

IV. 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 tasviriy tekislikka og'ish burchagi; a – yo'ldosh orbitasining katta yarim o'qi; P – aylanish davri; ω - periastrning tugundan burchak masofasi (periastr uzunlamasi); e – ekscentrisitet; 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 – kilometrlarda 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 "davir-yorqinlik" munosabatidan foydalaniladi: $\overline{M}_{pg} \approx +0,^m5$ - RR Lyr turidagi yulduzlar uchun, $\overline{M}_{pg} = -1,^m5 - 1,^m74 \lg P$ va $\overline{M}_{pg} = -0,^m2 - 1,^m51 \lg P$ - I va II turdagi sefeidlari uchun, bu yerda P – sutkalarda ifodalangan davr.

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

$$m_1 = m_2 = 1 m_Q \quad | \quad \text{Yechimi:}$$

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

2 - 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.

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

3 - 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?

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

4 - 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 $5^d,3$).

$P=5^d,3$ $r=?$	<p><i>Yechimi:</i></p> <p>Davr – yorqinlik bog'lanishiga muvofiq</p> $\overline{M_V} = - 3,475^m.$
--------------------	--

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:

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

Javob: $r=316$ ps

Mustaqil yechish uchun misol va masalalar

1. 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.

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

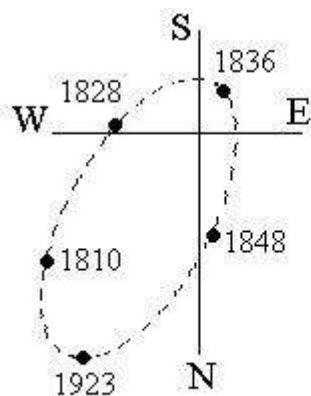
3. Agar Kapella qo'shaloq yulduzining orbitasi katta yarim o'qi $0,85$ a.b., aylanish davri $0,285$ yil bo'lsa, uning massalar yig'indisini hisoblang.

4. 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.

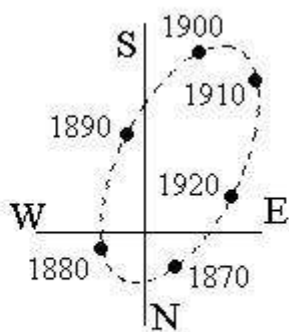
5. α Egizaklar qo'shaloq yulduzi $0'',076$ parallaksga, katta yarim o'qining ko'rinma burchak o'lchami $6'',06$ ga va aylanish davri 306 sutkaga teng. Bu qo'shaloq yulduzning massalar yig'indisi nimaga teng?

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

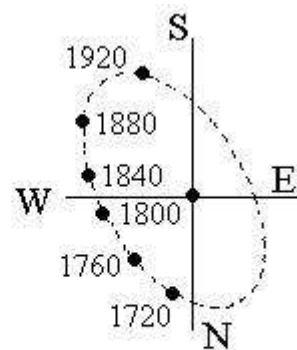
7. Rasmlardan birini tanlang (a-c), qo'shaloq yulduzning aylanish davrini, osmondagi u ellips markazi hamda bosh yulduzdan o'tishini bilgan holda katta yarim o'qi proyeksiyasini chamalang. Ko'rinma orbitaning eksentrisitetini chamalang (unga haqiqiy orbitaning eksentrisiteti ham mos keladi). Katta yarim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



a) Parizod γ



b) Katta Ayiq χ



c) Gerkules ζ

8. 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?

9. 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?

10. 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?

11. 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?

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

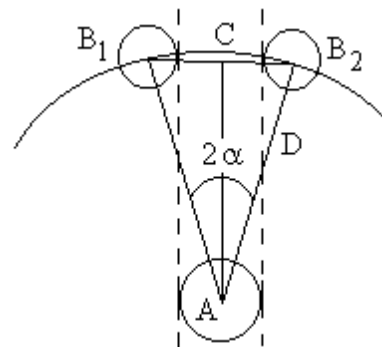
13. Agar Chayonning β si spektral-qo'shaloq yulduzining bosh va yo'ldosh yulduzlari nuriy tezliklarining yarim amplitudasi mos ravishda $k_1=152$ va $k_2=126$ km/sek bo'lsa, uning komponentalari massalari nisbatini aniqlang.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. 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. *Ko'rsatma:* tasvirdan foydalaning, unda A – bosh yulduz, B_1 va B_2 esa, tutilish boshlanishida va ohirida yo'ldosh.



18. 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.

19. 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.