

O`zbekiston Respublikasi Oliy va O`rta Maxsus Ta`lim Vazirligi

Mirzo Ulug`bek nomidagi O`zbekiston Milliy Universiteti

*O`zbekiston Milliy universitetining
95 yilligiga bag`ishlanadi*

**S.N.Nuritdinov, I.U.Tadjibayev,
R.F.Ziyaxanov**

**UMUMIY ASTRONOMIYADAN
MASALALAR TO`PLAMI**

Toshkent – 2013

Ushbu o'quv uslubiy qo'llanma Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy Universiteti fizika fakul'tetida umumiy astronomiya kursi bo'yicha bir necha yillar davomida o'qitib kelingan materiallar va amaliy mashg'ulotlar bo'yicha qo'lga kirilgan tajribalar asosida tuzilgan. Ushbu qo'llanma amaliy va sferik astronomiya asoslari, vaqtini aniqlash, osmon mexanikasi va gravitatsion tortishish qonunlari, sayyoralar fizikasi, nurlanish qonunlari, astronomik qurilmalar, yulduzlar fizikasi, Koinot tuzilishi kabi o'n uchta bo'limdan iborat. Har bir bo'limda qisqacha nazariy material, masalalarning yechilish namunalari hamda mustaqil yechish uchun misol va masalalar berilgan.

O'quv uslubiy qo'llanma "5140400 – Astronomiya" va "5140200 - Fizika" ta'lim yo'nalishlarida taxsil oluvchi talabalar uchun mo'ljallangan.

В данном учебном методическом пособии собраны материалы, полученные из многолетней практики обучения теоретического курса и практических занятий по предмету «Общая астрономия» на Физическом факультете Национального Университета им. Мирзо Улугбека. В тринадцати разделах пособия даны образцы решений, а также задачи и упражнения для самостоятельной работы по темам основы практической и сферической астрономии, определения времени, законы небесной механики и гравитационного притяжения, физики планет, законов излучения, астрономические приборы, физики звезд, строения Вселенной. В каждом разделе кратко даются теоретический материал, образцы решения задач, задачи и упражнения для самостоятельной работы.

Учебном методическом пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям "5140400 – Астрономия" и "5140200 – Физика".

In this educational aid it collected the materials on basis of many years experience of teaching theoretical and practical courses on "General astronomy" at the physical faculty of National University of Uzbekistan after named Mirzo Ulughbek. The book consists of 13 parts where it are given the worked examples and concret problems for a unassisted work on next topics: "Foundations of practical and spherical astronomy", "Determination of the time", "The laws of celestial mechanics and gravitational attraction", "Physics of planets", "Radiation's laws", "Astronomy equipments", "Physics of the stars" and "Universe structure". In every part there are corresponding theoretical material, decision of standard problems and tasks.

This book is intended for the students of the directions of – "5140400 – Astronomy" and "5140200 - Physics".

Mualliflar: f.-m.f.d., professor **Nuritdinov Salohitdin Nasritdinovich**
f.-m.f.n., dotsent **Tadjibayev Ikram Uralbayevich**
f.-m.f.n., dotsent **Ziyaxanov Rashid Faridovich**

Taqrizchilar: O'zFA Astronomiya Instituti direktorining ilmiy ishlar bo'yicha muovini,
f.-m.f.dok. **S.P. Ilyasov**
O'zMU dotsenti, f.-m.f.n. **A.T. Mirzayev**

Mas'ul muharrir: O'zMU Fizika fakulteti dekani, dotsent, f.-m.f.n., **B.X.Eshchanov**

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti Ilmiy-metodik kengashining 2012 yil 24 dekabrda majlisida muhokama qilingan va nashrga tavsiya etilgan (3-sonli majlis bayonnomasi).

MUNDARIJA

Kirish.....	4
I. OSMON SFERASI. OSMON KOORDINATALARI SISTEMALARI	5
II. KULMINATSIYA. YORITQICHLARNING KOORDINATALARINI ANIQLASH.....	11
III. REFRAKSIYA. PARALLAKS. ABERRASIYA. PRESESSIYA.....	14
IV. VAQT VA UZUNLAMANI ANIQLASH. TAQVIM	19
V. QUYOSH TIZIMI JISMLARI HARAKATI.....	25
VI. TORTISHISH. OSMON JISMLARI MASSALARI.....	31
VII. OY. TUTILISHLAR. SAYYORALAR.....	36
VIII. NURLANISH QONUNLARI. YULDUZIY KATTALIKLAR.....	42
IX. ASTRONOMIK ASBOBLAR VA USULLAR	47
X. QUYOSH	51
XI. YULDUZLARNING TABIATI VA HARAKATI.....	57
XII. QO'SHALOQ YULDUZLAR. NOSTATSIONAR YULDUZLAR	64
XIII. KOINOT TUZILISHI	69
Javoblar	73
Ilova I. Masala yechishda zarur bo'ladigan sonlar.....	75
Ilova II. Yulduz turkumlari	77
Ilova III. Refraksiya jadvali.....	80
Adabiyotlar ro'yxati.....	82

Kirish

Ma'lumki, har qanday nazariy o'quv materialni talaba chuqur tushunib olib, uni amalda qo'llay olishi uchun u dastlab ushbu fan bo'yicha tuzilgan mavjud misol va masalalarni tahlil qilib chiqib, ularni yechishi zarur. Bunday zarur bosqichni to'la va puxta bajargan talaba kelajakda yetuk pedagog bo'la olishiga yoki jiddiy ilmiy ish bilan shug'ullana olishiga kafolat berish mumkin.

O'zbekiston Milliy Universiteti Fizika fakultetida "Umumiy astronomiya" fani 30 yildan ortiq davr ichida o'qitilib kelinib, u bo'yicha doim amaliyot darsi bo'lib kelgan. Qo'lingizdagi o'quv - uslubiy qo'llanmada "umumiy astronomiya" fanining dasturiga mos ravishda 13 ta boblari bo'yicha misol va masalalar berilgan. Ushbu boblarning har biri boshida unga oid qisqacha asosiy nazariy material eslatma ko'rinishida qayd qilinib, so'ngra albatta namunaviy misol va masalalar mualliflar tomonidan yechib, yetarlicha batafsil bo'lgan tarzda keltirilgan. Natijada ushbu qo'llanmaga jami 300 ga yaqin misol - masalalar kiritilgan. Ularni yechishda ishlatiladigan astronomik doimiylar va zarur sonlar 1 - Ilovada alohida berilgan. Qator masalalarda qayd qilingan astronomik ob'ekt aynan qaysi "yulduziy turkumiga" oid ekani aytib o'tilgani sababli 2 - Ilovada osmon sferasidagi 88 ta "yulduzlar turkumlari" ro'yxati keltirilgan. Nihoyat, 3 - Ilovada refraksiya effekti qay darajada muhim ekanini talaba esida tutishi maqsadida bu effektning son qiymatlari jadvali berilgan.

Ushbu o'quv-uslubiy to'plamni tuzishda uning oxirida keltirilgan adabiyotlardan foydalanilgan. Ayrim masalalar mualliflar tomonidan bevosita tuzilgan. Umumiy holda esa, bu to'plam uning mualliflaridan biri (S.N.Nuritdinov) kafedramizning sobiq o'qituvchisi Gaynullina E.R. bilan birga rus tilida bosib chiqargan o'quv-uslubiy qo'llanmasining kamchiliklarini bartaraf qilib, qayta va to'la ishlab chiqilgan holi deb qarash mumkin.

I. OSMON SFERASI. OSMON KOORDINATALARI SISTEMALARI

Ta'rif: *Osmon sferasi* deb markazida kuzatuvchi turgan radiusi ixtiyoriy bo'lgan faraziy sferaga aytiladi. Bu sferaga biz osmon yoritqichlarining vaziyatlarini proeksiyalaymiz.

Osmon sferasining asosiy chiziqlari, nuqtalari va aylanalari

Vertikal chiziq (shoqul chizig'i): osmon sferasining markazidan o'tuvchi va og'irlik kuchi yo'nalgiga parallel bo'lgan chiziq.

Zenit (Z) va nadir nuqtalar (Z'): vertikal chiziqning osmon sferasi bilan kesishgan nuqtalari.

Matematik gorizont: vertikal chiziqqa perpendikulyar, osmon sferasining markazidan o'tuvchi osmon sferasi bilan kesishuvchi gorizont tekislikdan iborat katta aylana.

Olam o'qi: osmon sferasi markazidan o'tuvchi va osmon sferasining ko'rinma sutkalik harakati yuz beradigan, ya'ni, Yer aylanish o'qiga parallel chiziq.

Olamning shimoliy (P) va janubiy (P') qutblari: olam o'qining osmon sferasi bilan kesishgan nuqtalari.

Osmon ekvatori: osmon sferasining markazidan o'tuvchi olam o'qiga perpendikulyar va osmon sferasi bilan kesishuvchi katta aylana tekisligi.

Osmon meridiani: Olam qutbi va zenit nuqtalaridan o'tuvchi katta aylana.

Shimol (N) va janub (S) nuqtalar: gorizont va meridian kesishadigan nuqtalar. Shimol nuqta gorizontda olamning shimoliy qutbi ostida yotadi.

Tush chizig'i (NS): gorizont tekisligi va osmon meridiani kesishadigan to'g'ri chiziq.

Sharq (E) va g'arb (W) nuqtalar: ekvatorning gorizont bilan kesishgan nuqtalari.

Ekvator nuqtalari (Q, Q'): ekvatorning meridian bilan kesishgan nuqtalari.

Vertikal aylanalar yoki vertikal: zenit nuqtadan o'tuvchi va gorizontga perpendikulyar bo'lgan katta aylanalar.

Birinchi vertikal: meridian tekisligiga perpendikulyar bo'lib, sharq (E) va g'arb (W) nuqtalardan o'tuvchi vertical aylana.

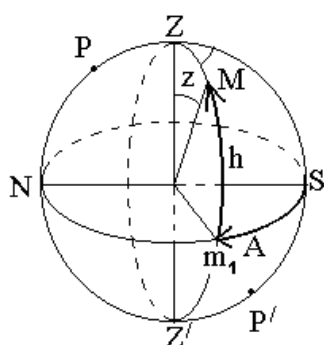
Olam o'qining gorizontga og'malik burchagi kuzatuv joyining geografik kenglamasi (φ) ga teng (olam qitbining gorizontdan balandligi haqidagi teorema).

Ekliptika: Quyosh markazining bir yil davomida yulduzlarga (yoki yulduz turkumlariga) nisbatan osmon sferasida chizgan ko'rinma katta aylanasi.

Bahorgi (Υ) va kuzgi (ϖ) tengkunlik nuqtalar: ekliptika va ekvatorning kesishgan nuqtalari.

Osmon sferasida nuqtaning (xususan, yoritqichning) vaziyati sfera sirtidagi 2 ta koordinata bilan aniqlanadi. Eng ko'p ishlatiladigan bunday koordinatalar sistemasi to'rtta. Bularning har birida nuqtaning vaziyati ikkita koordinata bilan aniqlanadi, ulardan biri nuqtaning biror bir asosiy aylana tekisligidan burchak masofasini beradi, ikkinchisi esa ushbu aylana tekisligida yotgan uning biror bir aniq nuqtasidan boshlab hisoblanadi. Shunday qilib, bitta koordinata katta aylana yoyi, ikkinchisi koordinata esa sferik burchakni tashkil etadi.

Horizontal koordinatalar sistemasi (h, A):



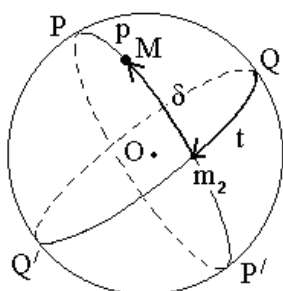
$$\overset{\cup}{mM} = h - \text{balandlik } (-90^0 \leq h \leq +90^0)$$

$$\overset{\cup}{SM} = A - \text{azimut } (0^0 \leq A \leq 360^0)$$

$$\overset{\cup}{ZM} = z - \text{zenit masofa } (0^0 \leq z \leq 180^0)$$

$$z + h = 90^0$$

Ekvatorial koordinatalar I sistemasi (t, δ):



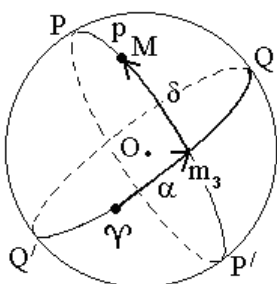
$$\overset{\cup}{Qm} = t - \text{soat burchak } (0^0 \leq t \leq 360^0)$$

$$\overset{\cup}{mM} = \delta - \text{og'ish } (-90^0 \leq \delta \leq +90^0)$$

$$\overset{\cup}{PM} = p - \text{qutb masofa}$$

$$p + \delta = 90^0$$

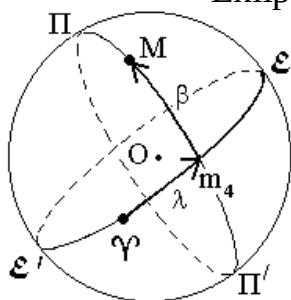
Ekvatorial koordinatalar II sistemasi (α, δ):



$$\overset{\cup}{mM} = \delta - \text{og'ish } (-90^0 \leq \delta \leq +90^0)$$

$$\overset{\cup}{\gamma m} = \alpha - \text{to'g'ri chiqish } (0^h \leq \alpha \leq 24^h) \\ \text{yoki } (0^0 \leq \alpha \leq 360^0)$$

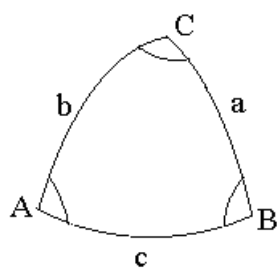
Ekliptik koordinatalar sistemasi (β, λ):



$$\overset{\cup}{mM} = \beta - \text{ekliptik kenglama } (-90^0 \leq \beta \leq +90^0)$$

$$\overset{\cup}{\gamma m} = \lambda - \text{ekliptik uzunlama } (0^0 \leq \lambda \leq 360^0)$$

Sferik trigonometriyaning asosiy formulalari:



1) Kosinuslar teoremasi:

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$$

2) Sinuslar teoremasi:

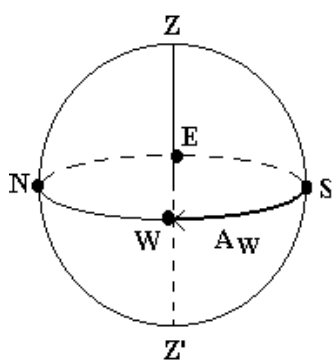
$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C}$$

3) Besh element formulasi:

$$\sin a \cos B = \sin c \cos b - \cos c \sin b \cos A$$

$a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow a \rightarrow \dots$, $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow \dots$ bo'ylab almashtirish qoidasi mavjud. Natijada yuqoridagi teorema formulalari shakli o'zgaradi xolos.

1 - namuna. N, S, E, W nuqtalarning azimutlari nimaga teng?



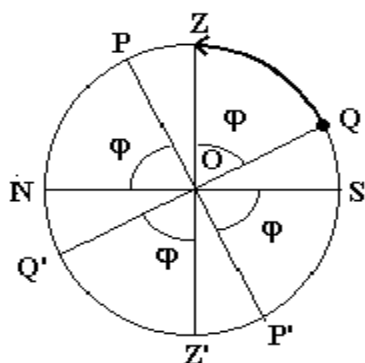
Yechimi:

Azimut haqiqiy gorizont tekisligida janub S nuqtadan boshlab hisoblanadi. U holda $A_S = 0^\circ$, $A_W = +90^\circ$, $A_N = +180^\circ$, $A_E = +270^\circ$ (rasmga qarang).

2 - namuna. Geografik kenglamasi $\varphi = 42^\circ$ bo'lgan joyda zenit nuqtaning og'ishi nimaga teng?

$$\begin{array}{l} \varphi = 42^\circ \\ \delta_Z = ? \end{array}$$

Yechimi:



Olam qutbining gorizontdan balandligi haqidagi teorema asosan $PON = \varphi$. Undan tashqari, ZOQ , SOP' , $Z'OQ'$ burchaklar geografik kenglamaga teng. ZOQ burchak zenit nuqtaning og'ishini beradi va u φ ga teng.

Javob: $\delta_Z = 42^\circ$

3 - namuna. Sferik uchburchakning tomonlari $a=57^{\circ}22'11''$, $b=72^{\circ}12'19''$ va ular orasidagi burchak $C=94^{\circ}01'49''$ ga teng. Uning qolgan tomoni va burchaklarini toping.

$a=57^{\circ}22'11''$	<i>Yechimi:</i> Sferik uchburchak chizamiz. c tomonini kosinuslar teoremasidan foydalanib topamiz: $\cos c = \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos C$ $c = 83^{\circ},775194 = 83^{\circ}46'30'',7$ A va B burchaklarini sinuslar teoremasidan topamiz: $\frac{\sin a}{\sin c} = \frac{\sin A}{\sin C} \quad \text{va} \quad \frac{\sin b}{\sin c} = \frac{\sin B}{\sin C}$ Bundan $\sin A = 0,84506735; \quad A = 57^{\circ},679149 = 57^{\circ}40'44'',9$ $\sin B = 0,95543607; \quad B = 72^{\circ},830586 = 72^{\circ}49'50'',1.$
$b=72^{\circ}12'19''$	
$C=94^{\circ}01'49''$	
$c=?$	
$A=?$	
$B=?$	

Javob: $c=83^{\circ}46'30'',7$; $A=57^{\circ}40'44'',9$; $B=72^{\circ}49'50'',1$.

Mustaqil yechish uchun misol va masalalar

1. Yulduzlar osmonining ko'rinishiga va uning aylanishiga qarab Yerning janubiy qutbiga kelganligimizni qanday qilib bilishimiz mumkin?
2. Chizmada osmon sferasini quyidagicha ko'rsating:
 - a) gorizont tekisligi proyeksiyasida,
 - b) ekvator tekisligi proyeksiyasida,
 - c) meridian tekisligi proyeksiyasida,
 - d) birinchi vertikal tekisligi proyeksiyasida.
3. 1° burchakni qo'shib turuvchi yoyning (binobarin, taxminan vatarni ham) uzunligi radiusdan 57 marta qisqa. Oy va Quyoshning burchak diametri $0^{\circ},5$ ga teng. Demak, qo'g'ozdan yasalgan 0,5 sm li doiracha ko'zdan 60 sm masofada joylashganda ularni yopishi mumkin. Buni tekshirib ko'ring. (*Izoh.* Quyoshga faqat o'ta qora fotoplyonka yoki qoraytirilgan shisha orqali qarash mumkin).
4. Geografik kenglamasi $23^{\circ}27'$ bo'lgan joyda olam shimoliy qutbining gorizont ko'ordinatalari nimaga teng?
5. Olam shimoliy qutbining astronomik kengligi va uzunligi nimaga teng?
6. G'arb nuqtaning soat burchagi nimaga teng? Sharq nuqtanikichi?
7. Ekliptika shimoliy qutbining to'g'ri chiqishi va og'ishi nimaga tengligini aniqlang.

8. Qanday shartlar bajarilganda yoritqichning azimuti uning chiqishidan to kulminatsiyasigacha o'zgarasdan qoladi?

9. Osmon sferasining qanday geometrik nuqtalarida astronomik uzunlama to'g'ri chiqishga teng bo'ladi?

10. O'zbekistonning qaysidir joyida Oyni zenitda kuzatishimiz mumkinmi? Nima uchun?

11. Qanday ikki holda yoritqichning gorizontdan balandligi sutka davomida o'zgarasdan qoladi?

12. Agarda yulduzning ekvatorial koordinatalari quyidagicha bo'lsa:

a) $\alpha = 4^h33^m$, $\delta = +16^025'$;

b) $\alpha = 16^h26^m$, $\delta = -26^019'$;

b) $\alpha = 20^h40^m$, $\delta = +45^006'$?

u qaysi yulduz turkumida joylashgan? Bu yulduzlarning xususiy nomlarini ayta olasizmi?

13. Yulduzlar xaritasidan quyidagi yulduzlarning aniq koordinatalarini toping: Kitning α si, Oqqushning β si, Liraning ϵ si, Katta Itning γ si, O'qyoyning ϕ si, Katta Ayiqning χ si, Kichik Ayiqning α si.

14. Shimoliy kenglamalarda va olamning shimoliy qutbga qarab turgan kuzatuvchi uchun yulduzlarning sutkalik harakati qaysi yo'nalishda yuz beradi?

15. Osmon gumbazining qaysi qismida yoritqichning balandligi uzluksiz ravishda ortib boradi va qaysi qismida kamayib boradi?

16. Quyosh yillik harakati davomida ekliptika bo'ylab o'zining diametriga teng bo'lgan masofaga qancha vaqtda siljiydi?

17. Shimoliy qutbda ekliptika gorizontga nisbatan qanday joylashadi?

18. Geografik kengligi $+55^0$ bo'lgan joyda bahorgi tengkunlik nuqta chiqayotgan momentda ekliptika gorizont bilan qanday burchakni tashkil etadi? Bu nuqtaning botish momentidachi? Geografik kenglamasi $+66^0,5$ bo'lgan joydachi?

19. Fazoda bir-biridan θ burchak masofada va bizdan r_1 va r_2 masofalarda joylashgan ikkita yulduz orasidagi chiziqli masofani toping.

20. Koordinatalari $\alpha_1 = 10^h59^m$, $\delta_1 = +62^010'$, $\alpha_2 = 10^h57^m$, $\delta_2 = +56^047'$ ga teng bo'lgan Katta Ayiq yulduz turkumining α va β yulduzlari orqali o'tuvchi katta aylana yoyi uzunligini toping.

21. Berilgan geografik kenglama ϕ uchun gorizontalar koordinatalar sistemasi A va z ni ekvatorial koordinatalar sistemasi t va δ ga aylantiruvchi uchta formulani keltirib chiqaring.

22. Ekvatorial koordinatalar sistemasi α va δ ni ekliptik koordinatalar λ va β ga aylantiruvchi uchta formulani keltirib chiqaring. Bu formulani Quyosh koordinatalariga qo'llang.

23. Ekliptikaning ekvatorga og'maligi ϵ ni bilgan holda ekliptik koordinatalar sistemasi λ va β ni ekvatorial koordinatalarga aylantiruvchi uchta formulani keltirib chiqaring.

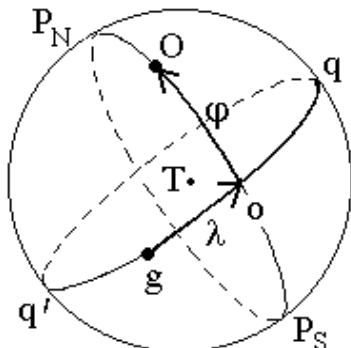
24. Quyoshning uzunlamasi $71^{\circ}11',7$ ga teng. Uning ekvatorial koordinatalarini toping ($\varepsilon=23^{\circ}27',2$).

25. Yoritqichning geliosentrik ekvatorial koordinatalari x, y, z bo'lsin (x o'qi bahorgi tengkunlik nuqtasiga yo'nalgan, y o'q ekvator tekisligida yotadi). X, Y, Z – markazi Quyosh bo'lgan to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi bo'lsin (X o'qi bahorgi tengkunlik nuqtasiga yo'nalgan, Y o'q ekliptika tekisligida yotadi). Ular orasida $x=X, y=Y\cos \varepsilon - Z\sin \varepsilon ; Z=Y\sin \varepsilon + Z\cos \varepsilon$ munosabat o'rinli ekanligini isbotlang, bu erda ε - ekliptikaning ekvatorga og'maligi.

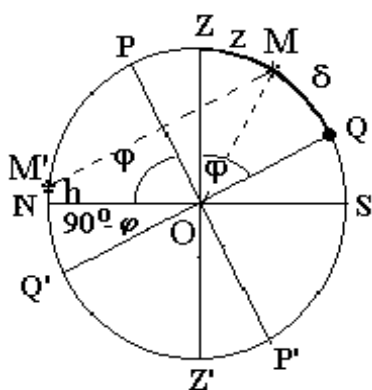
26. Kometa $\alpha=81^{\circ}48',7, \delta=68^{\circ}28'$ ekvatorial koordinatalarga ega. Uning ekliptik koordinatalari λ va β larni toping ($\varepsilon=23^{\circ}27',26''$).

II. KULMINATSIYA. YORITQICHLARNING KOORDINATALARINI ANIQLASH

Geografik koordinatalar sistemasi



$\cup$
 $oO = \varphi$ - geografik kenglama
 $\cup$
 $go = \lambda$ - geografik uzunlama



Yoritqich (M nuqta) gorizontdan yuqoriga ko'tarilib borgan holda yuqori kulminatsiyada osmon meridianini kesib o'tadi. Bu momentda uning soat burchagi $t=0^h$, gorizontdan balandligi esa maksimal qiymatga erishadi.

Quyi kulminatsiyada yoritqich (M' nuqta) zenitdan eng uzoqda turadi, uning soat burchagi $t=12^h$, gorizontdan balandligi esa minimal qiymatga erishadi (yoki yoritqich gorizontdan pastda joylashadi).

Yoritqichning yuqori kulminatsiyasida uning og'ishi, zenit masofasi va kuzatuv joyining kenglamasi quyidagi formula orqali bog'lanadi

$$z = \pm (\varphi - \delta).$$

"+" ishora kulminatsiya zenitdan janubda bo'lganda, "-" ishora esa shimolda bo'lganda olinadi.

4 - namuna. Yoritqichning balandligi quyi kulminatsiyada quyidagi formula bilan ifodalanishini isbotlang: $h = \varphi + \delta - 90^\circ$.

Yechimi: Yuqoridagi rasmda keltirilgan, quyi kulminatsiyadagi M' nuqtani olamiz. Burchak M'OQ' yoritqichning og'ishiga teng, NOQ' burchak $NOQ' = 90^\circ - \varphi$ ga, M'ON burchak esa $M'ON = h$ ga teng. Rasmdan ko'rinadiki,

$$M'ON = M'OQ' - NOQ',$$

yoki

$$h = \delta - (90^\circ - \varphi) = \varphi + \delta - 90^\circ.$$

5 - namuna. Yulduz olam qutbidan 48° uzoqlikda turibdi. Tbilisida ($\varphi = 41^\circ 43'$) uni hamma vaqt gorizont ustida ko'rishimiz mumkinmi?

$$\begin{array}{l} p=48^0 \\ \varphi=41^043' \\ \delta=? \end{array}$$

Yechimi:

Masalani quyidagicha tushinish mumkin: yulduz Tbilisida turgan kuzatuvchi uchun chiquvchi va botuvchimi? Buning uchun yulduzning chiqish va botish shartlarini tekshirish kerak:

$$|\delta| < 90^0 - |\varphi|.$$

$p + \delta = 90^0$ bo'lgani uchun, yulduzning og'ishi $\delta = 42^0$ ekanligi va $90^0 - |\varphi|$ farq $48^017'$ ga tengligi kelib chiqadi. Demak,

$$42^0 < 48^017'$$

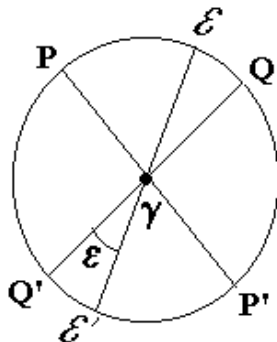
tengsizlik o'rinli va yulduz ham chiquvchi ham botuvchi hisoblanadi. Shuning uchun bu yulduz Tbilisida ayrim vaqtlar (botganda) ko'rinmaydi.

Javob: hamma vaqt emas, chunki yulduz Tbilisi uchun ham botadigan ham chiqadigan yulduz hisoblanadi.

6 - namuna. Toshkent ($\varphi = 41^043'$) uchun meridianda yozgi (qishki) quyosh turish kunida Quyoshning balandligi nimaga teng?

$$\begin{array}{l} \varphi = 41^043' \\ h_Q = ? \end{array}$$

Yechimi:



Quyosh gorizontdan baland turib meridianni kesib o'tgani uchun gap uning yuqori kulminatsiyasi haqida bormoqda. Yozgi (qishki) quyosh turish kunida Quyoshning og'ishi

$$\delta_Q = \pm 23^027' = \varepsilon \text{ ga teng.}$$

"+" – yozgi quyosh turishi va

"-" – qishki quyosh turishi uchun.

Yuqori kulminatsiyada Quyoshning balandligi quyidagi formuladan topiladi: $h_Q = 90^0 - \varphi + \delta_Q = 90^0 - \varphi \pm \varepsilon$.

Demak, yozgi quyosh turish kuni uchun

$$h_Q = 72^007',$$

qishki quyosh turish kuni uchun

$$h_Q = 25^013'.$$

Javob: $72^007'$ va $25^013'$.

Mustaqil yechish uchun misol va masalalar

27. Janubiy yarimsharlikdagi qanday og'ishiga ega yulduzlar Pulkovoda ($\varphi = +59^046'$), Toshkentda ($\varphi = +41^020'$) va Ashxobodda ($\varphi = +37^045'$) kuzatilishlari mumkin?

28. Zenitdan janub tomonda meridianda Quyosh diskining quyi qismi sekstant yordamida o'lchalganda uning balandligi $84^021'$, Quyosh markazining

og'ishi $+18^{\circ}39'$ bo'lgandi. Quyoshning burchak diametri $32'$ ekanligini hisobga olgan holda joyning kenglamasini aniqlang.

29. Koordinatalari $\alpha=0^h19^m4^s$, $\delta=+0^{\circ}13',2$ bo'lgan yulduzga nisbatan sayyora meridianni 2^m19^s oldin kesib o'tdi. Bu vaqtda sayyoraning zenit masofasi yulduzning yuqori kulminatsiyasiga nisbatan $19',4$ katta bo'lgan bo'lsa, sayyoraning koordinatalari nimaga teng?

30. Yulduz olamning shimoliy qutbidan 15° uzoqlikda turibdi. Sankt-Peterburgda ($\varphi=59^{\circ}57'$) u hamma vaqt gorizont ustida ko'rinadimi?

31. Biror bir yulduz osmon meridianini Irkutsk shahrida ($\varphi=52^{\circ}16'$), shimol nuqtada va janub nuqtada kesib o'tishi mumkinmi? Yerning boshqa nuqtalarida bunday hodisa yuz berishi mumkinmi?

32. Gorizont ustida chiqishidan to botishigacha 180° yoy chizadigan yulduz yuqori kulminatsiyasida zenitdan 55° masofada turadi. Shu joyda osmon ekvatori va matematik gorizont orasidagi burchak nimaga teng?

33. Aravakash yulduz turkumining α si ($\delta=+45^{\circ}54'$) quyi kulminatsiyasida gorizontda ko'rinadi. Kuzatish joyida olam qutbining gorizontdan balandligi nimaga teng?

34. Botmaydigan yulduz yuqori kulminatsiyasida zenitdan shimol tomonda zenit masofasi $29^{\circ}47'$ ga teng uzoqlikda, quyi kulminatsiyada esa $41^{\circ}49'$ uzoqlikda kuzatilgan. Kuzatish joyining geografik kenglamasi nimaga teng?

35. Berilgan φ geografik kenglamada yulduzlarning umumiy soniga nisbatan uning qanday ulushi hech qachon botmaydigan hisoblanadi? Osmon sferasida yulduzlarni tekis taqsimlangan deb hisoblang.

36. Teodolit meridian tekisligida o'rnatilgan holda Katta Ayiq yulduz turkumi ($\alpha=10^h57^m34^s$, $\delta=62^{\circ}8'$) ning kulminatsiyasi geografik kenglamasi $\varphi=55^{\circ}20'$ ga teng bo'lgan joyda davom etmoqda. Trubaning zenitdan uzoqlashish burchagini toping.

III. REFRAKSIYA. PARALLAKS. ABERRASIYA. PRESESSIYA

Refraksiya – yoritqichning zenit masofasini kamaytiradi. Refraksiya kattaligi zenit nuqta uchun nolga teng, gorizontga yaqinlashgan sari tez ortib boradi va gorizontda $35'$ ga etadi. Havoning harorati $T=+1^{\circ}\text{C}$, bosimi 760 mm s. ust. bolganda, refraksiya taxminan quyidagi formuladan topiladi $r = 58'',2 \cdot \text{tg } z$ (o'rta z masofalarda).

Presessiya – tengkunliklar ilgarilanishi (ildamlanishi), u Yer aylanish o'qi ekliptikaga og'ishini o'zgartirmagan holda fazoda davri taxminan 26000 yil bo'lgan konussimon sirtini chizishi tufayli yuzaga keladi. Presessiya natijasida barcha yulduzlarning uzunlamalari yiliga $50'',26$ ga kattalashadi.

Sutkalik parallaks p – kuzatish joyida Yer radiusining yoritqichdan turib qaralgandagi ko'rinish burchagiga aytiladi:

$$p = p_0 \sin z.$$

Kuzatilayotgan z geosentrikka nisbatan katta.

Gorizental ekvatorial parallaks p_0 gorizontdagi yoritqichdan qaraganda ko'rish nuriga perpendikulyar Yer ekvatorial radiusi R ning ko'rinish burchagiga aytiladi:

$$\sin p_0 = D/R,$$

bu erda D – yoritqichgacha bo'lgan masofa. Yoritqichning chiziqli radiusi:

$$r = D \sin \rho = R \sin \rho / \sin p_0 \approx \rho R / p_0$$

(ρ – yoritqichning burchak radiusi).

Yillik parallaks π – ko'rish nuriga perpendikulyar Yer orbitasi katta yarim o'qining yoritqichdan qaragandagi ko'rinish burchagiga aytiladi:

$$D = a / \sin \pi,$$

bu erda a – Yer orbitasi katta yarim o'qi. Agar D parseklarda, π – yoy sekundlarida bo'lsa, u holda $D = 1 / \pi''$ (1 parsek mos holda parallaks $\pi = 1''$ bo'lgandagi masofa).

Yillik aberrasiya – yulduzlarning osmon sferasidagi o'rtacha vaziyatlaridan Yer harakati tomon tuyulma siljishi. Yil davomida barcha yulduzlar yarim o'qlari $20'',5$ va $20'',5 \sin \beta$ ga teng ellipslarni chizadilar, bu yerda β – yulduzlarning kengligidir. Aberrasiya doimiysi $20'',5$ ga teng.

7 - namuna. Kemadagi kuzatuvchi Quyosh markazining zenit masofasi yarim kechada 80° teng bo'lishini aniqlagan. Kema qaerda joylashgan va shu vaqtda yilning qanday payti bolgan? Kuzatuvchi (agarda u refraksiyani hisobga olmagan bo'lsa) kemani kenglama bo'yicha vaziyatini taxminan necha kilometr xatolik bilan aniqlagan bo'lardi?

$z=80^{\circ}$	Yechimi:
$\Delta r=?$	

Quyosh yarim kechada (quyi kulminatsiyada) gorizontdan pastda joylashadi, bu shimoliy yoki janubiy qutb aylanasi va yoz bo'ladi.

Quyoshning quyi kulminatsiyadagi balandligi:

$h = \delta - (90^\circ - \varphi)$. U holda haqiqiy zenit masofa:

$$z = 90^\circ - h = 90^\circ - \delta + (90^\circ - \varphi) = 180^\circ - \delta - \varphi = z'_{ko'r} + r.$$

Boshqa tomondan $z'_{ko'r} = 180^\circ - \delta - \varphi'$.

Shunday qilib, kenglama bo'yicha xatolik

$$\Delta = \varphi' - \varphi = 180^\circ - \delta - z'_{ko'r} - 180^\circ + \delta + z = z - z'_{ko'r} = r.$$

$z = 80^\circ$ zenit masofadagi refraksiya $r = 5'15''$,5 ga teng. Bu taxminan

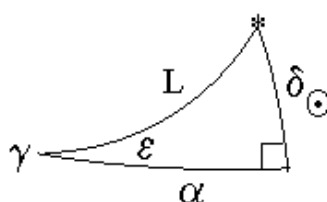
$\Delta r \approx 9,8$ kmga tengdir.

Javob: xatolik taxminan 9-10 kmni tashkil etadi.

8 - namuna. Og'ishdan vaqt bo'yicha olingan hosila uchun ifodani keltirib chiqaring va u yordamida refraksiya ($35'$) tufayli qutbda qutb kuni davomiyligi qanchaga uzayishini toping. (Quyoshning uzunlamasi $\lambda_Q = L$ sutkasiga taxminan 1° ga o'zgaradi, $\sin \varepsilon = 0,4$).

$$\begin{aligned} r &= 35' \\ \Delta L / \Delta t &= 1^\circ / \text{sutka} \\ \varphi &= 90^\circ \\ \sin \varepsilon &= 0,4 \end{aligned}$$

Yechimi:



Sinuslar formulasidan:

$$\frac{\sin \delta_Q}{\sin L} = \frac{\sin \varepsilon}{\sin 90^\circ} = \frac{\sin \varepsilon}{1}$$

$$\Delta T = ?$$

$$\sin \delta_Q = \sin L \sin \varepsilon, \quad \cos \delta_Q \frac{d\delta_Q}{dt} = \cos L \frac{dL}{dt} \sin \varepsilon.$$

Quyoshning chiqishi 21/III: $\delta = 0^\circ$, $L = 0^\circ$;

Quyoshning botishi 21/IX: $\delta = 0^\circ$, $L = 180^\circ$

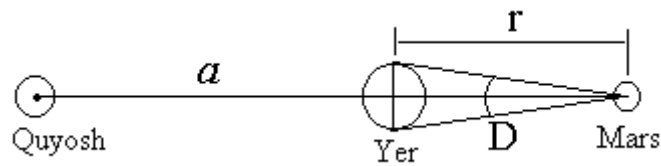
Shunday qilib, Quyoshning chiqish va botish momentlarida uning og'ishining o'zgarish tezligi sutkasiga $\sin \delta_Q = 0,4$ yoki $24'$ ga teng.

Refraksiya natijasida Quyosh gorizontdan $r = 35'$ pastda joylashganda ko'rinma chiqish kuzatiladi va Quyosh buni taxminan 1,46 kunda bosib o'tadi. Ya'ni, boshqacha aytganda, chiqish refraksiya yo'q bo'lgandagiga nisbatan 1,5 sutka vaqtli kuzatiladi. Shunga o'xshash, Quyoshning botishi ham haqiqiyga nisbatan shuncha kunga kech bo'ladi (yuz beradi). Shunday qilib, natijada, qutb kuni taxminan 3 sutkaga uzayadi.

9 - namuna. Marsdan qaraganda (0,378 a.b. masofada) Yerning burchak diametri qanday eng katta burchakda ko'rinadi?

$$r_M = 0,378 \text{ a.b.} \quad | \quad \text{Yechimi:}$$

$$D_{Yer}=?$$



Rasmdan ko'rinadiki:

$$0,5d_{Yer}/r_M = \operatorname{tg}(D/2), \quad D = 2\operatorname{arctg}\left(\frac{d_{Yer}}{2r_M}\right).$$

Yerning maksimal diametri $d_{Yer} = 12742$ km. Unda $D = 0^0,0129 = 0^000'46'',44$.

Javob: $D = 46'',44$

10 - namuna. Quyoshning ko'rinma radiusi $15'51''$, uning chekka nuqtasining kuzatilayotgan zenit masofasi $64^055'33''$. Refraksiya va parallaksni hisobga olgan holda Quyoshning geosentrik zenit masofasini toping.

$$z'_{Ch} = 64^055'33''$$

$$r_Q = 15'51''$$

$$z' = ?$$

Yechimi:

Quyosh markazining ko'rinma zenit masofasi:

$$z' = z'_{Ch} + r_Q = 64^055'33'' + 15'51'' = 65^011'24''.$$

Refraksiya jadvalidan refraksiya tuzatmasini topamiz: $r = 2'3'',902$.

Yer sirtidan haqiqiy zenit masofa: $z = z' + r = 65^013'27'',902$.

Parallaksni hisobga olgan holda geosentrik zenit masofani topamiz:

$$z = z - p = z - p_0 \sin z = 65^013'19'',927$$

(Quyosh uchun $p_0 = 8'',79$).

Javob: $z = 65^013'19'',9$.

11 - namuna. 13000 yildan keyin bahorgi tengkunlik nuqta qaysi yulduz turkumida bo'ladi?

$$T = 13000 \text{ yil}$$

$$\Delta\alpha = ?$$

Yechimi:

Bahorgi tengkunlik nuqta presessiya tufayli ekliptika bo'ylab g'arb tomonga har yili $50'',26$ masofaga siljiydi. T vaqt mobaynida u

$$\Delta\alpha = 50'',26 \cdot 13000 = 653380'' = 10889',6 = 181^0,4$$

masofaga siljiydi. Yulduzlar xaritasidan foydalangan holda, bahorgi tengkunlik nuqta Parizod yulduz turkumida bo'lishini topish mumkin (hozirgi kunda u yerda kuzgi tengkunlik nuqta joylashgan).

Mustaqil yechish uchun misol va masalalar

37. Kulminasiya momentida Oy markazining kuzatilgan zenit masofasi $50^{\circ}0',0$ bo'lgan edi. Bu kuzatuv natijasini refraksiya va parallaks ta'sirlarini hisobga olgan holda tuzating.

38. Hamma vaqt ham refraksiya yoritqichning ikkita ekvatorial koordinatasiga ham ta'sir qiladimi?

39. Hamma vaqt ham refraksiya yoritqichning ikkita ekliptik koordinatasiga ham ta'sir qiladimi?

40. Refraksiya Yer ekvatorida kunning davomiyligiga qanchalik ta'sir qiladi?

41. Refraksiya gorizont atrofida Quyosh va Oyning ko'rinma diametriga qanday ta'sir ko'rsatadi?

42. To'g'ri chiqishlari 8^h50^m va 9^h46^m ga teng bo'lgan yulduzlarning qandaydir vaqt momentida azimutlarining farqi aniqlangan. Agar refraksiyani hisobga olsak, bu farq oshadimi yoki kamayadimi?

43. Yer atmosferasi qalinligi va zichligini doimiy deb hisoblab, refraksiya formulasini keltirib chiqaring: $r=58'',2\text{tgz}$. Havoning sindirish ko'rsatgichi $n=1,0002825$ ga teng ($+10^0$ C harorat va normal atmosfera bosimida).

44. Presessiya hodisasini to'xtatish uchun qanday ikkita shart zarur va etarli?

45. Agar Yer yanayam cho'zinchoqroq bo'lsa, presessiya tezroq bo'larmidi yoki sekinroqmi? Agar Oy yaqinroq joylashgan bo'lsachi? Agar Yer zichroq bo'lsachi? Agar u tezroq aylansachi?

46. Biror vaqt momentida yulduzning ekliptik koordinatalari $\lambda=359^{\circ}17'44''$, $\beta=-17^{\circ}35'37''$ ga teng bo'lgan. Uning 10 yil, 100 yil oldingi, 100 yil keyingi momentlardagi koordinatalarini aniqlang.

47. Tropik yil	365,2422 o'rtacha quyosh sutkasi
yulduz yili	365,2564 - " -
anomalistik yil	365,2596 - " -

uzunlamalari berilgan. Yulduzlarga nisbatan perigeliyning davriy siljishini va presessiya yo'nalishini ushbu kattaliklar orqali aniqlang.

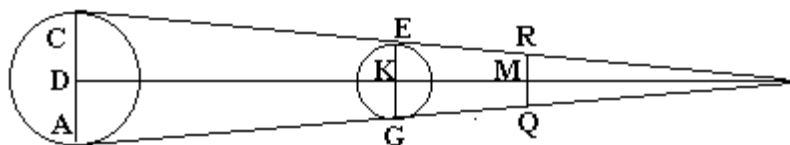
48. Quyoshning yillik parallaksi nimaga teng? Quyosh va Yer orasidagi masofa parseklarda nimaga teng?

49. Oyning gorizont qutb parallaksi gorizont ekvatorial parallaksidan qanchalik farq qiladi? Quyoshnikichi?

50. Oyning burchak radiusi $\rho=16'/20''$ ga teng, parallaksi esa $p=59'/51''$. Parallaksi $p=34'/22''$ ga teng bo'lganda uning ko'rinma radiusi nimaga teng bo'ladi?

51. Ekliptikada yotgan hamma yulduzlarning yil davomida kuzatilayotgan nuriy tezliklari ± 30 km/sek oraliqda tebranishini bilgan holda, Yerdan Quyoshgacha bo'lgan masofani aniqlang.

52. Kopernik kitobidan olingan rasmda Oy va Quyoshning burchak radiuslari $15'$ ga tengligini (Oy tutilishida aniqlangan), Oy masofasida Yer soyasi radiusi $MR=40'$ hamda $DK/KM=390$ (xatoligi tufayli Aristarx bu munosabatni 19 ga teng deb olgan) ekanligini bilgan holda Oygacha (M) masofani Yer radiuslarida (KE) aniqlashda Aristarx qo'llagan usuli chizmasi berilgan. Aristarx usulini tiklang va Yerdan Oygacha masofa (KM) ni aniqlang. Rasmda CA – Quyosh diametri, EG – Yer diametri va M – Oy.



53. Quyoshdan Yergacha bo'lgan masofani aniqlashda qanday usullarda Yerning o'lchamini hisobga olmasa ham bo'ladi?

IV. VAQT VA UZUNLAMANI ANIQLASH. TAQVIM

Quyosh sutkasining soati har xil geografik kenglamalarda farqlanuvchi Quyoshning soat burchagi bilan aniqlanadi. Ma'lumki, har xil joylarda sutkaning soati yoki vaqt har xil bo'ladi va bunga mahalliy vaqt deyiladi.

Yerda ikkita har xil joyning geografik kenglamalarining farqi ularning mahalliy vaqtlarining ayirmasiga teng.

Hamma soatlar ham vaqtning ixtiyoriy momentida vaqtni aniq ko'rsatmaydi. Shuning uchun soat tuzatmasi kiritilgan. Ixtiyoriy biror vaqt momentida soat tuzatmasi quyidagi formuladan aniqlanishi mumkin:

$$u = u_0 + \omega(t - t_0),$$

$u_0 - t_0$ momentdagi ma'lum soat tuzatmasi, ω - soatning sutkalik yurishi (yoki soat tuzatmasining bir sutkadagi o'zgarishi).

Agar soatlar mayatnikli bo'lsa, uning tebranish davri quyidagicha bo'ladi

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}},$$

l – mayatnikning keltirilgan uzunligi, g – berilgan joydagi og'irlik kuchi tezlanishi.

Yulduz vaqti s bahorgi tengkunlik nuqtaning soat burchagi bilan aniqlanadi. Yulduz vaqtdan o'rtacha quyosh vaqti T_m ga o'tish uchun quyidagi formuladan foydalaniladi

$$T_m = s - s_0 - 3^m 56^s \frac{T_m}{24^h},$$

va aksincha, quyosh vaqtdan yulduz vaqtiga o'tish uchun:

$$s = s_0 + T_m + 3^m 56^s \frac{T_m}{24^h},$$

bu erda s_0 – tush paytidagi yulduz vaqti (agarda T_m yarim tundan boshlab hisoblansa, u holda yarim kechadagi), T_m – soatlarda hisoblangan quyosh vaqti.

Butun dunyo (yoki dunyo) vaqti $UT (T_0)$ deb yarim tundan hisoblanuvchi o'rtacha grinvich vaqtiga aytiladi.

Berilgan joyning tush paytdagi yulduz vaqti grinvichning tush paytdagi yulduz vaqti minus $3^m 56^s \frac{\lambda}{24^h}$ ga teng (agarda joy Grinvichdan sharq tomonga λ uzunlamaga ega bo'lsa).

Vaqt tenglamasi:

$$\eta = T_m - T_0.$$

Vaqt tenglamasi mahalliy tush paytida Grinvichdagi huddi shunday paytdan soatlarda ifodalangan hududning sharqiy uzunlamasiga ko'paytirilgan soat o'zgarishi kattaligiga farqlanadi.

Berilgan joyning poyas vaqti T_P shu joydagi soat poyasning markaziy meridianidagi o'rtacha mahalliy vaqtiga teng.

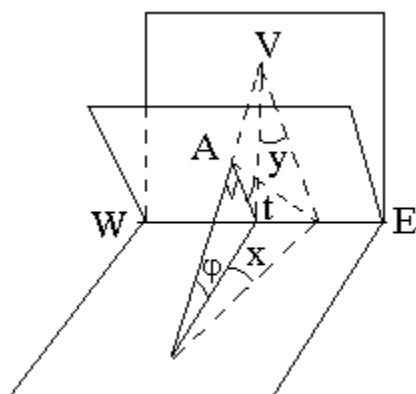
Mahalliy o'rtacha (grajdanlik) vaqti:

$$T_m = T_P + \lambda - n,$$

bu erda n – poyas nomeri, λ - joyning Grinvichdan uzunlamasi.

Dekret vaqti: $T_D = T_P + 1^h$.

Quyosh soatlari haqiqiy quyosh vaqtini ko'rsatadi. Ularda ko'rsatkich sifatida olam o'qiga parallel o'rnatilgan tayoqcha ishlatiladi. Ekvatorial soatlarda tayoqchanning soyasi unga perpendikulyar sirtga tushadi; gorizont soatlarda soya gorizont, vertikal soatlarda esa vertikal sirtga tushadi.



Ekvatorial soatlarda soat bo'linmalari peshindagi soya yo'nalishi bilan $\pm n \cdot 15$ bo'lgan burchaklarni tashkil etadi, bu yerda n – butun son. Gorizont soatlar uchun bu burchaklar quyidagi formuladan topiladi

$$\operatorname{tg} x = \sin \varphi \cdot \operatorname{tgt},$$

vertikallari uchun esa:

$$\operatorname{tg} y = \cos \varphi \cdot \operatorname{tgt},$$

bu yerda t – haqiqiy quyosh vaqtiga mos keluvchi soat.

12 - namuna. Sankt-Peterburgda ($\varphi=59^{\circ}56',6''$) yulduz vaqti $16^h24^m33^s$ ga teng bo'lganda Ajdarho yulduz turkumi α sining ($\alpha=14^h01^m57^s$, $\delta=64^{\circ}48',8''$) zenit masofasi va azimutini aniqlang.

$$\alpha=14^h01^m57^s$$

$$\delta=64^{\circ}48',8''$$

$$\varphi=59^{\circ}56',6''$$

$$s=16^h24^m33^s$$

$$z=?$$

$$A=?$$

Yechimi:

Ekvatorial koordinatalardan gorizont koordinatalarga o'tish formulasidan foydalanamiz:

$$\cos z = \sin \varphi \cos \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t \quad (1)$$

$$\sin z \cos A = -\sin \delta \cos \varphi + \cos \delta \sin \varphi \cos t \quad (2)$$

$$\sin z \sin A = \cos \delta \sin t \quad (3)$$

(1) formuladan $t=s-\alpha$ ekanligini hisobga olgan holda zenit z ni topamiz:

$$z=16^{\circ}58'21'',5$$

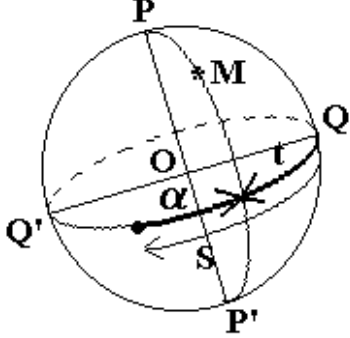
(3) ni (2) ga bo'lish orqali azimut A ni topamiz:

$$A=121^{\circ}49'22'',3.$$

A joylashadigan kvadrant choragini $\sin A$ ishorasidan aniqlaymiz, $\sin z$ va $\cos \delta$ lar har doim noldan katta bo'lgani sababli ishorasi $\sin t$ bilan bir xil bo'ladi.

Javob: $z=16^{\circ}58'21'',5$; $A=121^{\circ}49'22'',3$.

13 - namuna. Yulduz vaqti $21^{\text{h}}14^{\text{m}}$ ga teng. Yulduzning to'g'ri chiqishi $14^{\text{h}}30^{\text{m}}$ ga teng. Shu yulduzning soat burchagini toping.

$s=21^{\text{h}}14^{\text{m}}$ $\alpha=14^{\text{h}}30^{\text{m}}$ $t=?$	<i>Yechimi:</i> 	s yulduz vaqti momentidagi ixtiyoriy yoritqichning soat burchagi quyidagicha aniqlanadi: $t = s - \alpha.$ $t = 6^{\text{h}}44^{\text{m}}$ <i>Javob:</i> $6^{\text{h}}44^{\text{m}}$
--	--	---

14 - namuna. Yulduz vaqti $s=6^{\text{h}}38^{\text{m}}$ ga teng. $2^{\text{h}}10^{\text{m}}$ dan keyin yuqori kulminatsiyadan o'tuvchi yoritqichning to'g'ri chiqishini toping.

$s_0=6^{\text{h}}38^{\text{m}}$ $\Delta\alpha=2^{\text{h}}10^{\text{m}}$ $\alpha=?$	<i>Yechimi:</i> Yoritqichning kulminatsiyasi yulduz vaqti $s_0+s = 8^{\text{h}}48^{\text{m}}$ ga teng bo'lganda sodir bo'ladi. Kulminatsiyada yoritqichning soat burchagi nolga tengligi sababli $s=\alpha$ tenglik bajariladi. <i>Javob:</i> $\alpha=8^{\text{h}}48^{\text{m}}$.
---	---

15 - namuna. Grinvichda vaqt $10^{\text{h}}17^{\text{m}}14^{\text{s}}$ bo'langa qandaydir punktda $12^{\text{h}}43^{\text{m}}21^{\text{s}}$ bo'lgan. Bu punktning uzunlamasi nimaga teng?

$T_0=10^{\text{h}}17^{\text{m}}14^{\text{s}}$ $T=12^{\text{h}}43^{\text{m}}21^{\text{s}}$ $\lambda=?$	<i>Yechimi:</i> $T - T_0 = \lambda - \lambda_0.$ Grinvichning uzunlamasi $\lambda_0=0$, shuning uchun $\lambda=2^{\text{h}}26^{\text{m}}07^{\text{s}}$
---	--

16 - namuna. 14 iyunda kemada sekstant yordamida olib borilgan kuzatuvlardan quyosh kulminatsiyasi Grinvich yulduz vaqtini ko'rsatuvchi xronometr bo'yicha $8^{\text{h}}23^{\text{m}}$ da $22^{\circ}02'$ zenit masofada sodir bo'ldi (refraktsiya hisobga olingan). Agar dengiz astronomik haryilligi bo'yicha shu kun va soatda Quyosh koordinatalari $\alpha=5^{\text{h}}26^{\text{m}}$, $\delta=+18^{\circ}25'$ deb topilgan bo'lsa, kema joyining uzunlama va kenglamasini aniqlang.

$s_0=8^{\text{h}}23^{\text{m}}$ $z=22^{\circ}02'$ $\alpha=5^{\text{h}}26^{\text{m}}$ $\delta=+18^{\circ}25'$	<i>Yechimi:</i> Quyoshning yuqori kulminatsiyasi $h_Q=\delta+90^{\circ}-\varphi=90^{\circ}-z$ ga teng balandlikda sodir bo'ladi.
---	---

$\lambda=?$ $\varphi=?$	Bu yerdan joyning kenglamasini topamiz: $\varphi = 40^{\circ}27'$. Kulminatsiya momentida $s=\alpha$ bo'lganidan mahalliy yulduz vaqti $s=5^h26^m$ bo'ladi. $s_0-s = \lambda_0-\lambda = -\lambda$, $\lambda = s-s_0 = -2^h57^m$. <i>Javob:</i> $\varphi = 40^{\circ}27'$, $\lambda = 2^h57^m$ Grinvichdan g'arb tomonga.
-------------------------	---

17 - namuna. 3 oktyabr tush paytda soat tuzatmasi $u=-26^m34^s,67$ bo'lgan. Soatning o'rtacha sutkalik yurishi $-1^s,61$. Shu sanada 18^h va 6^h vaqtlardagi soat tuzatmalarini toping.

$t_0=12^h$ $u_0=-26^m34^s,67$ $\omega=-1^s,61$ $t_1=18^h$ $t_2=6^h$	<i>Yechim:</i> $u_1 = u_0 + \omega(t_1 - t_0)$ $u_1 = -26^m35^s,0725.$ $u_2 = u_0 + \omega(t_0 - t_2)$ Unda $u_2 = -26^m34^s,2675.$ <i>Javob:</i> $u_1 = -26^m35^s,07$; $u_2 = -26^m34^s,27.$
$u_1=?$ $u_2=?$	

18 - namuna. Kichik Ayiq yulduz turkumi γ yulduzi ($\alpha=15^h20^m49^s$) quyi kulminatsiyada kuzatilganda yulduz soati $3^h39^m33^s$ ni ko'rsatgan. Soat tuzatmasi nimaga teng?

$\alpha=15^h20^m49^s$ $s'=3^h39^m33^s$ $u=?$	<i>Yechimi:</i> Quyi kulminatsiya momentida $t=12^h$, u holda $s = t + \alpha = 3^h20^m49^s$. Soat tuzatmasi $u = s - s' = -18^m44^s$. <i>Javob:</i> $u = -18^m44^s$ (soat oldinlab ketgan).
--	---

Mustaqil yechish uchun misol va masalalar

54. 1920 yilning fevral oyida beshta yakshanba kun bo'lgan. Bunday hodisa avval qachon takrorlangan? Keyingisi qachon bo'ladi?

55. Qanday geografik paralleldan boshlab kechki va ertalabki astronomik g'ira-shiralar kechasi bir-biri bilan qo'shilib ketmaydi?

56. Qanday geografik kenglamadan boshlab oq tunlar boshlanadi, ya'ni grajdanlik g'ira-shiralar tugamaydi?

57. Biri 5^h12^m va ikkinchisi 5^h32^m yulduz vaqtlarida kulminatsiyalangan ikkita yulduzning og'ish aylanalari orasidagi burchakni graduslarda aniqlang.

58. Yulduz vaqti 7^h35^m ga teng bo'lganda ikkita yulduz Moskvada ($\varphi=55^{\circ}45'$) zenitdan biri janubda, ikkinchisi esa shimolda $z=40^{\circ}$ zenit masofada kulminatsiyalanishlari uchun ularning α va δ lari qanday bo'lishi kerak?

59. Saratovda ($\varphi=51^{\circ}32'0''$) yulduz vaqti $13^h34^m54^s$ ga teng bo'lganda Arkturning ($\alpha=14^h11^m58^s$, $\delta=+19^{\circ}36'6''$) zenit masofasi va azimutini hisoblang.

60. Agarda samo hamma vaqt bulutlar bilan qoplangan bo'lsa, biz vaqtni qanday o'lchagan (aniqlagan) bo'lar edik?

61. Agar Yer o'zining haqiqiy harakat yo'nalishiga teskari yo'nalishda aylanganida quyosh va yulduz vaqtlari orasidagi munosabat qanday bo'lar edi?

62. Moskvadan telegraf orqali mahalliy yulduz vaqti bilan $9^h8^m32^s$ da Gor'kiyga signal jo'natildi. Gor'kiyda ushbu signal mahalliy yulduz vaqti bilan $9^h34^m16^s$ da qabul qilindi. Bu shaharlar uzunlamalarining farqi graduslarda nimaga teng?

63. Biror bir shahar eniga 20 km. Agar uning geografik kenglamasi $55^{\circ}45'$ bo'lsa, uning sharqiy chekkasida haqiqiy tush vaqti g'arbiy chekkasiga nisbatan qanchaga ilgari kirib keladi?

64. Soat jurnalida radiosignallar yordamida aniqlangan aniq vaqt tuzatmalari yozilgan: 9 sentyabr soat 6^h da -2^m14^s , 10 sentyabr soat 6^h da -2^m21^s , 14 sentyabr soat 6^h da -2^m49^s . 12 va 16 sentyabr soat 6^h hamda 12 sentyabr soat 18^h uchun soat tuzatmasi topilsin.

65. Moskvada aniq yuruvchi sekund mayatnikli soat ekvatorida qancha minut va sekund orqada (yoki oldinda) bo'lardi? Moskvada erkin tushush tezlanishi $g=9,8156 \text{ m/sek}^2$, ekvatorida esa $g_0=9,7810 \text{ m/sek}^2$.

66. Yulduz sutkasining uzunligi o'rtacha quyosh vaqtida qanday ifodalanadi?

67. $5^h32^m15^s,43$ yulduz vaqti intervalini o'rtacha quyosh vaqti intervaliga aylantiring.

68. $2^h23^m24^s,92$ o'rtacha quyosh vaqti intervalini yulduz vaqti intervaliga aylantiring.

69. Xarkovda ($\lambda=2^h24^m56^s$, II poyas) $18^h24^m30^s$ mahalliy o'rtacha vaqt uchun poyas vaqti topilsin.

70. Geografik xarita yordamida o'zingiz joylashgan shahar qaysi poyasda joylashganini aniqlang. Grinвичda bugun tush payti bo'lganda sizning soatingiz poyas vaqti, o'rtacha vaqt va haqiqiy quyosh vaqti bilan nechani ko'rsatishi kerak?

71. 26 sentyabr kuni Quyosh geografik uzunlamasi $\lambda=2^h30^m$ bo'lgan joyda o'rtacha mahalliy vaqt bilan ertalab soat 5^h51^m da chiqadi, kechqurun esa soat 5^h51^m da botadi. Shu kuni vaqt tenglamasi nimaga teng?

72. Agarda 7 noyabr kuni vaqt tenglamasi -16^m ga teng bo'lsa, shu kuni Quyoshning to'g'ri chiqishi taxminan nimaga teng?

73. s – yulduz vaqti, α - to'g'ri chiqish, η - vaqt tenglamasi va t – tush paytidan hisoblangan o'rtacha vaqt bo'lsa, u holda ixtiyoriy joy uchun quyidagi tenglik o'rinli bo'lishini isbotlang:

$$s - \alpha + \eta - t = 0.$$

74. Ko'rsatkichning soyasi tush chizig'i bilan kunduzi soat 1 da, soat 2 da, soat 3 da va h.k., ertalabki soat 11 da, soat 10 da, soat 9 da va h.k. hosil qiladigan burchaklarini aniqlab shahringiz uchun gorizontal va vertikal soatlarning siferblati (soatning raqam yozilgan beti) ni hisoblang.

75. Grigorian taqvimining xatoligi 100, 500 va 1000 yildan keyin qanchaga etadi? Bu vaqt oraliqlarida bahorgi tengkunlik nuqtaning chiqishi qanday o'zgaradi?

76. Har 30 yilida 19 yili 354 va 11 yili 355 sutkadan iborat musulmon oy taqvimining xatoligi nimaga teng?

77. Yer – bosiqqligi $1/300$ bo'lgan sferoid. A) Yer qutbidagi mayatnikli soatlar bir sutka davomida Yer ekvatoridagiga nisbatan qanchaga oldinga ketishini aniqlang. B) Soatlar ekvator va qutblarda bir xil yurishi uchun ularning uzunlamalari qanday bo'lishi kerak?

V. QUYOSH TIZIMI JISMLARI HARAKATI

Sayyoralar Quyosh ($\odot$) atrofida elliptik orbita bo'yicha harakatlanadilar. Merkuriy (☿), Venera (♀) orbitalari Yer (♁) orbitasi ichida yotadi, shuning uchun ular *quyi* sayyoralar deyiladi. Qolgan sayyoralar: Mars (♂), Yupiter (♃), Saturn (♄), Uran (♅), Neptun (♆) – Yerga nisbatan Quyoshdan uzoqda joylashganliklari uchun *yuqori* sayyoralar deyiladi.

Sayyoralarning Quyosh va Yerga nisbatan o'zaro egallagan turli xil vaziyatlari ularning *konfiguratsiyalari* deyiladi.

Sayyoraning geliosentrik uzunlamasi l – Quyosh-bahorgi tengkunlik nuqta va Quyosh-sayyora yo'nalishlari orasidagi burchakka aytiladi. Yerning geliosentrik uzunlamasi L harfi bilan belgilanadi.



4 va 2 nuqtalar – sharqiy va g'arbiy elongatsiya;

1 va 3 nuqtalar – quyi va yuqori birlashish; IV va II – sharqiy va g'arbiy kvadratura ($\square$);

I nuqta – qarama-qarshi turish (☿);

III nuqta – birlashish (☿).

1 nuqtada: $l-L=0^\circ$;

3 nuqtada: $l-L=180^\circ$;

2 nuqtada: $l-L=90^\circ-\theta$;

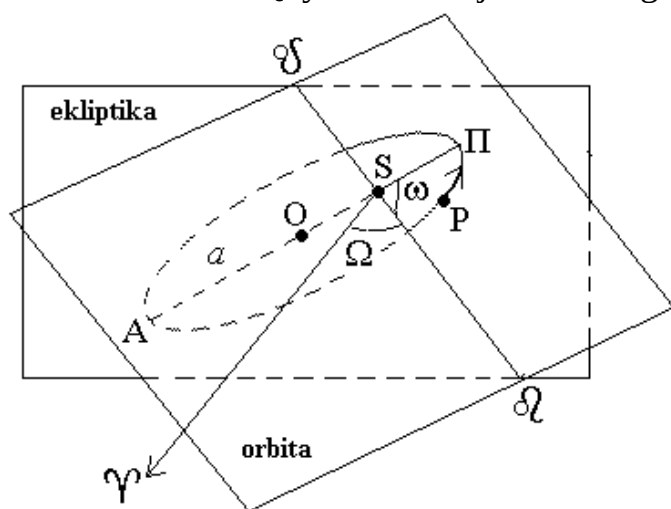
4 nuqtada: $l-L=270^\circ+\theta$;

I nuqtada: $l-L=0^\circ$;

III nuqtada: $l-L=180^\circ$.

θ – Quyoshdan sayyoraning eng katta ko'rinma burchak uzoqligi.

Quyosh tizimi jismlarining orbita elementlari:



1) Ω – chiqish tugunining uzunlamasi;

2) ω – perigeliyning tugunlar chizig'idan burchak masofasi;

$\pi=\omega+\Omega$ – perigeliyning uzunlamasi;

3) a – katta yarim o'q;

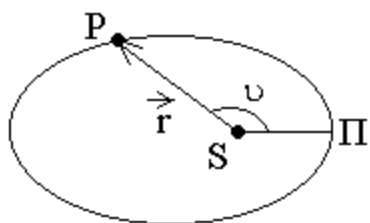
4) T – aylanish davri;

5) t_0 – perigeliydan o'tish momenti;

6) e – eksentrisitet;

7) i – og'ish

$q=|SP|=a(1-e)$ – perigeliy masofasi; $Q=|AS|=a(1+e)$ – afeliy masofasi.



v - haqiqiy anomaliya;

$\rightarrow$

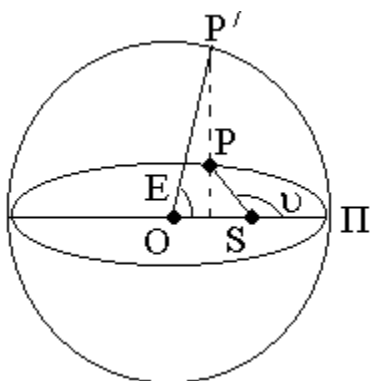
r - radius-vektor.

$$\begin{cases} r = a(1 - e \cos E) \\ \operatorname{tg} \frac{v}{2} = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \operatorname{tg} \frac{E}{2} \end{cases} \quad (4)$$

E – ekstsentristik anomaliya, u Kepler tenglamasidan topiladi:

$$M = E - e \sin E, \quad (5)$$

bu erda $M = n(t - t_0)$ – o'rtacha anomaliya; $n = 2\pi/T$ – orbita bo'ylab o'rtacha sutkalik harakat.



Parabolik orbitalar uchun $e=1$, $a=\infty$;

$$\begin{cases} r = q \sec^2 \frac{v}{2} \\ \operatorname{tg} \frac{v}{2} + \frac{1}{3} \operatorname{tg} \frac{3v}{2} = \frac{k}{\sqrt{2} q^{3/1}} (t - t_0) \end{cases}$$

q – parabola uchidan Quyosh joylashgan fokusgacha masofa; k – gauss doimiysi ($k=0,0172$); v $M=q^{-3/2}(t-t_0)$ funksiya kattaligida (yoki $\lg M$ funksiyada) maxsus jadvallar orqali topiladi.

Ushbu bobning ko'p masalalarini yechish quyidagilardan foydalanishga asoslanadi:

- 1) sayyoralarning yulduziy T va sinodik S aylanish davrlari hamda Yerning yillarda yoki sutkalarda berilgan aylanish davri orasidagi munosabatni ifodalovchi sinodik harakat tenglamalari,

a) tashqi sayyoralar uchun

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{Yer}} - \frac{1}{T} \quad (6)$$

b) ichki sayyoralar uchun

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{Yer}} \quad (7)$$

- 2) sayyoraning yulduziy T aylanish davri va orbitasi katta yarim o'qi a ni bog'lovchi Keplerning uchinchi qonuni:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \quad (8)$$

19 - namuna. Quyosh atrofida aylanuvchi kichik sayyoraning aylanish davri 8 yilga teng bo'lsa, uning Quyoshdan o'rtacha uzoqligi qancha?

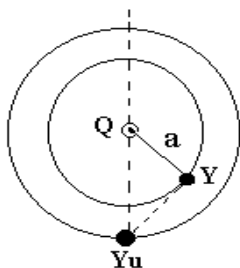
$T_{k.s.} = 8 \text{ yil}$ $a_{k.s.} = ?$	<i>Yechimi:</i> Kichik sayyoraning harakatini Yerniki bilan solishtirib, formulani qo'llagan holda quyidagini topamiz: $\frac{T_{Yer}^2}{T_{k.s.}^2} = \frac{a_{Yer}^3}{a_{k.s.}^3}$ Yerning aylanish davrini 1 yil, katta yarim o'qini 1 a.b. deb olamiz. U holda $\frac{1}{T_{k.s.}^2} = \frac{1}{a_{k.s.}^3}$ Bundan $a_{k.s.} = \sqrt[3]{T_{k.s.}^2}$. $a_{k.s.} = 8^{2/3} \text{ a.b.} = 4 \text{ a.b.}$ <i>Javob:</i> 4 a.b.
--	--

20 - namuna. Quyosh atrofida 370 sutka yulduziy davr bilan aylanuvchi sayyoraning sinodik davri nimaga teng bo'lardi?

$T=370 \text{ sutka}$ $S=?$	<i>Yechimi:</i> (6) formulani qo'llaymiz: $\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{Yer}} - \frac{1}{T}$, bu yerda Yerning aylanish davrini $T_{Yer} = 365 \text{ sutka}$ deb qabul qilamiz. U holda $S = 266770 \text{ sutka} = 73,8 \text{ yil}$ <i>Javob:</i> taxminan 74 yil.
--------------------------------	---

21 - namuna. Quyoshdan Yupitergacha masofa 5,2 a.b. Yupiterdan ertalabki va kechqurungi yoritqich sifatida kuzatilayotgan Yerning elongasiyasi x (graduslarda) qanday?

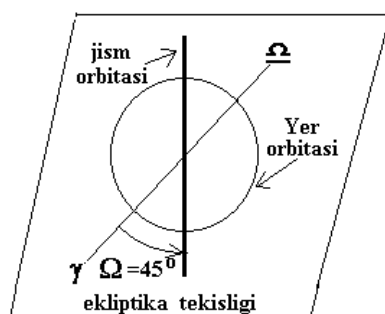
$a_{Yu} = 5,2 \text{ a.b.}$ $x = ?$	<i>Yechimi:</i> Rasm chizamiz. Burchak $YuYQ = 90^\circ$. $QY = a = 1 \text{ a.b.}$, $YuQ = a_{Yu} = 5 \text{ a.b.}$ $\sin x = a / a_{Yu} = 0,192307$ $x = 11^\circ,08$. <i>Javob:</i> $x = 11^\circ,08$
--	--



22 - namuna. $a=1,5$ a.b., $i=90^0$, $\Omega=45^0$, $e=0$ elementlarga ega bo'lgan osmon jismi orbitasining ekliptika tekisligiga proeksiyasini chizing.

$a=1,5$ a.b.
 $i=90^0$
 $\Omega=45^0$
 $e=0$

Yechimi:



$a_{Yer}=1$. $i=90^0$ bo'lgani uchun, osmon jismining orbitasi ekliptikaga perpendikulyardir. $\Omega=45^0$ bo'lgani uchun jism va Yer orbita tekisliklari bahorgi tengkunlik nuqta yo'nalishidan soat mili yo'nalishiga teskari 45^0 ga siljigan bo'ladi.

Jism orbitasi katta yarim o'qi Yer orbitasi yarim o'qidan 1,5 marta katta. Natija rasmda tasvirlangan.

23 - namuna. Kometa orbitasi quyidagi elementlarga ega: katta yarim o'qi $a=4$ a.b., ekstsentrishiteti $e=0,66144$. Kometaning perigeliyidan o'tganidan so'ng bir yildan keyin haqiqiy anomaliyasi va radius-vektori nimaga tengligini aniqlang.

$a=4$ a.b.
 $e=0,66144$
 $t=1$ yil
 $v=?$
 $r=?$

Yechimi:

(4) va (5) formulalardan foydalanamiz.

$t-t_0=1$ yil bo'lgani va $n = 2\pi/T = 2\pi/\sqrt{a^3} = 45^0$ bo'lganidan $M=45^0$ bo'ladi. Ketma-ket yaqinlashishdan ekstsentrik anomaliyani aniqlaymiz $E=82^034',8$. Keyin $v=125^035',6$ va $r=3,6483$ a.b. ekanligini topamiz.

Javob: $v=125^035',6$; $r=3,6483$ a.b.

Eslatma: $\sin E$ – radianlarda bo'lganidan, graduslarda ifodalash uchun $57^0,2958$ ga ko'paytirish kerak (radiandagi graduslar soni).

24 - namuna. 1882II kometasining aylanish davri $T=770$ yilga va perigeliy masofasi $0,0078$ a.b. ga teng. Uning: 1) katta yarim o'qi, 2) ekstsentrishiteti, 3) perigeliydagi tezligi, 4) afeliydagi tezligini aniqlang.

$T=770$ yil
 $r_{II}=0,0078$ a.b.
 $a=?$ $e=?$ $v_p=?$
 $v_A=?$

Yechimi:

Perigeliyda $E=0$, bundan, $r_{II} = a(1 - e)$.

Keplerning III qonunidan a ni topamiz $a = \sqrt[3]{T^2} = 84,009$ a.b. Unda $e=(-r_p+a)/a=0,999907$ bo'ladi.

$$v_{II}^2 = v_{ayl}^2 \left(\frac{1+e}{1-e} \right); \quad v_{II} = 476,5 \text{ km/s};$$

$$v_A^2 = v_{ayl}^2 \left(\frac{1-e}{1+e} \right); \quad v_A = 22,16 \text{ m/s};$$

bu yerda $v_{aylan}^2 = GM_Q / a$.

Javobi: $a=84$ a.b.; $e=0,999907$; $v_A=22,16$ m/s; $v_{II} = 476,5$ km/s;

Mustaqil yechish uchun misol va masalalar

78. Uzbekistaniya asteroidining katta yarim o'qi 3,20 a.b., eksentrisiteti 0,063. Uning perigeliy, afeliy masofalari hamda aylanish davri topilsin.

79. Merkuriy kechqurun sharq tomonda ko'rinishi mumkinmi?

80. 19 may kuni Mars qarama-qarshi turish nuqtasida bo'lgan. U qaysi yulduz turkumida ko'ringan?

81. Kuzatuvchi qandaydir sayyoraning har 665,25 sutkada qarama-qarshi turish nuqtasida bo'lishini aniqlagan. Quyosh va sayyora orasidagi masofa astronomik birliklarda nimaga teng?

82. Fobosning aylanish davri 7^h40^m ekanini, Marsning o'z o'qi atrofida aylanish davri 24^h37^m ekanini bilgan holda, Fobos bir mars sutkasida necha marta va Mars gorizontining qaysi qismida chiqishini toping.

83. Perigeliy masofasi Yerdan Quyoshgacha masofaga, afeliy masofasi Marsdan Quyoshgacha bo'lgan masofaga teng bo'lgan orbita bo'ylab harakatlanayotgan sayyoralararo kemada Yerdan Marsgacha qancha vaqt uchish kerak?

84. Agarda Yerdan Oygacha va Marsgacha bo'lgan masofalarni ma'lum desak, o'rtacha qarama-qarshi turish paytida Marsda turgan kuzatuvchi uchun Oy Yerdan qancha burchakka siljishi mumkin?

85. Yerning 1 yanvar kunidagi geliotsentrik uzunlamasi 100^0 , Marsniki esa $172^049'$. Samoda shu yili 1 maydagi va ikki yildan keyingi 1 maydagi Marsning ko'rinma vaziyatini aniqlang.

86. Jism Quyosh sirtidan uchib chiqib ketishi uchun uning tezligi qanday bo'lishi kerak? Jism Quyoshni uning sirti bo'ylab aylanib uchib o'tishi uchun qanday tezlikga ega bo'lishi kerak?

87. Quyoshdan qaraganda bir sutkada Yer Marsdan qancha burchak uzoqlikka uzoqlashib ketadi (bu sayyoralarning yulduziy aylanish davrlari mos holda 365,25 va 687 sutkaga teng)?

88. Marsda turgan kosmonavtlar uchun Yer Veneraga o'xshab goh tonggi va goh kechqurungi yoritqich bo'lib ko'rinadi. Marsdagi kosmonavt uchun Yer qancha vaqt oralig'ida ertalabki yulduz sifatida ko'rinishi mumkin?

89. Yer va Marsning orbitalari - ellipslar; Marsning orbitasi sezilarli cho'zilgan. Shuning uchun Marsning qarama-qarshi turishi har xil masofalarda

yuz beradi. Qarama-qarshi turish orbitalar eng yaqinlashgan paytda yuz berganda Marsgacha masofa (55 mln. km) eng uzoq qarama-qarshi turishga nisbatan ikki marta kichik bo'ladi, ana shu paytda Marsni teleskopda kuzatish eng qulaydir. Agar Marsning Quyosh atrofida aylanish davri 1,88 yilga teng bo'lsa, "buyuk qarama-qarshi turishlar" deb nomlangan bunday qulay fursatlar qanchalik tez takrorlanib turadi? *Ko'rsatma*: uzluksiz kasr xususiyatlaridan foydalaning.

90. Sayyoralarining Yergacha masofalari o'zgarish tezligi eng katta va eng kichik bo'lgan nuqtalarni toping.

91. Saturnning ichki yo'ldoshi – Mimasning aylanish davri - 23^h , oltinchi yo'ldoshi – Titanniki esa 15^h23^m . Ularning Saturndan o'rtacha masofalari nisbati qanday?

92. Agar sayyoraning yulduziy aylanish davri cheksizlikga intilsa, uning sinodik davri qanday cheklikga intiladi?

93. Sayyoralar orbitalarini doiraviy deb hisoblab, Yer va sayyora orbitalari radiuslari mos ravishda 1 va a deb qabul qilinganda hamda Yer va sayyora radius-vektorlari Quyoshdagi burchak φ orqali (bu burchak Yer va sayyoraning geliosentrik uzunlamalari ayirmasidir) ular orasidagi masofa aniqlansin.

94. Orbitani aylana deb hisoblab, Quyoshdan sayyoragacha masofasi a va ular o'rtacha burchak tezliklar ω orasidagi munosabatni aniqlang.

95. Orbitani aylana deb hisoblab, sayyora harakatining o'rtacha chiziqli tezligi v va Quyoshdan o'rtacha masofa a orasidagi munosabatni aniqlang.

96. Jyul Vern o'zining "Gektor Sarvadak" romanida u o'ylab topgan "Galliya" kometasi haqida bayon etadi va uning Quyosh atrofida aylanish davri ikki yil ekani, afeliy masofasi esa 820 mln. km ni tashkil qilishini ma'lum qiladi. Keplerning uchinchi qonuni yordamida Jyul Vern haqligi tekshirilsin, ya'ni, bunday kometa mavjud bo'lishi mumkinmi?

97. Chizmada Yer orbitasini va ekliptikaga proyeksiyalangan hamda elementlari $i=0^0$, $\pi=45^0$, $e=0,5$, $a=1,5$ bo'lgan osmon jismni tasvirlang. Bu yerda π - Quyoshdan bahorgi tengkunlik nuqtaga hamda Quyoshdan perigeliy tomon yo'nalishlari orasidagi burchak.

98. Kichik sayyoraning perigeliy nuqtasidan 22,5 sutka o'tgandan keyingi eksentrik anomaliyasi E ni hisoblang. Orbita elementlari: $e=0,02947$ va o'rtacha sutkalik harakati $n=14',678$.

99. Kometaning aylanish davri $P=2$ yil, eksentrisiteti $e=0,66144$ ga teng. U perigeliy nuqtasidan 1 yil o'tgandan keyingi radius-vektori r va haqiqiy anomaliyasi v ni aniqlang.

100. Veneraning Quyosh diskidan o'tish vaqtini baholang. Shimoliy yarim sharning o'rta kenglamalarida turgan kuzatuvchi uchun u disk bo'ylab qaysi tomonga siljiydi – o'ngdan chapgami yoki chapdan o'nggami?

VI. TORTISHISH. OSMON JISMLARI MASSALARI

Tortishish masalalari butun olam tortishish qonunini

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

va jism massalarini o'z ichiga oluvchi Keplerning umumlashgan 3-qonunini qo'llash bilan bog'liqdir:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} \cdot \frac{M_1 + m_1}{M_2 + m_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}.$$

25 - namuna. Quyoshning Yerga beradigan tezlanishi kattami yoki Oyning Yerga beradigan tezlanishimi? Necha marta?

Yechimi:

Butun olam tortishish qonunidan, Quyosh va Oyning ta'sir kuchlarini shu jismlar og'irlik kuchiga tenglashtiramiz:

$$F_{YerQ} = G \frac{m_{Yer} m_Q}{r_{YerQ}^2} = m_Q g_Q; \quad F_{YerOy} = G \frac{m_{Yer} m_{Oy}}{r_{YerOy}^2} = m_{Oy} g_{Oy};$$

$$\frac{g_Q}{g_{Oy}} = \frac{G m_{Yer} r_{YerOy}^2}{r_{YerQ}^2 G m_{Yer}} = \frac{r_{YerOy}^2}{r_{YerQ}^2} = 6,61 \cdot 10^{-6} \approx \frac{1}{150000};$$

Javob: Oy tomonidan berilgan tezlanish taxminan 150 ming marta katta.

26 - namuna. Agar Yer aylanishining burchak tezligi sutkasiga 1^0 ni tashkil qilsa, Quyosh massasini toping. Yerdan Quyoshgacha bo'lgan masofani $R=1,49 \cdot 10^8$ km deb hisoblang.

$$\begin{array}{l} \omega = 1^0/\text{sut} \\ R = 1,49 \cdot 10^8 \text{ km.} \\ m_Q = ? \end{array}$$

Yechimi:

$$G \frac{m_{Yer} m_Q}{R^2} = m_{Yer} \frac{v^2}{R}; \quad v = \omega R;$$

$$\text{Demak,} \quad m_Q = \frac{\omega^2 R^3}{G} = 1,4 \cdot 10^{30} \text{ kg.}$$

Javob: $1,4 \cdot 10^{30}$ kg.

27 - namuna. Fobosning harakatidan ($a=9300$ km, $T=0,32$ sutka) Marsning massasini Yer massasi birliklarida aniqlang. Oyning mos kattaligi $a_{Oy}=384000$ km, $T_{Oy}=27,3$ sutka.

$$a_F = 9300 \text{ km}$$

$$T_F = 0,32 \text{ sut}$$

$$a_{Oy} = 384000 \text{ km}$$

$$T_{Oy} = 27,3 \text{ sut}$$

$$\frac{M_M}{M_{Yer}} = ?$$

Yechimi:

$$\frac{T_F^2}{T_{Oy}^2} \cdot \frac{M_M + m_F}{M_{Yer} + m_{Oy}} = \frac{a_F^3}{a_{Oy}^3}. \quad \text{Agarda, Fobosning massasi}$$

Marsning massasidan va Oyning massasi Yerning massasidan juda kichik deb qabul qilsak, u holda:

$$\frac{T_F^2}{T_{Oy}^2} \cdot \frac{M_M}{M_{Yer}} = \frac{a_F^3}{a_{Oy}^3}; \quad \frac{M_M}{M_{Yer}} \approx \frac{1}{9,67}$$

$$\text{Javob: } \frac{M_M}{M_{Yer}} \approx 0,1$$

28 - namuna. Agar kosmik kema perigeyda dengiz sathidan 227 km balandlikda uchib o'tib, orbita katta yarim o'qi 13900 km ni tashkil etgan bo'lsa, uning perigey va apogeydagi chiziqli tezliklarini toping.

$$R_{\Pi} = 227 \text{ km}$$

$$R_{Yer} = 6371 \text{ km}$$

$$a = 13900 \text{ km}$$

$$v_{\Pi} = ?$$

$$v_A = ?$$

Yechimi:

$$v_{\Pi}^2 = v_{ayl}^2 \left(\frac{1+e}{1-e} \right); \quad v_A^2 = v_{ayl}^2 \left(\frac{1-e}{1+e} \right);$$

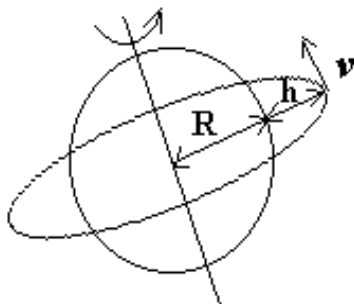
bu yerda $v_{ayl}^2 = GM_Q/a$, eksentrisitetini esa quyidagi formuladan topamiz:

$$e = \frac{a - (r_{\Pi} + R_{Yer})}{a}.$$

Unda $v_{\Pi} = \text{km/sek}$; $v_A = \text{km/sek}$

$$\text{Javob: } v_P = \text{km/sek}; \quad v_A = \text{km/sek}$$

29 - namuna. Xalqaro televizion aloqa uchun hamma vaqt Yerning biror bir nuqtasida "osilib" turuvchi yo'ldosh zarur. Uni sharq tomonda – Yerning aylanish yo'nalishida uchirish kerak. Uni qanday balandlikda uchirish kerak?



Yechimi:

Yo'ldoshning tezligi Yerning aylanish tezligiga teng bo'lishi kerak.

$$v = \sqrt{g \frac{R^2}{R+h}} = \omega(R+h). \quad \text{Bu yerda } \omega = 2\pi/24^h \quad -$$

Yerning burchak aylanish tezligi.

Hisoblashdan keyin: $h = 36000 \text{ km}$.

$$\text{Javob: } h = 36000 \text{ km}.$$

Mustaqil yechish uchun misol va masalalar

101. Galley kometasi 1910 yilda o'z perigeliy masofasi (0.587 a.b.) dan 54.52 km/sek tezlik bilan, Ikeyi-Seki kometasi esa 1965 yilda o'z perigeliy masofasi (0.0083 a.b.) dan 480 km/sek tezlik bilan o'tdi. Bu kometalar qanday orbita bo'ylab harakatlangan va ular Quyoshga qachon yaqinlashadilar?

102. Yer va Oy massalarining nisbati 81:1 ga, ular radiuslarining nisbati esa 1:0,27 ga teng. Oydagi erkin tushish tezlanishi nimaga teng?

103. Oy sirti uchun ikkinchi kosmik tezlikni Yer uchun mos kattaliklarni solishtirish orqali aniqlang.

104. Quyoshga qulab tushayotgan Pluton qancha vaqtda unga etib olardi?

105. Uranning massasini Yer massasi birliklarida Oyniing Yer atrofidagi harakatini Titaniyaning Uran atrofidagi harakatiga solishtirish orqali aniqlang. Titaniyaning aylanish davri 8^d17^h , uning Urandan uzoqligi esa 438 ming km.

106. Agarda Quyoshning massasi ikki marta katta bo'lsa, Yer 1 a.b. masofada Quyosh atrofida qanday davr bilan aylangan bo'lar edi?

107. Kepler qonuniga bo'ysinuvchi Yer sun'iy yoldoshining aylanish davri 81 minutga teng bo'lishi mumkinmi?

108. Kosmonavt V.V.Tereshkova Berlin ustidan kosmik kemada 170 km balandlikda uchib o'tgan. U bir vaqtning o'zida Berlindan 2200 km uzoqlikda joylashgan Moskvani ko'rishi mumkinmi?

109. Balandligi 271 km bo'lgan qutbiy doiraviy orbita bo'ylab uchayotgan kosmik kema start hududida qo'nishi uchun Yer atrofida necha marta aylanishi lozim bo'ladi?

110. 1971 yil may oyida Marsga uchirilgan "Mapc-2" va "Mapc-3" sayyoralararo stansiyalar uchishning 192 va 188 sutkasidan so'ng unga etib oldilar va Yerdan berilgan buyrug'iga binoan, Marsning sun'iy yo'ldoshlariga aylandilar. Ularning uchish davomiyligi Yer bilan Mars qarama-qarshi joylashganda mos keluvchi o'rtacha masofaga teng yarim elliptik orbita bo'ylab harakatlanganiga nisbatan qanchaga katta?

111. Ixtiyoriy osmon jismini o'zining markaziy yoritqichi ustiga qulab tushish vaqti t ni (sutkalarda) ifodalovchi formulani chiqaring, bunda bu tushishni kometaning orbitasini katta yarim o'qi jismlar orasidagi boshlang'ich masofa a ga teng juda cho'zinchoq ellips bo'ylab harakatlanishiga qiyoslang.

112. Agar Quyoshning massasi ikki marta kamaysa, Quyosh 29,76 km/sek tezlik bilan aylanayotgan Yerni o'z orbitasida ushlab tura oladimi?

113. Yupiterning ekvatorial radiusi $R=71300$ km, uning markazidan to'rtinchi yo'ldoshigacha bo'lgan masofa nR ($n=26,4$), yo'ldoshning aylanish davri 16,69 sutkani tashkil etadi. Bulardan foydalanib, Yupiter sirtida erkin tushish tezlanishini toping.

114. Neptunning diametrini, hajmini, zichligini va sirtidagi erkin tushish tezlanishini toping. Neptunning ko'rinma o'rtacha diametri $2''{,}3$, massasi 17,2

Yer massasi, Quyosh parallaksi $8'',80$, Quyoshdan Neptungacha bo'lgan o'rtacha masofa $30,1$ a.b.

115. Biror bir jism Quyoshdan $0,7184$ a.b. masofada joylashgan, Quyoshga nisbatan $33,2$ km/sek tezlikka ega. Ushbu jism tavsiflagan konik kesimning ko'rinishini aniqlang. Ushbu jism nimaligini bilasizmi?

116. Quyoshdan 1 a.b. masofada bo'lgan, tezligi aylanma harakat tezligidan 10 marta kichik bo'lgan faraziy kometaning katta yarim o'qi, aylanish davri, eksentrisiteti va perigeliy masofasini aniqlang.

117. Katta yarim o'qi a ga teng ellips bo'ylab eng katta va eng kichik chiziqliy harakatlanish o'rtacha geometrik tezliklari a radiusga ega doira bo'ylab harakatlanish tezligiga tengligini isbotlang. Jism shunday tezlikga orbitaning qaysi nuqtasida ega bo'ladi?

118. Quyosh va Yerning tortishish kuchlari teng bo'lgan nuqtalarning geometrik o'rni radiusi $\frac{R\sqrt{Mm}}{M-m}$ ga teng sfera ekanligi va bu sfera markazi Quyosh va Yerni birlashtirib turuvchi to'g'ri chiziqda Quyoshga qarshi tomonda, Yer markazidan $\frac{mR}{M-m}$ masofada yotishini isbotlang, bu yerda M va m – Quyosh va Yer massalari, R esa – Yerdan Quyoshgacha bo'lgan masofa. Yuqorida ko'rsatilgan ikkala kattalikni kilometrlarda ifodalang.

119. Oygacha uchishda yonilg'i eng kam sarflanadigan orbita turi va davomiyligini aniqlang.

120. Bo'yi $1,6$ metr bo'lgan odam uchun Oy tekisligida gorizontning uzoqligi qanday bo'ladi? Marsdachi?

121. Sayyoraning massasi va o'rtacha zichligini kosmik kemaning qanday tezlik va qancha vaqtda sayyorani aylana bo'ylab aylanib chiqishini bilgan holda aniqlash mumkin. Agar kosmik kemaning tezligi 9 km/sek, aylanish vaqti 2 soat va sayyora sirt yuzasidan 100 km balandlikda bo'lsa, yuqoridagi kattaliklarni hisoblang.

122. $11,2$ km/sek bo'lgan boshlang'ich tezlikni olgan raketa Yerni abadiy tark etib, sayyoraga, ya'ni, Yerga bog'lanmagan Quyosh yo'ldoshiga aylanadi. Quyosh sistemasidan uchib chiqib ketish uchun esa, u Yerga nisbatan yana qo'shimcha $12,3$ km/sek tezlikni olishi kerak. Biroq, bunday natijaga erishish uchun unga Yer sirtining o'zidayoq qanday tezlik berilishi lozim bo'ladi?

123. Qaysi biri katta: vodorod atomidagi elektronni protonga tortishish Kulon kuchimi yoki ochiq kosmosda qo'l berib ko'rishayotgan ikkita kosmonavtning tortishish nyuton kuchimi?

124. Agarda Quyoshning massasi bir onda ikki marta kamayib ketsa, Quyosh tizimi nima bo'lar edi?

125. Agarda Quyoshning massasi to'satdan ikki marta ortib ketsa, Yerning orbitasi qanday o'zgarar edi?

126. Kometaning perigeliydagi tezligi afeliydagi tezligidan uch marta katta. Uning orbita eksentrisiteti nimaga teng?

127. Quyoshdan 1 a.b. masofada radius-vektoriga perpendikulyar yo'nalgan va qiymati jihatidan Yer tezligidan o'n marta kichik tezlikka ega kometaning katta yarim o'qi, aylanish davri, eksentrisiteti va perigeliy masofasini aniqlang.

128. Kosmik kema neytron yulduzni tadqiq qilmoqda. Yulduzdan taxminan qanday masofada uning tortishish kuchlari kosmonavt sog'ligiga putur yetkazmagan bo'ladi?

129. Yer va Quyosh tortishish kuchlari teng bo'lgan sirt Quyoshga nisbatan Yerning tortishish sferasi deyiladi. Tortishish sferasi haqiqatdan ham sfera bo'ladimi? Yerning qanday massasida tortishish sferasi tekislikka aylanishi mumkin?

VII. OY. TUTILISHLAR. SAYYORALAR

Oyning Yer atrofida aylanish davri (*siderik oy*) o'rtacha 27,32 sutkaga teng. Oyning bir xil nomli fazalarida bo'lishi uchun ketgan vaqt (*sinodik oy*) o'rtacha 29,53 sutkaga teng. Oy orbita tekisligi ekliptika tekisligini $5^{\circ}8'$ burchak ostida kesib o'tadi. Oyning o'z o'qi atrofida aylanish davri Yer atrofida aylanish davriga teng. Apsidlar chizig'i fazoda Oy orbita tekisligida sharqqa qarab taxminan 9 yilda bir marta to'la aylanib chiqadi. Oy orbitasi tugunlari chizig'i ekliptika tekisligida g'arb tomon $18 \frac{2}{3}$ yil davri bilan aylanadi. Oyning bitta tugundan takroran o'tish vaqt oralig'i ajdar (drakonik) oyi deb nomlanadi, u 27,21 sutkaga teng. Tutilishlar takrorlanishi ana shu davrga bog'liq. *Librasiya* (Oyning orbitasidagi notekis harakati, uning o'z o'qi atrofidagi notekis aylanishi, o'qning orbitaga og'maligi, orbitaning ekliptikaga og'maligi, parallaks va boshqalar) Oyning qarama-qarshi (orqa) tomonining 10 foizini ko'rishga imkoniyat beradi. Bundan tashqari, anomalistik va tropik oylar ham mavjud.

Oy tutilishi faqatgina to'linoy vaqtida, Oy orbita tugunlari yaqinidan o'tayotganda (ekliptika tekisligi yaqinida) bo'lishi mumkin. Quyosh tutilishi xuddi yuqoridagi shartda yangi oy vaqtida bo'lishi mumkin. Bu shartlar bir yilda 2 yilda, yani taxminan har yarim yilda (10 kunga qisqaroq) takrorlanadi. Bir yilda hammasi bo'lib 2 dan 7 tagacha tutilish bo'lishi mumkin. Quyosh tutilishi to'la, qisman va xalqa ko'rinishida yuz berishi mumkin. Har 18 yil 11 (yoki 10) kunda Quyosh, Yer va shu bilan birga Oyning o'zaro joylashishi takrorlanadi va tutilishlar xarakteri ham takrorlanadi. Bu davr *saros* deb yuritiladi. Bir saros davomida 70 ta Quyosh va Oy tutilishlari yuz beradi.

Oy va sayyoralar tabiatiga doir masalalar tushuntirishga muhtoj emas, chunki ularning yechimlari umumiy ma'lumotlarga va boshqa bo'limlarda ko'rib chiqilgan masalalarga tayanadi. Oyda atmosfera yo'qligini va u Yer atrofida aylanganida har doim Yerga bir tomoni bilan qarab turishini yoddan chiqarmaslik lozim. Zarurat tug'ilganda aniq sonli qiymatlarni "Zarur sonlar" jadvalidan hamda darslikning ohirida berilgan jadvallaridan olinishi mumkin.

30 - namuna. Yerdan Quyoshgacha bo'lgan masofa 1 metrga uzaytirilsa, yilning davomiyligi qanday o'zgaradi? Yerning orbital tezligini o'zgarmas deb hizoblang.

$\Delta a = 1 \text{ m}$ $v = \text{const}$ $v = 30 \text{ km/sek}$ $\Delta T = ?$	<i>Yechimi:</i> $T_1 = \frac{l_1}{v} = \frac{2\pi a_1}{v}, \quad T_2 = \frac{l_2}{v} = \frac{2\pi a_2}{v} = \frac{2\pi(a_1 + \Delta a)}{v},$
---	---

$$T_2 - T_1 = \Delta T = \frac{2\pi(a_1 + \Delta a)}{v} - \frac{2\pi a_1}{v} = \frac{2\pi}{v} \Delta a \approx 1/5000 \text{ s}$$

Javob: $\Delta T = 1/5000$ sek

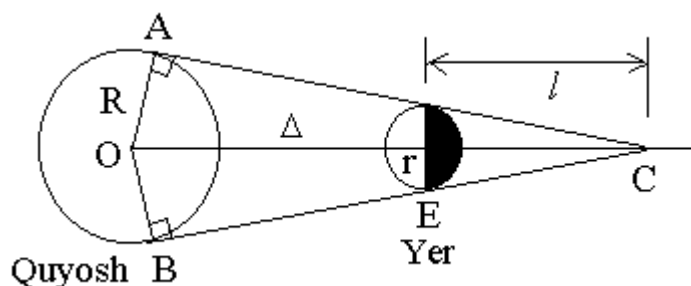
31 - namuna. Ma'lumki, inson ko'zi ajrataolishi mumkin bo'lgan eng kichik narsa $2'$ burchak ostida ko'rinadi. Mars qarama-qarshi turganda uning burchak diametri $25''$ ni tashkil etib, uni 600 marta kattalashtiradigan teleskop orqali kuzatilganda ko'rinadigan eng kichik tafsilotlarning chiziqli o'lchamlari necha kilometr bo'lishi mumkinligini hisoblang.

$\alpha = 2'$	<i>Yechimi:</i>
$W = 600$	Teleskopda ko'rinayotgan Marsning diametri:
$d = 2''$	$D = dW = 600 \cdot 25'' = 15000'' = 250' = 4^{\circ}10'$
$l = ?$	Marsning chiziqli diametri $D_M = 6790 \text{ km}$.
	$l = D_M \cdot \frac{\alpha}{D} = 54,3 \text{ km}$
	Javob: $l = 54,3 \text{ km}$

32 - namuna. Anomalistik oy davomiyligini (Oyning perigeliydan ketma-ket o'tish vaqt oralig'ini) yoki uzunlama bo'yicha libراسiyani Oy orbitasi perigeliyi hamma vaqt sharq tomonga harakat qilishini va u 3232 sutkada (9 yil) to'la aylanib chiqishini bilgan holda hisoblang.

$R = 3232 \text{ sutka}$	<i>Yechimi:</i>
$S = 27,32 \text{ (yul.oyi)}$	$\frac{1}{P} = \frac{1}{S} - \frac{1}{R}, \quad P = 27,55 \text{ sutka}$
$P = ?$	Javob: $P = 27,55 \text{ sutka}$

33 - namuna. Rasmdan foydalanib (bu erda O va E – Quyosh va Yer markazlari) Yer soyasi konusi uzunligi $EC = l$ ni Quyosh radiusi R va Yer radiusi r hamda Yerdan Quyoshgacha masofa $OE = \Delta$ orqali ifodalang. Bu uzunlamani r orqali ifodalang, Quyoshning ko'rinma radiusi S va quyoshning parallaksi p .



138. Uranning aylanish o'qi orbita tekisligida joylashgan deb hisoblab, bu sayyoradagi kun va tun almashinishini va yil fasllari almashinishini tavsiflang. Uranning o'z oqi atrofida aylanish davri $10^h,8$, Quyosh atrofida aylanish davri esa 84 yer yilni tashkil etadi.

139. Faraz qilaylik, Yer va Neptun Quyosh va eng yaqin yulduz orasida taxminan bitta to'g'ri chiziqda joylashgan. Neptundan qaraganda yulduz Yerdan qaragandagiga nisbatan qancha yorug'roq ko'rinar edi?

140. Fobos – Marsning ichki yoldoshi – uning markazidan 2,9 Mars radiusiga teng masofada turibdi. Marsning diametri Oyning diametridan 2 marta katta. Fobosdan qaraganda Marsning burchak diametri Yerdan qaragandagi Oyning burchak diametridan necha marta katta yoki kichik?

141. Qaysi jihatlari bilan hamma sayyoralar bir-biriga o'xshash? Quyoshga yaqin bo'lgan to'rtta sayyora o'zaro bir-biriga qaysi jixatlardan o'xshash, lekin ular to'rtta tashqi sayyoralardan qanday farqli? Tashqi to'rtta sayyora o'zaro bir-biriga qaysi jixatlardan o'xshash, lekin ular ichki to'rtta sayyoralardan qanday farq qiladi?

142. Yer Quyosh diski ustidan o'tayotganda u Yupiterdan kuzatilganda qanday ko'rinma burchak diametriga ega bo'ladi? Quyoshdan Yupitergacha bo'lgan masofa 5,2 a.b., Quyoshning parallaksi $8'',79$.

143. Yuqori birlashish vaqtida va Quyosh diskidan o'tayotgan vaqtda Venera Yerdan qaraganda qanday burchak ostida ko'rinadi? Bu vaqtda Yer Veneradan qaraganda qanday burchak ostida ko'rinadi? Veneradan qaraganda Oy-chi? Quyoshdan Veneragacha masofa 0,72 a.b. Oyning diametri 0,27 Yer diametriga, Veneraning diametri 0,95 Yer diametriga teng, Quyoshning parallaksi $8'',79$.

144. Bir kuni mikrometr yordamida topilgan Yupiterning ko'rinma radiusi $17'',75$ ga teng. Shu kuni hisoblangan sayyoragacha bo'lgan masofa 5,431 a.b. ni tashkil etgan. Quyoshning parallaksi $8'',79$. Yupiterning diametrini yer diametri bilan taqqoslagan holda aniqlang.

145. Marsda turgan kuzatuvchi uchun Yer Quyoshdan qanday eng katta burchak masofaga uzoqlashadi? Neptundagi kuzatuvchi uchun-chi?

146. α Sentavrdagi kuzatuvchiga Yupiter Quyoshdan qanday eng katta burchak masofaga uzoqlashib ko'rinadi?

147. Neptundan qaralganda Quyoshning burchak diametri nimaga teng? Yerdagiga nisbatan Neptunda Quyosh yorug'ligi necha marta zaif (kam) bo'ladi?

148. Berilgan Yerdagi burchakdan hamda Quyoshdan Yer va sayyoragacha berilgan masofalardan yuqori sayyoraning fazasini hisoblab toping. U qachon eng katta bo'ladi hamda Mars, Yupiter va Saturn uchun nimaga teng bo'ladi?

149. 1924 yil buyuk ro'baro' turish vaqtida Marsning ko'rinma yulduz kattaligi $-2,8$ bo'lgan. Uning Quyoshdan uzoqligi $r=207$ mln. km, Yerdan uzoqligi esa $p=56$ mln. km ni tashkil etgan. Eng katta ro'paro' turishda, ya'ni,

masofa Quyoshdan $r'=249$ mln. km, Yerdan esa $\rho'=100$ mln. km bo'lganda Marsning yulduziy kattaligi nimaga teng bo'ladi?

150. Quyoshdan r va Yerdan ρ masofalarda joylashgan tashqi sayyoraning yulduziy kattaligi m ni ifodalovchi formulani chiqaring, bunda o'rtacha ro'baro' turishda, ya'ni, $r_0=a$ va $\rho_0=-1$ (bu yerdagi a – a.b. larda ifodalangan orbitaning katta yarim o'qi) larda sayyoraning ko'rinma yulduziy kattaligi m_0 ga tengligi ma'lum deb hisoblansin.

151. Oyning radiusini bilgan holda, bo'yi 1,7 metr bo'lgan odam uchun oy tekisligida ko'rinma gorizont uzoqligini toping.

152. Oy chetida "yonboshdan" shu chetdan $0'',4$ ga qavarib chiqqan tog' kuzatildi. Oy haqidagi ma'lumotlardan foydalangan holda tog'ning balandligini kilometrda aniqlang.

153. Agarda Oyning ko'rinma yulduz kattaligi $-12^m,5$, Quyoshniki esa $-26^m,7$ ga teng bo'lsa, to'linoy vaqtida Oyning yorug'ligi Quyoshnikidan necha marta farq qiladi?

154. Quyosh nuri tushayotgan nuqtada Oyning harorati nimaga teng?

155. Oyda rasadxona qurilishida issiq tush paytida noshud astronavt Oy sirti ustida yotgan qalin temir tunuka ustiga bir paqir ajoyib o'ta oppoq bo'yoq (albedosi $A=0,99$) to'kib yubordi. Qandaydir vaqtdan so'ng bu tunuka ustida umuman ishlab bo'lmasligi ma'lu m bo'lib qoldi. Nima uchun?

156. Yerdan Oygacha bo'lgan o'rtacha masofa 384000 km, siderik oy 27,3 sutka ekanligini bilgan holda, Oy orbitasini aylana deb hisoblab, uning o'rtacha orbital tezligini hisoblang.

157. Oyning qaysi chekkasida yulduzning Oy bilan to'silishini (ochilishini) kutish kerak?

158. Vodorod molekulasining o'rtacha kvadratik tezligi $v = 485\sqrt{\frac{14,4T}{273}}$

m/sek, bu yerda T -absolyut harorat. Oyda kunduzi harorat Selsiy bo'icha $+120^0$ ga ko'tarilishini, va agar Oy sirtidagi parabolik tezlik 2,4 km/sek ga teng ekanligini bilgan holda bunday sharoytda vodorodning qanchalik ko'p molekulalari Oyni darhol tark etishi mumkinligini toping.

159. Oy orbitasining ekliptikaga og'maligini bilgan holda, Oy og'ishining o'zgarish chegaralarini ko'rsating.

160. Oy orbitasining og'maligini ($5^08'$) bilgan holda, Toshkentda ($\varphi=41^020'$) Oyning gorizontdan ko'tarilishi mumkin bo'lgan maksimal balandligini hisoblang.

161. Kenglama bo'yicha librasiya davrini (drakonik oyni) hisoblang. Nima uchun drakonik oy D yulduz oyi S dan qisqaroq, anomalistik oy esa uzunroq?

162. Nima uchun xalqasimon Oy tutilishi bo'lishi mumkin emas?

163. Oy tutilishlarida ko'rinadigan to'liqsiz fazalari uning fazalaridan qanday belgilari bilan farqlanadi?

164. Oy orbitasi katta yarim o'qi sekin asta kattalashishi aniqlangan. U 10 foizga kattalashganda Yerda to'la Quyosh tutilishi yuz berishi mumkinmi?

165. Quyosh tutilganda Quyosh diskining qaysi chekkasi (sharqiy yoki g'arbiy) birinchi bo'lib Oy bilan tutashadi?

166. Yerning radiusi r bo'lsin, Quyoshniki $R=109r$, bu ikkita osmon jismlari markazlari orasidagi masofa $L=23680r$, Yer markazidan Oygacha bo'lgan masofa $l=60r$. Yer markazidan l masofadagi to'liq Yer soyasi normal kesimining radiusini aniqlang.

VIII. NURLANISH QONUNLARI. YULDUZIY KATTALIKLAR

Asosiy yorug'lik kattaliklari yorug'lik kuchi, oqim, yoritilganlik, ravshanlik, yorqinlik hisoblanadi.

Kirxgof qoninu: jismning yutish qobiliyatiga uning nurlanish qobiliyati nisbati haroratning universal funksiyasidir:

$$a/e = B(\lambda, T).$$

Absolyut qora jism uchun (issiqlik muvozanati holatida bo'lgan) $a=1$, uning nurlanishi esa Plank funksiyasiga bo'ysunadi

$$B(\lambda, T) = \frac{2\pi h \nu^3}{c^2} \cdot \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} \text{ - chastotalarda, yoki}$$

$$B(\lambda, T) = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \text{ - to'liq uzunliklarda.}$$

Oxirgi holatni juda kichik yoki juda katta to'liq uzunliklarda qaraydigan bo'lsak, undan Vinn va Reley-Jins formulalarini olish mumkin. Plank funksiyasini hamma chastotalarda integrallasak, Stefan-Bolsman formulasini olamiz.

Ko'rinma yulduziy kattaligi quyidagi ifoda orqali topiladi:

$$m = -\log_{2,512} H + \text{const}.$$

Yulduziy kattaliklar farqi esa Pogson formulasidan aniqlanadi:

$$m_1 - m_2 = -2,5 \lg \frac{E_1}{E_2}.$$

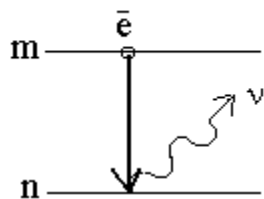
Pikering usulida $a k V l b$ deb yozilganda va bunda $k+l=10$ bo'lganda osmon sferasida bir-biriga yaqin joylashgan hamda yulduziy kattaligi ma'lum bo'lgan yulduzlarga taqqoslash orqali osmon yoritqichining ravshanligini ko'z bilan chamalashga imkon beradi:

$$m_V = m_a + k \frac{m_b - m_a}{10}.$$

34 - namuna. Vodorod atomida elektronning qanday o'tishida spektrning qizil qismida yotadigan H_α ($\lambda=6563 \text{ \AA}$) chizig'i paydo bo'ladi?

$\lambda=6563 \text{ \AA}$ | Yechimi:

m, n = ?



Vodorod atomining m satxdan n satxga o'tishida chiqarayotgan fotonning chastotasi quyidagi formula bilan beriladi:

$$\nu_{nm} = \nu_1 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right),$$

bu yerda $\nu_1 = 3,29 \cdot 10^{15}$ Gs – birinchi satxdan ionlanish chastotasi chegarasi. Chastotadan to'lqin uzunlikka o'tamiz:

$$\lambda_{nm} = \lambda_1 \frac{n^2 m^2}{m^2 - n^2},$$

bu yerda $\lambda_1 = c/\nu_1 = 912 \text{ \AA}$.

Avvalo $n=1$ bo'lsin.

$m=2$ uchun $\lambda_{12} = 1216 \text{ \AA}$, bu L_α chizig'i.

$m>2$ uchun $\lambda_{1m} < 1216 \text{ \AA}$.

Endi $n=2$ deb olamiz. $m=3$ uchun $\lambda_{23} = 6566 \text{ \AA}$ – bu esa biz izlayotgan H_α chizig'ini beradi.

Javob: 3-satxdan 2 satxga o'tishda.

35 - namuna. O'zgaruvchan yulduzning charaqlashi minimumdan maksimumgacha 7 yulduz kattaligiga o'zgargan. Bu yulduzning yorqinligi necha marta ortadi?

$\Delta m = 7^m$

$\frac{L_2}{L_1} = ?$

Yechimi:

m_1, L_1 va m_2, L_2 – mos ravishda yulduzning minimumdagi va maksimumdagi yulduz kattaliklari va yorqinliklari bo'lsin, unda $m_1 - m_2 = 2,5 \lg (L_2/L_1)$. Demak, $L_2/L_1 = 630,9$.

Javob: yorqinlik 630 marta ortadi.

36 - namuna. Agar yulduzgacha bo'lgan masofani 40 foizga kamaytirsak, uning yulduz kattaligi qanday o'zgaradi? 40 foizga uzoqlashtirsak-chi?

$\varepsilon = 0,4$

$\Delta m_1 = ?$

$\Delta m_2 = ?$

Yechimi:

$$\Delta m = m_1 - m_2 = 2,5 \lg (E_2/E_1) = 5 \lg (r_1/r_2) = 5 \lg \frac{r_1}{r_1 \pm \varepsilon r_1},$$

$$m_2 - m_1 = 5 \lg \frac{r_1 \pm \varepsilon r_1}{r_1} = 5 \lg (\pm \varepsilon) = 5 \lg (1 \pm 0,4) = \begin{cases} 0^m,73 \\ -1^m,11 \end{cases}$$

Javob: 1) $1^m,11$ ga yorug'roq bo'ladi; 2) $0^m,73$ ga xiraroq bo'ladi.

37 - namuna. Agarda γ And qo'shaloq yulduzi komponentalarining vizual yulduz kattaliklari 2,28 va 5,08 ga teng bo'lsa, uning natijaviy vizual yulduz kattaligi nimaga teng?

$$\begin{array}{l} m_1=2^m,28 \\ m_2=5^m,08 \\ m_\Sigma=? \end{array}$$

Yechimi:

Yulduz kattaligi uchun ikkita formula yozamiz:

$$m_2 - m_1 = 2,5 \lg \frac{L_1}{L_2} \quad (1)$$

$$m_2 - m_\Sigma = 2,5 \lg \frac{L}{L_2} \quad (2)$$

(qo'shaloq yulduz bo'lganligi uchun ikkala komponenta bir xil masofada joylashgan deb hisoblash mumkin, shu sababli E o'rniga L olamiz).

(2) tenglamani quyidagicha yozamiz:

$$m_2 - m_\Sigma = 2,5 \lg \frac{L_1 + L_2}{L_2} = 2,5 \lg \left(\frac{L_1}{L_2} + 1 \right).$$

$$\frac{L_1}{L_2} \text{ ni (1) tenglamani topamiz: } \frac{L_1}{L_2} = 10^{0,4(m_2 - m_1)}.$$

Nihoyat, $m_\Sigma = 2^m,20$ ekanligini topamiz.

Javob: $m_\Sigma = 2^m,20$

38 - namuna. O'z-o'zidan nurlanuvchi obyektgacha bo'lgan masofa juda kam o'zgarganda ($\frac{\Delta r}{r} \ll 1$) uning ko'rinma yulduz kattaligi $\Delta m = 2,17 \frac{\Delta r}{r}$ miqdorga o'zgarishini ko'rsating.

$$\begin{array}{l} \frac{\Delta r}{r} \ll 1 \\ \Delta m=? \end{array}$$

Yechimi:

$$\Delta m = 5 \lg \frac{r + \Delta r}{r} = \frac{5}{\ln 10} \ln \left(1 + \frac{\Delta r}{r} \right) \approx \frac{5}{\ln 10} \frac{\Delta r}{r} \approx 2,17 \frac{\Delta r}{r}$$

($\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln(1+x)}{x} = 1$ dagi $|x| \ll 1$ da $\ln(1+x) \approx x$ taqribiy tenglikdan foydalanildi).

Mustaqil yechish uchun misol va masalalar

167. O'lchamlari bir xil bo'lgan ikkita yulduzning haroratlari 2 marta farqlanadi. Ularning yoritilganligi, spektrning maksimumiga to'g'ri keladigan to'lqin uzunligi qanday farq qiladi?

168. 8-chi yulduz kattalikdagi yulduz beradigan $1,4 \cdot 10^{-9}$ lyuks yoritilganlikni hosil qilish uchun xalqaro shamni qanday masofaga joylashtirish lozim bo'ladi (havo tomonidan yorug'lik yutilishi hisobga olinmasin)?

169. Nima uchun bitta qorajism fotonining o'rtacha energiyasi $(3/2)kT$ ga teng emas? Uni toping.

170. Plank egri chiziq maksimumidagi qorajismli intensivlik $B_\lambda(T)$ Vin yaqinlashuvidan foydalanilganda juda yaxshi chamalanadi. Nima uchun shunday bo'lishini tushuntiring va xatoligini chamalab ko'ring, Maksimumdan qanchalik uzoqda, ya'ni, $\lambda > \lambda_{\max}$ sohada Vin yaqinlashuvidan foydalanish mumkin bo'ladi? T ortib borishi bilan $B_\lambda(T)$ maksimumda qanday o'sadi?

171. Turli harorat qiymatlariga mos keluvchi to'liq uzunliklar shkalasidagi Plank egri chiziqlari to'plamini olib ko'ring. Ular kesishmasligini, bunda yuqoriroq haroratga mos keladiganlari yuqoriroq joylashishini isbotlang. Nega harorat qanchalik yuqori bo'lsa bu Plank egri chiziqlaridagi maksimumlar shunchalik "uchli" bo'lib boradi? Harorat ortishi bilan chastotalar shkalasidagi Plank egri chiziqlarining shakli qahday o'zgarib boradi?

172. Qorajism intensivligi $B_\lambda(T)$ ni $T=T_0$ atrofidagi haroratga bog'lanishning darajaviy approksimatsiyasini oling.

173. Yulduzlararo vodorod chizig'i $H10_\alpha$ ni (elektronning 11-dan 10-chi satxga o'tishi) Yerdan turib kuzatsa bo'ladimi?

174. Vodorodning rekombinatsion radiochizig'i $H n_\alpha$ ($n \gg 1$) ning to'liq uzunligini chamalab ko'ring.

175. Vodorodning rekombinatsion radiochiziqlari n_α , n_β , n_γ , n_δ chastota bo'yicha ekvidistant ekanligini isbotlang.

176. $\lambda=5000 \text{ \AA}$ to'liq uzunlikdagi nurlanish ikkinchi satxda joylashgan vodorod atomlarini ionlashtira oladimi?

177. 1-yulduz kattaligidagi yulduz ko'zga ko'rinuvchi eng xira yulduzdan (ya'ni 6-yulduz kattaligidagi yulduzdan) necha marta yorug'roq?

178. Agarda 4-yulduz kattaligidagi yulduzgacha bo'lgan masofani ikki marta kamaytirsak, uning ko'rinma yulduz kattaligi qanday bo'ladi?

179. 1-yulduz kattalikdagi bitta yulduz beradigan yorug'likni 6-chi, 5-chi, 4-chi va 3-chi yulduz kattalikdagi nechta yulduz beraoladi?

180. Teleskopda bir xil ravshanlikka ega va bir-biriga juda yaqin joylashgan yulduz ko'rinmoqda. "Qurollanmagan" ko'zga ular bitta bo'lib qo'shilib ketgan. Ularning natijaviy ravshanligi har birining yulduz kattaligidan qanchaga farqlanadi?

181. Qandaydir yulduzning deyarli o'zgarmas haroratda, ya'ni, yulduz yuza birligidagi yorqinlik o'zgarmasligida, davriy pulsatsiya sodir etilayotgan bo'lsin. Pulsatsiya vaqtidagi chetki holatlarida yulduz radiuslari nisbatlari 1:2 ga teng. Yulduzning yulduz kattaliklardagi natijaviy ravshanligi o'zgarish amplitudasi nimaga teng?

182. Kuzatuvlarning quyidagi yozuvlaridan o'zgaruvchan yulduzning yulduz kattaligini aniqlang (4 ta aloxida kuzatuvlardan o'rtachasini olish kerak):

$$a7v3b, a9v1d, c8v2d, c7v3b.$$

183. Yerdagi eng yirik teleskoplar (xususan, dunyoda eng katta 10 metrli Keka teleskoplari) orqali 28^m yulduz kattalikdagi yulduzlarni kuzatsa bo'ladi. U yulduzlar "qurollanmagan" ko'zga ko'rinadigan eng xira yulduzlarga nisbatan qanchalik xira (zaif)?

184. Yorituvchanligi bir xil ikkita yulduzlarning yulduz kattaliklari ayirmasi $2^m,5$ ga teng. Biri ikkinchisidan qanchalik uzoqda joylashgan?

185. Sayyoraning ro'baro' turishdagi yulduz kattaligi birlashishdagiga nisbatan $3^m,43$ ga kichik. Bu qaysi sayyora bo'lishi mumkin?

186. To'siluvchan qo'shloq sistema bir xil komponentalarga ega. Bitta komponenta to'liq to'silgan momentida sistemaning ravshanligi necha yulduz kattalikka o'zgaradi?

187. 100-vattli lampochka 0-chi yulduz kattalikdagi yulduz bo'lib ko'rinishi uchun uni qanday masofada joylashtirish lozim bo'ladi?

IX. ASTRONOMIK ASBOBLAR VA USULLAR

Teleskon xarakteristikalar: D – obyektiv diametri; $\mu \approx \alpha/l$ – tasvir masshtabi, bu erda α - obyektning burchak o'lchami, l – tasvirning chiziqli o'lchami; F – obyektivning fokus masofasi; $\delta \approx \lambda/D$ – ajrata olish kuchi; $m=F/D=f$ – fokal munosabat yoki, uning o'rniga yorug'lik kuchi yoki nisbiy tirgich $A=1/m$ ko'rsatiladi; f_0 – okulyarning fokus masofasi; $W=D/d=F/f_0$ – teleskopning kattalashtirishi; $m=7,5+5\lg D$ - farqlash kuchi, u butkul ochiq qorongu tunda muayyan teleskop orqali kuzatish mumkin bo'lgan chegaraviy yulduziy kattalikni ko'rsatadi (D - santimetrlarda).

Spektral apparatlarning xarakteristikalar:

- spectral ajrataolish kuchi: $R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$,

bu yerda $\Delta\lambda$ - alohida bo'lib qayd etiladigan bir-biriga yaqin chiziqlarni ajratib turuvchi minimal oraliq;

- burchak dispersiya: $C = \frac{\Delta\alpha}{\Delta\lambda}$,

$\Delta\alpha$ - dispersiyalovchi elementdan o'tgan va λ dan $\Delta\lambda$ ga farqlanuvchi ikkita parallel dasta orasidagi burchak;

- chiziqliy dispersiya: $C' = f \frac{\Delta\alpha}{\Delta\lambda}$ - kameraning fokal tekisligidagi spektr masshtabi, f – kameraning fokus masofasi.

Dopler effekti:

Yorug'lik manbaning ko'rish nuri bo'ylab kuzatuvchiga nisbatan harakatlanishi yoritqichlar spektridagi spektral chiziqlarni ularning normal joylaridan (kuzatuvchiga nisbatan qo'zg'almas yorug'lik manba spektrida) silgishiga olib keladi:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v}{c},$$

c – yorug'lik tezligi, v – yoritqich tezligi. $\Delta\lambda > 0$ hol “qizilga siljish”ga mos keladi, yani yoritqich kuzatuvchidan uzoqlashayotgan bo'ladi.

39 - namuna. Obyektivining diametri 8 sm bo'lgan teleskopning nazariy ajrataolish va farqlash kuchlari nimaga teng?

$D=8 \text{ sm}$	Yechimi:
$S=? \quad m=?$	

Ajrataolish kuchi nazariy jihatdan $S=11'',6/D[\text{sm}]=1'',45$ kattalik bilan tasniflanadi.

Teleskopning farqlash kuchi taqriban quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$m = 7,5 + 5 \lg D [\text{sm}] = 12^{\text{m}},0.$$

$$\text{Javob: } S = 1^{\text{''}},45; \quad m = 12^{\text{m}},0.$$

40 - namuna. Quyosh (ko'rinma diametri $\beta = 32'$) fokus masofasi 40 sm bo'lgan obyektivning fokusida qanday diametrdagi tasvir bo'lib ko'rinadi?

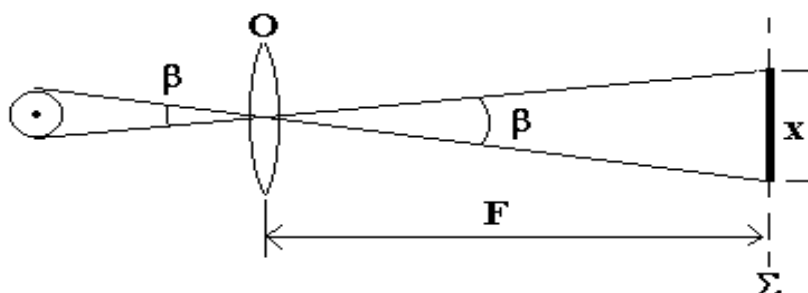
$$\beta = 32'$$

$$F = 40 \text{ sm}$$

$$x = ?$$

Yechimi:

Teleskopda nurning tasvirini ifodalovchi sxematik rasm chizamiz:



Σ - fokal tekislik.

$$x/2 = F \operatorname{tg}(\beta/2). \text{ Demak, } x = 2F \operatorname{tg}(\beta/2) = 3,72 \text{ mm}$$

$$\text{Javob: } x = 3,72 \text{ mm}$$

41 - namuna. Sinish burchagi $\gamma = 36^\circ$ bo'lgan flintglasli prizma bosh kesim tekisligida oq nur tushmoqda, bunda qizil nur prizmaning ikkinchi qirrasiga perpendikulyar yo'nalishda chiqib ketmoqda. Binafsha nurning og'ishi hamda prizmaning to'liq dispersiyasi hisoblansin; qizil va binafsha ranglar sinish ko'rsatgichlari $n_q = 1,602$ va $n_b = 1,634$.

$$\gamma = 36^\circ$$

$$\beta = 90^\circ$$

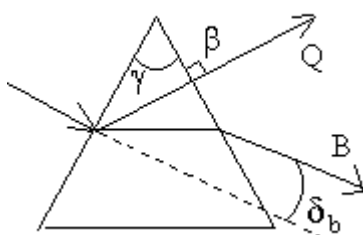
$$n_q = 1,602$$

$$n_b = 1,634$$

$$\delta_q = ?$$

$$d\varepsilon_0/dn = ?$$

Yechimi:



Qizil: $r_{q2} = 0^\circ$, $r_{q1} + r_{q2} = \gamma$, bo'lgani tufayli

$$r_{q1} = \gamma = 36^\circ; \quad i_{q2} = 0^\circ, \quad \sin(i_{q1}) = \sin(r_{q1}) n_q = 0,94163203.$$

$$\text{Demak, } i_{q1} = 70^\circ,327 \equiv i_{b1}$$

$$\text{Binafsha: } \delta_b = i_{b1} + i_{b2} - \gamma. \quad \sin(i_{b1}) = \sin(r_{b1}) n_b.$$

$$\text{Demak, } r_{b1} = 35^\circ,188914; \quad r_{b1} + r_{b2} = \gamma,$$

$$r_{b2} = 0^\circ,811086.$$

$$\sin(i_{b2}) = \sin(r_{b2}) n_b, \quad i_{b2} = 1^\circ,3253883.$$

$$\text{Shunday qilib: } \delta_b = 35^\circ 39'$$

To'liq dispersiya:

$$\frac{d\varepsilon_0}{dn} = \frac{d\varepsilon_{0K}}{dn_K} + \frac{d\varepsilon_{0\phi}}{dn_\phi} = 2 \sin \frac{\gamma}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 - n_K^2 \sin^2 \frac{\gamma}{2}}} + \frac{1}{\sqrt{1 - n_\phi^2 \sin^2 \frac{\gamma}{2}}} \right)$$

$$d\varepsilon_0/dn = 1^{\circ}25'$$

$$Javob: \delta_b = 35^{\circ}39', \quad d\varepsilon_0/dn = 1^{\circ}25'$$

Mustaqil yechish uchun misol va masalalar

188. Astrografning fokusiga o'rnatilgan oynada Oy 5 smli tasvir bo'lib ko'rinadi. Ushbu astrografning focus masofasi nimaga teng?

189. Qo'shaloq yulduz komponentalari orasidagi minimal burchak masofa diametrlari 20 sm va 1 m bo'lgan teleskoplarda qanday bo'lishi mumkin?

190. Fashistlar tomonidan buzilishidan oldin Pulkovo rasadxonasida ishlagan obyektivi 75 sm li teleskopning ajrata olish va farqlash kuchlari qanday bo'lgan?

191. Obyektivning fokus masofasi 160 sm bo'lganda okulyar 200 marta kattalashtirsa, fokus masofasi 12 m bo'lgan obyektivdan foydalanilganda kattalashtirish nimaga teng bo'ladi?

192. Teleskopning ajrataolish kuchi formulasidan foydalangan holda obyektivi 24 dyuymli teleskopda kuzatilganda arang ajrata olishi mumkin bo'lgan ikkita yulduz diskleri markazlari orasidagi burchak masofani nazariy jixatdan toping.

193. Qizil nurlar uchun tebranishlar soni sekundiga $\nu = 451 \cdot 10^{12}$ ni tashkil etsa, binafsha uchun $783 \cdot 10^{12}$ bo'ladi. Ularga mos keluvchi to'lqin uzunliklari λ nimaga teng?

194. Gerkules turkumidagi yangi yulduz (1934 yil) spektrida qora chiziqlar normal vaziyatiga nisbatan binafsha tomon siljigan. $H\gamma$ ($\lambda = 4341 \text{ \AA}$) chizig'i $10,1 \text{ \AA}$ ga siljigan. O'zining yutilishi cababli spektrda qora chiziqlarni hosil qilgan yulduzdan otilib chiqqan gazning tezligi qanday bo'lgan?

195. Agar universal asbob yoki teodolit quvurini avval yerdagi predmetga qaratib, undan so'ng quvurnu vertikal o'q atrofida 180° ga burib, yana predmetga qaratilsa, unda vertikal doiradagi mos keluvchi hisoblanishlarning yarim yig'indisi quvur zenitga qaratilgandek natijani berishini ("zenit o'rni"), bu hisoblanishlarning yarim ayirmalari esa predmetning zenit nasofasini berishini isbotlang.

196. Optik asbob uchun bosh fokus masofalari F_1 va F_2 bo'lgan ikkita yig'uvchi linza bir-biriga zich qilib qo'yildi. Hosil bo'lgan tizimning bosh fokus masofasi F nimaga teng?

197. Oq nur sinish burchagi 60° bo'lgan kronglasli prizma tushmoqda. Qizil va binafsha ranglar uchun sinish ko'rsatgichlari $n_q=1,524$ va $n_b=1,543$. Binafsha nur minimal og'ish bilan o'tmoqda; prizmadan chiqishda ikkala nur o'zaro qanday burchak δ ni tashkil etmoqda? Agar bu prizmani fokus masofasi 57 sm bo'lgan fotografik kamera oldiga joylashtirilsa, qizil rangdan binafshagacha plastinkadagi yulduz spektrining uzunligi nimaga teng bo'ladi?

198. Kronglasli yoki flintglasli prizmadan foydalanilganda spektrning qizil, yashil, binafsha qismlaridagi D, E, H fraungofer chiziqlariga mos ravishda $n_q=1,526$; $n=1,533$; $n_b=1,547$; yoki $n'_q=1,695$; $n'=1,712$; $n'_b=1,751$ sinish ko'rsatgichlari mos keladi. Flintglasli prizmaning sinish burchagi $\gamma'=12^\circ$ ga teng. Agar chiqishdagi qizil va binafsha nurlar mos tushayotgan bo'lsa, unda kronglasli prizmaning sindiruvchi burchagi nimaga teng? Yashil δ_y va qizil δ_q nurlarning og'ishi nimaga teng?

199. Andromeda tumanligida Quyoshga o'xshash yulduzlarni eng yirik teleskoplar orqali kuzatsa bo'ladimi?

200. a) Quyoshdan, b) Cen α yulduzidan, c) 25^m yulduz kattalikdagi yulduzdan kelayotgan foton oqimini (fotonlar soni $/(sm^2 \cdot s)$) chamalab ko'ring.

201. Dunyoda eng yirik deb hisoblangan Keka teleskopi ($D=10$ m) ko'zgusiga Vega va 30^m yulduz kattalikdagi yulduzdan sekundiga nechta foton tushadi?

202. Nyuton teleskopidagi botiq ko'zguning fokus masofasi $F=60$ sm ga teng. Kuzatilayotgan narsaning uzoqligi $f=500$ m. Savol: a) tasvir o'qdan $c=15$ sm masofada joylashishi uchun kichik yassi ko'zguni quvur o'qining qaysi nuqtasiga joylashtirish lozim bo'ladi? b) hosil bo'ladigan kichraytirish nimaga teng? c) eng yaxshi ko'rish masofasi $S=24$ sm bo'lganda kichik tasvirni fokus masofasi $f=30$ sm bo'lgan linza orqali qaralganda kattalashtirish nimaga teng?

X. QUYOSH

Quyosh – plazmaviy sharga o'xshashdir, u qattiq jism kabi aylanmaydi. Aylanishining eng katta burchak tezligi uning ekvatoriga to'g'ri keladi. Siderik aylanish davri ekvatorida 25 sutka atrofida, sinodik aylanish davri (Yerga nisbatan) ekvatorida 27 sutkani tashkil etadi.

Quyosh ekvatorining ekliptikaga og'maligi $7^{\circ}10'5''$, chiqish tugunining uzunlamasi esa $73^{\circ}47'$.

Quyosh radiusi Yerning ekvatorial radiusidan 109 marta, massasi esa Yer massasidan 333000 marta kattadir. Quyoshning o'rtacha zichligi $1,41 \text{ gr/sm}^3$.

Quyoshning nurlanish quvvati $3,86 \cdot 10^{26} \text{ Vt}$. Quyosh sirtida effektiv harorat 5780° K . Quyosh energiyasining asosiy manbai uning markaziy qismi – yadrosida sodir bo'layotgan yadroviy reaksiyalar (vodoroddan geliyning hosil bo'lish reaksiyasi) hisoblanadi. Yadroga nur o'tkazish sohasi tutashadi, undan keyingi qism konvektiv soha hisoblanadi, u Quyosh atmosferasi bilan tutashadi, Quyosh atmosferasi (fotosfera va xromosferadan iborat)dan keyin toj qismi hisoblanadi.

Quyosh spektrida 70 ta kimyoviy elementlarning 30000 dan ortiq chiziqlari aniqlangan. Eng ko'p element vodorod hisoblanadi, geliy atomlari undan taxminan 10 marta kam, boshqa hamma elementlarning atomlari vodorod atomlarining bir necha ming marta kam ulushini tashkil etadi.

Quyosh Yerdan qaraganda o'rtacha burchak diametri 1920 sekundga teng bo'lgan aylanadir. Teleskop orqali ko'rinma diapazonda kuzatuvlar olib borilganda Quyosh sirti yorqin maydonchalar, ya'ni, nisbatan qoraroq oraliqlar bilan o'rab ajratilgan quyosh granulari majmuasidan iborat bo'lib tuyuladi.

Ko'pincha Quyosh ekvatoridan $\pm 30^{\circ}$ bo'lgan sohalarda quyosh dog'lari va mash'allar kuzatiladi. Dog'lar soni (Volf soni bilan xarakterlanadi) o'rtacha 11 yillik davr bilan o'zgaradi:

$$W = k(f + 10g),$$

bu yerda, W – Volf soni, f – dog'lar soni, g – dog' guruhlari soni. Quyosh aktivligining sikli davomiyligi 7 - 17 yil.

Quyosh faolligini namoyon etuvchi boshqa turdagi ko'rinishlar – bu flokkulalar, tojdagi kondensatlar, protuberaneslar, xromosferadagi chaqnashlardir.

42 - namuna. Qishki quyosh turish kundagi tush paytida Qozonda va Yerevanda Quyoshning gorizontdan balandligini hisoblang.

$T = 12^h$	<i>Yechimi:</i>
$\varphi_Q = 58^{\circ}49'$	Tush paytda Quyosh yuqori kulminatsiyada bo'lib, uning
$\varphi_Y = 40^{\circ}12'$	balandligi $h_C = 90^{\circ} - \varphi + \delta_C$ ga teng. Qishki quyosh turish
$h_Q = ?$	kunida Quyoshning og'ishi

$\delta_Q = -23^{\circ}26'$ ga teng. Shunday qilib,
 $h_{QQ} = 10^{\circ}45'$; $h_{QY} = 26^{\circ}22'$.
 Javob: $h_{QQ} = 10^{\circ}45'$; $h_{QY} = 26^{\circ}22'$.

43 - namuna. Quyoshda “qurollanmagan” ko’z bilan o’lchami Yer diametridan ikki marta katta bo’lgan dog’ni ko’rish mumkinmi? Kattalashtirishi 20 marta bo’lgan ko’rish quvuridachi? Ko’zning ajrataolish kuchini $3'$, Quyoshni esa, diametri bo’yicha Yerdan 100 marta katta deb hisoblansin.

$D_D = 2 d_{Yer}$	Yechimi: Yerdan ko’rinadigan Quyoshning ko’rinma burchak diametri taxminan $30'$ ga teng. Dog’ 50 marta kichik (d_Q/D marta), ya’ni, $0',6$ bo’lishi kerak, bu esa, ko’z yuzasi S dan 5 marta kichik, binobarin, bu dog’ni ko’z bilan ko’rib bo’lmaydi. Ko’rish quvuri bu dog’ni $0',6 \times 20 = 12'$ burchak ostida ko’rsatadi. Javob: 1) yo’q 2) ha
$d_{Yer} = 12742 \text{ km}$	
$W = 20$	
$S = 3'$	
$d_Q = 100 d_{Yer}$	
$D' = ?$	

44 - namuna. Bizdan 137 km/s tezlik bilan uzoqlashayotgan Quyosh diskidagi nuqtada vodorodni yashil-havorang H_{β} ($\lambda = 4861,5 \text{ \AA}$) chizig’ining to’lqin uzunligi necha angstromga o’zgaradi?

$\lambda = 4861,5 \text{ \AA}$	Yechimi: Dopler effekti formulasi: $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c}$, bu yerda c – yorug’lik tezligi. $\Delta\lambda = 2,22 \text{ \AA}$ Javob: $\Delta\lambda = 2,22 \text{ \AA}$
$v = 137 \text{ km/s}$	
$\Delta\lambda = ?$	

45 - namuna. Quyoshda butun diskini to’sib qolgan ulkan dog’ paydo bo’ldi deb faraz qiling. Kunduzi oyli tun kabi qorongu bo’ladimi?

Yechimi:

Stefan-Boltsman qonuniga binoan absolyut qora jism sirtidan chiqayotgan nurlanish oqimi haroratning 4-chi darajasiga teng. Quyosh va quyosh dog’i spektrlaridagi energiya taqsimoti qora jismlariga yaqin. Shuning uchun oqimlar nisbati:

$$\frac{H_{fot}}{H_{dog}} = \left(\frac{T_{fot}}{T_{dog}} \right)^4 = \left(\frac{5800}{3500} \right)^4 \approx 8.$$

bo’ladi. Shunday qilib, dog’lar ularni o’rab turgan fotosferaga nisbatan yorqinliklari faqat bir tartibga kamroq bo’lib, fotosfera ustida kontrastligi

tufayli qoraroq bo'lib ko'rinadi. Ulkan dog' bilan to'silgan Quyosh avvalgidek charog'on bo'lib qolardi.

Izoh. Yechimida noaniqlik mavjud. Biz integral nurlanish oqimlar nisbatini topdik. Biroq, dog' bilan to'silgan Quyosh spektridagi maksimum ko'rinma sohadan infraqizil sohaga siljiydi, natijada ko'rinma sohadagi (ko'zning sezgirligi maksimumi (5000 Å) amalda Quyosh spektridagi energiya taqsimoti maksimumiga mos keladi) dog' va osuda fotosferaning nurlanish oqimlari ko'proqqa farq qiladilar.

Vin munosabatini qo'llab,

$$\frac{B_{5000}(T_{fot})}{B_{5000}(T_{dog})} = \frac{e^{-hc/k\lambda_{max}T_{fot}}}{e^{-hc/k\lambda T_{dog}}} = e^{\frac{hc}{k\lambda}\left(\frac{1}{T_{dog}} - \frac{1}{T_{fot}}\right)}$$

ni topamiz. Natijani Vin funksiyasini maksimumga o'rganib chiqib, osongina chamalash mumkin:

$$\frac{hc}{kT\lambda_{max}} = 5.$$

Unda

$$\frac{B_{5000}(T_{fot})}{B_{5000}(T_{dog})} = \frac{e^{-hc/k\lambda_{max}T_{fot}}}{e^{-hcT_{fot}/k\lambda T_{fot}T_{dog}}} = \frac{e^{-hc/k\lambda_{max}T_{fot}}}{e^{-hcT_{fot}/k\lambda_{max}T_{fot}T_{dog}}} = \frac{e^{-5}}{e^{-5 \cdot 1,7}} \approx 33 \text{ (chunki}$$

$$\frac{T_{fot}}{T_{dog}} = 1,7). \quad \Delta m = 2,5 \lg 33 = 3^m,8. \quad m_{QV} = -26^m,7 + 3^m,8 = -22^m,9, \text{ shu paytning}$$

o'zida to'lin Oy uchun $m_{Oy} = -13^m$

Javob: Quyosh qip-qizil tusga kirgan bo'lardi.

Mustaqil yechish uchun misol va masalalar

203. Quyoshning vizual yulduz kattaligi $-26^m,78$, fotografik kattaligi esa $-26^m,21$, asosiy rang ko'rsatkichi $+0^m,63$. U sariq va havorang nurlarda qanchaga farqlanadi?

204. Yozgi va qishki quyosh turish kunlari Quyosh gorizontning qaysi nuqtalari orasidan chiqadi va qaysi nuqtalari orasiga botadi?

205. Yulduzlar xaritasidan foydalangan holda Quyosh bugun bo'lgan nuqtani ko'rsating; bir oydan so'ng bo'ladigan nuqtani ko'rsating.

206. Quyoshning to'g'ri chiqishi va og'ishi qachon eng tez va qachon eng sekin o'zgaradi?

207. Hulkar yulduz turkumidan turib Quyoshni qurollanmagan ko'z bilan ko'rsa bo'ladimi?

208. Arxangelskda ($\varphi = 64^{\circ}35'$) 22 iyun kuni yarim tunda Quyosh markazi gorizont ostida qanchalik botadi?

209. Quyosh ekliptika bo'ylab yillik harakatlanishi davomida o'zining diametriga teng kattalikka qanchada siljiy oladi?

210. 22 iyun kuni yarim tunda Quyosh aniq gorizontda kuzatilgan paytda Yerning o'sha joyida olam qutbining balandligi nimaga teng bo'lgan (refraksiya yo'q deb faraz qilinsin)?

211. Quyosh Janubiy qutbda qanday balandlikda ko'rinadi?

212. Sferik uchburchak tomonlari uchun kosinuslar formulasidan foydalangan holda Quyoshning uzunlamasi L ni uning to'g'ri chiqishi α va og'ishi δ ni bog'lovchi formulani chiqaring. Undan avval chizma tayyorlang. Xuddi shu hulosani sinuslar formulasidan foydalangan holda chiqaring.

213. Quyosh ekvatorial koordinatalari har doim $\text{tg}\delta = \text{tg}\varepsilon \sin\alpha$ munosabat bilan bog'lanishini isbotlang, bu yerda ε - ekliptikaning ekvatorga og'ishi.

214. Sferaning katta aylanasi sifatida qaraladigan Somon Yo'li markaziy chizig'ining shimoliy qutbi koordinatalari $\alpha = 12^{\text{h}}40^{\text{m}}$, $\delta = +28^{\circ}$ ni tashkil etadi. Quyosh o'zining ekliptika bo'ylab yillik harakatida qachon va qayerda Somon Yo'lini kesib o'tadi? *Ko'rsatma:* Avval Somon Yo'lining ekliptik koordinatalari, undan so'ng uning ekliptika bilan kesishadigan nuqtalari topilsin.

215. Quyoshdagi dog'ning chiziqli diametri Yer radiusiga, ya'ni, 6371 km ga teng bo'lishi uchun qanday burchak ostida ko'rinishi kerak?

216. Agar teleskopda kuzatish mumkin bo'lgan eng kichik Quyosh dog'ining diametri $0'',7$ bo'lsa, uning chiziqli diametri nimaga teng?

217. Ma'lumki, Yerga o'rtacha 1 minutda har 1 m^2 yuzasiga Quyoshdan $2,1 \cdot 10^4 \text{ J}$ nurlanish energiyasi tushadi. 100 m balandlikdan tushayotgan qanday massa o'zining tushishi ohirida 10 m^2 Yer yuzasi 1 soat davomida olgan Quyosh nurlanishi energiyasiga teng keladigan kinetik energiyaga erishadi?

218. Agar har 1 m^2 Yer yuzasini Quyosh tomonidan isitilishi minutiga $2,1 \cdot 10^4 \text{ J}$ ni tashkil etsa, Quyoshdan tik tushayotgan nurlar Yerni 1 sm qalinlikda qoplab yotgan yaxni qancha vaqtda erita oladi?

219. Quyosh doimiysi $2 \text{ kal}/(\text{sm}^2 \cdot \text{min})$ ga teng, Yer esa, minutiga har 1 m^2 yuzasiga Quyoshdan 5 kkal oladi. Quyoshdan bir yil mobaynida Yerning har 1 m^2 yuzasi oladigan issiqlik miqdorini tashkil etish uchun Yerning har kvadrat metr yuzasiga 40 km/s tezlik bilan yil davomida meteor moddaning necha kilogrami tushishi lozim bo'ladi?

220. Quyoshning gorizont sutkalik parallaksi $8'',8$ ga, burchak radiusi esa $16'$ ga teng. Yerga nisbatan Quyoshning chiziqli radiusini, yuzasini va hajmini toping.

221. Quyosh dog'i atrofida diskning qaysidir nuqtasidagi spektrida qizil vodorod chizig'i H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$) siljib, uning o'lchalgan to'lqin uzunligi qiymati $6566 \text{ \AA}$ bo'lib qoldi. Bu nuqtadagi vodorodning nuriy tezligi nimaga teng?

222. Quyosh eng yaqin yulduzdan kuzatilganda qanday ko'rinma yulduz kattalikka ega bo'ladi? Yulduzgacha masofa taxminan 270000 a.b. tashkil etadi.

223. Shimoliy yarimsharda osmon sferasi bilan Quyoshning aylanish o'qi kesishgan nuqtaning astronomik kenglamasi va uzunlamasi nimaga teng?

224. Quyosh dog'larining sutkalik aylanish tezligi uchun $\xi = 14^0,37 - 2^0,79 \sin^2 \varphi$ formula chiqarilgan, bu yerda φ dog'larning geliografik kengligi. Quyoshning ekvatorida, 30^0 hamda 45^0 kenglamalarda aylanish davri nimaga teng?

225. Quyosh o'z o'qi atrofida aylanishining siderik davri (ekvatorida) 25 sutkaga teng. Agar biz uni a) Merkuriydan, b) Yerdan, c) Plutondan kuzatayotgan bo'lsak, uning aylanishining sinodik davri nimaga teng bo'ladi?

226. Vin formulasi

$$E = c\lambda^{-5} e^{-\frac{c^2}{\lambda T}}$$

Plank formulasiga yaqinlashuvdir. Undan foydalangan holda Quyosh haroratini aniqlang, bunda spektrobolometr yordamida o'lchalgan Quyosh spektridagi 4330 va 8660 Å to'liq uzunliklarining energiyasi mos ravishda 456 va 174 (shartli birliklarda) ga teng. Vin formulasida $c_2=1,432$, λ santimetrlarda ifodalangan, E harf bilan esa energiya belgilangan.

227. Quyosh massasining ($2 \cdot 10^{33}$ g) uchdan bir qismi vodoroddan tashkil topgan deb hisoblash mumkin. Agar Quyosh har yili $1,2 \cdot 10^{41}$ erg energiyani sarflayotgan va bu energiya vodorodning geliyga aylanishi hisobiga to'ldirilib borilayotgan bo'lsa, uning nurlanishi necha yilga yetadi? *Ko'rsatma:* 1 g vodorodning geliyga aylanishi natijasida "o'ralish" effekti tufayli $6,6 \cdot 10^{18}$ erg energiya ajralib chiqadi.

228. Quyosh dengiz gorizontidan ko'tarilmoqda. Bitta odam chiqishni kema palubasidan, ikkinchi odam esa okeandagi vulkanik orolda joylashgan balandligi 4 km bo'lgan tog'dan (masalan, Gavayyadagi Mauna-Kea rasadxonasidan) kuzatishayapti. Kuzatuvchilarning qaysi biriga Quyosh diski ravshanroq va necha marta yorqinroq bo'lib ko'rinadi?

229. Quyoshning gravitatsion maydoni Quyosh tojidagi elektronlarni tutib qolishga qodir emasligini isbotlang.

230. Xromosferada chaqnash sodir etilganiga bir sutka o'tganidan so'ng turli geofizik galayonlanishlar yuzaga keladi. Ularni yuzaga keltiruvchi protonlarning kinetik energiyasi nimaga teng (eV larda)?

231. Quyosh markazidagi zichlik va harorat mos ravishda 150 g/sm^3 va $1,5 \cdot 10^7 \text{ K}$ ga teng. U yerda nima ko'p – fotonlarmi yoki zarralarmi?

232. Bo'lishi mumkin bo'lmagan narsani faraz qiling: Quyosh ichida gaz bosimi yo'q bo'lib qoldi. Qancha vaqtda u nuqtaga aylanib ulguradi? Boshlang'ich zichligi 10^{-21} g/sm^3 bo'lgan yulduzlararo bulutning siqilishiga qancha vaqt ketadi?

233. Quyosh atmosferasining asosiy tashkil etuvchisi vodorod, kalsiy esa kichik bir qo'shimcha bo'lsada, Quyosh spektridagi ionlashgan kalsiy H va K chiziqlari vodorod chiziqlariga nisbatan ancha kuchli ko'rinadi. Nima uchun?

XI. YULDUZLARNING TABIATI VA HARAKATI

Parseklarda ifodalangan yulduzlarga masofa r burchak sekundlarida ifodalangan yulduz parallaksiga teskari proporsionaldir. Yorug'lik yili deb yorug'lik bir yil davomida bosib o'tadigan yo'lga aytiladi. $1 \text{ ps} = 3,26 \text{ yo.y.} = 206265 \text{ a.b.} = 3,08 \cdot 10^{13} \text{ km}$.

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

m – ko'rinma yulduz kattaligi, M – absolyut yulduz kattalik (10 ps masofadagi ko'rinma yulduz kattaligi).

Yulduzlar massalari bilan ularning absolyut yulduz kattaliklari orasida bog'lanish topilgan. Yulduz qanchalik katta yorituvchanlikka ega bo'lsa, u shunchalik katta massaga ega bo'ladi.

Ulkan yulduzlarning diametrlarini interferometr yordamida o'lchalishi mumkin. Nazariy jihatdan Quyosh radiusi ulushlardagi yulduzlarning radiuslari quyidagi formuladan hisoblab topilishi mumkin:

$$\lg \frac{L}{L_Q} = 2 \lg \frac{R}{R_Q} + 4 \lg \frac{T}{T_Q}.$$

Quyosh sistemasi yaxlit bir butun bo'lib, fazoda Lira va Gerkules yulduz turkumlari tomon (apeks) $19,5 \text{ km/s}$ teslik bilan siljib bormoqda. Quyosh tizimi harakat apeksi koordinatalari: $\alpha = 18^{\text{h}} 0^{\text{m}}$, $\delta = +30^{\circ}$.

Yulduzning fazodagi to'liq tezligi $v = \sqrt{v_t^2 + v_r^2}$, bu yerda v_r – nuriy tezlik, yulduzning tangensial tezligi esa $v_t = 4,74 \frac{\mu}{\pi} \text{ km/s}$.

Undan tashqari, $v_r = v \cos \theta$, $v_t = v \sin \theta$, bu yerda θ - bizdan yulduzgacha yo'nalish bilan tezlik v yo'nalishi hosil qilgan burchak.

Yulduzning kuzatilayotgan nuriy tezligini $v'_r = v_r + v_0 \cos \lambda$ ko'rinishda ham yozish mumkin, bu yerda v_0 – yulduzlar majmuasiga nisbatan Quyosh harakatining tezligi, λ - yulduzning apeksgacha burchak masofasi.

Yulduzning xususiy harakati μ deb uning Quyoshga nisbatan harakatlanishi tufayli yil davomida osmon sferasi bo'ylab siljishiga aytiladi. Olamning shimoliy qutbi yo'nalishi bilan xususiy harakat yo'nalishi (soat mili yo'nalishiga teskari) hosil qilgan burchak φ vaqt sekundalarida ifodalangan μ_α va burchak sekundlarida ifodalangan μ_δ ikkita komponentalarga taqsimlanishi mumkin, unda

$$\mu_\delta'' = \mu \cos \varphi, \quad 15 \mu_\alpha^s \cos \delta = \mu \sin \varphi, \quad \mu = \sqrt{\mu_\delta^2 + (15 \mu_\alpha^s \cos \delta)^2}.$$

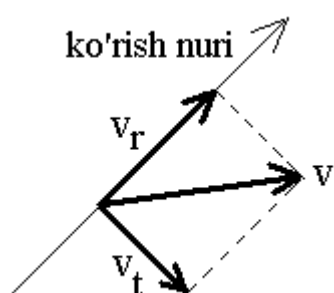
46 - namuna. Vega yulduzining parallaksi taqriban $0'',1$ ga teng. Ungacha bo'lgan masofa parseklarda nimaga teng va undan kelayotgan yorug'lik Yerga qancha vaqtda etib keladi? Quyoshgachi?

$\pi=0'',1$	Yechimi: $R=1/\pi = 10 \text{ ps.}$ $1 \text{ ps} = 3,26 \text{ yo.y.}$ bo'lgani uchun $t=32,6 \text{ yo.y.}$ 1 a.b. masofani yorug'lik taxminan 8 minutda bosib o'tadi. Masofani topish aniqligi 1 yo.y. tartibida bo'lgani uchun u bilan solishtirganda 8 minut yo'q darajada kichik. Javob: $r=10 \text{ ps, } t=32,6 \text{ yo.yili.}$
$r=?$	
$t=?$	

47 - namuna. Qizil o'tagigant yulduzning diametri Quyoshning mos keluvchi kattaliklaridan 300 marta, massasi esa 30 marta katta bo'lib, uning o'rtacha zichligini g/sm^3 larda toping.

$d=300d_Q$	Yechimi: $\frac{m}{m_C} = \frac{\rho V}{\rho_Q V_Q} = \frac{\rho R^3}{\rho_Q R_Q^3} = \frac{\rho 300^3}{\rho_Q} = 30; \quad \rho = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ g/sm}^3$ Javob: $\rho = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ g/sm}^3$
$m=30m_Q$	
$\rho=?$	

48 - namuna. Yulduzning xususiy harakati μ yiliga $0'',15$ ga teng. Ungacha masofa $r=20 \text{ ps}$. Agar uning nuriy tezligi 25 km/s bo'lsa, tangensial va fazoviy tezliklari nimaga teng?

$\mu=0'',15$	Yechimi: 	$v_t = 4,74 \frac{\mu}{\pi} \text{ km/s, } \pi = \frac{1}{r},$ $v_t = 14,22 \text{ km/s}$ $v = \sqrt{v_t^2 + v_r^2} = 28,76 \text{ km/s}$
$r=20 \text{ ps}$		
$v_r=25 \text{ km/s}$		
$v_t=?$		
$v=?$		

Javob: $v_t = 14,22 \text{ km/s,}$
 $v = 28,76 \text{ km/s}$

49 - namuna. Yulduzning ($\alpha=15^h58^m$, $\delta=20^\circ56'$) xususiy harakati μ pozitsion burchagi $\psi=218^\circ$ bo'lgan yo'nalishida $1'',59$ ga teng. Ikkala koordinatalar bo'yicha μ_α va μ_δ komponentalari topilsin.

$\alpha=15^h58^m$	Yechimi: $\mu_\delta = \mu \cos \psi = -1'',25, \quad 15\mu_\alpha^s \cos \delta = \mu'' \sin \psi$ Demak, $\mu_\alpha^s = 0^s,0698$ Javob: $\mu_\alpha^s = 0^s,0698; \mu_\delta = -1'',25$
$\delta=20^\circ56'$	
$\mu=1'',59$	
$\psi=218^\circ$	
$\mu_\alpha=?$	
$\mu_\delta=?$	

50 - namuna. Yulduz S ning ko'rish nur bilan burchak ϑ tashkil qilgan fazoviy tezligi, nuriy v_r va v_t tezliklari, shuningdek, uning parallaksi π , xususiy harakati μ hamda ko'rinma kattaligi m berilgan. Yulduz Quyoshga eng qisqa masofa O dagi nuqta M da bo'ladigan (yoki bo'lgan) vaqt momenti t ni aniqlab beradigan formulalarni chiqaring. Unda π' , μ' , m' , v_r' , v_t' larning qiymatlari qanday bo'ladi?

ϑ , π , μ , m ,

v_r , v_t

$t=?$

$\pi'=?$

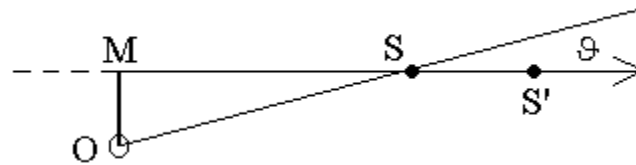
$\mu'=?$

$m'=?$

$v_r'=?$

$v_t'=?$

Yechimi:



$$OM = OS \cdot \sin \vartheta, \quad MS = OS \cdot \cos \vartheta$$

$$OM = r' = 1/(\pi')'' = 206265/\pi' \text{ a.b.}$$

$$OS = 206265/\pi \text{ a.b.}, \text{ demak } \pi' = \pi/\sin \vartheta.$$

$$M = m + 5 + 5 \lg \pi, \quad M = m' + 5 + 5 \lg \pi', \text{ demak}$$

$$m' = m + 5 \lg(\sin \vartheta). \text{ Demak, } M \text{ nuqtada } v_r' = 0,$$

$$v = v_t = 4,74 \frac{\mu}{\pi}; \quad \text{unda } \mu' = \frac{v \pi'}{4,74} = \frac{\mu}{\sin^2 \vartheta}.$$

$$MS \text{ bo'ylab tezlik yiliga } v/4,74 \text{ a.b. ga teng.}$$

$$t = 4,74 |MS|/v = 4,74 \cdot 206265 \cdot \cos \vartheta / (v \pi).$$

$$v = v_t/\sin \vartheta \text{ bo'lganligi tufayli}$$

$$t = \frac{206265}{\mu} \sin \vartheta \cos \vartheta = \frac{206265}{\mu} \cdot \frac{v_r v_t}{v_r^2 + v_t^2}.$$

$$v_r < 0, \text{ unda } t < 0, \text{ demak, bu kelajakda bo'ladi.}$$

51 - namuna. Yulduz $0'',0015$ parallaksga ega bo'lib, uning xususiy harakat komponentalari $\vartheta = 0'',015$, $\tau = 0'',064$ ga teng. U Quyosh apeksidan 125° siljigan. Uning pekulyar xususiy harakat komponentalari ϑ' va τ' lari topilsin.

$\pi = 0'',0015$

$\vartheta = 0'',015$

$\tau = 0'',064$

$\lambda = 125^\circ$

Yechimi:

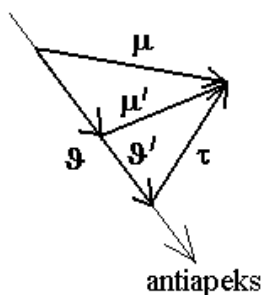
$$\mu^2 = \tau^2 + \vartheta^2$$

Quyosh harakati τ ga ta'sir etmaydi, demak

$$\tau' = \tau = 0'',064,$$

$$\vartheta'=?$$

$$\tau'=?$$



$$\vartheta = \vartheta' + \frac{\pi v_0 \sin \lambda}{4,74}, \text{ bu yerda}$$

$v_0 = 19,5 \text{ km/s}$ – Quyoshning yulduzlar majmuasiga nisbatan harakat tezligi.

$$\vartheta' = 0'',0099451.$$

$$\text{Javob: } \tau' = 0'',064;$$

$$\vartheta' = 0'',0099451$$

Mustaqil yechish uchun misol va masalalar

234. Quyosh va Siriusning ko`rinma yulduz kattaliklari mos ravishda  $-26^m,78$  va  $-1^m,58$ . Ulardan Yerga tushayotgan yorug`likning nisbatlarini toping.

235. Rigel yulduzi parallaksining ($0'',006$) ehtimolli xatosi $\pm 0'',006$ ni tashkil etadi. Yulduzgacha bo`lgan masofa haqida nima deyish mumkin?

236. Oqqush 61 yulduzining parallaksi $0'',37$ ga teng. Ungacha yorug`lik yillarida masofa nimaga teng?

237. Siriusning parallaksi $0'',37$, Spikaning parallaksi esa $0'',02$ ga teng. Bu yulduzlargacha masofani parseklarda, yorug`lik yillarda, astronomik birliklarda va kilometrlarda ifodalang.

238. Kryuger 60 yulduzi komponentalarining ko`rinma yulduz kattaliklari $9^m,6$ va $11^m,4$ ga, parallaksi esa $0'',257$ ga teng. Ularning absolyut yulduz kattaliklarini aniqlang.

239. Siriusning parallaksi $0'',371$ ga, ko`rinma yulduz kattaligi esa $-1^m,58$ ga teng. Uning absolyut yulduz kattaligini toping.

240. Bizga yaqin bo`lgan ayrim yulduzlar berilgan.

A) Jadvaldan bir nechta turli xillarini tanlab oling. Jadvalda berilgan ma`lumotlardan ularning absolyut yulduz kattaliklari  $M$  va yorqinlik  $L$  larini hisoblang. Bu yulduzlarning “Rang-yorqinlik” diagrammasidagi vaziyatlarini ko`rsating.

B) Xuddi shu yulduzlarning yorqinligiga ko`ra massalarini chamalang.

C) Jadvalda ko`rsatilgan har bir yulduzning spektral sinfidan uning rangini ayting.

	Yulduz kattaligi, m	Spektral sinfi	Masofa, ps
Sentavr Proksimasi	11,0	M5	1,32
Sentavr Alfasi	0,3	G2	1,34
Volf 359	13,5	M8	2,3
Sirius A	-1,6	A1	2,66
Sirius B	8,7	A5	2,66
Protsion A	0,5	F5	3,5
Protsion B	10,7	F5	3,5

Eridan Epsilon	3,7	K2	3,3
Vega	0,1	A0	8
Bellatriks	1,6	B2	40
Orion dzetasi	1,8	O9	45
Spika	1,2	B1	50
Betelgeyze	0,9	M2	200

241. Siriusgacha masofa 2,70 parsekni tashkil etadi, biroq bu masofa Sirius harakati tufayli har sekundda 8 km dan kamayib bormoqda. Necha yildan so'ng Siriusning ko'rinma ravshanligi ikki marta oshishini hisoblang.

242. 51-namunadagi javoblarda keltirilgan formulalaridan Quyosh va Sentavr α yulduzi maksimal yaqinlashadigan yilni aniqlang. Agar hozirda $V_r = -22$ km/sek, $V_t = 23$ km/sek, $m = 0,06$, $\mu = 3'',68$, $\pi = 0'',758$ bo'lsa, o'sha momentda uning parallaksi, xususiy harakati va ko'rinma yulduz kattaliklari qanday bo'ladi?

243. Quyosh apeksi koordinatalari $\alpha = 18^h0^m$, $\delta = +30^\circ$, tezligi V_0 ni esa 19,5 km/sek deb qabul qilgan holda $V_r' = V_r + V_0 \cos \lambda$ formula bo'yicha Qalqon R yulduzining nuriy pekulyar tezligini hisoblang, uning Quyosh harakati tufayli tuzatma kiritilmagandagi tezligi +38,3 km/sek ga teng bo'lib, koordinatalari esa $\alpha = 280^\circ,5$, $\delta = -6^\circ$, keltirilgan formuladagi λ apeksdan yulduzgacha burchak masofani bildiradi.

244. Aravakash AG ($\alpha = 6^h20^m,1$, $\delta = 47^\circ5'$), $\mu_\alpha = +0^s,0076$, $\mu_\delta = -0'',054$ ning xususiy harakatini υ - va τ -komponentalarga taqsimlang. *Ko'rsatma:* Quyoshning harakat elementi odatiy deb qabul qilinsin.

245. Qalqon R ($\alpha = 18^h42^m,1$, $\delta = -5^\circ49'$), $\mu_\alpha = -0^s,0039$, $\mu_\delta = -0'',030$ ning xususiy harakatini υ - va τ -komponentalarga taqsimlang. *Ko'rsatma:* Quyoshning harakat elementi odatiy deb qabul qilinsin.

246. Rang ko'rsatgichi qavs ichida keltirilgan quyidagi yulduzlarning haroratlarini aniqlang: Eridan (1,12), Egizaklar (0,92), Protsion (0,47) va Chayon (-0,33).

247. Issiqlik indeksi deb obyektning vizual (m_v) hamda radiometr yoki termoelement yordamida (m_r) aniqlangan yulduz kattaliklari ayirmasiga aytiladi. Bu kattalik yulduzning harorati bilan

$$m_v - m_r = 10 \lg 10 + \frac{29500}{T} - 42,1.$$

munosabat orqali bog'langan. Agar uzoq davrli o'zgaruvchan yulduzlarda issiqlik indeksi eng katta ravshanlikda +4,3 ga va eng kam ravshanlikda +7,8 ga o'rtacha o'zgarib tursa, ularning harorati qanchaga o'zgaradi?

248. Sirius yulduzidan Yerga tushayotgan nurlanish ko'ndalang kesimi 1 m bo'lgan ko'zgu orqali to'planmoqda, agar bu yulduzning nurlariga perpendikulyar yo'nalishdagi Yer satxining har 1 sm^2 yuzasiga minutiga

tushadigan energiya miqdori $5,8 \cdot 10^{-11}$ kaloriyani tashkil etsa, uning tafti bir yil davomida qancha yaxni eritish mumkin?

249. Quyidagi ma'lumotlardan foydalangan holda Eridan 40 B yulduzining g/sm^3 larda ifodalangan o'rtacha zichligini toping: yulduzning massasi 0,44 Quyosh massasiga teng, $T=11000^0$, $M_v=11,2$.

250. Giada harakatlanuvchan to'daga kiruvchi yulduzlardan biri uchun berilgan quyidagi ma'lumotlardan guruhning fazoviy tezligi va parallaksini aniqlang:

$$\mu=0'',115, \quad V_r=+38,6 \text{ km/sek}, \quad \theta=29',1.$$

251. 10 ps masofada joylashgan yulduz ko'z nuriga perpendikulyar holda taxminan 50 km/s tezlik bilan harakatlanmoqda. Uning xususiy harakati taxminan nimaga teng?

252. Vega – A0V spektral sinfdagi yulduzdir. Uning ko'rinma yulduz kattaligi $\approx 0^m$ ga teng. Uning parallaksini chamalang.

253. Agar yulduzning radiusini biroz (taxminan 2% ga) kamaytirib, effektiv haroratini shunchaga ko'paytirsak, uning yorqinligi qanday o'zgaradi?

254. Quyosh hamda $T_{\text{eff}}=30000 \text{ K}$, va $R=(1/100)R_Q$ ga ega oq mitti yulduz uchun birjinsli vodorod atmosferaning balandligi topilsin.

255. Oq mitti yulduz $T_{\text{eff}}=29000 \text{ K}$, $M=M_Q$ va $R=(1/100)R_Q$ ga ega. Uning absolyut bolometrik yulduziy kattaligi topilsin.

256. 40 Eri B – birinchi kashf qilingan oq mitti (hozirgi paytgacha eng yaxshi o'rganilgan) yulduzdir. U 17000 K effektiv haroratga ega bo'lib, uning absolyut yulduz kattaligi 11^m bo'lsa, uning radiusi topilsin.

257. Inson tanasidagi birlik massaga mos keladigan energiya ajralib chiqish sur'ati (tempi) Quyoshnikidan bir necha marotaba yuqori. Unda nima uchun biz ancha sovuqmiz?

258. Ikkita yulduzning markazlaridagi harorat $T=18 \cdot 10^7 \text{ K}$ va $T=20 \cdot 10^7 \text{ K}$ ga teng. Mos keluvchi energiya ajralib chiqish sur'ati (tempi) nisbatini chamalab ko'ring.

259. Massasi $M=M_C$ va radiusi $R=1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$ ga ega qizil gigant yulduzning o'z o'qi atrofida aylanishi mumkin bo'lgan eng kichik davri nimaga teng?

260. A0 spektral sinfga mansub yulduzlar spektrini optik qismidagi ustun keluvchi tafsiloti $\lambda=3646 \text{ \AA}$ dagi yirik Balmer sakrashidir. Bu yulduzlarning diskklarida chetga qorayishi $\lambda=3606 \text{ \AA}$ da qanchalik katta? $\lambda=3686 \text{ \AA}$ dachi?

261. Quyosh (G2V) spektridagi energiya taqsimoti $T=6000 \text{ K}$ bo'lgan qora jism nurlanishiga yaqin. Unda nega Vega (A0 V) spektri $T=10000 \text{ K}$ ga ega Plank taqsimotiga umuman o'xshamaydi?

262. Quyoshning o'rtacha zichligi ($1,4 \text{ g/sm}^3$) suv zichligidan katta. Unda nega uni gaz shari deb hisoblash mumkin?

263. α -zarrachaning massasi to'rtta proton summar massasidan taxminan 1% ga kichik. α -zarrachalar sintezi bilan kechuvchi termoyadroviy reaksiyalar

Quyoshning hozirgi yorqinligini milliardlab yillar davomida tutib turishga qodir ekanligiga ishonch hosil qiling.

XII. QO'SHALOQ YULDUZLAR. NOSTATSIONAR YULDUZLAR

Qo'shaloq yulduzlarni shartli ravishda optik va fizik qo'shaloqlarga ajratish mumkin. Optik qo'shaloq sistema deb osmon sferasida ikkita yulduz bir-biriga proyeksiyalanishi tufayli yaqin bo'lib qolgan yulduzlarga aytiladi. Fizik qo'shaloqlarni topish va tadqiq qilish usullariga muvofiq visual, spektral va fotometrik qo'shaloq yulduzlarga ajratish mumkin.

Odatda yorqinroq yoki massasi kattaroq bosh yulduzga nisbatan yo'ldosh yulduzning orbitasi kuzatiladi. Bosh yulduzga nisbatan yo'ldoshning vaziyati burchak masofa ρ va soat mili yo'nalishiga qarshi tomonga hisoblanadigan uning pozitsion burchagi θ bilan tasniflanadi. Qo'shaloq yulduz orbita elementlariga quyidagilar kiradi: i – orbitaning tasviri tekislikka og'ish burchagi; a – yo'ldosh orbitasining katta yarim o'qi; P – aylanish davri; ω – periastrning tugundan burchak masofasi (periastr uzunlamasi); e – eksentrisitet; t_0 – periastrdan o'tish momenti; p – pozitsion burchak (ko'tariluvchi tugun va olamning shimoliy qutbining tasvir tekisligidagi vaziyatlari).

Keplerning III qonuniga muvofiq qo'shaloq yulduzlar massalarining yig'indisini quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:

$$m_1 + m_2 = \frac{A^3}{P^2} = \frac{a^3}{\pi^3 P^2},$$

bu yerda a va π - katta yarim o'qi va yoy sekundlarida ifodalangan parallaks, A – kilometrda ifodalangan katta yarim o'q, P – yillarda ifodalangan aylanish davri. Massalar nisbati $m_1/m_2 = a_2/a_1$ formula bilan ifodalanadi. Bu ikkala formulani birlashtirib, qo'shaloq yulduzning ikkala komponentalar massalarini hisoblab topamiz.

Nostatsionar yulduzlar – fizik o'zgaruvchan yulduzlar – yulduzlarda sodir etiladigan fizik jarayonlar tufayli nisbatan qisqa vaqt ichida yorqinliklari o'zgarishi bilan tasniflanadilar. Nostatsionar yulduzlar ikki turga, ya'ni, pulsatsiyalanuvchi o'zgaruvchan hamda eruptiv yulduzlarga bo'linadilar. Pulsatsiyalanuvchi o'zgaruvchan yulduzlarga RR Lyr turidagi yulduzlar hamda I va II xildagi sefeidlari kiradi. Sefeidlari Galaktika chegarasida va yaqin galaktikalargacha bo'lgan masofalarni chamalashda yaxshi indikator (belgi) bo'la oladi. Masofalarni chamalash uchun "davr-yorqinlik" munosabatidan foydalaniladi: $\overline{M_{pg}} \approx +0,^m5$ - RR Lyr turidagi yulduzlar uchun, $\overline{M_{pg}} = -1,^m5 - 1,^m74 \lg P$ va $\overline{M_{pg}} = -0,^m2 - 1,^m5 \lg P$ - I va II turdagi sefeidlari uchun, bu yerda P – sutkalarda ifodalangan davr.

52 - namuna. Agarda Yer bilan birga Quyosh atrofida yana bir Quyosh harakat qilsa, ularning aylanish davri qanday bo'lar edi?

$m_1=m_2=1 m_Q$ $T=?$	<i>Yechimi:</i> Keplerning 3 qonunidan: $m_1 + m_2 = \frac{a^3}{T^2}, [a]=1 \text{ a.b.}, [T]=1 \text{ yil. Shunday qilib,}$ $1+1= \frac{1}{T^2}, T= 0,707 \text{ yil.}$ <i>Javob:</i> $T=0,707 \text{ yil.}$
--------------------------	---

53 - namuna. α Sentavr qo'shaloq yulduzining dinamik parallaksini aniqlang. Uning komponentalari massalari yig'indisi ikkita quyosh massasiga, komponentalarining aylanish davri 78,8 yilga, orbitasi katta yarim o'qi $17'',65$ ga teng deb hisoblang.

$m_1=m_2= 2 m_Q$ $T=78,8 \text{ yil}$ $a=17'',65$ $\pi=?$	<i>Yechimi:</i> Qo'shaloq yulduzning dinamik parallaksi quyidagi formuladan aniqlanadi: $\pi = \frac{a}{\sqrt[3]{T^2(m_1 + m_2)}}.$ Bundan $\pi=0'',76$ ekanligini topamiz. <i>Javob:</i> $\pi=0'',76$
--	--

54 - namuna. Mira Ceti o'zgaruvchan yulduz ravshanligi maksimumida 2,5 yulduz kattalikka, minimumida 9,2 yulduz kattalikka erishadi. U minimumiga nisbatan maksimumida necha marta yorqinroq?

$m_{\max}=2^m,5$ $m_{\min}=9^m,2$ $\frac{L_{\max}}{L_{\min}}=?$	<i>Yechimi:</i> $m_{\max} - m_{\min} = 2,5 \lg \frac{L_{\min}}{L_{\max}}; \frac{L_{\max}}{L_{\min}} = 10^{0,46,7} = 478,6$ <i>Javob:</i> 478,63 marta
---	---

55 - namuna. Sefeidlar uchun V tizimdagi davr – absolyut yulduz kattalik bog'lanishi $\overline{M_V} = -1,3^m - 3,0^m \lg P$ ko'rinishga ega, bu yerda P – davr (sutkalarda), $\overline{M_V}$ - absolyut yulduz kattalikning o'rtacha qiymati. δ Cep yulduzigacha masofani chamalang (davri $5^d,3$).

$P=5^d,3$	<i>Yechimi:</i>
-----------	-----------------

$r=?$

Davr – yorqinlik bog'lanishiga muvofiq

$$\overline{M_V} = -3,475^m.$$

δ Cep yorqinligi bo'yicha Sefey yulduz turkumida to'rtinchi yulduzdir. Sefey – yorqin yulduz turkum emas, uning yulduzlari Katta Ayiq yulduzlaridan anchaga, $1,5^m$ - 2^m ga xiraroq. Demak, ravshanlikni oqilona baholashda o'rtacha qiymati sifatida 4^m qabul qilish mumkin. Yulduzning haqiqiy xarakteristikalar:

$$\overline{M_V} = \overline{m_V} + 5 - 5 \lg r, \text{ bundan } \lg r \approx 2,5, \quad r \approx 316 \text{ ps}$$

Javob: $r=316 \text{ ps}$

Mustaqil yechish uchun misol va masalalar

264. Qo'shaloq yulduzning birinchi komponentasi ravshanligi $3^m,46$, ikkinchi komponenta unga nisbatan $1^m,68$ ga yorqinroq. Qo'shaloq yulduzning ko'rinma yulduziy kattaligi topilsin.

265. Qo'shaloq yulduzning komponentalari vizual ravshanligi $1^m,99$ va $2^m,85$, parallaksi esa $0'',072$. Komponentalarning vizual yorqinligi va umumiy yorqinligi topilsin.

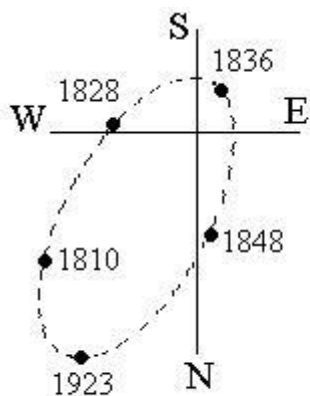
266. Agar Kapella qo'shaloq yulduzining orbitasi katta yarim o'qi $0,85$ a.b., aylanish davri $0,285$ yil bo'lsa, uning massalar yig'indisini hisoblang.

267. Protsion qo'shaloq yulduzining yo'ldosh yulduzi aylanish davri 39 yil, orbita katta yarim o'qi 13 a.b. bo'lsa, uning massalar yig'indisini toping.

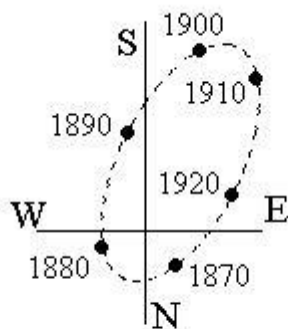
268. α Egizaklar qo'shaloq yulduzi $0'',076$ parallaksiga, katta yarim o'qining ko'rinma burchak o'lchami $6'',06$ ga va aylanish davri 306 sutkaga teng. Bu qo'shaloq yulduzning massalar yig'indisi nimaga teng?

269. Agar $0'',75$ parallaksiga ega, bizga eng yaqin bo'lgan Sentavr α yulduzidan kuzatilganda Yerning Quyoshdan eng katta uzoqlashishi nimaga teng bo'lardi? U yerdan obyektivi 1 m bo'lgan teleskop orqali Yerni kuzatish mumkinmi (Yerning ko'rinma yorqinligi haqidagi masala ahamiyatga ega emas deb faraz qilinadi)?

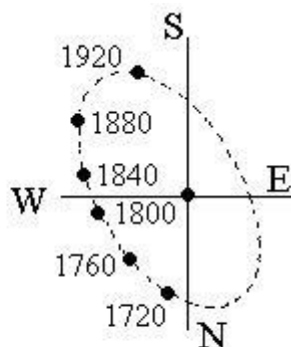
270. Rasmlardan birini tanlang (a-c), qo'shaloq yulduzning aylanish davrini, osmondagi u ellips markazi hamda bosh yulduzdan o'tishini bilgan holda katta yarim o'qi proyeksiyasini chamalang. Ko'rinma orbitaning eksentrisitetini chamalang (unga haqiqiy orbitaning eksentrisiteti ham mos keladi). Katta yarim o'qning burchak o'lchamini aniqlang. Parallaksi berilgan yulduzlar uchun katta yarim o'qi uzunligini (a.b. larda) hamda komponentalar massalarini hisoblang: Gerkules $\zeta \pi=0'',11$; Katta Ayiq $\xi \pi=0'',146$.



a) Parizod γ



b) Katta Ayiq χ



c) Gerkules ζ

271. Agar sefeid ravshanligi o'zgarish amplitudasi $1^m,5$ ga teng, biroq yuza birligining yorqinligi o'zgarmasdan qolsa, uning radiusi necha marta o'zgarayotgan bo'ladi?

272. Pegas χ qo'shaloq yulduzining parallaksi $0'',026$ deb topilib, extimol xatoligi $\pm 0'',005$ gacha etadi. Agar parallaksni keltirilgan qiymatidan xatolik miqdoriga kattaroq olinsa, bu juft yulduzlarning hisoblangan massalar yig'indisi qanday o'zgaradi?

273. Faraz qilamiz, qo'shaloq yulduzni tashkil etuvchilarining zichliklari Quyoshnikiga teng va sferik shaklda deb qabul qilingan ikkala tashkil etuvchi bir-biriga tegib turibdi; agar ularning har birining massasi $1/10$ Quyosh massasiga teng bo'lsa, ularning aylanish davri qanday bo'ladi? Ularning kilometr sekunda ifodalangan nisbiy tezligi nimaga teng bo'ladi?

274. Katta yarim o'qi $a=2'',87$ va davri $P=317,5$ yil bo'lgan qo'shaloq yulduz β 7642 ning dinamik parallaksini hisoblang. Uning trigonimetrik parallaksi $0'',088$. Parallakslar orasidagi farqni qanday tushintirish mumkin?

275. Mitsar yulduzining spektrida davriy ravishda ikkiga bo'linayotgan $H\gamma$ vodorod chizig'ining (to'lqin uzunligi $4341 \text{ \AA}$) komponentalari orasidagi eng katta masofa $0.5 \text{ \AA}$ ni tashkil etadi. Komponentalarining ko'rish nuri proeksiyasidagi nisbiy orbital tezligi qanday?

276. Agar Chayonning β si spektral-qo'shaloq yulduzining bosh va yo'ldosh yulduzlari nuriy tezliklarining yarim amplitudasi mos ravishda $k_1=152$ va $k_2=126 \text{ km/sek}$ bo'lsa, uning komponentalari massalari nisbatini aniqlang.

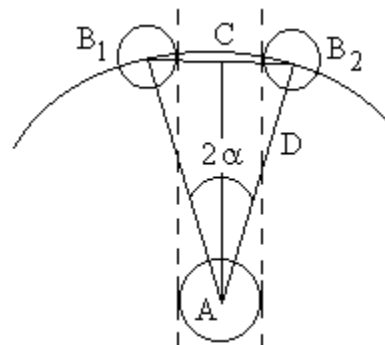
277. Spektral-qo'shaloq sistemani komponentasi sifatida nisbiy orbital tezligi 91 km/sek va $4^d0^h19^m$ davrga ega Spikaning orbita radiusini aniqlang. *Ko'rsatma:* orbita doiraviy, uning tekisligi esa Quyoshdan o'tgan deb hisoblansin.

278. Bir xil spektrdagi (G sinf) 7,3 va 7,3 kattaliklardan iborat vizual qo'shaloq yulduzning doiraviy orbitasi ko'rish nuriga 45° ostida og'gan. Bosh yulduzga nisbatan yo'ldoshning eng katta kuzatilayotgan nuriy tezligi 20 km/sek bo'lib, yiliga kuzatilayotgan yo'ldoshning eng katta tezligi esa $0'',05$. Aylanish davri 6 yilni tashkil etdi; orbitasi doiraviy. Sistemani tashkil etuvchi komponentalari har birining o'lchamini, parallaksini, massasini va yorqinligini

hamda nisbiy orbitaning radiusini aniqlang. Topilgan massalarni aniqlangan yorqinlik va “massa – absolyut kattalik” bog’lanishidan topiladigan qiymatlari bilan taqqoslang.

279. Davri 10 sutkaga va o’rtacha ko’rinma fotografik yulduz kattaligi 4,8 ga teng bo’lgan Egizaklarning ζ sefeidigacha bo’lgan masofani sefeidlar uchun topilgan “davr-absolyut kattalik” bog’lanishidan foydalanib aniqlang.

280. Yulduzlarning radiuslari nisbatlari $r:R$ ni, ravshanligi o’zgarish davri (aylanish davri) P ni hamda o’zgarish davomiyligi (tutilish davomiyligi) p ni bilgan holda Algol turidagi to’siluvchan qo’shaloq sistemadagi “qora” yo’ldoshning nisbiy orbitasi radiusi D ni yorqin yulduzning radiusi R birliklarida ifodalab aniqlang, bunda orbita doiraviy deb hisoblansin. *Korsatma:* tasvirdan foydalaning, unda A – bosh yulduz, B_1 va B_2 esa, tutilish boshlanishida va ohirida yo’ldosh.



281. O’zgaruvchan yulduzning ravshanligining o’zgarish davri 3 sutka, uning nuriy tezligi +30 km/sek ga teng. Bu yulduzning bevosita kuzatilayotgan davri nimaga teng? *Ko’rsatma:* nurning tarqalish tezligi hisobga olinsin.

282. Aniq bir xil davrga ega ikkita sefeid Andromeda tumanligida – biri diskining bizga eng yaqin, ikkinchisi bizdan eng uzoq qismlarida joylashgan. Bu sefeidlarning yulduz kattaliklari ayirmalarini chamalang.

XIII. KOINOT TUZILISHI

Osmonda ko'rinayotgan yulduzlarning katta qismi Galaktika deb nomlanuvchi sistemani tashkil etadi. Galaktika sharsimon to'dalar bilan o'ralgan, undan katta masofalarda, uzoqroqda boshqa galaktikalar – gigant yulduz sistemalari joylashgan.

Galaktikagadi va undan tashqaridagi obyektlargacha bo'lgan masofani aniqlash uchun ko'pincha $M=m+5-5\lg r$ formula ishlatiladi. Bizdan o'ta uzoqlashgan sharsimon to'dalar va yaqin galaktikalar (20-30 million yorug'lik yil chegarasida) gacha masofalar bu yulduzli sistemalarda absolyut kattaliklar va ravshanliklari o'zgarish davrlari orasida bog'lanishlar mavjud bo'lgan sefeidlar kuzatilganda aniqroq topiladi (XII bobga qaralsin).

Juda olisdagi (>100 million yorug'lik yili) galaktikalargacha bo'lgan masofa Habbl qonuniga asosan aniqlanadi: galaktika bizdan qanchalik uzoq bo'lsa, uning tezligi shuncha katta bo'ladi:

$$v = H \cdot R,$$

bu yerda H – Habbl doimiysi, uning zamonaviy qiymati $H \in [50; 100]$ km/(sek·Mps) intervalda joylashgan. Turli usullar yordamida topilgan qiymatlarining o'rtachasi 71 km/(sek·Mps) ni bersada, quyida masalani tez va kerak bo'lsa og'zaki yechish maqsadida shartli ravishda $H=100$ km/(sek·Mps) deb olish mumkin.

Galaktikaning uzoqlashish tezligini Dopler effektidan aniqlaymiz. Bunda klassik formulasi (Nyuton mexanikasi doirasida)

$$\frac{v}{c} = z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$$

($\Delta\lambda$ - galaktika spektrida chiziqlarning siljishi), yoki relyativistik formuladan foydalanamiz:

$$z = \sqrt{\frac{1+v/c}{1-v/c}} - 1.$$

Bu yerda z kattalik qizilga siljish deb ataladi va u kuzatuvlardan topiladi.

56 - namuna. 10000 km/s tezlik bilan uzoqlashayotgan galaktikada o'tayangi yulduz chaqnadi (18^m). Galaktikagacha bo'lgan masofa, uning absolyut yulduz kattaligi va yorqinligi nimaga teng?

$v=10000$ km/s	Yechimi: Habbl doimiysini $H=100$ km/(s·Mps) deb olib, galaktikagacha bo'lgan masofani aniqlaymiz. $r=v/H=133,3$ Mps= $1,3 \cdot 10^8$ ps.
$m=18^m$	
$r=?$	
$M=?$	
$L=?$	

$$M=m+5-5\lg r = -17,57^m$$

$$\lg L = 0,4(4,8-M) = 8,95, \quad L \approx 8,9 \cdot 10^8$$

$$Javob: r = 1,3 \cdot 10^8 \text{ ps}; M_{gal} = -17,57^m; L = 8,9 \cdot 10^8$$

57 - namuna. Koinotda nima ko'p – protonlarmi yoki relikt fotonlarmi? Koinotdagi moddaning o'rtacha zichligi 10^{-30} gr/sm^3 . Relikt nurlanishning harorati 2,7 K.

$\rho = 10^{-30} \text{ gr/sm}^3$ $T = 2,7 \text{ K}$	<i>Yechimi:</i>
$\frac{n_p}{n_f} = ?$	Hajm birligidagi fotonlar soni $n_f = \frac{4\pi}{c} \int_0^\infty \frac{B_\nu(T)}{h\nu} d\nu = \frac{8\pi}{c^3} \int_0^\infty \frac{\nu^3}{e^{h\nu/kT} - 1} d\nu.$

$x = h\nu/kT$ ifodani qo'yish orqali quyidagini hosil qilamiz:

$$n_f = 8\pi \left(\frac{k}{ch} \right)^3 CT^3, \quad \text{bu yerda } C = \int_0^\infty \frac{x^2 dx}{e^x - 1}. \text{ Shunday qilib, } n_f \propto T^3,$$

$$C = \int_0^\infty \frac{x^2 e^{-x} dx}{1 - e^{-x}} = \int_0^\infty x^2 e^{-x} (1 + e^{-x} + e^{-2x} + \dots) dx = 2 \left(1 + \frac{1}{2^3} + \frac{1}{3^3} + \dots \right) = 2\zeta(3) = 2 \cdot 1,202$$

Bu yerda argumenti $s=3$ bo'lgan Riman dzeta-funksiyasi uchun $\zeta(s) = 1 + \frac{1}{2^s} + \frac{1}{3^s} + \dots$ ifoda ishlatiladi.

Shunday qilib, $n_f = 20T^3$. Binobarin, 1 sm^3 hajmda $n_f = 400$.

(Xuddi shu narsani boshqacharoq olish mumkin: teng muvozanatli nuriy energiya zichligi $u = aT^4$, $a = 7,56 \cdot 10^{-15} \frac{\text{erg}}{\text{sm}^3 \text{K}^4}$ - nurlanish zichligi

doimiysi. Fotonning o'rtacha energiyasi $\overline{E_f} = 2,7kT$, demak $n_f = \frac{a}{2,7k} T^3$).

Agar Koinotning o'rtacha zichligiga qo'shiladigan asosiy ulush vodorodniki bo'lsa, unda 1 cm^3 dagi protonlarning o'rtacha konsentratsiyasi

$$n_p = \frac{\rho}{m_p} = \frac{10^{-30}}{1,7 \cdot 10^{-24}} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ va undan ham kichik bo'ladi.}$$

Javob: relikt fotonlar protonlarga nisbatan ancha ko'p.

Mustaqil yechish uchun misol va masalalar

283. Yaqinda “o'tayangi” yulduzlar bo'yicha uzoq galaktikalargacha bo'lgan masofa Habbli qonunidan topiladigan masofa qiymatidan ancha katta ekani ma'lum bo'ldi. Ushbu fakt Koinot kengayishi jarayoniga qanday tuzatmalarni kiritish zarurligiga olib keladi?

284. NGC 5694 sharsimon to'dasida yulduzlarning ko'rinma yulduz kattaligi absolyut yulduz kattaligidan 18^m ga katta. Bu to'dagacha bo'lgan masofa nimaga teng?

285. Gerkulesdagi yulduz to'dasi bizdan 10,5 ming parsek masofada joylashgan. Uning burchak diametri $12'$ va jami yorqinligi $5^m,9$ ga teng. To'daning haqiqiy diametrini va absolyut yulduz kattaligini hisoblang.

286. Habb1 doimiysini $100 \text{ km/ (sek} \cdot \text{Mps)}$ deb hisoblab, spektrida qizilga siljishi 10000 km/sek bo'lgan galaktikagacha bo'lgan masofani baholang.

287. Mess'e 3 sharsimon to'dasida joylashgan qisqa davrli sefeidning (o'rtacha davri $0^d,54$) ko'rinma fotografik yulduz kattaligi $15^m,50$ ga teng. "Davir-absolyut kattalik" egri chizig'idan foydalanib, shu to'dagacha bo'lgan masofani aniqlang.

288. Agar ayrim galaktikalarning absolyut fotografik kattaligi $M=-13^m,8$, 2,5-metrli reflektor uchun ularning chegaraviy fotografik ko'rinma yulduz kattaligi esa $m=20^m,2$ bo'lsa, shu teleskop bilan kuzatish mumkin bo'lgan eng uzoq masofa yorug'lik yillarda nimaga teng?

289. "Sefeidlar usuli" bo'yicha bir qancha spiralsimon galaktikalargacha masofalar aniqlangan edi. Keyinchalik ma'lum bo'lishicha, yulduzlararo fazodagi chang undan o'tuvchi yorug'likning bir qismini yutib olib qolarkan. Bu kashfiyot spiralsimon galaktikalarning ilgari hisoblangan diametrlariga qanday ta'sir etadi?

290. Agar barcha sharsimon to'dalarning absolyut summar yulduz karralıkları hamda chiziqli o'lchamlari bir xil deb faraz qilsak, va bu to'dalargacha masofalar turlicha ekanligini hisobga olsak, ularning ko'rinma summar yulduz kattalıkları m va ko'rinma burchak diametrlari d qaysi formulaga asosan bog'langan bo'lishi mumkin?

291. 1987 yilda Katta Magellan Bulutida charaqlagan o'tayangi yulduzning absolyut yulduz kattaligini baholang. Uning maksimum vaqtdagi ko'rinma yulduz kattaligi 3^m atrofida bo'lgan.

292. HII sohalarining radiusi gaz zarrachalarining konsentrasiyasiga $n^{-2/3}$ ko'rinishida bog'liqligini ko'rsating.

293. Harorati $T=100000 \text{ K}$ va $R=10R_Q$ bo'lgan yulduz har sekunda nechta yulduzlararo vodorod atomlarini ionlashtiradi?

294. Astronomlar ilk bor ultranoma'lum (UN) va infranoma'lum (IN) diapazonlarda kuzatuvlar bajarishdi. UN da ular diskret manbalar topishdi, aniqlanishicha ular butun osmon sferasi bo'ylab tekis taqsimlangan ekan. IN da ham hanuzgacha noma'lum bo'lgan obyektlar topildi, bu manbalar Galaktikaning markaziga emas, balki uning diskida konsentratsiyalanishi aniqlandi. UN diapazonda kashf qilingan obyektlargacha masofalar haqida nima deyish mumkin? IN-manbalargacha masofa haqida-chi?

295. Galaktika markazigacha bo'lgan masofa va Quyoshning galaktik orbita bo'ylab harakat tezligidan Galaktika massasini baholang.

296. Juda issiq ($T=80000\text{ K}$) yadroga ega bo'lgan planetar tumanlik mavjud. Tumanlikda yulduzdan chiqayotgan nurlanishning sezilarli qismi yutiladi. Numa uchun tumanlik uzoq galaktikalar orasidan juda yaxshi ko'rinadi?

297. $T=16000\text{ K}$ ega yulduz yulduzlararo muhitga botgan. U nurlantirayotgan energiyaning qanday qismi yulduzlararo vodorodni ionlantirishga sarflanishini chamalang. Yulduz qora jism kabi nurlanayapti deb qabul qilinsin.

298. Asosan H_2 dan iborat, o'lchami $\sim 10\text{ ps}$, konsentrasiyasi $\sim 10^2\text{ sm}^{-3}$ bo'lgan molekulyar bulutning massasini baholang.

299. Ko'rish nuri bo'ylab L_α chiziq markazida sezilarli yutilishni ($\sim 10\%$) hosil qiluvchi neytral vodorodning massasini (g/sm^3 larda) chamalang. Gazning harorati $\sim 100\text{ K}$ bo'lganda chiziq markazida bir atomga hisoblangan yutilish koeffitsienti $\kappa_0 \sim 10^{-12}\text{ sm}^2$ ga teng deb olinsin.

300. Lira yulduz turkumidagi planetar tumanlikning burchak diametri $83''$ ga teng va u bizdan 660 ps masofada joylashgan. Uning chiziqli o'lchami astronomik birliklarda nimaga teng?

Javoblar

4. $A=180^\circ$, $h=23^\circ 27'$; 5. $66^\circ,5$; 90° ; 6. 6^h ; 18^h ; 7. $\alpha=18^h$, $\delta=66^\circ,5$; 16. taxminan 12^h da; 18. $11^\circ,5$; $58^\circ,5$; $0^\circ,47$; 20. $l=5^\circ 23'$; 24. $\alpha=4^h 38^m 5^s$, $\delta=22^\circ 8',0$; 26. $\lambda=85^\circ 45',0$; $\beta=45^\circ 7',8$; 27. $-30^\circ 14'$; $-48^\circ 40'$; $-52^\circ 15'$; 28. $24^\circ 2'$; 29. $\alpha=0^h 16^m 45^s$, $\delta=-0^\circ 6',2$; 33. $44^\circ 06'$; 34. $54^\circ 12'$; 35. $\sin^2(\varphi/2)$; 36. $5^\circ 48'$; 37. $49^\circ 17',4$; 46. $\lambda=359^\circ 09' 22''$, $\beta=-17^\circ 35' 37''$; $\lambda=357^\circ 54' 00''$, $\beta=-17^\circ 35' 37''$; $\lambda=0^\circ 41' 28''$, $\beta=-17^\circ 35' 37''$; 49. $\pi/300$ ga; 50. $\rho'=15^\circ 45''$; 51. $R=30 T/2\pi$ km, $[T]=$ yildagi sutkalar soni; 55. $48^\circ,5$ janubga; 56. $60^\circ,5$; 57. 5° ; 58. $7^h 35^m, 15^\circ 45'$ va $19^h 35^m, 84^\circ 15'$; 59. $z=32^\circ 45',0$; $A=343^\circ 42',9$; 62. $6^\circ 26'$; 63. $1^m 17^s$; 64. $-2^m 35^s$; $-2^m 38^s,5$; $-3^m 03^s$; 65. $2^m 33^s$; 66. $23^h 56^m 4^s,09$; 68. $2^h 23^m 48^s,48$; 69. $17^h 59^m 34^s$; 71. -9^m ; 72. $\approx 14^m 48^s$; 75. 43^m ; $3^h,5$; 7^h ; 22 marta; 76. har 30 yilda 0,013 sutka yoki 3000 yilda 1 sutka; 77. a) $\approx 5^m$, b) 1 sm ga uzaytirish; 78. ≈ 3 a.b., 3,4 a.b., 5,72 y.; 81. 1,7 a.b.; 82. W ga $n \approx 2,13$; 83. 0,7 yil; 84. $\approx 17'$; 86. 435,8 km/s; 87. $0^\circ,461$ ga; 88. 780^d ; 91. 0,153; 92. $S=T$; 93. $\rho=a+1-2a \cos \varphi$; 96. $q=-343$; 99. $E=122^\circ 06',2$; $v=151^\circ 57',7$; $r=5,4061$; 100. taxminan 8^h ; 103. 2,4 km/s; 104. 44 yil; 105. 14,7 Yer massasi; 106. 0,7 yil; 109. 16 o'ram; 110. 64 va 53 sutkaga karra; 111. $t=T/5,65$; 113. $g=24,8$ m/s²; 114. 50000 km; $65 \cdot 10^{12}$ km³; 1,6 g/sm³; 11,0 m/s²; 115. $v_{\text{par}}=49,7$ km/s, Venera; 116. $e=0,99$; $a=0,5025$; $T=0,36$ yil; $q=0,005025$; 119. $v=11,1$ km/s; $t \approx 5$ sutka; 120. Oy: 2,3 km; Mars: 3,3 km; 121. $m=1,2 \cdot 10^{28}$ g; $\rho=2,7$ g/sm³; 122. 16,7 km/s; 125. $a'=2a/3$; $T' \approx 0,4T$; $e=0,5$; 126. $e=0,5$; 127. $a \approx a_\oplus/2$; $P=P_\oplus/(2\sqrt{2})$; $e=0,99$; 128. ≈ 6000 km; 131. a) 465 m/s b) 308 m/s; 133. $g=9,809$ m/s², $l=993,85$ mm; 134. 17,01 marta tezroq; 135. $l=8251$ km; 137. 5 km/s; 139. 1:5000 ga; 140. 82 marta va $42^\circ,5$ ga teng bo'lardi; 142. $4''$; 143. $34''$, 6, $59''$, 5, $62''$, 8, $17''$, 0; 144. 10,95; 145. 42° ga, 2° ga; 146. $\approx 4''$; 147. $1'$, 900 marta; 148. $P_M=41^\circ 1'$, $P_{Yu}=11^\circ 5'$, $P_C=6^\circ 1'$; 149. -1,16; 150. $m=m_0-5\lg(a^2-a)+5\lg(\rho r)$; 151. 2,43 km; 152. 750 m; 153. 480000 marta; 154. 388 K; 156. 1,02 km/s; 158. 2,2 km/s, parabolikdan katta; 160. $49^\circ 37'$, $62^\circ 50'$, $77^\circ 15'$; 161. $D=27,21$ sut; 166. a) $x=219r$, b) $y=726r$; 168. 27 km; 173. 0,05 mm; 177. 100 marta; 179. 100, 40, 16, 6,3; 180. $0^m,7$ ga; 181. amplituda 1^m , 5; 183. $\approx 6 \cdot 10^8$; 184. $\approx 3,16$ marta; 185. $a=1,5$ (Mars); 186. $0^m,75$; 187. ≈ 10 km; 190. $0''$, 15, $16''$, 9; 191. 1500 marta; 192. $0''$, 19; 193. $\lambda_2=665$ m μ , $\lambda_1=383$ m μ ; 194. 700 km/s; 197. $\delta=1^\circ 41'$, Fotografik spektrometrda bu taxminan 17 mm; 198. $\gamma=32^\circ$, $\delta_3=8^\circ,512$, $\delta_K=8^\circ,492$; 200. 10^6 fot/sm²s, $5 \cdot 10^{16}$ fot/sm²c, 1 fot/m²s; 201. $8 \cdot 10^{11}$ fot, 1 fot/sek; 202. ≈ 45 sm, 0,0012 marta, 9 marta; 206. α (Yer perigeliyda), δ (bahorgi va kuzgi tengkunliklar atrofida); 208. 2° ga; 209. $\approx 12^h$ da; 210. $66^\circ 33'$; 211. $23^\circ 27'$; 214. a) $\alpha=86^\circ,7$ $\delta=23^\circ,4$ yoki

$\lambda=87^0,0$ $\beta=0^0$ b) $\alpha=266^0,7$ $\delta=-23^0,4$ yoki $\lambda=267^0,0$ $\beta=0^0$; **215.** $8'',4$; **216.** 500 km; **217.** $\approx 12,6$ t; **218.** $t=40^m$; **219.** $\approx 13,8$ kg; **220.** $R=109 R_{\oplus}$, $S=11900 S_{\oplus}$, $V=1300000 V_{\oplus}$; **221.** 137 km/s; **222.** $0^m,6$; **223.** $\beta=82^0 49',5$; $\lambda=343^0 47'$; **224.** ekv. 25,05 sut, $\varphi=30^0$ ga - 26,34 sut, $\varphi=45^0$ ga - 27,75 sut.; **225.** $\approx 35^d, 25^d$; **226.** $T=6760^0$; **227.** $3 \cdot 10^{10}$ yil; **230.** $E \approx 10$ keV; **231.** n fotonlar n protonlardan ancha kam; **232.** $\approx 2 \cdot 10^{10}$ yil; **235.** $\Delta\pi \in [0'',012; 0'']$, $r \in [83 \text{ pc}, \infty]$; **236.** 8,8 yor.yil; **237.** 2,7 ps=8,8 yor.yil=558000 a.b.= $8,3 \cdot 10^{13}$ km (Sirius uchun); **238.** $11^m,6$ va $13^m,4$; **239.** $1^m,27$; **241.** 97000 yildan so'ng; **242.** 30050 yilda, $\pi=1'',05$, $\mu=7'',11$, $m=-0,69$; **243.** 53,8 km/s; **244.** $v=-0'',0460$, $\tau=-0'',0797$; **245.** $v=-0'',022$, $\tau=0'',0628$; **246.** $4100^0, 4600^0, 6500^0, 23000^0$; **247.** 2300^0 dan 1650^0 gacha; **248.** 3 mg; **249.** ≈ 100 kg/sm³; **250.** $V=44,2$ km/s; **251.** $\mu \approx 1''/\text{yil}$; **252.** $\pi \approx 0'',1$; **253.** $\approx 4\%$; **254.** $H_{\odot} \approx 200$ km, $H_{\delta, \kappa} \approx 200$ m; **255.** 7,8; **256.** ≈ 5000 km; **258.** $\approx 7,4$; **259.** 1 yil; **266.** $7,5 m_{\odot}$; **267.** $1,5 m_{\odot}$; **268.** $5,5 m_{\odot}$; **269.** $0'',75$; **271.** 3,4 marta; **272.** 1,7 marta kichik; **273.** $T=0,232$ sut., $v=20,2$ km/s; **274.** $0'',049$; **275.** 34,6 km/s; **276.** $m_1/m_2=1,2$; **277.** 5020000 km; **278.** $\pi=0'',0084$; $L=15 L_{\odot}$; $d=3,9 d_{\odot}$; $a=5,7$ a.b.; $m=2,5 m_{\odot}$; **279.** 240 ps; **281.** kuzatilayotgan T haqiqiysidan 26^s ga katta; **282.** $\Delta m \approx 0,1$; **284.** 40000 ps; **285.** 37 ps, $-9^m,2$; **286.** 100 Mps; **287.** 14000 ps; **288.** $6,3 \cdot 10^7$ ps; **290.** $m=a-5 \lg d$, $a=\text{const}$; **291.** $M \approx -15^m,5$; **293.** $5 \cdot 10^{49}$; **295.** $10^{11} m_{\odot}$; **297.** 10^{-2} ; **298.** 10^{37} gr; **299.** $2 \cdot 10^{-13}$ g/sm³; **300.** 40000 a.b.

Ilova I. Masala yechishda zarur bo'ladigan sonlar

1. Fundamental doimiylar

1.1	Gravitasion doimiy [$sm^3/(g \cdot sek^2)$]	$6.67 \cdot 10^{-8}$
1.2	Yorug'likning vakuumdagi tezligi [sm/sek]	$2.99 \cdot 10^{10}$
1.3	Plank doimiysi [$erg \cdot sek$]	$6.63 \cdot 10^{-27}$

2. Atom yadrosi, atomlar va fotonlar

2.1	Protonning o'lchami [sm]	$0.8 \cdot 10^{-13}$
2.2	Protonning massasi [g]	$1.67 \cdot 10^{-24}$
2.3	Proton massasining elektron massasiga nisbati	1836
2.4	Boltsman doimiysi [erg/K]	$1.38 \cdot 10^{-16}$

3. Yer va Oy

3.1	Yer radiusi [km]	6400
3.2	Yer massasi [g]	$6 \cdot 10^{27}$
3.3	Yerning o'rtacha zichligi [g/sm^3]	5.5
3.4	Ekvatorda aylanish tezlik [km/s]	0.5
3.5	Erkin tushish tezlanishi [sm/s^2]	980
3.6	Bir jinsli atmosfera balandligi [km]	8
3.7	To'lin Oyning ko'rinma yulduz kattaligi	-13
3.8	Oygacha bo'lgan masofa [km]	384600
3.9	Oy massasi / Yer massasi	1/81
3.10	Oyda erkin tushish tezlanishi [sm/s^2]	160
3.11	Oy sirtidan chiqish uchun kerak bo'lgan tezlik [km/s]	2.4
3.12	Sinodik oy [sutka]	29.5
3.13	Siderik oy [sutka]	27.1

4. Quyosh

4.1	Massa [g]	$2 \cdot 10^{33}$
4.2	Yoritilganlik [erg/s]	$4 \cdot 10^{33}$
4.3	Radius [km]	700000
4.4	O'rtacha zichlik [g/sm^3]	1.4
4.5	Quyosh sirtidan chiqish tezlik [km/s]	600
4.6	Ekvatorda aylanish tezlik [sutka]: sinodik	27
	siderik	25
4.7	Quyosh sirtida erkin tushish tezlanishi [sm/s^2]	$3 \cdot 10^4$
4.8	Absolyut yulduz kattaligi M_v	4.8^m
4.9	Ko'rinma yulduz kattaligi m_v	-26.7^m
4.10	Rang ko'rsatgichi (B-V)	0.65^m
4.11	Spektral sinfi	G2V
4.12	Sirt harorati [K]	5800
4.13	Quyosh sirtidagi zichlik [g/sm^3]	10^{-7}

5. Quyosh sistemasi

5.1	Astronomik birlik [km]	$150 \cdot 10^6$
-----	----------------------------	------------------

5.2	Yerning o'z orbitasida aylanish tezligi [km/s]	30
5.3	Quyosh sistemasining o'lchami [a.b.]	40
	[sm]	$6 \cdot 10^{14}$
6. Yulduzlar		
	<i>Normal yulduzlar</i>	
6.1	Massasi (Quyosh massasida)	$0.1 \div 100$
6.2	Radiusi (Quyosh radiusida)	$0.1 \div 25$
		$10 \div 1000$
6.3	Yorqinligi (Quyosh yorqinligida)	$10^{-4} \div 10^6$
6.4	Sirt harorati [K]	$3000 \div 50000$
	<i>Oq karliklar</i>	
6.5	Massasi (Quyosh massasida)	1.4
6.6	Radiusi (Quyosh radiusida)	0.01
6.7	O'rtacha zichlik [g/sm ³]	$10^5 \div 10^7$
6.8	Magnit maydoni [Gs]	$10^6 \div 10^8$
	<i>Neytron yulduzlar</i>	
6.9	Massasi (Quyosh massasida)	$2 \div 3$
6.10	Radiusi [km]	$10 \div 15$
6.11	O'rtacha zichlik [g/sm ³]	$10^{13} \div 10^{14}$
6.12	Magnit maydoni [Gs]	10^{14}
7. Galaktika		
7.1	Galaktika diametri [kps]	30
7.2	Disk qalinligi [kps]	2
7.3	Galaktika massasi (Quyosh massasida)	$10^{11} \div 10^{12}$
7.4	Morfologik tipi	Sb
7.5	Absolyut yulduz kattaligi M_V	-20.5 ^m
7.6	Galaktik yil [yil]	$250 \cdot 10^6$
7.7	Quyoshdan Galaktika markazigacha bo'lgan masofa [kps]	8,5
7.8	Quyoshning Galaktika markazi atrofida harakatlanish tezligi [km/s]	220
7.9	$1 \text{ ps} = 3,26 \text{ yo. yili} = 206265 \text{ a.b.} = 3,085678 \cdot 10^{18} \text{ sm}$	
7.10	Eng yaqin yulduz α Sentavrgacha bo'lgan masofa [ps]	1.3
8. Galaktikadan tashqari dunyo. Koinot		
8.1	Katta Magellan Bulutigacha bo'lgan masofa [kps]	55
8.2	M31 gacha bo'lgan masofa [kps]	700
8.3	Xabbl doimiysi H [km/(s Mps)]	$50 \div 100$
8.4	Xabbl vaqti (1/H) [yil]	10^{10}
8.5	Xabbl masofasi (c/H) [sm]	10^{28}
8.6	Koinotning kritik zichligi [g/sm ³]	10^{-29}

Ilava II. Yulduz turkumlari

Izoh: Jadvalning oxirgi ustunidagi yulduz turkumlarining joylashuvi belgilanishlari quyidagicha: og'ishi $+35^{\circ}$ dan shimolroqda joylashgan yulduz turkumlar N harfi bilan, -35° dan janubroqda joylashganlari S harfi bilan, zodiakal (burjiy) tasmada joylashgan yulduz turkumlar Z harfi bilan belgilangan. Belgilanmaganlari $+35^{\circ}$ dan -35° gacha oraliqda joylashgan.

№	O'zbekcha nomi	Ruscha nomi	Inglizcha nomi	Qisqacha belgisi	Joylashuvi
1	Andromeda	Андромеда	Andromeda	And	N (shimol)
2	Javzo	Близнецы	Gemini	Gem	Z (burj)
3	Katta Ayiq	Большая Медведица	Ursa Major	UMa	N
4	Katta It	Большой Пёс	Canus Major	CMa	
5	Mezon	Весы	Libra	Lib	Z
6	Dalv	Водолей	Aquarius	Aqr	Z
7	Aravakash	Возничий	Auriga	Aur	N
8	Bo'ri	Волк	Lupus	Lup	S (janub)
9	Ho'kizboqar	Волопас	Bootes	Boo	
10	Veronika Sochlari	Волосы Вероники	Coma Verenices	Com	
11	Qarg'a	Ворон	Corvus	Crv	
12	Gerkules	Геркулес	Hercules	Her	
13	Gidra	Гидра	Hydra	Hya	
14	Kaptar	Голубь	Columba	Col	S
15	Tozilar	Гончие Псы	Canes Venatici	CVn	N
16	Sunbula (Parizod)	Дева	Virgo	Vir	Z
17	Delfin	Дельфин	Delphinus	Del	
18	Ajdard	Дракон	Draco	Dra	N
19	(Yakkashox)	Единорог	Monoceros	Mon	
20	Qurbongoh	Жертвенник	Ara	Ara	S
21	Rassom	Живописец	Pictor	Pic	S
22	Jiraf	Жираф	Camelopardalis	Cam	N
23	Turna	Журавль	Grus	Gru	S
24	Quyond	Заяц	Lepus	Lep	
25	Iloneltuvchi	Змееносец	Ophiuchus	Oph	
26	Ilon	Змея	Serpens	Ser	
27	Oltin Baliq	Золотая рыба	Dorado	Dor	S
28	Hindiy	Индеец	Indus	Ind	S

29	Kassiopeya	Кассиопея	Cassiopeia	Cas	N
30	Sentavr	Кентавр	Centaurus	Cen	S
31	Kil	Киль	Carina	Car	S
32	Kit, Nahang	Кит	Cetus	Cet	
33	Jaddi, Tog'taka	Козерог	Capricornus	Cap	Z
34	Kompas	Компас	Pyxis	Pyx	
35	Kema Quyrug'i	Корма	Puppis	Pup	
36	(Oqqush)	Лебедь	Cygnus	Cyg	N
37	Asad	Лев	Leo	Leo	Z
38	Uchar Baliq	Летучая рыба	Volans	Vol	S
39	Lira	Лира	Lyra	Lyr	N
40	Tulki	Лисичка	Vulpecula	Vul	
41	Kichik Ayiq	Малая Медведица	Ursa Minor	UMi	N
42	Kichik Ot	Малый конь	Equuleus	Equ	
43	Kichik Asad	Малый Лев	Leo Minor	LMi	
44	Kichik It	Малый Пёс	Canus Minor	CMi	
45	Mikroskop	Микроскоп	Microscopium	Mic	S
46	Pashsha	Муха	Musca	Mus	S
47	Nasos	Насос	Antlia	Ant	S
48	Burchak chizig'i	Наугольник	Norma	Nor	S
49	Hamal, Qo'zi	Овен	Aries	Ari	Z
50	Oktant	Октант	Octans	Oct	S
51	Burgut	Орёл	Aquila	Aql	
52	Orion	Орион	Orion	Ori	
53	Tovus	Павлин	Pavo	Pav	S
54	Yelkanlar	Паруса	Vela	Vel	S
55	Pegas	Пегас	Pegasus	Peg	
56	Persey	Персей	Perseus	Per	N
57	Pech	Печь	Fornax	For	
58	Jannat Qushi	Райская птица	Apus	Aps	S
59	Saraton (Qisqichbaqa)	Рак	Canser	Cnc	Z
60	Iskana	Резец	Caelum	Cae	S
61	Hut	Рыбы	Pisces	Psc	Z
62	Silovsin	Рысь	Lynx	Lyn	N
63	Shimoliy Toj	Северная	Corona	CrB	

		Корона	Borealis		
64	Sekstant	Секстант	Sextans	Sex	
65	To'r	Сетка	Reticulum	Ret	S
66	Aqrab (Chayon)	Скорпион	Scorpius	Sco	Z
67	Haykaltarosh	Скульптор	Sculptor	Scl	
68	Stol Tapa	Столовая Гора	Mensa	Men	S
69	O'q-yoy	Стрела	Sagitta	Sge	
70	Qavs, O'qchi	Стрелец	Sagittarius	Sgr	Z
71	Teleskop	Телескоп	Telescopium	Tel	S
72	Savr	Телец	Taurus	Tau	Z
73	Uchburchak	Треугольник	Triangulum	Tri	
74	Tukan	Тукан	Tucana	Tuc	S
75	Feniks	Феникс	Phoenix	Phe	S
76	Buqalamun	Хамелеон	Chamaeleon	Cha	S
77	Sefey	Цефей	Cepheus	Cep	N
78	Sirkul	Циркуль	Circinus	Cir	S
79	Soat	Часы	Horologium	Hor	S
80	Kosa	Чаша	Crater	Crt	
81	Qalqon	Щит	Scutum	Sct	
82	Eridan	Эридан	Eridanus	Eri	
83	Janubiy Gidra	Южная Гидра	Hydrus	Hyi	S
84	Janubiy Toj	Южная Корона	Corona Australis	CrA	S
85	Janubiy Baliq	Южная Рыба	Piscis Austrinus	PsA	
86	Janubiy But	Южный Крест	Crux	Cru	S
87	Janubiy Uchburchak	Южный Треугольник	Triangulum Australe	TrA	S
88	Kaltakesak	Ящерица	Lacerta	Lac	N

Ilova III. Refraksiya jadvali

Z	Refraksiya	Z	Refraksiya	Z	Refraksiya
0 ⁰	0 ⁰ /0	46 ⁰	59 ⁰ /6	71 ⁰ 0	45 ⁰ /7
1	1,0	47	1 1,7	20	48,8
2	2,0	48	3,8	40	52,0
3	3,0	49	6,2	72 0	55,4
4	4,0	50 ⁰ 00/	8,5	20	2 58,8
5	5,0	50 ⁰ 30/	9,9	40	3 2,4
6	6,0	51 ⁰ 00/	11,0	73 0	6,1
7	7,1	51 ⁰ 30/	12,3	20	10,0
8	8,1	52 ⁰ 00/	13,6	40	13,9
9	9,1	52 ⁰ 30/	14,9	74 0	18,1
10	10,1	53 0	16,3	10	20,5
11	11,2	30	17,6	20	22,4
12	12,2	54 0	19,1	30	24,6
13	13,3	30	20,6	40	26,9
14	14,4	55 0	22,1	50	29,2
15	15,4	30	23,6	75 0	31,5
16	16,5	56 0	25,2	10	34,0
17	17,6	30	26,8	20	36,5
18	18,7	57 0	28,4	30	39,0
19	19,8	30	30,1	40	41,6
20	20,9	58 0	31,9	50	44,2
21	22,1	30	33,7	76 0	46,9
22	23,3	59 0	35,5	10	49,6
23	24,4	30	37,4	20	52,5
24	25,6	60 0	39,4	30	55,3
25	26,8	30	41,4	40	58,2
26	28,1	61 0	43,5	50	4 1,2
27	29,3	30	45,6	77 0	4,3
28	30,6	62 0	47,8	10	7,5
29	31,9	30	50,2	20	10,7
30	33,2	63 0	52,6	30	14,0
31	34,6	30	55,0	40	17,3
32	36,0	64 0	57,5	50	20,8
33	37,4	30	2 0,1	78 0	24,4
34	38,8	65 0	2,8	10	28,1
35	40,3	30	5,7	20	31,8
36	41,8	66 0	8,6	30	35,7
37	43,4	30	11,6	40	39,7
38	45,0	67 0	14,8	50	43,9

Z	Refraksiya	Z	Refraksiya	Z	Refraksiya
39	46,6	30	18,1	79 0	47,8
40	48,3	68 0	21,6	10	52,1
41	50,0	30	25,1	20	56,6
42	51,8	69 0	28,9	30	5 1,1
43	53,6	30	32,8	40	5,8
44	55,5	70 0	36,9	50	10,6
45	57,5	30	41,3	80 0	15,5

Adabiyotlar ro'yxati

1. Б.А.Воронцов-Вельяминов "Сборник задач по астрономии", М.: "Просвещение", 1980
2. Б.А.Воронцов-Вельяминов "Сборник задач и практических упражнений по астрономии", М.: "Наука", 1977
3. В.В.Иванов, А.В.Кривов, П.А.Денисенков "Парадоксальная Вселенная: 175 задач по астрономии", СПб, 1997

