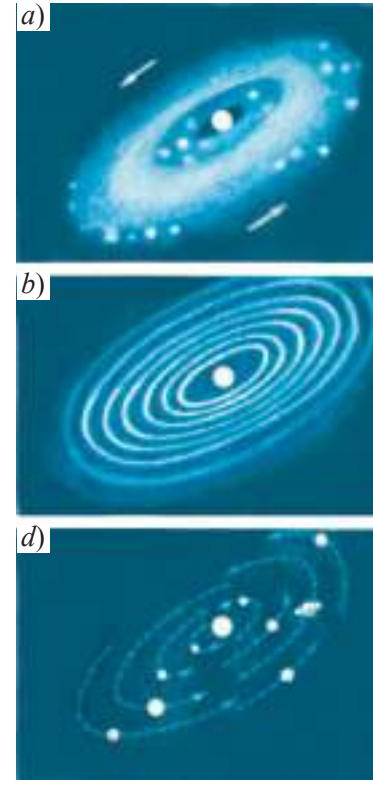
19-TEMA. 45-§. Quyash sistemasınıń kelip shıǵıwı haqqında házirgi zaman kózqarasları

XVIII ásirde dáslep I. Kant Quyash sisteması suwıq túrindegi mayda qattı bólekshelerden payda bolǵanlıǵın, Laplas bolsa, ol úlken massalı hám aylanıwshı dumanlıqtıń jılısıwınan payda bolǵanın moyınladı.

Aqırgı jıllardaǵı maǵlıwmatlar, Quyash sisteması bir qatar sebeplerge qaray Kant hám Laplas aytqan jol menen quralmaslıǵı belgili boldı. Biraq, soǵan qaramastan, Kant hám Laplastıń Quyash sistemasınıń payda bolıwı, Quyash sisteması materiyanıń basqa (gaz-shań) dúzilisinen quralatuǵını haqqındaǵı bul teoriyaları Álemniń rawajlanıw processin túsindiriwde materialistlik idealardı qollawı menen áhmiyetli bolıp esaplanadı.

Ótken ásirdiń 40-jıllarında bul kosmogonik túsinik ústinde tanıqlı rus alımı O. Shmidt shuǵıllandı. Onıń pikirinshe, protoplanetalar bulıtı Quyash tárepinen shań dumanın uslap qalıwdan dúzilgen. Eger uslap qalıw oraylıq bolmasa, onda bul dumanlıq aylana baslaydı hám onıń háreket muǵdarı moment júdá úlken boladı. Alımnıń bunday pikirge keliwine protoplanetalardıń juwapkershiligine háreket muǵdarı momenti úlken bóleginiń tuwra keliwi tiykar bolǵan edi (*89-a súwret*).

Onıń gipotezası boyınsha, gaz-shań ortalıǵında bólekshelerdiń háreketi hám dúgisiwi nátiyjesinde Quyash átirapında aylanıp atırǵan hám gaz-shańnan quralǵan iri bult, ekvator tegisligine shekem qısılǵan jaǵdaydaǵı formasın payda etken. Endi tap usı máselede bir waqıtları Quyash átirapın orawshı gaz-shań bulıtlarınıń ózi qanday payda bolǵanlıǵı mashqala bolıp esaplanadı. O. Shmidt hám basqa da alımlar áyyemgi dáwirde ózi de usınday ortalıqta payda bolǵan Quyash, iri gaz-



89-súwret. Quyash sistemasınıń payda bolıwı.

shań dumanınan bir bólegi tartisıw kúshi tásirinde óz átirapında uslap qalǵanlıǵı tuwralı pikirdi qollap-quwatlaydı.

Quyash nurlanıwınıń onı orawshı gaz hám shań massasın qızdırıwı nátiyjesinde Jer tipinde dúzilip atırǵan protoplanetlardıń ximiyalıq quramı differensiaciyalanıwı nátiyjesinde, awır elementleri orayında tıǵızlanıp yadronı, jeńilleri kóterilip, olardıń mantiya hám qabıqların payda etken dep qaraydı. Bunda vodorod hám geliyden quralǵan jeńil elementler bolsa, Quyashtan úlken uzaqlıqqa ılaqtırılıp, olardan gigant protoplanetalar payda bolǵanlıǵı túsindiriledi. Bul Quyashtan uzaqta jaylasqan gigant planetalar qıyın eriwshi zatlardan basqa, suw, metan hám ammiaktıń «muzlarınan» dúzilgeni kórinedi. Jer tipindegi planetalar tek ǵana qıyın eriwshi ushpaytuǵın (puwlanbaytuǵın)zatlarda ǵana konsentraciyalanıwı múmkin bolıp, olar gaz-shań bult quramında «muzlarǵa» qaraǵanda az muǵdardı quraydı. Sonıń ushın da Jer tipindegi planetalar Quyash qasında ǵana payda bolǵan degen piker ilgeri súriledi (*89-b súwret*).

Sonday-aq, dúgisiwler nátiyjesinde bólekshеler óz ara birlesip, bul shaqapta úlken-kishi qoyıwlıqlardı payda etken. Payda bolǵan bul quymalardıń orbitaları Quyash átirapında kórinis alıp, hámmesi shama menen bir orbita tegisligine jaqın jatıwı menen tastıyıqlanǵan hám aqır-ayaǵında aytılǵan quymalar orbitalar tásirinde arasındaǵı pútin zattı ózlerinde jámlep, planetlar kórinisin alǵanlıǵı haqqında alımnıń pikiri jańa teoriyada óz dálilin tapqanlıǵı menen áhmiyetke iye (*89-d súwret*).

Gravitaciyalıq tartısıw tásirinde bunday jańa zattıń planeta dárejesine jetiwi ushın júdá kóp waqıt talap etiledi. Ásirese, Jer óziniń házirgi ólshemi úlkenligine shekem qısılıwı ushın ketken waqıt, esap-kitaptıń kórsetiwinshe, 100 mln jıldan az bolmaǵan.

Bul gipoteza tartısıw nızamınıń esap-kitabı boyınsha payda bolǵan planetalar arasındaǵı aralıqlar da, Quyash sisteması dúzilisinde baqlanǵanlıǵı sıyaqlı Quyashtan uzaqlasqan sayın bir tegis kóbeyip barıwın kórsetiwi menen kosmogoniyada óz dálilin taptı.

Iri massalı hám ólshemli deneler salıstırmalı suwıq planetaǵa, sonnan, Jerge túsip onı qızdırǵan. Jer mantiyasınıń eriwinde basqa bir fizikalıq process – radioaktiv elementlerdiń jemiriliwi sebepli ajıralǵan qosımsha ıssılıq ta kem rol oynamaǵan. Bunday qızıw vulkanlı hádiyseler, okeanlardı hám dáslepki atmosfera qatlamların payda etip, jer qabıǵınıń dúziliwine alıp kelgen. Jer hám Veneranıń birlemshi atmosferaları dáslep bir-birine júdá uqsaǵan bolıp, keyin –

oldarıń evolyuciyası aqıbetinde keskin ózgergen. Máselen, alımlardıń izertlew nátiyjeleri, Jer okeanı suw qorları hám ósimlik dúnyası menen karbonat angidridti jutıp, atmosferanı kislorod penen bayıtıwı sebepli Jerde ómirdi baslap bergen, dep túsindiredi. Akademik V.G. Fesenkov bolsa keyinirek Quyashtı payda etken oraylıq quyılma da tap usı aylanıp atırǵan iri gaz-shan ortalıǵınan payda bolǵanlıgı múmkin ekenligine kórsetpe berip, bunday quyılma quralıwınıń baslanǵısh basqıshında, salıstırmalı siyrek zatlardı óziniń ekvator tegisligine ılaqtırǵanı haqıyqatqa jaqın degen pikirdi bildiredi. Onıń pikirinshe, oraylıq quyılmadan ılaqtırılǵan bul zatlar menen bayıtılǵan Quyashtı orawshı bulıttan planetalar payda bolǵan. Bul teoriyaǵa tiykarlanǵan aqırǵı esap-kitaplar Quyash, waqıt ótken sayın kishireyip hám suwıp búgingi jaǵdayǵa kelgen degen juwmaqtı beredi.

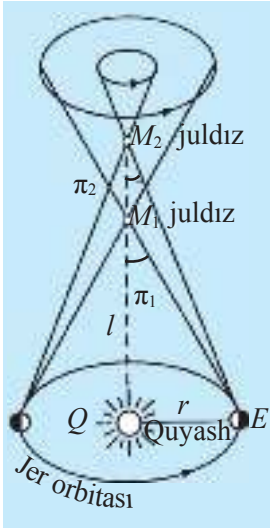
Soraw hám tapsırmalar:

1. Kant hám Laplastıń dáslepki gipotezalarında Quyash sistemasınıń payda bolıwına tiyisli qanday unamlı qaraslar bolǵan?
2. O.Shmidttiń Quyash sistemasınıń payda bolıwına tiyisli gipotezası qanday esap-kitapqa súyengeni menen pánde óz ornın taptı?
3. Akademik V. Fesenkovtıń gipotezası boyınsha, Quyash átirapında planetlardıń dúziliwi qalay túsindiriledi?

V BAP. JULDÍZLAR

20-TEMA. 46-§. Jıllıq parallaks, juldızlardıń aralıqların anıqlaw

Juldızlarǵa shekem aralıqtı anıqlaw, olardıń jıllıq parallaktik jılısıwına tiykarlanadı. Quyash átirapında radiusı 150 millionday kilometrli aylana boylap háreketlenip atırǵan Jerdegi baqlawshı qasındaǵı juldızlardıń uzaqtaǵı juldızlar fonında jılısip, bir jılda aylana (juldız Jer orbita tegisligine tik jóneliste jaylasqanda), ellips (juldız Jer orbita tegisligine múyesh astında jaylasqanda) sızıwın baqlaydı. Jaqtırtqıshtıń parallaktik jılısıwı dep atalıwshı bunday sızıqlardıń



90-súwret. Juldızlardıń jıllıq parallaksı.

(aylana yaki ellips) sheńber ólshemi juldızdıń uzaqlıǵı boyınsha hár túrli úlkenlikte bolıp, ol usı jaqtırtqıshtan qaralǵanda, qaraw sızıǵına tik bolǵan Jer orbitası radiusınıń kóriniw múyeshindegi π ni ólshewge múmkinshilik beredi (*90-súwrette* eki M_1 hám M_2 ushın π_1 hám π_2 ler kórsetilgen). Jaqtırtqıshtıń jıllıq parallaksi dep atalıwshı bul π múyesh, óz gezeginde, usı jaqtırtqıshtıń Quyash sistemasınan (demek, Jerden) uzaqlıǵın ólshewge múmkinshilik beredi. Haqıyqatında, tuwrı múyeshli úshmúyeshlik QEM_1 den

$$\sin\pi=\frac{r}{l} \quad \text{yaki ulıwmalastırılǵan} \quad l=\frac{r}{\sin\pi},$$

bul jerde: r – Jer orbitasınıń radiusın; l=jaqtırtqıshqa shekemgi aralıqtı bildiredi. Jıllıq parallaks múyeshi π júdá kishkene bolıp, sheńber sekundlarında yaki onıń úleslerinde ólshengeni ushın, Quyashqa shekem aralıq (r=1 a.b.$=\frac{1}{206265}$ pk bolǵanı ushın): $l=\frac{r}{\pi\cdot\sin 1''}=\frac{1\cdot 206265}{\pi}$ formula járdeminde esaplanadı. Eger aralıq *parseklerde* (pk) ólshense, formula tómendegi kóriniste boladı:

$$l=\frac{1}{\pi}.$$

Birinshi ret 1886-jılı usınday usıl menen Vega (Lira juldız toparınıń alfası)nıń jıllıq parallaksı ólshenip, bul juldızǵa shekem aralıqtı ataqlı Pulkovo (Rossiya) observatoriyasınıń tiykarın salıwshı V.Y. Struve anıqladı. Bunday metod penen salıstırmalı jaqın ($\pi\geq 0{,}01''$) juldızǵa shekem aralıqlar anıqlanıp, júdá uzaqtaǵı juldızǵa shekem aralıq parseklerde, olardıń kórinetuǵın hám absolyut úlkenlikleri (m, M) tiykarında usı formula járdeminde tabıladı hám ol *spektral parallaks* dep ataladı:

$$\lg r=\frac{m-M}{5}+1(\text{pk}).$$

47-§. Juldızlardıń ólshemleri hám fizikalıq parametrlerin anıqlaw *

1. Juldızlar júdá uzaq aralıqta bolǵanı ushın, eń úlken teleskoplar arqalı qaralǵanda da, olar tiykarınan noqat formasında kórinedi. Tek ǵana ayırım juldızlardıń múyesh ólshemleri ǵana arnawlı teleskoplar – juldız interferometrleri járdeminde ólshewdiń ilajı bar.

Juldızlardıń bul metod penen anıqlanǵan kórinetuǵın diametri (d'') oǵan shekemgi aralıq l belgili bolǵanda, juldızdıń sızıqlı ólshemi (diametri) D usı kórsetpeden tabıladı:

$$D = l \cdot \sin d''.$$

2. Biraq, kópshilik juldızlar noqat kórinisinde bolǵanı ushın, olardıń ólshemlerin tabıwda basqa metodtan paydalanıladı. Belgili bolǵanınday, juldızlardı absolyut qara dene dep qarap, olardıń tolıq nurlanıw quwwatın, yaǵnıy jarqınlıǵın Stefan-Bolsman nızamı boyınsha $L_* = S_* \cdot \sigma \cdot T^4$ dep jazıwǵa boladı, sebebi, onıń júzi birliginen shıǵıp atırǵan nurlanıw energiyası $\sigma \cdot T^4$ arqalı tabıladı. Bul jerde σ – Stefan-Bolsman turaqlılıgı $5{,}7 \cdot 10^{-8}$ W/(m$^2 \cdot K^4$); S_* – juldızdıń sırtın (shar sirtı), T – sirtqı temperaturasın kórsetedi. Shar sırtı $S = 4\pi \cdot R^2$ bolǵanı ushın juldızlardıń jarqınlıǵı $L_* = 4\pi R_*^2 \cdot \sigma T^4_{\text{k}}$ boladı. Eger, bul kórsetpeni Quyash ushın jazsaq:

$L_\odot = 4\pi R_\odot^2 \cdot \sigma T_\odot^4$ boladı. Bul kórsetpelerdiń sáykes tárepleri qatnasın alsaq, onda

$$\frac{L_*}{L_\odot} = \left(\frac{T_*}{T_\odot}\right)^4 \cdot \left(\frac{R_*}{R_\odot}\right)^2$$

kórsetpege iye bolamız.

Endi kórsetpeniń hár eki tárepin koren astına alıp, soń logarifmlesek juldızdıń radiusın Quyash radiusı birliklerinde ($R_\odot = 1$) usı teńlikten tabamız:

$$\lg R_* = \frac{1}{2}\lg\frac{L_*}{L_\odot} - 2\lg\frac{T_\odot}{T_*}.$$

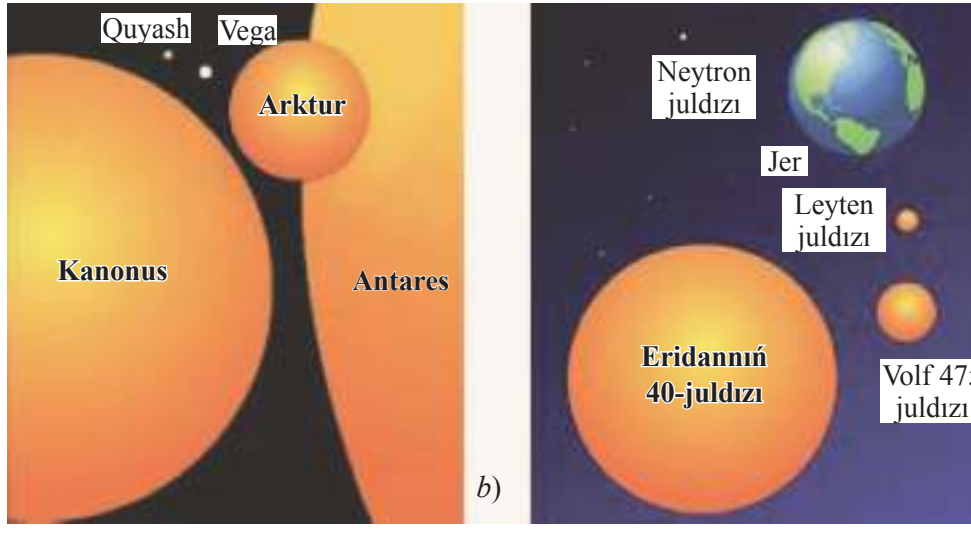
Mısal ushın, Quyashtıń radiusın ($R_\odot$) onıń kórinetuǵın radiusı ($\rho_\odot = 16'$) boyınsha tawıp kóreyik, onda:

$$\text{tg}\rho = \frac{R_\odot}{\Delta}$$

boladı, bul jerde $\Delta = 1{,}5 \cdot 10^{11}$ m – Quyashtan Jerge shekem ortasha aralıq. Ol jaǵdayda Quyashtıń radiusı:

$R_\odot = 1{,}5 \cdot 10^{11} \cdot \text{tg}\ 6' \approx 7 \cdot 10^8$ m yaki shama menen 700 000 kilometrge teń boladı.

Gigant hám oǵada gigant juldızlar ishinde radiusı Quyashdikinen mıń ese úlkenleri de ushıraydı. Sefey juldız toparındaǵı VV dep atalǵan juldızdıń radiusı Quyashdikinen 6000 esege úlken. Úlken It juldız toparınıń eń jarıq juldızı Siriustıń radiusı Quyashdikinen 2 ese iri, yaǵnıy 1 400 000 km. Bazı juldızlar bolsa, kerisinshe, Quyashtan birneshe onlaǵan ese kishi hám diametrleri planetalardiki sıyaqlı, barı-joǵı bir neshe mıń kilometrdi quraydı. Bunday juldızlardıń kópshiligi aq reńde bolıp, *aq maydalar* dep ataladı. *91-súwrette* qızıl gigantlar hám aq maydalardıń ólshemleri Quyash hám Jerdiń ólshemleri menen salıstırılǵan.



a) *b*)

91-súwret. Quyash ólshemi gigant juldızlar (*a*) Jer ólshemi úlkenligindegi mayda juldızlar (*b*) menen salıstırılǵan.

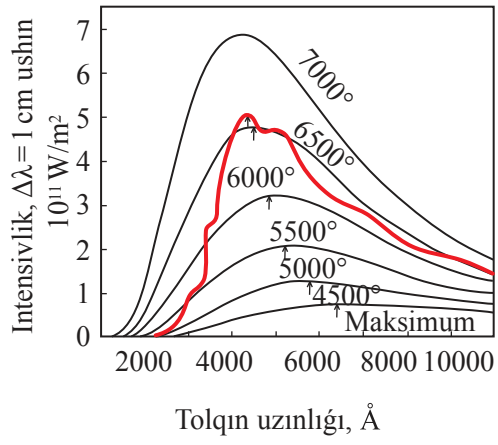
48-§. Juldızlardıń reni hám temperaturası

1. Juldızlı aspanǵa dıqqat penen qaraǵan adam juldızlar bir-birinen reńleri menen ajıralıp turatuǵının ańsat ǵana bayqaydı. Ásirese, Quyashımız sarı reńdegi juldız bolıp esaplanadı, sırtında temperaturası 6000K átirapında. Toq qızıl reńde kórinetuǵın juldızlardıń temperaturası 2500 – 3000 K, ashıq sarı reńdegileriniki 3500–4000 K, aq reńdegi juldızlardıń temperaturası bolsa 17000–18000 K átirapında boladı. Aspanda kórinetuǵın juldızlar ishinde eń «qaynaǵı» kók-aspan kók túste bolıp, olardıń temperaturası 25000 – 50000 K arasında boladı.

Juldızlardıń temperaturasın anıqlawdıń birneshe túrli metodı bar bolıp, olardıń birinde, ol juldızlardıń spektrinde energiyanıń bólistiriliwinen tabıladı. Bunda nurlanıw energiyasınıń maksimumı tuwrı kelgen tolqın uzınlıgına súyengen halda Vinniń usı jılısıw nızamınan paydalanıladı (*92-súwret*):

$$\lambda_{max} \cdot T = 0{,}29 \text{ grad} \cdot \text{cm}.$$

2. Sonday-aq, juldızdın arnawlı reń filtrlerinde fotografik yaki fotovizual jol menen alınǵan juldız úlkenlikleriniń parqı ($m_{pg} - m_{pv} = CI$) tiykarında anıqlanǵan reń kórinisinde (color index – CI) boyınsha da onıń temperaturasın anıqlaydı. Bunday metodlar menen tabılǵan juldız temperaturası tek ǵana onıń sırtına tiyisli bolıp, olardıń ishki bólegine tiyisli temperaturaları juldızlardıń spektri, massası, tıǵızlıǵı hám anıqlanǵan ishki basımı boyınsha teoriyalıq esaplawlar járdeminde tabıladı. Bunday jol menen tabılǵan juldızlardıń ishki bólegine tiyisli temperaturalar birneshe millionnan onlap million gradusqa shekem (orayında) baradı. Quyashtıń orayında temperatura 15 million gradustı quraydı. Qaynaq juldızlarda bolsa ol 50 – 100 million gradusqa shekem baradı.



92-súwret. Juldızlar spektrinde energiyanıń bólistirliwi (qoyıw sızıq – Quyash ushın).

Soraw hám tapsırmalar:

1. Belgili bir juldız ushın jıllıq parallaks múyeshin sızılmada kórsetiń.
2. Juldızdıń berilgen jıllıq parallaks múyeshi boyınsha onıń uzaqlıǵı parseklerde qalay tabıladı?
3. Spektral parallaks tiykarında juldızlarǵa shekemgi aralıq qalay tabıladı?
4. Juldızlardıń jarqınlıqları hám radiusları arasında qanday baylanıs bar?
5. Juldızlardıń temperaturası qanday metodlar tiykarında tabıladı?

21-TEMA. 49-§. Juldızdıń absolyut úlkenligi hám onıń jaqtılıǵı menen baylanısı *

Juldızlardıń kórinetuǵın juldız úlkenlikleri olardıń jarqınlıqların salıstırıwǵa imkan bermeydi. Sebebi, birdey jarqınlıqqa iye bolǵan hár túrli aralıqta jatıwshı eki juldızdıń kórinetuǵın juldız úlkenlikleri birdey bolmaytuǵını belgili. Bul máseleni sheshiw ushın astronomlar barlıq juldızlardı bizden birdey aralıqqa keltirip, juldız úlkenliklerin anıqlawı hám keyin ala usı tiykarda olardıń haqıyqıy jarqınlıqların salıstırıwdı maqset etti. Bunday birlik sıpatında astronomlar 10 parsekli aralıqtı aldı. Juldızlardıń bizden 10 parsek aralıqqa keltirilgende anıqlanǵan kórinetuǵın juldız úlkenlikleri olardıń *absolyut úlkenlikleri* dep ataladı hám M háribi menen belgilenedi. 10 parsekli standart bul aralıq shama menen $2 \cdot 10^6$ astronomiyalıq birlikke teń bolǵanı ushın, Quyashtı 10 parsek aralıqqa jetkergennen keyingi intensivligi onıń 1 a.b. aralıqta turǵandaǵı intensivliginen $\frac{1}{(2 \cdot 10^6)^2}$ ese (yaǵnıy $4 \cdot 10^{12}$) kemeyedi. Intensivliktiń hár 100 esege kemeyiwi kórinetuǵın juldız ústinliginiń 5 juldız ústinligine kóbeyiwine tuwra keliwin esapqa alsaq, onda intensivliktiń $4 \cdot 10^{12}$ ese kemeyiwi juldız úlkenliginiń 31,5 ese artiw'ına alıp keledi. Yaǵnıy, 10 pk aralıqqa «jetkerilgen» Quyashtıń kórinetuǵın juldız úlkenligi $-26{,}7+31{,}5=+4{,}8$ di quraydı eken. Bılayınsha aytqanda, Quyashtıń absolyut úlkenligi $M_\odot = +4{,}8$ ge teń boladı eken dep juwmaq shıǵarıwǵa boladı.

Sentavr juldız toparındaǵı bizge eń jaqın jaylasqan anıq juldızdıń (Proksima) kórinetuǵın juldız úlkenligi $m=0$ bolıp, Quyashtan uzaqlıǵı 1,3 pk. Ol 10 pk

aralıqqa jetkerilgende, onıń intensivligi $\left(\frac{10}{1,3}\right)^2 = 8^2 = 64$ ese kemeyedi. Bul juldız úlkenliginiń 4.5 esege artıwına alıp keledi. Demek, onıń absolyut juldız úlkenligi $M_p = 0 + 4,5 = +4,5$ boladı. Bunnan kórinip turǵanınday, bir juldızdıń kórinetuǵın juldız úlkenligi hám oǵan shekemgi aralıq parseklerde belgili bolsa, onıń absolyut juldız úlkenligi anıqlaw múmkin eken. Bunıń ushın astronomlar usı arnawlı esaplaw formulasın da anıqlaǵan:

$$M = m + 5 - 5 \lg r,$$

bul jerde r – juldızǵa shekemgi parseklerde kórsetilgen aralıq.

Eger, Quyash hám iqtıyarlı juldız absolyut juldız úlkenliklerinde ($M_\odot$ va M_*) berilgen bolsa, onda olardıń jarqınlıqları qatnası usı kórsetpeden tabıladı:

$$\lg\left(\frac{L_*}{L_\odot}\right) = 0,4(M_\odot - M_*).$$

Juldızlardıń jarqınlıqların úyreniwden, olardıń jarqınlıqları 0,0001 Quyash jarqınlıqlarınan bir neshe on mıń Quyash jarqınlıǵına shekem shegarada ózgeretuǵını belgili boldı.

Júdá úlken jarqınlıqqa iye bolǵan juldızlar ishinde gigantlar hám oǵada gigantlar dep atalıwshı juldızlar ayrıqsha orın iyeleydi. Gigantlardıń tiykarǵı bólegi salıstırmalı pás sırt temperaturasına ($3,4 \cdot 10^3$ K) iye bolıp, qızıl reńde bolǵanı ushın olarǵa qızıl gigantlar degen at berilgen. Aldebaran (Sáwir juldız toparınıń eń jarqın juldızı), Arktur (Ógizbaǵar juldız toparınıń eń anıq juldızı) sıyaqlı juldızlar gigantlardıń tanıqlı wákillerinen bolıp esaplanadı.

Oǵada gigantlar bolsa, jarqınlıqları Quyashdikinen on mıń ese zıyat juldızlar bolıp, olardıń reńi hár túrli. Kók reńdegi oǵada gigantlarǵa mısal etip, Rigeldi (arabsha «Rij al-jawza»nıń buzılǵan aytılıwı – «Pahlavan ayaǵı» – Orion juldız toparınıń birewi); qızıl oǵada gigantlarǵa – Antaresti (Aqırap juldız toparındaǵı eń anıq juldız), Betelgeyzeni (arabsha «Ibtal-Jawza»nıń buzıp aytılǵanı – «Pahlavonnıń oń jelkesi» – Orionnıń eń anıq juldızı) keltiriwge boladı.

Hár túrli jarqınlıqtaǵı spektrleri de bir-birinen biraz parq qıladı. Sol sebepli, bazıda spektrdegi túrli atomlardıń sızıqları boyınsha juldızdıń jarqınlıǵın bahalawǵa boladı. Usı jol menen jarqınlıqları anıqlanǵan juldızlardıń kórinetuǵın juldız úlkenlikleri járdeminde olarǵa shekem aralıqlardı da anıqlawǵa boladı.

Juldızlarǵa shekem aralıqlardı anıqlawdıń bul metodı, joqarıda aytıp ótkenimizdey, *spektral parallaks metodı* dep ataladı.

Spektral parallaks usılınıń trigonometrik metodlardan abzallıgı sonda, spektral parallaks júdá úlken aralıqta jatqan hám spektralların alıw imkanı bolǵan barlıq jaqtırtqıshdıń da aralıqların anıqlawǵa imkan beredi.

50-§. Juldızlardıń spektri hám spektral klasları

Astronomlar juldızlar boyınsha áhmiyetli maǵlıwmatlardı olardıń spektralların analizlew arqalı qolǵa kirgizdi. Juldızlardıń spektri, ásirese, Quyashtıń spektri de sızıqlı jutılıw spektri bolıp, jaqtı tutas spektriniń fonında atomlar, ionlar hám molekulalarǵa tiyisli jutılıw (Fraungofer) sızıqlarınan turadı.

Juldızlardıń spektrleri bir-birinen, tolqın uzınlıgı boyınsha nurlanıw energiyasınıń hár túrli mánisi menen bólistiriliwi arqalı ózgeshelenedi. Sonday-aq, bul spektrler olarda atmosferanıń ximiyalıq quramın kórsetiwshi hár túrli elementlerge tiyisli sızıqları hám usı sızıqlardıń intensivlikleri menen de bir-birinen parqlanadı. Temperaturaları bir-birine jaqın juldızlardıń ximiyalıq quramı bir-birinen keskin ajıralıp turmaydı. Juldızlar spektrinde eń kóp tarqalǵan elementler vodorod penen geliy bolıp, bul elementlerdiń juldız spektrinde baqlanǵan intensivlik dárejesi usı juldız atmosferasınıń fizikalıq jaǵdayın belgilep, kóbinese onıń temperaturasına baylanıslı boladı. Juldızlardıń spektrleri jeti tiykarǵı spektral klasslarǵa toplanǵan. Olar latın álipbesinde berilip, tómendegi tártipte jaylasadı:

O–B–A–F–G–K–M. Belgili klasqa toplanǵan spektrler, óz gezeginde, jáne onnan klaslarǵa shekem ajıratılǵan. Máselen, A klass juldızları A0, A1, A2, … , A9 klaslarǵa shekem bólingen (Quyash óz spektrine qaray G2 klasına kiredi).

Klaslar izbe-izligi, eń aldı menen, juldızlardıń temperaturası hám reńleri izbe-izliginde óz kórinisin tabadı. Salıstırmalı suwıq – qızıl juldızlardıń spektrinde neytral atomlardıń hám hátte molekulyar birikpelerdiń sızıqları kóp ushıraǵan túrinde, qaynaq aspan kók juldızlardıń spektrinde ionlasqan atomlardıń sızıqları kóp ushıraydı. *O klasına* kiriwshi juldızlardıń *spektrinde ionlasqan geliy, uglerod, azot hám kislorodtıń intensiv jutılıw sızıqları,* sonday-aq, spektrdiń ultrafiolet bóleginde ayırım ximiyalıq element atomlarınıń kóp márte ionlasqan sızıqları da ushıraydı. Aspan kók juldızlardıń temperaturası 25000 – 50000 °C qa shekem baradı.

B klasına kirirwshi juldızlardıń spektrinde neytral geliy sızıqları júdá intensiv boladı. *Aq-kógis reńdegi* bunday juldızlardıń temperaturası ~17000 °C átirapında.

A klasına kiriwshi juldızlardıń spektrinde *vodorodtıń jutılıw sızıqları, ionlasqan Ca sızıqları intensiv bolıp,* temperaturası ~11000 °C boladı. Reńi aq.

F klasına kiriwshi juldızlardıń spektrinde vodorod sızıqları kúshsizlenip, *kalciydiń ionlasqan sızıqları intensiv boladı. Ashıq sarı reńli. Temir, titan* sıyaqlı elementlerge bay, temperaturası ~7000 °C.

G klasına kiriwshi juldızlardıń spektrinde (sonnan Quyashdikinde) metallarǵa tiyisli *neytral hám azı-kem ionlasqan kalciy atomlarınıń sızıqları intensiv* hám keń tarqalǵan. Vodorodtıń sızıqları ishinde bir qansha kúshsizlengen (intensivligi páseygen) boladı. Temperaturası ~6000 °C. *Reńi sarı.*

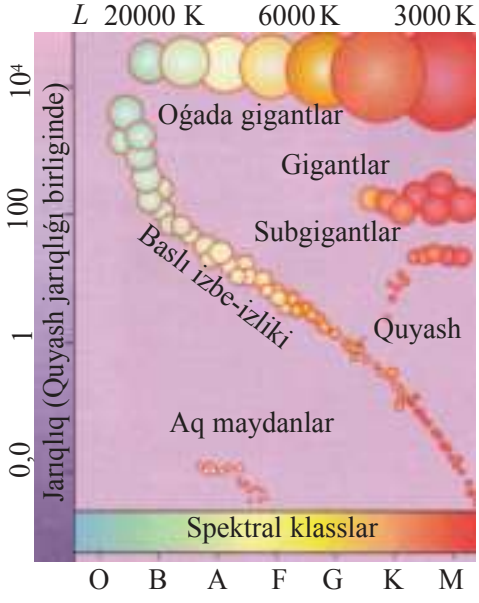
K klasına kiriwshi juldızlar spektrinde metallardıń jutılıw sızıqları menen birge *molekulyar birikpeleriniń de sızıqları baqlanadı*. Reńi qızǵish, temperaturası ~3500 °C.

M klasına kiriwshi juldızlar spektrinde bolsa, *metall sızıqları kúshsizlenip, molekulalardıń spektral tesmaları* (ásirese, titan oksidine tiyisli) *intensiv* tús aladı. Qızıl reńli, temperaturası 2500 °C.

Juldızlar spektriniń hár túrli bolıwı olardıń atmosferasındaǵı fizikalıq sharayatına, ximiyalıq quramınıń túrli-túrli bolıwına hám eń baslısı, hár túrli temperaturaǵa iye ekenligi menen túsindiriledi. Juldızdıń temperaturası kóterilgen sayın, onıń atmosferasındaǵı molekulalar atomlarǵa bólinip ketedi. Jáne de joqarı temperaturada atomlar da bóleklerge bólinip, elektronların joytadı hám ionlarǵa aylanadı. Bul juldızlardıń spektral klasları analizinen ańsat kórinedi.

51-§. Spektr-jarqınlıq diagramması

Juldızlardıń spektral klassları hám olardıń temperaturaları arasında baylanıs bar ekenligi belgili bolǵan. Olardıń jarıqlıǵı absolyut juldız úlkenliklerine baylanıslıǵı anıq bolǵannan soń, alımlar bul eki jup baylanıslar arasında da baylanıs bolıwı kerek degen guman menen qıdırıwǵa kiristi. Bunday baylanıstı XX ásirdiń baslarında daniyalı astronom Gersshprung hám amerikalı astrofizik Rassell anıqladı. Belgili bolıwınsha, eger koordinata oqlarınan biri boyınsha juldızlardıń spektral klasları, ekinshisi boyınsha olardıń absolyut juldız úlkenlikleri qoyılsa, juldızlardıń bul parametrleri arasındaǵı baylanısları birneshe klasqa ajıratılǵan túrdegi diag-



93-súwret. Spektr-jarıqlıq diagramması.

ramma kórinisinde boladı. Bunday baylanıslardı bildiriwshi diagramma keyin ala spektr-jarıqlıq yaki Gersshprung-Rassell diagramması dep atalatuǵın boldı. Spektr-jarıqlıq diagrammasında juldızlardıń absolyut juldız úlkenlikleri parallel túrde juldızlardıń jarıqlıqları (Quyash jarıqlıǵı birliginde $L_{\odot}=1$), spektral klasları oǵına parallel túrde bolsa, olardıń reń kórsetkishleri yaki effektiv temperaturaları jaylasadı (*93-súwret*). Gersshprung-Rassell diagramması ulıwma fizika tábiyatına iye bolǵan juldızlardı hár túrli toparlarǵa ajıratıp, olardıń temperaturası, jarıqlıǵı, spektral klası hám absolyut úlkenlikleri sıyaqlı parametrleri arasındaǵı baylanısların anıqlawǵa múmkinshilik beredi.

Bul diagrammada juldızlardıń tiykarǵı bólegi *bas izbe-izlik* dep atalıwshı iyreklik boylap jaylasıp, onıń tóbesinde jarıqlıqları joqarı bolǵan baslanǵısh spektral klaslarǵa tiyisli juldızlar jaylasadı hám oń tárepke barǵan sayın juldızlardıń jarıqlıqları (yaǵnıy, temperaturaları) páseyip barıp, keyingi klaslarǵa tiyisli juldızlar orın iyeleydi. Bas izbe-izlik iyrekliginen oń tárepte, joqarıǵa qaraǵanda pás temperaturalı, biraq, diametri júdá úlken hám sonıń ushın da joqarı jarıqlıqqa iye bolǵan, absolyut juldız úlkenlikleri -4^{m}, -5^{m} li *oǵada gigant* (absolyut úlkenlikleri 0^{m} átirapında) juldızlar jaylasadı. Diagrammanıń tómengi bóleginde shepte, tiykarınan A spektral klasqa hám salıstırmalı az jarıqlıqqa iye bolǵan ayrıqsha topar – *júdá mayda juldızlar* jaylasadı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Juldızlardıń absolyut juldız úlkenligi dep qanday kórinetuǵın úlkenlikke aytıladı?
2. Juldızlardıń kórinetuǵın hám absolyut úlkenlikleri arasındaǵı qatnastı bildiriwshi formulanı jazıń.
3. Juldızlardıń spektral klasları haqqında ne bilesiz?

4. Juldızlardıń spektral klasları olardıń temperaturası hám reńlerine qalay baylanısadı?
5. Spektr-jarıqlıq diagramması juldızlarǵa tiyisli qanday fizikalıq parametrlerin óz ara baylanıstıradı?
6. Bas izbe-izlikte jatıwshı juldızlar qanday qásiyetleri menen gigant hám júdá maydalardan ózgeshelenedi?
7. Juldızlardıń absolyut juldız úlkenlikleri hám jarıqlıqları arasında qanday baylanıs bar?

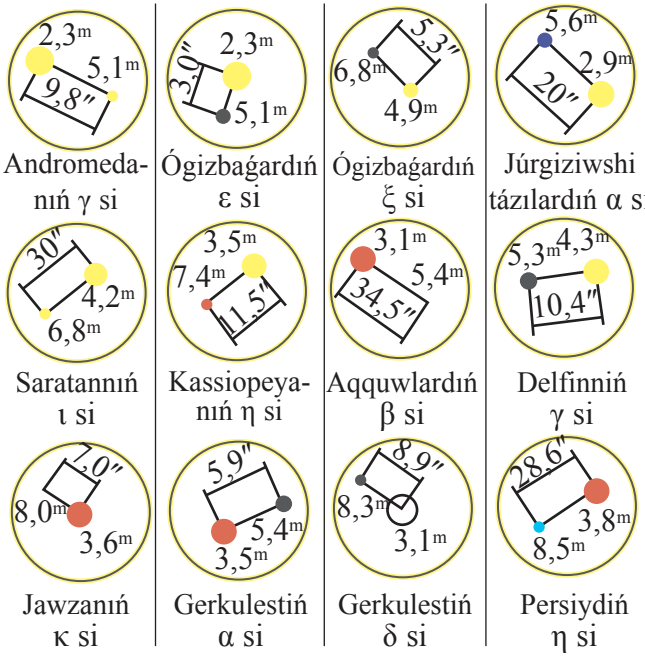
22-TEMA. 52-§. Fizikalıq qospa juldızlar hám olardıń túrleri

Bir qaraǵanda aspanda juldızlar jekke-jekke ushıraytuǵınday túyilse de, negizinde olardıń kópshiligi ekewden, úshewden hám onnan da kóbirek túrde óz ara dinamik baylanǵan kóriniste boladı. Ádette, ulıwma massa átirapında aylanıp atırǵan qospa juldızlardıń orbitaları bir tegislikte jatıp, aylanıw dáwirleri birdey boladı. Bular ishinde ásirese, qospaları (yaǵnıy jup túrindegileri) kóbirek ushıraydı. Biraq qospa kóringen juldızlardıń barlıǵı da negizinde jup bola bermeydi. Olardıń ishinde hár túrli aralıqlarda jatıp, óz ara hesh qanday dinamikalıq baylanbaǵan hám belgili bir qaraw sızıǵı qasında jatqanı ushın aspanda bir-birine jaqınday túyiletuǵınları da kóp boladı. Bunday juldızlar *optik qospalar* dep ataladı.

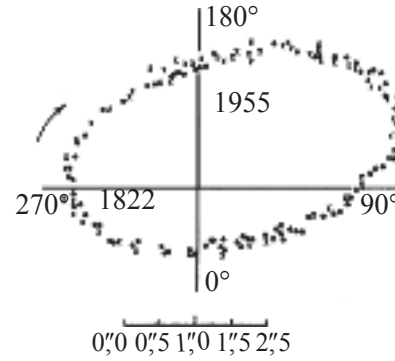
Vizual qospalardıń túrleri. Eger, fizikalıq qospa juldızlardı qurawshılardıń kúshli teleskop penen qaralǵanda, bir-birinen tikkeley ajıratıp kóriw múmkin bolǵan sheńber aralıqta jaylasqan bolsa, olar *vezual qospa juldızlar* dep ataladı.

Óz ara tıǵız hám júdá kishi sheńber aralıqta jaylasqan qospa juldızlardı tikkeley ajıratıp kóriwdiń hesh qanday jolı joq, olardıń qospalıǵı fotometrikalıq yaki spektral metod járdeminde anıqlanadı. Soǵan qaray olar, sáykes túrde, *tutılıwshı hám spektral qospalar* dep ataladı.

Vizual qospa juldızlarǵa mısal etip, Úlken Ayıw juldız toparındaǵı «shómish tutqını»nıń aqırınan ekinshi juldızdı alıwǵa boladı. Áyyemde arablar ol juldızǵa Alxar (Shabandoz) dep at qoyǵan. Onıń qasındaǵı kóz zorǵa iletuǵın juldızǵa shekem Mitsar dep ataladı. Bul eki juldız óz ara dinamikalıq baylanıstaǵı vizual qospalar bolıp esaplanadı. Olardıń arası barı-joǵı 11′. Ápiwayı dala dúrbini

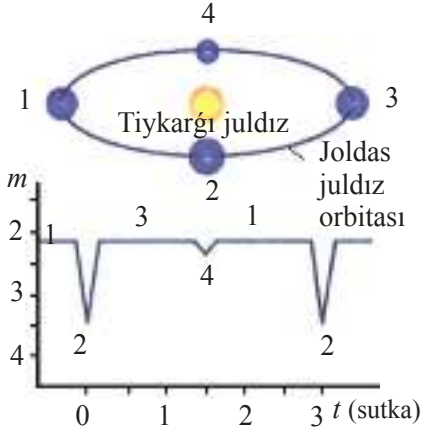


94-súwret. Tanıs juldızlar toparındaǵı baqlanǵan qospalar (juldız úlkenlikleri hám óz ara sheńber aralıqları berilgen).



95-súwret. Vizual qospa juldız (Úlken Ayıwdıń ξ juldızı) orbitası.

arqalı vizual qospalardan kóbisin kóriwge boladı (*94-súwret*). *95-súwrette* vizual qospalardıń wákili Úlken Ayıwdıń ξ sınıń tiykarǵı juldızǵa salıstırmalı baqlanǵan joldasınıń orbitası keltirilgen.



96-súwret. Tutılıwshı qospa juldız (Algul – Perseydiń β sı).

Tutılıwshı qospa juldızlardıń tipik wákili áyyemde arablar anıqlaǵan hám Algul («Dáwdiń kózi» mánisin bildiredi) dep atalǵan Persey juldız toparınıń β juldızı bolıp esaplanadı. Bul qospa juldızlardıń orbita tegislikleri qaraw sızıǵı boylap jaqtılandırǵanı ushın, olar birbirin tosıp ótedi hám nátiyjede bul jaǵday juldız anıqlıǵın periodlıq túrde (~3 sutkalıq) ózgertip, onıń qospalıǵınan derek beredi (*96-súwret*).

Nátiyjede, *spektral qospa juldızlardıń* qospalıǵı olardıń ústi-ústine túsken spektrlerindegi ulıwma sızıqlarınıń (hár eki juldız

spektrinde de bar sızıqlarınıń) bir-birine salıstırmalı periodlıq jılısıwınan (tiykargı juldız átirapında joldas juldızlardıń aylanıp atırǵanlıgı ushın) bilinedi.

53-§. Juldızlardıń massaların esaplaw **

Juldızlardı xarakterlewshi eń áhmiyetli úlkenliklerden biri olardıń massaları bolıp esaplanadı. Juldızlarǵa tiyisli kóplep parametrler ol yaki bul dárejede massalarına baylanıslı boladı. Basqa parametrlerinen qaraǵanda, juldızlardıń massaların anıqew quramalı bolıp esaplanadı. Eger juldızdıń átirapında joldası bolsa, juldızdıń oǵan gravitacion tásiri tiykarında juldızdıń massasın Keplerdiń anıqlastırılǵan 3-nızamı boyınsha bahalawǵa boladı.

Qospa juldızlardıń ulıwma massa orayı *átirapında aylanıw periodları* hám tiykarǵı juldızǵa qaray tabılǵan *joldas juldız orbitasınıń úlken yarım oǵı A* nıń mánisi boyınsha massaları jıyındısın tómendegi kórsetpeden tabamız:

$$\frac{T^2(M_{\text{tiy}}+m_{\text{j}})}{A^3}=\frac{4\pi^2}{G}=5{,}9\cdot 10^{11}\,\frac{\text{kg}\cdot s^2}{\text{m}^3},$$

onda massalar jıyındısı:

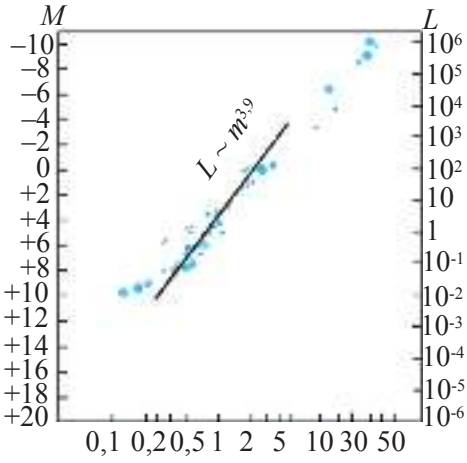
$$M_{\text{tiy}}+m_{\text{j}}=5{,}9\cdot 10^{11}\,\frac{\text{kg}\cdot s^2}{\text{m}^3}\cdot\frac{A^3}{T^2},$$

bul jerde M_{tiy}, m_{j} – sáykes túrde tiykarǵı hám joldas juldızlardıń massaların: A – joldas juldızdıń tiykarǵı juldızǵa qaray tabılǵan orbitası úlken yarım oǵın; T – qospa juldızlar periodın G – gravitacion turaqlılıqtı xarakterleydi (bul jerde T sekundlarda, A bolsa metrlerde berilgende M massa kg larda shıǵadı).

Eger qospa sistemaǵa kiriwshi juldızlardıń massa orayına qaray halatın ayrıqsha belgilew hám nátiyjede olardıń úlken yarım oqlarınıń múyeshli ólshemlerin sheńber sekundlarında óz aldına anıqlawdıń imkanı bolsa, onda olardıń massalarınıń qatnasların usı belgi járdeminde anıqlawǵa boladı:

$$\frac{M_{\text{tiy}}}{m_{\text{j}}}=\frac{a_{\text{j}}}{a_{\text{tiy}}},$$

bul jerde – M_{tiy} hám m_{j} sáykes túrde tiykarǵı hám joldas juldızlardıń massaların; a_{tiy} hám a_{j} lar bolsa, orbitalardıń úlken yarım oqların bildiredi.



97-súwret. Juldızlardıń jaqtılıqları hám massaları arasındaǵı baylanıs.

Qospa juldızlardıń bul metod penen anıqlanǵan massaları, esaplawlardıń kórsetiwinshe, juldızlardıń massaları 0,1 Quyash massasınan 100 Quyash massasına shekem boladı. Massaları 10–50 $M_\odot$ shegarasında bolǵan juldızlar salıstırmalı túrde az ushıraydı.

Biraq, óz aldına alınǵan juldızlardıń massaların anıqlaw múmkin bolmasa da, spektr-jarıqlıq diagrammasınan ayrıqsha orın alǵan ayırım juldızlar toparı ushın olardıń jarıqlıqları hám massaları arasında baylanıs bar ekenligi empirik jol menen anıqlanǵan (*97-súwret*). Massa hám jarıqlıq arasındaǵı bunday baylanıs tiykarında, jarıqlıqları anıqlanǵan bir qansha juldızlardıń massaların tabıwǵa múmkinshilik berip, empirik jol menen juldızdıń bolometrik jarıqlıǵı L_b (yaǵnıy tolıq nurlanıw energiyası) hám massaları M_* arasında baylanıs tabılǵan. $L_b = M_*^{3,9}$ Usı kórsetpeden kórinip turǵanınday, bas izbe-izliktiń tóbe bóleginde eń massiv juldızlar jaylasıp, páske qarap juldızlardıń massası kemeyip baradı.

Soraw hám tapsırmalar:

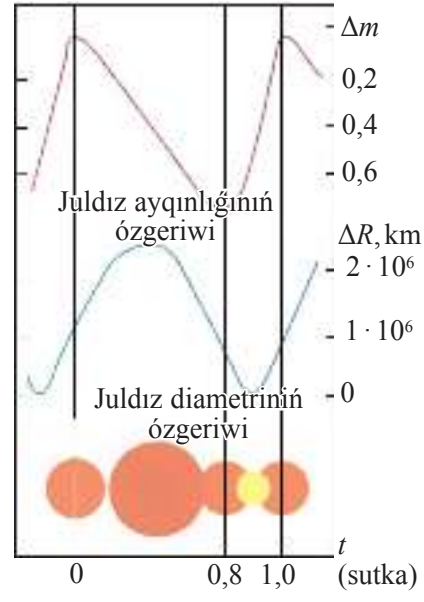
1. Fizikalıq qospa juldızlardıń qanday túrleri bar?
2. Vizual qospa juldızlar dep qanday qospalarǵa aytıladı? Tutılıwshı qospa juldızlar dep ne? Tutılıwshı qospalardıń anıqlıq iyrekligi nesi menen periodlıq xarakterge iye?
3. Spektral qospa juldızlardıń qospalıǵı qalay bilinedi?
4. Qospa juldızlardıń massaları qanday nızamǵa tiykarlanıp tabıladi?
5. Empirik jol menen salıstırmalı kem juldızlar ushın, olardıń jarıqlıqları hám massaları arasında qanday baylanıs tabılǵan?
6. Juldızlardıń massaları Quyash massası birliginde qanday shegaralarda ózgeredi?

23-TEMA. 54-§. Fizikalıq ózgeriwshi juldızlar: sefeidler, jańa hám oǵada jańaları

Fizikalıq ózgeriwsheń juldızlar anıqlıqlarınıń ózgeriwi tutılıwshı qospa juldızlar anıqlıqlarınıń periodlıq ózgeriwinen ózgeshelew bolıp, usı juldızlardıń bawırında keshetuǵın fizikalıq processler sebepli júz beredi. Fizikalıq ózgeriwsheń juldızlar anıqlıqlarınıń ózgeriw xarakterine qaray pulsaciyalanıwshı hám eruptiv ózgeriwsheń juldızlarǵa bólinedi.

Pulsaciyalanıwshı juldızlar. **Sefeidler.** Anıqlıqlarınıń iyrekligi ayrıqsha formaǵa iye bolıp, olardıń tiykarǵı fizikalıq úlkenliklerinnen esaplanǵan kórinetuǵın juldız úlkenliklerініń waqıt boyınsha ózgeriwi dáwiri bir neshe sutkadan onlap sutkaǵa shekem baradı. Bunday juldızlar anıqlıqlarınıń iyrekligi Sefey juldız toparı δ juldızınıń ózgertiwine uqsaǵanı ushın olar *sefeidler* dep ataladı (*98-súwret)*.

Sefeidler anıqlıqlarınıń ózgeriwi (2 den 6 ǵa shekem) juldız úlkenligi shegarasında boladı. Sefeidler jarqırawınıń maksimumında F spektral klasqa tán juldız kórinisinde bolıp, minimumında G klaslarına tán juldız kórinisin aladı. Anıqlıqtıń bunday ózgeriwi juldız temperaturasınıń ortasha 1500 gradusqa ózgeriwine tuwra keledi. Sefeidler spektrinde baqlanǵan sızıqlar onıń anıqlıǵı ózgeriwiniń fazasına sáykes túrde qızıl yaki qızǵılt kók tárepke jılısıp turadı. Bunday jılısıwlar da periodlıq xarakterge iye bolıp, qızıl jılısıwdıń maksimumı sefeid anıqlıǵınıń minimumına, qızǵılt kók jılısıwınıń maksimumı bolsa anıqlıqtıń maksimumına jaqınlawına tuwra keledi. Sefeidlerdiń periodları hám jarqınlıqları arasında baylanıs bolıp, olar anıqlıqtıń artıwı, periodlardıń artıwında óz kórinisin tabadı. Sol sebepli, pulsaciyalanıwshı sefeidine iye juldız



98-súwret. Sefeid (Sefeydiń δ tipindegi juldız)lerdiń anıqlıǵı (Δ*m*) hám radiusınıń ózgeriw (Δ*R*) iyreklikleri.

sistemalarına shekem aralıqlar, olardıń kóringen periodları tiykarında tabılǵan jarqınlıqlarına súyenip anıqlanadı.

Sefeidler F hám G klaslarına kiriwshi gigant hám oǵada gigant juldızlar bolǵanı ushıń olardı galatikamızdan sırttaǵı obyektlerde de kóriwdiń imkanı bar.

Eruptiv ózgeriwshi juldızlar. Eruptiv ózgeriwsheń juldızlar salıstırmalı kishi jarıqlıqqa iye bolǵan juldızlar (tiykarınan, júdá mayda juldızlar)bolıp, olardıń ózgeriwsheńligi waqtı-waqtı menen qaytalanıwshı jarqıraw kórinisinde júz beredi. Bunday jarqırawlar usı juldızlardan plazmanıń ılaqtılıwı (erupsiyası) menen túsindirilgeni ushın da olar *eruptiv ózgeriwsheń juldızlar* dep ataladı. Eruptiv juldızlardan biri jańa juldızlar bolıp esaplanadı.

Jańa juldızlar. Jańa juldızlar eruptiv ózgeriwsheń juldızlardıń belgili basqıshın ózinde sáwlelendirip, «jańa» degen at olarǵa shártli túrde berilgen. Bunday juldızlar negizinde erteden belgili bolıp, gúńgirtligi sebepli kórinbey, óz evolyuciyasınıń belgili basqıshında jarqırawı menen anıqlıǵı 10-13 juldız úlkenligine shekem ózgerip, ápiwayı kóz benen kórinetuǵın anıq juldızlarǵa aylanadı. Óz jarqırawları maksimumında olar absolyut juldız úlkenliklerіniń ortasha 8,5 juldız úlkenligine shekem barıp, bunda olar A–F spektral klaslarǵa tán oǵada gigant juldızlar kórinisine júdá uqsap ketedi.

Bunday juldızlardı jarqırawdan aldın hám keyin dıqqat penen úyreniw olar qospa juldızlar degen juwmaqqa alıp keledi. Bunda jarqırawdıń sebebi, eki bir-birine jaqın jaylasqan juldızlardıń óz ara tásirleniwi nátiyjesinde júz beredi. Bul juldızlardan biri tıǵızlıǵı az eń úlken juldız bolıp, ekinshisi úlken tıǵızlıqtaǵı aq júdá mayda juldız dep qaraladı. Úlken tıǵızlıq hám tartısıw quwwatına iye bolǵan aq júdá mayda juldız tásirinde gigant juldızdıń zatı oǵan aǵıp túsip, aq júdá mayda sırtında qattı qızadı hám belgili temperaturaǵa eriskennen soń, kúshli t*ermoyadrolıq partlaw* júz beredi.

Jańa juldızlar jarqıraw dáwirinde tolıq nurlanıw energiyası 10^{38}–10^{39} J nı qurap, bunı Quyash bir neshe on mıń jıllarda ǵana beriwi múmkin.

Juldız sırtında partlaw júz bergende, onıń sırtınan úlken massalı zatı (shama menen 10^{-4}–10^{-5} $M_{\odot}$) 1500–2000 km/s qa shekem tezlik penen ılaqtırıladı. Nátiyjede jańa juldız átirapında tarqalıp atırǵan gaz úlken dumanlıqtı payda etedi. Baqlawlar nátiyjesinde salıstırmalı qasında jaylasqan barlıq jańa juldız-lardıń átirapında haqıyqattan da keńeyiwshi usınday gaz dumanlıqlar bar ekenligi anıqlanǵan.

Tap házirgi kúnge shekem pánge 300 ge jaqın jarqıraǵan jańa juldız belgili bolıp, olardıń 150 ge jaqını ózimizdiń galaktikamızda, 100 ge jaqını qońsı Andromeda dumanlıgında baqlanǵan.

Júdá jańa juldızlar de eruptiv ózgeriwsheń juldızlar túrine kirip, gigant massiv juldızlardan bolıp esaplanadı. Jarıqlıqları keskin ózgeriwshi (jarqırawshı) bunday juldızlardıń jarqırawları partlaw esabınan boladı. Partlaw sebepli bunday juldızlardıń anıqlıǵı birneshe kún dawamında onlap million ret artadı. Juldız óz anıqlıǵınıń maksimumına eriskende, ózi jaylasqan galaktika anıqlıǵına, bazıda onnan da birneshe ese kóp anıqlıqqa iye boladı. Anıqlıǵınıń maksimumında, onıń absolyut juldız úlkenligi –18 den –19 úlkenligine shekem jetedi. Júdá jańa juldızlar óz jarıqlıgınıń maksimumına, partlaw júz bergennen keyin, 2 – 3 hápte ótkennen soń erisedi hám keyin ala birneshe ay dawamında onıń jarqınlıǵı 25 – 30 esege kemeyedi. Jarqıraw dawamında júdá jańa juldızlarınıń ulıwma nurlanıw energiyası $10^{41} – 10^{42}$ jouldı quraydı.

Belgili galaktikada júdá jańa juldızdıń jarqırawı shama menen 100 jıl ishinde 1–2 ret ǵana bolıwı múmkin. Tariyxta biziń galatikamızda da birneshe júdá jańa juldızlardıń jarqırawı baqlanǵan. Bular ishinde Sáwir juldız toparındaǵı 1054-jılda Qitay astronomları tárepinen baqlanǵan eń quwwatlılarınan bolıp esaplanadı. Bul juldızdı onıń partlawınan soń bir neshe kún dawamında kúndizi de kóriw imkanı bolǵan. Jarqıraw paytında bunday juldızlar 0,1 den 1,0 Quyash massasına teń óz zatın 6000 km/s qa shekem tezlik penen juldızlar ara boslıqqa ılaqtıradı. Sál kem 1000 jılǵa jaqın waqıt ótkenine qaramay, bul juldızdan ılaqtırılǵan gaz massası házirgi kúnde de sekundına 1000 kmdey tezlik penen keńeyiwin dawam etpekte. Jarqıraǵan juldız átirapında tarqalıp atırǵan bul gaz massası júdá úlken gaz dumanın payda etken. Sáwir juldız toparında 1054-jılı partlaǵan júdá jańa juldızdan qalǵan bul dumanlıq shayan tárizli dumanlıq atı menen belgili (*99-súwret*). 1572-jılı partlaǵan bas-qa bir júdá jańa juldız daniyalı astronom Tixo Brage tárepinen Kassiopeya juldız

99-súwret. Sáwir juldız toparındaǵı shayan tárizli dumanlıq – 1054-jılda partlaǵan júdá jańa juldızdıń qaldıǵı.

toparında, 1604-jılı Jılan jetkeriwshi juldız toparında partlaǵanı bolsa Kepler tárepinen baqlanǵan.

Júdá jańa juldızdıń partlawınan olardıń oraylıq qaldıq bólegi, partlawdan alǵan qosımsha implus esabınan diametri bir neshe kilometr qalǵanǵa shekem qáweterli qısıladı (ol pánde kollaps dep ataladı) hám júdá úlken tıǵızlıqtaǵı obyektke aylanadı. Bunda onıń tıǵızlıǵı atom yadrosınıń azı-kem atom yadrosınıń tıǵızlıǵına shekem (10^{14} g/cm^3) baradı. Bunday tıǵızlıqta atomlar atom qásiyetin pútkillay joytıp, tek ǵana neytron qabıqlarınan ǵana quraladı hám sol sebepli júdá jańa juldızlardıń qaldıǵı kóbinshe *neytron juldızlar* dep ataladı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Qanday juldızlar fizikalıq ózgeriwshi juldızlar dep ataladı?
2. Sefeidler qanday qásiyetli pilsaciyalanıwshı juldızlar bolıp esaplanadı?
3. Sefeidlerdiń periodları hám jarıqlıqları arasında qanday baylanıs bar?
4. Jańa juldızlardıń jarqıraw mexanizmi haqqında ne bilesiz?
5. Júdá jańa juldızlar jarqırawında olardıń massaları qanday orın iyeleydi?
6. Júdá jańa juldızdıń jarqırawı aqıbetinde ol qanday aspan denesine aylanadı?

24-TEMA. 55-§. Juldızlar evolyuciyası. Neytron juldızlar hám «qara úńgirler» *

Kópshilik astronomlardıń pikirinshe, juldızlar (hátte ulıwma boslıq galatika da) júda iri massalı gaz bultınıń qısılıwı (konsentraciyalanıwı) hám aylanıwı nátiyjesinde payda boladı. Pikir júriteyik, suwıq gaz – shań bulıtı belgili sebepler menen qısılıp atırǵan bolsın. Tartısıw kúshleri tásirinde qısılıp atırǵan gaz bulıtı áste-aqırın shar tárizli halattı alıwǵa umtıladı. Bunday qısılıw nátiyjesinde bulıttıń tıǵızlıǵı hám temperaturası kóterilip, ol endilikte «protojuldız» (juldız qáliplesiwiniń baslangısh túri)ǵa aylanadı. Bunda onıń sırtqı temperaturası kóteriliwi menen ol infraqızıl diapazonda nurlana baslaydı. Protojuldızdıń ora-yında temperatura shama menen 10^7 °C eriskennen soń, ol jerde termoyadro sintezi reakciyası baslanadı. Sol waqıttan baslap gaz basımınıń ishki kúshleri juldız sırtqı bóleklerıniń tartısıw kúshi menen teńleskeni ushın, juldızdıń qısılıw

processi toqtaydı. Juldızdıń massası qansha úlken bolsa, onda teńsalmaqlıq halatı sonsha joqarı temperaturada júz beredi. Sol sebepli úlken massalı juldızlardıń jarıqlıqları da soǵan sáykes túrde úlken boladı.

Juldizlarda qısılıw basqıshı, onıń oraylıq bóleginde vodorodtıń bir tegis «janıwi» menen bolatuǵın, stacionar halatqa aylanadı. Tap usınday halatta juldızlar spektr-jarıqlıq diagrammasınıń «bas izbe-izligi»nen orın alǵan boladı. Juldızlardıń bas izbe-izliginde bolıw waqtı olardıń massalarına baylanıslı. Úlken muǵdardaǵı nurlanıw energiyasın tarqatıp atırǵan massiv juldızlar óz evolyuciyası dáwirin tez ótep, stacionar jaǵdayda birneshe million jıl ǵana bolsa, Quyashtay massalı juldızlar bul jaǵdayda 10^{10} jıldan kem bolmaydı.

Juldızlar orayındaǵı vodorod geliyge aylanıp bolǵannan soń, ol jerde geliyli yadro payda boladı. Endi vodorod geliyge juldızdıń oraylıq bóleginde emes, bálki onıń yadrosına jabısqan sırtında aylana baslaydı. Bul paytta geliyli yadro ishinde energiya deregi sóngen bolıp, ol áste-aqırın qayta qısılıwdı baslaydı hám sonıń esabına qattı qızadı. Onıń temperaturası $15 \cdot 10^6$ °K qa eriskennen soń, geliy endi uglerodqa aylanadı. Nátiyjede onıń jarıqlıǵı hám de ólshemi artıp baradı hám ápiwayı juldız áste-áste gigant yamasa oǵada gigant juldızǵa aylanadı. Bunday juldızlar «spektr-jarıqlıq» diagrammasında ayrıqsha órın iyeleytuǵınıń bilemiz.

Sonıń ushın juldızlar ómiriniń aqırǵı basqıshı, olardıń pútkil evolyuciyası sıyaqlı, massalarınıń «qolında» bolıp, Quyashımız tipindegi juldızlar (massası 1,2 Quyash massasınan úlken bolǵanları) áste-áste keńeyip, aqır-aqıbette juldızlar yadrosın taslap ketedi. Soń ol aylanıp atırǵan qızıl gigant juldız ornında kishi reńdegi qaynaq *aq júdá mayda juldız* qaladı. Juldızlar dúnyası bunday aq júdá mayda juldızlarǵa bay. Bunnan kórinip turǵanınday, kópshilik juldızlar aq júdá mayda juldızǵa aylanǵannan soń bara-bara suwıp, óship qaladı.

Aq júdá mayda juldız | Neytron juldız | Neytron juldız yaki qara úńgir

100-súwret. Juldızlardıń massalarına qaray evolyuciyası.

Biraq juldız massasınıń belgili mánisinen baslap, yadrodaǵı gaz basımı gravitaciya kúshlerine bas kele almay úzliksiz qısıla baslaydı, bılayınsha aytqanda, kol-

laps (qáweterli qısılıw) hádiy-sesi júz beredi. Juldız massası shama menen 2–3 Quyash massasına shekem bolǵanda, ol kollapstan qashıp qutıla almaydı.

Bunday juldız gezektegi qısılıw aqıbetinde neytron juldızǵa aylanıwı nátiyjesinde payda bolǵan «neytron gaz» basımı gravitaciya kúshlerine bas kele alǵanı ushın, ol qısılıwdan toqtaydı. Bul orında jáne sonı aytıwımız kerek, juldız qaldıq massasınıń qısılıwı sebepli neytron juldız óz-ózinen payda bolmay, ol yadrolıq partlawdı (júdá jańa juldız kórinisinde) «basınan ótkeriwi» kerek boladı. Bunday partlawdan zat neytronlar halatına ótkerilip, barlıq yadrolıq energiya onnan ajıralıp shıǵadı (*100-súwretke* qarań).

Eger de juldızdıń massası 2–3 Quyash massalarınan úlken bolsa, onda «neytron gaz»diń basımı da gravitaciya kúshlerine bas kele almay, juldız úzliksiz qısılıwdı dawam etedi. Qısılıp atırǵan juldızdıń radiusı $\frac{2GM}{c^2}$ ǵa jetkende (bul jerde c – jarıqlıq tezligi) onıń parabolik tezlik jarıqlıq tezliginen úlken boladı. Basqasha aytqanda, endi hesh nárse, hátte nurlanıw kvantı da juldızdı taslap kete almaydı, sóytse de juldız endi kórinbeydi. Teoriyalıq jaqtan qaralǵanda, bolıwı múmkin bolǵan bunday boljawlı juldız «kóriniwi» *qara úńgir* dep ataladı.

Bunday at oǵan ózinen sırtta hesh qanday nurlanıwdi da shıǵara almaytuǵın dárejedegi tartısıw kúshine iye ekenligi ushın berilgen.

Eger, «qara úńgir» qospa juldızlardan biri bolsa, onda ol qasındaǵı normal juldızdıń zatın tınımsız «sorıw» qásiyetine iye boladı. Tap usınday teritoriyada kúshli rentgen diapazonında payda bolǵan nurlanıwdı arnawlı rentgen teleskoplarda belgilep «qara úńgir»diń qarasın kóriwge boladı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Aq júdá mayda juldızlar qanday massalı juldızlar evolyuciyasınıń ónimi?
2. Qanday juldızlar óz evolyuciyası sonında neytron juldızǵa aylanadı?
3. «Qara úńgirler» óz evolyuciyası sońında qanday kórinistegi radiuslı juldızǵa aylanadı?
4. «Qara úńgirler» qanday túrdegi juldızlardıń qaldıǵı?

VI BAP. ÁLEMNIŃ DÚZILISI HÁM EVOLYUCIYASÍ

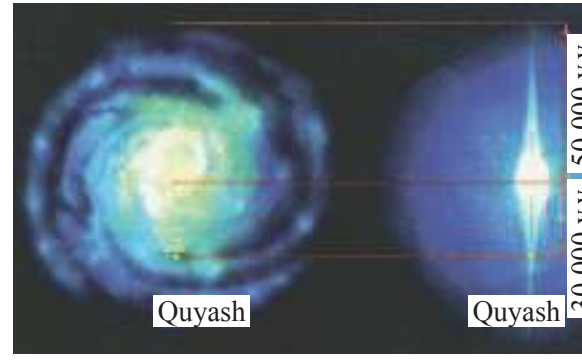
25-TEMA. 56-§. Galaktikamızdıń dúzilisi, quramı hám aylanıwı

Túnde qarańǵı aspanǵa qarasaq, barlıq aspan boylap sozılǵan jaqtı – saban tógilgen joldı esletiwshi hám jaslıgımızdan bizge úlkenler Saban Jolı dep túsindirilgen tesmaǵa kózimiz túsedi.

Ápiwayı dala dúrbini yamasa kishilew teleskoptan Saban Jolına qaralǵanda, ol gıj-gıj juldızlardan quralǵanıń kóremiz.

Bizin Quyash ta (bir ápiwayı juldız sıpatında) usı úlken juldızlar sistemasınıń aǵzası bolǵanı ushın, onı biziń galaktikamız dep aytamız (*101-súwret*). Galaktikamızǵa qaptaldan qaralsa, onıń forması dúnli linza kórinisine uqsaydı. Onıń diametri azı-kem 100 mıń jarıqlıq jılına, qalıńlıǵı bolsa 7 mıń jarıqlıq jılına teń. Quyash sisteması galaktikamızdıń orayınan onıń radiusınıń 2/3 bólegine teń (33 mıń jarıqlıq jılı aralıqta) jaylasadı (*102-súwret*). Eger galaktikamız diskine (yaǵnıy Saban Jolı tegisligine) tik jónelis tárepten turıp qaralsa, oraydan spiral kóriniste tarqalıwshı hám saat mayatniginiń prujinasın esletiwshi «jeńler»di kóremiz (*103-súwretke* qarań). Quyash sisteması tárepinen qaralǵanda, galaktikamızdıń oraylıq yadrosı Qawıs juldız toparına proyeksiyalanadı.

101-súwret. Galaktikamızdıń «belbawı» esaplanatuǵın Saban jolı.



102-súwret. Galaktikamızdıń ústi hám qaptaldan kórinisi.

103-súwret. Galaktikamız spiral «jeńleri» (ústi tárepinen qaralǵanda).

Esap-kitaplar galaktikamızda 200 mlrd qa jaqın Juldız bar ekenligin kórsetti. Juldızlar galaktikamızdıń tiykarǵı bólegin quraydı. Onda juldızlardan basqa olardıń túrli sistemaları (dumanlıqlar, juldız toparları), juldızlar ara gaz hám shańlı ortalıq, kosmik nurlar, vodorod atomlarınıń gazleri hám basqalar ushıraydı. Baqlawlar barlıq juldızlar, sonnan Quyash óz planetaların jetelep, galaktikamız yadrosı átirapında aylanıwın kórsetti. Saban Jolı tegisligi, aspan ekvatorı tegisligi menen 62° múyesh payda etedi. Bunda juldızlardıń tezlikleri, olardıń galaktikamız yadrosınan uzaqlıqlarǵa qaray kemeyip baradı. Quyash hám onıń qasında jaylasqan juldızlardıń aylanıw tezlikleri sekundına 240 km di qurap, aylanıw dáwiri shama menen 200 mln jılǵa teń.

57-§. Juldızlardıń shar tárizli hám shashılǵan toparları **

Galaktikamızda juldızlar tek ǵana jeke túrinde ushıramay, óz ara dinamikalıq baylanǵan túrde qospa, úshewden, tórtewden hám júdá kóp – júzlegen, mıńlaǵan topar túrinde de ushıraydı. Galaktikamızda ushıraytuǵın bir neshe júzden bir neshe mıńǵa shekem bolǵan, óz ara dinamikalıq baylanǵan juldızlardıń sistemaları *juldız toparları* yamasa *úyimleri* dep ataladı. Sırtqı kórinisi boyınsha juldız toparları eki gruppaǵa – *shashılǵan* yaki tarqalǵan hám *shar tárizli toparlarǵa* bólinedi.

Shasılǵan juldız toparları. Bizden birdey aralıqta jatıp, óz ara dinamikalıq baylanǵan hám tarqalǵan túrinde jaylasqan juldızlar toparına shashılǵan topar dep ataladı.

Galaktikamızda 800 ge jaqın shashılǵan juldız toparları bolıp, olardıń diametri 1,5 parsekten 20 parsekke shekem baradı. Shashılǵan juldız toparlarınıń jaqsı úyrenilgen wákili – *Sáwir juldız toparındaǵı Hulkar* dep atalǵan topar bolıp, Quyash sistemasınan ortasha 130 parsekli aralıqta jaylasqan (*104-súwret*). Basqa

104-suwret. Hulkar dep atalǵan juldızlardıń shashılǵan toparları.

105-súwret. 20000 ǵa jaqın juldızdı qamtıǵan M-13 shar tárizli topar.

bir shashılǵan juldız topar – Giadlar bolsa bizden barı-joǵı 40 parsekli aralıqta jatadı.

Shar tárizli juldızlar toparları. Aspanda júdá kóp juldızlar toparlarǵa birigip, juldızlardıń toparın payda etedi. Bunday topar sırtqı kórinisi boyınsha shar tárizli dep ataladı. Shar tárizli juldız toparları shashılǵan juldız toparlarınan ximiyalıq quramı menen ajıralıp turadı. Ásirese, shashılǵan juldız toparlarınıń spektrinde awır elementlerdiń muǵdarı 1–4 payızdı qurap, shar tárizli toparlarda barı-joǵı 0,1 – 0,01 payızdı quraydı. Bunday jaǵday belgili galaktikada shar tárizli hám shashılǵan juldız toparlarınıń payda bolıwında túrlishe sharayat bolǵanlıǵın derek beredi.

Shar tárizli toparlar juldızlarınıń kópligi hám anıq sferik forması boyınsha shashılǵan juldız toparlarına qaraǵanda juldızlar fonında anıq ajıralıp kórinedi. Shar tárizli toparlardıń ortasha diametri 40 parsek átirapında bolıp, galaktikamızda bunday toparlardıń 100 ge jaqını tabılǵan. Shar tárizli toparlar, shashılǵanlarınan ajıralıp turıp, olardıń konsentraciyası galaktikamızdıń orayına qaray keskin artıp baradı. Bunday toparlardıń ózine tán wákili Gerkules juldız toparında jaylasqan M-13 dep atalǵan topar bolıp, ol 20 mińga jaqın juldızdı óz ishine aladı, bizden uzaqlıǵı 24 mıń jarıqlıq jılına teń (*105-súwret*).

26-TEMA. 58-§. Diffuz hám shań dumanlıqlar

Juldızlar aspanı túsirilgen fotosúwretlerde juldızlar keńislikte bir tegis bólistirilmegenin seziwge boladı. Bunıń tiykarǵı sebebi, ayırım juldızlar az baqlanǵan shaqaplarda olardıń nurlanıwın kúshli jutatuǵın iri shań materiyanıń barlıǵınan bolıp esaplanadı. Galaktikamızda nurlanıwdı kúshli jutıwshı bunday materiyanıń bar ekenligin júz jıl aldın astronom Y.V.Struve boljaǵan edi.

Galaktikamızda bunday shań ortalıǵınıń bar ekenine Batıs but juldız toparında proyekciyalanǵan «*Kómir qabi*» hám Orion juldız toparında jaylasqan «*At bası*» dumanlıqları anıq mısal bola aladı (*106-súwret*).

«Kómir qabi» qara dumanlıǵı bizden 150 parsek aralıqta, ólshemi 8 parsekke jaqın Saban Jolındaǵı dumanlıq bolıp, onıń múyesh ólshemi 3° dan ibarat. Teleskop penen baqlanǵanda onıń kóriw shegarasında baqlanatuǵın gúńgirt juldızlardıń sanı, dumanlıqtan sırtında usınday maydanda baqlanatuǵın juldızlar sanınan shama menen 3 esege kem shıǵadı. Bunday jutılıw juldızlardıń kórinetuǵın úlkenligin $\Delta m = 1{,}2^m$ úlkenlikke ózgeriwine (gúńgirtlesiwine) alıp keledi. Galaktikada bunday dumanlıqlar kóp bolıp, ásirese, Aqquw juldız toparınan baslanıp, Búrkit, Jılan, Qawıs hám Aqırap juldız toparlarına shekem sozılǵan shań tesması, Saban Jolınıń bul bóleginde juldızlardı bizden «jasırıp», onda úlken qara ayralıqtı payda etken. Ásirese, galaktika orayına qaray baǵdarlanǵanda (Qawıs juldız toparı tárepinen) qara dumanlıq júdá qoyıw bolıp, biz ushın qızıq sanalǵan galaktikamızdıń oraylıq quyma bólegin úyreniwge kesent etedi.

106-súwret. Ataqlı «At basi» dep atalıwshı shań dumanlıq.

Gaz tárizli (diffuz) dumanlıqlar. Dım qarańǵı aspanda hátte qurallanbaǵan kóz benen kóriw múmkin bolǵan eń ataqlı dumanlıq *Orion juldız toparında (Orion dumanlıgı)* jaylasqan bolıp, onıń eni 6 parsekke shekem sozılǵan (*107-súwret*). Sonday-aq, *Qawıs juldız toparında Laguna, Omega hám Úshtarmaqlı, Aqquw juldız toparında Arqa Amerika* hám *Pelikan, Jekkeshax juldız toparında Rozetka (108-súwret)*

107-súwret. Orion juldız toparınan orın alǵan úlken Orion gaz dumanlıǵı.

108-súwret. Jekkeshax juldız toparındaǵı «Rozetka» gaz dumanlıǵı.

sıyaqlı gaz dumanlıqlar bar. Galaktikamızda bul túrdegi barlıq obyektlerdiń sanı 400 ge jaqın. Bul dumanlıqlardıń spektrleri, vodorodtıń H_α, H_β hám eki qayta ionlasqan kislorod (OIII), azot hám basqa elementlerdiń emission sızıqlarınan quralıp, tutas spektri júdá gúńgirt fonda kórinedi. Kópshilik jaǵdaylarda bul diffuz dumanlıqtıń ishinde yaki onıń qaptalında qaynaq O yaki B klasına tiyisli juldız ushıraydı. Bunday juldızlardıń quwwatlı ultrafiolet nurlanıwı, olardıń qasında jaylasqan dumanlıq gaziniń atomları tárepinen jutılıp, ionlasıwǵa hám qayta nurlanıwǵa májbúrleydi.

Ionlasqan gazde erkin elektronlardıń atom menen baylanǵan jaǵdayına ótiwi menen bolatuǵın rekombinaciya hádiysesi baqlanıp, bunda atomlar, dáslep jutılǵan qattı ultrafiolet nurlarınıń kvantları ornına, kózge kórinetuǵın diapazonda salıstırmalı kem energiyalı birneshe kvantlarda nurlanadı, basqasha aytqanda, fluoressensiya hádiysesi júz beredi. Dumanlıqta bul process sebepli ornaǵan 10^4 °C qa teń temperatura usı dumanlıqtıń baqlanǵan ıssılıq radionurlanıwı arqalı tastıyıqlanadı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Galaktikamızdıń Saban Jolı tegisligi, aspan ekvatorı tegisligine qanday múyesh astında aqqan?
2. Galaktikamızda shama menen neshe shar tárizli juldız toparı tabılǵan?

3. Quyash sisteması Galaktikamızdıń qay jerinen orın alǵan?
4. Shar tárizli juldız toparlarınıń ólshemleri hám quramı haqqında nelerdi bilesiz?
5. Shashılǵan juldız toparları shar tárizlilerden qalay ózgeshelenedi?
6. Diffuz gaz dumanlıqlar shań dumanlıqtan nesi menen ajıralıp turadı?
7. Diffuz dumanlıqlardıń nuralanıwınıń sebebi nede?

27-TEMA. 59-§. Sırtqı galaktikalar. Galaktikalardıń klasları hám spektrleri

Ótken ásirdiń 20-jıllarında dumanlıqlarǵa shekemgi aralıqlardı anıqlaw imkanı tuwılǵanan keyin, olardan bir bólegi ápiwayi dumanlıq bolmay, millionlap juldızlardan quralǵan sırtqı galaktikalar ekenligi belgili boldı.

Úlken sırtqı galaktikalardan biri Andromeda juldız toparında proeksiyalanıp kórinedi hám usı juldız toparınıń atı menen *Andromeda galaktikası* (bazı da *Andromeda dumanlıǵı*) dep ataladı (*109-súwret*). Andromeda dumanlıǵı bizden million jarıqlıq jılına teń aralıqta jatadı. Hawa tınıq bolǵan tawlı jerlerde túnde onı ápiwayı kóz benen kóriwge boladı.

Galaktikalar Álemde keń tarqalǵan bolıp, bizge qońsı basqa bir sonday galaktika M-51 atı menen belgili. Oǵan shekemgi aralıq 1,8 million jarıqlıq jılın quraydı. Aspannıń batıs yarım sharında jaylasqan naduris formadaǵı bizge qońsı galaktikalar *Úlken* hám *Kishi Magellan bulıtları* dep atalǵan.

Sırtqı galaktikalar óz ólshemleri boyınsha hár túrli úlkenlikte ushırap, eń irileri milliardlap, maydaları bolsa bir neshe millionlap juldızdı óz ishine aladı. Gigant galaktikanıń ólshemleri 50 mıń parsekke shekem (yaǵnıy diametri 150 mıń jarıqlıq jılına shekem) barǵan túrde, eń kishileri bir neshe 100 parsekten artpaydı.

Birinshi bolıp, 1925-jılı astronom E.Xabbe galaktikalardıń sırtqı kórinisleri boyınsha, tómendegi úsh klasqa bóliwdi usınıs etti: elliptik (E), spiral (S) hám naduris (Irr) galaktikalar.

Elliptik galaktikalar sırtqı kórinisi elliptik yamasa sheńber kórinisine iye bolǵan galaktikalar bolıp esaplanadı. Bunday galaktikalar ushın xarakterli qásiyetlerinen biri olardıń anıqlıǵı orayınan shetke qaray bir tegis kemeyip baradı. Olardıń ishinde ajıralǵan túrdegi birde-bir struktura elementi baqlanbaydı.

109-súwret. Andromeda juldız toparınan orın alǵan Andromeda dumanlıǵı (M-31).

110-súwret. Jeńleri oraylıq kópirden ótiwshi spiral galaktikalar.

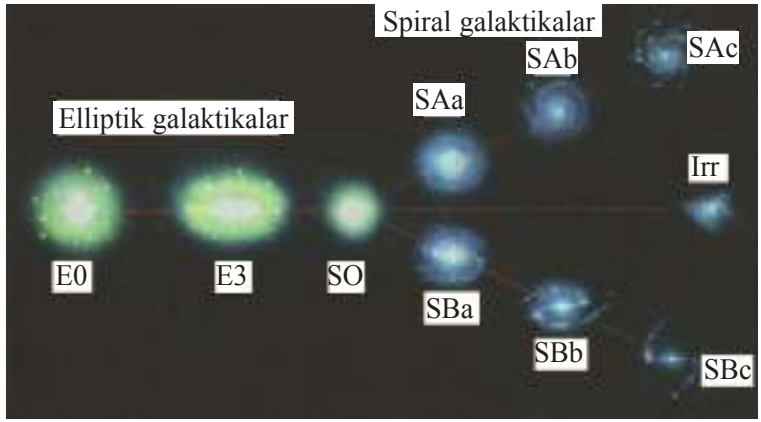
Spiral galaktikalar júdá keń tarqalǵan bolıp, baqlanatuǵın galaktikalardıń shama menen yarımı usı túrdegi galaktikalardan bolıp esaplanadı. Basqa galaktiklardan ayırılip turıp, olardıń strukturası anıq spektral «jeńlerden» ibarat boladı. Andromeda hám bizińgalaktikamız spiral galaktikalardıń ádettegidey wákillerinen bolıp sanaladı. Spiral galaktikalar da ekige bólinedi. Olardıń biri, bizińgalaktikamızǵa uqsasları S (yaki SA) menen belgilenip, spiral struktura oraylıq quyma – yadrodan baslanadı. SB dep belgileniwshi ekinshi túrinde bolsa spiral shaqapshalar yadro ornında diametr boylap sozılǵan kóbik tárizli strukturanıń ushlarınan baslanadı (*110-súwret*).

Spiral hám elliptik galaktikalar aralıgındaǵı (strukturası boyınsha) galaktikalar linza tárizli galaktikalar (SO) tipin dúzedi.

Nadurıs galaktikalarda yadro bar-joqlıgı bilinbeydi. Sonday-aq, olar aylanba simmetriyalı strukturaǵa da iye emes. Bunday galaktikalarǵa mısal etip, Úlken Magellan bulıtı (ÚMB) hám kishi Magellan Bulitın (KishMB) (olar Saban Jolı átirapında baqlanadı) keltiriwge boladı.

Galaktikanıń sırtqı kórinisi, onıń jası menen baylanıslı bolıp, galaktika evolyuciyasınıń belgili basqıshına sáykes keledi (*111-súwret*).

Galaktikalardıń spektri. Galaktikamızdan sırtqı dumanlıqlardıń (galaktikalardıń) spektri juldızlardıń spektrin esletip, jutılıw sızıqlarınan turadı. Olar quramı boyınsha, A, F hám G klaslarına kiriwshi juldızlardıń spektrinen, tek ǵana ayırım dumanlıqlardıń spektrlerinde ushıraytuǵın, emission sızıqlarınıń bar ekenligi menen ózgeshelenedi. Bunnan baqlanǵan dumanlıqlar, juldızlar sisteması hám diffuz materiyadan quralǵanlıǵı belgili boladı.



111-súwret. Galaktikalardıń evolyuciyası.

Nadurıs galaktikalardıń spektri A ham F spektral klaslarǵa, spiral galaktikalardiki F hám G klaslarına hám elliptik galaktikalardiki G hám K klaslarına kiriwshi juldızlardıń spektrine uqsap ketedi.

Bul – spiral hám nadurıs galaktikalarda baslanǵısh spektral klaslarǵa kiriwshi qaynaq hám jas juldızlardıń kópliginen, elliptik galaktikalar bolsa, salıstırmalı jası ótken, keyingi spektral klaslarǵa kiriwshi juldızlarǵa bay ekenliginen derek beredi. Galaktikalardıń reńine qarap ta, onda kópshilikti quraytuǵın juldızlardıń spektral klasları haqqında juwmaq shıǵarıwǵa boladı. Galaktikalar yaki olardıń bóleklerініń reń kórsitkishleri de juldızlardıń reń korsetkishlerin tabıw jolı menen tabıladı.

Galaktikalarǵa shekem aralıqlardı (r) anıqlawda, dáslep olardıń quramındaǵı sefeidlerdiń period-jarıqlıq baylanısı tiykarında jarıqlıqları tabıladı, keyin olardıń kórinetuǵın juldız úlkenligi tiykarında oǵan shekem (galaktikaǵa shekem de) aralıqtıń $m - M$ modulı arqalı tómendegi kórsetpeden paydalanıp anıqlawǵa boladı:

$$\lg r = 0{,}2(m - M) + 1.$$

Sonday-aq, sırtqı galaktikanıń qızılǵa jılısıw úlkenligi $\Delta\lambda$ ni tabıwdıń imkanı bolǵanda, H – Xabbldıń turaqlılıgı (70 km/s · Mpk) hám jarıqlıq tezligi c járdeminde oǵan shekemgi aralıq

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\cdot c = H\cdot r$$

kórsetpeden ańsat tabıladı, bul jerde $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = z$ ańza dep júritiledi.

60-§. Radiogalaktikalar hám kvazarlar *

Radiogalaktikalar. Radionurlanıw ol yaki bul dárejede derlik barlıq galaktikalarǵa tán qásiyet bolıp tabıladı. Olardıń kópshiliginde radionurlanıw, nurlanıw quwwatınıń azrımaǵan bólegin quraydı. Biraq, sonday galaktikalar bar, olardıń nurlanıwı galaktikanıń optik nurlanıw quwwatı menen salıstırmalı dárejede joqarı, ayırımlarınıkı bolsa, onnan mıńlap, hátte millionlap ese kóp boladı. Bunday galaktikalar radiogalaktikalar dep ataladı. Sonday úlken quwatlı, bizge jaqın jaylasqan radiogalaktikalardan biri Aqquw juldız toparında jatıwshı «Aqquw A» dep ataladı. Spektrdegi qızılǵa jılısıwǵa ($z=0{,}057$) boyınsha anıqlanǵan onıń aralığı shama menen 200 Mpk ge teń. Ol bir-birinen 80 kpk aralıqta jaylasqan radionurlanıwdıń eki jarıq komponentasınan quralǵan. Eń jaqın radiogalaktikalardıń wákili «Kentabr A» bolsa, biziń galaktikamızdan shama menen 4 Mpk aralıqta jatadı. Olardıń radionurlanıwı keri ıssıqlıqqa iye bolıp, magnit maydanlarında relativistik (jarıqlıq tezligine jaqın tezlikler menen háreketleniwshi) elektronlardıń keskin tormozlanıwı aqıbetinde payda bolǵan nurlanıwı menen túsindiriledi.

Kvazarlar. Radiodiapazonda múyesh ólshemi 1″ hám onnan kishi, biraq júdá úlken quwwat penen nurlanatuǵın galaktikamızdan sırtqı – eń uzaqta jaylasqan juldızǵa uqsas obyektlerden biri kvazarlar dep atalıwshı obyektler bolıp tabıladı. Birinshi kvazar 1963-jılı 13-juldız úlkenligindegi bizge jaqın (~630 mln Mpk) radioobyekt sıpatında Súnbile juldız toparında tabılıp, ol 3-Kembrij kataloginde 3C273 at penen dizimge alınǵan. Barlıq diapazondaǵı onıń nurlanıw quwwatı 10^{46}–10^{47} erg/s ǵa teń.

Uzaq dáwirler dawamında bul obyektlerdiń spektrlerin analizlew qıyın boldı. Nátiyjede olardıń spektrinde negizinde ultrafiolet bóleginde jaylasqan kúshsiz sızıqlar qaysı atomlarǵa tiyisli ekenligi tabılǵannan soń, olardıń «qızılǵa jılısıw» úlkenlikleri anıqlandı. Soń Xabbl nızamı tiykarında, olardıń aralıqları hám jarıqlıqları esaplandı. Juwmaǵında olar biziń galaktikamızǵa qatnası bolmaǵan

hám millardlap jarıqlıq jılı aralıqlarda jatıwshı júdá quwwatlı radioobyektler bolıp shıqtı. Házirgi waqıtta bir neshe kvazarlar oylap tabılǵan bolıp, olardıń kópshiligi aralıq 10 millard jarıqlıq jılınan da kóp.

Kvazarlardıń nurlanıw quwwatı tań qalarlıq dárejede joqarı bolıp, jarıqlıqları, keltirip ótkenimizdey 10^{39}–10^{40} W di quraydı. Bul kvazarlar júz millardlap juldızı bolǵan eń quwwatlı galatikalardıń jarıqlıqlarınan 100, hátte 1000 ese kóp quwwat penen nurlanatuǵın aspannıń biybaha obyektleri degeni boladı. Usı qásiyetleri boyınsha kvazarlar Álemniń eń sırlı obyektlerinen bolıp esaplanadı. Spektrinde energiyanıń bólistiriliwi, kishi múyesh ólshemi, ayırım gezleri bolsa, optik hám radionurlanıwdıń ózgeriwsheńligi menen kvazarlar kóbinese galaktikanıń aktiv yadrosın esletedi. Kvazarlar spektrlerindegi emission sızıqlarınıń intensivligi hám keńligi (tezlik 3000 km/s qa shekem baratuǵın) boyınsha Seyfert galaktikasınıń yadrosına da uqsap ketedi. Sol sebepli alımlar házirshe kvazarlardı galaktikalar evolyuciyasınıń onsha uzaq dawam etpeytuǵın bir basqıshı bolsa kerek, dep boljamaqta. Sonday-aq, bazıda olar kvazarlardı gravitacion qısılıwdı basınan keshirip atırǵan hám sol sebepli úlken energiya menen nurlanıp atırǵan milliardlap Quyash massasına iye bolǵan úlken gaz bulıtı quyılması kórinisinde kóz aldına ketiredi.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Qaysı sırtqı galaktika birinshi bolıp oylap tabılǵan?
2. Sırtqı galaktikaǵa shekem aralıqlar qanday jol menen anıqlanadı?
3. Sırtqı galaktikalardıń qanday klasların bilesiz?
4. Galaktikalardıń spektrleri olardıń klasına baylanıslı ma?
5. Radiogalaktikalar dep qanday galaktikaǵa aytıladı?
6. Kvazarlar qaysı diapazonda úlken quwwat penen nurlanıwshı obyektler esaplanadı?

28-TEMA. 61-§. Álemniń keńeyiwi. Xabbl nızamı *

Jerden turıp aspanǵa qaraǵanda, onıń barlıq tárepindegi galaktikalarda qızılǵa jılısıwı baqlanıp, biziń galaktikamız Álemniń orayınan orın alǵan eken dep juwmaq shıǵarıwǵa asıqpaw kerek. Íqtıyarlı sırtqı galaktikadan turıp aspanǵa

qaraǵan boljawlı baqlawshı sırtqı galaktikaǵa qarap, olardıń da qızılǵa jılısıwın baqlaǵan bolar edi.

Eger de áyyemgi dáwirde galaktikalarda keńeyiw tap usınday pátte bolǵan dep oylap kóreyik, onda búgin olardıń keńeyiwi qashan baslanǵanlıgınıń esap-kitabın shıǵarıw múmkinligin túsiniw qıyın emes. Usınday esaplawlar nátiyjesinde alımlar Álemde keńeyiw bunnan 15–20 mlrd jıl aldın baslanǵanlıgın aytadı. Qızıǵı sonda, ótken ásirdiń 1922–1924 jıllarında tanıqlı rus alımı A.A.Fridman Eynshteynniń ulıwma salıstırmalı teoriyası tiykarında, Álemniń modeli statsionar (áhmiyetli) bolmay, ol keńeyiwge yamasa jılısıwǵa meyil bolıwın anıqladı. Kóp ótpey Álemniń keńyiwine tiyisli dáliller anıqlandı. Bul processti tuwrı analizlew arqalı onıń áhmiyetinen xabardar bolamız. Túrli idealistlik hám teologikalıq qaraslardan biytárep bolǵan ilimiy-materialistlik qarasqa tiykar bolıwshı, Álemniń tábiyiy hám real keńeyiw processleriniń ashılıwı, áyyemde júz beriwi múmkinligi joqarı bolǵan «qaynaq partlaw»dıń aqıbeti dewge tiykar boldı.

Búgin «qaynaq partlaw» gipotezasınıń tájriybe mısalında tastıyıqlaytuǵın tiykar bar ma? – degen soraw payda boladı. Gáp sonda, 1965-jılı bul tarawǵa tiyisli úlken ashılıw boldı. Kosmik aspan áyyemde ya juldız, ya galaktika, ya dumanlıqlar joq paytında rawajlanǵan dáwirdiń «elshileri» sanalatuǵın elektromagnit tolqınlarǵa bay bolǵanlıǵı belgili. Bul tolqınlar *birlemshi yaki reliktiv (qaldıq) nurlanıw* dep ataladı. Keltirilgen keńeyiwde tek ǵana galaktikalar sisteması qatnasıp qoymastan, relikt nurlanıw da qatnasatuǵını sır emes. Aqıbette, bunday reliktiv nurlanıwdıń izine túsken amerikalı astronomlar onı kútilmegende tez anıqladı.

Qızıǵı sonda, bul nurlardıń tabılıwı kútilmegende júz bergenine qaramay, qaldıq nurlardıń bar ekenligi astrofizikalıq alımlar tárepinen teoriyalıq tiykarda aldınnan anıqlanǵan edi. Bunday nurdıń bar ekenligi haqqında boljaw hám onıń kosmik keńislikte tabılıwı – dúnyanı hám onıń nızamlıqların biliwdiń isenimli dálilli sıpatında búgin anıq boldı. Metagalaktikanıń (Álemniń kórinetuǵın bólegi) keńeyiw processinde baqlanatuǵın materiya, sıpat ózgerisleriniń barlıq kórinisleri – saqlanıw nızamlarına hesh qanday qarama-qarsılıqsız keshedi hám onı túsindiriwde hesh qanday tábiyattan tıs kúshlerge mútájlik sezilmeydi. Metagalaktika evolyuciyasınıń oylap tabılıwı insan aqılıy aktiviyatiniń úlken utısı sanaladı. Bul utıs insannıń aqıl-sanası, Álemniń jaqın ishki bólegi hám uzaq ótmishke kirip bara alǵanıń kórsetip, insan tárepinen átirap álemin biliwi shegaralanǵanlıǵı tuwrısındaǵı áspananı joqqa shıǵardı. Álem haqqındagı házirgi

zaman túsinikleri tek ǵana tábiyat pánlerine ǵana tiykarlanıp qalmay, onıń evolyuciyası haqqında logikalıq hám filosofiyalıq qaraslarına da súyenedi.

Bunda empirik jol menen tabılǵan «qızılǵa jılısıw» logarifmi hám galaktikalardıń kórinetuǵın juldız úlkenlikleri arasındaǵı sızıqlı baylanıs, yaǵnıy m hám $\lg\upsilon_r$ arasındaǵı usı $\lg\upsilon_r = \lg\left(c\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)$ qatnas, galaktikanıń aralıqları hám uzaqlasıwları arasındaǵı tómendegi $\upsilon_r = c\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = Hr$ baylanıs bar ekenligin bildiredi, bul jerde υ_r – nurlı tezlik; c – jarıqlıq tezligi; $\Delta\lambda$ – qızılǵa jılısıw; H – Xabbl turaqlılıgı; r – sırtqı galaktikaǵa shekemgi araliqtı bildiredi.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Metagalaktika degende Álemniń qanday bólegin túsinesiz?
2. Álemde «qızılǵa jılısıw» dep qanday processke aytıladı?
3. A.Fridman hám A.Eynshteynlerdiń Álemnıń modeli haqqındaǵı pikirleri nelerden ibarat?
4. Reliktiv nurlanıw degende neni túsinesiz? Ol Álemnıń qanday modeline tiykar bolǵan?
5. Xabbl nızamı Álemnıń keńeyiwine tiyisli qanday parametrleri arasındaǵı baylanıstı kórsetedi?

29-TEMA. 62-§. Galaktikalardıń Álemde bólistiriliwi **

Galaktikalardıń keńislikte bólistiriliwin úyreniw de juldızlardıń galaktikada bólistiriliwin úyreniwdegi sıyaqlı bolıp, aspannıń belgili shaqabındaǵı (kóbinshe 1 kvadrat gradusqa) galaktikalar sanı N_m degende usı shaqaptaǵı juldız úlkenligi m hám onnan kishi úlkenliklerdegi galaktikalardıń sanı túsiniledi. Bul mashqala birinshi ret 2,5 metrlik reflektorda aspannıń 1283-shaqabında juldız úlkenlikleri 20^m ǵa shekem obyektler túsirilgen fotosúwretlerin analizlew arqalı E.Xabbl tárepinen 1934-jılı anıqlandı. Xabbl usı jol menen 1 kvadrat graduslı maydanǵa 20^m úlkenlikke shekemgi anıqlıqtaǵı 131 galaktika tuwra keletuǵnın anıqladı. Pútkil aspan sferasına (ol jámi 41253 kvadrat gradustı quraydı) tuwra keletuǵın galaktikalardıń ortasha sanı bolsa $5{,}4\cdot10^6$ ǵa teń bolıp shıqtı. Dúnyadaǵı eń iri teleskop járdeminde 24 juldız úlkenligine shekem obyektlerdi (sonnan,

galaktikalardı da) kóriw múmkinligi itibarǵa alınsa, onda pútkil sferada 1,4 millard galaktikanı baqlaw múmkinligi anıqlanadı (*112-súwret*).

Biziń galaktikamız, Andromeda (M-31), Úshmúyesh juldız toparındaǵı galaktika (M-33), Úlken hám Kishi Magellan búlıtları hám basqa jáne bir qansha juldız sistemaları menen birgelikte (jámi 35 ke jaqın galaktika) *aymaqlı galaktik toparlardı* payda etedi.

112-súwret. Aspannıń úsh onsha úlken bolmaǵan (bir neshe kv gradus bóliminde baqlanatuǵın sırtqı galaktikalar.

Házirgi waqıtta usınday túrdegi 4000 ǵa jaqın galaktikalardıń aymaqlıq toparı belgili bolıp, olardıń ortasha diametri 8 Mpk átirapında. Iri galaktikalıq toparlardıń biri Veronika Shashları juldız toparında proeksiyalanıp, sál kem 40 000 ǵa jaqın galaktikanı óz ishine aladı. Ol bizden 70 Mpk aralıqta jaylasıp, diametri 120 qa shekem sozılǵan. Biziń aymaqlıq toparımızǵa eń jaqın jaylasqan galaktikalıq topar 12 Mpk aralıqta bolıp, ol Sunbile juldız toparına proeksiyalanadı. Onda jeti gigant galaktika (olardan biri «Sunbile A» radiogalaktikası) hám on spiral galaktika baqlandı. Bunday bir neshe ayamqlıq galaktikalar toparın (sonnan biziń aymaqlıq toparımız da) óz ishinde jetilistirilgen hám óz ara dinamikalıq baylanısta bolǵan dúzilme *júdá galaktika* dep ataladı. Júdá galaktikanıń ortasha diametri 40 Mpk menen bahalanadı. Házirde quwwatlı teleskoplar járdeminde, hár biri onlap aymaqlıq galaktikalıq topardı óz ishine alǵan 50 ge jaqın júdá galaktika dizimge alınǵan. Júdá galaktikalardan turatuǵın Álemniń kórinetuǵın bólegi *metagalaktika* dep ataladı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Biziń galaktikamız haqqında nelerdi bilesiz?
2. Galaktikamızdı óz ishine alǵan aymaqlıq galaktikamız, jáne qanday galaktikalardı óz ishine aladı?
3. Júdá galaktikalar galaktikalarınıń qanday sisteması bolıp esaplanadı?
4. Metagalaktikalar degende Álemniń qanday bólegi túsiniledi?

30-TEMA. 63-§. Kosmonavtika predmeti hám onıń basqa pánler menen baylanısı

«Kosmonavtika» sózi grekshe «kosmos» hám «nautike» sózlerinen alınǵan bolıp, «Álem» hám «teńizde júziw» degen mánilerdi ańlatadı. Kosmonavtika predmetine kosmik keńislikte maqsetke muwapıq háreketlerdi úyreniw, avtomatik hám ekipajlı kosmik kemelerdi kosmosqa alıp shıǵıwshı hám basqarılıwshı raketalardı jaratıw sıyaqlı máseleler kiredi. Kosmik apparat tek ǵana keńislikte háreketleniwshi qural bolıp qalmastan, bálki álemdi izertlewdiń pútkilley jańa qurılması da bolıp esaplanadı.

Kosmonavtikanıń barlıq tábiyiy pánler (astronomiya, fizika, biologiya hám matematika) menen baylanıslıgı. Kosmik raketa texnikası *texnikalıq pánlerdiń utıslarına súyenedi*. Kosmik apparat aspanda belgili kosmik obyektke anıq waqıtta jetip barıwı ushın esap-kitaptı alımlar, texnik xızmetkerler *fizika hám astronomiyalıq bilimlerine súyengen halda* ámelge asırdı. Aspan denelerine shekem aralıqlar, olardıń ólshemleri hám basqa fizikalıq parametrleri haqqında astronomlar bir qansha bilimlerdi toplaǵan. Bul maǵlıwmatlar kosmosqa ushıwǵa júdá qol keledi.

Jer atmosferasınıń tıgızlıgı, temperaturası, magnitosferası, radiacion poyasları haqqında maǵlıwmatqa iye bolmay turıp, hesh bir kosmonavt Jer átirapına tikkeley ushırılmaǵan, sonday-aq, Ay tábiyatın bilmey turıp, oǵan qádem qoyılmaǵan bolar edi.

Kosmonavtikanıń payda bolıwı astronomiya pániniń rawajlanıwına úlken úles qosıp kelmekte. Kosmik apparatlar, stansiyalar bortınan aspandaǵı obyektlerdi optik hám kózge kórinbeytuǵın nurlarda (ultrafiolet, infraqızıl, rentgen hám radionurlarda) úyreniw imkanın berip, aqırǵı on jıllıqlarda bizińÁlem obyektleri hám olardıń sistemaları haqqındaǵı bilimlerimizdi misli kórinbegen dárejede bayıttı.

Kosmosqa ushırılıwshı apparatlardıń konstrukciyaların islep shıgıw, olardıń háreketlerin basqarıwda alımlar hám injener-texnik xızmetkerler, *fizikalıq nızamlarǵa súyenedi*. Quwwatlı raketa dvigatellerin qurıwda hám raketa texnikası zárúrliklerin támiyinlew ushın onıń strukturası, basqıshları hám janıwshı ónimlerin tańlaw sıyaqlı máseleler fizikaǵa tiyisli fundamental izertlew islerin alıp barıwǵa tuwra keledi.

Kosmonavtikada raketalardı keńislikke ushırıwda *ximiyalıq bilimlerge de súyeniledi*. Ásirese, kosmik texnika, raketa strukturası, onda qollanilatuǵın materiallardıń bekkemligi, janılgı ónimleriniń quramı, qásiyetlerine joqarı talaplar qoyıladı. ıssılıq shıdamlı, jemirilmeytuǵın hám basqa qásiyetleri boyınsha joqarı kórsetkishlerge iye materiallar, sonday-aq, janılgı ónimleriniń ximiyalıq quramı hám sapasına kosmonavtika oǵada mútáj.

Ásirese, janılgı ónimleriniń sapalı tayarlaw hám basqa kóplegen processler nátiyjeli texnologiyasın islep shıǵarıwda ximiklerdiń ornı ayrıqsha.

Kosmonavtika tarawında izertlewlerdi *matematikasız kóz aldımızǵa keltire almaymız*. Quramalı matematikalıq izertlewler, kosmosqa ushırılatuǵın apparatlardı konstrukciyalaw, tayarlaw hám ushırıwdı ámelge asırıw processlerinde qollanıladı. Ulıwma aytqanda, kosmonavtikaǵa tiyisli hesh bir izertlewdi esap-kitapsız ámelge asırıwǵa bolmaydı.

Aqırgı jılları kosmonavtika *onlaǵan bilogiyalıq tájriybelerdi rejelestirdi* hám *ámelge asırdı*. Túrli kosmik sharayatlarda (vakuum, salmaqsızlıq, radiaciya hám basqalar) insan organizmindegi ózgerisler boyınsha júzlegen medicinalıq-biologik tájriybeler, olardıń keri tásirlerinen adamzattı xabardar etti.

Kosmonavtikanıń atası, onıń ilimiy tiykar salıwshısı sıpatında K.E. Siolkovskiy tán alınǵan. Ol birinshi ret raketa háreketi tezligi formulasın islep shıqqan. K.E. Siolkovskiy birinshilerden bolıp, Jer tartısıw maydanında raketa háreketiniń esap-kitabın islep, raketalardı kosmik tezliklerge eristiriw imkaniyatı bar ekenin tiykarladı. Bul tezlikler járdeminde raketa Jer tartısıw kúshin jeńip, onıń jasalma joldası orbitasına kóterile alıwın, hátte Ayǵa hám planetalar ara sayahatta qatnasa alıwın óz esap-kitabında anıq kórsetti.

XX ásirdiń 20–30-jılları ayrıqsha alımlar gruppası hám raketa dvigatellerin konstrukciyalaw hám sınawdı basladı. Burınǵı Awqamda tútinsiz poroxlı raketalardı qurıw boyınsha birinshi tájriybelerdi ótkiziwge imkan beriwshi –

konstruktorlıq laboratoriya N.I.Tixomirov usınısı menen 1921-jılı iske túsirildi. Keyin ala bul laboratoriya keńeytirilip, 1928-jıldan Gazodinamik laboratoriya (GDL) atın aldı. Onda B.S. Petropavlovskiy, G.E. Langemak, V.P. Glushko hám basqa alımlar dáslepki izertlewshilerden edi.

Raketa háreketlerin úyreniw gruppası (GIRD) raketa qurılısı boyınsha áhmiyetli injenerlik jumıslardı alıp bardı. 1932-jılı Moskvada dúzilgen GIRD baslıgı etip S.P. Korolyov saylandı. GIRDtıń Moskva hám Leningrad gruppalarında V.P. Vetchinkin, F.A. Sander, M.K. Tixorarov, Y.A. Pobedonossev, N.A. Rikin, Y.I.Perelman hám basqa usı sıyaqlı tanıqlı alımlar, injenerler isledi.

Birinshi suyıq janılǵılı raketa «GIRD-09» 1933-jılı 17-avgustta Moskva qasındaǵı Nexabino awılınan nátiyjeli ushırıldı. 1957-jılı ushırıwshı raketa qurıw boyınsha quramalı is juwmaqlandı. Bul jumıs bas konstruktor S.P. Korolyov, zamanagóy kosmonavtikanıń teoriyalıq tiykarın salıwshısı M.V. Keldishler tárepinen ámelge asırıldı. Nátiyjede 4-oktyabr kúni (1957-j) bul raketa járdeminde Jerdiń birinshi jasalma joldası ushırıldı.

1959-jıldan Jerdiń tábiyiy joldası – Ay kosmik apparatlar tárepinen «nıshan»ǵa alına basladı. 1969-jılı AQSH astronavtı N. Armstrong «Apollon-11» de Ay betine qonıp, insannıń ásirlik ármanın ámelge asırdı. 1960-jıllardıń basınan bolsa, planetalar ara avtomatik stansiyalar qońsı planetalardı (dáslep Venera hám Marstı, keyinirek Merkuriydi) izertley basladı. 1972–1973-jılları AQSH óziniń «Úlken tur» dep atalıwshı dástúri boyınsha gigant planetalardı izertlewdi basladı. 1977-jılı usı dástúr boyınsha ushırılǵan AQSHtıń «Voyajer-1» hám «Voyajer-2» avtomatik stanciyaları Neptunǵa shekem (1989-j) barıp jetti.

Kosmonavtika insan xızmetinde. Insannıń kosmostı ózlestiriwı menen baylanıslı iskerligi, oǵan planetamız Jerdiń geologiyalıq baylıqların, tábiyatın hám ıqlımın úyreniwge úlken imkaniyatlar jaratadı. Insan Álemnen Jerge názer salıp, onıń qanshelli kishkene, biybaha hám gózzal ekenligin ańladı. Sonıń menen birge bul názer arqalı ol planetamız ómirine qáwip tuwdırıp atırǵan ekologiyalıq hám demografiyalıq mashqalalardı da kóre aldı.

Ásirese, Jerde energetik apatshılıqtıń aldın alıw ushın Quyash energiyasınan paydalanıw imkanın beriwshi iri kosmik imaratlardıń proektlerin, demografiyalıq apatshılıqtan qutılıw ushın bolsa, Jer átirapı zonasın «ózlestiriw» kosmonavtika sheshiwi lazım bolǵan áhmiyetli wazıypalardan bolıp esaplanadı.

Kosmostan turıp Jerdiń biologiyalıq sferasınıń jaǵdayı menen tanısıw, onıń tábiyiy resursların, toǵay hám awıl xojalıgı jer maydanların úyreniw hám geologiya-izlew isleri ushın maydanlardı belgilew, kosmonavtikanıń eń áhmiyetli wazıypalarınan biri bolıp esaplanadı. Házirgi waqıtta kosmonavtika planetamız bawırında kóbeyip baratırǵan hám qayta isletiwge bolmaytuǵın záhárli hám radioaktiv shiǵındılardı Jerden sırtqa qaray ılaqtırıp taslawdı da rejelestirgen. Sonday-aq, kosmonavtika jaqın on jıllar ishinde kosmosta iri energetik qurılmalardı qurıw, shiyki zat resursların islep shıǵarıw komplekslerin jaylastırıw boyınsha jumıslardı da rejelstirmekte.

Jaqın kosmostı insan ushın xızmet etetuǵın ortalıqqa aylandırıw, basqasha aytqanda, kosmostı ekologizaciyalastırıw, házirgi waqıtta ekologiyalıq artqa ketiwshilik global mashtapta qorshap atırǵan planetamızdı olardıń apatlı aqıbetlerinen qutqarıw kosmonavtikanıń áhmiyetli iskerliginen bolıp esaplanadı.

Sonday-aq, házride, orbital stanciyalarda joqarı vakuum sharayatında oǵada taza metall eritpelerdi alıw, siyrek ushırasatuǵın kristallardı ósiriw, joqarı sapalı taza eritpeler hám taza dárilik preparatlardı tayarlaw isleri boyınsha júdá kóp tájriybeler ótkizilmekte.

Kosmonavtikada keleshekte Aydı hám ayırım asteriodlardıń quramındaǵı materiallarınan paydalanıw boyınsha da úlken jumıslar rejelstirilmekte. Usı maqsetlerdi kózlegen halda, Ayda xalıq jasaytuǵın hám isleytuǵın stanciylardıń proektleri házirde dúnya alımları tárepinen dodalanbaqta.

Jer átirapı keńisliginde eń iri energetik qurılmalardı, sonnan «Quyash fabrikasi»n iske túsiriw boyınsha da proektler tayarlanǵanlıǵı, adamzattı keleshekte energetik apattan qutqarıw sıyaqlı áhmiyetli gumanitar maqsetlerdi kózde tutpaqta.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Kosmonavtika neni úyrenedi?
2. Kosmonavtikanıń basqa pánlar, sonnan, fizika, texnika hám astronomiya menen baylanısı tuwralı nelerdi bilesiz?
3. Kosmonavtikanıń dúziliwinde xızmet kórsetken alımlar hám olardıń iskerligi haqqında bilgenlerińizdi aytıń.
4. GDL hám GIRDlardıń shólkemlestiriwshileri iskerligi haqqında aytıp beriń.
5. Jerdiń birinshi jasalma joldası orbitaǵa qashan shıǵarılǵan?
6. Kosmonavtikanıń sivilizaciyamız rawajlanıwında tutqan ornı qanday?

31-TEMA. 64-§. Raketa háreketi nızamları. Raketanıń tartısıw kúshi

Raketa háreketi nızamları kosmik ushıwlar teoriyasınıń tiykarın quraydı. Kosmonavtika energiyanıń túrli dereklerin qollanıwshı hár túrli raketa dvigatelleri dizimi menen jumıs alıp baradı. Bunda dvigateller tárepinen janılǵı ónimlerin («isshi dene» dep atalatuǵın massanı) bir tárepke shıǵarıw esabınan, háreket muǵdarınıń saqlanıw nızamı boyınsha, qarama-qarsı tárepke baǵdarlanǵan raketaǵa tásir etiwshi kúsh – raketanıń tartısıw kúshin payda etedi (*113-súwret*).

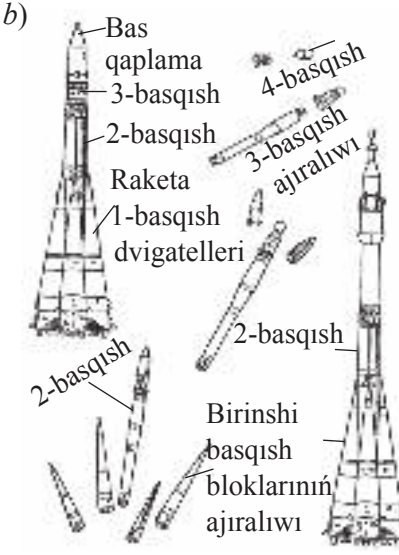
Raketanıń tartısıw kúshi raketadan waqıt birligi ishinde ılaqtırılıp atırǵan «isshi dene» muǵdarına, yaǵnıy massasına hám onıń shıǵıw tezligine baylanıslı boladı, yaǵniy:

$$F = q\,\omega, \qquad (1)$$

bul jerde: q – waqıt birligi ishindegi sarıplanatuǵın massa muǵdarın (kg/s) (massanıń sekundlı sarıplanıwın), ω – ılaqtırılǵan massanıń raketaǵa qaraǵanda tezligin m/s larda belgilesek, F tartısıw kúshi nyutonlarda (N) beriledi.

a)

b)



113-súwret. a) kosmik kemeleriniń ulıwma kórinisi; *b*) kosmik keme ushıw paytında.

Eger (1) formulada onıń oń tárepin Jer sırtında erkin túsiw tezleniwi úlkenligi g=9,8 m/s² ǵa kóbeytip hám bólsek, onda tartısıw kúshiniń tómendegi kórsetpesine erisemiz:

$$F=\omega q=\frac{\omega}{g}\cdot gq \qquad \text{yaki} \qquad F=I_{sal}\,gq, \tag{2}$$

bul jerde $I_{sal}=\frac{\omega}{g}$ – salıstırmalı implus delinip, onıń birligi $\frac{\text{m/s}}{\text{m/s}^2}$ de, yaǵnıy sekundta ólshenedi; onda gh – sekundlı awırlıq sarıplanıwın bildirip $\frac{\text{kG}}{\text{s}}$ da ólshenedi. Tartısıw kúshiniń úlkenligi F bolsa, tartısıw kúshi kG (kilogram-kúsh) de beriledi. Yaǵnıy salıstırmalı implus hár sekundta jarıqlıgınıń kGlarda berilgen sarıplanıwı esabınan payda bolatuǵın hám kGlarda ólshenetuǵın tartısıw kúshin $\frac{\text{kG}}{\text{kG/s}}$ kóriniste xarakterlep, sekundlarda ólshenedi. Basqasha aytqanda, I_{sal} – salıstırmalı implus, sóytse de ω tezlikten basqa birlikte ólshengenine qaramay isshi dene tezligi ω ǵa proporcional boladı, sebebi, ω tezlik, I_{sal} implustan ózgermeytuǵın – g=9,8 m/s² mánili koefficiyentke ǵana parqlanadı – $\omega=g\cdot I_{sal}$.

Endi raketanıń ayir'ım xarakterlik úlkenliklerine toqtap óteyik.

Raketaǵa tartısıw kúshinen basqa jáne bir qansha kúsh – Jerdiń hám basqa – aspan deneleriniń tartısıw kúshi, atmosfera qarsılıǵı, jarıqlıqtıń basım kúshleri tásir etetuǵını belgili. Biraq házir bizdi tartısıw kúshiniń bergen a_{rak} – tezleniwi qızıqtıradı. Mexanikanıń ekinshi nızamı boyınsha ol:

$$a_{rak}=\frac{F}{m}\ , \tag{3}$$

bul jerde, F – tartısıw kúshi úlkenligin, m – raketanıń belgili momenttegi massasın bildiredi. Raketa ushıw paytında onıń massası kemeyip barıp, tezleniwi artadı. Sol sebepli raketa háreketiniń tiykarǵı xarakteristikalarınan biri etip onıń *baslangısh reaktiv tezleniwi* a_{p0}, yaǵnıy baslanǵısh tolıq massası (m_0) paytındaǵı tezleniwi alınadı:

$$a_{p0}=\frac{F}{m_0}\ , \tag{4}$$

bul jerde m_0 – raketa baslanǵısh massasınıń muǵdarın bildiredi. Reaktiv tezleniw raketaǵa basqa kúshler tásir etpegende, yaǵnıy tek ǵana tartısıw kúshi tásirinde

onıń erisetuǵın tezlesiwin xarakterleydi. K.E. Siolkovskiy sózi menen aytqanda, ol raketanıń erkin keńislikte háreketlenip atırǵanda alatuǵın tezlesiwin bildiredi.

Erkin keńislikke jaylastırılǵan raketa dvigatelin iske túsirsek, ol tartısıw kúshin payda etip, raketanı belgili tezlese alıwǵa hám tuwrı sızıq boylap háreketlenip atırǵanda, tezligin arttırıp barıwǵa imkan beredi.

Raketa massası m_0 den m_{ox} – muǵdarına shekem kemeygende, ol qanday tezlikke erisiwin Siolovskiy anıqlaǵan usı formulası járdeminde anıqlawǵa boladı:

$$\upsilon = \omega \ln \frac{m_0}{m_{ox}} = 2{,}30259\ \omega \lg \frac{m_0}{m_{ox}}, \qquad (5)$$

bul jerde ω – janılǵı ónimińiń raketa soplosınan shıǵıw tezligi bolıp, ol ózgermeytuǵın dep qabıl etiledi. Usı formula járdeminde esaplap tabılǵan tezlik raketanıń energetik resursların xarakterleydi hám ideal xarakteristik tezlik dep ataladı. Onı (5) ti tómendegishe jazıwǵa boladı:

$$\frac{m_0}{m_{ox}} = e^{\frac{\upsilon}{\omega}}, \qquad (6)$$

bul jerde $e = 2{,}71828$ natural logarifmniń tiykarın quraydı. Ideal tezlik υ, gaz massasınıń raketadan shıǵıw tezligine (ω) hám Siolkovskiy sanı dep atalıwshı $z = \frac{m_0}{m_{ox}}$ sanǵa baylanıslı boladı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Raketanıń tartısıw kúshi nelerge baylanıslı?
2. Salıstırmalı implus degende ne túsiniledi?
3. Salıstırmalı implus raketanıń tartısıw kúshin xarakterlewshi qanday úlkenlik bolıp esaplanadı?
4. Siolkovskiy formulası járdeminde raketanıń háreketine tiyisli qanday xarakteristlik úlkenlik tabıladı?
5. Raketanıń erisken ideal tezligi dep qanday tezlikke aytıladi?
6. Siolkovskiy sanı dep nege aytıladı?

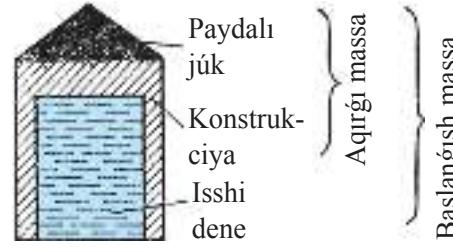
32-TEMA. 64-§. Raketanıń strukturası hám konstruktiv xarakteristikası

Siolkovskiy formulasınıń analizinen belgili bolǵanınday, raketanıń baslanǵısh hám aqırǵı massalarınıń qatnası onıń ushıń eń tiykarǵı xarakterlewshi úlkenlerinen bolıp esaplanadı. Solay bolsa da, raketanıń tezligin belgili úlkenlikke shekem eristiriw ushın onıń baslanǵısh massası m_0 nı eki bólekke: 1) isshi dene massasına hám 2) aqırǵı-qaldıq massasına bólip úyreniw kerek boladı (*114-súwret*). Joqarıda keltirip ótkenimizdey, $\frac{m_0}{m_{ox}}$ Siolkovskiy sanı z delinip, ol isshi deneniń soplodan shıgıw tezligi ω menen birgelikte raketanıń erise alatuǵın tezligi υ nı anıqlawǵa imkan beredi.

Raketa nıń isshi massasız «bos» massası, yaǵnıy m_{ox} raketa konstruksiyasınıń massası m_k hám paydalı massadan m_p turadı. Konstruksiya massasına, raketa konstrukciyasınan basqa onıń barlıq agregatların óz ishine olǵan dvigatel sistemasi, basqarıw sisteması hám de baylanıs hám navigaciya sistemaları kiredi. Paydalı m_p massasına iye ilimiy apparatura, radiotelemetrik sistemalar, kosmik apparatlardı orbitaǵa alıp shıǵıwshı bólekleri hám ekipaj, korpusı hám kemede kosmik ómirdi támiyinlew sisteması menen baylanıslı qurılmalar kiredi. Konstrukciya hám isshi deneniń birgeliktegi massasınıń, konstrukciya massasına qatnası *s raketanıń konstruktiv xarakteristikasın belgileydi*:

$$s=\frac{m_0-m_p}{m_{ox}-m_p}.$$

Hár qanday raketa ushın, ádette, $z<s$ boladı. Eger konstruktorlar sheberlik penen massası boyınsha minimal esaplanǵan raketa konsrtukciyasına maksimum isshi deneni jaylastırǵanda da, raketa tezlgin asırıwdıń bir ǵana jolı qalıp, buǵan raketanıń paydalı júgi m_p ni kemeytiriw esabınan ǵana erisiwge boladı. Paydalı júkten ulıwma



114-súwret. Raketanıń strukturalıq sxeması.

bas keshkende, yağnıy $m_p = 0$ bolğanda $s = z$ boladı. Raketanı konstrukciyalaw paytında paydalı júkten bas keshiwge bolmaydı

$p = \frac{m_0}{m_p}$ kórsetpe *salıstırmalı baslanǵısh massa* delinip, oğan qarama-qarsı úlkenlik $\frac{1}{p}$ bolsa *salıstırmalı paydalı júkleme* yaki *paydalı júkleme koefficienti* dep ataladı. Bul úlkenliklerdi (1) ge qoyıp, s nıń z hám p baylanısın, soń onnan z hám p nıń mánilerin tabıwǵa boladı.

66-§. Ushıw paytında kosmik apparatqa tásir etiwshi kúshler

1. Ushıw paytında KA (kosmik apparat)qa tásir etetuǵın eń áhmiyetli tábiyat kúshlerinen biri – pútkil álem tartısıw kúshi bolıp esaplanadı. Materiallıq deneler arasındağı tartısıw kúshi Nyuton tárepinen oylap tabılğan pútkil álem tartısıw nızamına boysınadı. Onıń matematikalıq kórsetpesi:

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

bul jerde: F – materiallıq deneler arasındağı tartısıw kúshin m_1 hám m_2 – olardıń massaların r – olar arasındağı aralıqtı bildiredi, proporsionallıq koefficienti G bolsa gravitacion turaqlılıq delinip, massalar kg larda, aralıq m (metr)de, kúsh (Nyuton) N da berilgende $6{,}672 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ qa teń máni menen ólshenedi.

2. KAtıń háreketi paytında oğan tásir etetuǵın basqa bir kúsh – *atmosferanıń qarsılıq kúshi.* Ushıw qanshelli pás bálentlikte (Jer sırtına qaraǵanda) júz berse, bul kúsh sonsha úlken boladı, sebebi, bálentlik kemeygen sayın atmosferanıń tıgızlığı artadı. Bunday kúsh *aerodinamikalıq kúsh* dep ataladı.

3. Planetalarara boslıqqa ushıp atırğan KAqa sezilerli tásir etetuǵın jáne bir kúsh bolıp, ol *Quyash nurlanıwınıń basım kúshi* bolıp esaplanadı. Eger KA tıń massası onsha úlken bolmay, beti sezilerli dárejede úlken bolsa, onda Quyash nurlarınıń basım kúshi ushıwlarda jeterlishe úlken bolıp, onı álbette esapqa alıwǵa tuwra keledi.

4. Kosmik keńislikte KA qa kúshsiz bolsa-da tásir etetuǵın basqa bir kúshler *elektr* hám *magnit kúshleri* delinip, olar KAtıń tuwrı sızıqlı háreketine emes, bálkim awırlıq orayı átirapındaǵı aylanba háreketine tásir etedi.

Salmaqsızlıq. Kosmik keńislikte belgili aylanba orbita boylap erkin háreketlenip atırǵan deneniń barlıq noqatları birdey tezlik penen háreketleniwin túsiniw qıyın emes. Kosmik keme hár túrli bólekshelerden quralǵan hám KAqa tek ǵana oraylıq aspan denesiniń tartısıw kúshi tásir etedi dep qaralsa, onıń barlıq bólekleri (detalları)niń tezligi birdeyliginshe qaladı, eger de ózgerse hámmesiniki birdey ózgeredi. Sebebi, gravitacion tezleniw háreketlenip atırǵan deneniń massasına baylanıslı bolmaydı:

$$a_{\text{r}} = \frac{GM_{\oplus}}{r^2},$$

bul jerde: $M_{\oplus}$ – KA detalların tartıp atırǵan deneniń massası (detallardiki emes!) r – KA oraylıq deneden uzaqlıgı bolıp, KK detallarınıń barlıgı ushın birdey dep qaraw múmkin. Soǵan qaray, KA detallarınıń traektoriyaları da birdey bolıp, keńislikte olardı bir-birinen tarqap ketpewin támiynleydi. Solay bolsa da KA bólek detalları arasında basım payda bolmaydı, yaǵnıy bir-birine qaraǵanda salmaǵı joǵaladı. Kosmonavt ózi otırǵan kresloǵa baspaydı, asılǵan lampa shnurǵa kerip tartpaydı, qoyıp jiberilgen qálem stolǵa túspey asılıp qaladı hám taǵı basqa, sebebi, olardıń barlıgınıń tezligi hám tezleniwi birdey boladı. Keme kabinası ishinde pol, potolok degen sózlerdiń mánisi joǵaladı. Keme ishinde denelerdiń óz ara háreketine Jerdiń tartısıw kúshi «aralasa almaydi».

Sırtqı basqa kúshlerdiń (sırtqı ortalıqtıń qarsılıq kúshi, tayanısh reakciya kúshi hám basqalar) payda bolıwı salmaqsızlıqtı joǵaltıp, samaqlılıq halatınıń payda bolıwına sebep boladı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Raketa qanday bóleklerden quralǵan?
2. Raketanıń konstruktiv xarakteristkası degende ne túsiniledi?
3. m_{f}, m_0, m_{k}, m_{ox} raketaǵa tiyisli qanday massalardı xarakterleydi?
4. Ushıw paytında KA qa qanday kúshler tásir etedi?
5. Erkin ushıw paytında qanday shártler orınlanǵanda KA ishinde salmaqsızlıq júz beredi?

33-TEMA. 67-§. Tartısıwdıń oraylıq maydanında háreketlenip atırǵan deneniń orbitaları

Tartısıw maydanı sıpatında alınǵan Jer maydanında háreketlenip atırǵan onıń joldasınıń traektoriyası qanday bolıwın kóreyik. Bunda Quyashtıń jasalma joldası (JJ) berip atırǵan tezleniwdi Quyashtıń Jerge berip atırǵan tezleniwine shama menen teń bolǵanı ushın (olar Quyashtan derlik birdey aralıqta bolǵanı ushın), JJtı tek ǵana Jer tásirinde háreketlentirip atır dep qarawǵa boladı. Sebebi, bunda Quyashtıń joldasına berip atırǵan shetletiwshi tezleniwi onıń Jerge hám Joldasqa berip atırǵan tezleniwine qaraǵanda júdá kishkene bolǵanlıqtan esapqa almawǵa boladı.

Áne sonıń ushın da shamalap esaplawlarda, KA tıń háreketi tek ǵana Jer tásirinde bolıp atır dep, qaraladı, basqasha aytqanda, háreket shegaralanǵan eki dene sheńberinde úyreniledi. Bul jaǵday jasalma joldas orbitasın esaplawda úlken qolaylılıq tuwdıradı. Aspan denesin bir jınıslı sharlı zat, yaki eń keminde bir-birine salınǵan bir jınıslı birdey qalınlıqtaǵı sferik qatlamlardan turadı dep esaplayıq. Onda deneniń tolıq massası onıń orayında (noqat kórinisinde) janlantırılǵan tartısıw qásiyetine iye boladı. Bunday tartısıw maydanı, esletip ótkenimizdey, *tartısıwdıń oraylıq maydanı* (TOM) dep ataladı.

Aldın biz «eki dene máselesi»nde (27-§) tartısıwdıń oraylıq maydanı tuwralı aytıp, onıń ápiwayı tartısıw maydanınan ajıralıp turıwshı qásiyeti haqqında toqtap ótken edik. Eger ıqtıyarlı tartısıw maydanında háreketlenip atırǵan R radiuslı deneniń tartısıw maydanın beriwshi M denesinen jeterlishe úlken r aralıqta bolsa (yaǵnıy r>>R), onda hár qanday tartısıw maydanı denege TOM sıyaqlı tásir etiwin aytıp ótken edik. Energiyanıń saqlanıw nızamı boyınsha tartısıwdıń maydanında háreketlenip atırǵan m massalı deneniń oraylıq M massalı denesinen r aralıqtaǵı tezligi υ_r, onıń baslanǵısh $\upsilon°$ tezligi menen baslawın bildiriwshi tómendegi formula aspan mexanikasında energiya integralı dep at algan:

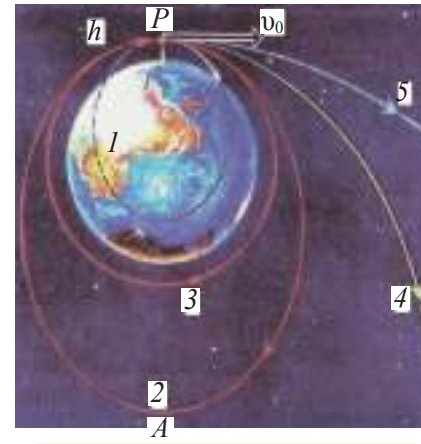
$$\upsilon_r^2 = \upsilon_0^2 - \frac{2GM}{r_0}\cdot\left(1-\frac{r_0}{r}\right) \quad \text{yaki} \quad \upsilon_r^2 = \upsilon_0^2 - \frac{2K}{r_0}\cdot\left(1-\frac{r_0}{r}\right), \qquad (1)$$

bul jerde $K=GM$, oraylıq maydanın bildiriwshi, deneniń gravitacion parametri delinip, Jer ushın $K_\oplus = 3{,}99\cdot 10^5$ km^3/s^2, Quyash ushın $K_\odot = 1{,}33\cdot 10^{11}$ km^3/s^2, Ay ushın bolsa $4{,}9\cdot 10^3$ km^3/s^2 ge teń boladı.

Ol tartısıwdıń oraylıq maydanı ushın $r \approx R$ bolǵan jaǵday da orınlı boladı. Tómende tartısıwdıń oraylıq maydanında háreketlenip atırǵan deneniń háreket traektoriyaları menen tanısamız.

Kosmik apparattıń oraylıq maydanında (mısalımızda Jer maydanında) baqlanatuǵın háreket traektoriyaların tórt gruppaǵa ajıratıwǵa boladı:

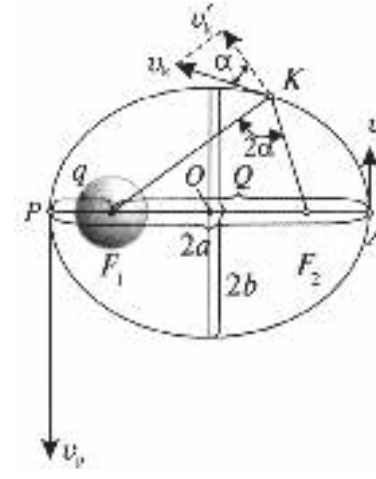
1. *Tuwrı sızıqlı háreket.* Eger belgili bálentlikte turǵan deneniń baslanǵısh tezligi nolge teń bolǵan jaǵdayda qoyıp jiberilse, ol oraylıq maydandı beriwshi dene orayına qaray tik túsedi. Deneniń baslanǵısh tezligi orayına yamasa oǵan qarama-qarsı tárepke radial baǵdarlanǵanda baslangısh úlken tezlik penen ılaqtırılsa, onıń háreketi de tuwrı sızıq boylap baqlanadı. Basqa barlıq jaǵdaylarda deneniń tuwrı sızıq boylap háreketleniwi baqlanbaydı.



115-súwret. Tartısıwdıń oraylıq maydanında deneniń elliptik traektoriya boylap háreketi.

2. *Elliptik traektoriya boylap háreket.* Eger KA tıń baslanǵısh tezligi radial jónelisten ózgeshelenip, ol P noqattan gorizontal túrde ılaqtırılsa onda onıń háreket traektoriyası oraylıq deneniń tartısıwı sebepli, álbette, iyiledi. Bunda onıń jolı da barháma baslanǵish tezlik vektorı hám Jer orayı arqalı ótiwshi tegislikte jatadı. Eger KA tıń baslangısh tezligi Jer ushın birinshi kosmik tezlikten úlken, ekinshisinen kishi bolsa, onıń traektoriyası ellipsti beredi (*115-súwret*). Bul ellips tartısıwshı aspan denesiniń sırtın kesip ótpese, KA deneniń jasalma joldasına, aspan denesiniń orayı bolsa ellips fokuslarınıń birine aylanadı.

Ellipstiń fokusları dep sonday noqatlarǵa aytıladı, bul noqatlar menen ellipstiń ıqtıyarlı noqatın tutastırıwshı liniyalar jıyındısı ózger-meytuǵın



116-súwret. Tartısıwdıń oraylıq maydanında deneniń háreket traektoriyaları (mısal sıpatında Jer tartısıw maydanında KA tıń háreketi keltirilgen).

boladi. Ellipstiń hár eki fokusı arqalı ótken oǵı onıń *úlken oǵı* dep ataladı. Úlken oqtıń yarımı *úlken yarım* oq delinip, joldasınıń aspan denesinen ortasha uzaqlıgın xarakterleydi hám a háribi menen belgilenedi. Bunda ellipstiń ıqtıyarlı K noqatında joldasınıń tezligi υ onıń tartısıw orayınan uzaqlıgı r_k hám ellipstiń úlken yarım oǵı a menen tómedegishe baylanǵan bolıp, ol energiya integralınıń usı jańa kórinisinde boladı:

$$\upsilon^2 = K\left(\frac{2}{r_k} - \frac{1}{a}\right). \qquad (2)$$

Bul formulada K Jerdiń gravitacion parametrin xarakterleydi. Tartısıwdıń oraylıq maydanında ellips boylap háreketlenetuǵın deneniń periodı T bolsa, Kepler nızamı boyınsha onıń menen ellips úlken yarım oǵı a arasındaǵı tómendegi qatnastan tabıladı:

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \quad \text{yaki} \quad T = \frac{2\pi}{\sqrt{K}} a^{\frac{3}{2}}. \qquad (3)$$

Oraylıq deneniń eń kishi hám eń úlken aralıqtaǵı ellips noqatları (*115-súwret*te P hám A noqatlar) pericentr hám apocentr dep ataladı. Eger tartısıwshı dene Jer bolsa, ol noqatlar *perigey* hám *apogey* dep, Quyash bolsa, *perigeliy* hám *afeliy* dep ataladı. Bunda KA tıń perigeydegi tezligi (υ_p) maksimum, apogeydegisi bolsa (υ_a) minimum mánige iye boladı. Háreket muǵdarı momentiniń saqlanıw nızamınan bul tezlik óz ara tómendegishe baylanısadı:

$$m_0 \cdot \upsilon_p \cdot r_p = m_0 \cdot \upsilon_a \cdot r_a \quad \text{yoki} \quad \upsilon_p \cdot r_p = \upsilon_a \cdot r_a, \qquad (4)$$

bul jerde r_p hám r_a – perigey hám apogey noqatlarınıń Jer orayınan uzaqlıqları.

Eger oraylıq dene (mısal ushın Jer) sırtınan belgili h bálentlikte P noqattan (*115-súwret*ke qarań) baslanǵısh gorizontal tezlik penen kosmik apparat ushırılsa, P noqat baslanǵısh tezliktiń úlkenligine baylanısli túrde, orbitanıń perigey yaki apogeyge (*115-súwret 1*-hám *2*-orbitalar) aylanadı. Tezliktiń belgili mánilerinde ol aylana boylap háreketlenip (*115-súwret*. *3*-orbita), aylanba orbita radiusı r bolsa, onda:

$$\upsilon_{ayl.}^2 = \frac{K_\oplus}{r} \quad \text{yaki} \quad \upsilon_{ayl.} = \sqrt{\frac{K_\oplus}{r}} \qquad (5)$$

boladı, bul jerde $K_\oplus$ – Jerdiń gravitacion parametrleri ekenligin bilgen halda, onnan ıqtıyarlı r aralıqtaǵı aylanba orbitasına sáykes tezlikti ańsat tabıwǵa boladı. Bunda $R_\oplus$ – Jerdiń radiusına teń bolsa, onda usı kórsetpe Jer ushın:

$$\upsilon_I = \sqrt{\frac{K_\oplus}{R_\oplus}} \qquad (6)$$

birinshi kosmik tezlikti bildiredi, onıń mánisi 7,91 km/s qa teń.

3. *Parabolik traektoriya boylap háreket.* Apogeyi sheksizlikte «jatqan» elliptik orbita sózsiz ellips bola almaydı (*115-súwret, 4*-orbita). Bunda KA tartısıw orayınan sheksiz uzaqlıqqa ketip, jabıq bolmaǵan iyrek sızıq – parabola boylap háreketlenedi. Kosmik apparat tartısıw orayınan uzaqlasqan sayın tezligi kemeyip baradı. Ellips boylap hárekette tezlikti esaplaw formulası (1) nan sheksizlikte $\alpha \to \infty$ bolıwın itibarǵa alıp, dáslepki r_0 aralıqta parabolik orbitanı támiyinleytuǵın baslanǵısh tezliktiń úlkenligi υ_0 di tabamız, onda:

$$\upsilon_0^2 = \frac{2K}{r_0} \quad \text{yaki} \quad \upsilon_0 = \sqrt{\frac{2K}{r_0}} \qquad (7)$$

boyınsha esaplanǵan tezlik parabolik yaki *erkinlik tezligi* delinedi, sebebi, bunday tezlikke eriskennen soń, KA parabola boylap háreketlenip, tartısıw orayına qaytpaydı, basqasha aytqanda, erkinlik aladı.

Eger $r = R_\oplus$ – Jerdiń radiusına teń dep alınsa,

$$\upsilon_{II} = \sqrt{\frac{2K_\oplus}{R_\oplus}} \qquad (8)$$

bolıp, ol *ekinshi kosmik tezlik* dep ataladı, ol Jer ushın onıń mánisi 11,186 km/s tı quraydı.

Birinshi hám ekinshi kosmik tezlikti salıstırıp:

$$\upsilon_{II} = \upsilon_{erk} = \upsilon_1 \cdot \sqrt{2} \quad \text{yaki} \quad \upsilon_{erk} = 1{,}414\ \upsilon_I \quad \text{bolıwın tabamız.}$$

Endi bul teńlikten paydalanıp, energiya integralın jazsaq, tartısıw maydanında oraylıq deneden r aralıqtaǵı tezligi

$$\upsilon_r^2 = \upsilon_0^2 - \upsilon_{erk}^2 \cdot \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) \qquad (9)$$

shıǵadı. Bul jerden $r \to \infty$ bolsa: $\upsilon^2{}_r = \upsilon^2{}_0 - \upsilon^2{}_{erk}$ boladı. Bunnan sheksizlikte $\upsilon = 0$ bolıwı kórinedi, sebebi, $\upsilon_0 = \upsilon_{erk}$, parabolik orbitaǵa shıgıwı ushın $\upsilon_0 = \upsilon_{II}$ bolıwı kerek.

4. *Giperbolik traektoriyalar*. Eger KA parabolik tezlikten úlken tezlikke erisse, ol bul jaǵdayda da ashıq iyrek sızıqlar boylap háreketlenip, «sheksizlikke jetedi», biraq bunda onıń traektoriyası giperbola (*115-súwret*, *5*-orbita) kórinisin aladı. Bul jaǵdayda KA tıń sheksizliktegi tezligi nolge teń bolmaydı. Sonda da tartısıw orayınan uzaqlasqan sayın onıń tezligi úzliksiz kemeyip barsa da, biraq ol $r \to \infty$ bolǵanda (9) kórsetpeden tabılıwshı usı υ_∞ tezlikten kem bola almaydı:

$$\upsilon_\infty^2 = \upsilon_0^2 - \upsilon_{\text{erk}}^2 \qquad (10)$$

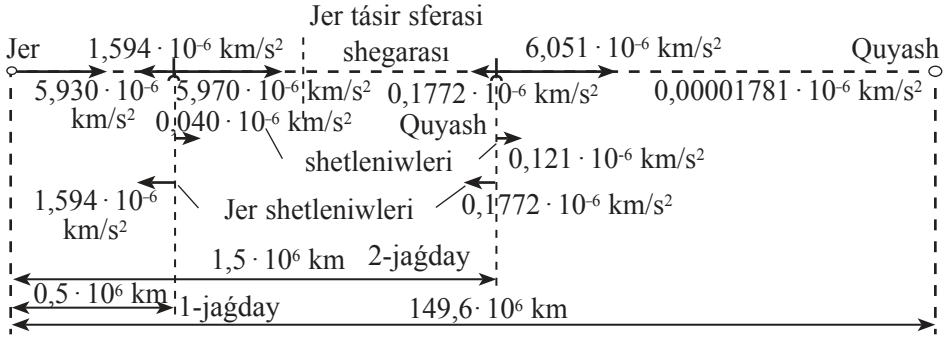
bul jerde υ_∞ tezlikti qaldıq tezlik (bazı da tezliktiń giperbolik arttırılıwı) dep ataladı. Giperbolik traektoriya tartısıw orayınan uzaqta, *giperbolanıń asimptotaları* dep atalıwshı tuwrı sızıqlarınan derlik ajıralıp turmaydı. Sonıń ushın da úlken uzaqlıqta giperbolik traektoriyasın tuwrı sızıqlı traektoriya dewge de boladı. Parabolik hám giperbolik traektoriyalarda joqarıdaǵı eki teńleme de orınlı bola beredi. Tartısıw maydanında KA tıń háreketi birinshi bolıp planetalar háreketiniń elliptik formasın tapqan hám olardıń háreket nızamların anıqlaǵan nemis alımı I.Kepler atına *keplershe háreket* dep ataladı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Tartısıwdıń oraylıq maydanında háreketlenip atırǵan deneniń traektoriyası onıń baslanǵısh tezligine baylanıslı ma?
2. Energiya integralı formulasınıń kórinisi qanday fizikalıq úlkenlikler arasındaǵı baylanıstı bildiredi?
3. Ellips boylap háreketlenip atırǵan deneniń dáwiri qalay tabıladı?
4. Birinshi hám ekinshi kosmik tezlikler dep qanday tezliklerge aytıladı?
5. Parabolik hám giperbolik traektoriyalar boylap háreketlenip atırǵan KA lardıń sheksizliktegi tezliklerinde qanday ózgeshelik bar?

34-TEMA. 68-§. Tásir sferası hám kosmik apparat traektoriyaların shamalap esaplaw

KA tıń keplershe orbitaları real aspan deneleri ushın negizinde ámelge asırıp bolmaytuǵın orbitalar. Sebebi – oraylıq aspan denesi anıq sferik simmetriyaǵa iye bolmaǵanı ushın onıń maydanı da oraylıq bola almaydı. Sirtqı aspan deneleriniń



117-súwret. Jerden hám Quyashtan berilip atırǵan shetleniwshilerdi esaplaw.

tásiri hám de basqa faktorlar, dene háreketin úyreniwde itibarǵa alınıwı kerek. Biraq, keplershe háreket sol dárejede ápiwayı hám sol dárejede jaqsı úyrenilgenligi ushın, onnan keshiwge bolmaydı. Sonıń ushın da kepler orbitası tayanısh orbita sıpatında qabıl etilip, basqa halatlar beretuǵın shetlentiriwler esap-kitapta ayrıqsha itibarǵa alınadı, basqasha aytqanda, deneniń háreket traektoriyasın anıqlastıradı.

Basqa aspan deneleri tárepinen Jer átirapında háreketleniwshi KA qa beriletuǵın gravitacion shetleniwlerdi eki jaǵday ushın esaplayıq. Bunda shetlentiriwshi sırtqı aspan denesi Quyash bolsın (*117-súwret*).

I jaǵday. Quyash penen Jerdi tutastırıwshı tuwrı sızıq boylap Jerden 500 000 km aralıqtaǵı kosmik apparat Quyashtan 149 100 000 km aralıqta bolıp, oǵan Jer beretuǵın tezleniw $1{,}594 \cdot 10^{-6}$ km/s^2, Quyashdiki bolsa – $5{,}970 \cdot 10^{-6}$ km/s^2 ti quraydı.

1. Eger bizdi KAtıń geosentrik háreketi qızıqtırsa, shetlentiriwshi tezleniw Quyashtan KA hám Jer alatuǵın tezleniwlerdiń parqına teń bolıp ($5{,}970 \cdot 10^{-6} - 1{,}594 \cdot 10^{-6}$) km/s^2 = $0{,}040 \cdot 10^{-6}$ km/s^2 quraydı. Bul KA qa Jer beretuǵın tezleniwdiń 2,5% in ǵana quraydı.

2. Endi Jerden bunday aralıqta KA tıń geliosentrik háreketin úyrenetuǵın bolsaq, onda Jerdiń KAqa beretuǵın tezleniwi ($1{,}594 \cdot 10^{-6}$ km/s^2) hám Quyashqa beretuǵın tezleniwi ($0{,}00001781 \cdot 10^{-6}$ km/s^2)leriniń parqı Quyashtıń KAqa beretuǵın tezleniwi $5{,}97 \cdot 10^{-6}$ km/s^2 ushın shetlentiriwshi tezlesiw bolıp, ol $1{,}594 \cdot 10^{-6}$ km/s^2 , yaǵnıy oraylıq dene Quyashtıń KAqa beretuǵın tezlesiwiniń 26,7% ti quraydı. Demek, geliosentrik háreketke Jerdiń shetlentiriwshi tezle-

niwleriniń tásiri júdá sezilerli ekenligi anıqlanadı. Solay bolsa da, 1-jaǵdayda KA Jer átirapında geosentrik hárekette dep aytıw tuwrı boladı eken, dep juwmaq shıǵarıwǵa boladı.

II jaǵday. Endi KAtı Jer-Quyash sızıǵı boyınsha Jerden 1 500 000 km, Quyashtan bolsa 148 100 000 km aralıqta turǵan jaǵday ushın kórip óteyik.

1. Dáslep KA Jer átirapında *geosentrik traektoriya* boylap aylanǵanda, Quyash beretuǵın shetlentiriwshi tezlesiw úlkenligin anıqlayıq. *117-súwrette* kórinip turǵanınday, bunda KA tıń Jer tásirinde alatuǵın tezleniwi $0{,}1772 \cdot 10^{-6}$ km/s^2 ti quraydı. KA tıń Quyash tásirinde alatuǵın tezleniwi $6{,}051 \cdot 10^{-6}$ km/s^{2}qa teń boladı. Endi Jerdiń Quyashtan alatuǵın tezleniwi ($5{,}930 \cdot 10^{-6}$ km/s^2) boyınsha, Quyashtıń shetlentiriwshi tezlesiwi ($6{,}051 \cdot 10^{-6} - 5{,}930 \cdot 10^{-6}$) km/s^2 = $0{,}121 \cdot 10^{-6}$ km/s^2 ekenligi bolıp, ol KA tıń Jerden alatuǵın $0{,}1772 \cdot 10^{-6}$ km/s^2 tezlesiwiniń 68,3%in quraydı.

2. Endi KA Quyash átirapında *geliosentrik traektoriya* boylap aylanıp atır dep qarap, oǵan Jer beretuǵın shetlentiriwshi tezlesiwi esaplasaq, ol Jerdiń KAqa beretuǵın $0{,}1772 \cdot 10^{-6}$ km/s^2 tezlesiwinen Jerdiń Quyashqa beretuǵın tezlesiwi ($0{,}00001781 \cdot 10^{-6}$ km/s^2) ayırmasına teń bolıp, ol shama menen $0{,}1772 \cdot 10^{-6}$ km/s^2 boladı. Onı Quyashtıń KAqa beretuǵın $6{,}051 \cdot 10^{-6}$ km/s^2 tezleniwi menen salıstırsaq, Jerdiń KAqa beretuǵın shetlentiriwshi tezlesiwi $0{,}1772 \cdot 10^{-6}$ km/s^2 bolıp, ol Quyashtıń KAtı geliosentrik traektoriya boylap háreketleniwshi tezlesiwiniń ($6{,}051 \cdot 10^{-6}$ km/s^2) barı-joǵı 3%in ǵana quraytuǵını belgili boladı. Solay bolsa da, bunday aralıqta KA Jer átirapında geosentrik emes, al Quyash átirapında geliosentrik traektoriya boylap háreketlenip atır dew tuwrılaw bolıwın bildiredi (Jer beretuǵın shetlentiriwshi tezlesiwi júdá kishi bolǵanı ushın).

Usı túrdegi traektoriyalardıń esap-kitabın keńisliktiń barlıq – Jer-Quyash tuwrı sızıǵında jatpaytuǵın noqatları ushın da (bunda tek ǵana KAqa Jer hám Quyash beretuǵın tezlesiwler vektorlarınıń ayırmashılıǵı alınadı) orınlasaq, I jaǵdayda hár bir noqat KAtı Jer átirapında geosentrik traektoriya boylap háreketleniwiniń maqul ekenligin kórsetip, II jaǵdayda keńisliktiń barlıq basqa noqatlarında jatıp, KAtı geliosentrik traektoriya boylap, yaǵnıy orayı Quyash bolǵan noqat átirapında keplershe traektoriya boylap ayalnıp atır dep qaraw maqul ekenligin kórsetti. Bul noqatlardıń matematikalıq analizi kórsetilgen taraw shegarası Jer átirapında jatıwshı sferaǵa jaqın bolǵanı ushın, ol ápiwayılılıq ushın kosmonavtikada anıq sfera sıpatında qabıl etilip, Jerdiń tásir sferası dep ataladı. Jer tásir sferasınıń Quyashqa qaraǵanda radiusı 925 000 km, Ay tásir sferasınıń

Jerge qaraǵanda radiusı 66 000 km, Quyashtıń galaktika orayına salıstırmalı anıqlanǵan tásir sferasınıń radiusı bolsa 9×10^{12} km ≈1 j.j ge teń ekenligin kórsetedi.

Araları *a* bolǵan *m* massalı deneniń qasında jaylasqan M massası denege salıstırǵanda tásir sferasınıń radiusı (bunda $m<<M$):

$$\rho = a\left(\frac{m}{M}\right)^{\frac{2}{5}}$$

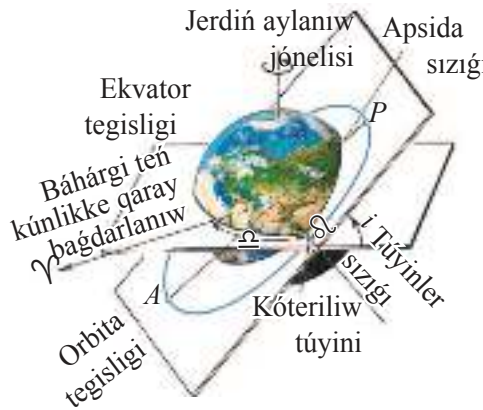
kórsetpeden tabıladı.

KA dene tásir sferasınıń shegarasın kesip ótip atırǵanda, ol tartısıwdıń bir oraylıq maydanınan ekinshisine ótedi. KA tıń hár bir tartısıw maydanındaǵı háreketi usı maydanlarǵa salıstırmalı bólek-bólek keplershe orbitanı (konus kespelerinen birin) quraydı. Tásir sferasının shegarasındaǵı kosmik apparattıń háreket traektoriyası bolsa belgili qaǵıydalar boyınsha «jalǵanadı». KA traektoriyaların esaplawdıń shamalaw metodınıń tiykarǵı mánisi sonda, ol bazıda *konus kesimlerin óz ara tutastırıw metodı* dep te ataladı.

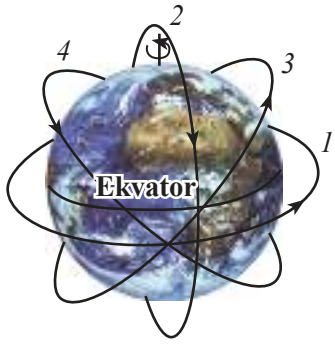
35-TEMA. 69-§. Jer jasalma joldaslarınıń orbita elementleri

Jer átirapı keńisliginde háreketlenip atırǵan jasalma joldastıń háreketi Jer átirapı ushıwları dep júritiledi. Aspan mexanikası kóz-qarasınan Jer átirapı keńisligi degende, Jer tásiri menen shegaralanǵan taraw túsinilip, onda deneniń háreketin tek ǵana Jerdiń tartısıw maydanında baqlanıp atır dep qarawǵa boladı. *118-súwrette* Jer keńisliginde aylanıp atırǵan Jer jaslama joldasınıń orbitası súwretlengen bolıp, ol jerdegi *P* hám *A* noqatları, joldastıń perigey hám apogey noqatlarına tuwra keledi.

Súwretten kórinip turǵanınday, Jer jasalma joldasınıń orbita tegisligi Jer ekvatorı tegisligi menen *túyinler sızıǵı* dep atalıwshı tuwrı sızıq boyınsha kesisedi.



118-súwret. Jasalma joldastıń orbita elementleri.



119-súwret. Ekvatorial (*1*), polyuslı (*2*), tuwrı (*3*) hám qarama-qarsı (*4*) joldaslar.

Bunda kóteriliw túyini jasalma joldas-tıń Jer ekvatorı batıs yarım sharınan arqa yarım sharına shekem kesip ótiw noqatı bolıp, batıw túyininde bolsa kerisinshe boladı. Bunnan kórinip turǵaninday, JJtıń orbita tegisligi, geografikalıq keńligi, onıń tegisliginiń Jer ekvatorına agıw-shańlıgınan (yaǵnıy I múyeshinen) úlken bolmaǵan Jer sharı territoriyaları ústinen ushıp ótedi. JJtıń bálentligi jeterli dárejede úlken bolǵanda $\varphi > i$ rayonlardan da joldastı kóriwge boladı.

JJ lardıń tómendegi orbita elementleri bar:

1) i – JJ orbitanıń Jer ekvatorı tegisligine aǵıwshańlıǵı $i=90°$ bolǵanda *ol polyuslı joldas* (*119-súwret*, *2*-orbita) dep, $i=0°$ bolǵanda *ekvatorial joldas* (*119-súwret*, *1*-orbita) dep ataladı. JJtıń háreket jolı, Jer aylanıwı baǵdarına sáykes kelse, ol tuwrı (*119-súwret*, *3*-orbita), kerisinshe bolǵanda bolsa *qarama-qarsı joldas* (*119-súwret*, *4*-orbita) dep ataladı. ($i>90°$ – joldaslar Jerdiń aylanıw jónelisine qarama-qarsı háreketlenedi); 2) h_a – JJ apogeyiniń bálentligi; 3) h_p – onıń perigeyiniń bálentligi; 4) T – JJ tıń ayalanıw dáwiri; 5) a – JJ orbitasınıń úlken yarım oǵı; 6) e – JJ orbitasınıń ekssentrisiteti; 7) Ω – kóteriliw túyininiń Jer ekvatorı tegisligindegi báhárgi teńkúnlikke qaray tartılǵan jónelisten múyesh uzaqlıǵı bolıp, Ω nıń uzınlıǵın xarakterleydi. Ekvator ústinde Jer menen birdey dáwirde (24^h) aylanıwshı jasalma joldaslar *geostatcionar joldaslar* dep ataladı.

70-§. Jer atmosferasında joldas orbitasınıń evolyuciyası

Jer atmosferasınıń jasalma joldas háreketine qarsılıq kúshi usı formuladan tabıladı:

$$F_{\text{qarsı}} = cS\frac{\rho\upsilon_{o.q}}{2},$$

bul jerde c – atmosferasınıń joqarı qatlamları ushın úlkenligi 2–2,5 bolǵan ólshemsiz qarsılıq koefficiyentin; S – joldastıń háreket joldasına tik bolǵan maksimal kesim betin; ρ – atmosfera tıǵızlıgın, $\upsilon_{o.q}$ bolsa, joldastıń sırtqı ortalıqqa qaray tezligin belgileydi.

Atmosfera qarsılıgı tásirinde payda bolǵan shetlentiriwshi tezlesiw joldastıń massasına qarama-qarsı proporcional bolıp, onıń kesesine kesim júzine tuwra proporcional bolıp esaplanadı. Sol sebepli ishi derlik bos bolǵan joldasqa atmosfera qarsılıǵınıń tásiri júdá kúshli boladı. Tap usı faktor tómengi orbitaǵa shıǵarılǵan tasıwshı raketanıń joldastan ajıratılǵan hám janılǵıdan bosaǵan aqırǵı basqıshı atmosfera qarsılıǵın, ilimiy apparaturalar tıǵız jaylastırılǵan konteynerge salıstırmalı kúshli «sezilip», tezden arqada qalıwdı támiyinleydi.

120-súwret. Jer orbitasına jasalma joldastıń túsiwi: túsiw orbitalarınıń kórinisi.

Qarsılıq kúshi sebepli joldas háreketine tásir etiwshi shetlentiriwshi tezlesiwlerdiń úlkenligi 200 km bálentlikte $2{,}2 \cdot 10^{-4}$ m/s^2 di, 400 km bálentlikte $3{,}1 \cdot 10^{-6}$ m/s^2 di, 800 km bálentlikte bolsa barı-joǵı $2{,}6 \cdot 10^{-8}$ m/s^2 di quraydı. Joldas 100 km bálentlikte ushıp atırǵanda bunday tezlesiwdiń muǵdarı sezilerli dárejede úlken bolıp, 30 m/s^2 qa teń boladı.

110–120 km bálentlikten páske atmosferanıń tıǵızlıǵı keskin artıwınan JJ gezektegi aylanıwın juwmaqlay almaydı. Bunda onıń traektoriyası qol saatı prujinasınıń spiralı kórinisinde bolıp, JJ hár sapar perigeyden ótiwde tezligi keskin kemeyip baradı (*120-súwret*).

Atmosferada joldas háreketiniń tormozlanıw procesin dıqqat penen úyreniw atmosfera joqarı qatlamlarınıń tıǵızlıqların esaplawǵa imkan berip, ʊ quwatlı teoriyalıq hám ámeliy juwmaqlarǵa alıp keledi.

Jasalma joldas orbitasın belgili maqsetti gózlep hár qanday ózgertiw (tezletiw, tormozlaw, burıw) *orbital manyovrlar* dep ataladı. Kosmonavtikada kópshilik jaǵdaylarda joldas orbitasın kóp impluslı usınday manyovorlar járdeminde ózgertiwge tuwra keledi. Keyingi paragraflarda usınday halatlardan ayırımları menen tanısamız.

Soraw hám tapsırmalar:

1. JJ tıń qanday orbita elementlerin bilesiz?
2. Tuwrı hám qarama-qarsı joldaslar dep qanday JJlarǵa aytıladı? Polyuslı hám ekvatorial joldaslar degenimiz ne?
3. Jer atmosferasınıń JJ háreketine qarsılıǵı qalay tabıladı?
4. Geostacionar joldaslar dep qanday JJlarǵa aytıladı?

36-TEMA. 71-§. Orbital manyovrlar. Jasalma joldas orbita tegisligin ózgertiw

1-metod. Zárúr bolǵanda (JJ) jasalma joldas orbita tegisligin belgili múyeshke ózgertiw úlken energiya sarıplanıwı menen ámelge asırıladı. Máselen, aylanba orbitada υ tezlik penen háreketlenip atırǵan JJ tezliginiń mánisin ózgertpegen halda, onıń orbitasın a múyeshke burıw talap etilsin. Onda bunıń ushın kerekli bolǵan Δυ tezlik implusınıń úlkenligi, *121-súwrettegi* tezlikler (υ_0 – dáslepki, $\upsilon_{n.t.}$ – orbita tegisligi α múyeshke burılatuǵın keyingi nátiyjeli Δυ – talap etiletuǵın manyovr tezligin xarakterleydi) vektorlarınıń qosılıwınan quralǵan teń qaptallı úshmúyeshligi boyınsha, usı tómendegi formuladan tabıladi:

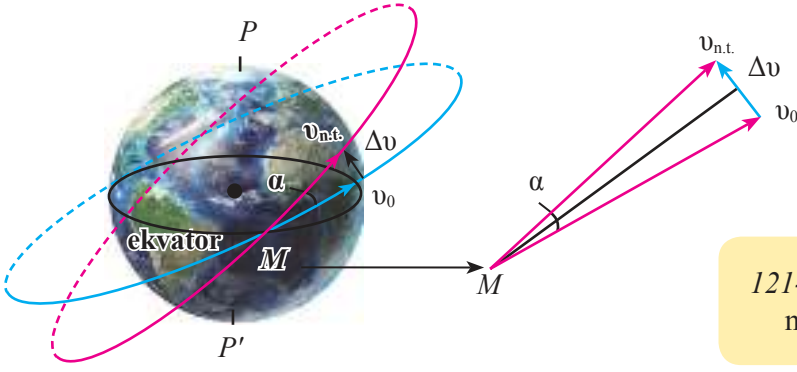
$$\frac{\Delta\upsilon}{2} = \upsilon_0 \sin\frac{\alpha}{2}, \text{ bunda } \Delta\upsilon = 2\ \upsilon_0 \sin\frac{\alpha}{2}. \qquad (1)$$

Eger joldas orbitası tegisligin *M* noqatta 90° lı múyeshke burıw talap etilse, onda $\Delta\upsilon_0 = 2\upsilon_0 \sin 45°$ lıgınan

$$\Delta\upsilon = \sqrt{2 \cdot \upsilon_0} \text{ boladı.} \qquad (2)$$

Bul kórsetpeden joldas orbitasın 90° ǵa ózgertiw ushın zárúr bolǵan tezliktiń mánisi júdá úlken – ekinshi kosmik tezlikke teń bolıwı belgili bolıp, orbitanı bunday burıw júdá kóp energiya sarıplanıwı menen keshetuǵını anıq boladı.

2-metod. Sol sebepli joldas orbitası tegisligin úlken múyeshke burıw talap etilgende, onı «sheksizlik arqalı burıw» dep atalıwshı bir metod arqalı ámelge asırılsa, bul process raketa janılǵısınıń úlken únemlewi menen júz beredi. Gáp



121-súwret. JJ orbitasın α múyeshke ózgertiw.

sonda, joldas Jer átirapı aylanba orbitasınan parabolik orbitaǵa jaqın traektoriyaǵa shıǵarılsa, onıń tezligi sheksizlikte nolge jaqın bolǵanı ushın onıń tegisligin sheksizlikte zárúr bolǵan múyeshke burıw ushın kerek bolǵan tezliktiń muǵdarı ($\Delta\upsilon$) hám (l) formulası boyınsha nolge umtıladı. Onda joldas orbitasınıń tegisligin sheksizlikte a múyeshke burıw ushın zárúr bolǵan tezliklerdiń tolıq implusı $\Delta\upsilon'$, tezliklerdiń tómendegi qurawshılardiń jıyındısınan ibarat boladı:

$$\Delta\upsilon' = (\sqrt{2}\upsilon_0 - \upsilon_0) + \Delta\upsilon + (\sqrt{2}\upsilon_0 - \upsilon_0), \qquad (3)$$

bul jerde birinshi qawsırma – joldastı parabolik orbitaǵa ótkiziw ushın zarúr bolǵan tezlik implusın, ekinshisi $\Delta\upsilon$ – sheksizlikte tezlikti α múyeshke burıw ushın zarúr bolǵan tezlik implusın (ol jerde $\upsilon_0 \approx 0$ bolǵanı ushın, $\Delta\upsilon$ da nolge umtıladı) hám úshınshi qawsırma – joldas sheksizlikten qaytıp kelgennen soń onıń parabolik tezligin baslanǵısh υ_0 tezlikke kemeytiw ushın zárúr bolǵan implustı xarakterleydi.

Sózsiz, joldas orbitasın kishi múyeshke burıw ushın talap etiletuǵın tezliktiń mánisi (1) boyınsha, $2\upsilon_0 \sin\frac{\alpha}{2}$ ge teń bolıwın itibarǵa alsaq, onda joldastıń orbita tegisligin α múyeshke burıw ushın qanday úlkenliktegi múyeshke shekem onı óz ornında burıw, «sheksizlik arqalı burıw»dan qansha abzallıgın anıqlawǵa imkan beredi. Bunıń ushın (2) hám (3) kórsetpelerdi teńlestirip, ańsat ǵana shegaralıq a múyeshiniń mánisin tabıwǵa boladı:

$$(\sqrt{2}\upsilon_0 - \upsilon_0) + \Delta\upsilon + (\sqrt{2}\upsilon_0 - \upsilon_0) = 2\upsilon_0 \sin\frac{\alpha}{2}. \qquad (4)$$

Teńlemedegi $\Delta\upsilon$ sheksizlikte nolge umtılgánı ushın

$$2\upsilon_0(\sqrt{2} - 1) = 2\upsilon_0 \sin\frac{\alpha}{2} \text{ bo‘ladi,} \qquad (5)$$

bul jerden $$\alpha = 48°54' \qquad (6)$$

ti qurawı belgili boladı. Solay bolsa da, bunday jaǵdayda orbitanı a múyeshke burıw ushın talap etiletuǵın tezliklerdiń implusları eki jaǵday ushın teń bolıp, orbitanı bunnan úlken múyeshke burıwda onı «sheksizlik arqalı burıw» únemli bolıp, kerisinshe, onı $48°54'$ den kishi múyeshke burıw talap etilse, onı usı jerdiń ózinde (yaǵnıy (2) formula járdeminde)burıw energetikalıq tárepten únemli bolatuǵını belgili boladı.

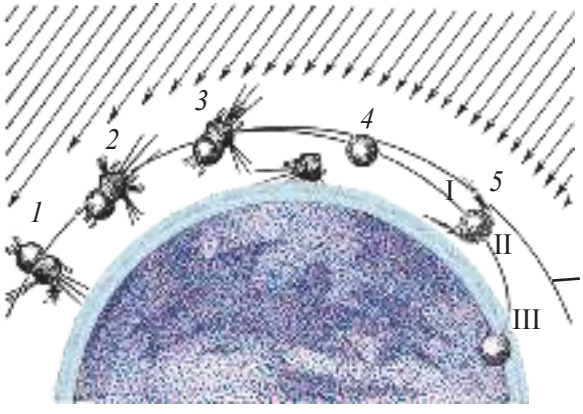
72-§. Jasalma joldastı orbitadan túsiriw

Orbital manyovrlar ishinde eń ápiwayısı kosmik apparattı orbitadan Jerge túsiriw bolıp esaplanadı. Ádette, KA tı Jerge túsiriw traektoriyası *úsh bólimge bólinedi* (*122-súwret*, I, II, III).

Bulardan *birinshisi – traektoriyanıń páseyiw uchastkasında*, joldastıń orbitadan shıǵıwı júdá kishi múyesh astında ámelge asırılıp, bul jerden atmosferanıń qalıń qatlamına kirgenge shekemgi bólegin óz ishine aladı. Atmosfera qalıń qatlamınıń joqarı bólegi sıpatında, shártli túrde, Jer sırtınan shama menen 100 kilometr uzaqlıqtaǵı sırtı alınadı.

Túsiw uchastkasınıń ekinshisi – Jerdiń qalıń atmosferasınan ótiw bólegi usı 100 kilometrli bálentlikten baslanıp, bunda kosmik apparat hám onıń ekipajı awırlıq kúshinen birneshe esege zıyat qıyınshılıqtı sezedi. Sonday-aq, usı uchastkada KAtıń atmosfera menen uwqalanıwı sebepli keme korpusınıń keskin qızıwı júz beredi. Bunday jaǵday qondırılıwshı keme korpusı hám ekipaj aǵzalarınıń ómiri ushın úlken qáwip tuwdıradı.

Túsiwdıń úshinshi uchastkasında kosmik apparattıń traektoriyası Jer orayına qaray keskin burıladı hám aqır-ayaǵında qarsılıq kúshi, háreket jónelisi boyınsha awırlıq kúshiniń proyeksiyasına teńlesip, qondırılıwshı apparattıń Jerge qaray erkin túsiwin támiyinleydi. Ádette, túsiw qolaylı hám únemli bolıwı (eń kem tezlik implusın talap etiwi) ushın sharayat – KAtı orbitanıń shıǵıw noqatınan atmosferanıń qalıń bólegine kiriwge shekem bolǵan 180° lı sheńber shegarasında ámelge asırıladı. Bunda KA atmosferanıń qalıń qatlamına kiriwi shama menen 5°



122-súwret. JJtı orbitadan túsiriw processi: *1–3* tormozlawshı implus; *4* – aylanba orbitadan shıǵıw; *5* – aerodinamikalıq tormozlanıw hám parashut járdeminde qonıw.

múyesh astında bolıwı támiynlenedi. Orbitadan shıǵıwda bolsa kosmik kemege beretuǵın tezliktiń transversal quramınan basqa Jerge qaray baǵdarlanǵan radial quramına iye bolıwına erisiw lazım bolıp, onıń implusı 150–200 m/s dan kem bolmawı talap etiledi. Atmosferanıń qalıń qatlamınan ótiwde, aerodinamikalıq tozmozlanıw sebepli kosmik kemeniń tezligi birinshi kosmik tezlikten 150–250 m/s qa shekem páseyip baradı.

Jerge qonıwdıń aytıp ótilgen metodında raketaǵa atmosferanıń qarsılıq kúshinen basqa onıń kóteriwshi kúshi de qatnasıp, onıń járdeminde júkleme keskin kemeyttiriledi hám sońınan kemeni Jerge aerodinamikalıq sapalı qondırıwǵa erisiledi. Eger kemeni qondırıwda aerodinamikalıq kúsh tek ǵana qarsılıq kúshinen ibarat bolsa, bul kemeni jerge túsiriwdiń *ballistikalıq metodı* dep ataladı. Bunda ekipaj ushın júkleme keskin úlken bolǵanı ushın keme qabıǵı keskin qızadı hám ekipaj ómiri ushın qáweterli qáwip tuwdıradı.

Kemeni *qondırıwda aerodinamikalıq* sapa dep, kóteriw kúshiniń qarsılıq kúshine qatnası menen ólshenetuǵın úlkenlikke aytıladı. Eki úlkenlik te hawanıń tıǵızlıǵı hám tezliginiń kvadratına baylanıslı bolıp, usı formulalar menen beriledi:

$$F_{\text{qarsı}} = c_x \cdot S\frac{\rho\upsilon_{o.q}^2}{2},\quad F_{\text{kóter}} = c_y \cdot S\frac{\rho\upsilon_{o.q}^2}{2},$$

bul jerde: c_x hám c_y lar, qarsılıq hám kóteriw kúshleriniń koefficiyentlerin; S – joldastıń maksimal kesesiniń kesim betin; $\upsilon_{o.q}$ – joldastıń sırtqı ortalıqqa salıstırmalı tezligin bildiredi. Onda túsiwdiń aerodinamikalıq sapasın xarakterlewshi koefficient k usı formuladan tabiladı:

$$k = F_{\text{kóter}} / F_{\text{qarsı}} = c_y / c_x.$$

Eger $c_y = 0$ bolsa, kemeniń túsiwi *aerodinamikalıq sapasız* yaki *ballistikalıq* dep ataladı. Aerodinamikalıq túsiwde júkleme koefficiyenti 3–4 ti quraǵan halda, ballistikalıq kóriniste jerge túsiwde ol 8–10 dı quraydı. Ásirese, «Soyuz» tipindegi avtomatik stanciyalardı jerge túsiriw Jer sırtınan 9,5 kilometr bálentlikte iske túsiriletuǵın parashut sisteması járdeminde ámelge asırılǵan. Keme jer sırtına 1 m qalǵanda, onıń qondırılıwsı bóleginiń qattı janılǵılı raketa dvigateli avtomatik túrde iske túsip, kemeni jer menen barı-joǵı 3–4 m/s tezlik penen ǵana soqlıǵısıwın, yaǵnıy áste qondırılıwın támiyinleydi.

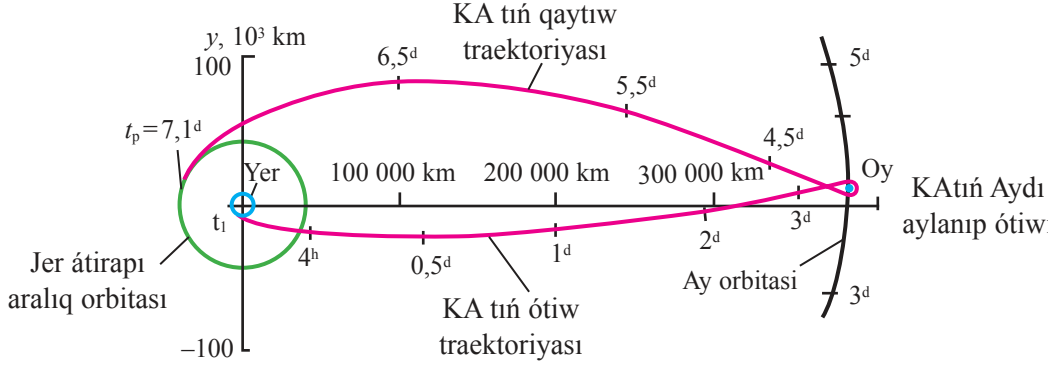
Soraw hám tapsırmalar:

1. Orbital manyovrlar degende neni túsinesiz?
2. JJtıń orbitasın aymaqlıq (yaǵnıy óz ornında) ózgertiw qalay orınlanadı?
3. Joldas orbitasın sheksizlik arqalı ózgertiw qanday jaǵdaylarda únemli boladı?
4. JJtı orbitadan túsiriwde orbitadan shıǵıw qalay ámelge asırıladı?
5. Túsiwdiń ekinshi túrinde JJ háreketiniń tezligin kemeytiriw qanday jol menen ámelge asırıladı?
6. Túsiwdiń ushinshi bóliminde joldas qalayınsha Jerge qondırıladı?

37-TEMA. 73-§. Kosmik apparatlardı Ayǵa ushırıw

KAlardı Ayǵa ushırıw ushın onı dáslep Jer átirapındaǵı Ay orbitası tegisliginde jatıwshı (keminde 200 m bálentliktegi) orbitaǵa shıǵarıw kerek boladı (*123-súwret*). Aytıp ótkenimizdey, kosmonavtikada ótiw orbitaları (mısalımızda – Jer átirapı orbitasınan Ay orbitasına ótiw orbitası) ishinde eń kem energiya sarıplanıwı menen yarım elliptik traektoriya boylap ushırǵanda ótedi.

Usı túrdegi Ayǵa ushıw traektoriyasınıń esap-kitabın isleymiz. Bunıń ushın dáslep Jer átirapında 200 m bálentliktegi aralıq orbitada háreketleniwi kerek bolǵan KA tıń tezligin Jerdiń gravitacion parametri $K=4\cdot10^5$ km^3/s^2 hám gózlengen orbita radiusı $r=R_\oplus+200$ km$=(6370+200)$ km$=6570$ km boyınsha anıqlaymız. KAtıń bunday orbita tezligi usı formuladan tabıladı:



123-súwret. KAtıń Ayǵa barıp qaytıwınıń kúnlerde beriliwi.

$$\upsilon_1 = \sqrt{\frac{K_\oplus}{R_\oplus + h}} = 7{,}789 \text{ km/s} \approx 7{,}79 \text{ km/s}.$$

Aydıń orbital tezligi $\upsilon_☾ = 1{,}018$ km/s km/s bolıp, Ay orbitasınıń ortasha r radiusı 384 400 km dep, ótiw traektoriytası bolǵan yarım elliptik orbitanıń úlken yarım oǵın esaplasaq ol:

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

Ol jaǵdayda KA ge ótiw – gomon traektoriyasınıń peregeyindegi beriliwi kerek bolǵan tezlik, energiya integralı boyınsha qanday úlkenlikte bolatuǵının tabamız:

$$\upsilon_p = \sqrt{K_\oplus \left(\frac{2}{R_\oplus + h} - \frac{1}{a} \right)};\ \upsilon_p = 10{,}923 \text{ km/s bolatuǵını anıqlandı.}$$

Eger tikkeley Jer sırtınan turıp, yarım elliptik orbita menen Ayǵa barıw talap etilse, bunıń ushın raketaǵa 11,09 km/s baslanǵısh tezlik beriw kerek boladı.

Solay bolsa da, Jer átirapı aralıq orbitasınan gomon orbitasına ótiwi ushın KAqa $\Delta\upsilon = (10{,}9 - 7{,}789)$ km/s $= 3{,}134$ km/s qosımsha tezlik beriw kerekligi kórinedi.

Gomon traektoriyasınıń apogeyindegi tezlik usı formuladan tabılsa, ol:

$$\upsilon_A = \sqrt{K_\oplus \left(\frac{2}{r_{apog}} - \frac{1}{a} \right)};\ \upsilon_A = 0{,}187 \text{ km/s tezlikke teń boladı.}$$

Bunnan kórinip turǵanınday, KA Ay orbitasınıń geybir noqatına Ay menen bir waqıtta jetip barǵanda, onıń Ayǵa salıstırǵanda tezligi (Ay tásir sferasına kiriw tezligi):

$$\Delta\upsilon = \upsilon_☾ - \upsilon_A = (1{,}018 - 0{,}187) \text{ km/s} = 0{,}831 \text{ km/s ǵa teń boladı.}$$

Aydıń tásir sferasına ($r = 66\,000$ km) kirgen JJ tıń bul tezligi (831 m/s), Aydan bunday aralıqta $\upsilon = \sqrt{\frac{2K_☾}{R_☾ + 66000}}$ formula járdeminde tabılǵan AYǵa salıstırmalı parabolik (erkinlik) tezligi 383 m/s tan úlken bolǵanı ushın JJ Ay tásir sferası ishine oǵan qaraǵanda giperbolik traektoriya boylap háreketleniwi belgili boladı. JJ bul sfera ishinde Ayǵa jaqınlasıp barıp, onıń tásirinde tezligin jáne de arttırıp

baradı. Bunday tezlik penen háreketlenip atırǵan JJ sferaǵa kiriw tezliginiń baǵdarına baylanıslı túrde, Ayǵa barıp urılıwı (bunda tezlik 2,5 km/s tan kem bolmaydı)yaki Aydı aylanıp ótip, oǵan kiriw tezligine teń tezlik penen onıń tásir sferasınan shıǵıp ketiwi múmkin. Eger KA tı Aydıń joldasına aylandırıw zárúrligi payda bolsa, onıń tezligin Aydıń qasında ($h \approx 50$ km) 1,6–1,8 km/s qa shekem bort dvigatelin iske túsirip, tormozlaw arqalı onı aylanba yaki elliptik orbitada uslap qalıwǵa boladı.

Endi Ayǵa ushıp barıw waqtına kelsek, ol KAtıń Ay orbitasına urılıp ótiwshi gomon-elliptik orbitası boylap tolıq aylanıw dawıriniń yarımına teń bolıwın *123-súwretke* qarap túsiniw qıyın emes. Bul dáwir Kepler nızamı boyınsha:

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

Jerdiń gravitacialıq parametri (67-§) $K_\oplus$ hám π lardıń mánisi arqalı tabılsa:

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

Ol jaǵdayda t ushıw waqtı, T dáwirdiń yarımına teńliginen $t = \frac{T}{2} =$ 4 sutka 23 saat 28 minuttı quraydı.

38-TEMA. 74-§. Planetalarǵa ushıw traektoriyaları. Jerdiń tásir sferası ishindegi háreket

Kosmik apparatlardı planetalarǵa ushırıw traektoriyalarınıń esap-kitabı quramalı bolıp, eger olar Quyash átirapında belgili bir tegislikte aylanba orbita boylap háreketlenedi dep qaralsa, máseleniń sheshimi bir qansha jeńillesedi. Aytqanday, Quyash átiraında háreketleniwshi barlıq iri planetalardıń elliptik orbitaları aylanaǵa júdá jaqın. Sonıń menen birge olardıń orbita tegislikleri de Jer orbita tegisligi (Yaǵnıy elliptik tegisligi) menen júdá kishi múyeshti dúzedi hám sol sebepli túsinigimiz haqıyqatqa jaqın bolıp, esaplawlarda úlken qáte bolmaydı.

Eger planetalardıń Quyashtan ortasha uzaqlıqları kilometrlerde, olardıń tezlikleri bolsa km/s larda berilse, Quyashtıń gravitacion parametri $K_\odot = GM_\odot = 1{,}327 \cdot 10^{11}$ km^3/s^2 ge, eger de planetalardıń Quyashtan ortasha uzaqlıqları astronomikalıq birliklerde (a.b.) berilse, onda Quyashtıń gravitacion parametrik $K_\odot = 887{,}153$(km^2 ·a.b.)/s^2 ge teń boladı.

Planetalarǵa ushıwdıń passiv traektoriyaları, ádette, *tómendegi úsh bólimge bólip úyreniledi:* 1) birinshi júz kilometr bálentlik: dvigatellerdi ot aldıratuǵın start noqatınan Jerdiń tásir sferasına shekem; 2) jerdiń tásir sferası shegarasınan gózlengen planeta tásir sferasına shekem; 3) gózlengen planeta tásir sferası shegarasındaǵı háreket. Bul keltirilgen ushıwdıń bólingen úsh bólimnen birinshisinde, KA tek ǵana Jerdiń tásirinde, ekinshisinde Quyashtıń tartısıw kúshi tásirinde, ushınshisinde tek ǵana gózlengen planetanıń tásirinde háreketlenedi dep (qaptalı hár bir uchastkada procesti 2-dene máselesi sıpatında) qarawǵa imkan beredi. Eger planetanıń radius-vektorı r hám orbitası úlken yarım oǵınıń mánilerin usı energiya integralı kórsetpesine qoysaq:

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

onda geliosentrik orbita boylap háreketlenip atırǵan KAtıń yarım elliptik ótiw traektoriyasınıń ıqtıyarlı noqatındaǵı geliosentrik tezligin ol formulaǵa teń kúshli bolǵan tómendegi formula menen esaplasaq, onda ellipstiń ıqtıyarlı *r* radius-vektorlı noqatında KAtıń geliosentrik tezligi usı kórsetpeden tabıladı:

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

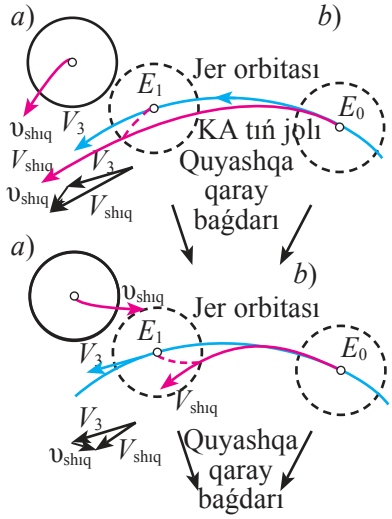
bul jerde *r* hám *a* lar astronomikalıq birliklerde kórsetilgen.

Jerdiń tásir sferası ishindegi háreketi. 124-joqarıdaǵı *a* hám *b súwret* sızılmalarında Jerdiń geliosentrik hám KAtıń geliosentrik hám de geosentrik háreket traektoriyaları súwretlengen. Sonday-aq, bul súwrette KAtıń geosentrik háreketi Jerdiń tásir sferası (Jer átirapında sheńber túrinde súwretlengen)ishinde súwretlengen. *124-súwret,* joqarıdaǵı *a*) da KA Jer tásir sferası ishinde háreketlenip, onıń shegarasına jetkennen soń, onnan shıǵıw jónelisi súwretlengen. Usı waqıt ishinde Jer óz orbitasınıń E_0 noqatınan shıǵıp, E_1 noqatına jetip kelgen. KAtıń Jer tásir sferasınan shıǵıw waqtındaǵı geosentrik tezligi – $\upsilon_{shıq}$, geliosentrik tezligi bolsa – $V_{shıq}$ belgilengen.

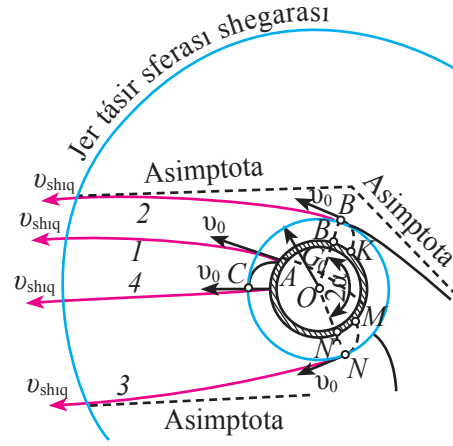
Bul tezliklerdiń Jerdiń orbital (geliosentrik) tezligi menen baylanıslıǵı

$$\vec{V}_{shıq}=\vec{V}_{\oplus}+\vec{\upsilon}_{shıq} \qquad (3)$$

sızılmadaǵı tezlikler úshmúyeshliginen kórinip túriptı. Bunda KA Jer tásir sferasınıń aldıńǵı tárepinen shıǵıp Jerden aldınlap ketedi (joqarıdaǵı *124- súwret, a*).



124-súwret. KAtıń Jer tásir sferasındağı háreketi: *a* hám *b* (joqarıda)- sırtqı planetalarǵa ushıw; *a* hám *b* (tómende) – ishki planetalarǵa ushıw sxemaları; *a*) geosentrik; *b*) geliosentrik traektoriyalar.



125-súwret. Planetalarǵa ushıwda Jer tásir sferası shegarasında KA ushın áhmiyetli bolǵan shıǵıw traektoriyaları (bul jerde *1*, *2*, *3* ler – giperbolik, *4* bolsa tuwrı sızıqlı traektoriya).

124-súwrettiń tómendegi *b* sızılmasında bolsa, KA Jerden kóterilip, onıń tásir sferasına jetkende, Jer óz orbitasınıń E_0 noqatınan E_1 noqatına kelip, tásir sferasınıń arqa tárepinen shıǵadı hám Jerden arqada qaladı. Joqarıdaǵı sızılmada KA sırtqı planetanı gózlep, jolǵa shıqqan túrinde, tómendegi sızılmada ol ishki planetalardan birin (Merkuriy, Venera) gózlep jolǵa shıqqan boladı. Bul jaǵdaylarda da KA erisken tezlikler úshmúyeshliginen kórinip turıptı:

$$\vec{V}_{shıq} = \vec{V}_{\oplus} - \vec{\upsilon}_{shıq} \qquad (4)$$

Kosmik apparat Jerden uzaqlasqan sayın onıń tezligi kemeyip barıp, Jer tásir sferasınıń shegarasına jetkende, baslangısh tezlikke (υ_0) qaraǵanda onıń tezligi $\upsilon_{shıq}$ tómendegishe tabıladı (energiya integralı formulasınan):

$$\upsilon_{shıq}^2 = \upsilon_0^2 - \frac{2K_{\oplus}}{r_0}\left(1 - \frac{r_0}{r_{Yts}}\right) \qquad (5)$$

yaki $$\upsilon^2_{shıq} = \upsilon^2_0 - \upsilon^2_{par}\left(1 - \frac{r_0}{r_{Yts}}\right), \qquad (5')$$

bul jerde: $r_0 = R_\otimes$ Jerdiń radiusı. r_{Yts} – Jerdiń tásir sferasınıń radiusı.

$r_{Yts} >> R_\otimes$ bolǵanı ushın joqarıdaǵı kórsetpeni tómendegishe jazıwǵa boladı:

$$\upsilon^2_{shıq} = \upsilon^2_0 - \upsilon^2_{par} \text{ yaki } \upsilon^2_{shıq} = \upsilon^2_0 - \frac{2K_\otimes}{R_\otimes}. \qquad (6)$$

Bul formuladan Jer tásir sferası ishinde $\upsilon_0 > \upsilon_{par}$ liginen (sebebi $\upsilon_0 > \upsilon_{par}$ bolmasa raketa Jerdi taslap kete almaydı) tásir sferasınıń ishinde KAtıń traektoriyasın giperbolik dep alamız. Bunda belgili bir planetaǵa jolǵa shıqqan KA ushın ol tásir sferasınıń qaysı noqatınan shıǵıp ketiwi onsha áhmiyetli bolmay, qanday jóneliste hám tezlik penen shıǵıp ketiwi áhmiyetli boladı.

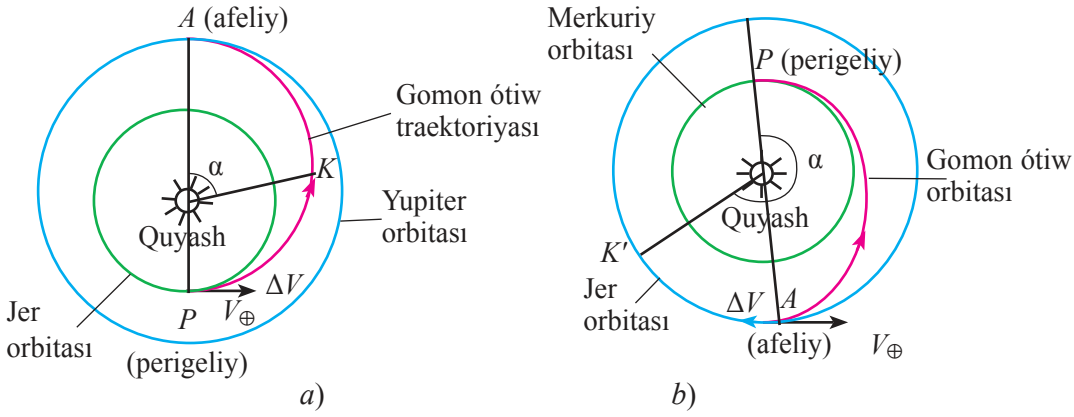
Planetalarǵa ushıwda bunday belgili jónelistegi hám anıq tezliktegi giperbolik traektoriyalar sheksiz kóp bolıwı keltirilgen sızılmadan ańsat ǵana belgili boladı (*125-súwret*). Bulardan basqa, sızılmadan planetalarǵa ushıwda bir tuwrı sızıqlı traektoriya da bar ekenligi kórsetilgen, qalǵanları Jerge salıstırǵanda giperbolik traektoriyalar.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Planetalarǵa ushıwda passiv traektoriya qanday bólimlerge bólinip úyreniledi?
2. Jer tásir sferasında KAtıń háreket traektoriyaları geliosentrik hám geosentrik bolıp kóriniwleri menen qalay ajıralıp turıwın sızılmadan kórsetiń.
3. Jer tásir sferası ishinde planetalar aralıq kosmik apparattıń tezligi 2-kosmik tezlikke qaraǵanda úlken be yamasa kishi me?
4. Sırtqı planetalarǵa ushıwda eń únemli geliosentrik traektoriyanıń kórinisi qanday tanıs iyrek sızıq boylap ótedi?

39-TEMA. 75-§. Gomon orbitaları boylap ushıwlar

Planetalardıń orbitaların aylana, olardıń orbita tegisligi bolsa, ekliptika tegisligi menen ústi-ústine túsedi dep oylayıq. Planetalar aralıq avtomatikalıq stanciyanı Jerden gózlengen planetaǵa jetkeriwshi traektoriya ótiw orbitası dep ataladı. Bul orbitalar gomon yamasa yarım elliptik orbitalar bolıp, sırtqı



126-súwret. a) sırtqı planetalarǵa gomon orbitası boyınsha ushıw; *b)* ishki planetalarǵa gomon orbitası boyınsha ushıw.

planetalarǵa KAtı ushırıwda, onıń baslanǵısh tezliginiń anıq mánilerinde, ótiw yarım elliptik orbitasınıń afeliyi sırtqı planeta orbitasına (*126-a súwret*), ishki planetalarǵa ushıwda bolsa, ótiw yarım elliptik orbitasınıń perigeliyi ishki planeta orbitasına urılıp ótiwi (*126-b súwret*) bul ushıwlar energetikalıq tárepten eń qolaylı orbitalar bolıp esaplanadı.

Eger sırtqı planetalarǵa ushıwda Jer orbitasınıń *P* noqatında berilgen qosımsha tezliktiń implusı, Jerdiń háreket jónelisi menen birdey jóneliste bolıp, onda KAtıń shıǵıw geliosentrik tezligi – $V_{shıq} > V_{\oplus}$ bolsa, ol sırtqı planetalardan birin nıshanǵa aladı. Eger de Jer orbitasınıń P noqatında berilgen qosımsha tezlik implusı Jerdiń tezligine qarama-qarsı baǵdarlanǵan bolsa, onda KA ishki planetalardan birin nishanǵa alıp, onıń geliosentrik tezligi Jerdikinen kishi boladı. KAtıń Jer tásir sferasınan shıǵıw waqtındaǵı, belgili sırtqı planetaǵa ushıw ushın zárur bolǵan $\upsilon_{shıq}$ tezliginiń Jer sırtınan baslanǵısh υ_0 tezlik penen baylanısıwı $R_{\oplus} << r_{t.s.}$ bolǵanı ushın υ_0 diń usı

$$\upsilon_0^2 = \sqrt{\upsilon_{shıq}^2 + \upsilon_{erk}^2} \qquad (1)$$

kórsetpeden tabılatuǵın mánisi KAqa Jer hám gózlengen planeta orbitalarına urılıp ótetuǵın geliosentrik ótiw orbita boylap háreketin támiynleydi.

Bunday orbita *gomon orbitası* yaki *yarım elliptik orbita* dep ataladı. Sızılmadan kóriniwinshe, gomon orbitaları boylap Jer tásir sferasınan shıǵıw geosentrik hám geliosentrik tezlikleri $\upsilon_{shıq}$ hám $V_{shıq}$ birdey baǵdarlanǵan bolıp, olar óz ara tómendegi qatnaslarda boladı:

sırtqı planetalar ushın $$\upsilon_{shıq} = V_{shıq} - V_{\oplus};\qquad (2)$$

ishki planetalar ushın $$\upsilon_{shıq} = V_{\oplus} - V_{shıq}\qquad (3)$$

yaki ulıwma vektor kórinisinde

$$\vec{\upsilon}_{shıq} = \vec{V}_{shıq} - \vec{V}_{\oplus}\qquad (4)$$

boladı, bul teńlemedegi $V_{shıq}$ tezliktiń mánisin energiya integralı boyınsha:

$$V_{shıq} = \sqrt{K_{\odot}\left(\frac{2}{R_{\oplus orb}} - \frac{1}{a}\right)}\qquad (5)$$

kórsetpe arqalı esaplaw múmkin bolıp, bul jerde $K_{\odot}$ – Quyashtıń gravitacion parametrin; α bolsa gomon orbitasınıń (yarım elliptik orbitanıń) úlken yarım oǵın bildirip, usı

$$a = \frac{R_{\oplus orb} + R_{pl.orb}}{2}\qquad (6)$$

formuladan tabiladı.

nıń mánisin (5) ke qoyıp, $V_{shıq}$ qa Salıstırmalı usı teńlikke erisemiz:

$$V_{shıq} = \sqrt{\frac{2K_{\odot}}{R_{\oplus orb}}} \cdot \sqrt{\frac{R_{pl.orb}}{R_{\oplus orb}(R_{\oplus orb} + R_{pl.orb})}},\qquad (7)$$

bul jerde

$$\sqrt{2K_{\odot}/R_{\oplus orb}} = \sqrt{2}V_{\oplus} = 42{,}122 \text{ km/s ge teń bolǵanı ushın}\qquad (8)$$

planetalar orbitalarınıń radiusların astronomik birliklerde bersek, $V_{shıq}$:

$$V_{shıq} = 42{,}122\sqrt{\frac{R_{pl.orb}}{1 + R_{pl.orb}}}\qquad (9)$$

boladı. Gomon orbitası boyınsha ushıw waqtın esaplayjaq bolsaq, yarım elliptik orbitanı ellipske toltırǵanda, KAtıń bul ellips boylap aylanıw dáwiriniń yarımına teń bolıwın túsiniw qıyın emes. Solay bolsa da:

$$t_{gom} = \frac{T}{2} = \frac{\pi}{\sqrt{K_\odot}} \sqrt{\left(\frac{R_{\oplus orb} + R_{pl.orb}}{2} \right)^3}$$ ǵa teń boladı. (10)

Aralıqtı a, b larda, waqıttı juldız jılında bersek, onda Jerdiń Quyash átirapında bir tolıq aylanıw dáwiri ushın

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{K_\odot}} \sqrt{a^3} \quad (11)$$

kórsetpeden paydalansaq, onda:

$$1 = \frac{2\pi}{\sqrt{K_\odot}} \cdot \sqrt{1^3} \text{ yoki } \sqrt{K_\odot} = 2\pi \quad (12)$$

ekenligin anıqlaymız. Soǵan baylanıslı gomon orbitası boyınsha belgili planetalarǵa ushıw waqtı usı

$$t_{gom} = \frac{\sqrt{2}}{8} \sqrt{\left(1 + R_{pl.orb}\right)^3} = 0{,}177 \sqrt{\left(1 + R_{pl.orb}\right)^3} \quad (13)$$

kórsetpeden anıqlanıp, ol juldız jılında shıǵadı. Bunda $R_{pl.\ orb}$ dı a.b. te berip, juldız jılın Quyash sutkalarında bersek (1 j.j. = 365,256236 ortasha Quyash sutkası) ushıw waqtı:

$$t_{gom} = 64{,}569 \sqrt{\left(1 + R_{pl.orb}\right)^3}$$ sutkaǵa teń boladı. (14)

Gomon orbitaları ushın *P* dan *A* noqatına shekem múyesh uzaqlıgı 180° qa teń bolǵanı ushın raketanıń startı paytında Quyashtan Jer hám gózlengen planetaǵa tartılǵan sızıqlar arasındagı múyesh *konfiguraciya múyeshi* ψ dep atalıp, ol:

$$\psi = 180° - \alpha \text{ dan tabıladı.} \quad (15)$$

Bul jerde α – gózlengen planetanıń KA penen óz orbitasınıń *A* noqatında ushrasqanǵa shekem ótiwi kerek bolǵan sheńberi bolıp, onı ω_{pl} – sutkalıq múyesh tezlik penen ushıp atırǵan sırtqı planeta t_{gom} waqıtta ótedi, yaǵnıy $a = \omega \cdot t_{gom.}$ Bunda tabılǵan sırtqı planeta sheńberi *126-a súwrettegi* $\overset{\frown}{KA}$ sheńberine teń boladı. Ishki planetaǵa ushıwda start waqtınan ol óz orbitasınıń *K′* noqatında bolıp, a múyesh 180° tan úlken bolǵanı ushın ψ teris boladı. Bunda ψ múyesh ishki planetanıń baslanǵısh konfiguraciyadaǵı jaǵdayınan (yaǵnıy start waqtınan) t_0 ol Jerdi «quwıp» kelip, Jer-Quyash sızıǵında (yaǵnıy tómengi qosılıwda) bólıw

momentine shekem yaki Jer sırtqı planetanı «quwıp», Quyash-planeta sızığında bolıw (yağnıy qarama-qarsı turıw) momentine shekem ketken τ waqıt tómendegi kórsetpeden tabıladı:

$$\tau = \frac{\psi}{\omega_{\oplus} - \omega_{pl}}, \qquad (16)$$

bul jerde $\omega_{\oplus}$ hám ω_{pl} lar – Jer hám planetanıń sutkalıq múyesh tezlikleri. Íqtıyarlı planeta ushın baslanǵısh konfiguraciya momentiniń qaytarılıw dáwiri planetanıń sinodik dáwirinde teń bolıp, ol tómendegi kórsetpeden tabıladı:

$$P_{sin} = P_{pl} \cdot P_{\oplus} / |P_{pl} - P_{\oplus}|. \qquad (17)$$

40-TEMA. 76-§. Kosmik apparattıń gózlengen planeta tásiri sferasındaǵı háreketi

Gózlengen planetaǵa barıp, onıń tásir sferası ishinda KA ótip baratırǵan traektoriyasınıń esap-kitabın islew ushın dáslep gomon traektoriyası boylap háreketlenip atırǵan KAtıń gózlengen planeta tásir sferasına kiriw geliosentrik tezligin (V_{kir}) tabıw kerek boladı. Bunıń ushın planetanıń tásir sferasına kiriw geliosentrik tezligi sıpatında KAtıń gózlengen planetaǵa jaqınlasıw tezligi alınadı. Sırtqı planetalarǵa (Mars, Yupiter, Saturn hám basqalar) KAtıń jaqınlasıw tezligi, bul planetalardıń orbital tezliklerinen kishi bolǵan túrinde, ishki planetalarǵa (Merkuriy, Venera)KAtıń jaqınlasıw tezligi olardıń tezliginen úlken boladı. Sonıń ushın da KA sırtqı planetalardıń tásir sferasına aldınǵı tárepinen, ishki planetalar tásir sferasına bolsa arqa tárepten kirip baradı. Planetalar tásir sferası ótiw orbitalarınıń ólshemlerine qaray júdá kishkene bolǵanı ushın, KAlardıń planetanıń tásir sferasına kiriw tezlikleri (V_{kir}) planetanıń orbital tezligi jónelisi menen derlik bir tuwrı sızıqta jatadı dep qarawǵa boladı. Onda planeta sentrik kiriw tezligi υ_{kir}, geliosentrik kiriw tezligi V_{kir} hám gózlengen planetanıń orbital tezligi V_{pl} arasında tómendegishe baslanǵısh bolıwın túsiniw qıyın emes. Bunda sırtqı planetalar ushın

$$\upsilon_{kir} = V_{pl} - V_{kir}, \qquad (1)$$

Ishki planetalar ushın bolsa (bunda υ_{kir}, V_{kir} va V_{pl} tezlikler óz ara parallel)

$$\upsilon_{kir} = V_{kir} - V_{pl} \qquad (2)$$

boladı. Ulıwmalastırıp alǵanda bul úlkenlikler ushın tómendegi vektorial baylanıs orınlı boladı:

$$\vec{\upsilon}_{kir} = \vec{V}_{kir} - \vec{V}_{pl}\,. \qquad (3)$$

Planetosentrik kiriw tezligi υ_{kir} bul planeta ushın parabolik tezlikten úlken bolıp, ol planeta tárepke túsip atırıp, jolında onı ushıratpasa, belgili waqıttan soń onıń bul sferasınan tásir sferasına kiriw tezligi úlkenligine teń tezlik penen shıǵıp ketedi. KAtıń planeta tásir shegarasına kiriw tezligi vektorı dawamı hám planeta orayınan bul vektorǵa parallel ótkizilgen tuwrı sızıq arasındaǵı aralıq kosmonavtikada d_{nish} *nishanlı aralıq* dep atalıp, onıń úlkenligi, tómendegi formuladan tabılatuǵın r_{ef} – effektiv radiustan úlken yaki kishiligi boyınsha, KAtıń tásir sferası ishinde planetaǵa qaraǵanda traektoriyası anıqlanadı qatnaslı aralıgı tómendegi formuladan:

$$r_{ef}^2 = R_{pl}\left(\frac{2K_{pl}}{\upsilon_{kir}^2} + R_{pl}\right) \qquad (4)$$

tabılatuǵın effektiv radiustan kishi bolsa, KA álbette planeta sırtına barıp urıladı. Eger de r_{ef} den úlken bolsa, onıń tezligin tormozlaw jolı menen KA planeta sırtı qasınan ótip baratırǵan jerge shekem tormozlanıp barıp, bul jerdiń planeta sırtınan h bálentligine tuwrı keletuǵın hám usı formuladan

$$\upsilon = K_{pl}/R_{pl} + h \qquad (5)$$

tabılatuǵın tezlikke shekem kemeytirilse, KA gózlengen bul planetanıń jasalma joldasına aylanadı hám kerek bolǵanda planeta sırtına qondırıladı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Jerden sırtqı planetaǵa ushıp atırǵan KAtıń tásir sferasında erisken shıǵıw tezligi Jerden kóterilip atırǵandaǵı baslanǵısh tezligine qaray qalay tabıladı?
2. Jer tásir sferasınan shıǵıp atırǵan KAtıń geliosentrik hám KAtıń gózlengen planetaǵa tásir sferasına geliosentrik kiriw tezlikleriniń úlkenlikleri qalay tabıladı?
3. Jerden planetalarǵa qaray ushıp baratırǵan KAtıń baslanǵısh tezligi onıń Jerge qaraǵanda ekinshi kosmik tezliginen úlken bola ma yaki kishi me?

Astronomiyalıq turaqlılıqlar

Jerdiń ekvatorial radiusı		6378,16 km
Jerdiń poyuslı radiusı		6356,78 km
Jer kólemine teń shar radiusı		6371,03 km
Juldız sutkasınıń uzınlıǵı		$23^h56^m4^s$,091 ortasha Quyash waqtı
Ortasha quyash sutkasınıń uzınlıǵı		$24^h03^m56^s$,555 juldız waqtı
Jıldıń uzınlıǵı (ortasha waqıt penen)	Tropik jıl	365^d,2422 = $365^d5^h48^m46^s$
	Julduz jılı	365^d,2564 = $365^d6^h9^m10^s$
Aydıń uzınlıǵı (ortasha waqıt penen)	Sinodik ay	29^d,5306 = $29^d12^h44^m3^s$
	Julduz ayı	27^d,3217 = $27^d7^h43^m12^s$
	Aydarha ayı	7^d,2122 = $27^d5^h5^m36^s$

Quyash haqqında maǵlıwmatlar

Quyash parallaksı	8,794″
Jerden Quyashqa shekem bolǵan ortasha aralıq	149 600 000 km
Diametri	$D_\odot = 109{,}12D_\oplus = 1391016$ km
Beti	$S_\odot = 11930S_\oplus = 608{,}7 \cdot 10^{10}$ km^2
Kólemi	$V_\odot = 1303800V_\oplus = 1{,}412 \cdot 10^{33}$ cm^3 = $= 1{,}4 \cdot 10^{18}$ km^3
Massası	$M_\odot = 332958M_\oplus = 1{,}99 \cdot 10^{30}$ kg
Ortasha tıǵızlıǵı	$\rho_\odot = 0{,}255\ \rho_\oplus = 1{,}410$ g/cm^3
Quyash sırtında erkin túsiw tezleniwi	$G_\odot = 2{,}738 \cdot 10^4$ cm/s^2
Quyash sırtında parabolik (kritik) tezlik	$\upsilon_{par} = 617{,}7$ km/s
Quyash ekvatorınbdaǵı noqattıń sinodik aylanıw tezligi	$T_{sin} = 27^d$,275
Quyash ekvatorınıń ekliptikaǵa aǵıwshańlıgı	7° 15′ 00″
Quyash turaqlılıǵınıń ortasha mánisi	$W = 1{,}388 \cdot 10^6$ erg/s cm^2
Waqıt birligi ishinde ajıralatuǵın ulıwma nurlanıw energiyası	$3{,}88 \cdot 10^{33}$ erg/s
Quyash háreketiniń apeksi	$\alpha = 18^h00^m$, $\delta = +30°$

Galaktika orayı átirapında Quyashtıń tezligi	240 km/s
Galaktika orayı átirapında Quyashtıń aylanıw dáwiri	T = 200 mln. jıl
Quyashtıń eń úlken kórinetuǵın múyesh diametri	32′35″,78
Quyashtıń eń kishi kórinetuǵın múyesh diametri	31′31″,34

Jer haqqında maǵlıwmatlar

Massası	$6 \cdot 10^{24}$ kg
Ekvatorial radiusı	6378,160 km
Jer aylanıwınıń múyesh tezligi	15″,041 s^{-1}
Ekvatordaǵı noqattıń sızıqlı tezligi	465,119 m/s
φ geografik keńlikke iye bolǵan Jer sırtındaǵı noqatınıń sızıqlı tezligi	465,119 cos φ m/s
Orbitadaǵı eń úlken tezligi (peregeliyde)	30,27 km/s
Orbitadaǵı eń kishi tezligi (afeliyde)	29,27 km/s
Quyashqa qaray Jerdiń tezlesiwi	0,59 cm/s^2
Jerde erkin túsiw tezleniwi	980,665 cm/s^2
Jer oǵınıń ekliptika oǵı átirapında aylanıw(precessiya hádiysesi sebepli) dáwiri	25725 jıl
Arqa geomegnit polyustıń koordinataları	φ = 78°,6; λ = 70°,1
Geomagnit polyuslarda kúshleniwdiń úlkenligi	0,63E

Ay haqqında maǵlıwmatlar

Aydıń ortasha sutkalıq gorizontal parallaksı	57′2″,61
Jerden ortasha uzaqlıǵı	384467 km
Kórinetuǵın eń úlken múyesh diametri	33′32″
Kórinetuǵın eń kishi múyesh diametri	29′20″
Diametri	3476 km = 0,27234 $d_\oplus$
Kólemi	2195,3 $\cdot$ 10^7 km^3 = 0,020266 $V_\oplus$
Beti	3,791 $\cdot$ 10^7 km^2 = 0,0743 $S_\oplus$
Massası	7,35 $\cdot$ 10^{22} kg = 0,012300 $m_\oplus$
Ortasha tıǵızlıǵı	3,350 g/cm^3 = 0,607 $\rho_\oplus$

Ay sırtında erkin túsiw tezleniwi	1,623 m/s^2
Kritik tezlik(2-kosmik tezlik)	2,38 km/s
Ay orbitası tegisliginiń ekliptikaǵa aǵıwshańlıǵı (aǵıw múyeshi 6^{o}31′ den 6^{o}51′ ge shekem ózgeredi)	6°40′,7
Jerden qaraǵanda Ay betiniń kórinbeytuǵın bólegi	0,410
Ortasha kórinetuǵın múyesh tezligi	12°,15
Orbita boylap ortasha tezligi	1,023 km/s
Jer tásirinde alǵan tezlesiwleri	0,272 cm/s^2
Aydıń aylanıw dáwirine teń siderik da;wiri	27,32 sutka
Sinodik dáwiri(quyashqa qaraǵanda tolıq aylanıw dáwiri)	29,53 sutka
Ayǵa túsiw waqtındaǵı temperatura	+120 °C
Ayda yarım keshte temperatura	–150 °C

Planetalarǵa tiyisli maǵlıwmatlar

Planetalar	Ekvatorial radiusı (km)	Quyashtan ortasha uzaqlıgı (mln. km)	Massası		Óz oǵı átirapında aylanıw dáwiri	planeta sırtındaǵI kritik tezlik (km/s)	quyash átirapında aylanıw dáwiri	Orbital tegisligi (km/s)
			$m_\oplus$	10^{24} kg				
Merkuriy	2439	57,91	0,055	0,330	58d,65	4,3	87^d,97	48,0
Venera	6052	108,81	0,816	4,872	243d,16	10,4	224^d,7	35,0
Jer	6378	149,60	1,000	6	23^{h}56^{m}04^s	11,2	365^d,26	30,0
Mars	3396	227,94	0,107	0,639	24^{h}37^{m}23^s	5,0	686^d,98	24,1
Yupiter	71492	778,5	317,84	1900	9^{h}50^m	59,5	4332^d,59	13,1
Saturn	60268	1427	95,17	568	10^{h}14^m	36,2	107759^d,21	9,6
Uran	25559	2875,03	14,59	87	–17^{h}42^m	21,3	30685^d	6,8
Neptun	24764	4554,4	17,25	103	15^{h}57^m	23,5	60188^d	5,5

MAZMUNÍ

KIRISIW 3

1-TEMA. 1-§. Astronomiya neni úyrenedi? Onıń rawajlanıw tariyxı hám basqa pánler menen baylanısı 3

I BÓLIM

I BAP. ÁMELIY ASTRONOMIYA TIYKARLARÍ

2-TEMA. 2-§. Jaqtırtqıshlardıń sutkalıq kórinetuǵın háreketleri. Juldız toparları 6

3-§. Jerdiń óz kósheri átirapında aylanıwına dáliller *. Fuko mayantnigi 7

4-§. Aspan sferası, onıń tiykarǵı noqat, aylana hám sızıqları 8

5-§. Quyashtıń jıllıq kórinetuǵın háreketi. Ekliptika 10

3-TEMA. 6-§. Aspan koordinataları 11

7-§. Juldızlardıń kartaları 13

8-§. Juldızlardıń kórinetuǵın juldız úlkenlikleri * 14

4-TEMA. 9-§. Álem polyusınıń bálentligi hám sol jerdiń geografiyalıq keńligi arasındaǵı baylanıs 15

10-§. Túrli geografiyalıq keńliklerde aspan sferasınıń sutkalıq kórinetuǵın aylanıwları 16

11-§. Jaqtırtqıshlardıń kulminaciyası hám kulminaciya bálentlikleri 19

12-§. Astronomiyalıq baqlawlar tiykarında jerdiń geografiyalıq keńligin shama menen anıqlaw ** 20

5-TEMA. 13-§. Waqıttı ólshew tiykarları * 21

14-§. Kalendarlar 23

6-TEMA. 15-§. Aydıń háreketi, fazaları hám dáwirleri 25

16-§. Musılmanlardıń ay hám quyash hijriy kalendarları * 27

17-§. Quyash hám Ay tutılıwları 29

II BAP. QUYASH SISTEMASÍNÍŃ DÚZILISI HÁM ASPAN DENELERINIŃ HÁREKETI

7-TEMA. 18-§. Quyash sistemasınıń dúzilisi 31

19-§. Quyash sistemasınıń masshtabı hám aǵzaları 34

20-§. Planetalardıń konfiguraciyaları hám kórinetuǵın shártleri * 35

21-§. Planetalardıń Quyash átirapında aylanıw dáwirleri * 37

8-TEMA. 22-§. Sutkalıq hám sutkalıq-gorizontal parallaks. Quyash sisteması denelerine shekem bolǵan aralıqlardı anıqlaw. 38

23-§. Quyash sisteması denelerıniń radiusların anıqlaw ** 39

9-TEMA. 24-§. Astronomiyada uzınlıq ólshew birlikleri 41
25-§. Kepler nızamları 41
26-§. Aspan deneleriniń massaların esaplaw * 43
10-TEMA. 27-§. Eki dene máselesi. Kosmik tezlikler 45

III BAP. ASTROFIZIKA HÁM ONÍŃ IZERTLEW METODLARÍ

11-TEMA. 28-§. Aspandı elektromagnit tolqınlı nurlarda úyreniw – keń tolqınlı astronomiyanıń tiykarı 47
29-§. Optik teleskoplar 48
30-§. Teleskoplardıń tiykarǵı xarakteristikalıq úlkenlikleri ** 51
31-§. Radioteleskoplar haqqında túsinik 53
32-§. Ulıǵbek observatoriasınıń «baslı teleskopı» 55
12-TEMA. 33-§. Nurlanıw nızamları hám aspan deneleriniń fizikalıq qásiyetlerin spektral metodlar járdeminde úyreniw 56

IV BAP. QUYASH SISTEMASÍ DENELERINIŃ FIZIKALÍQ QÁSIYETLERI

13-TEMA. 34-§. Quyash eń jaqın juldız. Quyash haqqında ulıwma maǵlıwmat 59
35-§. Quyash fotosferası hám onıń dúzilisleri. Quyash daqları 61
14-TEMA. 36-§. Quyash xromosferası hám tajı 64
37-§. Quyash energiyasınıń deregi * 66
38-§. Quyash aktivligi hám onıń Jerge tásiri * 68
15-TEMA. 39-§. Jer túrindegi planetalar. Merkuriy hám Venera 71
40-§. Jer hám onıń tábiyiy joldası Ay. Mars 73
16-TEMA. 41-§. Gigant planetalar, olardıń joldasları hám halqaları 81
17-TEMA. 42-§. Asteriodlar hám júdá mayda planetalar 89
18-TEMA. 43-§. Kometalar («quyriqlı juldızlar») 92
44-§. Meteorlar («usher juldızlar») hám meteoritler 95
19-TEMA. 45-§. Quyash sistemasınıń kelip shıǵıwı haqqında házirgi zaman kóz qarasları 99

V BAP. JULDÍZLAR

20-TEMA. 46-§. Jıllıq parallaks, juldızlardıń aralıqların anıqlaw 102
47-§. Juldızlardıń ólshemleri hám fizikalıq parametrlerin anıqlaw * 103
48-§. Juldızlardıń reńi hám temperaturası 105
21-TEMA. 49-§. Juldızdıń absolyut ústinligi hám onıń jarqınlıǵı menen baylanısı *. 106
50-§. Juldızlardıń spektri hám spektral klasları 108
51-§. Spektr-jarqınlıq diagramması 109

22-TEMA. 52-§. Fizikalıq egiz juldızlar hám olardıń túrleri 111
53-§. Juldızlardıń massaların esaplaw ** 113
23-TEMA. 54-§. Fizikalıq ózgeriwshi juldızlar: sefeidler, jańa hám oǵada jańaları ... 115
24-TEMA. 55-§. Juldızlar evolyuciyası. Neytron juldızlar hám «qara úńgirler» * 118

VI BAP. ÁLEMNIŃ DÚZILISI HÁM EVOLYUCIYASÍ

25-TEMA. 56-§. Galaktikamızdıń dúzilisi, quramı hám aylanıwı 121
57-§. Juldızlardıń shar tárizli hám shashılǵan toparları ** 122
26-TEMA. 58-§. Diffuz hám shań dumanlıqlar 124
27-TEMA. 59-§. Sırtqı galaktikalar. Galaktikalardıń klasları hám spektrleri 126
60-§. Radiogalaktikalar hám kvazarlar * 129
28-TEMA. 61-§. Álemnıń keńeyiwi. Xabbl nızamı * 130
29-TEMA. 62-§. Galaktikalardıń Álemde bólistiriliwi ** 132

II BÓLIM
KOSMONAVTIKA ELEMENTLERI **

30-TEMA. 63-§. Kosmonavtika predmeti hám onıń basqa pánler menen baylanısı ... 134
31-TEMA. 64-§. Raketa háreketi nızamları. Raketanıń tartısıw kúshı 138
32-TEMA. 65-§. Raketanıń strukturası hám konstruktiv xarakteristkası 141
66-§. Ushıw waqtında kosmik apparatqa tásir etiwshi kúshler 142
33-TEMA. 67-§. Tartısıwdıń oraylıq maydanında háreketlenip atırǵan denniń orbitaları 144
34-TEMA. 68-§. Tásir sferası hám kosmik apparat traektoriyaların shamalap esaplaw 148
35-TEMA. 69-§. Jer jasalma joldaslarınıń orbita elementleri 151
70-§. Jer atmosferasında joldas orbitasınıń evolyuciyası 152
36-TEMA. 71-§. Orbital manyovrlar. Jasalma joldas orbita tegisligin ózgertiw 154
72-§. Jasalma joldastı orbitadan túsiriw 156
37-TEMA. 73-§. Kosmik apparatlardı Ayǵa ushırıw 158
38-TEMA. 74-§. Planetalarǵa ushıw traektoriyaları. Jerdiń tásir sferası ishindegi háreket 160
39-TEMA. 75-§. Gomon orbitaları boylap ushıwlar 163
40-TEMA. 76-§. Kosmik apparattıń gózlengen planeta tásiri sferasındaǵı háreketi ... 167

Qosımsha 169

O‘quv nashri

Mamadazimov Mamadmusa

ASTRONOMIYA

O‘rta ta’lim muassasalarining 11-sinfi va o‘rta maxsus, kasb-hunar ta’limi muassasalarining o‘quvchilari uchun darslik

1-nashri

(Qaraqalpaq tilinde)

«DAVR NASHRIYOTI» MCHJ

100011, Tashkent qalası, A. Nawayı kóshesi, 30-jay

Awdarmashı	*Gúlnaz Nızanova*
Xudojnik-dizayner	*Y. Belyatskaya*
Redaktor	*G. Nızanova*
Vyorstka islegen	*Y. Belyatskaya*
Korrektor	*G. Nızanova*
Operator	*S. Niyazova*

Licenziya nomeri AI № 308

Basıwǵa ruqsat etildi 27.07.2018. Qaǵaz formatı 70×90$^{1}/_{16}$.
Ofset baspa usılda. «Times New Roman» garniturası. Shártli b.t. 12,87. Baspa t.13,2.
10 452 nusqası. Buyırtpa № 18-271.

Ózbekstan Baspasóz hám xabar agentliginiń
«O‘zbekiston» baspa-poligrafiyalıq dóretiwshilik úyi baspaxanasında basıp shıǵarıldı.
100011, Tashkent, A. Nawayı kóshesi, 30.

Ijaraǵa berilgen sabaqlıq jaǵdayın kórsetetuǵın keste

№	Oqıwshınıń atı familiyası	Oqıw jılı	Sabaqlıqtıń alınǵandaǵı jaǵdayı	Klass basshısınıń qolı	Sabaqlıqtıń tapsırılǵandaǵı jaǵdayı	Klass basshısınıń qolı
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						

Sabaqlıq ijaraǵa berilip, oqıw jılı aqırında qaytarıp alınǵanda joqarıdaǵı keste klass basshısı tárepinen tómendegi bahalaw ólshemlerine tiykarlanıp toltırıladı:

Jańa	Sabaqlıqtıń birinshi ret paydalanıwǵa berilgendegi jaǵdayı.
Jaqsı	Muqabası pútin, sabaqlıqtıń tiykarǵı bóliminen ajıralmaǵan. Barlıq betleri bar, jırtılmaǵan, betleri almastırılmaǵan, betlerinde jazıw hám sızıqlar joq.
Qanaat-landırarlı	Muqaba jelingen, birqansha sızılıp, shetleri qayırılǵan, sabaqlıqtıń tiykarǵı bóliminen alınıp qalıw jaǵdayı bar, paydalanıwshı tárepinen qanaatlanarlı qálpine keltirilgen. Alınǵan betleri qayta jelimlengen, ayırım betlerine sızılǵan.
Qanaat-lanarsız	Muqabaǵa sızılǵan, jırtılǵan bólimnen ajıralǵan yamasa pútkilley joq, qanaatlanarsız qálpine keltirilgen. Betleri jırtılǵan, betleri tolıq emes, sızıp, boyap taslanǵan. Sabaqlıqtı qayta tiklew múmkin emes..