

У нас есть двойная звезда, назовём её компонентами 1(---) и 2(—). Их массы — M_1 и M_2 , тогда:

~~Выводим~~

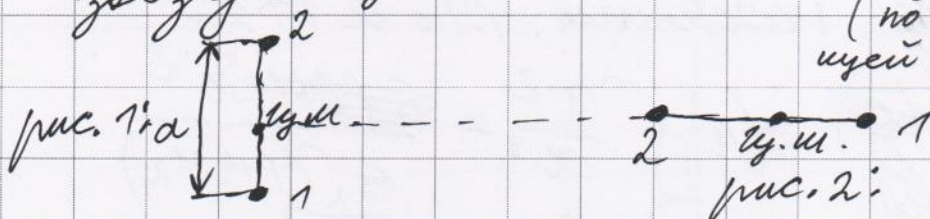
$$(1) \frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G(M_1 + M_2)}, \text{ где } a -$$

среднее расстояние между звёздами, а T — период обращения системы.

Также, для системы из двух вращающихся звёзд можно записать, что:

$$(2) \frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}, \text{ где } V_1 \text{ и } V_2 - \text{их скорости.}^{(*)}$$

Между положениями 1 и 2 (см. график в условии), соответствующим рис. 1 и рис. 2, ~~мы можем~~ успешно пройти ~~звёзды~~ a ~~в~~ ~~серии~~ ~~по~~ ~~оси~~ ~~соединяю~~ ~~щей~~ ~~систему~~ ~~а~~ ~~Землю~~.

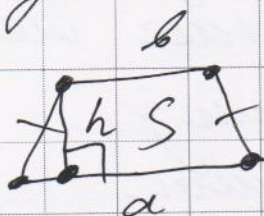


$(*)$ Я не забыл про то, что орбиты наклонены, просто к скорости и расстоянию добавляется $\cos \varphi$, где φ — угол наклона. $\cos \varphi$ потом сокращается, поэтому

рассчитать все ещё верны.

Позтому, а можно выйти, численно проинтегрировав участок графика АВ (всунуть и верхний и нижний изгибы).

Каждый из изгибов хорошо представляется как 3 треугольника (рис).



$$S = \frac{a+b}{2} h$$

а, b, h измерим и пересчитаем с помощью линейки.

В результате, $a \approx 940$ тыс. км.

$$\boxed{a \approx 940 \text{ тыс. км.}}$$

это и есть среднее расстояние между компонентами.

Всегда из ур-ний (1) и (2) можно выйти M_1 и M_2 :



$$\begin{aligned} (1) & \left\{ \frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G(M_1 + M_2)} \right. \\ (2) & \left\{ \frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \right. \end{aligned}$$

$$(1) \begin{cases} M_1 + M_2 = \frac{4\pi^2 \cdot a^3}{T^2 \cdot G} \\ (2) \begin{cases} \frac{M_2}{M_1} = \frac{V_1^2}{V_2^2} \end{cases} \end{cases}$$

(V_1 и V_2 считаем от
точки OQ , откинув
движение всей системы в
целом, и переводя в С.О.
ее Ц.М.).

$$\begin{cases} M_1 = \frac{4\pi^2 \cdot a^3 \cdot V_2^2}{T^2 \cdot G \cdot (V_1^2 + V_2^2)} \\ M_2 = \frac{4\pi^2 \cdot a^3 \cdot V_1^2}{T^2 \cdot G \cdot (V_1^2 + V_2^2)} \end{cases}$$

~~$T \approx 0,62 \text{ сут.}$~~
 $V_1 \approx 32 \text{ км/с}$
 $V_2 \approx 28 \text{ км/с}$
 $T \approx 0,62 \text{ сут.}$

$$(M_2 \approx 8,3 \cdot 10^{27} \text{ кг})$$

$$(M_1 \approx 6,3 \cdot 10^{27} \text{ кг})$$

~~Такая масса характерна~~

~~исключительно для красных
карликов, т.е. звезд класса
(довольно тушевые) ~~М.~~~~

~~Спектральные классы
карликов:~~

~~1 - M;
2 - M.~~

$M_1 \approx 6,3 \cdot 10^{27} \text{ кг}$
(---)
 $M_2 \approx 8,3 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
(-)

Такие массы характерны
только для довольно тусклых
красных карликов спектраль-
ного класса M.

Спектральные классы
звёзд:

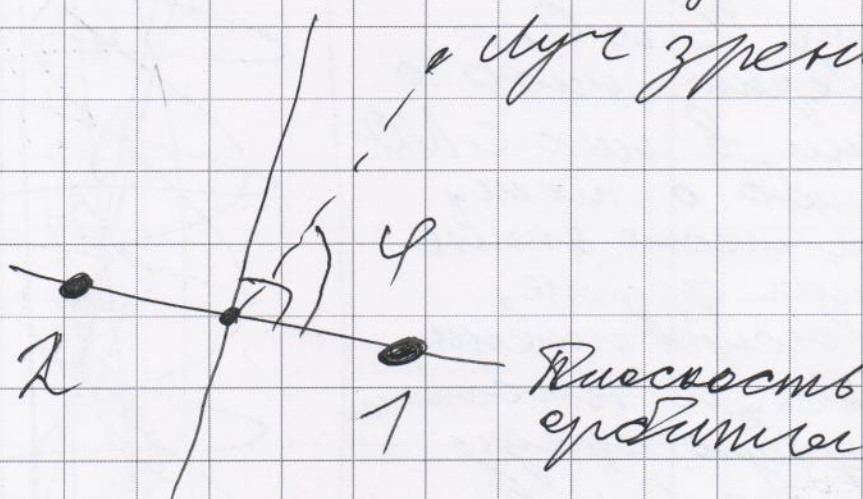
1 - M;
2 - M.

Теперь определим угол
наклона орбит к лучу
зрения φ .

Для этого возьмём среднюю толщину мантии СО по звёздам, она равна:

$$\lambda^* = \frac{034 \text{ Å} + 036 \text{ Å}}{2} = 207 \text{ Å} = 207 \cdot 10^{-10} \text{ м}$$

В условии путаница



Тогда:

$$\cos \varphi = \frac{\lambda^*}{\lambda} = \frac{207}{2374}$$

~~Рострум соответствующий
продольный и поперечный
а угол излучения трансверсальный,
то есть,~~

$$\cos \varphi \text{ близок к } 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi \text{ близок к } 90^\circ$$

$$\boxed{\varphi \approx 90^\circ}$$



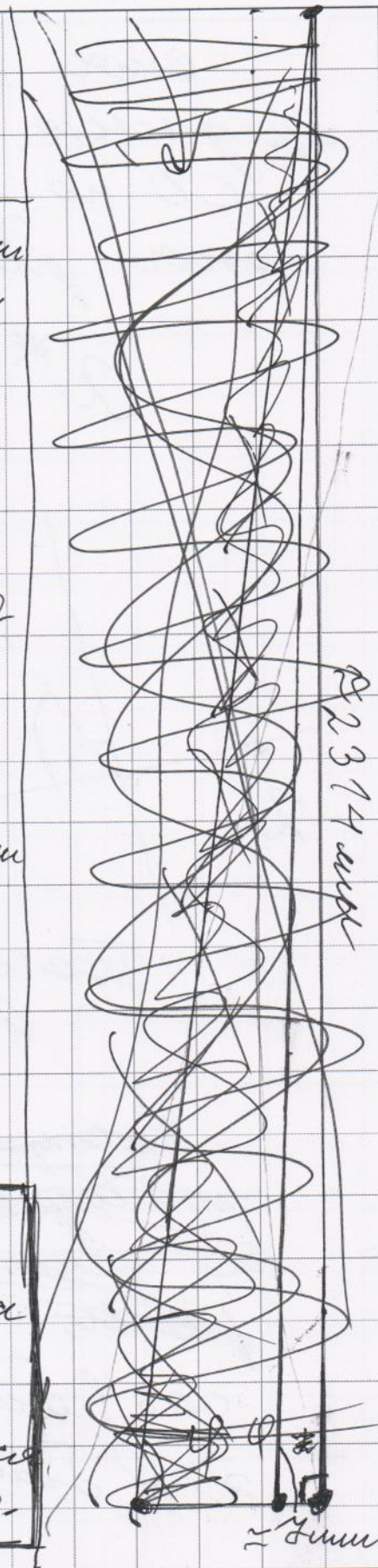
Однако, данные задачи
хвостом, чтобы сделать
еще один вывод.

В звезде, судя по
наблюдению спектральных
линий, есть С и О.

Это говорит либо о
протекании в них СНО-
цикла, либо о том,
что ~~на~~ на месте этих
звезд были другие,
которые быстро сгорели,
взрывшись и насытив
мелкозвездную среду
в темноте С и О.

Для первого варианта
нужна температура не
менее 10^8 K , чего не
бывает в красных
карликах.

Отсюда делаем
вывод о том, что
~~двойная~~ двойная система
находится не в
водородном ГМО, ~~а~~ а
~~в ней~~ в ней относятся
не к первому поколению.





XXXI Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур

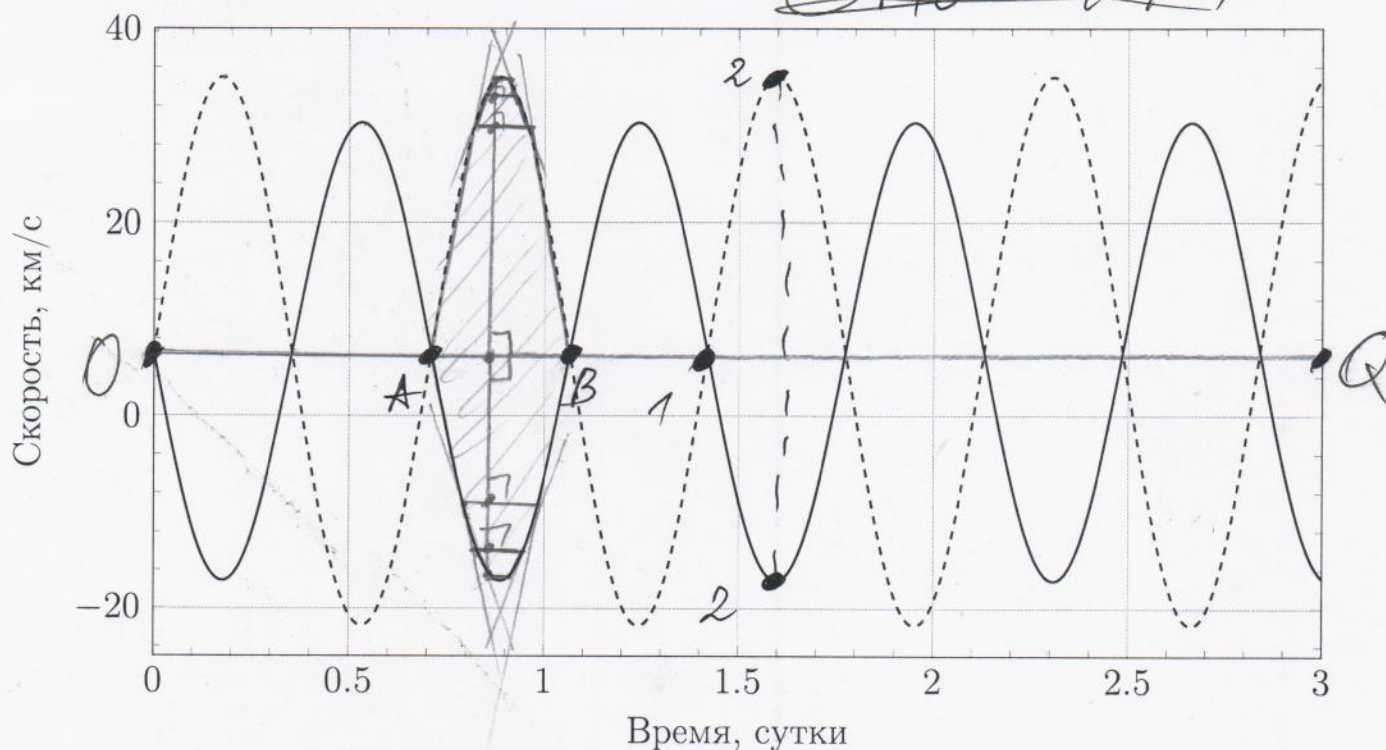
2024
3
марта

10 класс

Вам дана кривая лучевых скоростей двойной звезды LP 413–53AB, полученная в ходе наблюдений с 2007 по 2023 годы и аппроксимированная численной моделью. По оси абсцисс отложено время в сутках, по оси ординат — лучевая скорость каждой из компонент (в км/с). Определите:

- массы компонент;
- спектральные классы звезд;
- среднее расстояние между компонентами;
- угол наклона орбиты к лучу зрения.

Полуширина спектральной линии угарного газа (CO) $\lambda = 2314$ нм в спектре звезды, кривая лучевых скоростей которой обозначена штрихованной линией, составляет $0.34 \text{ \AA}$, в спектре звезды с кривой лучевых скоростей, обозначенной сплошной линией — $0.36 \text{ \AA}$, ускорения свободного падения на поверхности обеих компонент равны $3 \cdot 10^5 \text{ см/с}^2$. Можно считать, что оси вращения звезд перпендикулярны плоскости их орбит.



Решения задач и результаты олимпиады будут размещены на сайте

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