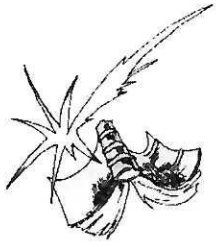


СПД-125



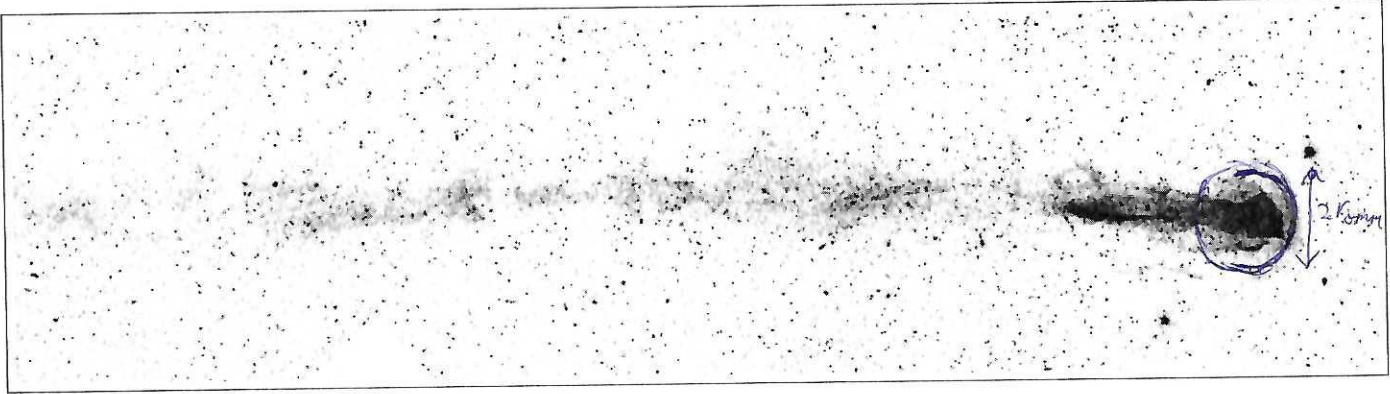
XXIX Санкт-Петербургская астрономическая олимпиада
практический тур

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}

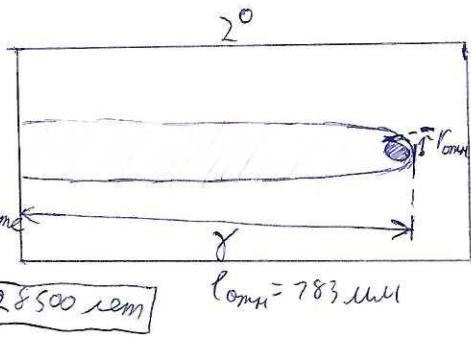


Давление p набегающего со скоростью v потока газа плотности ρ вычисляется как $p = \frac{\rho v^2}{2}$.

Решения задач и результаты олимпиады будут размещены на сайте

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

$\delta_{\text{отн}} = 173 \text{ мк} \Rightarrow \delta = 2^\circ \cdot \frac{r_{\text{отн}}}{l_{\text{отн}}}$
 $\delta = 19^\circ$



$\frac{M_1}{M_2} \ll 1 \Rightarrow |M_1| \approx |M_2| = 0,24'' \text{ лог}$

Предположим, что вещество в хвосте звезды сталкивается с межзвёздным газом и в результате останавливается.

$\tau = \frac{M_1}{\rho v} = \frac{M_2}{\rho v} = \frac{0,24'' \text{ лог}}{0,24'' \text{ лог}} = 28500 \text{ лет}$

$v_s = 730 \text{ км/с} \cdot 0,24'' \text{ лог} \cdot 1 \frac{\text{а.е.}}{\text{пк.а}} = 33,2 \text{ а.е. лог}$

$v_r = 64 \text{ км/с}$

$v_\oplus = 30 \text{ км/с} = 25 \text{ а.е. лог} \Rightarrow v_r = \frac{64}{30} \cdot 25 \text{ а.е. лог} = 73,2 \text{ а.е. лог}$

$v_\xi = 33 \text{ а.е. лог} = 30 \text{ км/с} \cdot \frac{33}{236} \approx 160 \text{ км/с}$

$\rho = v_\xi \cdot \tau = 33 \text{ а.е. лог} \cdot 29000 = 9,6 \cdot 10^5 \text{ а.е.} \approx 4,7 \text{ пк}$

$m = \mu \cdot \tau = 29000 \text{ лет} \cdot 3 \cdot 10^7 \frac{M_\odot}{\text{лог}} = 8,7 \cdot 10^3 M_\odot$

$M_\odot = 2 \cdot 10^30 \text{ кг}$

Заметим, что спереди от звезды всё вещество хвоста находится внутри сферической поверхности.

На границе поверхности силы давления со стороны вещества звезды уравновешивают силу давления межзвёздного газа.

$|v| = v_\xi$

$F_g = F_g \text{ звезд}$

$\rho = \rho_{\text{внеш}}$
 межзвёздный роз. кол. газ $\Rightarrow v_\xi^2 \gg \frac{kT}{m}$
 $\frac{\rho v_\xi^2}{2} = \frac{\rho_{\text{внеш}} v_{\text{отн}}^2}{2} \quad v_{\text{отн}} = -v$

$\rho = \rho_{\text{внеш}}$

$\mu = \frac{dm}{dt} = \rho \cdot 4\pi R^2 \frac{dR}{dt} = 4\pi \rho R^2 v$

$\mu^2 = 16\pi^2 R^4 \rho^2 v^2 = 16\pi^2 \rho R^4 \rho$

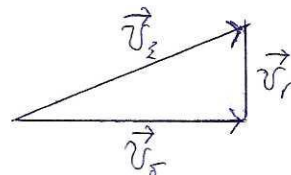
$2,6 \cdot 10^4 \cdot 1,5 \cdot 10^{17} \mu$

$R_0 = 730 \text{ пк} \cdot \sin(19^\circ) \approx 230 \text{ пк} = 26000 \text{ а.е.} = 4 \cdot 10^{15} \text{ м}$

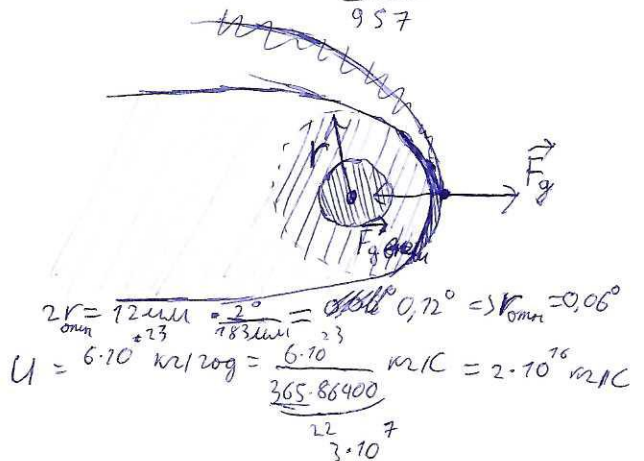
$v(R_0) = v_\xi = 2 \cdot 10^{16} \text{ км/с}$

$\rho_{\text{внеш}} = \rho = \frac{\mu}{4\pi R_0^2 v_\xi} = \frac{3 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 10^{16} \text{ км/с}}{4 \cdot 3,14 \cdot (4 \cdot 10^{15} \text{ м})^2 \cdot 1,6 \cdot 10^5 \text{ км/с}} = 10^{-99} \cdot \left(\frac{10^3 \text{ м}^2}{4\pi \cdot 16 \cdot 1,6} \right) \text{ км}^3 = 6 \cdot 10^{-29} \text{ км}^3$

$\begin{matrix} \times 6,3 \\ 2,7 \\ \hline 63 \\ 726 \\ \hline 7323 \end{matrix}$



$\begin{matrix} 29 \\ \times 33 \\ \hline 87 \\ 87 \\ \hline 957 \end{matrix}$



$2r = 12 \text{ мк} = \frac{2^\circ}{783 \text{ мк}} = 0,0015^\circ = 0,72'' \Rightarrow r_{\text{отн}} = 0,06''$
 $\mu = 6 \cdot 10^4 \text{ км/лог} = \frac{6 \cdot 10^4}{365 \cdot 86400} \text{ км/с} = 2 \cdot 10^{16} \text{ км/с}$

$\begin{matrix} 26 \\ \times 15 \\ \hline 39 \\ 26 \\ \hline 399 \end{matrix}$

$\frac{11}{702,4 \cdot 3,24}$