

XXIX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур

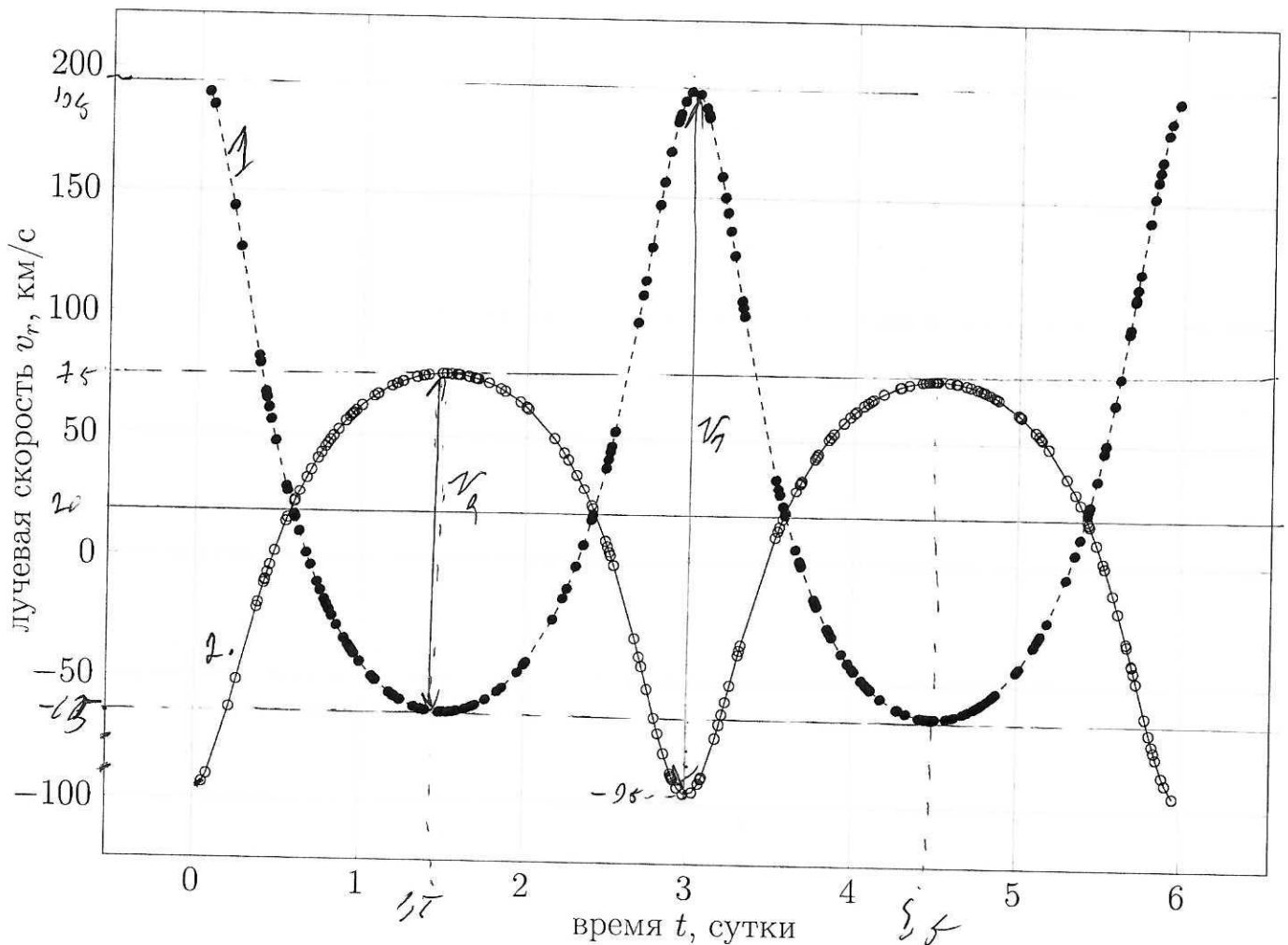
2022
13
марта

(176-15)

1025 1/3

11 класс

Вам дана кривая лучевых скоростей двойной системы, состоящей из двух звезд Главной последовательности. Луч зрения лежит в плоскости орбиты, линия апсид (соединяющая периастры и апоастры орбит) перпендикулярна лучу зрения. Найдите параметры системы: массы звезд, период и большую полуось системы, эксцентриситет орбиты. Определите видимые звездные величины системы в максимуме и минимумах блеска. Годичный параллакс системы равен $\pi = 0''.05$, звезды считайте сферически симметричными, эффектами прогрева и потемнения диска к краю можно пренебречь.

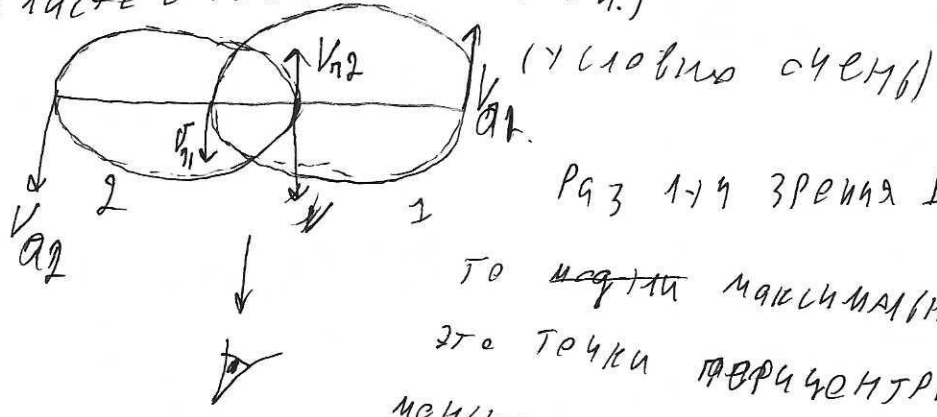


Решения задач и результаты олимпиады будут размещены на сайте

<http://school.astro.spbu.ru>

для начала, найду период орбиты. 165 $\frac{d}{3}$ (ЛБ-14)

(на листе с 7-ю осью пометки.)

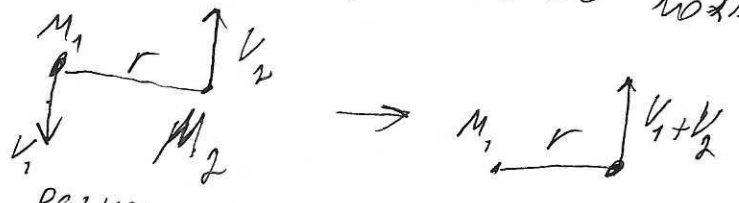


условно считы
 Раз 1-й зрених 1 илии аплика,
 то могут максимумы могут скорости
 это точки перичентра, соответственно,
 минимумы максимумы точки апоцентра,
 проходят через перичог, значит, можно
 гбывать через период, значит, можно
 Т = (4, 5-1, 5) [Т] ≈ 3.77 из графикя.

По 3 3-м Кеплера, можно вычислить массу Мз (звезда в апоцентре).
 $M_z = \frac{a^3}{T^2}$. далее, можно перейти в $\langle O \rangle$ орбитой из звезды.

в перичентре и апоцентре, тогда отн. скорости будет
 равна $\frac{v_1}{v_2} = \frac{r_1}{r_2}$ в этих точках, которые можно
 померить из графикя.

$|v_{n1}| \approx 195 \frac{km}{c}$; $|v_{n2}| \approx 95 \frac{km}{c}$
 $|v_{a1}| \approx +65 \frac{km}{c}$; $|v_{a2}| \approx 75 \frac{km}{c}$



Также можно заметить, что с.м. центра имеет 1-ю скорость $\neq 0$,
 но на векторную разность это не повлияет, следовательно,
 для перичентра: $v_{n1} + v_{n2} = \sqrt{\frac{5 M_z}{a} \frac{1+e}{1-e}} \approx 290 \frac{km}{c}$
 для апоцентра: $v_{a1} + v_{a2} = \sqrt{\frac{5 M_z}{a} \frac{1-e}{1+e}} \approx 140 \frac{km}{c}$

$\frac{290}{140} \approx \frac{1+e}{1-e} \Rightarrow e \approx 0,35$ (отношение скорости также
 можно было бы померить линейкой (сч. графикя).)

Терорк, в(ркт) б(р)м(а)р(д)л(а) через 3-и кендр (солок(е)м(а)н(и).)

$$\frac{q^3}{T^2} = \frac{GM_\Sigma}{4\pi^2} \Rightarrow M_\Sigma = \frac{4\pi^2 q^3}{GT^2} \quad (v_{n1} + v_{n2})^2 = \frac{GM_\Sigma}{a} \frac{1+e}{1-e} = \frac{4\pi^2 a^2}{T^2} \frac{1+e}{1-e}$$

Терорк $q^3 = \frac{(v_{n1} + v_{n2})^2 \cdot T^2}{4\pi^2}$

$$\approx \frac{9 \cdot 10^{10} \cdot 7 \cdot 10^{10}}{25} \cdot \frac{1-e}{1+e} = \frac{(9 \cdot 10^5)^2 \cdot (3 \cdot 29 \cdot 3600)^2}{12 \cdot 2 \cdot 7} \cdot \frac{1-e}{1+e}$$

Магн(а)т(а) л(о)ст(а) е магн(а)т(а)

где параметр и аполцентр Т.к. центр масс в центре медведи, значит

замкнутость, центр масс в центре медведи, значит

$$v_{n1}^* M_1 = v_{n2}^* M_2; \quad v_{a1}^* M_1 = v_{a2}^* M_2$$

$$v_{n1}^* = v_{n1} + \Delta v; \quad v_{n2}^* = v_{n2} - \Delta v$$

$$v_{a1}^* = v_{a1} - \Delta v; \quad v_{a2}^* = v_{a2} + \Delta v$$

$$(v_{n1} + v_{a1}) M_1 = (v_{n2} + v_{a2}) M_2 \Rightarrow \frac{M_2}{M_1} = \frac{2.9}{1.4} \approx 2.1; \quad 3 \text{ 3-и кендр:}$$

$$M_\Sigma = M_1 + M_2 = \frac{q^3}{T^2} = \frac{9 \cdot 10^3}{(3/365)^2} \approx 0.8 \cdot (122 \cdot 3600)^2 \approx 0.2 M_\odot; \quad \text{ТТ(а)р}$$

$$M_2 \approx 1.1 M_\odot; \quad M_1 \approx 2.1 M_\odot$$

$$r \approx 0.05 \Rightarrow r = \frac{1}{11} = 200 \text{ нк.}$$

Звезда не перекрывает друг друга. Для этого, где

$$3 \text{ зв(е)зд } \Gamma \Pi \text{ } L \sim M^4 \Rightarrow L_{\text{св}} = L_1 + L_2 = (1.1^4 + 2.1^4) L_\odot \approx 21 M_\odot$$

Терорк $M = M_\odot + 2.519 \frac{L}{L_\odot} \approx 2.519 \cdot 21 \approx 52 M_\odot$

$$m = M - 5 + 519 r \approx -6 + 12 \approx 6$$

Минимум, очевидно, будет достигаться при
 показании более точных компонентов менее точных
 (покрывает точная).

1 мт 3/3 (ПВ-19)

для звёзд $\Gamma \Pi$ также елти соотношения; $L \sim R^{5,2} \Rightarrow$
 $\frac{R_2}{R_1} \approx 2 \approx 1,15$; тогда останется ответить

$$\frac{R_2^2 - R_1^2}{R_2^2} \approx 0,4;$$

тогда наблюдателям будет казаться, что светимость
 $L_{\text{наб}} = 0,4 \cdot 256 \approx 100$; тогда ответом
 является $n = 2$ раз, а звёздная величина, соответств
 $m_{\text{наб}} = 7^m$

Ответ: $M_1 \approx 2 M_{\odot}$; $M_2 \approx 8 M_{\odot}$; $T \approx 3 \text{ лет}$; $a \approx 0,7 \text{ а.е.}$; $M_{\text{наб}} \approx 6^m$
 $M_{\text{мин}} \approx 6^m$

* (2): учтено изменение угла колена ЛРАЗ.

$$a = \frac{(\sqrt{v_1} + \sqrt{v_2})^2 \cdot T^2}{4\pi^2} \cdot \frac{1-e}{1+e} = \frac{(\sqrt{v_1} + \sqrt{v_2}) \cdot T}{2\pi} \cdot \frac{1-e}{1+e} \approx \frac{2,9 \cdot 10^5 \cdot 3,14 \cdot 36 \cdot 10^4}{6,3 \cdot \sqrt{2,1}} \approx 10^{10} \text{ м} \approx 10^{10} \text{ а.е.}$$

проанализировать за 3 года и сравнить.