

CTa-07



XXIX Санкт-Петербургская астрономическая олимпиада  
практический тур

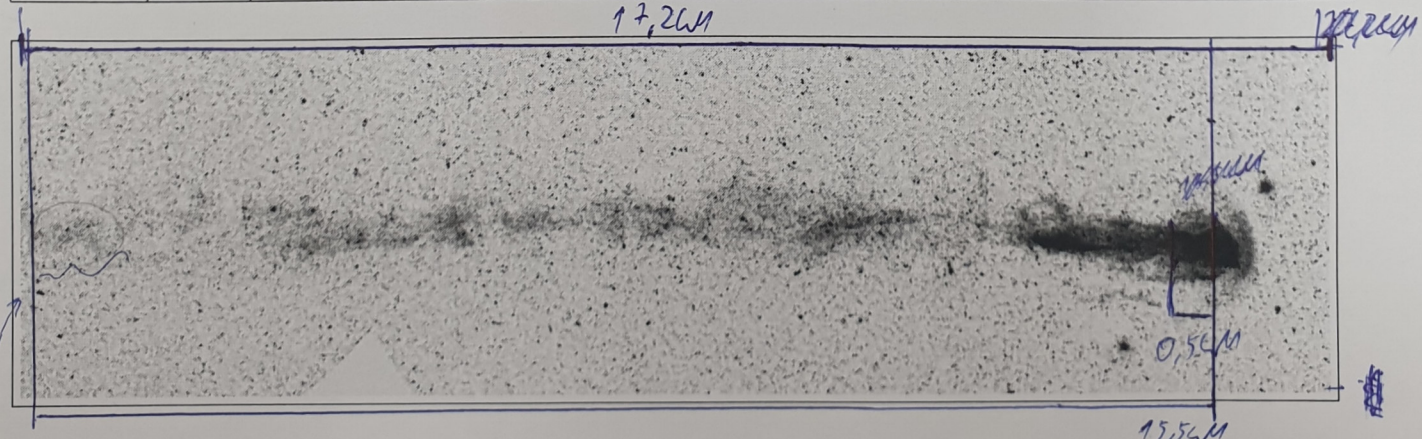
2022  
13  
марта

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?

CTa-07

$\alpha$	$\delta$	$\mu_\alpha$ "/год	$\mu_\delta$ "/год	$r$ , ПК	$v_r$ , км/с	$M$ , $M_\odot$	$\dot{M}$ , $M_\odot/\text{год}$
$2^h 20^m$	$-3^\circ$	0.009	-0.24	130	64	1.3	$3 \times 10^{-7}$



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

Решения задач и результаты олимпиады будут размещены на сайте

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

натяне клочки без-ва

приложить к работе

1

Дано:

Температура:

$$d = 2^\circ$$

$$\alpha = 2920''$$

$$\delta = -3^\circ$$

$$M_\alpha = 0,009 M_\odot$$

$$M_\delta = 0,24 M_\odot$$

$$v = 130 \text{ км/с}$$

$$v_r = 64 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$M = 1,3 M_\odot$$

$$\mu = 3 \cdot 10^{-7} M_\odot / \text{год}$$

$$P = \frac{P v^2}{2}$$

1) Для начала найдем время.

Из рисунка видно (смотрим рисунок), что по кризотам размер в  $2^\circ$  равен 17,2 см, а расстояние от центра хвоста до центра звезды - 15,5 см

Может найти угловую длину хвоста

$$x = 2^\circ \cdot \left( \frac{172}{155} \right) = 1,8^\circ \quad (x = \frac{2 \cdot 155}{172})$$

Найдем параллельное движение звезды

$$\mu = \sqrt{\mu_\alpha^2 + \mu_\delta^2}$$

$$0,009 \ll 0,24$$

$$\mu = \sqrt{0,009^2 + 0,24^2} = 0,24 M_\odot / \text{год}$$

$\Delta t = ?$

$l = ?$

$M = ?$

$P = ?$

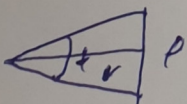
А значит, и к звездам убавалась равномерно, и

$$\Delta t = \frac{l}{\mu}$$

$$\Delta t = \frac{180 \cdot 3600'}{0,249} = \frac{30 \cdot 900}{24} = \boxed{27000 \text{ лет}}$$

Самое раннее климатическое событие произошло 27000 лет назад

2) ~~Анализ~~ и для угловой длины хвоста и расстояния до звезды, может найти угловую длину



Высоту на высоте угла:  $x(\text{рад}) = \frac{l}{r}$

$$l = \frac{48 \cdot \pi}{100 \cdot 90} \cdot 130 \text{ ПК} = 1,3 \pi \cdot \frac{\text{ПК}}{100} = \boxed{4,1 \text{ ПК}}$$

(2)

3) зная время образования хвоста и ~~массы~~ массы звезды и массы хвоста

$$m = M' \Delta t$$

$$m = 2,7 \cdot 10^4 \text{ лет} \cdot 3 \cdot 10^{-7} M_{\odot} / \text{лет} = 8,1 \cdot 10^{-3} M_{\odot}$$

$$m = 8,1 \cdot 10^{-3} M_{\odot} = 8,1 \cdot 2 \cdot 10^{30} \cdot 10^{-3} = 16,2 \cdot 10^{27} = 1,62 \cdot 10^{28} \text{ кг}$$

масса хвоста оказалась равна  $1,62 \cdot 10^{28} \text{ кг}$

4) В центре галактики

$$P = \frac{\rho v^2}{2} \Rightarrow \rho = \frac{2P}{v^2}$$

Считая, что газ сжимается, а образуется звезда, можно утверждать, что  $v = v_3$

$$v_3 = \sqrt{v_t^2 + v_r^2}, \text{ где } v_t = 4,74 \frac{M}{\pi} = 4,74 M \cdot v_{\text{max}}$$

$$v^2 = v_3^2 = v_t^2 + v_r^2$$

$$P = \frac{F}{S}; S = 4\pi v_3^2$$

~~из~~ из радиуса звезды  $r = 0,5 \text{ см}$ , что соответствует  $\chi_1 = \frac{0,5 \cdot 2^0}{17,2} = 0,06^0 \text{ мм}$  и

$$v_3 = \frac{0,06^0 \cdot \pi}{180^0} \cdot 130 \text{ км} = 0,14 \text{ км}$$

$$F = M \cdot g', \text{ где } g' = \frac{M_0}{r^2} \left( \frac{M M_0}{r^2} G = M_1 g' \right)$$

$$F = \frac{M^2}{r^2} G, \text{ масса } \rho = \frac{M^2 G}{4\pi r^4}$$

$$\text{А значит, что } \rho = \frac{2M^2 G}{4\pi r^4 (v_t^2 + (4,74 M v)^2)}$$

[CTA-02]

Омическое напряжение  $U^2$

$$U^2 = U_V^2 + (4,74 \text{ мВ})^2$$

$$\begin{array}{r}
 148 \\
 \hline
 748 \\
 + 1784 \\
 \hline
 592 \\
 748 \\
 \hline
 21904
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 474 \\
 \hline
 1,3 \\
 \hline
 1422 \\
 + 474 \\
 \hline
 6,162
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 6162 \\
 \hline
 24 \\
 \hline
 124648 \\
 12324 \\
 \hline
 107,888
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 U^2 &= (64 \cdot 1000)^2 + (4,74 \cdot 0,24 \cdot 130 \cdot 1000)^2 = 10^6 (4096 + (4,74 \cdot 0,24 \cdot 130)^2) = \\
 &= 10^6 (4096 + (4,74 \cdot 24 \cdot 1,3)^2) = 10^6 (4096 + (6,162 \cdot 24)^2) = \\
 &= 10^6 (4096 + 148^2) = 10^6 (4096 + 21904) = 10^6 \cdot 26000 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}
 \end{aligned}$$

$$U^2 = 26 \cdot 10^9 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{2 \cdot (1,3 \cdot 2 \cdot 10^{30})^2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11}}{4 \cdot 3,14 \cdot (0,14 \cdot 206265 \cdot 1,5 \cdot 10^{11})^3 \cdot 26 \cdot 10^9} = \\
 &= \frac{2,6 \cdot 1,3 \cdot 10^{60} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 4}{4 \cdot 3,14 \cdot (14 \cdot 15 \cdot 206265 \cdot 10^8)^3 \cdot 26 \cdot 10^9} = \\
 &= \frac{1,3 \cdot 10^{50} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 4}{4 \cdot 3,14 \cdot (270 \cdot 206265)^3 \cdot 10^{32} \cdot 26 \cdot 10^9} = \\
 &= \frac{1,3 \cdot 6,67 \cdot 10^7 \cdot 4}{4 \cdot 3,14 \cdot 2,14 \cdot 10^8 \cdot 2,064 \cdot 10^{20} \cdot 26 \cdot 10^9} = \frac{1,3 \cdot 6,67 \cdot 4 \cdot 10^7}{16 \cdot 19 \cdot 10^{27}} = \frac{2,6}{16 \cdot 19} \cdot 10^{-27} = \frac{2,6}{304} \cdot 10^{-23} = \frac{2,6}{3} \cdot 10^{-23} = 8,67 \cdot 10^{-24} \frac{\text{м}^2}{\text{м}^3}
 \end{aligned}$$

$$\rho = 8,67 \cdot 10^{-24} \frac{\text{м}^2}{\text{м}^3}$$

Данная:  $\Delta t = 27000 \text{ км}$  (назад)  $\approx 25000 \text{ км}$   $\approx 90 \text{ н.э.}$ ;  $l = 4,17 \text{ нм}$ ;  $m = 162 \cdot 10^{28} \text{ кг}$ ;  $\rho = 8,67 \cdot 10^{-24} \frac{\text{м}^2}{\text{м}^3}$ . (4)