

M. Mamadazimov

ASTRONOMIYA

*Uliwma orta bilim beriw mektepleriniń 11-klasi hám orta arnawlı
kásip óner kolledjleriniń oqıwshıları ushın sabaqlıq*

1-basilim

Ózbekstan Respublikası Xalıq bilimlendiriw ministrligi tastıyqlağan

«DAVR NASHRIYOTI»

Tashkent – 2018

UO‘K 52(075.3)

KBK 22.6ya72

M 23

Bul sabaqlıq, o‘gan qoyılğan talaplar boyınsha, ulıwma bilim beriw mektepleriniń 11-klası, orta arnawlı hám kásip-óner kolledjleri hám Ózbekstan Respublikası Ilimler Akademiyası Astronomiya institutı qasında ashılıp atırğan astronomiyağa qánigelestirilgen mektep ushın arnalğan.

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 arnalğan bolsa da, biraq ápiwayı mektep oqıwshılarına onıń mazmunı boyınsha túsiniqler 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 arnalğan bolıp, onda astronomiyanıń tereńlestirilgen hám keńeytirilgen mazmunı ashıp berilgen. Sonday-aq, sabaqlıqtan orın alǵan «Kosmonavtika elementleri» de qánigelestirilgen mekteplerge arnalğan bolıp, onda oqıwshılarga aeronavtikağa tiyisli dáslepki túsiniqler 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 kandidatu;

B. Sattorova – Nizamiy atındaǵı TMPU dotcenti, pedagogika pánleri kandidatu;

U. Alimammedova – Tashkent qalası Yunusobod rayonu 9-sanlı ulıwma bilim beriw mektebiniń oqıtıwshısı;

E. Jumaniyazov – Tashkent qalası Sergeli rayonu 8-sanlı ulıwma orta bilim beriw mektebiniń oqıtıwshısı.

Qaraqalpaqsha awdarmaǵa pikir bildiriwshi:

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

M 23 **Astronomiya** [Tekst]: Qaraqalpaq tilinde bilim beriletuǵın ulıwma orta bilim beriw mektepleriniń 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

ISBN 978-9943-5024-9-9

© «DAVR NASHRIYOTI» MCHJ, 2018

KIRISIW

1-TEMA.

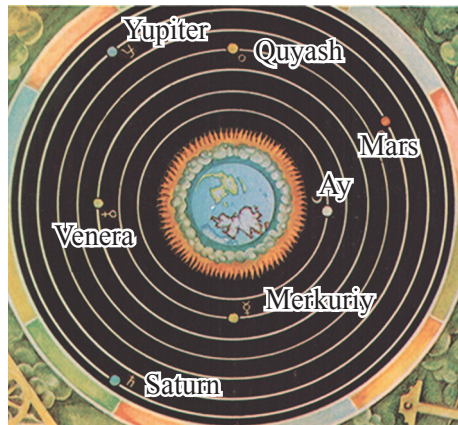
1-Ş. Astronomiya neni úyrenedi? Onıń rawajlanıw tariyxı hám basqa pánler menen baylanısı

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 evoluciyanıń úyrenetuǵın pán.

Astronomiyanıń rawajlanıwınıń qısqasha tariyxı. Astronomiya da basqa barlıq pánler sıyaqlı jámiyettiń ámeliy mıtájlikleri tiykarında kelip shıqqan. Astronomiyanıń bórtikleri Babil, Mısır, 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° lı sheńberiniń uzınlıǵın hám keyin ala planetamızdıń radiusın ólshedi. Ataqlı grek alımı hám filosofi Gipparx júzlegen juldızlardıń koordinataların ózinde sáwlelendirgen birinshi juldızlar katalogın (kes-tesin) dúzdi. Eramızdıń II ásirinde ataqlı grek astronomı Klavdiy Ptolemey «Megale sintaksis» (Ullı dúzilis) atlı shıǵarmasında grek astronomiyası tabısların ulıwmalastırıp, planetalardıń kórinetuǵın – ilmek tárizli háreketlerin túsindire alatuǵın hám tiykarında Aristotel-Gipparxlardıń geosentrik, yaǵnıy orayında Jer jaylasqan degen teoriyası bar Álem dúzilisi haqqındaǵı jańa talıymattı jarattı (*I-súwret*).



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

Bul táliyimat 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 háreketleniwı boyınsha ayırım maǵlıwmatlardı anıqlaǵan. Al-Farǵaniydiń «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 Beruniydiń 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 ásirde XX ásirdeń 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 fotografıyanıń qollanıwı nátiyjesinde astronomiyanıń jańa jiyekleri ashıldı. Bul aspan deneleriniń fizikalıq qásiyetlerin úyreniw barısında úlken imkaniyatlardı

payda etti. Nátíyjede aspan deneleri hám olardıń sistemalarınń 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 sınavdan ótip kelmekte. Mexanika nızamları, salıstırmalılıq teoriyasınıń tiykarǵı ideaları, kvant fizikası, atom dúzilisi, yadrolıq reakciyalar, zat hám nurlanıwdıń óz ara tásirlesiw 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 baylanıslılıǵın 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 qalıplesiwi 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. Bulsız 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 ayıladı) átirapında aylanıp atırǵanın kóriwge boladı. Bunday aylanıw dawamında ıqtıyarlı jaqtırtqısh óz ornın gorizont táreplerge qaray ózertip baradı. Juldızlar aspannıń bunday kórinetuǵın aylanıw dáwiri bir sutkanı quraydı. Qublaǵa qarap turǵan baqlawshıǵa jaqtırtqıshlar shepten onǵa, yaǵnıy saat strelkası jónelisinde háreketlenip atırǵanday bolıp kórinedi.

Eger baqlawshı belgili bir waqıt dawamında fotoapparat járdeminde aspannıń arqa bólegin súwretke alsaq, belgili bir bólegindegi juldızlar shıǵıstan shıǵıp, batisqa 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. Polıus juldızı átirapında juldızlardıń kórinetuǵın aylanıwı (bir neshe saat dawamında polyusqa baǵdarlanıp ornatılǵan fotoapparat járdeminde alınǵan).

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

Házirgi waqıtta aspan sferası 88 bólimge, yaǵnıy juldız toparına bólingen. Belgili bir juldız toparına kırıwshi bir neshe juldızlar jaqtı juldızlar usı toparǵa yaki bazıda qońsı juldız toparına kırıwshi 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 batisqa qaray gúzetilip, juldızlardan ayırmashılıq tárepi, olardıń shıǵıw hám batıw noqatları maksimal balentlikleri kún sayın ózgerip baradı.

Ásirese, Quyash Nawrıwda (21-martta) anıq shıǵıs noqatınan kóterilip, anıq batis 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 jılıyadı. Bul dáwirde Quyashtıń tústegi balentligi páseyip barıp, kúndiz qısqaradı, tún bolsa kerisinshe uzayadı.

Planetamızdıń joldası Ay da sutkalıq kórinetuǵın hárekette qatnasıp, shıǵıstan batisqa, juldızlar menen birge jılısıp baradı. Biraq birneshe tún dawamında baqlawlardan-aq, Aydıń juldızlarǵa qaraǵanda Jer átirapında *haqıyqıy háreketleniw* 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 jılıwı Ayǵa qaraǵanda júdá kishkene bolıp, bar-joǵı bir gradusqa jaqın sheńberdi quraydı hám bir jıldı 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 batisqa qaray 15° qa jılısıwın ańsat tabıwǵa boladı. 360° tı 15° qa bólsek, 24 saat shıǵadı. Demek, barlıq juldızlar 24 saatta, yaǵnıy 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

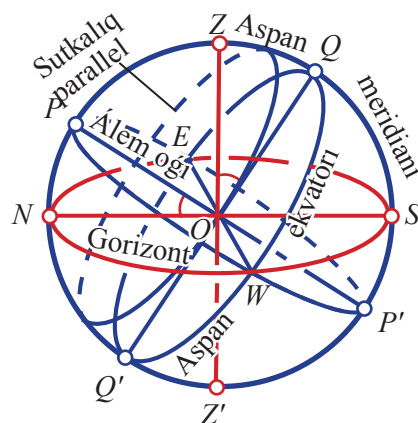
menen mayatnik tınısh turǵanda Jerdegi noqat átirapında saat strelkası háreketi jónelisinde burılıp barıwın kóremiz.

Bul Jerdiń óz kósheri átirapında aylanıwın bildiredi. Sebebi, ilingen noqat hár qansha burılǵanda da mayatnik óz terbeliw tegisligin ózgerpeytuǵın 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 tusedi. 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

bolip, kópshilik jaǵdaylarda olarǵa shekem bolǵan aralıqlardı anıqlawǵa mútájlik sezilmeydi. Jaqtırtqıshlardıń kórinetuǵın jaǵdayları hám háreketlerin úyreniwden aldın, aspannıń tiykarǵı noqatı, sıziq 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 qaytıp kórinse, sonday túrinde proyeksiyalanǵan boladı. Aspan sferasınıń orayında turǵan baqlawshıdan ótkizilgen vertikal sıziqtıń aspan sferası menen kesiskeń 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 tiykarǵı noqat, sıziq hám aylanaları.

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

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

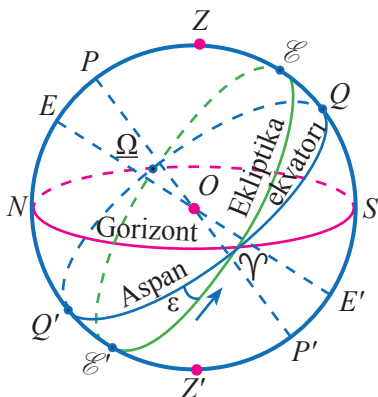
Jer óǵı turaqlılıǵınıń aspan sferası menen kesiskeń noqatları *álem polyusları* dep ataladı. Jerdiń arqa polyusı dawamınıń aspan sferası menen kesiskeń noqatı *álemniń arqa polyusı P*, batıs polyusı dawamınıń sfera menen kesiskeń noqatı bolsa, *álemniń batıs polyusı P'* dep ataladı. Álem polyusların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

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

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

5-§. Quyashtıń jıllıq kórinetuǵın háreketi. Ekliptika

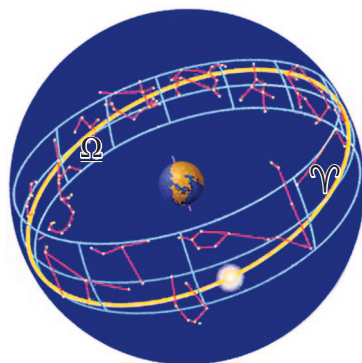
Quyashtıń juldızlar aralap batıstan shıǵıs tárepke qaray kórinetuǵın (haqıyqıy emes) jılısıwı júdá áyyemnen belgili. Bul jılısıw hár bir sutkada sál ǵana 1° qa teń. Quyashtıń bul jıllıq kórinetuǵın jolı úlken aylana bolıp, ol *ekliptika* dep ataladı. Jıl dawamında sistemalı túrde, tús payıtında belgili bir jerden turıp Quyashtıń zenitten uzaqlıǵın ólshew, onıń aspan ekvatorınan ağıwı $+23^\circ 26'$ den $-23^\circ 26'$ ǵa shekem ózgeriwın kórsetedi. Bunnan ekliptika tegisliginiń aspan ekvatorına ađıwshılıǵı $\varepsilon = 23^\circ 26'$ 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 kesiskeń noqatları, qalǵan ekewi bolsa aspan ekvatorınan eń úlken ađıw imkaniyatına iye bolǵan noqatlarınan ibarat. Onıń ekvator menen kesiskeń noqatlarınan biri (Quyash aspanınıń qubla yarım sharınan arqa yarım sharına kesip ótip atırǵanda payda bolǵanı) *báhargi teńkúnlik noqatı* (γ) dep atalıp, Quyash onnan 21-mart kúni ótedi. Ekinshisi bolsa *gúzgi teńkúnlik noqatı* (Ω) dep atalıp, Quyash ol noqattan 23-sentyabr kúni ótedi. Ekliptikanıń, aspanınıń arqa yarım sharında eń úlken ađıwǵa ($+23^\circ 26'$) iye bolǵan noqatı (\mathcal{E}) *jazǵı quyash turıwı* delinip, bul noqattan

Quaysh 22-iyunda ótedi. Qubla yarım sharında ekliptikanıń eń úlken aǵıwına ($-23^{\circ}26'$) iye bolǵan noqatı bolsa, *qısqı quyash turıwı* (\mathcal{E}) noqatı delinip, Quayash onnan hár dayım 22-dekabrde ótedi. Quayashtıń 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*). Quayashtıń juldızlar fonında jıllıq kórinetuǵın háreketleniwı negizinde Jerdiń Quayash átirapında jıllıq haqıyqıy háreketi sebepli júz beredi. Sonıń ushın da Quayashtıń jıllıq kórinetuǵın háreketi tegisligi Jerdiń orbita tegisligi menen ústi-ústine túsedı. Yaǵnıy, ekliptikanıń aspan ekvatorına aǵıwı da Jer ekvatorınıń óz orbita tegisligine aǵıwı menen birdey ($23^{\circ}26'$) boladı.



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

Soraw hám tapsırmalar:

1. Juldızlar aspannıń shıǵıstan batısqa qaray aylanıwınıń sebebi nede?
2. Quayash hám Aydıń Jer átirapında shıǵıstan batısqa qaray háreketleri haqıyqıy háreket pe?
3. Jerdiń óz oǵı átirapında aylanıwı qalay dálillenedi?
4. Aspan sferasınıń noqat, sıziq 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) táriypleń.

3-TEMA.

6-§. Aspan koordinataları

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

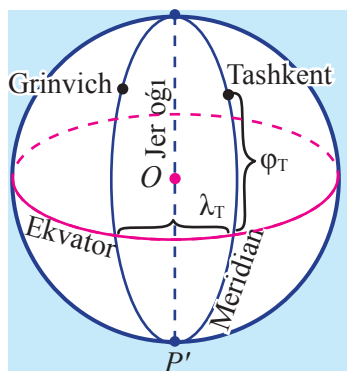
liq uzunliğı – λ_T hám φ_T keńligin belgilewde hám memizge belgili bolǵan geografiyalıq koordinataların eska alamız. Aspannıń ekvatorial koordinatalar sistemasında da Jerdegi sıyaqlı jaqtırtqıshlardıń ornı ekew – *tuwrı shıǵıw* α (alfa) hám *aǵıw* δ (delta) dep atalıwshı koordinatalar menen belgilenedi.

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

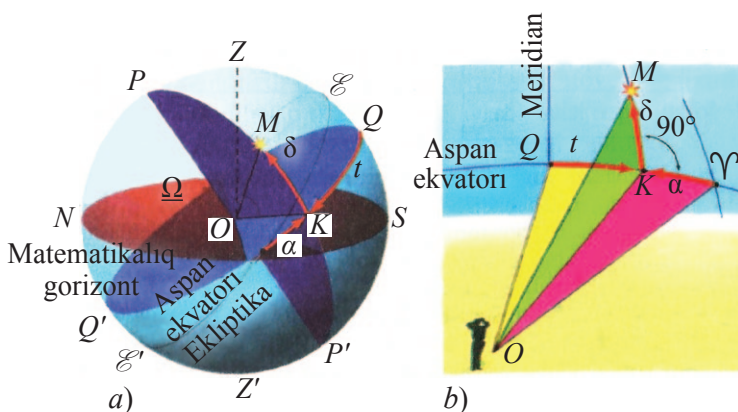
Íqtiyarlı M jaqtırtqıshtıń tuwrı shıǵıwın tabıw ushın onnan yarım aǵıw aylanası ótkizilip, onıń aspan ekvatorı menen kesisken noqatı K tabıladı. K noqatınıń báhárgi teńkúnlik noqatınan sheńber uzaqlıǵı M jaqtırtqıshınıń tuwrı shıǵıwın xarakterleydi, yaǵnıy: $\alpha = \Upsilon\check{K}$. Bul sheńber sfera 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 (\check{KM}) menen ólshenedi (*δ -a, b súwretler*). 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, sekunlarda beriledi. Ólsheniw shegarası 0 saattan 24 saatqa shekem boladı. Jaqtırtqıshlardıń aǵıwı bolsa sheńber gradusları, minutları hám sekunlarında ólshenip, 0 gradustan $\pm 90^\circ$ 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 kesiskeń noqatı Q dan jaqtırtqıstıan ótken ağıw aylanasınıń ekvator menen kesiskeń noqatı K ğa shekem bolǵan sheńber \overline{QK} yaqı oraylıq múyesh $\angle QOK$ menen ólshenedi. Jaqtırtqıshlardıń saat múyeshi t hám saat, minut, sekunlarda ólshenedi (*8-a, b súwretler*). Ólsheniw shegarası 0 saattan ± 12 saatqa shekem (minus belgisi – aspannıń sutkalıq aylanıwına qarama-qarsı jóneliste ólshengende) yaqı bazıda 0 saattan 24 saatqa shekem boladı. Waqıt boyınsha saatlar, minutlar hám sekunlarda berilgen belgili bir múyeshi (yaǵnıy sheńberdi) sheńber gradusları, minutları hám sekunlarına (yaqı kerisinshe) ótkiziwde usı *1-kesteden* paydalanıladı.

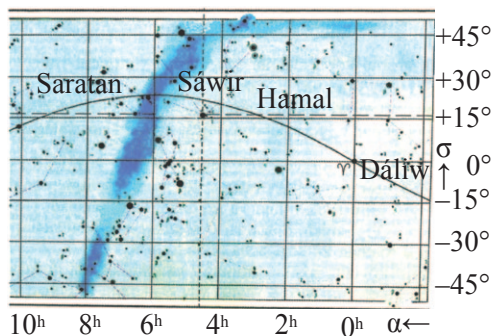
1-kestede

Sheńber ólsheminde	360°	15°	1°	15'	1'	15''
Waqıt ólsheminde	24 ^h	1 ^h	4 ^m	1 ^m	4 ^s	1 ^s

7-§. Juldızlardıń kartaları

Juldızlardıń kartaları da geografialıq 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 sızıqtıqqa (abscissa oǵı) perpendikular etip ótkizilgen aǵıw aylanası sheńberin bildiriwshı sızıqtıń (sızılmada vertikal sızıqtı) α oǵı menen kesiskeń noqatınan usı juldızdın tuwrı shıǵıwı alınadı. M juldızınıń δ aǵıwı onnan ótken sutkalıq parallel sheńberdi sıpatlawshı sızıqtıń (sızılmada gorizonttal sızıqtı) δ oǵı (ón tárepte dárejelengen oq) menen kesiskeń



9-súwret. Juldız kartası.

noqatınan alınadı. Onda kartadağı M juldızdın usınday jol menen tabılğan koordinataları: $\alpha \approx 4^h 35^m$, $\delta \approx +16^\circ$ ekenligi kórinip tur.

8-§. Juldızlardın kórinetuğın juldız úlkenlikleri *

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

Jaqtırtqıshlardın kórinetuğın nurlanıw intensivlikleri, olardıń nurlanıwın belgilep barıwshı qurılmalarda (kóz, fotoplastinka, fotoelement hám taǵı basqalar) payda etken *jartıwshańlıǵına* qaray anıqlanadı. Astronomiyada jaqtırtqıshlardın 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.

Juldızlardın jarıqırawın juldız úlkenliklerinde belgilewdi biziń eramızǵa shekemgi II ásirde insan kóziniń nurǵa sezgiriligine 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 sergiriliginiń psixofiziologiyalıq nızamlarına ámel qılǵan halda qabıl etilgen. Buniń ushın ayqınlıqları bir-birinen 100 ese ayırmashılıqqa iye eki juldızdın 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 yaqı jarıqırawshańlıǵınıń parqı $\sqrt[3]{100} = 2,512$ ge teń boladı. Eger keltirilgen bul eki juldızdın kórinetuğın úlkenlikleri, sáykes túrde, m_1 hám m_2 olardıń kórinetuğın jarıqırawshańlıǵın bildiriwshı jarıtıwshańlıqları E_1 hám E_2 bolsa, onda $E_1 = 100E_2$ bolǵanı ushın $m_2 - m_1 = 5$ boladı. Yaǵnıy, bul eki juldızdın jartıwshańlıǵınıń

qatnasıqları, olardıń kórinetuǵın juldız úlkenlikleriniń parqı menen tómendegishe baylanısadı:

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

yaki bul teńliktiń hár bir tárepiniń 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 ayıladı.

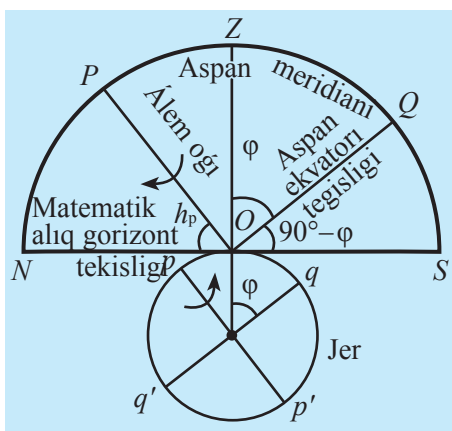
Adamnıń normal kózi 6-úlkenlikke shekem bolǵan juldızlardı kóredi. Ayqın juldızlardan Veganiń (Lira juldız toparınıń eń jarıq juldızı) juldız úlkenligi $+0,04^m$ di, Veneraniki $-4,4^m$ (eń ayqın paytında)di, toln aydıki $-12,5^m$ di, Quyashdiki bolsa $-26,7^m$ di quraydı. Házirgi zaman teleskopları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

Soraw hám tapsırmalar:

1. Berilgen juldızlar kartasında vertikal sızıqlar aspan sferasındaǵı qanday aylanardıń sheńberlerin belgileydi? Gorizonttal sızıqlar she?
2. Aspannıń ekvatorı koordinataları boyınsha jaqtırtqıshlardıń tuwrı shıǵıwı (α) hám aǵıwı (δ) qalay ólsheniwin sızilmadan túsindirín.
3. Jaqtırtqıshnıń saat múyeshi (t) qanday koordinata hám ol qáytip ólshenedi?
4. Juldızlardıń kórinetuǵın úlkenlikleri hám olardıń jarıtıwshańlıǵı arasındaǵı qatnası ne dep ataladı?
5. Pogson formulasın túsindirín.

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

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



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

$\angle NOP = h_p$, $\angle QOZ = \varphi$. Soǵan qaray: $h_p = \varphi$ boladı.

Bul jaǵday tómendegishe dálillenedi. *10-súwrette* berilgendey, aspan meridianı boylap zenitten ekvator tegisligine shekem bolǵan sheńber uzınlıǵı – ZQ , Jer sırtındaǵı baqlap turǵan O noqat geografıyalıq 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 múyeshitiń 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,

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

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

1-jaǵday. Baqlawshı $\varphi = 0^\circ$ geografıyalıq keńlikte, yaǵnıy ekvator da bolsın, onda álem polyusınıń bálentligi menen jerdiń keńligi arasındaqı baylanısı boyınsha, álemniń polyusları matematikalıq gorizont penen ústi-üstine túsedi. (sebebei, $h_p = \varphi = 0$), álem oǵı bolsa tús sızıǵı boylap baǵdarlanadı (*II-a súwret*).

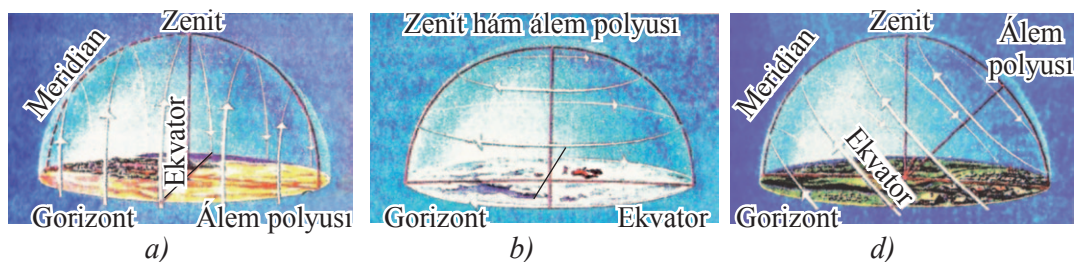
Aspan ekvatorınıń tegisligi álem oǵına tik bolǵanı ushın ekvator aylanası zenit hám nadir noqatları arqalı ótedi. Bul jaǵdayda jaqtırtqıshlardıń sutkallıq jolları, ekvatorǵa parallel bolǵan – *sutkalıq paralleller* boylap baǵdarlanǵanı ushın olar da matematikalıq gorizontqa tik jaylasadı hám onıń menen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

Bunnan kórinip turǵanında, 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 künge 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 kündeǵi kórinetuǵın háreketi tap sol aylana boylap baqlanadı.

Ayırım xarakterli kúnderde ekvatordaǵı baqlawshı ushın Quyashtıń gorizontqa qaraǵanda sutkalıq kórinetuǵın háreketi qáytip ótiwin kóreyik. 22-dekabr kúni qısqı quyash turıwı noqatı arqalı ótkizilgen sutkalıq parallelden kórinip turǵanında, bul kúni Quyash aspannıń qubla yarım sharında Shıǵıs noqatınan $23^{\circ}26'$ ǵa teń sheńber aralıqta matematikalıq gorizontqa tik shıǵadı. Quyashtıń meridiandaǵı bálentligi $h=90^{\circ}-23^{\circ}26'=66^{\circ}34'$ ti quraydı. Quyashtıń 21-mart hám 23-sentyabr kúnlerindeki sutkalıq jolı bolsa, ekvator boylap gúzetiledi. Bul kúnlere tús payıtında Quyash zenitten ótedi. 22-iyunda Quyashtıń sutkalıq jolı arqa yarım sharında álem ekvatorınan $23^{\circ}26'$ sheńber aralıqtan ótiwshı sutkalıq parallel boylap gúzetiledi. Tús payıtında Quyash, 22-dekabrdegi siyaqlı matematikalıq gorizonttan $66^{\circ}34'$ 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 jil dawamında kúndiz benen keshi teń boladı.

2-jagday. $\varphi=\pm 90^{\circ}$, yaǵnıy baqlawshı Jer polyuslarında bolsın. Eger baqlawshı Jerdiń arqa polyusında bolsa, álem arqa polyusınıń bálentligi $hp = \varphi = 90^{\circ}$ bolıp, ol zenit penen ústi-üstine túsedı (*11-b súwret*). Ol jagdayda álem oǵı vertikal oq penen, álem ekvatorı bolsa matematikalıq gorizont penen ústi-üstine túsedı. Bunda aspannıń arqa yarım sharındaǵı barlıq juldızlar matematikalıq gorizontqa parallel aylanadı hám batpaydı. Olardıń aylanıw bálentlikleri jil 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 juldız aspanınıń sutkalıq kórinetuǵın aylanıwı:
 a) Jer ekvatorında; b) Jerdiń polyusında; d) ortasha geografıyalıq keńliklerde.

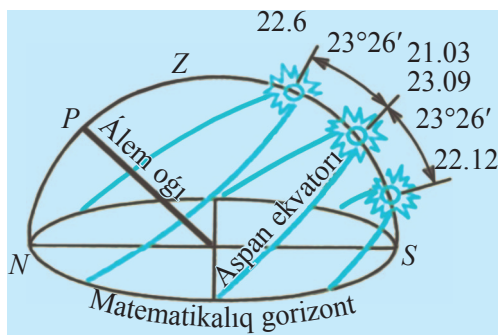
Quyashtıń sutkalıq háreketi Jer polyusında júdá qızıqlı kóriniske iye bolıp, hár sutkada shıǵıp batpaydı. Ekliptika bul jerde matematikalıq gorizont penen teńdey ekige bólingeni ushın Quyash polyusdaǵı baqlawshı ushın 21-mart kúni shıǵadı hám spiral boylap aylanıp, hár kúni sherek gradustan kóterilip baradı. 22-iyunda Quyashtıń bálentligi maksimumǵa erisip, $h_0 = \delta_0 = 23^\circ 26'$ ǵa jetedi. Sonnan keyin Quyash batpaǵan túrde, spiral boylap bálentligin páseytip baradı hám sonunda 23-sentyabr kúni batadı hám kelesi jıldıń 21-martına shekem shıqpaydı. Eger baqlawshı Jerdiń qubla polyusında bolsa, Quyash 6 ayǵa shekem – 21-marttan 23-sentyabrga shekem shıqpaydı (*12-súwret*).

3-jagday. $0 < \varphi < 90^\circ$, 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 sonshellı 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 aspanınıń 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 aspanınıń qanshelli úlken yaki kishi maydanın iyelewi baqlawshı turǵan jerdiń geografıyalıq keńligine baylanıslı. Súwretke qarap shıqqaytuǵın hám batpaytuǵın jaqtırtqıshtıń aǵıwı ushın tómendegi qatnasıqtı keltirip shıǵarıwǵa

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

Bunday keńliklerde Quyashtıń sutkalıq jolı hám arqa yarım sharda bolğanda (yağny 21-marttan 23-sentyabrge shekem), kúndiz túnnen uzın, qubla yarım sharda bolğanda (yağny 23-sentyabrden kelesi jıldıń 21-martına shekem) tún kúndizden uzın ekenligi gúzetiledi. Eger jerdiń geografıyalıq kenligi polyus aylanasinan arqada (yağny $66^\circ 34'$ ten úlken) bolsa, bunday jerlerde 22-iyungá jaqın bir neshe kún yaki bir neshe ay dawamında Quyashtıń batpawın, 22-dekabr átirapındağı kúnderde bolsa, shıqpawın baqlawğa boladı (12-súwret).



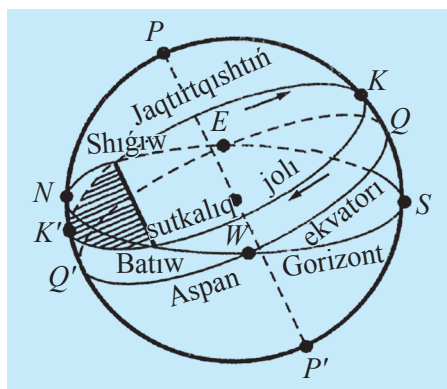
12-súwret. Jıl dawamında tús paytında Quyashtıń bálentliginiń ózgeriwi.

11-§. Jaqtırtqıshlardıń kulminaciyası hám kulminaciya bálentlikleri

Jaqtırtqıshlardıń sutkalıq kórinetuğın háreketleri waqtında aspan meridianının kesip ótiw hádiyesi olardıń *kulminaciyaları* dep ataladı. Íqtiyarlı jaqtırtqısh bunday háreket sebepli hár sutkada aspan meridianının eki ret kesip ótedi, yağny eki ret kulminaciya boladı. Bul eki kulminaciya zenitke jaqın (K) *joqarǵı kulminaciya*, ekinshisi bolsa (K') *tómengi kulminaciya* dep ataladı (13-súwret).

Kulminaciya paytında jaqtırtqıshtıń bálentligi baqlaw jeriniń geografıyalıq keńligine (φ) hám jaqtırtqıshtıń aǵıwına (δ) baylanıslı boladı.

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



13-súwret. Jaqtırtqıshlardıń kulminaciya hádiyesi.

tekisligine ağıwshańlıǵına teń bolıp, ol $\widetilde{SQ} = 90^\circ - \varphi$ arqalı esaplanadı. QK sheńber jaqtırtqıstıń ağıwına (δ) teń bolǵanı ushın jaqtırtqıstıń kulminaciyası: $h_j = 90^\circ - \varphi + \delta$ teńlemeden tabıladı. Jaqtırtqıstıń tómengi kulminaciyası da sonday jol menen esaplanıp, ol $h_t = \varphi + \delta - 90^\circ$ 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 jariq juldızı – alfası) Álem polyusınan 1° tan kishi sheńber aralıqta jaylasqan. Aldın anıqlaǵanıımızday, belgili bir jerdiń geografiyalıq keńligi φ , sol jerde Álem polyusınıń gorizonttan bálentligine (h_p) teń boladı, yaǵnıy $\varphi = h_p$. Yaǵnıy, Tashkentte Álem polyusınıń bálentligi shama menen $41^\circ 20'$ ǵa teń bolǵanı ushın Tashkenttiń geografiyalıq keńligi $41^\circ 20'$ 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:

$$h_o = 90^\circ - \varphi + \delta_o, \text{ bul jerde } \varphi = 90^\circ - h_o + \delta_o \text{ ǵa teń boladı.}$$

Soraw hám tapsırmalar:

1. Álem polyusınıń bálentligi hám orınıń geografiyalıq keńligi arasında qanday baylanıs bar ekenin túsindir.
2. Baqlawshı Jerdiń ıqtıyarlı noqatı bolǵanda juldızlar aspanını gorizontına qaraǵanda sutkalıq kórinetuǵın aylanıwı qanday bolatuǵının túsindir. Ekvator da 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 ayıladı hám ol neshe túrli boladı?
7. Jaqtırtqıshlardıń kulminaciyası onıń aǵıw hám baqlawshımın keńligi arqalı qalay anıqlanadı?

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

Adamlar waqıttı ólshewge áyyemgi dáwirlerden baslap mútájlik sezgen. Quyashlı kúnlerde iqtıyarlı 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-súwrette* 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 waqıttı 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 belgilengenini ushın bizler Quyash sutkası menen jumıs isleymiz. Sol sebepli, ámelde biz qollanatuǵın waqıttı ólshewde Jerdiń óz oǵı átirapında Quyashqa qaraǵanda bir tolıq aylanıp shıǵıw waqıtı – Quyash sutkası tiykar etip alınǵan. *Quyash sutkası* dep, Quyashtıń eki ret izbe-iz joqarǵı kulminaciyanan (basqasha aytqanda tús paytınan) ótiwi ushın ketken waqıtqa ayıladı.

Quyash waqıtı dep, Quyashtıń sutkalıq kórinetuǵın háreketinde oraydıń tómenge kulminaciyanan ketip, aspannıń belgili noqatına barǵanǵa shekem ketken waqıttıń Quyash sutkası úleslerinde sıpatlamasına ayıladı.

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



14-súwret. Áyyemgi hindler paydalanǵan Quyash saati.

emesliginde. Sol sebepli ámelde sutkanın uzınlığı jil dawamında ózgerip turıwshı Quyash sutkasınıń ortasha mánisi alınadı hám ol 24 saat etip belgilenedi.

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

Belgili bir jerdiń *jergilikli waqıtın* biliw, bul jerdiń geografiyalıq uzınlıǵın 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. Uzınlıǵı nolge teń bolǵan meridiannıń (yaǵnıy Grinwich meridianınıń) jergilikli waqtı shártli túrde dúnya waqtı T° etip alıńǵan (*15-súwret*).



15-súwret. Waqıt esabı Grinwich meridian waqtınan baslanadı.

Íqtıyarlı λ uzınlıqqa iye bolǵan punktiniń 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 boladı. 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 $0^h, 1^h, 2^h, 3^h, 4^h, \dots, 23^h$ etip qabil etilgen. Bunda uzınlıǵı 0° bolǵan meridian 0-poyas ortasınan, 1^h bolǵan meridian bolsa 1-poyas ortasınan ótetuǵın hám t.b. etip alınadı.

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

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

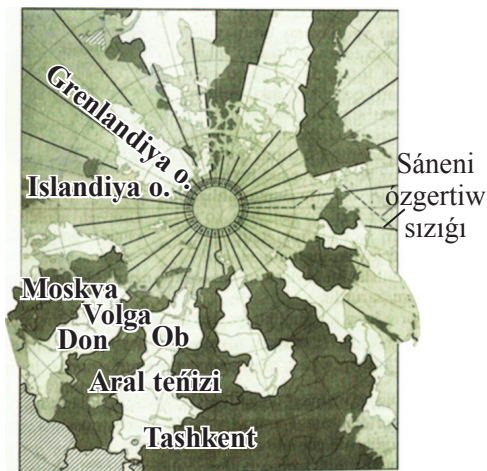
bul jerda: λ_{tiy} – bul poyas tiykarǵı meridiannıń uzınlıǵın; T_p – onıń waqtın; T_j bolsa λ_j uzınlıq meridianına tiyisli jergilikli waqtı bildiredi.

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 waqtı (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 waqtıń ólshemleri (sutka – kún, hápte, ay hám jıllar) boyınsha sistemaǵa salıw *kalendar* dep ataladı. Kalendarı dúziwde Ay fazalarınıń almasıw dáwiri yaki jıl máwsimleriniń dáwiri (tropikalıq jıl) tiykar etip alınadı. Ay fazalarınıń almasıw dáwiri (29,53 sutka) tiykar etip alınǵan kalendarlar *ay kalendarları*, jıl máwsimleriniń almasıw dáwiri tiykar etip alınǵanları bolsa *quyash kalendarları* dep júritiledi.



16-súwret. Jer sharı polyusları.

Quyash kalendarı áyyemgi Mısırda biziń eramızǵa shekemgi 3000-jıllarda payda bolǵan. Ol dáwirde jil máwsimleriniń almasıw dáwiri 360 kúnge teń dep, 12 ay 30 kún etip alıńǵan. 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 jil 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 kalendarı astronomlar járdeminde dúzip, onı ámelde qollanıwǵa usındı. Keyin ala bul kalendarı Yuliy sezar atına *yulian kalendarı* dep atalatuǵın boldı. Bul kalendar boyınsha, úsh jil izbe-iz keletuǵın jıllardıń uzınlıǵı 365 kúnnen bolıp, tórtinshi jılı 366 kún etip alındı. Sebebi, tórt jilda 0,25 kúnlik (jıllıq) qaldıq jıynalıp, 1 kúnge teń boldı. Bul qosımsha kúndi fevral ayına qosıp beriwege (yaǵnıy onı 29 kún etip qollanıwǵa) kelisip alındı.

Biraq, júz jıllar ótiwi menen bul kalendar jılıń uzınlıǵında ele de qátelik bar ekenligi belgili boldı. Onı dúzewlew ushın 1582-jıldıń fevralında Rim papası Grigoriy XIII jil 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 payǵambardıń 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 jil bası 1-martta kirgen. Aprel ayı – «aperire» – «ashılıw» («oyanıw») degen sózden alıńǵan bolıp, báhárde tábiyattıń oyanıwınan derek beredi. Bul kalendar boyınsha jil bası ilgeride martta bolıp, soń 1-yanvarǵa kóshirilgen. Rossiyada jil bası áyyemgi waqıtları eki ret – 1-martta hám 1-sentyabrde bayramlanatuǵın bolǵan. 1342-jıldan Moskva mitropoliti (hákimi) Jańa jil bayramı bunnan bılay tek ǵana 1-sentyabrde ótkiziletuǵını haqqında buyırıq berdi. XVII ásirdiń aqırında patsha Pyotr I buyırǵı menen 1700-jilda kalendar jılıń bası 1-yanvarǵa kóshirildi. Sonnan beri bul kalendar boyınsha Jańa jil 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 waqıttı qalay tabıladı? Bul waqıtlar arasında qanday baylanıs bar?
5. Kalendarı 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 jul tiykar etip alınǵanları she?
7. Yulian hám grigorian kalendarları haqqında nelerdi bilesiz?

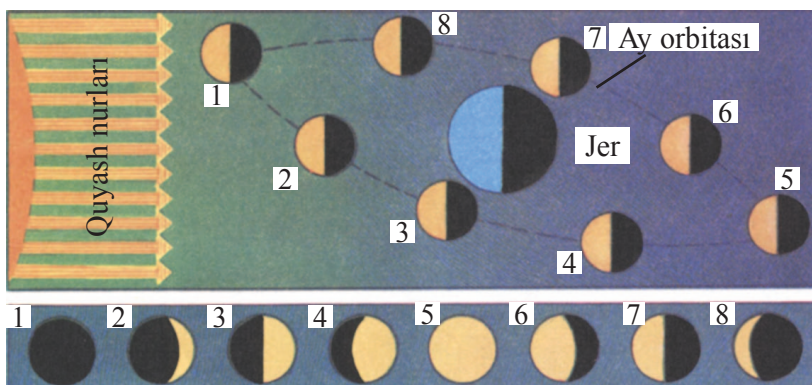
6-TEMA. 15-§. Aydıń háreketi, fazaları hám dáwirleri

Ay planetamız Jerdiń tábiyiy joldası bolıp, onıń átirapında 27,32 sutkalıq dáwir menen aylanadı. Bul dáwir Aydıń *siderik dáwiri* yaqı *juldız dáwiri* dep ataladı. Aydıń Jer átirapında aylanıw jónelisi juldızlardıń Jer átirapındaǵı kórinetuǵın aylanıwına qarama-qarsı bolıp, ol batıstan shıǵısqa (yaǵniy, Jerdiń 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 Jerdiń Quyash átirapında aylanıw tegisligi (ekliptika) menen 5°9' 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.

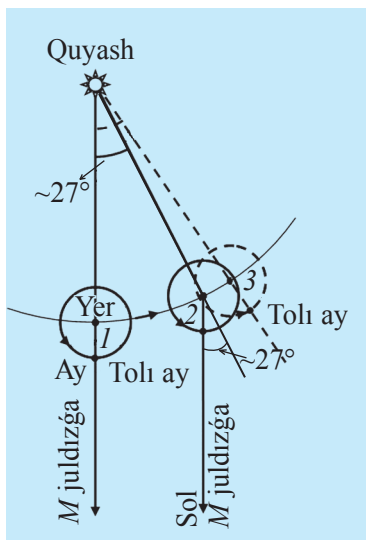
Ay Jer átirapında aylanıp atırǵanda, Quyash nurların qaytarıwı sebebinen bizge kórinetuǵını belgili. Bul kóriniş tap sol waqıtta Aydıń Quyashqa qaray qalay jaylasıwı boyınsha hár túrli boladı. Jerden qaraǵanda Aydıń hár túrli formalarda (jańa ay, yarım ay, tolı ay) kóriniwi onıń *fazaları* dep ataladı.

Quyash batqannan soń, Aydıń jıńishke 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. Toli ay. 7. Aqırǵı sherek fazası).

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



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

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

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 jılıswın itibarǵa alsaq, bul dáwirde ol 1-den 2-halatqa shekem shama menen 27 gradusqa jılısqanı belgili boladı (18-súwretke qarań). Aydıń 2-halattında, onnan *M* juldızına qaray jónelisi Quyashqa qaray jónelisiniń dawamı arasıda da tap usınday múyesh payda bolǵanın túsiniw qıyın

emes. Ol jaǵdayda, Aydıń óz orbitası boylap kúnine shama menen 13 gradusqa jilisıwı 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 *

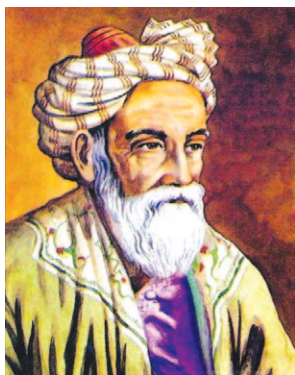
Ay-hijriy kalendarı. Sinodik ay 29,53 sutkaǵa, jıl máwsimleriniń almasıw dáwiri – tropikalıq jıl bolsa 365,2422 sutkaǵa teń bolıp, olar pútkil sutkalarda (kúnlerde) kórsetile almawı kalendarlar dúziwdi quramalastırdı. Sebebi, kalendar ayı da, jılı da ámelde pútkil sutkalarda kórsetiliwin talap etedi.

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 uzınlıǵı 354 kún bolıp, ol 12 ayǵa bólingen. Onda aylar 29 hám 30 kúnnen almasıp, ortasha Ay fazalarınıń almasıw dáwiri – 29,5 künge teń boladı. Onıń ayları aspanda jańa ay (taza ay) kórinıwi menen baslanadı. Kalendar ayları ay fazalarına sáykes keliwi ushın musılmanlar kalendarında shama menen hár 3 jılda jıllar 355 kún etip alınadı.

Bul kalendar jiliniń uzınlıǵı bizler qollanatuǵın kalendar (xristianlıq jil esabı) jilinan ortasha 11 künge 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 Mekkededen Madınaǵa kóshken jiliniń basınan baslanıp, ol xristianlıq jil 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 bergен. Malikshax álemnen ótiwine shekemgi (1092-j) dáwirde islegen bul observatoriyadaǵı astronomyalıq baqlawlar nátiyjesinde júzden ziyat jariq juldızlardıń koordinataların hám de Ay, Quyash hám planetalardıń háreketlerin sáwlelendiriwshi kestelerdi óz ishine alǵan «zıj» dúzildi. Bul astronomiyalıq traktat keyin ala «Malikshax ziji» degen at penen dúnya astronomiya tariyxınan orın aldı.

Abu Rayxan Beruniy óziniń «Ótken áwládlerden qalǵan estelikler» shıǵarmasında áyyemgi Iranda kalendar jılınıń uzınlıǵı 365 kún bolıp, 12 ay birinshi 11-i 30 kúnnen, 12-si bolsa 35 kúnnen ibarat bolǵanıń aytıp ótken. Bul kalendarınıń jıl bası hár dayım báhárgi teńkúnlik (21-mart) penen úspe-úst túsedı. 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. Kalendarıdaǵı 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 kalendarıda artıq kúnli jılı 33 jılda 8 ret kelip (rimlikler kalendarında 32 jılda), dáslepki 7 hár tórt jılda,

aqırǵı 8- bolsa 5-jılı keletuǵın etip qabil etildi. Basqasha aytqanda, 33 jıllıq dawırdıń 4-, 8-, 12-, 16-, 20-, 24-, 28-, hám 33- jılları artıq kúnli 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 Jalolıy (Malik shaxtıń laqabı) kalendarınıń tiykarın quraydı.

Bul kalendar dáwiriniń bası da keyin ala musulmanlardıń 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.

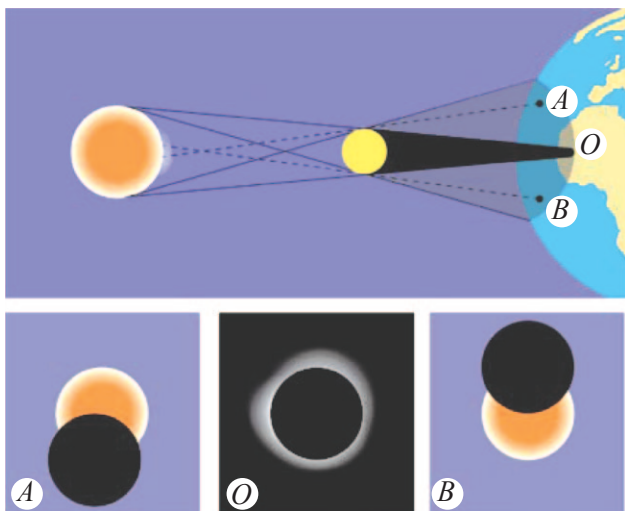
Quyash-hijriy kalendarı boyınsha jańa – 1397-jıl 2018-jıldıń 31-martında kirdi.

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* yaqı *B* noqatında) qalsa, onda ol Quyashtıń bir bólegi tosılǵan halatında kóredi, yaǵnıy Quyashtıń *yarımı tutılıp atırǵan* boladı. Bazıda Quyashtıń tutılıwı *halqa tárizli* boladı.

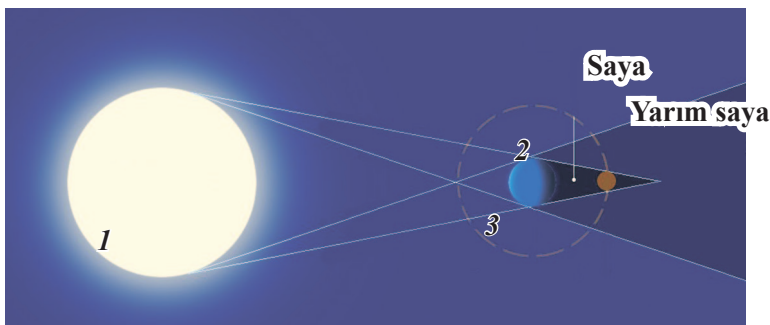
2. *Ay tutılıwı*. Ay Jer átirapında aylanıp atırıp, bazıda Jerdiń sayası arqalı ótedi. Bunday hádiyse *ay tutılıwı* dep ataladı (*21-súwret*). Eger bunda Ay Jerdiń sayası ishinen ótse, *tolıq tutılıw*, eger de yarım sayası ishinen ótse onda *yarım sayalı tutılıw* dep ataladı. Ay tutılıp atırǵanda ol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



20-súwret. Quyash tutılıwı hádiyesi (astıngı 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 kiringende) 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 hádiyesi (1 – Quyash; 2 – Jer; 3 – Ay orbitası. Ay Jer sayası ishinde turıptı).

Quyash hám Ay tutılıwlarınń shártleri boyınsha, Quyash tutılıp atırǵanda Ay astronomiyalıq jańa ay fazasında bolıp, Quyash orayı Ay túyinleriniń ıqtıyarlı birewinen $16,5^\circ$ tan kishi; Ay tutılıp atırǵanda bolsa Ay tolı ay fazasında bolıp, Quyash orayı Ay túyinleriniń ıqtıyarlı birewiniń $10,6^\circ$ 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 jıldı 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 qorqınış hám hawlıǵıwlar oyatqan. Endi bolsa Quyash hám Ay tutılıwlarınń sırtı tolıq ashılıp, ol hesh kimde hawlıǵıwdı tuwdırmaydı.

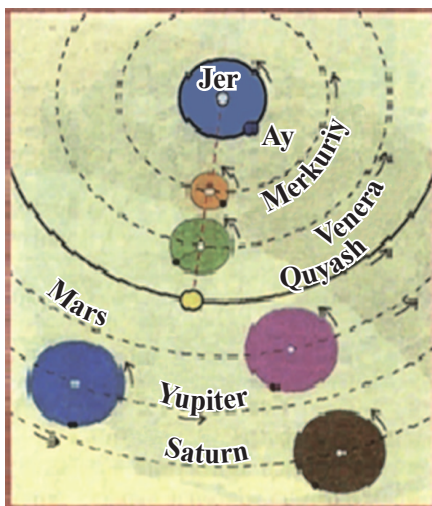
Soraw hám tapsırmalar:

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 ayıladı?
5. Omar Hayyam kalendarınıń anıqlıǵın grigorian kalendarı anıqlıǵı menen salıstırın.
6. Ay hám Quyash tutılıwı hádiyesin túsindirin.
7. Quyash nege hár jańa ayda, Ay bolsa nege hár tolı ayda tutılmawınıń sebeplerin aytıń.

II BAP. QUYASH SISTEMASÍNÍN DÚZILISI HÁM ASPAN DENELERINIŃ HÁREKETI

7-TEMA. 18-§. Quyash sistemasınıń dúzilisi

1. *Quyash sistemasınıń dúzilisi tuwralı túsiniqlerdiń rawajlanıwı.* Álemniń qalay dúzilgenligi haqqındaǵı túsiniqlerdiń rawajlanıw tariyxı júdá erteden baslanǵan. Áyyemgi waqıtta babalarımız tabiyat hám onıń hádiyeslerin túsindiriwge ázzilik etip, Álem deneleriniń 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 filosofi Aristotel tárepinen Jerdiń shar formasında ekenligi dálillengen keyin, adamlar sanasında Dúnyanıń orayında qattı Jer sharı jaylasıp, onıń átirapında qattı aspan juldızlar menen jaylasadı hám aylanadı degen túsiniq payda bolǵan.

Biziń eramızdıń II ásirinde astronom Ptolemey Álem dúzilisiniń *geosentrik* (yaǵnıy orayında Jer turatuǵın) sisteması 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 almasıw mıtájligi tuwıldı.

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

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

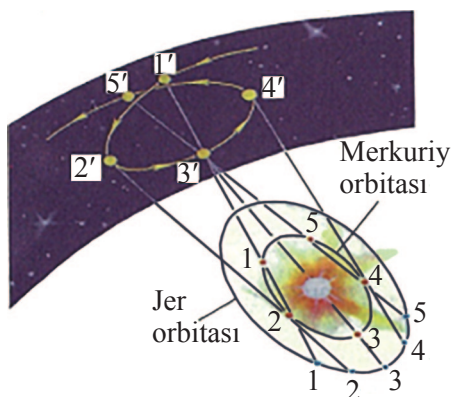
Kopernik birinshi bolıp, planetalardıń juldızlar fonındaǵı ilmek tárizli háreketleniwiniń sebebi, Jerdiń Quyash átirapında basqa barlıq planetalar sıyaqlı aylanıwı sebepli júz beriwın anıqladı (24-súwret). Koperniktiń Álem dúzilisi haqqındaǵı bul teoryası *geliosentrik teoriya* dep ataldı.

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

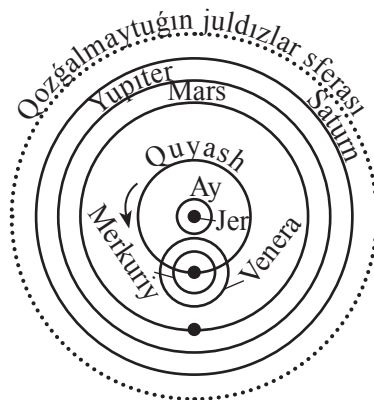
Álem dúzilisi haqqındaǵı túsiniqlerdiń qáliplesiwinde watanlasımız Abu Rayxan Beruniydiń (973–1048) úlken xızmeti bar. Ol kóp jıllıq astronomiyalıq baqlawlarǵa súyenip, planetalardan Merkuriy hám Venera Quyashtan uzaqlasa almawın (sheńber ólshewi menen esaplaǵanda) anıqladı hám usı tiykarda, bul eki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



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



24-súwret. Planetalardıń kórinetuǵın ilmek tárizli háreketin túsindiriw.



25-súwret. Beruniydiń álem dúzilisi haqqındaǵı qaraları boyınsha, Quyashtan óz átirapında aylanıw atırǵan joldasları – Merkuriy hám Venera menen birge Jer átirapında aylanadı.

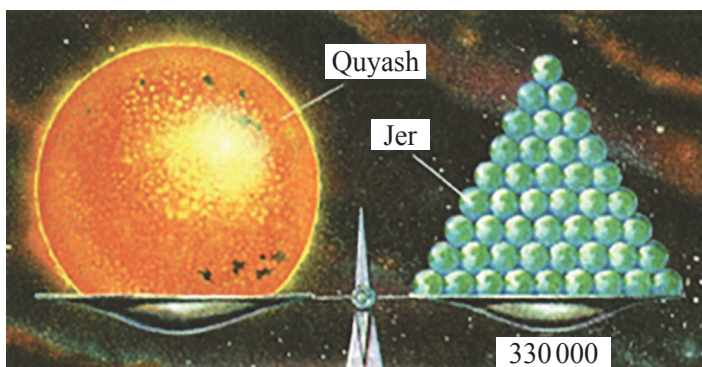
masınıń tárepdarı bolıp qalǵan bolsa da, onıń ishki planetalar (Merkuriy hám Venera)ǵa tiyisli bul sheshimdi XI ásirde Álem dúzilisiniń geliosentrik sisteması ushın qoyılǵan dáslepki qádem edi.

19-§. Quyash sistemasınıń masshtabı hám aǵzaları

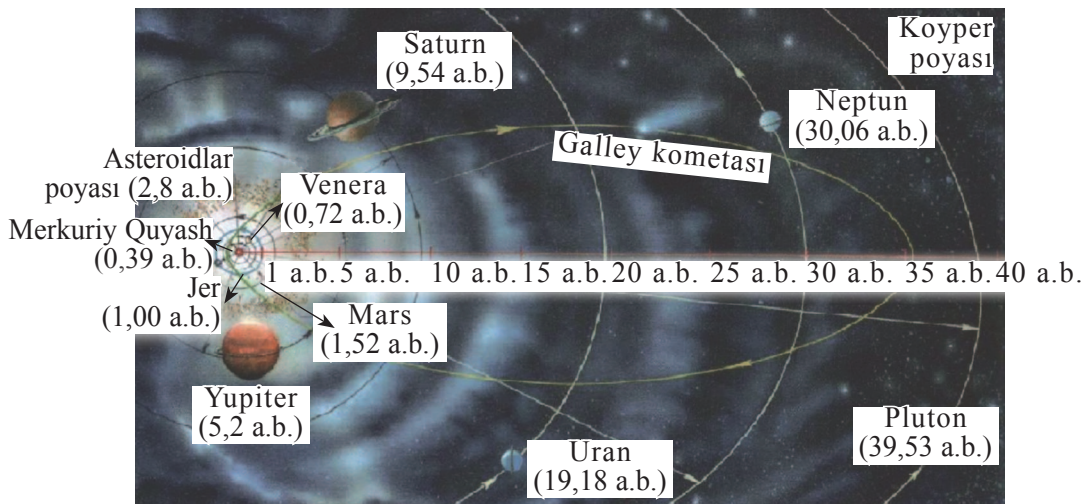
Quyash sistemasına kırıwshi deneler menen bizler dáslep «Tábiyattanıw» sabaqlarında tanısqań edik. Bul sistemanıń eń iri denesi Quyash bolıp, onıń diametri Jerdikinen 109 ese úlken, massası bolsa 330000 Jer massasına teń (26-súwret). Onıń átirapında 8 iri planeta bir-birine jaqın tegisliklerde, túrli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

Quyash sistemasın shártli túrde shegeralawshı Neptun Quyashtan Jerge qaraǵanda sál ǵana 30 esege uzaqta jaylasqań. Jerdiń Quyashtan ortasha uzaqlıǵı 149,6 million kilometr, Neptunniń 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 massasınıń Quyash massası menen salıstırıw.



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

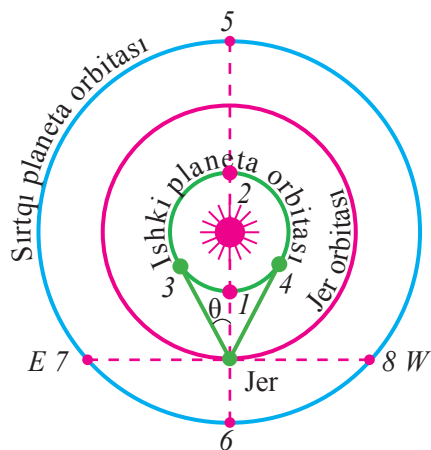
Sunday-aq, Quyash sistemasında júdá sozımalı elliptikalıq orbitalar boylap háreketlenetuǵın hám qattı yadrosı gaz qabıǵı menen oralıp, Quyash janında «quyırıq» payda etip ótetuǵın kometalar dep atalıwshı deneler de bar.

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 háreketleniwshı 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 kiriwshı 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 shártlери.

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

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

Ishki planetanıń Qu-yashtan shıǵıs hám batıs tárepke maksimal uzaqlasqan (sheńber esabında) túrindegi kórinisleri (*elongaciya-*

ları) onıń 3- hám 4- halatlarına tuwra keledi. Eger ishki planeta 3-halatta bolsa, ol Qu-yashtan shıǵıs tárepte bolǵanı ushın, keshqurın Qu-yash batqannan soń, aspannıń batıs tárepine gorizonttan bir qansha bálentlikte jaqsı kórinedi. Eger ol 4-halatta, yaǵnıy Qu-yashtan batıs tárepte bolsa, erte tańda Qu-yash shıqıwınan aldın shıǵıs tárepte kórinedi.

Sırtqi planetaǵa tiyisli 5-halat *qosılıw* (yaǵnıy Qu-yash penen qosılıw), 6-halat *qarama-qarsı turıw* (yaǵnıy Qu-yashqa qarama-qarsı turıw) dep ataladı. Keyingi 6-halatta planeta Qu-yashtan 1800 li múyesh aralıqta jaylasadı.

Sırtqi planeta 5-halatta Qu-yash penen qosılıp, Jerdegi baqlawshı ushın óziniń kórinbeytuǵın dáwirin ótep atırǵan boladı. 6-halatta Qu-yashqa qarama-qarsı turǵanı ushın, Qu-yash batıwı menen planeta shıǵıs tárepten gorizontqa kóteriledi hám túni menen baqlawǵa boladı. Planetanıń 7- hám 8-halatları bolǵanda, onı *arqa hám qubla kvadratura halatları* dep ataladı. Planeta 7-halatta bolǵanda onı Qu-yash 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. Quyashqa 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, Quyashqa aralıqta 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* yaqı *juldız dáwiri* dep ataladı. Planetanıń *siderik dáwiri* (T_{pl}) dep, Quyashqa qaraǵanda onıń belgili bir juldızǵa salıstırılmalı tolıq aylanıp shıǵıwı ushın ketken waqıtqa aytiladı. Planetanıń *sinodik dáwiri* (S_{pl}) dep bolsa, jerdiń konfiguracion halatlarınıń iqtıyarlı birewinen eki ret izbe-iz ótiwi kerek bolǵan waqıt aralıǵına aytiladı. 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 jılıswı 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:

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

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 túsindiriyń.
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 sıızıp kórsetiyń.
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 ayıladı?
8. Planetalardıń siderik dáwirleri olardıń sinodik dáwirleri boyınsha qalay tabıladı?

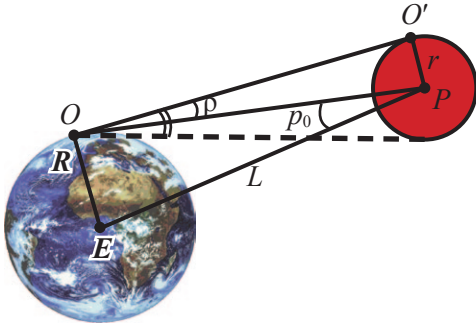
8-TEMA.

22-§. Sutkalıq hám sutkalıq-gorizonttal 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 sıızıqlar 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 meridianniń 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 gorizonttal paralaks (p_0) dep ataladı. Planetanıń parallaktik jılısıwı tiykarında onıń *sutkalıq gorizonttal parallaksi* – p_0'' múyesh tabılıp, oǵan súyengen halda planetaǵa shekem bolǵan



30-súwret. Quyash sistemasındaǵı denelerdiń radiusların esaplaw metodları.

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

$$\sin \rho = \frac{O'P}{OP} = \frac{r}{L} \text{ boladı, bul jerden } r \text{ dı}$$

tapsaq, ol: $r = L \sin \rho$. Endi L nıń aldındaǵı 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:

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

Soraw hám tapsırmalar:

1. Quyash sistemasındaǵı geybir deneniń parallaks múyeshi dep qanday múyeshke ayıladı?
2. Quyash sistemasındaǵı 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 gorizonttal parallaksı (p_0) hám kórinetuǵın radiuslarına (ρ) boyınsha olardıń radiusların (r) esaplaw formulasın jazıń.

Astronomiyada uzunlıqtı Xalıqaralıq sistemada qabıl etilgen birlikte (metrlerde) kórsetiw hár dayım da qolaylı bola bermeydi. Sonıń ushın da astronomiyada uzunlıq 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 qollanıladi.

2. **Jaqtılıq jılı (j.j.)** – jaqtılıqtıń bir jıldı 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.

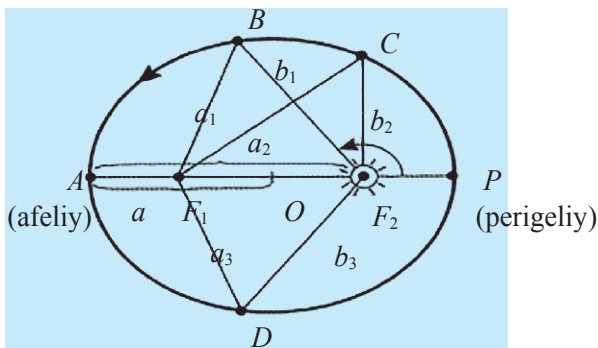
3. **Parsek (pk)** – «Parallaks» hám «sekund» sózlerinen alınǵan bolıp, jıllıq parallaksı 1» ge teń bolǵan jaqtırtqıshqa shekem aralıqtı bildiredi:

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

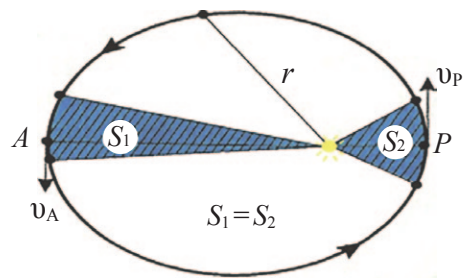
Ádette, uzunlıqtıń jaqtılıq jılı, parsek, kiloparsek (1000 pk) hám megaparsek ($\text{Mpk} = 10^6 \text{ pk}$) birlikleri Quyash sistemasınan sırttaǵı aspan denelerine shekemgi (juldızlar, juldız toparları, dumanlıqlar hám taǵı basqa) aralıqlardı, sonday-aq, sırtqı galaktikalar, galaktikalıq toparlardıń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

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 mirátı 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 Quyashtan arasındaǵı aralıqlardı anıqlap, Marstıń Quyashtan átirapındaǵı orbitasınıń ellips dep atalıwshı jabıq iyrek sızıq ekenligin taptı. Ellipstıń xarakterli jeri sonda, onıń iqtıyarlı 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 *ellipstıń fokusları* dep ataladı. Ellipstegi bir-birinen eń uzaq noqatların tutastırwshı hám fokuslar arqalı ótiwshı kespesi bolsa, onıń *úlken oǵı* ($2a$) delinip, Quyashtan 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 Quyashtan átirapında ellips boylap aylanadı hám usı ellips fokuslarınıń birinde Quyashtan jatadı.
2. Planetalardıń radius-vektorları (planetanı Quyashtan penen tutastırwshı kespe) teń waqıtlar ishinde maydanlar sızadı (32-súwret).
3. Iqtıyarlı eki planetanıń Quyashtan 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 ayılǵan 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 deneleriniń massaların esaplaw *

Jerdiń massası hám tıǵızlıǵı. Nyutonniń pútkil álem tartısıw nızamın barlıq deneleri ushın áhmiyetli xarakterlik úlkenlik – massaların esaplawǵa imkan jarattı. Bul nızam tiykarında Jerdiń massasını 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 massasını; R – onıń radiusın; G – gravitacion turaqlılıqtı xarakterlewin esapqa alıp, olardıń mánileri boyınsha; ($g=9,8$ m/s², $R=6370$ km, $G=6.67 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg²) tabılǵan Jer massasını $M=6 \cdot 10^{24}$ kg di quraydı.

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

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

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

Bul nızamniń universallıǵınan paydalanıp, usı tiykarda basqa bir planetanıń massasını 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

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

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 (tábiiy yaki jasalma) orbitalarınıń úlken yarım oqların bildiredi.

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

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

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:

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

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

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; $T_{\text{j.j.}}$ hám $a_{\text{j.j.}}$ 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 táriypleń.
3. Keplerdiń úshinshi nızamında planetanıń dáwiri onıń orbitasınıń úlken yarım oǵı menen qalay baylanǵan?

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

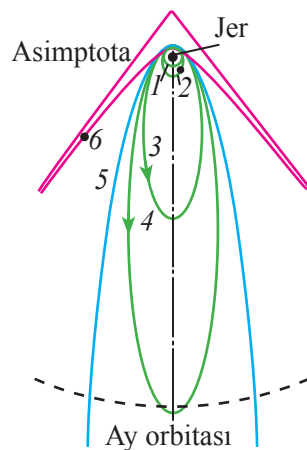
10-TEMA. 27-§. Eki dene máselesi. Kosmik tezlikler

Nyuton, tábiyatta pútkil álem tartısıw nızamı barlıǵı 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 tastıyqlaǵanıday, tek ǵana ellips boylapǵana emes, bálkim aylana, parabola hám giperbola sıyaqlı konus kesimlerin beriwshi iyrek sızıqlar boyınsha da háreketleniwın dálilledi.

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

$$v_0 = \sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{R_{\oplus}}}$$

usı 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 v_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 jınslı, ideal sferik formadaǵı dene sırtınan gorizontál 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 gorizontál jóneliste shıqqan deneniń tezligi $v = \sqrt{\frac{GM}{R_{\oplus} + h}}$ ğa 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

$v_0 = \sqrt{\frac{2GM}{R_{\oplus}}}$ 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 traektoriyasınıń 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 tezleniw 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 maydanı beretuǵın deneniń massası onıń orayında dál ózi dep qaraladı.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Tartısıw maydanında háreketlenip atırǵan deneniń traektoriyaları qanday kóriniste boladı?
2. Tartısıwdıń 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 ONÍN IZERTLEW METODLARÍ

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

Aspan deneleriniń fizikalıq qásiyetlerine tiyisli iyelegen bilimleriniz, 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 kóringenini ushın, onı da hár qanday tolqın sıyaqlı xarakterlep, ν chastotası hám λ tolqın uzınlıǵı kóbeymesinin tolqınınıń 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 ajıratuwǵa boladı. Jaqtılıq nurı tınıq úshmuyeshli prizma arqalı ótkizilgende, ol tap sonday shólkemlestiriwshilerge ajırılıp, 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 jaqtırt-qıstıń nurlanıwdı dizimge alıwshı jalǵız qurılma bar edi. Nurlanıwlardı dizimge alıwshı fotografik usıl iske túskennen keyin arnawlı fotografik hám fotoelektrik qurılmalar járdeminde Jer atmosferasında jutılıp qalıp atırǵan ultrafiolet hám infraqızıl diapazonǵa tiyisli bir bólek nurlanıwdı da dizimge alıwdıń imkanı payda boldı.

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

XX ásirdeń ekinshi yarımında bolsa, kosmonavtikanıń «tuwılıwı» jasalma joldaslarınń 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 dereklerde 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 batırnıq sferik aynadan jasaladı (*34- hám 35-súwretler*). Obyektiv baqlanıp atırǵan aspan denesinen kelip atırǵan nurdı jıynap, usı deneniń súwretin jasadı. 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 yaqı linzalar sistemasınan dúzilgen bolsa, bunday teleskop *refraktor* dep ataladı. Refraktorda nurdıń jolı 34-súwrette kórsetilgen. Obyektivi batırnıqı sferik aynadan ibarat bolǵan teleskop bolsa, *reflektor* dep ataladı. Hár túrli reflektorda derekten kelip atırǵan nurdıń jolı 35-súwrette berilgen.

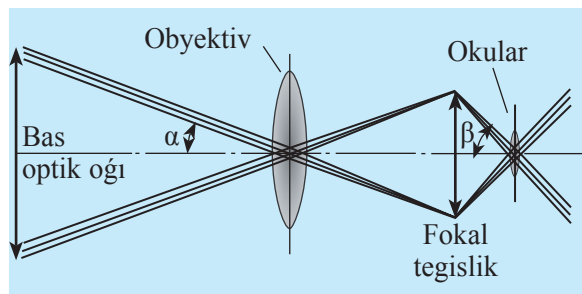
Teleskoplardıń tiykarǵı wazıypasın tómendegishe belgilewge boladı:

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

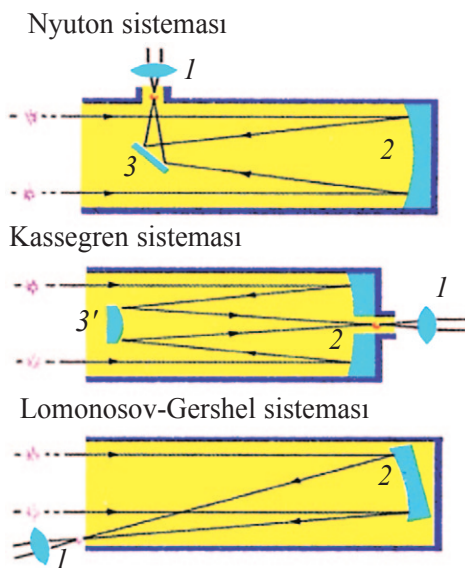
2. Obyektivtiń fokal tegisliginde, baqlanıp atırǵan jaqtırtqısthan yaqı ıqtıyarlı aspan denesiniń anıqlastırılǵan súwretin soǵıw.

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

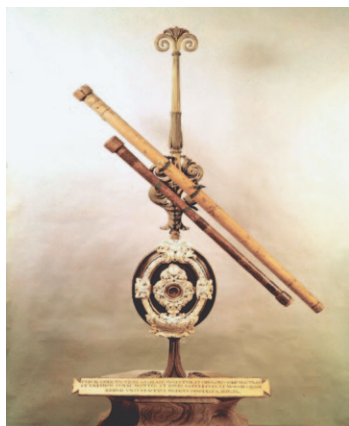
Endi ápiwayı refraktordıń islew usılı menen tanısayıq. Bunda teleskop obyektivi jaqtırtqısthan kelip atırǵan nurdı onıń fokusu F da jıynaydı hám usı noqtadan bas optik oqqa tik ótiwshi tegislikte (fokal tegisliginde) jaqtırtqısthan súwretin soǵadı. Soǵılǵan súwretke lupa rolin atqarıwshı dóńli linzalar (okular) járdeminde qarap, baqlanıp atırǵan aspan denesi (planeta, Ay yaqı 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 (reflektor)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 aralıǵına, anıǵı, olardıń qatnası $\left(\frac{D}{F}\right)^2$ na baylanıslı bolǵan halda, onıń úlkeyiwini obyektiv hám okulardıń fokus aralıqlarınıń qatnasına $\frac{F}{f} = \frac{\beta}{\alpha}$ baylanıslı boladı. Teleskop súwrettiń ajırata alıw



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

qásiyeti λ/D menen xarakterlenedi. Bul jerde λ nurdıń tolqın uzınlıǵı, D bolsa teleskop obyektiviniń diametrin xarakterleydi.

Súwretti fotoplastinka yaki fotoelektrik jol menen belgilewge arnalǵan bolsa, onda okulardıń zárurligi bolmay, fotoplastinka yaki elektrofotometrdiń kirkiziw diafragması teleskoptıń fokal tegisliginde jaylas-tırıladı.

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 burınǵı Xalıqaralıq keńlik stansiyasında jaylasqan. Onıń obyektiniń diametri 40 santimetr. Qashqadarıya walaıatınıń Qamashi rayonu 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 aǵımı:

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

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

Teleskopı 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 ushin 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 *úlkeytewi* bolıp, ol obyektivtiń F fokus aralıǵınıń f okulardıń fokus aralıǵına qatnası menen tabıladı:

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

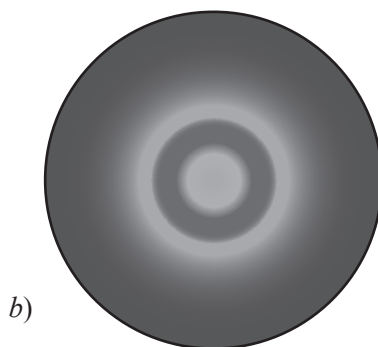
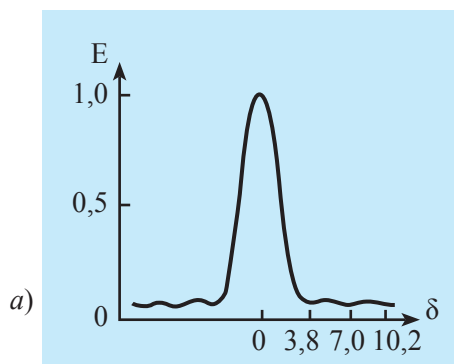
bul jerde: α – jaqtırtısqıstıń ápiwayı kóz benen qaraǵandaǵı kóriniw múyeshin; β – teleskop arqalı qaraǵanda onıń kóriniw múyeshin xarakterleydi (34-súwretke

qarań). Belgili obyektivli teleskoplarda onıń úlkeytiriliwi tańlangan 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 esaplangan 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 difraktsiya hádiyesi 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 ($\lambda = 5500 \text{ \AA}$) 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 máni *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 ayqınlıgınıń 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 nátiye usı sanǵa kóbeytilse, nátiyje de sheńber sekundlarında shıǵadı.

31-§. Radioteleskoplar haqqında túsiniq

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 antenası ápiwayı radiobaylanıs antannalarınan ózge-she bolıp, joqarı uzatıwshańlıq qábiliyetine iye. Sol sebepli, aspannıń júdá kishkene bóleginde radionurlanıw dereklerin ajratıp kóre alıw imkanına iye boladı. Radionurlanıw ushın áhmiyetli parameter bolǵan teleskoptıń ajrata 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 radiotolqınıń uzınlıǵı optik nurlardıń tolqın uzınlıǵınan millon ese úlken boladı.

Arqa Kavkazda ornatiłǵan radioteleskoptıń diametri 600 metr bolǵan ózgeriwsheń profilli antennası (RATAN-600) Evropadaǵı eń úlken teleskop bolıp esaplanadı. Sonday-aq, házirgi waqıtta joqarı ajrata alıw qábiliyetine iye bolǵan radioteleskoplar bir-birinen júdá úlken aralıqta jatiwshı antennalar sisteması járdeminde de ámelge asırılıadı. 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 processı tiykarında belgilep barılǵan úlken ajrata 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 radioteleskop AQSH tıń Puerto-Riko aralında ornatiłǵan (*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 ornatiłǵan dúnyadaǵı eń quwatlı radioteleskop .



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

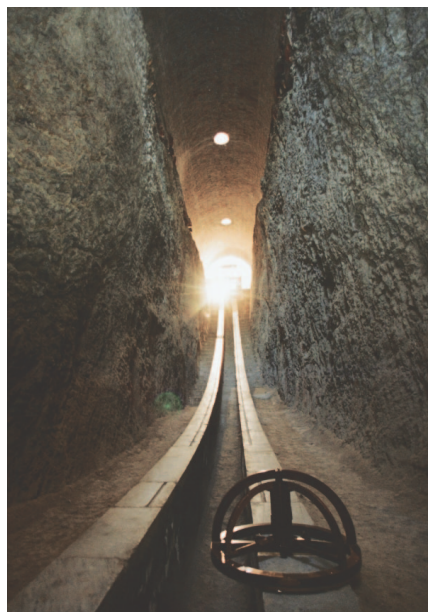
32-§. Ulugʻbek observatoriasiniń «baslı teleskopı»

Ulugʻbek observatoriyası. Aspan denelerin úyreniwde ullı watanlasımızdıń da xızmetleri úlken bolǵan. Olardan biri Amir Temurdıń aqlıǵı Mırza Ulugʻbek (1394–1449) bolıp esaplanadı. XV ásirde Ulugʻbek Mawarawnaxrdıń tanıqlı astronomlarınan Qazizoda Rumi, Jamshid Koshiylerdi Samarqandqa mirát etip, olar menen aspan denelerin tekseretuǵın astronomiyalıq observatoriya, solardan, eń iri baqlaw ásbabı – *sekstanttı* qurıw boyınsha másláhátlesti. Alımlar bir awızdan bul pikirdi qollap-quwatlaǵannan soń, 1420-jıllardıń basında Samarqandıń 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, mınnan zıyat juldızlardıń koordinataların anıqladı hám solar tiykarında Mawarawnaxrdaǵı 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 Ulugʻbek.



42-súwret. Ulugʻbek «teleskopı»niń qaldıq bólegi.

soń, onıń qaldıqları esaplangan jer astı bólegi ashıldı. Samarqandta ornatılğan 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 dádbebeliligi menen ajralıp turǵan. Samarqand observatoriyasında Uluǵbekten basqa Jamshid koshiy, Qozizoda Rumi, Moyiniddin 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 observatoriasınıń tiykarǵı baqlaw ásbabı ne dep ataladı?
4. Uluǵbek observatoriyasında astronomlar tárepinen orınlangan tiykarǵı jumıslar haqqında nelerdi bilesiz?

12-TEMA.

33-§. Nurlanıw nızamları hám aspan deneleriniń 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 xarakteristikalarına tiyisli maǵlıwmatlardı alıwǵa boladı. Bunday metod spektral analiz dep atalıp, ol jaqtılıqtıń dispersiya hádiyesine tiykarlangan. Negizinde qızdırılǵan dene sırtınan shıǵıp atırǵan nurlanıw energiyası onıń absolyut temperaturasınıń 4-dárejesine proporcional. Onıń 1 m^2 betinen shıǵıp atırǵan energiyası Stefan Bolsman nızamı boyınsha $\varepsilon = \sigma T^4$ dan baslanadı, bunda σ turaqlılıq $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ j}/(\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{s})$ 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. Spekrde

qızgılt kók nurlarınan keyin turatuğın hám kózge kórinbeytuğın ultrafiolet nurlar, sezgirliğı bul nurlarda joqarı bolğan fotoplastinkalarda belgilep barıladı. Jaqtırtqıshlardan keletuğın onnan da qısqa tolqınlı nurlar rentgen nurlar dep atalıp, jer atmosferasınan óte almawınan olardı Jer atmosferasınan sırtta, kosmik stanciyalarda ornatılğan arnawlı teleskoplarda ğana baqlawğa boladı. Házirgi waqıtta spektrdiń qızıl ushastkasında jatqan infraqızıl hám radionurların da arnawlı belgilep baratuğın qurılmalar járdeminde baqlawğa boladı.

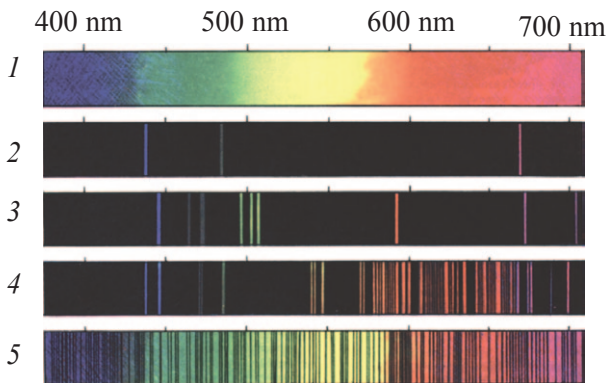
Quyash hám juldızlar atmosferası qaynağan gaz benen qaplanganı ushın olardıń úzliksiz spektri nurlanıwı juldızlar atmosferasınan ótiwde ol jerdegi atomlar tárepinen jutılğanı sebepli, qara sızıqlar menen kesilgen jutılıw spektri kórinisin aladı. Sol sebepten, Quyash hám juldızlardıń spektri jutılıw spektrleri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

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

Bunday hádiyseni tómendegi formula kórinisinde jazıwğa boladı:

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

bul jerde derektiń v – nur tezligin λ_0 – qozǵalmaytuğın derekten kelip atırğan nurdıń tolqın uzınlığı; λ – hárekettegi derektiń tolqın uzınlığı hám c – jaqtılıq tezligi arqalı anıqlawğa boladı.



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

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

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

formulası járdeminde anıqlawǵa imkan beredi.

Nurlanıp atırǵan plazma atomları Quyash daǵınıń magnit maydanında bolǵanda, óz aldına spektral sızıqtıń bóleklerge bóliniwi baqlanadı. (ásirese, Quyash daǵınıń yadrosına tiyisli bóleginde). Bul hádiyse *Zeeman effekti* dep júritiledi. Zeeman effekti boyınsha baqlanǵan daq tarawında magnit maydan kúshlengenі 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 spektrindegі nurlanıw energiyası maksimumı tolqın uzınlıǵı tiykarında onıń temperaturası qalay anıqlanadı?
5. Spektrde derektiń magnit maydanı bolsa, onıń kúshlengenin qalay tabamız?

IV BAP. QUYASH SISTEMASÍ DENELERINIŇ FIZIKALÍQ QÁSIYETLERI

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

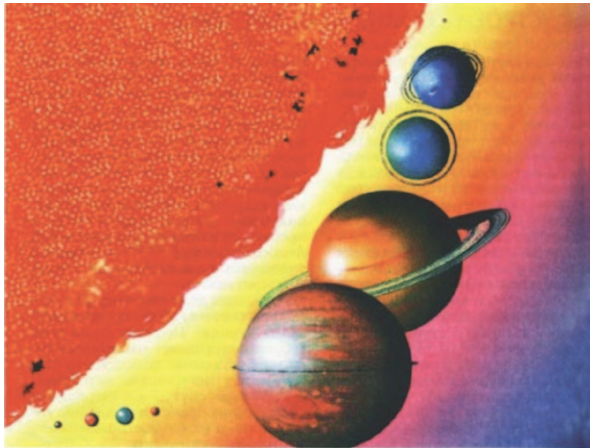
Eger Quyash sónse, Jerdi qarańgılıq qaplaydı, sebebi Quyashtıń jaqtılıǵın qaytarıw esabınan kórinetuǵın Ay hám planetalar da aspanda kórinbey qalıp, tek ǵana júdızlar ǵuńgirt sáwleleri menen Jerdi jaqtılandıratuǵın edi. Sonday-aq, pútkil Jer júzin ızǵırın suwıq óz «iskenjesine» aladı. Bir háptege barmay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

Sonıń ushın da ómirimizdiń deregi bolmish Quyash hár tárepten diqqatqa sazawar aspan denesi bolıp esaplanadı. Quyash milliardlaǵan 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 mın kilometr bolıp, Jer diametrinen shama menen 110 ese úlken. Bılayınsha aytqanda, Quyash kólemine 1 million 300 mınnan zıyat Jer kólemindegi dene sıyadı. Massası Jerdikinen 330 mın 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.

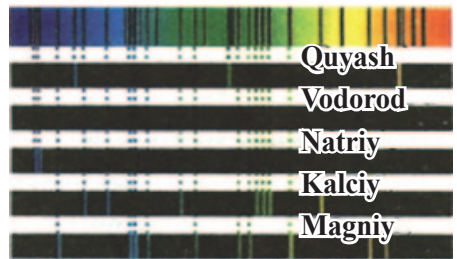
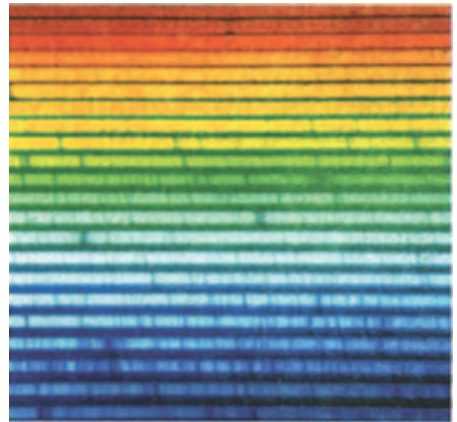
Quyashtıń 1 sekund dawamında shıǵarıp atırǵan energiyası $4 \cdot 10^{26}$ J bolıp, 12 mın trillion tonna kómirdi jaqqanda ajratatuǵın energiya muǵdarına teń. Yaǵnıy onıń Jerge salıstırǵanda energiyasınıń muǵdarı kem bolmasa da, biraq ol Quyashtan ajatılıp atırǵan barlıq energiyanıń bar-joǵı 2 milliarddan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

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



44-súwret. Quyashtıń planetalar menen salıstırılǵan ólshemi.

45-súwret. Quyash spektri. Joqarıda: qolaylıq ushın bóleklerge ajratılǵan; Tómede: onıń túrli ximiyalıq elementlerge sáykesligi.



Quyash

Vodorod

Natriy

Kalciy

Magniy

Temir

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 turaqlılıǵı hám Quyash jarqınlıǵı. Quyashtan Jerge shekem bolǵan ortasha aralıqta Jer atmosferasınıń sırtında Quyashtan kelip atırǵan nurlarǵa perpendikulyar bolǵan 1 cm² betine 1 minut dawamında túsip atırǵan energiyanıń muǵdarı *Quyash turaqlılıǵı* dep ataladı. Quyashtıń betine shıǵıp atırǵan onıń energiyasınıń muǵdarı alımlar tárepinen dıqqat penen úyrenilgende, onıń mánisi

$2 \frac{\text{kal}}{\text{cm}^2 \cdot \text{min}}$ yaki xalıqaralıq birliklerde $(1,4 \cdot 10^3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2})$ 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 boladı.

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.

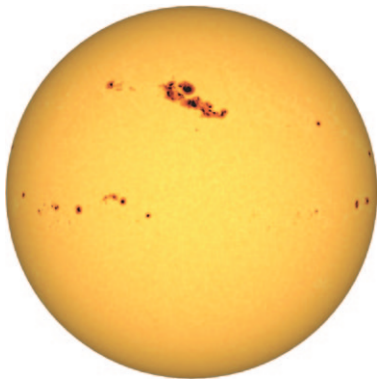
Soraw hám tapsırmalar:

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

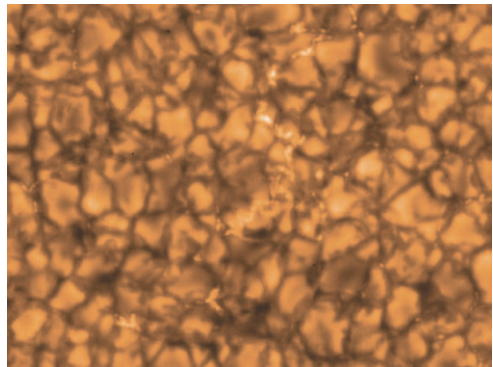
35-§. Quyash fotosferası hám onıń dúzilisleri.

Quyash daqları

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



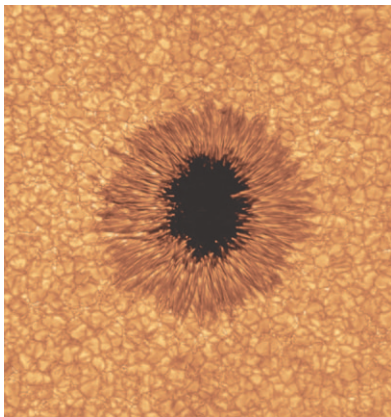
46-súwret. Quyash fotosferası (daqları menen).



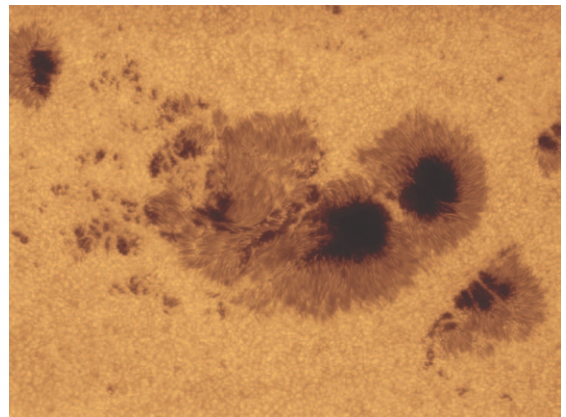
47-súwret. Quyash sırtınıń haqıyqıy strukturası – donadorlıq (granulaciya).

Stratosferada arnawlı teleskop járdeminde alınğan 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 toltırılğan ballonlar stratosferaǵa ushırılıp, Quyash teleskopları járdeminde alınğan. Bul súwretler járdeminde granularardıń 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. Granularardıń ortasha úlkenligi 500 kilometrge shekem bolıp, negizinde 200 kilometrden 700–800 km shekem úlkenliktegileri keń tarqalǵan (47-súwret). Fotosferada granularardan 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 fotosferanıkenen 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 $\pm 5^\circ$ dan $\pm 35-40^\circ$ keńlikleri arasındadı shaqapshada payda boladı.

Quyash fizikasına tiyisli áhmiyetli mashqalalardıń biri ondadı daqlar sanınıń jıllar dawamında sistemalı ózgerip turıwı bolıp esaplanadı. Quyash daqları sanına tiyisli 100 jıllıq materialdı jıynap hám bir neshe on jil 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 Quyashtadı 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 qabil etilgen.

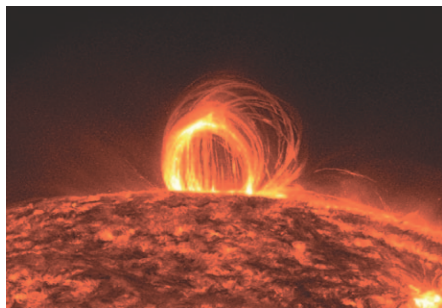
Soraw hám tapsırmalar:

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?

14-TEMA. 36-§. Quyash xromosferası hám tajı

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. Quyashaǵı 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.

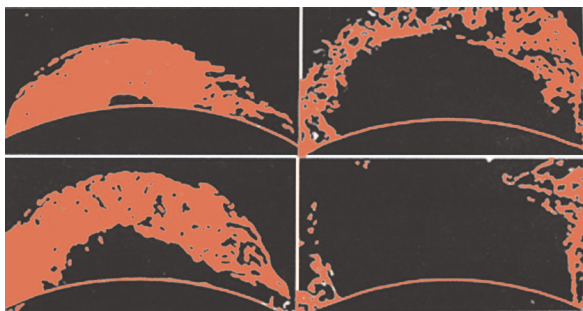
Ásirese, 1920-jılda francuz alımı Y. Petit usınıs etken hám házirgi waqıtta qollanııp júrgen usıl xromosfera spektriniń arnawlı sızıqlarında olardıń úlken tezlik penen kinoga alıwǵa (sekundına 16 kadr) imkan berip, tez ózgergeni ushın protuberaneslardıń evolyuciyasınıń úyreniwde júdá úlken járdemin berdi. Protuberaneslar da xromosferalardıń nurlanıwı sıyaqlı kalcıydıń ionlasqan sızıqları (H hám K) hám vodorodtıń qızıl ($H\alpha$ – tolqın uzınlıǵı 656Å , $1\text{Å}=10^{-8}\text{cm}$) sızıǵında kúshli nurlanadı. Sonıń ushın da ol kóplegen observatoriyalarda (sonnan, Tashkent observatoriyasında da) usı sızıqtıń tolqın uzınlıǵına tuwrı kelgen nurdı ótkiziwshi monoxromatik filtrler menen qurallanǵan teleskoplarda úyreniledi. Bul nurda (6562Å alınǵan 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 mın kilometrge shekem bolıwı belgili boldı. Jalın tili kórinisinde Quyash shetinen kóterilgen protuberaneslardıń bálentligi de bir neshe júz mın kilometrden kem bolmawı, olar Quyashta sol dárejede úlken processlerden biri ekenliginen derek beredi.



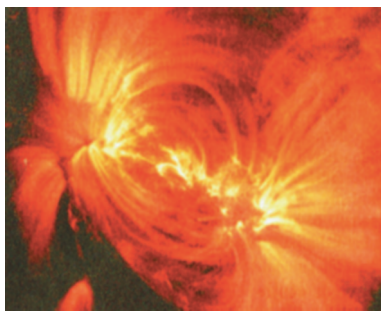
49-súwret. Xromosfera úlken obyektlerinen biri – protuberaneslar.

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

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



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



51-súwret. Xromosferanıń eń quwwatlı obyektı – ushqınları.

santimetrde 10^{10} – 10^{12} bólekshege tuwra keledi) tan ibarat bolıp, júz ese ıssıraq Quyash taǵı 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 ajratılıp 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 ajralatuǵın energiyanıń muǵdarı saatına 100 trillionnan mıń kvadrillon kilovatt (10^{14} – 10^{18} kW) qa shekem jetedi. Bul bir kúshli Quyash ushqını dawamında ajralıp atırǵan energiya Jerdegi barlıq janılıǵı qorlarınan janıwınan ajralatuǵın energiya muǵdarına teń degendi bildiredi.

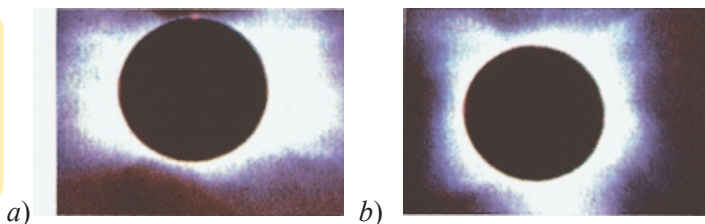
Xromosfera ushqınları Quyash daqları menen tıǵız baylanıslı bolıp, tiykarınan, Quyashtıń daqlı shaqapları qasında ushıraydı.

Ushqın shaqabındaǵı gaz háreketin atomlardıń spektral sızıqlarınıń halatı boyınsha úyreniw, bóleksheleler aǵımınıń Quyashtan sırtta atılıw tezligi sekundına 500 den 1000 kilometrge shekem jetiwin xabarladı. Quyashtan kóterilgen siyrek korpuskular bólekshelelerdiń 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 taji. Quyash tolıq tutilip atırǵanda yaǵnıy, Ay gradusı onı bizden pútkilley tosqaında, Quyash átirapında aspannıń qara fonında, 1–2 Quyash radiusı

52-súwret. Quyash tajınıń onıń aktivliginiń dárejesine baylanıslığı:

- a) aktivliginiń maksimumında;
- b) aktivliginiń páseygeinde.



(bazıda onnan kóp) aralıqqa shekem sozılğan gúngirt gúmistej jaqtı gúzetiledi (52-súwret). Quyash tajı dep atalatuǵın bul hádiyseni adamlar júdá ertede Quyash tolıq tutılğan waqıtlarda baqlaǵan.

Tajdıń ulıwma forması Quyashtıń aktivlik dárejesi menen tıǵız baylanıslı bolıp, ol daqlar sanınıń *maksimumına* erisken dáwirinde Quyash átirapın, Quyashtıń aktiv shaqaplarınıń jaylasıwına qaray, hár túrli bálentlikte oraydı. (52-a súwret), *minimum* dáwirinde bolsa gúmistej 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 sozılğan aǵımları, 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 bolǵanıday, energiya saqlanıw qásiyetine iye: ol barda joq bolmaydı hám kerisinshe, joqtan payda da bolmaydı. Solay eken túnde jarqırıp turǵan mınlap juldızlar hám Quyashtıń anıqlanǵan «jası» 4,8 milliardtay jılǵa teń. Bunday uzaq dáwir dawamında tınımsız nurlanıw atırǵan Quyash, sonnan, juldızlardıń joǵaltıp atırǵan energiyası qanday fizikalıq process esabınan toltırılıp 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 jáña yadro payda etedi hám yadrodan sezilerli energiyanıń ajralıp 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 pozitron menen alıp shıǵıp ketiledi. Bunday hádiyse *yadrolıq reakciya* dep ataladı. Biraq, jańa proton yaki neytronın 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.

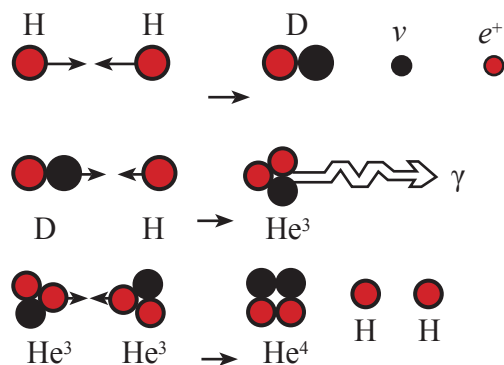
Teoriyalıq esaplawlar, juldızlar (sonnan, Quyash) orayındaǵı birneshe million graduslı temperatura protonlarǵa tap usınday tezlikte bere alıwın, ol jerde *termoyadro reakciyası* ushın qolaylı sharayat barlıǵın xabarladı. Neytronlar bolsa, bunday joqarı temperaturada turaqlılıǵın joǵaltıp, yarım saatqa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

Juldızlar orayındaǵı reakciya (tórt protonnan birigip, bir geliy atomı yadrosın payda etiwı)ńń úziksiz tákirarlanıwı juldızdın nurlanıwı sebepli kosmik keńislikke tarqalıp atırǵan energiyasın toltırıp turadı. Hár bir protonnıń massası atom birliklerinde 1,00813 ti qurap, túrt protondiki 4,03252 boladı. Geliy atomı yadrosınıń massası 4,00389 ekenligin esapqa alsaq, onda bul yadronı payda etiwshı protonlar atom awırlıǵınıń 0,02863 birligine ($4,03252 - 4,00389 = 0,02863$) teń, bul massası ajralatuǵın baylanıs energiyasına ekvivalent massa bolıp, ol *massa defekti* dep júrtiledi. Bir geliy yadrosı payda bolıwında ajralǵan 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 ajralıp atırǵan energiya $4 \cdot 10^{26}$ W dı, yaǵnıy onıń hár sekunda joǵaltıp atırǵan energiyasına teń energiyanı quraytuǵının xabarladı. Házirgi waqıtta túrt protonnan Geliy yadrosı

53-súwret. Quyashtıń yadrosında bolatúǵın proton-proton ciklli yadrolıq reakciyasınıń júz beriw processı (H – vodorod; D – deyeriy; 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 bolatúǵını) dep júritiledi.

38-§. Quyash aktivligi hám onıń Jerge tásirini *

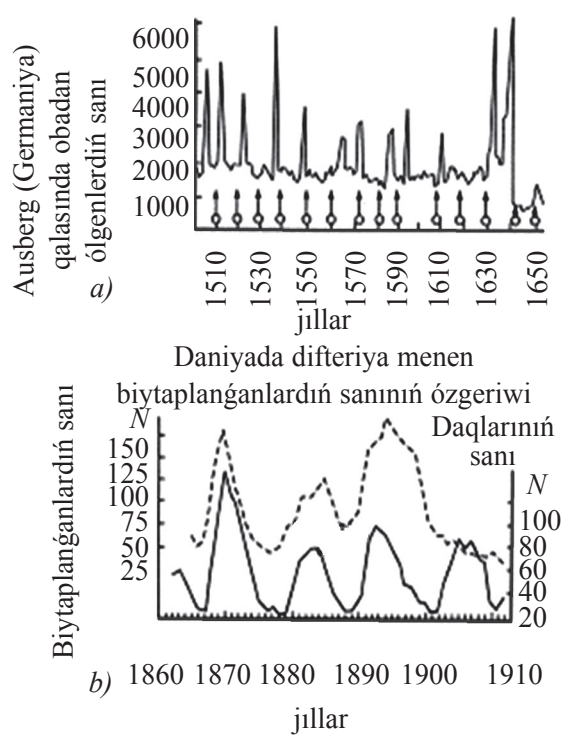
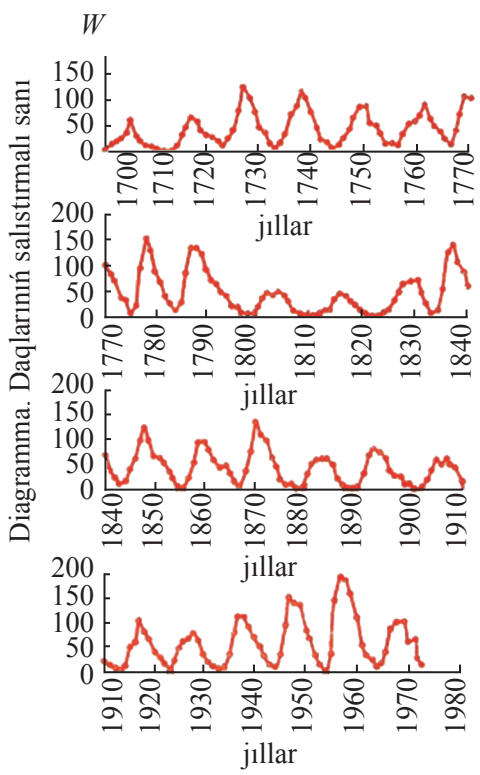
Jerde baqlanatuǵın kóplegen fizikalıq hám biologiyalıq hádiyselerdiń bolıwı, ásirese ıqlımınıń ózgeriwı túrli-túrli keselliklerdiń dawirli túrde tákirarlanıwı, innosferadaǵı hádiyseler, Jerdiń magnit maydanı «boranları» hám kosmonavtlar ushın radiaciya qáwipiniń tuwılıwı-bulardıń hámmesine Quyashta júz 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 bolatúǵın bunday úzliksiz baylanıs qalay túsintiriledi? Bul úlken aralıqta daldálshi rolin ne atqaradı?

Jerde ómirdiń deregi Quyash ekenligi hám bunda Quyash nurları jarıtıwshı hám ıssılıq beriwshı 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 protuberaneslardǵı jarılıwlar sebepli bul nurlar aǵımına úlken energiyalı elementar bóleksheler aǵımı qosıladı. «Quyash shamalı» dep atalıwshı bul aǵımniń intensivligi Quyash aktivliginiń fazasına sáykes túrde ózgerip baradı.

Quyashan kelip atırǵan korpuskular bóleksheler, radiacion nurlar intensivliginiń bir túrde ózgerip turıwı Quyashtaǵı daqlar sanınıń ózgerip turıwı menen birdey boladı. 54-súwrette Quyash aktivliginiń aqırǵı on jıldıǵı 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 (daqlar sanınıń jıllar boyı) ózgeriw grafigi.

55-súwret. Quyash aktivligi maksimumı (dóngelekler) menen oba (a) hám difteriya (b) kesellikleriniń birden jayıw 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 kerı 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 arasındaqı baylanıslardı úyreniwde rus alımı professor A.L.Chijevskiydıń 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 hawijleniwi Quyash aktivligi dáwirli keshiwine sáykes keliwin anıqladı. Alımlar Quyash ushqınıńıń 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 tásiiri 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 biytoplardıǵa kerı tásir etedi?

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

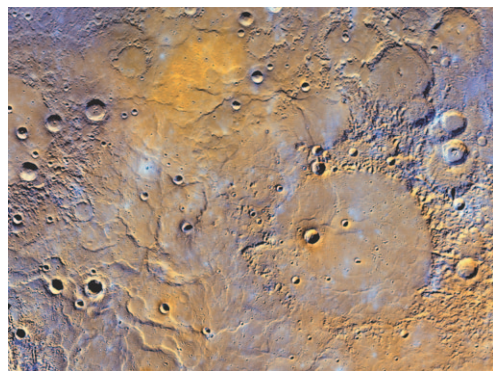
Merkuriy. Quyash sistemasındaǵı segiz planeta ishinde Quyashqa eń jaqın Merkuriy bolıp, ertede onı arablar Utorud dep ataǵan. Utorudtıń orbitası basqa planetalardanıqine qaraǵanda sozılmalı ellips formasında bolıp keledi. Sonın ushın da bul planetanıń Quyashtan uzaqlıǵı 0,31 den 0,47 astronomiyalıq birlikke shekem ózgerip baradı. Planetanıń Quyashtan ortasha uzaqlıǵı 57,91 million kilometrdir quraydı. Merkuriydiń diametri 4879 kilometr bolıp, onıń sırtında tartısıw kúshi Jerdikine qaraǵanda 2,6 esege kem. Basqasha aytqanda, awırlıǵı 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 mın 981 kilometrlik aralıqtan ótip atırıp, planeta sırtınıń 500 ge jaqın sıpatlı súwretlerin aldı. Bul súwretler planeta «júz dúzilisi» jaǵınan Ayǵa júdá uqsashlıǵın kórsetti. Ay sırtındaǵı sıyaqlı Merkuriy beti de meteoritler soqqısınan «kógergen» bolıp, túrli úlkenliklerdegi kraterler menen qaplanganı «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 deneleriniñ tıǵızlıǵı Aydikinen, yaǵnıy 3,0–3,3 g/cm³ bolıp, ortasha tıǵızlıǵı 5,44 g/cm³ ekenligi onıñ oraylıq bóleginde temir yadrosı yaqı eñ keminde silikat jınslar joqarı basım astında metallıq halatqa ótip atırǵanınan derek beredi. Planeta júdá siyrek atmosferaǵa iye.

Merkuriydiñ joldası joq.

Venera. Áyyemgi rim ápsanasında muhabbat qudayınıñ atı menen atalatuǵın bul planetanıñ 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 kóringenini ushın onı «Tań juldızı» depte ataydı.

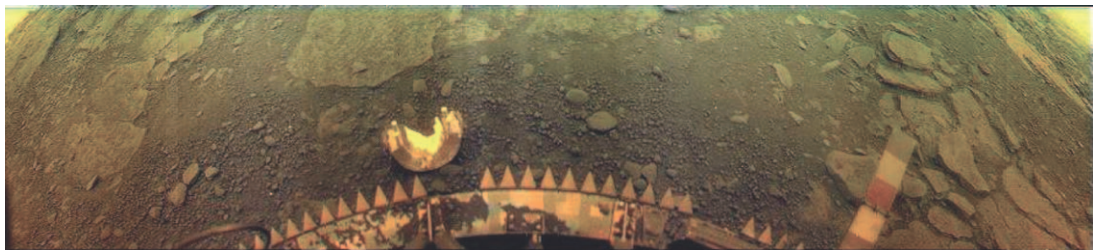
1610-jıldan-aq G. Galiley ózi soqqan teleskopta onı baqlap, Veneranıñ Ay sıyaqlı fazalarda bolıwınıñ guwası boldı. Bul hádiyse Venera da Ay sıyaqlı shar formasındaǵı aspan denesi ekenliginiñ dáslepki dálili edi. Veneranıñ úlkenligi Jerdikindey bolıp, diametri 12 mıń 104 kilometrdi quraydı.

1761-jıl 6-iyunda planetanıñ háreketi Quyash diskinde proyekciyalanıp ótti. Bunday ájayıp hádiyseni baqlaǵan rus alımı M.V. Lomonosov Veneranıñ qalıñ atmosfera menen qaplanǵanıñ anıqladı.

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

Bizge belgili bolǵanıday, planetanıñ aylanıw oǵı onıñ orbita tegisligine derlik tik jaylasqan bolıp (anıǵı 93°), onda Jerdikindey jıl máwsimler ushıramaydı. Sonday-aq, planetanı radiotolqınlarda baqlaw, Veneranıñ óz oǵı átirapında juldızlarǵa qaraǵanda aylanıw dáwiri 243,16 kúnge teñ ekenligi hám de ol Quyash sistemasınıñ (óz oǵı átirapında) shıǵıstan batisqa aylanıwshı jalǵız planetası ekenligi belgili boldı. «Tań juldızı»nıñ bir kúni, yaǵnıy Quyashqa qaraǵanda óz oǵı átirapında aylanıw dáwiri 117 Jer kúnine teñ bolıp, bir jılı onıñ 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 qondırılıwshı 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.

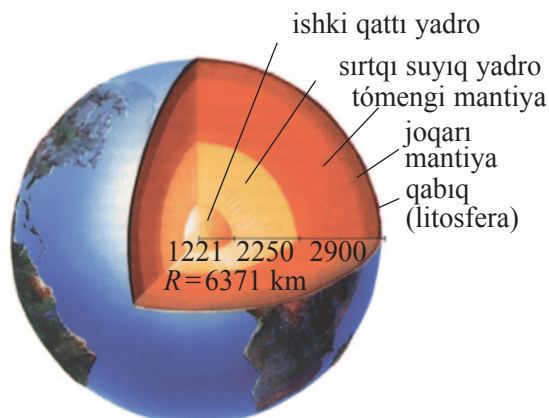
1991-jılı Xalıqaralıq Astronomiyalıq Awqamı (XAA) Bas Assambleyası Veneranıń 116 relyefli elementine jáhange tanılǵan hayallardıń atın berdi. Ayırmashılıǵı sonda, bul dizimde watanlasımız shayır Nadirabegimniń hám atı bar. Veneradaǵı kraterlerden biri onıń atı menen atalatuǵın boldı.

40-§. Jer hám onıń tábiyyi 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 alıńǵan súwreti.



60-súwret. Jerdiń ishki dúzilisi.

(59-súwret). Planetanıń ekvatorial radiusı 6378 kilometr. Jer Quyash átirapında sekunda 30 kilometr tezlik penen háreketlenip, 365,24 kúnde onıń átirapında bir márte tolıq aylanıp shıǵadı. Planetamızda bir jıldı tórt máwsimniń gúzetiliwi sebepli, Jer oǵınıń orbita tegisligine $66,5^\circ$ aǵıwshańlıǵı menen túsindiriledi. Jer óz oǵı átirapında 23 saat, 56 minut, 4 sekunda 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, awırılıǵı 5 mın 160 trillon tonnaday boladı. 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 kislorord, 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 okeanıń 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

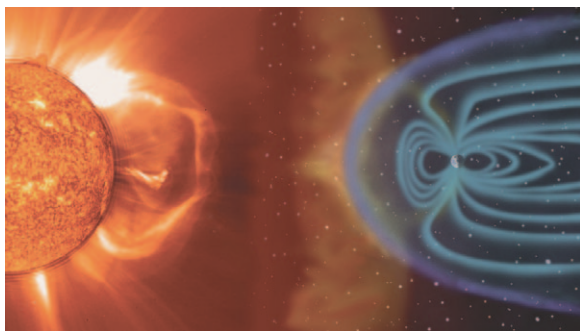
ishki – qattı hám onıń ústinde 2250 kilometr qalıńlıqtaǵı suyıq bóleklerden, al ústingi bólegi bolsa 2900 km li mantiyadan ibarat (60-súwret).

Litosferanıń qattı astıńǵı qatlamı da bir jınıslı bolmay, shama menen 40 kilometr tereńlikte keskin shegara barlıǵı anıqlandı. Bul sırtqı joqarı qatlamı *litosfera qabıǵı*, 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 sızıqları strukturasınıń ózgeriwi súwretlengen.

Jerdiń geomagnit polyusları geografıyalıq Jer polyusları menen ústi-ústine túspeydi. Arqa geomagnit polyusınıń geografıyalıq keńligi 78°5', uzınlıǵı bolsa 290°lı qubladaǵı uzınlıǵın quraydı. Basqahsa aytqanda, geomagnit oq Jer oǵına 11,50 li múyesh astında jatadı. Geomagnit maydanınıń kúshlengenligin ekvatorдан 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 átirapındaǵı 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 esege kem. Onıń sırtında erkin tústegi tezleniwi 1,63 m/s². Aydıń ortasha tıǵızlıǵı 3,3 g/cm³, yaǵnıy jerdikinen 1,5 esege kem. Kúndizgi tús payıtında Aydıń ekvatori 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 joqlıǵınan bolıp esaplanadı, sebebi Quyash shıǵıwınan, 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 kórinisin 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 tolinay Jerdi jarıtqanıan 40 ese anıǵıraq jarıtaadı. Ay aspanında «tolın jer» baqlanǵan waqıt – Jerden qaraǵanda Aydıń jańa ay fazası waqtına tuwra keledi.

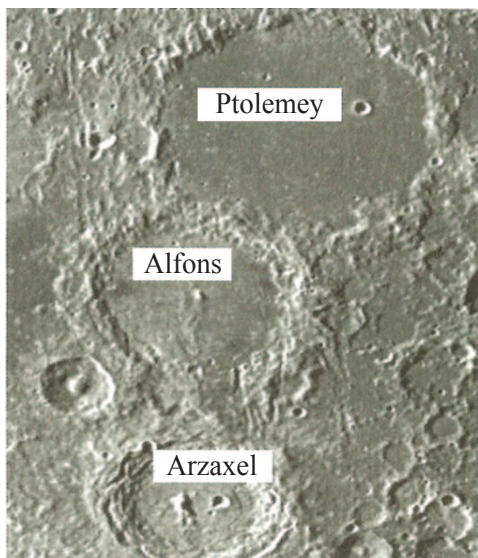
Ayda da oypatlıqlar (teńizler dep ataladı), tóbelikler, tawlar bar (*63-súwret*). Bul obyektlerdi birinshi ret G. Galiley 1610-jılı ózi soqqan teleskoptan Aydı baqlap atırǵanda tawǵan.

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 ásirdeń 60–70-jıllarında «Apollon»lar barlıǵı bolıp Ayǵa 12 astronavttı tabıslı qondırıp, Jer joldasınıń relyefi, fizikalıq qásiyetine tiyisli bahalı maǵlıwmatlardı qolǵa kirgizdi.

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 joqlıǵı ushın ol jerge ornatılǵan arnawlı teleskoplarda ultrafiolet, roentgen hám gamma-tolqınlarǵa nurlanatuǵın kúshli dereklerdeń fizikasın úyreniw



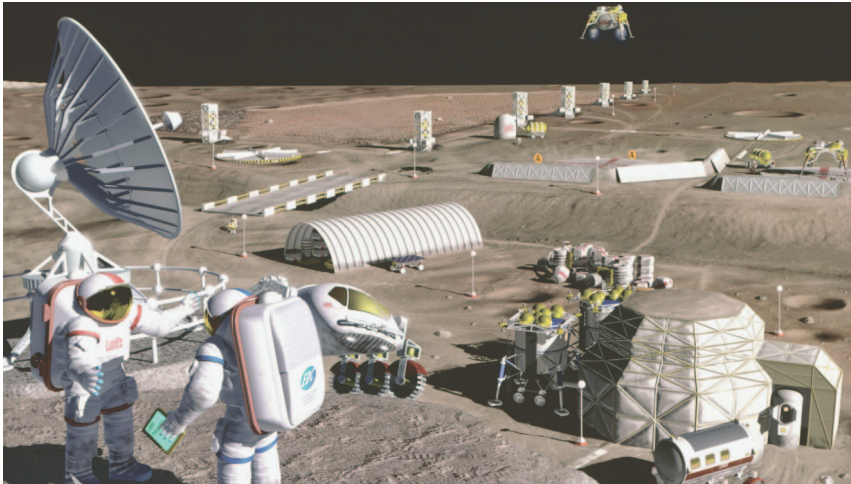
63-súwret. Ay kraterleri hám «teńizleri»



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

imkanı bar. 65-súwrette keleshekte Ayğa 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.



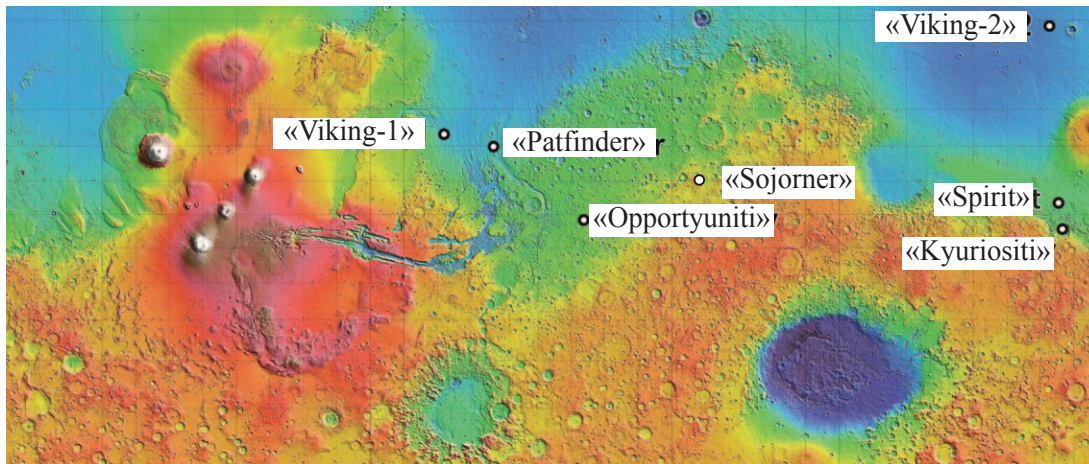
65-súwret. Keleshekte Ayda qurılıwı rejelestirilip atırǵan ilimiy stanciya.

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

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 Jerdikińen ajıralıp turıp, $65^{\circ}12'$ 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 sozilǵan Ellada oypatlıǵı kraterlerden ayırıqshalanǵan. Batis yarımsharındaǵı basqa bir iri maydanlı oypatlıq Argir dep ataladı (*66-súwret*). Agrirden arqa-batis 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 jayılp, 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 ańǵarları bolıp, bular ishinde 30 graduslar shaması batıs keńliginde jaylasqan Nignal dep atalǵan darya ańǵarı 400 kilometrge shekem sozılǵan (67-súwret). Sonday-aq, uzınlıǵı 700 kilometrge shekem baratuǵın basqa bir darya ańǵarı Maadimniń keńligi ayırım jerlerinde 80 kilometrge shekem jetedi. Bul darya ańǵarlarında házir heshqanday suyıqlıq aqpawı anıq. 1976-jılı Utopiya tegisligine qonǵan



67-súwret. Marstıń Nignal atlı darya ańǵarı.



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



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

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

Marstń eki tábiyiy joldası bar. Olardan biri Fobos (Qorqınış), 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 shıgadı.

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 baqlanğan darya ańǵarları haqıyqıy daryalar ma?

16-TEMA.

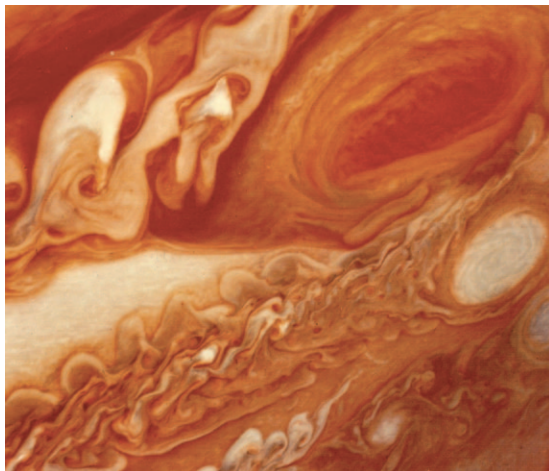
41-§. Gigant planetalar, olardıń joldasları hám halqaları

Yupiter. Quyash sistemasınıń planetaları ishinde eń irisi esaplangan 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 qiyatırǵan obyektler – eni bir neshe mın kilometrge shekem baratuǵın onıń ekvatorǵa parallel qara-qızǵısh lentaları kiredi. (70-súwret). 1878-jılı tabılǵan uzınlıǵı 30 mın, eni 13 mın kilometrge sozılǵan Úlken Qızıl Daǵı (71-súwret) planetanıń sutkalıq aylanıwında qatnasıwı menen birge, ol ana tárep hám mına tárepke birneshe gradusqa jılıp 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.

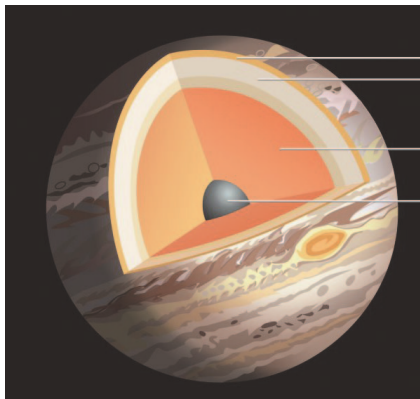
Gigant planetanıń magnit maydanı bolıp, ol Quyashtan kelip atırǵan oń hám teris zaryadlı kosmik bóleksheler menen tásirlesip, olardı óz sferasında «qápes»ke túsirgen, nátiyjede bunday jaǵday planeta átirapında Jerdikine uqsas kúshli radiaciya belbewleriniń payda bolıwına alıp kelgen.

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 esede kóp energiya menen nurlanadı. Planeta haqqında qolǵa kirgizilgen eń sońǵı maǵlıwmatlar tiykarında bul úlken planetanıń ishki dúzilisi matematik modellestirildi. Usı model boyınsha, Yupiter atmosferasınıń shuqırlıǵı $\approx 10^4$ km bolıp, bul shegaradan tómede 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 $15\ 000 - 25\ 000^{\circ}\text{C}$ 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 mın kilometr uzaqlıqtan ótken AQSH tın «Voyajer-1» hám keyin ala «Voyajer-2» avtomatik stanciyalarınıń Yupiter hám onıń joldasların úyregende xızmetleri júdá úlken boldı. (74-súwret). «Voyajer» alǵan súwretlerde planetanıń 30 mın kilometrge sozilǵan polyus sáwlesi hám atmosferasında jasındı esletiwshi shaqnaw baqlandı. Sonday-aq, planeta sırtınan 57 mın kilometr bálentlikte, keńligi 8 mın 700 kilometr hám qalınlıǵı 30 kilometrden úlken bolmaǵan, Saturndikine uqsas halqası barlıǵı da belgili boldı.

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



Atmosfera
Suyıq vodorod
Suyıq metallı vodorod
Yadro

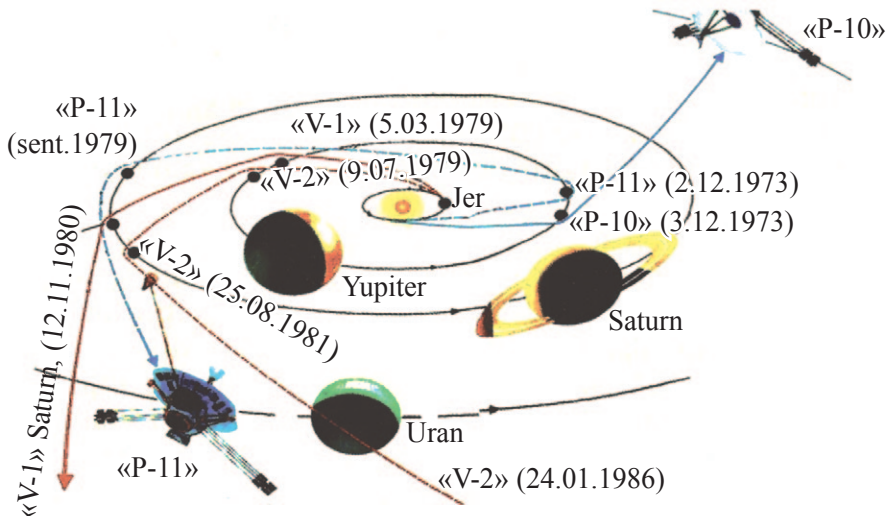


73-súwret. Galiley joldaslarınıń salıstırmalı ólshemleri.

72-súwret. Yupiterdiń ishki dúzilisi.

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

Saturn. Saturn úlkenligi jaǵınan Yupiterden keyin turadı. Onıń diametri 120 mıń 800 kilometr. Quyashtan ortasha uzaqlıǵı 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.

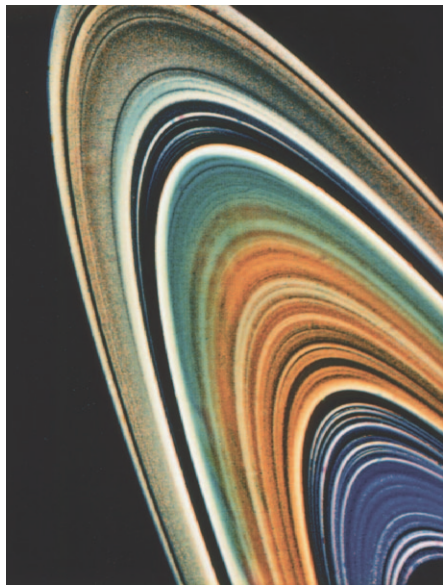
orbitası boylap sekundına 9,6 kilometr tezlik penen uship, 29 jıl 5 ay 16 kún degende Quyash átirapın bir ret aylanıp shıgadı. Saturnnıń óz oǵı átirapında aylanıwı Yupiterdiki sıyaqlı túrli keńliklerde hár túrli boladı.

Planetanıń ekvator tegisligi onıń orbita tegisligi menen $26^{\circ}45'$ múyesh payda etedi. Saturn átirapında eni 60 mın kilometrge shekem, qalınlıǵı 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 mın 400 kilometr uzaqlıqtan ótken Amerikannıń «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. Stanciyannıń 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.

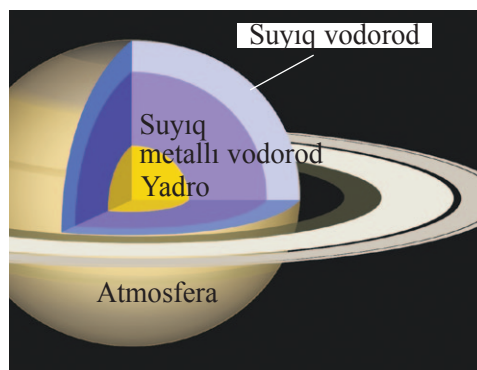


75-súwret. Saturn hám onıń halqası.

Saturnnıń elementli quramı Yupiterdikinen parq etpey, vodorod (93%) hám geliyden (6%) quralǵan. Saturn atmosferasınıń qalınlıǵı 1000 km átirapında bolıp, onnan tómen-de 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 sistemasındaǵı planetalardıń joldasları ishinde úlkenligi jaǵınan ekinshi orında, yaǵnıy Ganimedden keyin turadı (77-súwret). Onıń diametri 4850 kilometr. Keyin ala Titan atmosferasında jeterlishe kóp muǵdarda vodorod barlıǵı baqlanǵan. 1980-jılı «Voyager-1» Saturn qasınan ótip baratırıp, onıń 6 jańa joldasın taptı. Házirgi waqıtta onıń tabılǵan joldasları sanı 60 tan artıq.



76-súwret. Saturnnıń ishki dúzilisi.

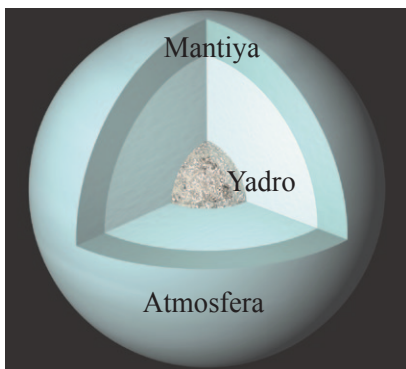
Uran planetası negizinde muzikant, keyin ala ataqlı astronom dárejesine kóterilgen V.Gershel tárepinen 1781-jılı tosattan tabıldı. Urannıń diametri 50 mıń 724 kilometr, massası Jerdikinen 14,59 ese úlken, ortasha tıǵızlıǵı bolsa 1,2 g/cm³. Bul planeta Quyashan ortasha 19,2 astronomik birlik aralıqta onıń átirapında aylanadı. Urannıń orbital tezligi sekindına 6,8 kilometrdi quraydı hám Quyash átirapında 84 jıldı 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).

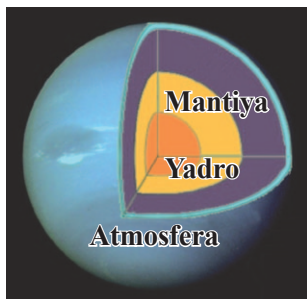


78-súwret. Urannıń ishki dúzilisi.

tárepinen ashılıp, V.Shekspirdiń «Jazgı tündeǵı 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 kestegin júdá úlken anıqlıq penen esapladı. Biraq, on jıl ótkennen soń, Uran aldınnan esaplangan óz ornınan birneshe onlap sekund sheńber aralıqqa jılısqanın anıqladı. Astronomlar Urannıń háreketindeǵı bul jılısıw onıń orbitasınan sırtındaǵı basqa bir planetanıń tásiiri 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 astronomı Galle planetanı Leverye aytqan jerden bari-jóǵı bir gradus arılawda taptı. Tabılǵan planeta teńiz hám okeanlar qudayı Neptun atı menen ataldı.



79-súwret. Neptunıń ishki dúzilisi házirge shekem usılaw túsiniledi.



80-súwret. Neptunıń 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 Neptunıń 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 kerı orbital háreket penen aylanadı. Sonday-aq, planetanıń bul iri joldası bir qansha qalıń atmosfera menen qaplangan. 1949-jılı Koyper planetanıń basqa bir joldasın taptı hám oǵan áyyemgi greklerdiń muhabbat qudayı Nerey qızı Nereida atı berildi. Onıń diametri bari-jóǵı 300 kilometr. Planetanıń tabılǵan jámi joldasları 10 nan zıyat.

Ekzoplanetalar. Adamzat Dúnya sırların tereńirek ańlap barar eken, ózine-ózi «biz Dúnyada jalǵızbiz 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 jalǵızbiz dep aytıwımızǵa tiykar bar.

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

Birinshi ekzoplaneta 1995-jılı ashıldı. Jeneva (Shvetsariya) observatorsınıń astronomları M. Mayor hám D. Kveloslar tárepinen jaratılǵan spektr sızıqlarınıń jılıswı 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 átirapındaǵı massası Jerdikine jaqın joldası tásirinde 4,23 sutkalıq dáwir menen «terbelip atırǵanın» tawdı.

Bunday izleniwler nátiyjesinde XX ásirdeń 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 sistemasındaǵı 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 ангидрид 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 sistemasındaǵı Jer, Mars, Venera hám Merkuriy planetalarınıń gruppası wákilleri dewge boladı.

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

Soraw hám tapsırmalar:

1. Yupiterdeń 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 jorıwı eki ásirde 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 $n = \infty, 0, 1, 2, 3, 4, \dots$ 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 esaplangan úlken yarım oǵı (a.b)	Planetalardıń Quyashtan ortasha uzaqlıǵı (a.b)
1	Merkuriy	$-\infty$	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 tapqanına xabar tapqan berlinli astronom Iogann Bode bul empirik qatnastı qayta kórip, durılıǵına isenim qabıl etti hám onı keń en

jaydırıwda úlken xızmet etti. Sodan keyin bul nızam Titsius – Bode atı menen dúnyağa 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.

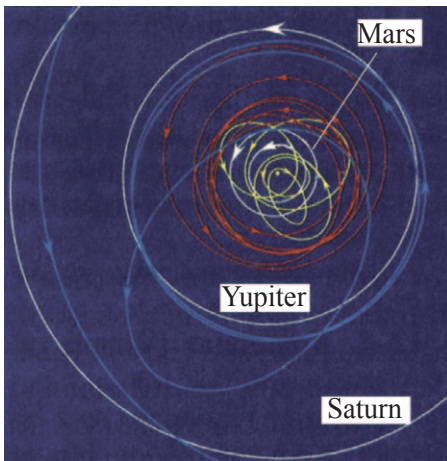
Italiyalı astronom Piatssi bul tarawda 1801-jıldıń basında Buǵa juldız toparınan bir aspan denesin tawdı. Oǵan Serera dep at qoydı. Sonnan keyin 1807-jılǵa shekem alımlar tárepinen Quyashtan usınday aralıqta jáne 3 – Pallada, Yunona hám Vesta atlı mayda planetalar tabıldı. Olarǵa asteriodlar (grekshe «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 Filosofıya, Geometriya, Yustitsiya sıyaqlı pánlerdiń atları hám de geografıyalıq atlar beriletuǵın boldı.

Uris jıllarında Kitap xalıqaralıq keńlik stanciyalarında islegen astronom G.Neuymın tapqan asteriodlardıń birine (1351-sanlısına) «Ózbekstaniya» dep at qoydı. Asteriodlardıń massaları $2,38 \cdot 10^{19}$ kg nan (Vesta), yaǵnıy Jer massasınan 25 mın ese kishi, 10^{12} kg ǵa shekem (Germes) bolıp, ortasha tıǵızlıǵı 2 g/cm^3 tan (taslı asteroid) $7\text{--}8 \text{ g/cm}^3$ qa shekem (temir-nikelli asteroid) boladı.

81-súwrette bir topar asteriodlardıń Quyash átirapındaǵı orbitalarınıń óz ara jaylasıwı súwretlengen.

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



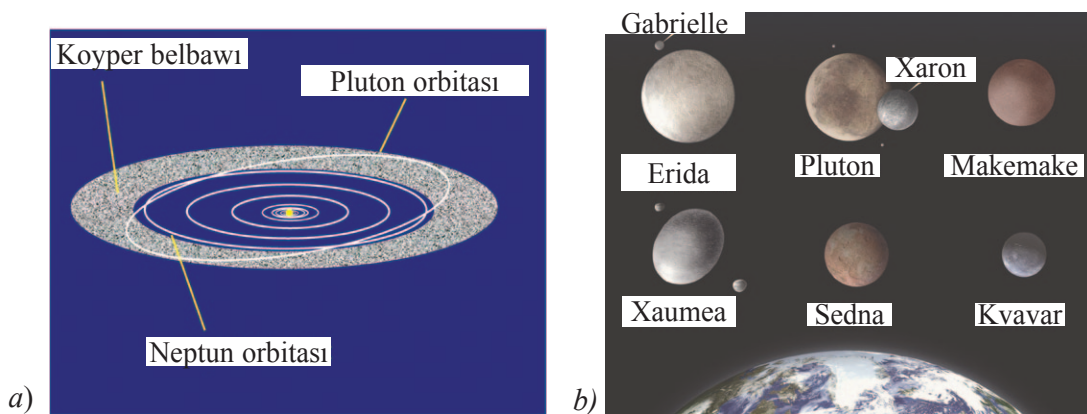
81-súwret. Bir topar mayda planetalardıń orbitaları.

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

Pluton hám júdá mayda planetalar: 1880-jılda ingliz astronomı Forbs Neptunń hárketin 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 belbawı» dep at berildi. Bunıń sebebi, 1951-jılda aq onıń barlıǵın amerikalı astronom J.Koyper bolǵan 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-jilda Kaliforniya texnologiya institutınıń astronomı Mayk Braun keyin ala Erida atın alǵan 2003 UB313 «Xena» (Kseno yaqı 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 bassılıǵında arnawlı ishshı topar dúzdi. Bul topar usınısı boyınsha, XAAınıń 26-assambleyasında planetalar hám júdá mayda planetalardı bir-birinen ayır'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: Merkurıy, 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 gravitaciyanıw 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 súwret*).

Soraw hám tapsırmalar:

1. Tıtsius nızamı planetalar orbitasına tiyisli qanday parametrđi 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, «shashlı» degen mánini bildiredi. Kometalarǵa «shashlı» yaqı quyriqlı juldızlar degen at, olardıń Quyash qasında ótip baratırǵanda kórinislerine aytilǵan (*83-súwret*). Kometa Quyash tárepke kiyatırıp, gigant planetalardıń orbitalarına jaqınlasqanda, onıń massası anıq sáwlelengen yadrosı gúngirt juldız formasında kózge túsedı.

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

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

Nyutonńın shákirti Edmund Galley 1337-jıldan 1698-jılǵa shekem bolǵan dáwirde baqlanǵan 24 kometanı úyrenip, olardıń orbita elementlerin anıqladı. Qızıǵı sonda, bul kometalardan úshewiniń, anıǵıraǵı, 1531, 1607, 1682-jıllarda baqlanǵanlarınń 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 baqlanǵan 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 qalmaydı».

Alım adaspaǵan edi. Galley boljaǵan «quyrıqlı juldız» 1759-jıldıń 12-martında perigeliyden ótti hám onıń boljawı tastıyıqlandı. Bul Nyutonńın tartıw 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 hawirinen intensiv puwlana baslaydı hám yadro átirapında qalıń gaz qatlamaı – komanı payda etedi.

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



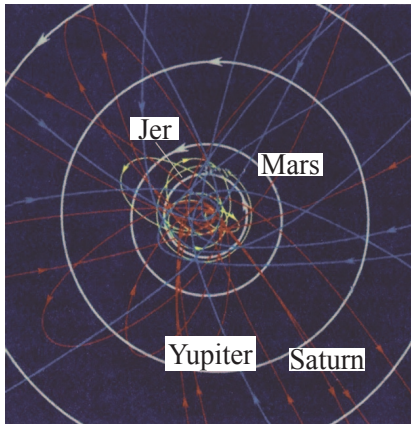
83-súwret. «Quyrıqlı juldız» (kometa) nıń kórinisi.

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

Kometańıń quyırǵın quraytuǵın gaz hám shań, ádette, júdá siyrek bolıp, onıń spektrinde ionlasqan azot, karbonat angidrid hám iyis gaziniń emission (nurlanıw) sızıqları payda boladı. Shańlı kometa quyırǵlarınń 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. Kometańıń tıǵızlıǵı bolsa, bari-joǵı 10^{-12} – 10^{-13} g/cm³ ti quraydı. Kometańıń bas bóleginiń diametri, onıń massası hám Quyashtan uzaqlıǵı boyınsha mıń. km den (gúńgirt kometalarda). 2 mln. km ge shekem (anıq kometalarda), quyırǵ bólegi bolsa 150 mln km ge shekem baradı. Kometalarǵa tiyisli taza maǵlıwmatlardıń kópshiligi Galley kometasınıń 1986-jılǵa Quyash qasınan gezektegi ótiwinde «Jotto» (Ullı Britaniya), «Planeta» (Yaponiya) hám «Vega» (buringı Awqam) avtomatik stanciyaları járdeminde qolǵa kiritildi.

1950-jılǵa shekem 1500 den ziyat kómeta dizimge alındı, solardan 400 ge jaqını teleskoplar payda bolaman degenshe, qalǵanları bolsa teleskoplar



84-súwret. Kometlardan bir toparınıń Quyash átirapındaǵı orbitaları.

járdeminde ashılǵan. Bir topar kometalardıń Quyash átirapındaǵı orbitaları 84-súwrette keltirilgen. Kometalar qayerde «tuwıladı»? 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 tezlesiwı tásirinde óz jolın ózgartip, aqır-sońında Quyashtıń joldasına aylanıp qalıwı múmkinligi esaplawlardan anıqlandı.

Bunday oğada uzın periodlı kometalar barlıq waqıtta muzlağan túrinde bolğanı 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 basqısı 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 bóleksheleri 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 bóleksheleri atmosfera molekulları 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 deneleriniń 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 gazdı sarıplap tawısıwın rus alımı S.V.Orlov Galley kometası ushın orınladı. Onıń esaplawları, bul kometa Quyash átirapında 330 ret aylanǵannan keyin, yaǵnıy 25 mińday 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-jıldı 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 esaplangan – 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 mın jıllardan soń kometa orbitası boylap bir tegis bólistirilip qaladı. Kometanıń orbitası boylap bólistirilgen «tesik kúlshe»siniń Jer menen tutılıwı (jaqınlasıwı) Jerge «meteor jawını» 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 sırlılıǵınsha qalmaқта.

Sibir «miymanı» 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 payız suw menen qaplanganlıǵın 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 hárkinge de nesiyp etpeydi.

Aspan taslarınıń Jerge tusiwi áyyemgi dáwirlerden baqlanǵan bolıp, bul taslar muqaddes esaplangan. 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.

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 ajralǵan energiya hár qanday usı masadaǵı partlawshı zattan (partlaw paytında)



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



88-súwret. Arizona shtatındaǵı saxraǵa 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 erisiwshı 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, shuqırlıǵı bolsa 175 metrge jetedi (88-súwret).

Soraw hám tapsırmalar:

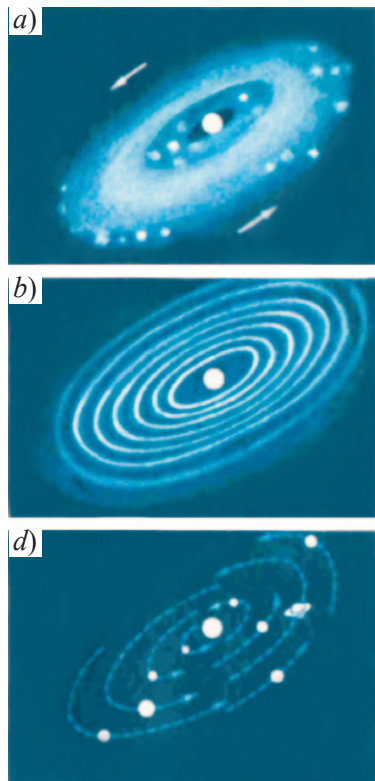
1. «Quyırqlı juldızlar» haqıyqattan da juldız ba?
2. Birinshi periodlı kometa kim tárepinen hám qalay anıqlanǵan?
3. Kometa quyırǵınıń Quyashtan qarama-qarsı tárepke sozılıwınıń sebebi nede?
4. Kometalar yadrosı neden quralǵan? Quyırǵı she?
5. Galley kometası haqqında nelerdi bilesiz?
6. «Ushar juldızlar» 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 shtatındaǵı meteorit krateri haqqında nelerdi bilesiz? Tungus meteorit haqqında bilgenlerińizdi aytıp berin.

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.

Aqırǵı 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 Álemnıń rawajlanıw processin túsin-diriwde materialistik idealardı qollawı menen áhmiyetli bolıp esaplanadı.

Ótken ásirdeń 40-jıllarında bul kosmogonik túsinik ústinde tanıqlı rus alımı O.Shmidt shuǵılandı. 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. Alımın 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 tartısıw 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 differenciycıalanıwı 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 konsentraciycıalanıwı 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 bóleksheler 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 tastıyqlanǵan hám aqır-ayaǵında ayılǵan quymalar orbitalar tásirinde arasındaǵı pútın zattı ózlerinde jámlap, 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 ajırılǵan 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 biremshı atmosferaları dáslep bir-birine júdá uqsanǵan bolıp, keyin –

olardıń 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 ómiri baslap bergen, dep túsindiridi. Akademik V.G. Fesenkov bolsa keyinirek Quyashtı payda etken oraylıq quyılma da tap usı aylanıp atırǵan iri gaz-shan ortalıǵınan payda bolǵanlıǵı múmkin ekenligine kórsetpe berip, bunday quyılma quralıwınıń baslanǵısh basqıshında, salıstırmalı sıyrek zatları 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.

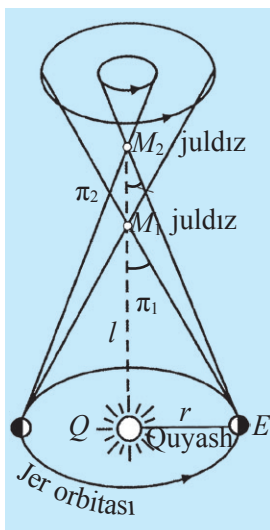
Soraw hám tapsırmalar:

1. Kant hám Laplastıń dáslepki gipotezalarında Quyash sistemasınıń payda bolıwına tiyisli qanday unamlı qarasar bolǵan?
2. O.Shmidtıń Quyash sistemasınıń payda bolıwına tiyisli gipotezası qanday esap-kitapqa súyengenini menen pándе 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 jılısıp, 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-súwrette.
Juldızlardıń jıllıq
parallaksı.

(aylana yaki ellips) sheńber ólshemi juldızdıń uzaqlıǵı boyınsha hár túrli úlkenlikte bolıp, ol usı jaqtırtqıshstan 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 parallaksı dep atalıwshı bul π múyesh, óz gezeginde, usı jaqtırtqıshtıń Quyash sistemasınan (demek, Jerden) uzaqlıǵın ólshewge múmkinshilik beredi. Haqıyqatında, tuwrı múyeshli úsh-múyeshlik QEM_1 den

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

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 tómenдеgi kóriniste boladı:

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

Birinshi ret 1886-jılı usınday usıl menen Vega (Lira juldız toparınıń alfası)niń 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 sıızıqlı ólshemi (diametri) D usı kórsetpeden tabıladı:

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

2. Biraq, kópshilik juldızlar noqat kórinisinde bolǵanı ushın, olardıń ólshemlerin tabıwda basqa metoddan paydalanıladı. Belgili bolǵanıday, 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 turaqlılıǵı $5,7 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$; S_* – juldızdıń sırtın (shar sirtı), T – sirtqı temperaturasını kórsetedi. Shar sirtı $S = 4\pi \cdot R^2$ bolǵanı ushın juldızlardıń jarqınlıǵı $L_* = 4\pi R_*^2 \cdot \sigma T_*^4$ 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:

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

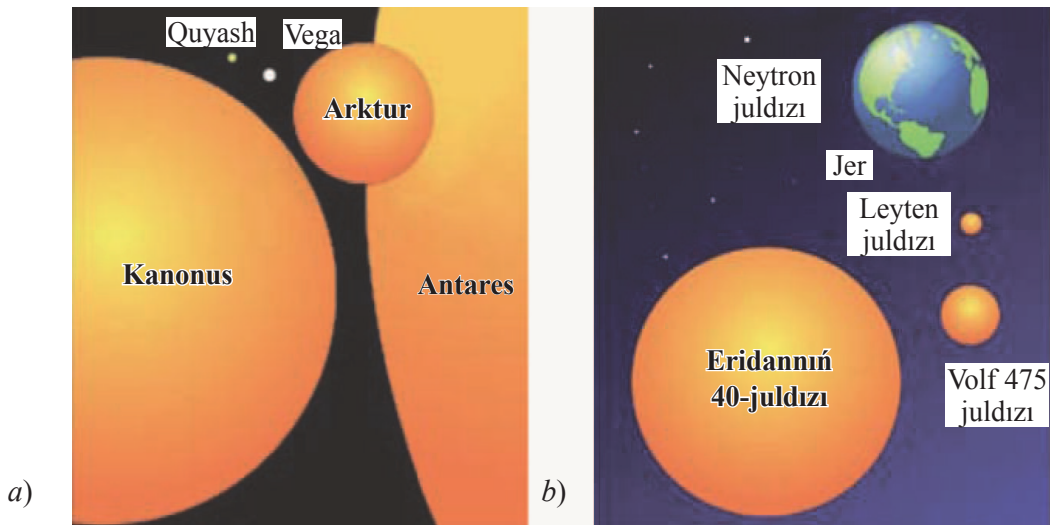
Mısal ushın, Quyashtıń radiusın (R_{\odot}) onıń kórinetuǵın radiusı ($\rho_{\odot} = 16'$) boyınsha tawıp kóreyik, onda:

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

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

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

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



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

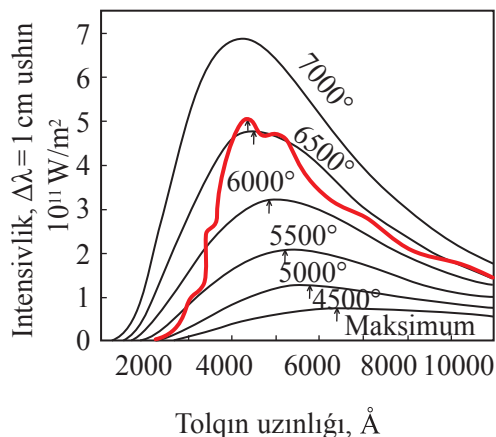
48-§. Juldızlardın reni hám temperaturası

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

Juldızlardın temperaturasını anıqlawdıń birneshe túrli metodı bar bolıp, olardıń birinde, ol juldızlardın spektrinde energiyanıń bólistiriliwinen tabıladı. Bunda nurlanıw energiyasınıń maksimumı tuwrı kelgen tolqın uzınlıǵına 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 filtrlinde fotografik yaki fotovizual jol menen alınǵan juldız úlkenlikleriniń parqı ($m_{pg} - m_{pv} = CI$) tiykarında anıqlanǵan reń kórinisinde (color index – CI) boyınsha da onıń temperaturasını anıqlaydı. Bunday metodlar menen tabılǵan juldız temperaturası tek ǵana onıń sırtına tiyisli bolıp, olardıń ishki bólegine tiyisli temperaturaları juldızlardın spektri, massası, tıǵızlıǵı hám anıqlanǵan ishki basımı boyınsha teoriyalıq esaplawlar járdeminde tabıladı. Bunday jol menen tabılǵan juldızlardın 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 bólistiriliwi (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 bolmaytuǵın belgili. Bul máseleni sheshiw ushın astronomlar barlıq juldızlardı bizden birdey aralıqqa keltirip, juldız úlkenliklerin anıqlawı hám keyin ala usı tiykarda olardıń haqıyqıy jarqınlıqların salıstırwdı 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 esige 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 artıwına 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 turǵanıday, bir juldızdıń kórinetuǵın juldız úlkenligi hám oǵan shekemgi aralıq parseklerde belgili bolsa, onıń absolyut juldız úlkenligi anıqlaw múmkin eken. Buniń 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 mısál etip, Rigeldi (arabsha «Rij al-jawza»nıń buzılǵan aytılwı – «Pahlavan ayaǵı» – Orion juldız toparınıń birewi); qızıl oǵada gigantlarǵa – Antaresti (Aqırıp juldız toparındaǵı eń anıq juldız), Betelgeyzeni (arabsha «Ibtal-Jawza»nıń buzıp aytılganı – «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 metodi* dep ataladı.

Spektral parallaks usılınıń trigonometrik metodlardan abzallığı 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 kirkizdi. Juldızlardıń spektri, ásirese, Quyashtıń spektri de sızıqlı jutılıw spektri bolıp, jaqtı tutas spektriniń fonında atomlar, ionlar hám molekularǵa tiyisli jutılıw (Fraunhofer) sızıqlarınan turadı.

Juldızlardıń spektrleri bir-birinen, tolqın uzınlığı 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 ajırılıp 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 klaslarǵa toplanǵan. Olar latin 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 aldǵı menen, juldızlardıń temperaturası hám reńleri izbe-izliginde óz kórinisin tabadı. Salıstırılmalı 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 kiriwshi juldızlardın spektrinde neytral geliy sızıqları júdá intensiv boladı. *Aq-kógis reńdegi* bunday juldızlardın temperaturası ~17000 °C átirapında.

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

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

G klasına kiriwshi juldızlardın 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*.

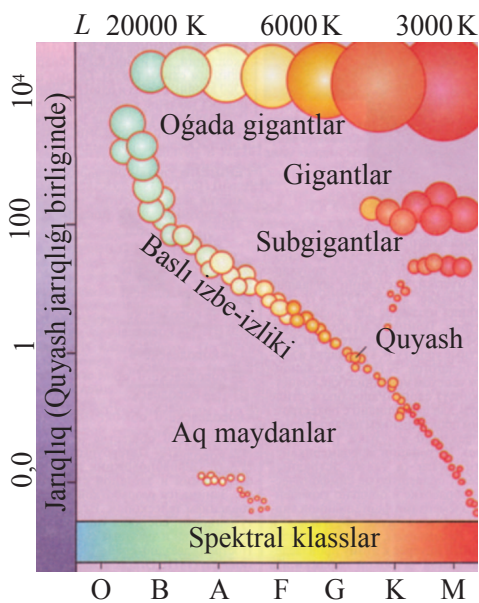
K klasına kiriwshi juldızlar spektrinde metallardıń jutılıw sızıqları menen birge *molekulyar birikpeleriniń de sızıqları baqlanadı*. Reńi qızǵısh, temperaturası ~3500 °C.

M klasına kiriwshi juldızlar spektrinde bolsa, *metall sızıqları kúshsizlenip, molekularardıń 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 molekular atomlarǵa bólinip ketedi. Jáne de joqarı temperaturada atomlar da bóleklerge bólinip, elektronların joytıdı hám ionlarǵa aylanadı. Bul juldızlardın spektral klasları analizinen ańsat kórinedi.

51-§. Spektr-jarqınlıq diagramması

Juldızlardın spektral klasları 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 ásirdeń baslarında daniyalı astronom Gersshprung hám amerikalı astrofizik Russell anıqladı. Belgili bolıwınsha, eger koordinata oqlarınan biri boyınsha juldızlardın spektral klasları, ekinshisi boyınsha olardıń absolyut juldız úlkenlikleri qoyılsa, juldızlardın bul parametrleri arasındaǵı baylanısları birneshe klasqa ajratılǵan túrdegi diag-



93-súwret. Spektr-jarıqlıq diagramması.

ramma kórinisinde boladı. Bunday baylanıslardı bildiriwshi diagramma keyin ala spektr-jarıqlıq yaqı Gersshprung-Rassell diagramması dep atalatuǵın boldı. Spektr-jarıqlıq diagrammasında juldızlardıń absolyut juldız úlkenlikleri parallel túrde juldızlardıń jarıqlıqları (Quyash jarıqlıǵı biriginde $L_{\odot}=1$), spektral klasları oǵına parallel túrde bolsa, olardıń reń kórsetkishleri yaqı effektiv temperaturaları jaylasadı (93-súwret). Gersshprung-Rassell diagramması ulıwma fizika tábiyatına iye bolǵan juldızlardı hár túrli toparlarǵa ajratıp, 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 on tárepke barǵan sayın juldızlardıń jarıqlıqları (yaǵnıy, temperaturaları) páseyip barıp, keyingi klaslarǵa tiyisli juldızlar orın iyeleydi. Bas izbe-izlik iyrekliginen on 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 tómenigi 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 baylanıladı?
5. Spekr-jarıqlıq diagramması juldızlarǵa tiyisli qanday fizikalıq parametrlerin óz ara baylanıstıradı?
6. Bas izbe-izlikte jatıwshı juldızlar qanday qásiyetleri menen gigant hám júdá maydaldardan ózgeshelenedi?
7. Juldızlardıń absolyut juldız úlkenlikleri hám jarıqlıqları arasında qanday baylanıs bar?

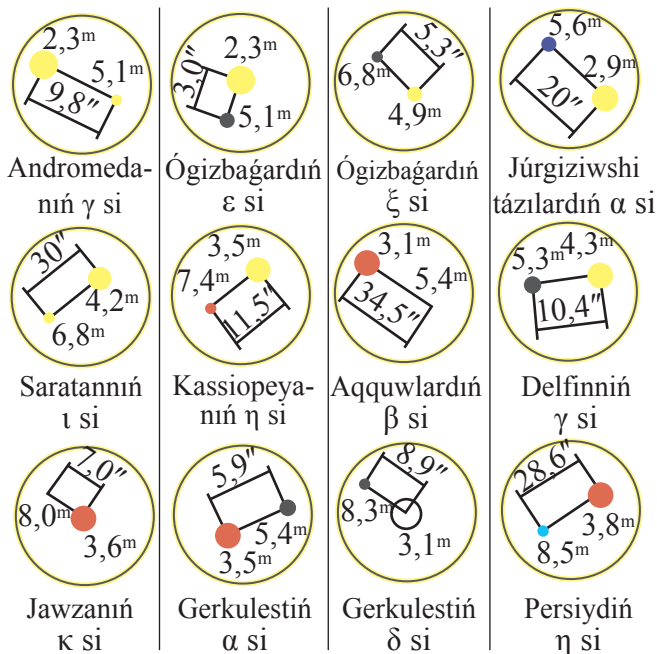
22-TEMA. 52-§. Fizikalıq qospa juldızlar hám olardıń túrleri

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, qosparı (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 qosparlar* dep ataladı.

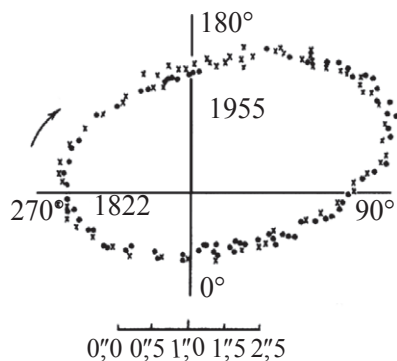
Vizual qosparlardıń túrleri. Eger, fizikalıq qospa juldızlardı qurawshılardıń kúshli teleskop penen qaralǵanda, bir-birinen tikkeley ajuratıp kóriw múmkin bolǵan sheńber aralıqta jaylasqan bolsa, olar *vezual qospa juldızlar* dep ataladı.

Óz ara tıǵız hám júdá kishi sheńber aralıqta jaylasqan qospa juldızlardı tikkeley ajuratıp kóriwdiń hesh qanday joli joq, olardıń qospalıǵı fotometrikalıq yaqi spektral metod járdeminde anıqlanadı. Soǵan qaray olar, sáykes túrde, *tutılwshı hám spektral qosparlar* dep ataladı.

Vizual qospa juldızlarǵa misal 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 qosparlar bolıp esaplanadı. Olardıń arası barı-joǵı 11'. Ápiwayı dala dúrbini

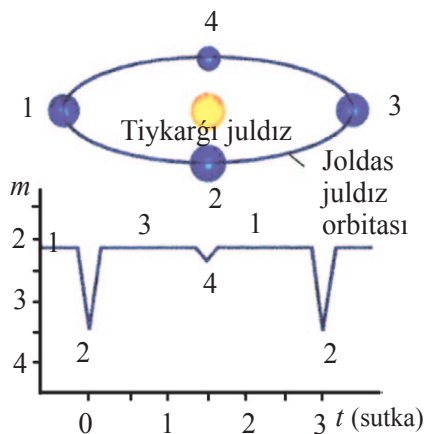


94-súwret. Tanıs juldızlar toparındaǵı baqlanǵan qospar (juldız úlkenlikleri hám óz ara sheńber aralıqları berilgen).



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 siniń 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 («Dáwdıń kózi» mánisin bildiredi) dep atalǵan Persey juldız toparınıń β juldızı bolıp esaplanadı. Bul qospa juldızlardıń orbita tegislikleri qaraw sızıǵı boylap jaqtılandırǵanı ushın, olar bir-birin tosıp ótedi hám nátiyjede bul jaǵday juldız anıqlıǵın periodlıq túrde (~3 sutkalıq) ózǵertip, onıń qospalıǵınan derek beredi (96-súwret).

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

spektrinde de bar sızıqlarınıñ) bir-birine salıstırmalı periodlıq jılısıwınan (tiykargı juldız átirapında joldas juldızlardıń aylanıp atırǵanlıǵı 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 massasını Keplerdiń anıqlastırılǵan 3-nızamı boyınsha bahalawǵa boladı.

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

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

onda massalar jıyındısı:

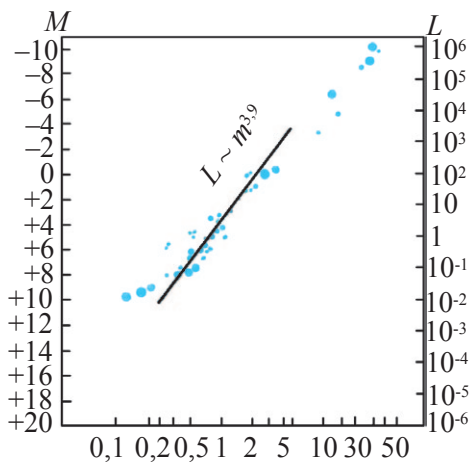
$$M_{\text{tiy}} + m_j = 5,9 \cdot 10^{11} \frac{\text{kg} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^3} \cdot \frac{A^3}{T^2},$$

bul jerde M_{tiy} , m_j – sáykes túrde tiykargı hám joldas juldızlardıń massaların; A – joldas juldızdıń tiykargı 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 ayırıqsha belgilew hám nátiyjede olardıń úlken yarım oqlarınıń múyeshli ólshemlerin sheńber sekundlarında óz aldına anıqlawdıń imkanı bolsa, onda olardıń massaların qatnasların usı belgi járdeminde anıqlawǵa boladı:

$$\frac{M_{\text{tiy}}}{m_j} = \frac{a_j}{a_{\text{tiy}}},$$

bul jerde – M_{tiy} hám m_j sáykes túrde tiykargı 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 ayırıqsha 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 juldızdın bolometrik jarıqlıǵı L_b (yaǵnıy tolıq nurlanıw energiyası) hám massaları M_* arasında baylanıs tabılǵan. $L_b = M_*^{3,9}$ Usı kórsetpeden kórinip turǵanıday, bas izbe-izliktiń tóbe bóleginde eń massiv juldızlar jaylasıp, páske qarap juldızlardıń massası kemeyip baradı.

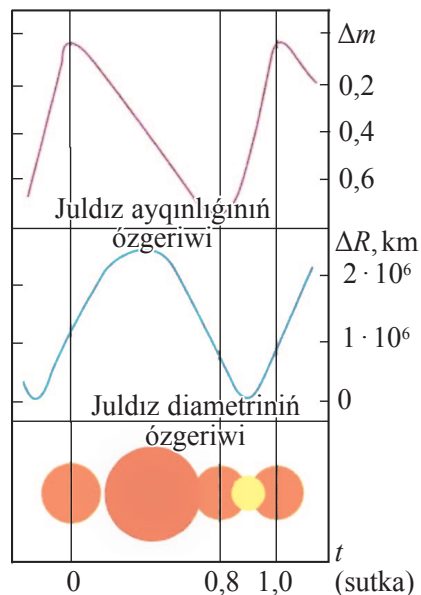
Soraw hám tapsırmalar:

1. Fizikalıq qospa juldızlardıń qanday túrleri bar?
2. Vizual qospa juldızlar dep qanday qospalarǵa ayıladı? 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 tabıladı?
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?

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 úlkenlikleriniń waqıt boyınsha ózgeriwi dáwiri bir neshe sutkadan onlap sutkaǵa shekem baradı. Bunday juldızlar anıqlıqlarınıń iyrekligi Sefey juldız toparı δ juldızınıń ózgeriwine uqsadıǵanı 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 yaqı 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 (Δm) hám radiusiniń ózgeriw (ΔR) iyreklilikleri.

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

Sefeidler F hám G klaslarına kiriwshi gigant hám oǵada gigant juldızlar bolǵanı ushın 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 úlkenlikleriniń 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 *termoyadroliq partlaw* júz beredi.

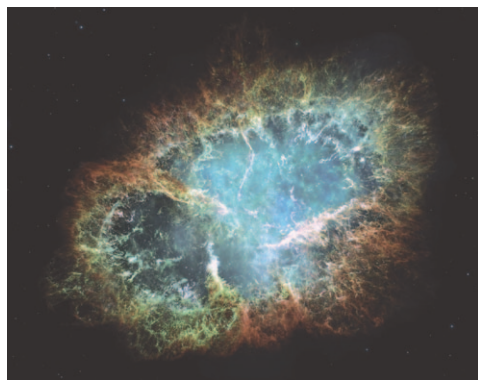
Jańa juldızlar jarqıraw dáwirinde tolıq nurlanıw energiyası 10^{38} – 10^{39} J nı qurap, bunı Quyash bir neshe on mın jıllarda ǵana beriwi múmkin.

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 juldızlardıń átirapında haqıyqattan da keńeyiwshi usınday gaz dumanlıqlar bar ekenligi anıqlanǵan.

Tap házirgi kúnga shekem pánge 300 ge jaqın jarqırağan jaña juldız belgili bolıp, olardıń 150 ge jaqını ózimizdiń galaktikamızda, 100 ge jaqını qońsı Andromeda dumanlıgında baqlanğan.

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

Belgili galaktikada júdá jaña juldızdıń jarqırawı shama menen 100 jıl ishinde 1–2 ret ǵana bolıwı múmkin. Tariyxta biziń galatikamızda da birneshe júdá jaña juldızlardıń jarqırawı baqlanğan. Bular ishinde Sáwir juldız toparındaǵı 1054-jılda Qıtay astronomları tárepinen baqlanğan eń quwwatlılardan 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 keńeyiwın dawam etpekte. Jarqırağan juldız átirapında tarqalıp atırǵan bul gaz massası júdá úlken gaz dumanın payda etken. Sáwir juldız toparında 1054-jılı partlaǵan júdá jaña juldızdan qalǵan bul dumanlıq shayan tárizli dumanlıq atı menen belgili (99-súwret). 1572-jılı partlaǵan basqa bir júdá jaña juldız daniyalı astronom Tixo Brage tárepinen Kassiopeya juldız



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

toparında, 1604-jılı Jılan jetkeriwshi juldız toparında partlağanı bolsa Kepler tárepinen baqlanğan.

Júdá jaña juldızdıń partlawınan olardıń oraylıq qaldıq bólegi, partlawdan alğan qosımsha implus esabınan diametri bir neshe kilometr qalğanğa shekem qáweterli qısıladı (ol pánde kollaps dep ataladı) hám júdá úlken tıǵızlıқтаǵı obyektke aylanadı. Bunda onıń tıǵızlıǵı atom yadrosınıń azı-kem atom yadrosınıń tıǵızlıǵına shekem (10^{14} g/cm³) baradı. Bunday tıǵızlıқта atomlar atom qásiyetin pútkillay joytıp, tek ǵana neytron qabıqlarınan ǵana quraladı hám sol sebepli júdá jaña 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. Jaña juldızlardıń jarqıraw mexanizmi haqqında ne bilesiz?
5. Júdá jaña juldızlar jarqırawında olardıń massaları qanday orın iyeleydi?
6. Júdá jaña juldızdıń jarqırawı aqıbetinde ol qanday aspan denesine aylanadı?

24-TEMA.

55-§. Juldızlar evolyuciyası. Neytron juldızlar hám «qara úngirler» *

Kópshilik astronomlardıń pikirinshe, juldızlar (hátte ulıwma boslıq galatika da) júdá 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 bulıtıń tıǵızlıǵı hám temperaturası kóterilip, ol endilikte «protojuldız» (juldız qalıplesiwiniń baslangısh túri)ǵa aylanadı. Bunda onıń sırtqı temperaturası kóteriliwi menen ol infraqızıl diapazonda nurlana baslaydı. Protojuldızdıń orayında temperatura shama menen 10^7 °C eriskennen soń, ol jerde termoyadro sintezi reakciyası baslanadı. Sol waqıttan baslap gaz basımınıń ishki kúshleri juldız sırtqı bólekleriniń tartısıw kúshi menen teńleskeni ushın, juldızdıń qısılıw

processi toqtaydi. 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.

Juldızlarda qısılıw basqıshı, onıń oraylıq bóleginde vodorodtıń bir tegis «janıwı» 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 jil 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 órin iyeleytuǵınıń bilemiz.

Sonıń ushın juldızlar ómiriniń aqırǵı basqıshı, olardıń pútkil evolyuciyası sıyaqlı, massalarınıń «qolında» bolıp, Quyashtay tipindegi juldızlar (massası 1,2 Quyashtay 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 aylangannan soń bara-bara suwıp, óship qaladı.

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



Aq júdá mayda juldız

Neytron juldız

Neytron juldız yaki qara úńgir

100-súwret. Juldızlardıń massalarına qaray evolyuciyası.

laps (qáweterli qısılıw) hádiy-sesi júz beredi. Juldız massası shama menen 2–3 Quyash massasına shekem bolǵanda, ol kollapstan qashıp qutila 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-ózinin payda bolmay, ol yadrolıq partlawdı (júdá jańa juldız kórinisinde) «basınan ótkeriwi» kerek boladı. Bunday partlawdan zat neytronlar halatına ótkerilip, barlıq yadrolıq energiya onnan ajırılıp shıǵadı (*100-súwretke* qarań).

Eger de juldızdıń massası 2–3 Quyash massalarından úlken bolsa, onda «neytron gaz»dıń 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 nárese, hátte nurlanıw kvantı da juldızdı taslap kete almaydı, sóytse de juldız endi kórinbeydi. Teoriyalıq jaqtan qaralǵanda, bolıwı múmkin bolǵan bunday boljawlı juldız «kórinıwi» *qara úńgir* dep ataladı.

Bunday at oǵan ózinen sırtta hesh qanday nurlanıwdı da shıǵara almaytuǵın dárejedege 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»dıń qarasın kóriwge boladı.

Soraw hám tapsırmalar:

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

VI BAP. ÁLEMNIŇ DÚZILISI HÁM EVOLYUCIYASÍ

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

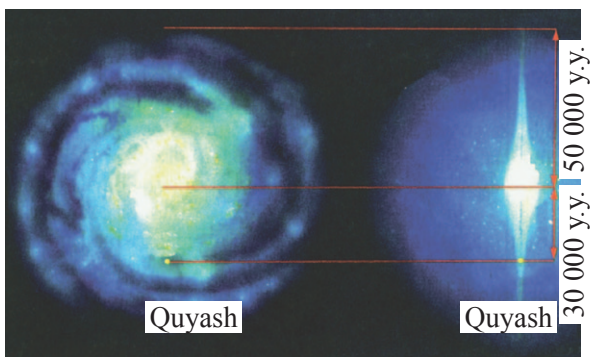
Túnde qarańǵı aspanǵa qarasaq, barlıq aspan boylap sozilǵan jaqtı – saban tógilgen joldı esletiwshi hám jaslıǵımızdan bizge úlkenler Saban Jolı dep túsindirilgen tesmaǵa kózimiz túsedı.

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

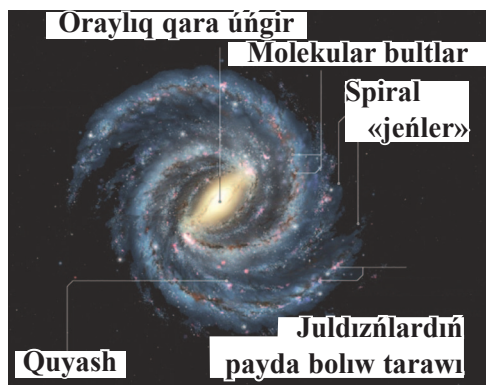
Bizin Quyash ta (bir ápiwayı juldız sıpatında) usı úlken juldızlar sistemasınıń aǵzası bolǵanı ushın, onı biziń galaktikamız dep aytamız (*101-súwret*). Galaktikamızǵa qaptaldan qaralsa, onıń forması dúnli linza kórinisine uqsaydı. Onıń diametri azı-kem 100 mın jariqlıq jılına, qalıńlıǵı bolsa 7 mın jariqlıq jılına teń. Quyash sisteması galaktikamızdın orayınan onıń radiusınıń 2/3 bólegine teń (33 mın jariqlıq 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, galaktikamızdın oraylıq yadrosı Qawıs juldız toparına proyeksiyalanadı.



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



102-súwret. Galaktikamızdın ústi hám qaptaldan kórinisi.



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

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), juldız 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 gruppǵa – *shashılǵan* yaki tarqalǵan hám *shar tárizli toparlarǵa* bólinedi.

Shashılǵan 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-súwret. Hulkar dep atalgan 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 ajralıp 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 ajralıp kórinedi. Shar tárizli toparlardıń ortasha diametri 40 parsek átirapında bolıp, galaktikamızda bunday toparlardıń 100 ge jaqını tabılǵan. Shar tárizli toparlar, shashılǵanlarınan ajralıp turıp, olardıń konsentraciyası galaktikamızdıń orayına qaray keskin artıp baradı. Bunday toparlardıń ózine tán wákili Gerkules juldız toparında jaylasqan M-13 dep atalgan topar bolıp, ol 20 mıńǵa jaqın juldızdı óz ishine aladı, bizden uzaqlıǵı 24 mıń jariqlıq 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.

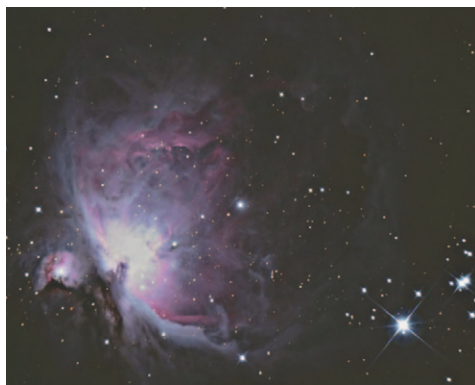
Galaktikamızda bunday shań ortalıǵınıń bar ekenine Batis but juldız toparında proyekciyalanǵan «*Kómir qabi*» hám Orion juldız toparında jaylasqan «*At bası*» dumanlıqları anıq mısál bola aladı (*106-súwret*).

«*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 Aqırıp 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 bası*» 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 dumanlıǵı)* 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 ushiraydı. Bunday juldızlardıń quwwatlı ultrafiolet nurlanıwı, olardıń qasında jaylasqan dumanlıq gaziniń atomları tárepinen jutılıp, ionlasıwǵa hám qayta nurlanıwǵa májbúrleydi.

Ionlasqan gazde erkin elektronlardıń atom menen baylangan jaǵdayına ótiwi menen bolatuǵın rekombinaciya hádiyesi baqlanıp, bunda atomlar, dáslep jutılǵan qattı ultrafiolet nurlarınıń kvantları ornına, kózge kórinetuǵın diapazonda salıstırmalı kem energiyalı birneshe kvantlarda nurlanadı, basqasha aytqanda, fluoressensiya hádiyesi 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 Joli 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 toparlarınń 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 ásirdeń 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 ápiwayi 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.

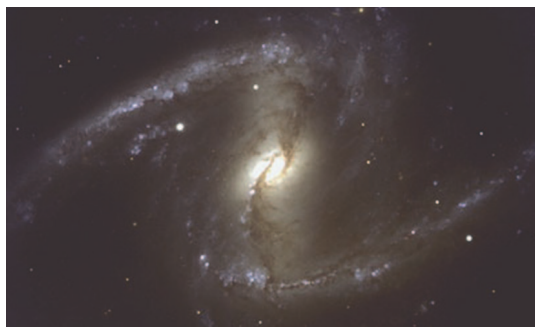
Sırtqı galaktikalar óz ólshemleri boyınsha hár túrli úlkenlikte ushırıp, eń irileri milliardlap, maydaları bolsa bir neshe millionlap juldızdı óz ishine aladı. Gigant galaktikanıń ólshemleri 50 mıń parsekke shekem (yaǵnıy diametri 150 mıń jarıqlıq jılına shekem) barǵan túrde, eń kishileri bir neshe 100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

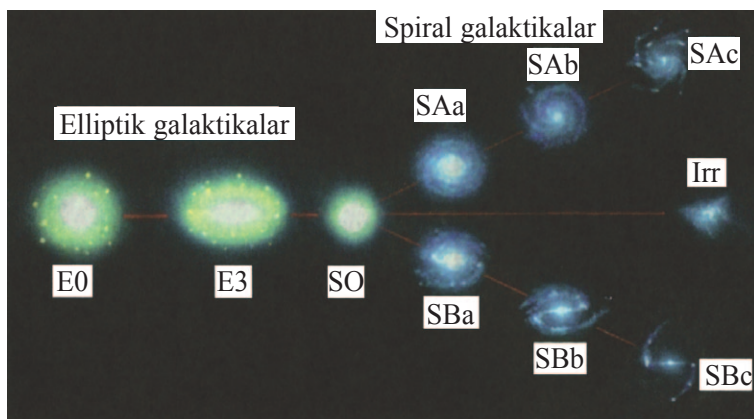
Spiral galaktikalar júdá keń tarqalǵan bolıp, baqlanatuǵın galaktikalardıń shama menen yarımı usı túrdegi galaktikalardan bolıp esaplanadı. Basqa galaktiklardan ayırılıp turıp, olardıń strukturası anıq spektral «jeńlerden» ibarat boladı. Andromeda hám biziń galaktikamız spiral galaktikalardıń ádettegidey wákillerinen bolıp sanaladı. Spiral galaktikalar da ekige bólinedi. Olardıń biri, biziń galaktikamızǵa 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 aralıǵındaǵı (strukturası boyınsha) galaktikalar linza tárizli galaktikalar (SO) tipin dúzedi.

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

Galaktikaniń sırtqı kórinisi, onıń jası menen baylanıslı bolıp, galaktika evolyuciyasınıń belgili basqışına 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.



III-súwret. Galaktikalardıń evolyuciyası.

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

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

Galaktikalarǵa shekem aralıqlardı (r) anıqlawda, dáslep olardıń quramındaǵı sefidlerdiń period-jarıqlıq baylanısı tiykarında jarıqlıqları tabıladı, keyin olardıń kórinetuǵın juldız úlkenligi tiykarında ógan shekem (galaktikaǵa shekem de) aralıqtıń $m - M$ moduli 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 – Xabblıń turaqlılıǵı ($70 \text{ km/s} \cdot \text{Mpk}$) hám jarıqlıq tezligi c járdeminde ógan shekemgi aralıq

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

körsetpeden aňsat tabıladı, bul jerde $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = z$ aǵza dep júritiledi.

60-§. Radiogalaktikalar hám kvazarlar *

Radiogalaktikalar. Radionurlanıw ol yaki bul dárejede derlik barlıq galaktikalardıǵa tán qásiyet bolıp tabıladı. Olardıń kópshiliginde radionurlanıw, nurlanıw quwwatınıń azırmaǵan 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. Spekrdegi qızılǵa jılısıwǵa ($z=0,057$) boyınsha anıqlanǵan onıń aralıǵı 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 kerı 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 milliardlap jariqlıq jılı aralıqlarda jatıwshı júdá quwwatlı radioobyektler bolıp shıqtı. Házirgi waqıtta bir neshe kvazarlar oylap tabılğan bolıp, olardıń kópshiligi aralıq 10 milliard jariqlıq jılınan da kóp.

Kvazarlardıń nurlanıw quwwatı tań qalarlıq dárejede joqarı bolıp, jariqlıqları, keltirip ótkenimizdey 10^{39} – 10^{40} W di quraydı. Bul kvazarlar júz milliardlap juldızı bolğan eń quwwatlı galaktikalardıń jariqlıqlarınan 100, hátte 1000 ese kóp quwwat penen nurlanatuǵın aspannıń biybaha obyektleri degeni boladı. Usı qásiyetleri boyınsha kvazarlar Álemnıń eń sırlı obyektlerinen bolıp esaplanadı. Spektrinde energiyanıń bólistiriliwi, kishi múyesh ólshemi, ayırım gezleri bolsa, optik hám radionurlanıwdıń ózgeriwshenligi menen kvazarlar kóbinese galaktikanıń aktiv yadrosın esletedi. Kvazarlar spektrlerindeki emission sızıqlarınń 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 atırğan hám sol sebepli úlken energiya menen nurlanıw atırğan milliardlap Quyash massasına iye bolğan úlken gaz bulıtı quyılmas kórinisinde kóz aldına ketiredi.

Soraw hám tapsırmalar:

1. Qaysı sırtqı galaktika birinshi bolıp oylap tabılğan?
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 ayıladı?
6. Kvazarlar qaysı diapazonda úlken quwwat penen nurlanıwshı obyektler esaplanadı?

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

Jerden turıp aspanǵa qaraǵanda, onıń barlıq tárepindeki galaktikalarda qızılǵa jılıswı baqlanıw, biziń galaktikamız Álemnıń orayınan orın alǵan eken dep juwmaq shıǵarıwǵa asıqpaw kerek. Íqtıyarlı sırtqı galaktikadan turıp aspanǵa

qarağan boljawlı baqlawshı sırtqı galaktikağa qarap, olardıń da qızılğa jılısıwın baqlağan bolar edi.

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

Búgin «qaynaq partlaw» gipotezasınıń tájriybe mısasında 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 dáwirdeń «elshileri» sanalatuǵın elektromagnit tolqınlarǵa bay bolǵanlıǵı belgili. Bul tolqınlar *birlemshi yaki relikтив (qaldıq) nurlanıw* dep ataladı. Keltirilgen keńeyiwde tek ǵana galaktikalar sisteması qatnasıp qoymastan, relikт nurlanıw da qatnasatuǵını sır emes. Aqıbette, bunday relikтив 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 (Álemnıń 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 mıtájlik sezilmeydi. Metagalaktika evolyuciyasınıń oylap tabılıwı insan aqılıy aktiviyatiniń úlken utısı sanaladı. Bul utıs insannıń aqıl-sanası, Álemnıń jaqın ishki bólegi hám uzaq ótmishke kirip bara alǵanıń kórsetip, insan tárepinen átirap álemin biliwi shegaralanǵanlıǵı tuwrısındaǵı áspananı joqqa shıǵardı. Álem haqqındaǵı házirgi

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

Bunda empirik jol menen tabılǵan «qızılǵa jılısıw» logarifmi hám galaktikalardıń kórinetuǵın juldız úlkenlikleri arasındaǵı sızıqlı baylanıs, yaǵnıy

m hám lgv_r arasındaǵı usı $lgv_r = lg\left(c \frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)$ qatnas, galaktikanıń aralıqları hám uzaqlasıwları arasındaǵı tómendegi $v_r = c \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = Hr$ baylanıs bar ekenligin bildiredi, bul jerde v_r – nurlı tezlik; c – jarıqlıq tezligi; $\Delta\lambda$ – qızılǵa jılısıw; H – Xabbl turaqlılıǵı; r – sırtqı galaktikaǵa shekemgi aralıqtı 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 Álemniń modeli haqqındaǵı pikirleri nelerden ibarat?
4. Reliktiv nurlanıw degende neni túsinesiz? Ol Álemniń qanday modeline tiykar bolǵan?
5. Xabbl nızamı Álemniń 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 túsinedi. 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 keletuǵın anıqladı. Pútkil aspan sferasına (ol jámi 41253 kvadrat gradustı quraydı) tuwra keletuǵın galaktikalardıń ortasha sanı bolsa $5,4 \cdot 10^6$ ǵa teń bolıp shıqtı. Dúnyadaǵı eń iri teleskop járdeminde 24 juldız úlkenligine shekem obyektlerdi (sonnan,

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

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

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 sozilǵan. 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 aymaqlıq 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 alıńǵan. Júdá galaktikalardan turatuǵın Álemniń kórinetuǵın bólegi *metagalaktika* dep ataladı.



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

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 alınğan 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 háreketleniwshı qural bolıp qalmastan, bálki álemdi izertlewdiń pútkilley jańa qurılısı da bolıp esaplanadı.

Kosmonavtikaniń barlıq tábiyiy pánler (astronomiya, fizika, biologiya hám matematika) menen baylanıslıǵı. 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 tıǵızlıǵı, 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.

Kosmonavtikaniń 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 biziń Álem obyektleri hám olardıń sistemaları haqqındaǵı bilimlerimizdi misli kórinbegen dárejede bayıttı.

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

Kosmonavtikada raketalardı keńislikke ushırıwda *ximiyalıq bilimlerde de súyeniledi*. Ásirese, kosmik texnika, raketa strukturası, onda qollanılatuǵın 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 mıtáj.

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 aparatlardı konstrukciyalaw, tayarlaw hám ushırıwdı ámelge asırıw processlerinde qollanıladı. Ulıwma aytqanda, kosmonavtikaǵa tiyisli hesh bir izertlewdi esap-kitapsız ámelge asırıwǵa bolmaydı.

Aqırǵı jılları kosmonavtika *onlaǵan biologiyalıq tájriybelerdi rejelestirdi* hám *ámelge asırdı*. Túrli kosmik sharayatlarda (vakuum, salmaqsızlıq, radiaciya hám basqalar) insan organizmindegi ózgerisler boyınsha júzlegen medicinalıq-biologik tájriybeler, olardıń kerı 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 sınavdı basladı. Buringı 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 baslıǵı etip S.P.Korolyov saylandı. GIRDtıń Moskva hám Leningrad grupparında 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 jamlıǵılı 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 kosmonavtikaniń 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, insanniń 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 Neptungá shekem (1989-j) barıp jetti.

Kosmonavtika insan xızmetinde. Insanniń 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 añladı. 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 xojalıǵı jer maydanların úyreniw hám geologiya-izlew isleri ushın maydanlardı belgilew, kosmonavtikaniń eń áhmiyetli wazıypalarınan biri bolıp esaplanadı. Házirgi waqıtta kosmonavtika planetamız bawırında kóbeyip baratırǵan hám qayta isletiwge bolmaytuǵın záhárli hám radioaktiv shıǵındılardı Jerden sırtqa qaray ılaqtırıp taslawdı da rejelestirgen. Sonday-aq, kosmonavtika jaqın on jıllar ishinde kosmosta iri energetik qurılımlardı 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 kosmonavtikaniń áhmiyetli iskerliginen bolıp esaplanadı.

Sonday-aq, házirde, 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 stanciyalardıń proektleri házirde dúnya alımları tárepinen dodalanbaqta.

Jer átirapı keńisliginde eń iri energetik qurılımlardı, sonnan «Quyash fabrikası»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. Kosmonavtikaniń basqa pánlar, sonnan, fizika, texnika hám astronomiya menen baylanısı tuwralı nelerdi bilesiz?
3. Kosmonavtikaniń dúziliwinde xızmet kórsetken alımlar hám olardıń iskerligi haqqında bilgenińizdi aytnı.
4. GDL hám GIRDLardıń shólkemlestiriwshileri iskerligi haqqında ayıp beriń.
5. Jerdiń birinshi jasalma joldası orbitaǵa qashan shıǵarılǵan?
6. Kosmonavtikaniń sivilizaciyamız rawajlanıwında tutqan ornı qanday?

31-TEMA. 64-§. Raketa háreketi nızamları. Raketanın tartısıw kúshı

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 janılıǵı ónimlerin («isshi dene» dep atalatuǵın massanı) bir tárepke shıǵarıw esabınan, háreket muǵdarınıń saqlanıw nızamı boyınsha, qarama-qarsı tárepke baǵdarlangan 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 baylanıshı boladı, yaǵnıy:

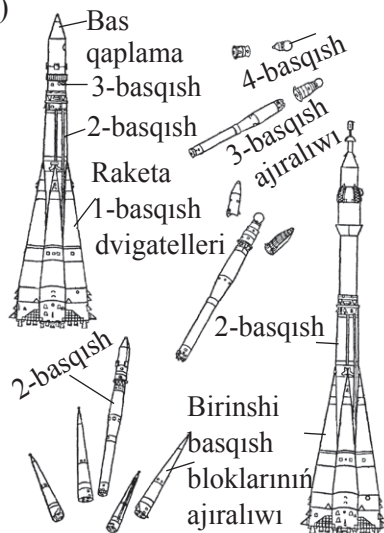
$$F = q \omega, \quad (1)$$

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 tezleniwı úlkenligi $g=9,8 \text{ m/s}^2$ ǵa kóbeytip hám bólsek, onda tartısıw kúshiniń tómendegi kórsetpesine erisemiz:

$$F = \omega q = \frac{\omega}{g} \cdot gq \quad \text{yaki} \quad F = I_{\text{sal}} gq, \quad (2)$$

bul jerde $I_{\text{sal}} = \frac{\omega}{g}$ – 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 jarıqlıǵınıń 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 ishshi dene tezligi ω ǵa proporcional boladı, sebebi, ω tezlik, I_{sal} implustan ózgermeytuǵın – $g=9,8 \text{ m/s}^2$ mánili koefficiyentke ǵana parqlanadı – $\omega = g \cdot I_{\text{sal}}$.

Endi raketanıń ayır'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} – tezleniwı qızıqtıradı. Mexanikanıń ekinshi nızamı boyınsha ol:

$$a_{\text{rak}} = \frac{F}{m}, \quad (3)$$

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

$$a_{p0} = \frac{F}{m_0}, \quad (4)$$

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

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

Erkin keńislikke jaylastırılǵan raketa dvigatelin iske túsirse, 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 erisiwın Siolovskiy anıqlaǵan usı formulası járdeminde anıqlawǵa boladı:

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

bul jerde ω – janılǵı óniminiń 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:

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

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

Soraw hám tapsırmalar:

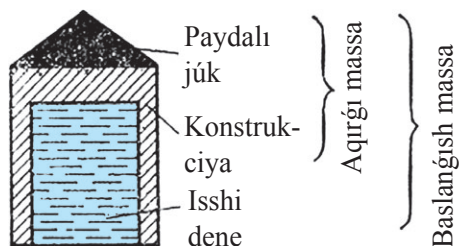
1. Raketanıń tartısıw kúshi nelerge baylanıslı?
2. Salıstırmalı implus degende ne túsiniledi?
3. Salıstırmalı implus raketanıń tartısıw kúshin xarakterlewshi qanday úlkenlik bolıp esaplanadı?
4. Siolkovskiy formulası járdeminde raketanıń háreketine tiyisli qanday xarakteristik úlkenlik tabıladı?
5. Raketanıń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

Siolkovskiy formulasınıń analizinen belgili bolǵanıday, raketanın baslanǵısh hám aqırǵı massalarınń qatnası onıń ushın eń tiykarǵı xarakterlewshi úlkenlerinen bolıp esaplanadı. Solay bolsa da, raketanın 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 shıǵıw tezligi ω menen birgelikte raketanın erise alatuǵın tezligi v 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 sistemasi hám de baylanıs hám navigaciya sistemaları kiredi. Paydalı m_p massasına iye ilimiy apparatura, radiotelemetrik sistemalar, kosmik apparatları orbitaǵa alıp shıǵıwshı bólekleri hám ekipaj, korpusı hám kemedede kosmik ómirdi támiyinlew sistemasi menen baylanıslı qurılmalar kiredi. Konstruksiya hám isshi deneniń birgeliktegi massasınıń, konstrukciya massasına qatnası s raketanın konstruktiv xarakteristikasını 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 konstruksiyasına maksimum isshi deneni jaylastırǵanda da, raketa tezligin asırıwdıń bir ǵana jolı qalıp, buǵan raketanın paydalı júgi m_p ni kemeytiriw esabınan ǵana erisiwge boladı. Paydalı júkten ulıwma



114-súwret. Raketanın strukturalıq sxeması.

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

$p = \frac{m_0}{m_p}$ kórsetpe *salıstırmalı baslangısh massa* delinip, oǵan 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 arasındaǵı tartısıw kúshi Nyuton tárepinen oylap tabılǵan pútkil álem tartısıw nızamına boysınadı. Onıń matematikalıq kórsetpesi:

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

bul jerde: F – materiallıq deneler arasındaǵı tartısıw kúshin m_1 hám m_2 – olardıń massaların r – olar arasındaǵı 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. KA tıń háreketi paytında oǵan 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 tıǵızlıǵı artadı. Bunday kúsh *aerodinamikalıq kúsh* dep ataladı.

3. Planetalarara boslıqqa ushıp atırǵan 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 háreketleniwiniń 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 hámмесiniki birdey ózgeredi. Sebebi, gravitacion tezleniw háreketlenip atırǵan deneniń massasına baylanıslı bolmaydı:

$$a_r = \frac{GM_{\oplus}}{r^2},$$

bul jerde: M_{\oplus} – KA detalların tartıp atırǵan deneniń massası (detallardiki emes!) r – KA oraylıq deneden uzaqlıǵı bolıp, KK detallarınıń barlıǵı 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 barlıǵınıń tezligi hám tezleniwini birdey boladı. Keme kabinası ishinde pol, potolok degen sózlerdiń mánisi joǵaladı. Keme ishinde denelerdiń óz ara háreketine Jerdiń tartısıw kúshi «aralasa almaydı».

Sırtqı basqa kúshlerdiń (sırtqı ortalıqtıń qarsılıq kúshi, tayanış 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 xarakteristikası 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 orınlanganda KA ishinde salmaqsızlıq júz beredi?

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 tezleniwı 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 orbitasınıń 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 ajralıp turıwshı qásiyeti haqqında toqtap ótken edik. Eger iqtıyarlı tartısıw maydanında háreketlenip atırǵan R radiuslı deneniń tartısıw maydanın beriwshi M denesinen jeterlishe úlken r aralıqta bolsa (yaǵnıy $r \gg R$), onda hár qanday tartısıw maydanı denegge TOM sıyaqlı tásir etiwın aytıp ótken edik. Energiyanıń saqlanıw nızamı boyınsha tartısıwdıń maydanında háreketlenip atırǵan m massalı deneniń oraylıq M massalı denesinen r aralıqtaǵı tezligi v_r , onıń baslanǵısh v° tezligi menen baslawın bildiriwshi tómendegi formula aspan mexanikasında energiya integralı dep atılǵan:

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

bul jerde $K = GM$, oraylıq maydanın bildiriwshi, deneniń gravitacion parametri delinip, Jer ushın $K_\oplus = 3,99 \cdot 10^5 \text{ km}^3/\text{s}^2$, Quyasht ushın $K_\odot = 1,33 \cdot 10^{11} \text{ km}^3/\text{s}^2$, Ay ushın bolsa $4,9 \cdot 10^3 \text{ km}^3/\text{s}^2$ ge teń boladı.

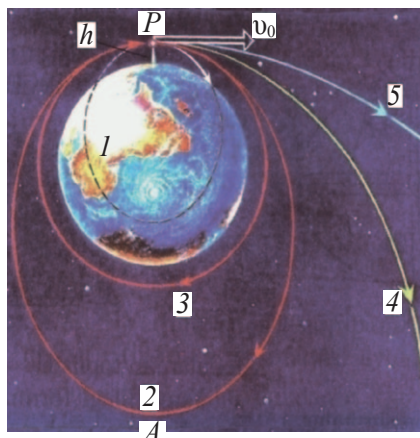
Ol tartıswdıń oraylıq maydanı ushın $r \approx R$ bolǵan jaǵday da orınlı boladı. Tómdende tartıswdıń oraylıq maydanında háreketlenip atırǵan deneniń háreket traektoriyaları menen tanısamız.

Kosmik apparattıń oraylıq maydanında (mısalımızda Jer maydanında) baqlanatuǵın háreket traektoriyaların tórt gruppaga ajıratıwǵa boladı:

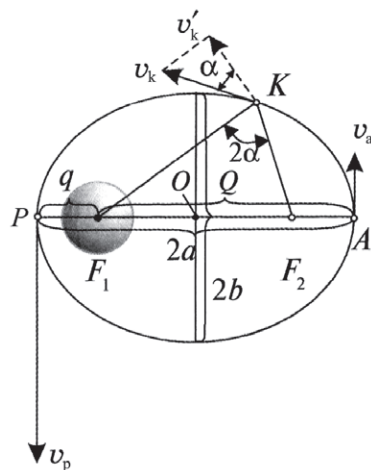
1. *Tıwrı sızıqlı háreket.* Eger belgili bálentlikte turǵan deneniń baslanǵısh tezligi nolge teń bolǵan jaǵdayda qoyıp jiberilse, ol oraylıq maydandı beriwshi dene orayına qaray tik túsedı. Deneniń baslanǵısh tezligi orayına yamasa oǵan qarama-qarsı tárepke radial baǵdarlanǵanda baslanǵısh úlken tezlik penen ılaqtırılса, onıń háreketi de tıwrı sızıq boylap baqlanadı. Basqa barlıq jaǵdaylarda deneniń tıwrı sızıq boylap háreketleniwı baqlanbaydı.

2. *Elliptik traektoriya boylap háreket.* Eger KA tıń baslanǵısh tezligi radial jónelisten ózgeshelenip, ol P noqattan gorizontaldırde ılaqtırılса onda onıń háreket traektoriyası oraylıq deneniń tartıswı sebepli, álbette, iyiledi. Bunda onıń jolı da barháma baslanǵısh tezlik vektorı hám Jer orayı arqalı ótiwshi tegislikte jatadı. Eger KA tıń baslanǵısh tezligi Jer ushın birinshi kosmik tezlikten úlken, ekinshisinen kishi bolsa, onıń traektoriyası ellipsti beredi (115-súwret). Bul ellips tartıswshı aspan denesiniń sırtın kesip ótpese, KA deneniń jasalma joldasına, aspan denesiniń orayı bolsa ellips fokuslarınń birine aylanadı.

Ellipstiń fokusları dep sonday noqatlarǵa aytıladı, bul noqatlar menen ellipstiń ıqtıyarlı noqatın tutastırıwshı liniyalar jıyındısı ózger-meıtuǵın



115-súwret. Tartıswdıń oraylıq maydanında deneniń elliptik traektoriya boylap háreketi.



116-súwret. Tartıswdıń oraylıq maydanında deneniń háreket traektoriyaları (mısal sıpatında Jer tartısw 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 uzaqlıǵın xarakterleydi hám a háribi menen belgilenedi. Bunda ellipstiń ıqtıyarlı K noqatında joldasınıń tezligi v onıń tartısıw orayınan uzaqlıǵı r_k hám ellipstiń úlken yarım oǵı a menen tómedegishe baylanǵan bolıp, ol energiya integralınıń usı jańa kórinisinde boladı:

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

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 arasındaqı tómen-degi qatnastan tabıladı:

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \quad \text{yaki} \quad T = \frac{2\pi}{\sqrt{K}} a^{\frac{3}{2}}. \quad (3)$$

Oraylıq deneniń eń kishi hám eń úlken aralıқтаǵı ellips noqatları (*115-súwrette* 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 (v_p) maksimum, apogeydegisi bolsa (v_a) minimum mánige iye boladı. Háreket muǵdarı momentiniń saqlanıw nızamınan bul tezlik óz ara tómedegishe baylanıladı:

$$m_0 \cdot v_p \cdot r_p = m_0 \cdot v_a \cdot r_a \quad \text{yoki} \quad v_p \cdot r_p = v_a \cdot r_a, \quad (4)$$

bul jerde r_p hám r_a – perigey hám apogey noqatlarınıń Jer orayınan uzaqlıqları.

Eger oraylıq dene (misal ushın Jer) sırtınan belgili h bálentlikte P noqattan (*115-súwretke* qarań) baslanǵısh gorizental tezlik penen kosmik apparat ushırılса, P noqat baslanǵısh tezliktiń úlkenligine baylanıslı 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:

$$v_{\text{ayl.}}^2 = \frac{K_{\oplus}}{r} \quad \text{yaki} \quad v_{\text{ayl.}} = \sqrt{\frac{K_{\oplus}}{r}} \quad (5)$$

boladı, bul jerde K_{\oplus} – Jerdiń gravitacion parametrleri ekenligin bilgen halda, onnan ıqtıyarlı r aralıқтаǵı aylanba orbitasına sáykes tezlikti ańsat tabıwǵa boladı. Bunda R_{\oplus} – Jerdiń radiusına teń bolsa, onda usı kórsetpe Jer ushın:

$$v_1 = \sqrt{\frac{K_{\oplus}}{R_{\oplus}}} \quad (6)$$

birinshi kosmik tezlikni 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 sıziq – parabola boylap háreketlenedi. Kosmik apparat tartısıw orayınan uzaqlasqan sayın tezligi kemeyip baradı. Ellips boylap hárekette tezlikni esaplaw formulası (1) nan sheksizlikte $\alpha \rightarrow \infty$ bolıwın itibarǵa alıp, dáslepki r_0 aralıqta parabolik orbitanı támiyinleytuǵın baslanǵısh tezlikniń úlkenligi v_0 di tabamız, onda:

$$v_0^2 = \frac{2K}{r_0} \quad \text{yaki} \quad v_0 = \sqrt{\frac{2K}{r_0}} \quad (7)$$

boyınsha esaplangan 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,

$$v_{II} = \sqrt{\frac{2K_{\oplus}}{R_{\oplus}}} \quad (8)$$

bolıp, ol *ekinshi kosmik tezlik* dep ataladı, ol Jer ushın onıń mánisi 11,186 km/s tı quraydı.

Birinshi hám ekinshi kosmik tezlikni salıstırıp:

$$v_{II} = v_{\text{erk}} = v_1 \cdot \sqrt{2} \quad \text{yaki} \quad v_{\text{erk}} = 1,414 v_1 \quad \text{bolıwın tabamız.}$$

Endi bul teńlikten paydalanıp, energiya integralın jazsaq, tartısıw maydanında oraylıq deneden r aralıqtaǵı tezligi

$$v_r^2 = v_0^2 - v_{\text{erk}}^2 \cdot \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) \quad (9)$$

shıǵadı. Bul jerden $r \rightarrow \infty$ bolsa: $v_r^2 = v_0^2 - v_{\text{erk}}^2$ boladı. Bunnan sheksizlikte $v = 0$ bolıwı kórinedi, sebebi, $v_0 = v_{\text{erk}}$, parabolik orbitaǵa shıǵıwı ushın $v_0 = v_{II}$ bolıwı gerek.

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 úziksiz kemeyip barsa da, biraq ol $r \rightarrow \infty$ bolǵanda (9) kórsetpeden tabılıwshı usı v_∞ tezlikten kem bola almaydı:

$$v_\infty^2 = v_0^2 - v_{\text{erk}}^2 \quad (10)$$

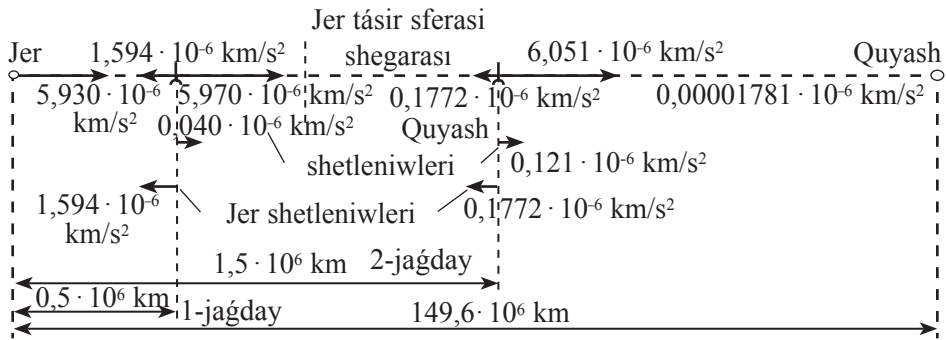
bul jerde v_∞ tezlikti qaldıq tezlik (bazı da tezliktiń giperbolik arttırılıwı) dep ataladı. Giperbolik traektoriya tartısıw orayınan uzaqta, *giperbolanıń asimptotaları* dep atalıwshı tuwrı sızıqlarınan derlik ajralıp turmaydı. Sonıń ushın da úlken uzaqlıqta giperbolik traektoriyasın tuwrı sızıqlı traektoriya 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 arasındaqı 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 Quyashтан berilip atırǵan shetleniwshilerdi esaplaw.

tásiri hám de basqa faktorlar, dene háreketin úyreniwde itibargá alınıwı kerek. Biraq, keplershe háreket sol dárejede ápiwayı hám sol dárejede jaqsı úyrenilgenligi ushın, onnan keshiwge bolmaydı. Sonıń ushın da kepler orbitası tayanış orbita sıpatında qabıl etilip, basqa halatlar beretuǵın shetlentiriwler esap-kitapta ayırıqsha itibargá 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 tutastırıwshi tuwrı sızıq boylap Jerden 500 000 km aralıqtaǵı kosmik apparat Quyashтан 149 100 000 km aralıqta bolıp, oǵan Jer beretuǵın tezleniw $1,594 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$, Quyashdiki bolsa – $5,970 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$ ti quraydı.

1. Eger bizdi KAtıń geosentrik háreketi qızıqtırса, shetlentiriwshi tezleniw Quyashтан KA hám Jer alatuǵın tezleniwlerdiń parqına teń bolıp $(5,970 \cdot 10^{-6} - 1,594 \cdot 10^{-6}) \text{ km/s}^2 = 0,040 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$ 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 $(1,594 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2)$ hám Quyashqa beretuǵın tezleniwi $(0,00001781 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2)$ leriniń parqı Quyashtıń KAqa beretuǵın tezleniwi $5,97 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$ ushın shetlentiriwshi tezlesiw bolıp, ol $1,594 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$, yaǵnıy oraylıq dene Quyashtıń KAqa beretuǵın tezlesiwiniń 26,7% ti quraydı. Demek, geliosentrik háreketke Jerdiń shetlentiriwshi tezle-

niwleriniń tásiiri júdá sezilerli ekenligi anıqlanadı. Solay bolsa da, 1-jáǵdayda KA Jer átirapında geosentrik hárekette dep aytıw tuwrı boladı eken, dep juwmaq shıǵarıwǵa boladı.

II jáǵday. Endi KAtı Jer-Quyash sızığı boyınsha Jerden 1500000 km, Quyashtan bolsa 148100000 km aralıqta turǵan jáǵday 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 $0,1772 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$ ti quraydı. KA tıń Quyash tásirinde alatuǵın tezleniwi $6,051 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$ qa teń boladı. Endi Jerdiń Quyashtan alatuǵın tezleniwi ($5,930 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$) boyınsha, Quyashtıń shetlentiriwshi tezlesiw ($6,051 \cdot 10^{-6} - 5,930 \cdot 10^{-6}$) $\text{km/s}^2 = 0,121 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$ ekenligi bolıp, ol KA tıń Jerden alatuǵın $0,1772 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$ tezlesiwiniń 68,3%in quraydı.

2. Endi KA Quyash átirapında *geliosentrik traektoriya* boylap aylanıp atr dep qarap, oǵan Jer beretuǵın shetlentiriwshi tezlesiw esaplasa, ol Jerdiń KAqa beretuǵın $0,1772 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$ tezlesiwinen Jerdiń Quyashqa beretuǵın tezlesiw ($0,00001781 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$) ayırmasına teń bolıp, ol shama menen $0,1772 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$ boladı. Onı Quyashtıń KAqa beretuǵın $6,051 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$ tezleniwi menen salıstırsa, Jerdiń KAqa beretuǵın shetlentiriwshi tezlesiw $0,1772 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$ bolıp, ol Quyashtıń KAtı geliosentrik traektoriya boylap háreketleniwshi tezlesiwiniń ($6,051 \cdot 10^{-6} \text{ km/s}^2$) 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 atr dew tuwrılaw bolıwın bildiredi (Jer beretuǵın shetlentiriwshi tezlesiw júdá kishi bolǵanı ushın).

Usı túrdegi traektoriyalardıń esap-kitabın keńisliktiń barlıq – Jer-Quyash tuwrı sızığında jatpaytuǵın noqatları ushın da (bunda tek ǵana KAqa Jer hám Quyash beretuǵın tezlesiwler vektorlarınıń ayırmasılıǵı alınadı) orınlasa, I jáǵdayda hár bir noqat KAtı Jer átirapında geosentrik traektoriya boylap háreketleniwiniń maqul ekenligin kórsetip, II jáǵdayda keńisliktiń barlıq basqa noqatlarında jatıp, KAtı geliosentrik traektoriya boylap, yaǵnıy orayı Quyash bolǵan noqat átirapında keplershe traektoriya boylap ayalnıp atr dep qaraw maqul ekenligin kórsetti. Bul noqatlardıń matematikalıq analizi kórsetilgen taraw shegarası Jer átirapında jatiwshi 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 qarağanda radiusı 66 000 km, Quyashtın galaktika orayına salıstırmalı anıqlanğan tásir sferasınıń radiusı bolsa 9×10^{12} km ≈ 1 j.j ge teń ekenligin kórsetedi.

Araları a bolğan m massalı deneniń qasında jaylasqan M massası denege salıstırğanda tásir sferasınıń radiusı (bunda $m \ll M$):

$$\rho = a \left(\frac{m}{M} \right)^{\frac{2}{5}}$$

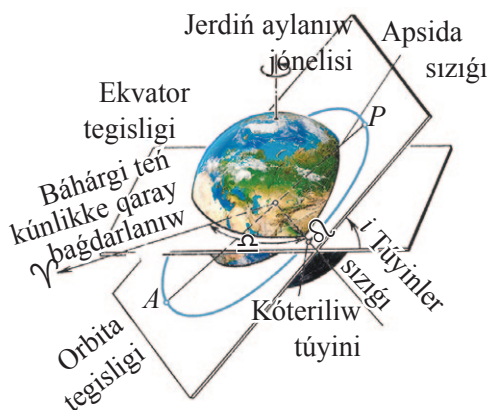
kórsetpeden tabıladı.

KA dene tásir sferasınıń shegarasın kesip ótip atırğanda, ol tartısıwdıń bir oraylıq maydanınan ekinshisine ótedi. KA tın hár bir tartısıw maydanındağı háreketi usı maydanlarğa salıstırmalı bólek-bólek keplershe orbitanı (konus kespelerinen birin) quraydı. Tásir sferasınıń shegarasındağı kosmik apparattıń háreket traektoriyası bolsa belgili qağıydalar boyınsha «jalğanadı». KA traektoriyaların esaplawdıń shamalaw metodınıń tiykarǵı mánisi sonda, ol bazıda *konus kesimler*in óz ara tutastırıw metodu dep te ataladı.

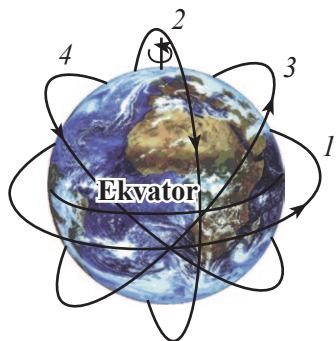
35-TEMA. 69-§. Jer jasalma joldaslarınń orbita elementleri

Jer átirapı keńisliginde háreketlenip atırğan jasalma joldastıń háreketi Jer átirapı ushıwları dep júritiledi. Aspan mexanikası kóz-qarasınan Jer átirapı keńisligi degende, Jer tásiri menen shegaralanğan taraw túsiniлип, onda deneniń háreketin tek ǵana Jerdiń tartısıw maydanında baqlanıp atır dep qarawǵa boladı. *118-súwrette* Jer keńisliginde aylanıp atırğan Jer jasalma joldasınıń orbitası súwretlengen bolıp, ol jerdegi P hám A noqatları, joldastıń perigey hám apogey noqatlarına tuwra keledi.

Súwretten kórinip turǵanıday, Jer jasalma joldasınıń orbita tegisligi Jer ekvatori tegisligi menen *túyinler sızığı* dep atalıwshı tuwrı sızıq boyınsha kesidedi.



118-súwret. Jasalma joldastıń orbita elementleri.



119-súwret. Ekvatorial (1), polyuslı (2), tuwrı (3) hám qarama-qarsı (4) joldaslar.

Bunda kóteriliw túyini jasalma joldas-tún Jer ekvatorı batıs yarım sharınan arqa yarım sharına shekem kesip ótiw noqatı bolıp, batıw túyinde bolsa kerisinshe boladı. Bunnan kórinip turǵanınday, JJtún orbita tegisligi, geografikalıq keńligi, onıń tegisliginiń Jer ekvatorına aǵıw-shańlıǵınan (yaǵnıy I múyeshinen) úlken bolmaǵan Jer sharı territorıyaları ústinen ushıp ótedi. JJtún bálentligi jeterli dárejede úlken bolǵanda $\varphi > i$ rayonlardan da joldastı kóriwge boladı.

JJ lardıń tómenдеgi orbita elementleri bar:

1) i – JJ orbitanıń Jer ekvatorı tegisligine aǵıwshańlıǵı $i=90^\circ$ bolǵanda *ol polyuslı joldas* (119-súwret, 2-orbita) dep, $i=0^\circ$ bolǵanda *ekvatorial joldas* (119-súwret, 1-orbita) dep ataladı. JJtún 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. ($i > 90^\circ$ – joldaslar Jerdiń aylanıw jónelisine qarama-qarsı háreketlenedi); 2) h_a – JJ apogeyiniń bálentligi; 3) h_p – onıń perigeyiniń bálentligi; 4) T – JJ tın aylanıw dáwiri; 5) a – JJ orbitasınıń úlken yarım oǵı; 6) e – JJ orbitasınıń eksentrisiteti; 7) Ω – kóteriliw túyiniń Jer ekvatorı tegisligindegi báhargi 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:

$$F_{\text{qarsı}} = cS \frac{\rho v_{\text{o.q.}}}{2},$$

bul jerde c – atmosferasınıń joqarı qatlamları ushın úlkenligi 2–2,5 bolǵan ólshemsiz qarsılıq koefficiyentini; S – joldastıń háreket joldasına tik bolǵan maksimal kesim betini; ρ – atmosfera tıǵızlıǵın, $v_{\text{o.q.}}$ bolsa, joldastıń sırtqı ortalıqqa qaray tezligin belgileydi.

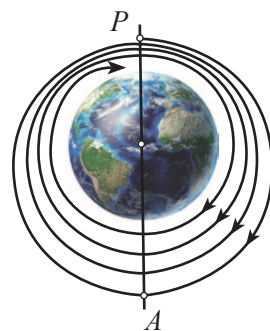
Atmosfera qarşılıǵı tásirinde payda bolǵan shetlentiriwshi tezlesiw joldastıń massasına qarama-qarşı proporcional bolıp, onıń kesesine kesim júzine tuwra proporcional bolıp esaplanadı. Sol sebepli ishi derlik bos bolǵan joldasqa atmosfera qarşılıǵınıń tási júdá kúshli boladı. Tap usı faktor tómeni orbitaǵa shıǵarılǵan tasıwshı raketanıń joldastan ajratılǵan hám janılǵıdan bosaǵan aqırǵı basqıshı atmosfera qarşılıǵın, ilimiy apparaturalar tıǵız jaylastırılǵan konteynerge salıstırmalı kúshli «sezilip», tezden arqada qalıwdı támiyinleydi.

Qarşılıq kúshi sebepli joldas háreketine tásir etiwshi shetlentiriwshi tezlesiwlerdiń úlkenligi 200 km bálentlikte $2,2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}^2$ di, 400 km bálentlikte $3,1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}^2$ di, 800 km bálentlikte bolsa barı-joǵı $2,6 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}^2$ 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 saati 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, u quwatlı teoriyalıq hám ámeliy juwmaqlarǵa alıp keledi.

Jasalma joldas orbitasın belgili maqsetti gózlep hár qanday ózgeriw (tezletiw, tormozlaw, burıw) *orbital manyovrlar* dep ataladı. Kosmonavtikada kópshilik jaǵdaylarda joldas orbitasın kóp impluslı usınday manyovorlar járdeminde ózgeriwge tuwra keledi. Keyingi paragraflarda usınday halatlardan ayırımları menen tanısamız.



120-súwret. Jer orbitasına jasalma joldastıń túsiwi: túsiw orbitalarınıń kórinisi.

Soraw hám tapsırmalar:

1. JJ tıń qanday orbita elementlerin bilesiz?
2. Tuwrı hám qarama-qarşı joldaslar dep qanday JJlarǵa ayıladı? Polyuslı hám ekvatorial joldaslar degenimiz ne?
3. Jer atmosferasınıń JJ háreketine qarşılıǵı qalay tabıladı?
4. Geostacionar joldaslar dep qanday JJlarǵa ayıladı?

1-metod. Zárúr bolǵanda (JJ) jasalma joldas orbita tegisligin belgili múyeshke ózgeritiw úlken energiya sarıplanıwı menen ámelge asırıladı. Máselen, aylanba orbitada v tezlik penen háreketlenip atırǵan JJ tezliginiń mánisin ózgeritpegen halda, onıń orbitasın a múyeshke burıw talap etilsin. Onda bunıń ushın kerekli bolǵan Δv tezlik implusınıń úlkenligi, *121-súwrettegi* tezlikler (v_0 – dáslepki, $v_{n.t.}$ – orbita tegisligi α múyeshke burılatuǵın keyingi nátiyjeli Δv – talap etiletuǵın manyovr tezligin xarakterleydi) vektorlarının qosılıwınan quralǵan teń qaptalı úshmúyeshligi boyınsha, usı tómendegi formuladan tabıladi:

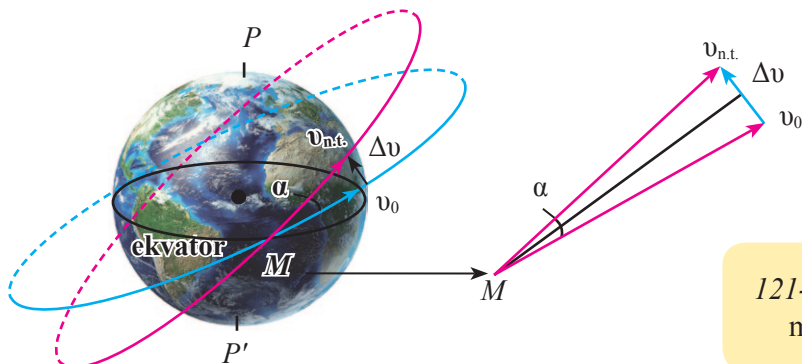
$$\frac{\Delta v}{2} = v_0 \sin \frac{\alpha}{2}, \text{ bunda } \Delta v = 2 v_0 \sin \frac{\alpha}{2}. \quad (1)$$

Eger joldas orbitası tegisligin M noqatta 90° lı múyeshke burıw talap etilse, onda $\Delta v_0 = 2v_0 \sin 45^\circ$ lıǵınan

$$\Delta v = \sqrt{2} \cdot v_0 \text{ boladı.} \quad (2)$$

Bul kórsetpeden joldas orbitasın 90° ǵa ózgeritiw ushın zárúr bolǵan tezlikniń 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 janılıǵınıń úlken únemlewi menen júz beredi. Gáp



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 (Δv) hám (1) formulası boyınsha nolge umtıladı. Onda joldas orbitasınıń tegisligin sheksizlikte a múyeshke burıw ushın zárúr bolǵan tezliklerdiń tolıq implusı $\Delta v'$, tezliklerdiń tómendegi qurawshılardıń jıyındısınan ibarat boladı:

$$\Delta v' = (\sqrt{2}v_0 - v_0) + \Delta v + (\sqrt{2}v_0 - v_0), \quad (3)$$

bul jerde birinshi qawsırma – joldastı parabolik orbitaǵa ótkiziw ushın zárúr bolǵan tezlik implusın, ekinshisi Δv – sheksizlikte tezlikti α múyeshke burıw ushın zárúr bolǵan tezlik implusın (ol jerde $v_0 \approx 0$ bolǵanı ushın, Δv da nolge umtıladı) hám úshinshi qawsırma – joldas sheksizlikten qayıp kelgennen soń onıń parabolik tezligin baslanǵısh v_0 tezlikke kemeytiw ushın zárúr bolǵan implustı xarakterleydi.

Sózsiz, joldas orbitasın kishi múyeshke burıw ushın talap etiletuǵın tezliktiń mánisi (1) boyınsha, $2v_0 \sin \frac{\alpha}{2}$ 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 abzallıǵın anıqlawǵa imkan beredi. Buniń ushın (2) hám (3) kórsetpelerdi teńlestirip, ańsat ǵana shegaralıq a múyeshiniń mánisin tabıwǵa boladı:

$$(\sqrt{2}v_0 - v_0) + \Delta v + (\sqrt{2}v_0 - v_0) = 2v_0 \sin \frac{\alpha}{2}. \quad (4)$$

Teńlemedegi Δv sheksizlikte nolge umtılganı ushın

$$2v_0(\sqrt{2} - 1) = 2v_0 \sin \frac{\alpha}{2} \text{ bo'ladi,} \quad (5)$$

bul jerden $\alpha = 48^\circ 54'$ (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 $48^\circ 54'$ den kishi múyeshke burıw talap etilse, onı usı jerdiń ózinde (yaǵnıy (2) formula járdeminde) burıw energetikalıq tárepten únemli bolatuǵını belgili boladı.

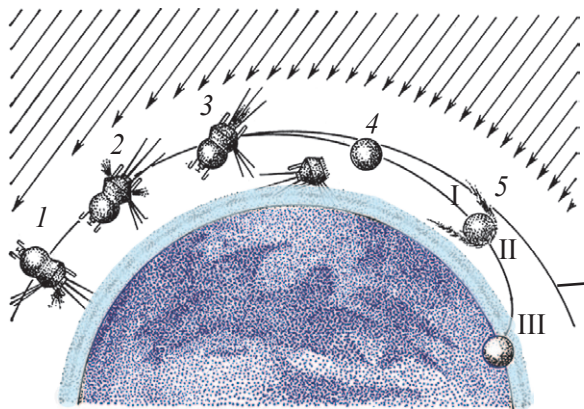
72-§. Jasalma joldastı orbitadan túsiriw

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* – *traektoriyaniń páseyiw uchastkasında*, joldastıń orbitadan shıǵıwı júdá kishi múyesh astında ámelge asırılıp, bul jerden atmosferaniń qalın qatlamına kirgenge shekemgi bólegin óz ishine aladı. Atmosfera qalın qatlamınıń joqarı bólegi sıpatında, shártli túrde, Jer sırtınan shama menen 100 kilometr uzaqlıqtaǵı sırtı alınadı.

Túsiw uchastkasınıń ekinshisi – Jerdiń qalın atmosferasınan ótiw bólegi usı 100 kilometrli bálentlikten baslanıp, bunda kosmik apparat hám onıń ekipajı awırılıq kúshinen birneshe esege zıyat qıyınshılıqtı sezedi. Sonday-aq, usı uchastkada KA tıń atmosfera menen uıwqalanıwı sebepli keme korpusınıń keskin qızıwı júz beredi. Bunday jaǵday qondırılıwshı keme korpusı hám ekipaj aǵzalarınń ómiri ushın úlken qáwip tuwdıradı.

Túsiwdiń úshinshi uchastkasında kosmik apparattıń traektoriyası Jer orayına qaray keskin burıladı hám aqır-ayaǵında qarsılıq kúshi, háreket jónelisi boyınsha awırılıq kúshiniń proyeksiyasına teńlesip, qondırılıwshı apparattıń Jerge qaray erkin túsiwin támiyinleydi. Ádette, túsiw qolaylı hám únemli bolıwı (eń kem tezlik implusın talap etiwı) ushın sharayat – KA tı orbitaniń shıǵıw noqatınan atmosferaniń qalın bólegine kiriwge shekem bolǵan 180° lı sheńber shegarasında ámelge asırıladı. Bunda KA atmosferaniń qalın qatlamına kiriwı shama menen 5°



122-súwret. JItı orbitadan túsiriw processı: 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 baǵdarlangan 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 kóteriwshe kúshi de qatnasıp, onıń járdeminde júkleme keskin kemeytiriledi hám sońınan kemeni Jerge aerodinamikalıq sapalı qondırırǵa erisiledi. Eger kemeni qondırırwda aerodinamikalıq kúsh tek ǵana qarsılıq kúshinen ibarat bolsa, bul kemeni jerge túsiriwdiń *ballistikalıq metodi* dep ataladı. Bunda ekipaj ushın júkleme keskin úlken bolǵanı ushın keme qabıǵı keskin qızadı hám ekipaj ómiri ushın qáweterli qáwip tuwdıradı.

Kemeni *qondırırwda 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:

$$F_{\text{qarsı}} = c_x \cdot S \frac{\rho v_{o,q}^2}{2}, \quad F_{\text{kóter}} = c_y \cdot S \frac{\rho v_{o,q}^2}{2},$$

bul jerde: c_x hám c_y lar, qarsılıq hám kóteriw kúshleriniń koefficiyentlerin; S – joldastıń maksimal kesesiniń kesim betin; $v_{o,q}$ – joldastıń sırtqı ortalıqqa salıstırmalı tezligin bildiredi. Onda túsiwdiń aerodinamikalıq sapasın xarakterlewshi koefficient k usı formuladan tabıladı:

$$k = F_{\text{kóter}} / F_{\text{qarsı}} = c_y / c_x.$$

Eger $c_y=0$ bolsa, kemeniń túsiwi *aerodinamikalıq sapsız* 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 janılgılı raketa dvigateli avtomatik túrde iske túsip, kemeni jer menen barı-joǵı 3–4 m/s tezlik penen ǵana soqlıǵıswın, yaǵnıy áste qondırılıwın támiyinleydi.

$$v_1 = \sqrt{\frac{K_{\oplus}}{R_{\oplus} + h}} = 7,789 \text{ km/s} \approx 7,79 \text{ km/s}.$$

Aydın orbital tezligi $v_{\zeta} = 1,018 \text{ km/s}$ bolıp, Ay orbitasınıń ortasha r radiusı 384400 km dep, ótiw traektoriytası bolğan yarım elliptik orbitanıń úlken yarım oğın esaplasaq ol:

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

Ol jaǵdayda KA ge ótiw – gomon traektoriyasınıń peregeyindegı beriliwi kerek bolğan tezlik, energiya integralı boyınsha qanday úlkenlikte bolatuǵının tabamız:

$$v_p = \sqrt{K_{\oplus} \left(\frac{2}{R_{\oplus} + h} - \frac{1}{a} \right)}; v_p = 10,923 \text{ km/s bolatuǵını anıqlandı.}$$

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 $\Delta v = (10,9 - 7,789) \text{ km/s} = 3,134 \text{ km/s}$ qosımsha tezlik beriw kerekligi kórinedi.

Gomon traektoriyasınıń apogeyindegı tezlik usı formuladan tabılsa, ol:

$$v_A = \sqrt{K_{\oplus} \left(\frac{2}{r_{\text{apog}}} - \frac{1}{a} \right)}; v_A = 0,187 \text{ km/s tezlikke teń boladı.}$$

Bunnan kórinip turǵanıday, KA Ay orbitasınıń geybir noqatına Ay menen bir waqıtta jetip barǵanda, onıń Ayǵa salıstırǵanda tezligi (Ay tásir sferasına kiriw tezligi):

$$\Delta v = v_{\zeta} - v_A = (1,018 - 0,187) \text{ km/s} = 0,831 \text{ km/s} \text{ ǵa teń boladı.}$$

Aydın tásir sferasına ($r = 66000 \text{ km}$) kirgen JJ tıń bul tezligi (831 m/s), Aydan

bunday aralıqta $v = \sqrt{\frac{2K_{\zeta}}{R_{\zeta} + 66000}}$ formula járdeminde tabılğan 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 zárurligi 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 gomom-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 gravitacialsıq 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 átirapında háreketleniwshi barlıq iri planetalardıń elliptik orbitaları aylanǵa júdá jaqın. Sonıń menen birge olardıń orbita tegislikleri de Jer orbita tegisligi (Yaǵnıy elliptik tegisligi) menen júdá kishi múyeshti dúzedi hám sol sebepli túsingimiz haqıyqatqa jaqın bolıp, esaplawlarda úlken qáte bolmaydı.

Eger planetalardıń Quyashtan ortasha uzaqlıqları kilometrlerde, olardıń tezlikleri bolsa km/s larda berilse, Quyashtıń gravitacion parametri $K_{\oplus} = GM_{\oplus} = 1,327 \cdot 10^{11} \text{ km}^3/\text{s}^2$ ge, eger de planetalardıń Quyashtan ortasha uzaqlıqları astronomikalıq birliklerde (a.b.) berilse, onda Quyashtıń gravitacion parametrik $K_{\oplus} = 887,153(\text{km}^2 \cdot \text{a.b.})/\text{s}^2$ ge teń boladı.

Planetalarğa 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, ushinshisinde tek ǵana gózlengen planetanıń tásirinde háreketlenedi dep (qaptalı hár bir uchastkada procesti 2-dene máselesi sıpatında) qarawǵa imkan beredi. Eger planetanıń radius-vektori r hám orbitası úlken yarım oǵınıń mánilerin usı energiya integralı kórsetpesine qoysaq:

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

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 ellipstıń ıqtıyarlı r radius-vektorlı noqatında KAtıń geliosentrik tezligi usı kórsetpeden tabıladı:

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

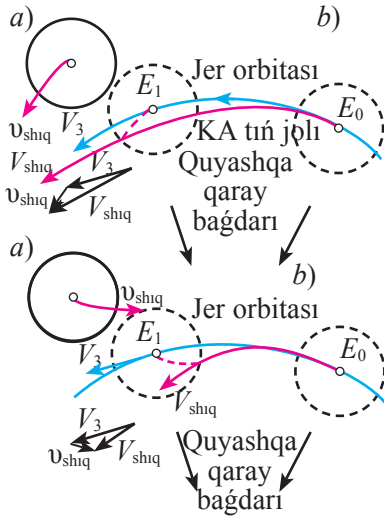
bul jerde r hám a lar astronomikalıq birliklerde kórsetilgen.

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 – $v_{shıq}$, geliosentrik tezligi bolsa – $V_{shıq}$ belgilengen.

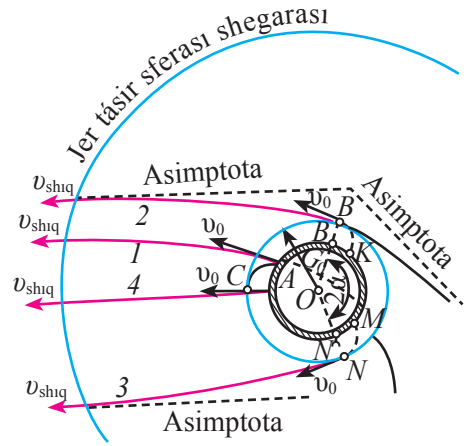
Bul tezliklerdiń Jerdiń orbital (geliosentrik) tezligi menen baylanıshıǵı

$$\vec{V}_{shıq} = \vec{V}_{\oplus} + \vec{v}_{shıq} \quad (3)$$

sızılmadaǵı tezlikler úshmúyeshliginen kórinip túripti. Bunda KA Jer tásir sferasınıń aldınǵı tárepinen shıǵıp Jerden aldınlap ketedi (joqarıdaǵı *124- súwret, a*).



124-súwret. KA t'n Jer tásir sferasındaǵı 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 sızılımda KA sırtqı planetanı gózlep, jolǵa shıqqan túrinde, tómendegi sızılımda ol ishki planetalardan birin (Merkuriy, Venera) gózlep jolǵa shıqqan boladı. Bul jaǵdaylarda da KA erisken tezlikler úshmúyeshliginen kórinip turıptı:

$$\vec{V}_{shiq} = \vec{V}_{\oplus} - \vec{v}_{shiq} \quad (4)$$

Kosmik apparat Jerden uzaqlasqan sayın onıń tezligi kemeyip barıp, Jer tásir sferasınıń shegarasına jetkende, baslangısh tezlikke (v_0) qaraǵanda onıń tezligi v_{shiq} tómendegishe tabıladı (energiya integralı formulasınan):

$$v_{shiq}^2 = v_0^2 - \frac{2K_{\oplus}}{r_0} \left(1 - \frac{r_0}{r_{Yts}} \right) \quad (5)$$

yaki

$$v_{\text{shiq}}^2 = v_0^2 - v_{\text{par}}^2 \left(1 - \frac{r_0}{r_{\text{Yts}}} \right), \quad (5')$$

bul jerde: $r_0 = R_{\otimes}$ Jerdiń radiusı. r_{Yts} – Jerdiń tásir sferasınıń radiusı.

$r_{\text{Yts}} \gg R_{\otimes}$ bolǵanı ushın joqarıdaǵı kórsetpeni tómendegishe jazıwǵa boladı:

$$v_{\text{shiq}}^2 = v_0^2 - v_{\text{par}}^2 \quad \text{yaki} \quad v_{\text{shiq}}^2 = v_0^2 - \frac{2K_{\otimes}}{R_{\otimes}}. \quad (6)$$

Bul formuladan Jer tásir sferası ishinde $v_0 > v_{\text{par}}$ liginen (sebebi $v_0 > v_{\text{par}}$ bolmasa raketa Jerdi taslap kete almaydı) tásir sferasınıń ishinde KAtıń traektoriyasını 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.

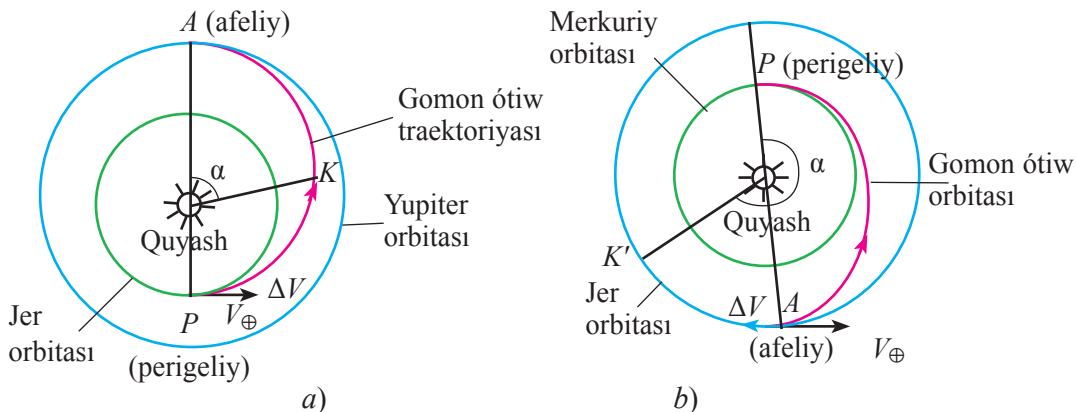
Planetalarǵa ushıwda bunday belgili jónelistegi hám anıq tezliktegi giperbolik traektoriyalar sheksiz kóp bolıwı keltirilgen sızılmadan ańsat ǵana belgili boladı (*125-súwret*). Bulardan basqa, sızılmadan planetalarǵa ushıwda bir tuwrı sızılıq traektoriya da bar ekenligi kórsetilgen, qalǵanları Jerge 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 ajralıp 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 sızılıq boylap ótedi?

39-TEMA. 75-§. Gomon orbitaları boylap ushıwlar

Planetalardıń orbitaların aylana, olardıń orbita tegisligi bolsa, ekliptika tegisligi menen ústi-ústine túsedı dep oylayıq. Planetalar aralıq avtomatikalıq stanciyanı Jerden gózlingen 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 KA_ı 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 KA_ı shıǵıw geliosentrik tezligi – $V_{shıq} > V_{\oplus}$ bolsa, ol sırtqı planetalardan birin nishanǵa aladı. Eger de Jer orbitasınıń P noqatında berilgen qosımsha tezlik implusı Jerdiń tezligine qarama-qarsı baǵdarlangan bolsa, onda KA ishki planetalardan birin nishanǵa alıp, onıń geliosentrik tezligi Jerdikinen kishi boladı. KA_ı Jer tásir sferasınan shıǵıw waqtındaǵı, belgili sırtqı planetaǵa ushıw ushın zárur bolǵan $v_{shıq}$ tezliginiń Jer sırtınan baslanǵısh v_0 tezlik penen baylanısıwi $R_{\oplus} \ll r_{t.s.}$ bolǵanı ushın v_0 diń usı

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

kórsetpeden tabılatuǵın mánisi KAqqa 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 v_{shiq} hám V_{shiq} birdey baǵdarlanǵan bolıp, olar óz ara tómendegi qatnaslarda boladı:

$$\text{sırtqı planetalar ushın} \quad v_{shiq} = V_{shiq} - V_{\oplus}; \quad (2)$$

$$\text{ishki planetalar ushın} \quad v_{shiq} = V_{\oplus} - V_{shiq} \quad (3)$$

yaki ulıwma vektor kórinisinde

$$\vec{v}_{shiq} = \vec{V}_{shiq} - \vec{V}_{\oplus} \quad (4)$$

boladı, bul teńlemedegi V_{shiq} tezliktiń mánisin energiya integralı boyınsha:

$$V_{shiq} = \sqrt{K_{\odot} \left(\frac{2}{R_{\oplus orb}} - \frac{1}{a} \right)} \quad (5)$$

kórsetpe arqalı esaplaw múmkin bolıp, bul jerde K_{\odot} – Quyashtıń gravitacion parametrin; a bolsa gomon orbitasınıń (yarım elliptik orbitanıń) úlken yarım oǵın bildirip, usı

$$a = \frac{R_{\oplus orb} + R_{pl. orb}}{2} \quad (6)$$

formuladan tabıladı.

nıń mánisin (5) ke qoyıp, V_{shiq} qa Salıstırmalı usı teńlikke erisemiz:

$$V_{shiq} = \sqrt{\frac{2K_{\odot}}{R_{\oplus orb}}} \cdot \sqrt{\frac{R_{pl. orb}}{R_{\oplus orb} (R_{\oplus orb} + R_{pl. orb})}}, \quad (7)$$

bul jerde

$$\sqrt{2K_{\odot} / R_{\oplus orb}} = \sqrt{2}V_{\oplus} = 42,122 \text{ km/s ge teń bolǵanı ushın} \quad (8)$$

planetalar orbitalarınıń radiusların astronomik birliklerde bersek, V_{shiq} :

$$V_{shiq} = 42,122 \sqrt{\frac{R_{pl. orb}}{1 + R_{pl. orb}}} \quad (9)$$

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:

$$t_{\text{gom}} = \frac{T}{2} = \frac{\pi}{\sqrt{K_{\odot}}} \sqrt{\left(\frac{R_{\oplus\text{orb}} + R_{\text{pl.orb}}}{2}\right)^3} \text{ ға teń boladı.} \quad (10)$$

Aralıqtı a, b larda, waqıttı juldız jılında bersek, onda Jerdiń Quayash átirapında bir tolıq aylanıw dáwiri ushın

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{K_{\odot}}} \sqrt{a^3} \quad (11)$$

kórsetpeden paydalansaq, onda:

$$1 = \frac{2\pi}{\sqrt{K_{\odot}}} \cdot \sqrt{I^3} \text{ yoki } \sqrt{K_{\odot}} = 2\pi \quad (12)$$

ekenligin anıqlaymız. Soǵan baylanıslı gomon orbitası boyınsha belgili planetalarǵa ushıw waqtı usı

$$t_{\text{gom}} = \frac{\sqrt{2}}{8} \sqrt{(1 + R_{\text{pl.orb}})^3} = 0,177 \sqrt{(1 + R_{\text{pl.orb}})^3} \quad (13)$$

kórsetpeden anıqlanıp, ol juldız jılında shıǵadı. Bunda $R_{\text{pl. orb}}$ dı a.b. te berip, juldız jılın Quayash sutkalarında bersek (1 j.j. = 365,256236 ortasha Quayash sutkası) ushıw waqtı:

$$t_{\text{gom}} = 64,569 \sqrt{(1 + R_{\text{pl.orb}})^3} \text{ sutkaǵa teń boladı.} \quad (14)$$

Gomon orbitaları ushın P dan A noqatına shekem múyesh uzaqlıǵı 180° qa teń bolǵanı ushın raketanıń startı paytında Quyashtan Jer hám gózlengen planetaǵa tartılǵan sızıqlar arasındǵı múyesh *konfiguraciya múyeshi* ψ dep atalıp, ol:

$$\psi = 180^\circ - \alpha \text{ dan tabıladı.} \quad (15)$$

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 $a = \omega \cdot t_{\text{gom}}$. Bunda tabılǵan sırtqı planeta sheńberi *126-a súwrettegi* \overline{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 konfiguraciyaǵı jaǵdayınan (yaǵnıy start waqtınan) t_0 ol Jerdi «quwıp» kelip, Jer-Quyash sızıǵında (yaǵnıy tómeni qosılıwda) bóliw

momentine shekem yaki Jer sırtqı planetanı «quwıp», Quyash-planeta sızığında bolıw (yaǵnıy qarama-qarsı turıw) momentine shekem ketken τ waqıt tómendegi kórsetpeden tabıladı:

$$\tau = \frac{\Psi}{\omega_{\oplus} - \omega_{pl}}, \quad (16)$$

bul jerde ω_{\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:

$$P_{sin} = P_{pl} \cdot P_{\oplus} / |P_{pl} - P_{\oplus}|. \quad (17)$$

40-TEMA. **76-§. Kosmik apparatnıń gózlengen planeta tásiiri 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 v_{kir} , geliosentrik kiriw tezligi V_{kir} hám gózlengen planetanıń orbital tezligi V_{pl} arasında tómendegishe baslanǵısh bolıwın túsiniw qıyın emes. Bunda sırtqı planetalar ushın

$$v_{kir} = V_{pl} - V_{kir}, \quad (1)$$

Ishki planetalar ushın bolsa (bunda v_{kir} , V_{kir} va V_{pl} tezlikler óz ara parallel)

$$v_{\text{kir}} = V_{\text{kir}} - V_{\text{pl}} \quad (2)$$

boladı. Ulıwmalastırıp alganda bul úlkenlikler ushın tómendegi vektorial baylanıs orınlı boladı:

$$\vec{v}_{\text{kir}} = \vec{V}_{\text{kir}} - \vec{V}_{\text{pl}}. \quad (3)$$

Planetosentrik kiriw tezligi v_{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 yaqı kishiligi boyınsha, KAtıń tásir sferası ishinde planetaǵa qaraǵanda traektoriyası anıqlanadı qatnaslı aralıq tómendegi formuladan:

$$r_{\text{ef}}^2 = R_{\text{pl}} \left(\frac{2K_{\text{pl}}}{v_{\text{kir}}^2} + R_{\text{pl}} \right) \quad (4)$$

tabılatuǵın effektiv radiustan kishi bolsa, KA álbette planeta sırtına barıp urladı. 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

$$v = K_{\text{pl}} / R_{\text{pl}} + h \quad (5)$$

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 yaqı kishi me?

Astronomiyahq 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 ^h 56 ^m 4 ^s ,091 ortasha Quyash waqtı
Ortasha quyash sutkasınıń uzınlıǵı	24 ^h 03 ^m 56 ^s ,555 juldız waqtı
Jıldıń uzınlıǵı (ortasha waqt penen)	Tropik jıl 365 ^d ,2422 = 365 ^d 5 ^h 48 ^m 46 ^s
	Julduz jılı 365 ^d ,2564 = 365 ^d 6 ^h 9 ^m 10 ^s
Aydıń uzınlıǵı (ortasha waqt penen)	Sinodik ay 29 ^d ,5306 = 29 ^d 12 ^h 44 ^m 3 ^s
	Julduz ayı 27 ^d ,3217 = 27 ^d 7 ^h 43 ^m 12 ^s
	Aydarha ayı 7 ^d ,2122 = 27 ^d 5 ^h 5 ^m 36 ^s

Quyash haqqında maǵlıwmatlar

Quyash parallaksı	8,794"
Jerden Quyashqa shekem bolǵan ortasha aralıq	149 600 000 km
Diametri	$D_{\odot} = 109,12 D_{\oplus} = 1391016$ km
Beti	$S_{\odot} = 11930 S_{\oplus} = 608,7 \cdot 10^{10}$ km ²
Kólemi	$V_{\odot} = 1303800 V_{\oplus} = 1,412 \cdot 10^{33}$ cm ³ = = 1,4 · 10 ¹⁸ km ³
Massası	$M_{\odot} = 332958 M_{\oplus} = 1,99 \cdot 10^{30}$ 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	$v_{\text{par}} = 617,7$ km/s
Quyash ekvatorındaǵı noqattıń sinodik aylanıw tezligi	$T_{\text{sin}} = 27^{\text{d}},275$
Quyash ekvatorınıń ekliptikaǵa aǵıwshańlıǵı	7° 15' 00"
Quyash turaqlılıǵınıń ortasha mánisi	$W = 1,388 \cdot 10^6$ erg/s cm ²
Waqt birliǵi ishinde ajralatuǵın ulıwma nurlanıw energiyası	3,88 · 10 ³³ erg/s
Quyash háreketiniń apeksi	$\alpha = 18^{\text{h}}00^{\text{m}}$, $\delta = +30^{\circ}$

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 sıızıqlı tezligi	465,119 m/s
φ geografik keńlikke iye bolǵan Jer sırtındaǵı noqatınıń sıızıqlı tezligi	$465,119 \cos \varphi$ 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 hádiyesi sebepli) dáwiri	25725 jıl
Arqa geomagnet polyustıń koordinataları	$\varphi = 78^\circ,6; \lambda = 70^\circ,1$
Geomagnet polyuslarda kúshleniwdiń úlkenligi	0,63E

Ay haqqında maǵlıwmatlar

Aydıń ortasha sutkalıq gorizonttal 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 ρ_{\oplus}

Ay sirtında 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°31' den 6°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 dáwiri	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 uzaqlıǵı (mln. km)	Massası		Óz oǵı átirapında aylanıw dáwiri	planeta sirtındaǵı 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 TIYKARLARI

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 geografıyalıq keńligi arasındaǵı baylanıs	15
10-§. Túrli geografıyalıq keńliklerde aspan sferasınıń sutkalıq kórinetuǵın aylanıwları.....	16
11-§. Jaqtırtqıshlardıń kulminaciyası hám kulminaciya bálentlikleri	19
12-§. Astronomiyalıq baqlawlar tiykarında jerdiń geografıyalıq 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 SISTEMASINIŃ 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-gorizonttal parallaks. Quyash sisteması denelerine shekem bolǵan aralıqlardı anıqlaw.....	38
23-§. Quyash sisteması deneleriniń radiusların anıqlaw **	39

9-TEMA. 24-§. Astronomiyada uzunluq ölçü birlikləri.....	41
25-§. Kepler qanunları.....	41
26-§. Aspan denələrinin kütlələrinin hesabı *.....	43
10-TEMA. 27-§. İki dənə məsələsi. Kosmik tezliklər.....	45

III BAP. ASTROFİZİKA HƏM ONIŇ İZERTLEW METODLARI

11-TEMA. 28-§. Aspandı elektromagnit tolqınlı nurlarda öyrəniw – keŇ tolqınlı astronomiyanıŇ tiykarı.....	47
29-§. Optik teleskoplar.....	48
30-§. Teleskopların tiykarğı xarakteristikalıq ölçülükleri **.....	51
31-§. Radioteleskoplar haqqında tüşinik.....	53
32-§. Ulıǵbek observatoriasının «başlı teleskopı».....	55
12-TEMA. 33-§. Nurlanıw qanunları hƏm aspan denələrinin fizikalıq xüsusiyyətlərin spektral metodlar yardımında öyrəniw.....	56

IV BAP. QUAYASH SISTEMASI DENELERINIŇ FIZIKALIQ XÜSİYYETLERI

13-TEMA. 34-§. Quyash eŇ yaqın juldız. Quyash haqqında ulıwma maǵlıwmat.....	59
35-§. Quyash fotosferası hƏm onıŇ düzülüşləri. Quyash daqları.....	61
14-TEMA. 36-§. Quyash xromosferası hƏm təcili.....	64
37-§. Quyash enerjiasının dərəcəsi *.....	66
38-§. Quyash aktivliǵı hƏm onıŇ Yerə təsiri *.....	68
15-TEMA. 39-§. Yer tərindəki planetalar. Merkuriy hƏm Venera.....	71
40-§. Yer hƏm onıŇ təbiiy joldası Ay. Mars.....	73
16-TEMA. 41-§. Gigant planetalar, olardıŇ joldaşları hƏm halqaları.....	81
17-TEMA. 42-§. Asteriodlar hƏm jüdə mayda planetalar.....	89
18-TEMA. 43-§. Kometalar («quyriqlı juldızlar»).....	92
44-§. Meteorlar («usher juldızlar») hƏm meteoritlər.....	95
19-TEMA. 45-§. Quyash sistemasının kəlip şıǵıwı haqqında hazırǵı zaman kóz qaraları.....	99

V BAP. JULDIZLAR

20-TEMA. 46-§. İllik parallaks, juldızların aralıqlarının ölçülüşü.....	102
47-§. Juldızların ölçülüşləri hƏm fizikalıq parametrlərin ölçülüşü *.....	103
48-§. Juldızların rəni hƏm temperaturası.....	105
21-TEMA. 49-§. Juldızların absolyut üstünlüǵi hƏm onıŇ parlaqlıǵı menen əlaqəsi *.....	106
50-§. Juldızların spektri hƏm spektral klassları.....	108
51-§. Spektr-parlaqlıq 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 keńeyiwı. 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 ózgeriw	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 tásiiri sferasındaǵı háreketi ...	167
Qosımsha	169

O‘quv nashri

Mamadzimov 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 qalasi, A. Nawayi kóshesi, 30-jay

Awdarmashi	<i>Gúlnaz Nizanova</i>
Xudojnik-dizayner	<i>Y. Belyatskaya</i>
Redaktor	<i>G. Nizanova</i>
Vyorstka islegen	<i>Y. Belyatskaya</i>
Korrektor	<i>G. Nizanova</i>
Operator	<i>S. Niyazova</i>

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. Nawayi kóshesi, 30.

Ijarağa 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 ijaraga berilip, oqıw jılı aqırında qaytarıp alınǵanda joqarıdaǵı keste klass basshısı tárepinen tómendegi bahalaw ólshemlerine tiykarlanıp toltırıladı:

Jańa	Sabaqlıqtıń birinshi ret paydalanıwǵa berilgendeǵı jaǵdayı.
Jaqsı	Muqabası pútin, sabaqlıqtıń tiykarǵı bóliminen ajıralmaǵan. Barlıq betleri bar, jırtılmaǵan, betleri almasırılmaǵan, betlerinde jazıw hám sıziqlar joq.
Qanaatlandırarlı	Muqaba jelingen, birqansha sızilıp, shetleri qayırılǵan, sabaqlıqtıń tiykarǵı bóliminen alınıp qalıw jaǵdayı bar, paydalanıwshı tárepinen qanaatlanarlı qálpine keltirilgen. Alınǵan betleri qayta jelimlengen, ayırım betlerine sızilǵan.
Qanaatlanarsız	Muqabaǵa sızilǵan, jırtılǵan bólimnen ajıralǵan yamasa pútkilley joq, qanaatlanarsız qálpine keltirilgen. Betleri jırtılǵan, betleri tolıq emes, sızip, boyap taslanǵan. Sabaqlıqtı qayta tiklew múmkin emes..