

XXVII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур

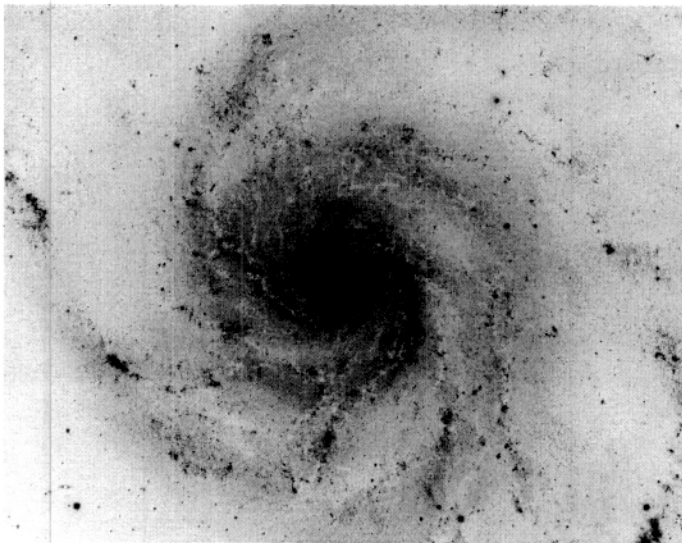
2020

1
марта

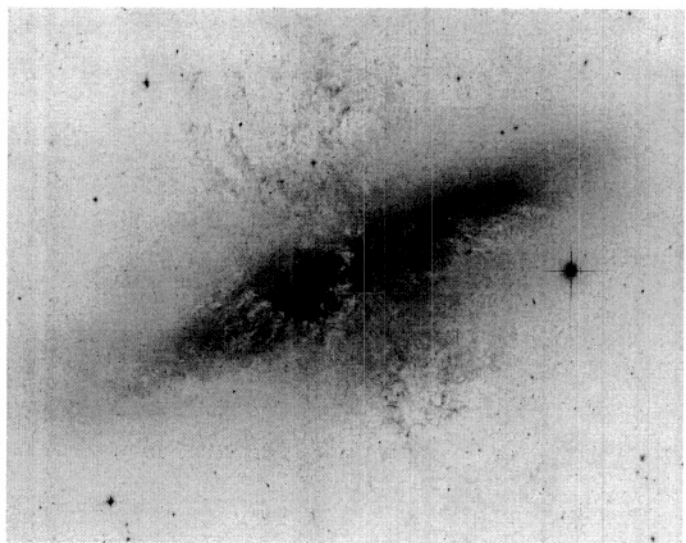
11 класс

Вам даны кривые блеска в полосах В, V и R двух сверхновых типа Ia, вспыхнувших в двух спиральных галактиках. На графиках по оси абсцисс отложены даты наблюдений в формате месяц/день, по оси ординат — видимые звездные величины в соответствующих полосах. Изображения галактик (негативы) и их экваториальные координаты представлены ниже.

Галактика	α	δ
1	14 ^h 03 ^m	+54° 21'
2	09 ^h 56 ^m	+69° 41'

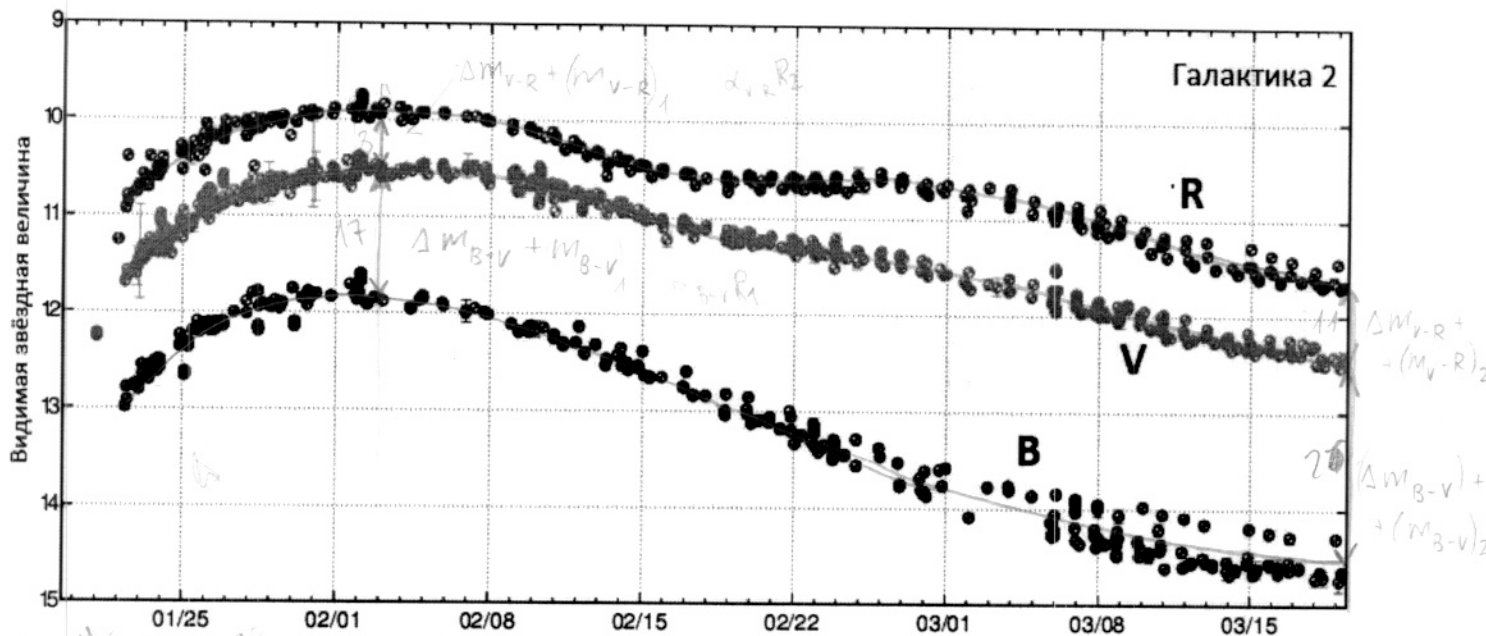
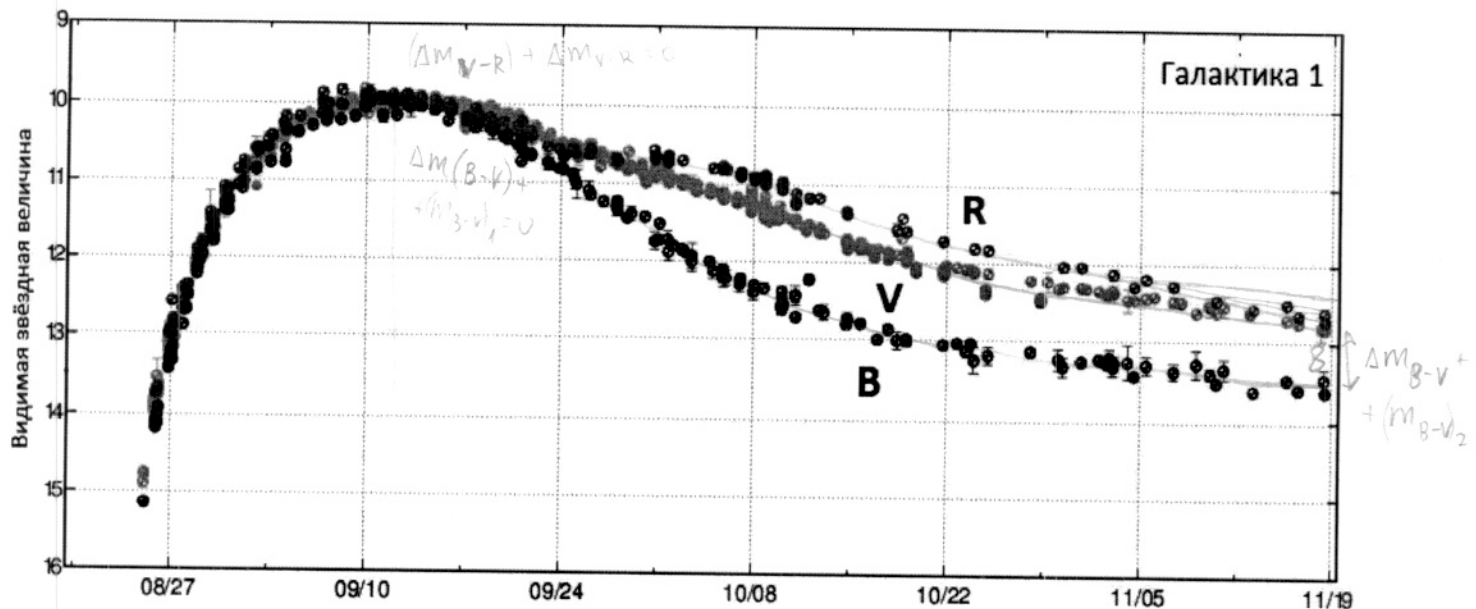


Галактика 1



Галактика 2

Определите расстояния до обеих галактик, если известно, что абсолютная звездная величина сверхновых типа Ia в максимуме блеска в полосе V составляет -19^m .



$\frac{23}{12} = 1.916$
 $\frac{11}{12} = 0.916$
 $\frac{110}{12} = 9.16$

$\frac{\alpha_B}{\alpha_V} = \frac{\lambda_B}{\lambda_V} = 1.10$

$\frac{\Delta m_{V-R}}{\Delta m_{B-V}} = 3.2$
 $\Delta m_{V-R} = 3.2 \Delta m_{B-V}$
 $\frac{\lambda_B}{\lambda_V} = \frac{4.2}{3.2} = 1.3125$
 $\frac{2.1}{15} \cdot 110 = \frac{2.1}{4} \cdot 110 = \frac{2.1}{4} \cdot 110 = 57.75$



Задача №

Заметим, что на величины m_R , m_V и m_B влияют два фактора: уменьшение с расстоянием по прямой $\Delta m_r = 5 \lg \left(\frac{r_2}{r_1} \right)$ и межзвездное ~~погр~~ поглощение, величина которого зависит от ~~д~~ длины волны и оптического пути: ~~$\Delta m_{\lambda} = \alpha_{\lambda} \cdot l$~~ $\Delta m_{\lambda} = \alpha_{\lambda} \cdot l \Rightarrow m_{B-V}$ и m_{V-R} не зависят от расстояния, а меняются лишь за счёт поглощения.

$$\frac{\Delta m_{B-V}}{\Delta m_{V-R}} = \frac{\alpha_B - \alpha_V}{\alpha_V - \alpha_R} l = \text{const.}$$

изменения.

~~Также~~ Также заметим, что характер кривых m_R , m_V , m_B со временем и характер изменения m_{B-V} и m_{V-R} одинаков для обеих звезд; также m_V (M_V (абс. зв. велич. в V)) одинакова для обеих звезд по условию. Это даёт нам право считать $(m_{B-V})_0$ и $(m_{V-R})_0$ (без μ поглощения) у них одинаковыми.

$$\frac{\Delta m_{B-V}}{\Delta m_{V-R}} = \text{const} \Rightarrow \frac{(\Delta m_{B-V})_1}{(\Delta m_{B-V})_2} = \frac{(\Delta m_{V-R})_1}{(\Delta m_{V-R})_2}$$

Для первой звезды $m_{B-V} + (\Delta m_{B-V})_1 = m_{V-R} + (\Delta m_{V-R})_1 = 0$ в максимуме блеска. Это значит, что видимые нами $(m_{B-V})_2$ и $(m_{V-R})_2$ у второй сверхновой пропорциональны $(\Delta m_{B-V})_1$ и $(\Delta m_{V-R})_1$ $\Rightarrow \frac{(m_{B-V})_2}{(m_{V-R})_2} = \frac{m_{B-V}}{m_{V-R}}$



Задача №

$$= \frac{(\Delta m_{B-V})}{(\Delta m_{V-R})} = \frac{\alpha_B - \alpha_V}{\alpha_V - \alpha_R} = \frac{17}{3} \text{ из графика}$$

Рассмотрим падение блеска в V и B у второй сверхновой относительно первой.

$$\Delta m_{V_{2-1}} = 5 \lg \frac{r_2}{r_1} + (\Delta m_{\pi V_2} - \Delta m_{\pi V_1}) \quad \text{похождение} \quad \Delta m_{V_{2-1}} = 0,66^m$$

$$\Delta m_{B_{2-1}} = 5 \lg \frac{r_2}{r_1} + (\Delta m_{\pi B_2} - \Delta m_{\pi B_1}) \quad \Delta m_{B_{2-1}} = 1,94^m$$

$$\Delta m_{B-V_{2-1}} = (\Delta m_{\pi B_2} - \Delta m_{\pi V_2}) - (\Delta m_{\pi B_1} - \Delta m_{\pi V_1}) \quad \Delta m_{B-V_{2-1}} = 1,28^m$$

~~По закону~~ Известно, что в среднем для звезд похождения $\frac{\Delta m_V}{\Delta m_{B-V}} = 3,2$ для одного и того же объекта.

~~Тогда $\Delta m_{V_{2-1}}$~~ Тогда $\Delta m_{B-V_{2-1}} = \frac{1}{3,2} (\Delta m_{\pi V_2} - \Delta m_{\pi V_1}) \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta m_{\pi V_2} - \Delta m_{\pi V_1} = \frac{1,28^m}{3,2} = 0,4^m$$

$$5 \lg \frac{r_2}{r_1} = 0,66^m - 0,24^m = 0,42^m \Rightarrow \lg \frac{r_2}{r_1} = 0,085^m \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = 10^{0,085}$$

По графикам видно, что вторая сверхновая должна быть дальше первой. Но в полосе R

в максимуме $m_{R_2} = m_{R_1} \Rightarrow$ для полосы R $\Delta m_{\pi R_{2-1}} \ll$

$\ll \Delta m_{\pi V_{2-1}}$ и $\Delta m_{\pi B_{2-1}} \Rightarrow \Delta m_{\pi R_{2-1}} \approx 0 \Rightarrow$ в полосе

R похождение мало $\Rightarrow m_R$ почти не меняется с расстоянием.

~~Так $\Delta m_{\pi V_{2-1}} = 10^{0,085} =$~~

$$\text{ка } \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^5 \cdot 5 \lg \left(\frac{r_{1,2 \text{ пк}}}{10 \text{ пк}} \right) + 19^m + \Delta m_{\pi V_{1,2}} = m_{V_{1,2}}$$

$$r_{1,2 \text{ пк}} = 10^{\frac{(m_{V_{1,2}} - \Delta m_{\pi V_{1,2}} + 19^m)}{5}} = 10^{0,2} (m_{V_{1,2}} - \Delta m_{\pi V_{1,2}} + 19^m)$$