

или зрелище в н-ом направлении \Rightarrow измерим вертикальный колп. \Rightarrow фазы
 (далее в решении это восточу не разумеется!)

ЯРО - 01

I. По данному графику заметим, что унебавит
 пройти 2 полных цикла скорости - 2 периода.

$$T_{2\text{ух}} = NT \Rightarrow T = \frac{6 \text{ см}}{2} = 3 \text{ см.}$$

Смими скорости с графика (пом, что с делениями шкал: скорости (попоуно) 1-кн)

$v_{I, \text{км/с}}$	194	23	-61	22	195	22	-62	20	190
$v_{II, \text{км/с}}$	-92	23	75	22	-90	22	73	20	-95
$t, \text{см}$	0	0.6	1.5	2.4	3	3.6	4.5	5.4	6

и усредним по x-и временим (отмечают моменты схода скорости, т.к. звезды в апоастре и пераастре)

$v_{\pm, \text{км/с}}$	193	22	75
$v_{\pm, \text{км/с}}$	-93	22	-60
$t, \text{см}$	0	0.6	1.5

ВАЖНО!

Перейдем в СО 2го, чтобы колпеной роть движение уастра. масс, а также рбона 3-ий з. Копра.

$v_{\pm \rightarrow II, \text{км/с}}$	286	136
$t, \text{см}$	0	1.5

Зная, что скорости в апоастре и пераастре соств. рбны:

$$v_a^2 = \frac{G(M_1 + M_2)}{a} \cdot \frac{1-e}{1+e} \quad v_n^2 = \frac{G(M_1 + M_2)}{a} \cdot \frac{1+e}{1-e}$$

$$\Rightarrow \frac{v_a}{v_n} = \frac{1-e}{1+e} ; \quad v_n v_a = \frac{G(M_1 + M_2)}{a}$$

Найдём эксцентриситет.

$$e = \frac{v_n - v_a}{v_n + v_a} = \frac{286 - 136}{286 + 136} = \boxed{0.35}$$

И соотношения через Савиже - Земля параметры

$$\frac{v_n v_a}{v_\oplus^2} = \frac{M_1 + M_2}{M_\oplus} = \frac{a_\oplus}{a} = \frac{286 \cdot 136}{30^2} \approx 42$$

Запишем 3-ий закон Кеплера для С-З параметров

$$\frac{T^2}{T_\oplus^2} \cdot \frac{a_\oplus^3}{a^3} = \left(\frac{M_\oplus}{M_1 + M_2} \right)^{-1}$$

Решим систему из последних 2-ух уравнений.

$$\frac{T^2}{T_\oplus^2} \cdot \frac{a_\oplus^3}{a^3} = \frac{a_\oplus}{a} \cdot \frac{1}{42} \Rightarrow a = \sqrt[3]{\frac{286 \cdot 136}{30^2} \cdot \frac{T^2}{T_\oplus^2} \cdot \frac{1}{42}} = \sqrt[3]{42} \cdot \frac{3}{365} \approx \boxed{0.054 \text{ a.e.}}$$

$$M_1 + M_2 = M_\oplus \frac{v_n v_a}{v_\oplus^2} \cdot \frac{a}{a_\oplus} = \left(\frac{\sqrt{286 \cdot 136}}{30^2} \right)^3 \cdot \frac{T}{T_\oplus} = \frac{42 \cdot 365 \cdot 3}{365} \approx 2.3 M_\oplus$$

используем, чтобы
определить

II.

Запишем суммарный импульс системы в двух разных и приравняем, т.к. система замкнута ($\vec{P}_E = \text{const}$)

$$P_E = M_1 v_{1(t=0)} + M_2 v_{2(t=0)} = M_1 v_{1(t=1.5 \text{ yr})} + M_2 v_{2(t=1.5 \text{ yr})}$$

В момент времени важно! (см. 1), т.е. есть много равнозначных вариантов 2)

$$M_1 \cdot 93 + M_2 \cdot (-93) = M_1 \cdot (-61) + M_2 \cdot 75$$

Найдём отношение масс:

$$\frac{M_1}{M_2} \approx 0.65, \text{ тогда зная суммарную массу:}$$

$$\boxed{\begin{matrix} M_1 \approx 0.9 M_\oplus \\ M_2 \approx 1.4 M_\oplus \end{matrix}}$$

III.

Для звёзд ДК справедливо соотношение.

$$L \propto M^4$$

Запишем ф. Посона для светимости

ГРО-01

$$\frac{L}{L_0} = 2.5^{12} M_0 - M = \left(\frac{M}{M_0}\right)^4$$

M - абсолют. зв. вел.

и формулу для абс. зв. вел. с расстоянием.

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

m - видимая зв. вел.

$$r = \frac{1}{\pi''} \quad \text{в парсеках.}$$

Преобразуем систему из последних 3-х уравнений получим.

$$m = M_0 - 5 - 5 \lg \pi'' - 10 \lg \frac{M}{M_0}$$

$M_0 = 4.7^m$ (диаметр звезды)

$$5 \lg \pi'' = 5 \cdot \lg(10^{-2} \cdot 5) = -10 + 5 \lg 5 \approx -7.5$$

разложим логарифм около 10 (линейно по формуле)
 $\lg(10+x) \approx \lg 10 + \frac{1}{10} x$
 $x = -5 \quad \lg(10-5) \approx 1 - \frac{1}{2} \approx 0.5$

$$\lg \frac{M}{M_0} = \frac{\ln \frac{M}{M_0}}{\ln 10} = \frac{\ln\left(\frac{M}{M_0} - 1 + 1\right)}{\ln 2.5^{12}} \approx$$

$$\approx \frac{\frac{M}{M_0} - 1}{\frac{5}{2} \cdot 0.92} \approx \frac{\frac{M}{M_0} - 1}{2.3}$$

$$M_1 = 4.7^m - 5^m + 7.5^m - \frac{10}{2.3} \left(\frac{M_1}{M_0} - 1\right) \approx 7.2^m - \frac{10}{2.3} (0.9 - 1) \approx \boxed{7.64^m}$$

$$M_2 = 7.2^m - \frac{10}{2.3} (1.4 - 1) \approx \boxed{5.5^m}$$

$$M_2 = -2.5 \lg(2.5^{12} + 2.5^{12}) \approx \text{(ли. след. мет.)}$$

Это максимум в максимальной диске (вне короны). Плк. $\alpha \ll \frac{1}{\pi''}$, то корона диска не может быть освещена излучением радиальной гравитации.
 Минимум диска связан с покрываемой звездой группой.

Звезды на ГН. имеют радиусы. Пусть звезды очень слабо отличаются от Солнца, тогда $f \approx \text{const} \Rightarrow R \propto M^{1/3}$.
 $M_1 \approx M_2$, а корень еще уменьшается
 значит, т.е. $R_1 \approx R_2$ (очень примерно),

а следовательно одна звезда полностью
 покроет другую, тогда минимум диска
 соответствует минимуму зв.

9PO-01

$$m_{\min} = m_2 \approx 7.64^m$$

Найдём макс. видимую звезду величину по "ф. системы звезд"

$$m_{\max} = m_2 - 2.5 \lg(2.512^{-m_1} + 2.512^{-m_2})$$

~~Разница m_1 и m_2 почти в 2^m , значит разность деления почти равна величине, и
 а следовательно не смогу (почти ф 2.512^{-x}), поэтому примерно $m_{\max} = m_2$ или m_2 ~~или m_2~~~~

а тем самым =)

$$-2.5 \lg(2.512^{-m_2} (1 + 2.512^{m_2 - m_1})) = -2.5 \left(0.4(-m_2 + \frac{\lg(1 + \frac{1}{2.512^2})}{\lg 10}) \right) =$$

$$= m_2 - 2.5 \frac{\frac{1}{2.512^2}}{2.3} \approx m_2 - 0.2^m \approx \boxed{5.3^m}$$

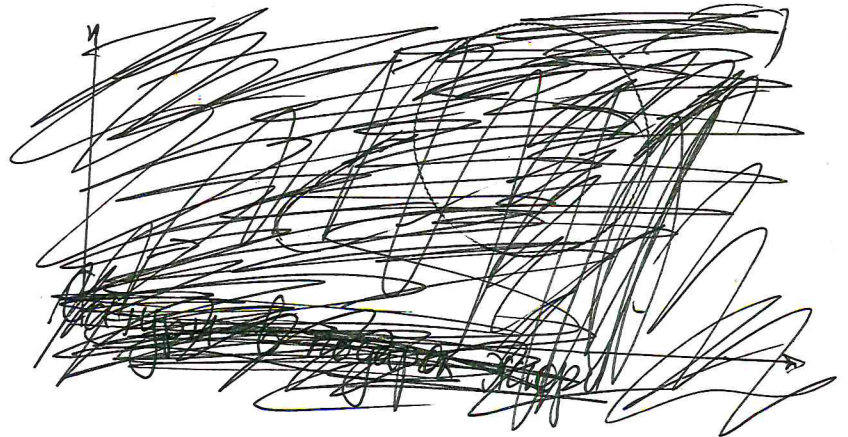
Параметры: $M_1 \approx 0.9 M_{\odot}$ $M_2 \approx 1.4 M_{\odot}$

$$a \approx 0.054 \text{ a.e.}$$

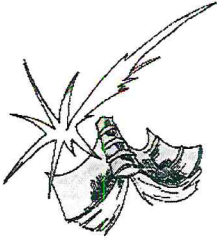
$$e \approx 0.35$$

$$m_{\min} \approx 7.64^m$$

$$m_{\max} \approx 5.3^m$$



лучше и так 5

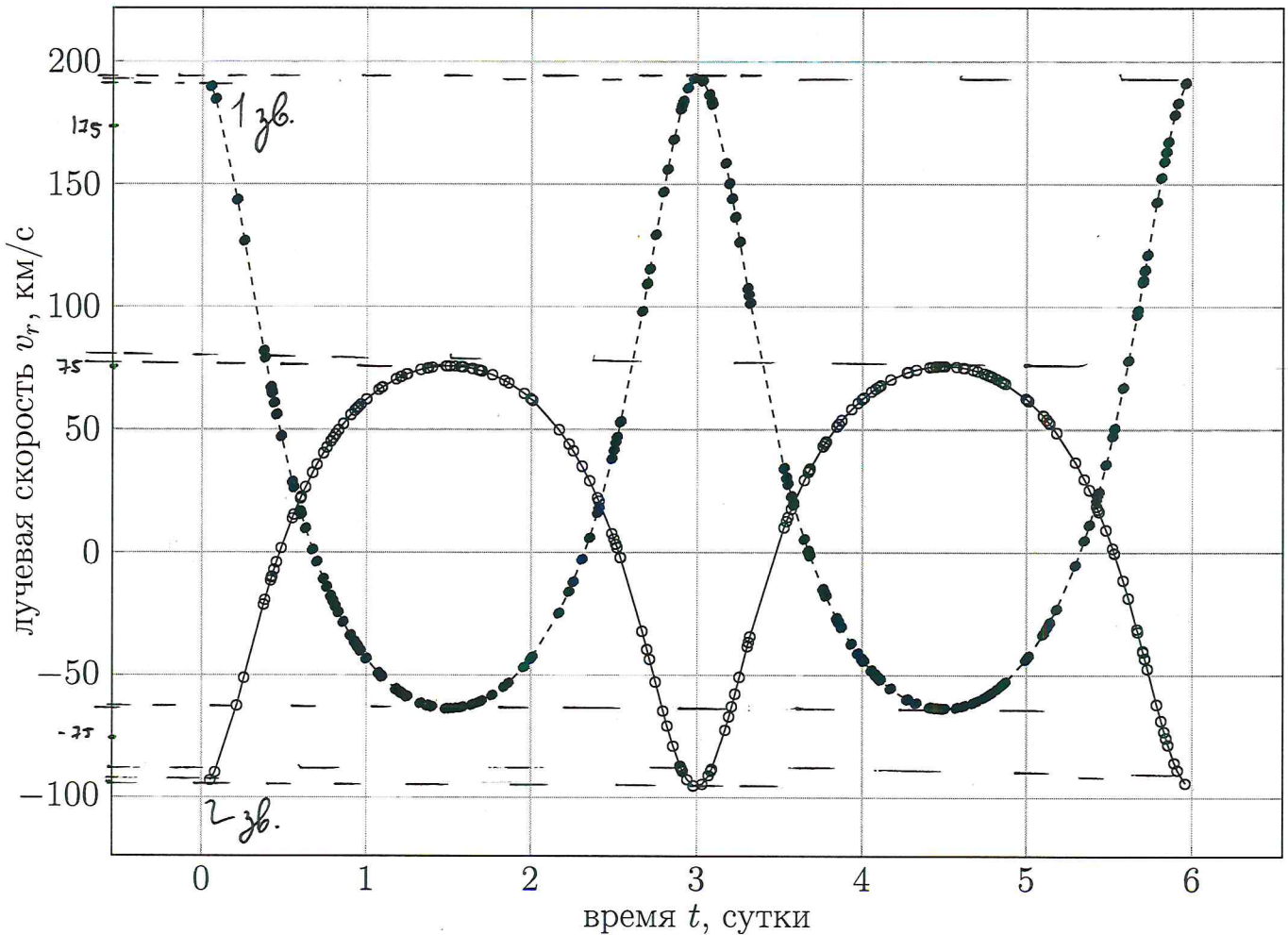


XXIX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур

2022
13
марта

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 минимуме блеска. Годичный параллакс системы равен $\pi = 0''.05$, звезды считайте сферически симметричными, эффектами прогрева и потемнения диска к краю можно пренебречь.



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

$$M_0 - (m + 5 - 5 \lg r) = 2.5 \cdot 4 \lg \frac{M}{M_0}$$

$$\frac{L}{L_0} = 2.512^{M_0 - M} = 2.512^{M_0} \cdot M = M_0 - 5 - 5 \lg r - 2.5 \lg \frac{M}{M_0}$$

$$\lg \frac{M}{M_0} = \lg \left(\frac{M}{M_0} - 1 + 1 \right) = \frac{M}{M_0} - 1$$

$$\lg \frac{M}{M_0} = \frac{\ln \frac{M}{M_0}}{\ln 10} \quad 2.5 \cdot 0.92$$

~~2.5~~

$$\begin{array}{r} 2.5 \\ \times 0.92 \\ \hline 50 \\ + 225 \\ \hline 2300 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \overline{) 23} \\ \underline{52} \\ 80 \\ \underline{69} \\ 11 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 40 \overline{) 23} \\ \underline{23} \\ 170 \\ \underline{161} \\ 90 \end{array}$$

$$L \propto R^{2.74}$$

$$f = \text{const}$$

$$M \propto R^3$$

$$-2.5 \lg 2.512^{-m_2} \left(1 + \frac{1}{2.512^2} \right)$$

0

$$\frac{v_{a1} - u}{v_{n1} - u} = \frac{1+e}{1-e} = \frac{v_{a2} - u}{v_{n2} - u}$$

$$v_{a1}v_{n2} - u(v_{a1} + v_{n2}) + u^2 = v_{n1}v_{a2} - u(v_{a2} + v_{n1}) + u^2$$

$$\frac{v_{a1}v_{n2} - v_{n1}v_{a2}}{v_{a1} + v_{n2} - (v_{a2} + v_{n1})} = u = \frac{80 \cdot 75 - 194 \cdot 90}{60 + 75 - (194 + 90)} = \frac{75 - 1.5 \cdot 194}{1 + \frac{5}{4} - 1.5 - 3.5}$$

$$k + ke = 1 - e$$

$$\frac{-k + 1}{1+k} = e \quad e = \frac{1 - \frac{v_a}{v_n}}{1 + \frac{v_a}{v_n}} = \frac{v_n - v_a}{v_n + v_a}$$

$$9.5 \cdot 4.5$$

$$9.4 + 0.5 + 0.5(9.4) \quad 13 \approx 6$$

$$36 + 6 \approx 42$$

$$\frac{150}{422} = \frac{75}{211}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ -63 \\ \hline 120 \end{array} \quad \begin{array}{r} 210 \\ -63 \\ \hline 147 \end{array}$$

$$\frac{42 \cdot 6.5}{120} \approx$$

$$\begin{array}{r} 42 \\ \times 6.5 \\ \hline 210 \\ + 252 \\ \hline 273 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6.50 \\ -600 \\ \hline 500 \end{array} \quad \begin{array}{r} 120 \\ -600 \\ \hline 500 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0.054 \\ -273 \\ \hline 240 \end{array}$$

$$M_1(193+61) = M_2(75+93)$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{75+93}{193+61} = \frac{168}{254} \approx \frac{84}{127}$$

$$\begin{array}{r} 84 \\ -780 \\ \hline 0.6 \end{array} \quad \begin{array}{r} 84 \\ -78 \\ \hline 60 \\ -52 \\ \hline 8 \end{array}$$

$$M_1 + M_2 = \dots \quad M_1 = (M_1 + M_2) - M_2 \quad 0.65M_1 + M_2 = 2.3$$

$$M_2 = \frac{2.3}{1.65} =$$

$$\begin{array}{r} 230 \\ -165 \\ \hline 650 \\ -495 \\ \hline 155 \end{array}$$