

Дана изображение звезды в угл диапазоне и некоторые данные о ней:

L	δ	μ_{δ} "/год	μ_{α} "/год	$r, \text{пк}$	$v_r, \frac{\text{км}}{\text{с}}$	M, M_{\odot}	$\Delta t, M_{\odot}/\text{год}$
$2^{\text{h}} 20^{\text{m}}$	-3°	0.009	-0.24	130	64	1.3	$3 \cdot 10^{-7}$

Нужно найти длину хвоста, когда были сброшены самые ранние видимые клочки в-ва, полную массу хвоста, плотность неподвижного газа, а также узнать, что это за звезда.

Для начала поймаем, что звезда движется не перпендикулярно лучу зрения, а значит видимый угловой размер на фотопластинке проекция на картинную плоскость. Чтобы найти полную длину, найдем скорость звезды:

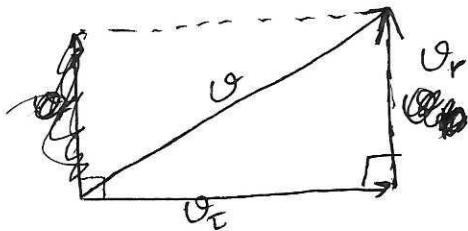
$v_{\text{т}} = 4.74 \mu L$, где μ - полное собственное движение звезды, L - расстояние до нее в пк

$$v_{\text{т}} = 4.74 \sqrt{\mu_{\delta}^2 + \mu_{\alpha}^2 \cos^2 \delta} L$$

$\cos \delta \approx 1$, т.к. угол мал

$$\sqrt{\mu_{\delta}^2 + \mu_{\alpha}^2} = \sqrt{(0.24)^2 + (0.009)^2} \text{ "/год} = \sqrt{(2.4 \cdot 10^{-1})^2 + (9 \cdot 10^{-3})^2} = \sqrt{5.76 \cdot 10^{-2} + 8.1 \cdot 10^{-5}} \text{ "/год} \approx \sqrt{0.0577} \text{ "/год} \approx 0.2403 \text{ "/год}$$

$$v_{\text{т}} = 4.74 \cdot 0.2403 \cdot 130 = 4.74 \cdot 2.403 \cdot 10^{-1} \cdot 1.3 \cdot 10^2 = 4.74 \cdot 2.403 \cdot 1.3 \cdot 10^1 = 148 \text{ км/с}$$



Подобный треугольник будет и для проекции длины хвоста на картинную плоскость (в ширину полная длина, катеты - проекции на картинную плоскость и ей перпендикулярную)

мы хотим найти l

$$l = d \cdot \frac{v}{v_t}$$

$d = L \sin r$, где r - угловой размер проекции хвоста

который можно найти по изображению.

$$r = \frac{l_{\text{хвоста}}}{L_{\text{ширина}}} \approx 2^{\circ} = \frac{160 \text{ км}}{182 \text{ км}} \cdot 2^{\circ} \approx 0.871 \cdot 2^{\circ} = 1.742^{\circ}$$

$$d = L \sin r = L r \approx 130 \cdot 0.029 = 3.9 \text{ пк}$$

$$l = d \cdot \frac{v}{v_t} = d \frac{\sqrt{v_r^2 + v_t^2}}{v_t} = 3.9 \cdot \frac{\sqrt{48^2 + 64^2}}{148} \approx 3.9 \cdot \frac{165}{150} = 3.9 \cdot 1.1 = 4.3 \text{ пк}$$

Тогда время, прошедшее с момента сброса звездой первых клочков вещества, равно:

$$\Delta t = \frac{l}{v} = \frac{4.3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 1.5 \cdot 10^8 \text{ км}}{165 \text{ км/с}} = \frac{4.3 \cdot 3 \cdot 10^{13}}{1.65 \cdot 10^2} = \frac{1.29 \cdot 10^{14}}{1.65 \cdot 10^2} = 9 \cdot 10^{11} \text{ с} = \frac{9 \cdot 10^{11}}{3 \cdot 10^7} \text{ лет} = 30000 \text{ лет}$$

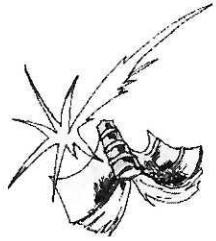
Найдём массу хвоста:

$$\Delta M = \dot{m} \cdot \Delta t = 3 \cdot 10^{-7} \cdot 3 \cdot 10^4 = 9 \cdot 10^{-3} M_{\odot} = 0.009 M_{\odot} = 0.009 \cdot 2 \cdot 10^{30} = 1.8 \cdot 10^{28} \text{ кг}$$

Теперь найдём плотность межзвёздного газа

Заметим, что газ не останавливается сразу, ~~максимум~~ поэтому, чтобы найти время, когда звезда ~~начинает~~ сбрасывает первое видимое количество вещества, нужно найти зависимость скорости газа от расстояния до звезды (выше приведены расчёты времени и массы для неподвижного газа), но как это рассчитать, я не очень представляю, поэтому сделала так.

Чтобы показать, что это ~~тоже~~ за звезда, посмотрим на её ~~координаты~~ восхождение и склонение: $\alpha = 2^{\text{h}} 26^{\text{min}}$; $\delta = -3.2^{\circ}$



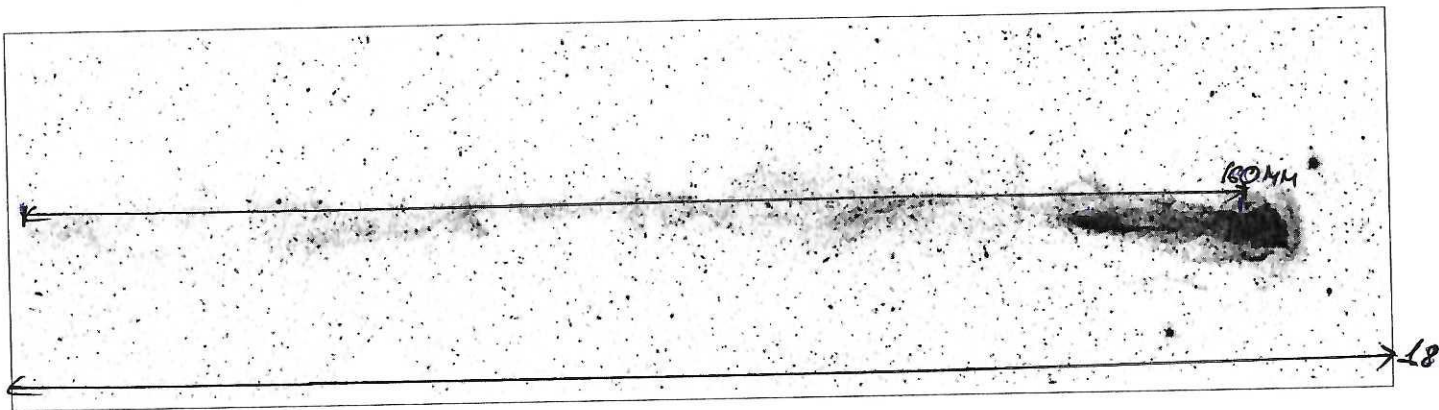
XXIX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур

2022
13
марта

10 класс

Вам дано изображение некоторой звезды (и ее «хвоста» из выброшенного вещества), полученное телескопом GALEX в ультрафиолетовом диапазоне. Полный размер снимка по горизонтали составляет 2° . В таблице приведены разные данные о звезде (экуаториальные координаты, компоненты собственного движения, расстояние, лучевая скорость, масса звезды, темп потери массы). Определите, когда были сброшены самые ранние видимые клочки вещества звезды, пространственную длину хвоста, полную наблюдаемую массу хвоста, плотность неподвижного межзвездного газа, считая, что звезда двигалась прямолинейно и равномерно. Что это за звезда?

α	δ	μ_α "/год	μ_δ "/год	r , пк	v_r , км/с	M , M_\odot	\dot{M} , $M_\odot/\text{год}$
$2^h 20^m$	-3°	0.009	-0.24	130	64	1.3	3×10^{-7}



Давление p набегающего со скоростью v потока газа плотности ρ вычисляется как $p = \frac{\rho v^2}{2}$.

Решения задач и результаты олимпиады будут размещены на сайте

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