

Используем формулу для нахождения расстояния до звезд, тогда мы найдем расстояние до сверхновых, а значит, и до галактик: Стр - 1

$$M = m + 5 - 5 \lg r (*)$$

Стоит отметить, что абсолютная звездная величина всех сверхновых типа Ia примерно равна  $-19^m$ . Случается это из-за одинакового происхождения всех этих тел. В тесной двойной системе, состоящей из белого карлика и какой-либо уже не очень активной звезды или еще одного белого карлика, карлик начинает "перетягивать" вещество своего соседа до тех пор, пока его масса не станет критической ( $\approx 1,4 M_{\odot}$ ). При достижении предельной массы происходит взрыв с выделением радиоактивного шквала. Это и есть взрыв сверхновой типа Ia.

Вернемся к формуле (\*). Зная абсолютную звездную величину сверхновых типа Ia, с помощью графиков мы можем найти видимую звездную величину сверхновой. С первой галактикой всё гораздо проще: максимумы блеска во всех трёх диапазонах B, V и R совпадают. Из пропорций найдём, что  $m_1 = 10,2^m$ . Тогда, используя формулу (\*), получим:

$1^m - 1 \text{ см}$
$x - 0,2 \text{ см}$
$x = 0,2^m$

$$\lg r_1 = \frac{m_1 + 5 - M}{5}$$

$$\lg r_1 = \frac{10,2 + 5 - 19}{5} = \frac{34,2}{5} = 6,84 \approx 7$$

$$r_1 \approx 10^7 \text{ пк} \approx 30 \text{ миллионов световых лет.}$$

Стоит отметить, что реальное значение расстояния должно быть меньше, чем вычисленное, из-за округления.

Со второй сверхновой сложнее. Мы видим, что максимумы видимой звездной величины в разных частях спектра имеют разные значения.

Взять какое-то значение из определенного ~~значения~~ диапазона мы не можем, т.к. нам нужна болометрическая звездная величина.

Заметим, что межзвездное поглощение в первой галактике мы не учитываем, т.к. на максимум блеска это влияет не так сильно, как во второй галактике (видим из графиков). То же самое доказывают и координаты первой галактики. Она находится близко к Северному полюсу Галактики.

Мы видим по фотографиям, что первая галактика расположена перпендикулярно пути зрения, значит, свет не будет проходить сквозь толщу газа и пыли родительской галактики. Соответственно, свет от 1 галактики не будет проходить через плоскость нашей галактики, и свет не будет поглощаться. А вот вторая галактика стоит будто "сбоку", и свет из центра проходит через гораздо большее количество вещества, и следовательно, не учитывать межзвездное поглощение уже нельзя. Воспользуемся формулой:

$$\frac{A_V}{E(B-V)} = R \approx 3 (1), \text{ где } A_V - \text{поглощение в видимом участке}$$

$$E(B-V) - \text{избыток цвета.}$$

Избыток цвета — это разность между наблюдаемым показателем цвета  $\square$  сверхновой и нормальным, свойственным эталонной (для нас это сверхновая в 1 галактике)

$$E(B-V) = (B - B_{\text{эт}}) - (V - V_{\text{эт}}) = (B - V) - (B_{\text{эт}} - V_{\text{эт}})$$

Теперь для двух моментов времени определим эти значения по двум графикам, где  $t_1 = 0$  — время максимумов видимой звездной величины, а

$t_2$  — время через 4 недели:

	B - V	B <sub>эт</sub> - V <sub>эт</sub>	E(B-V)
$t_1$	$1,5^m$	$0^m$	$1,5^m$
$t_2$	$2,5^m$	$1^m$	$1,5^m$

Получаем, что  $E(B-V) = 1,5^m$

Из (1) имеем:  $A_V = 3 E(B-V)$

$$A_V = 3 \cdot 1,5 = 4,5^m$$

Знаем, что  $m_v = m_2 + Av$  (2)

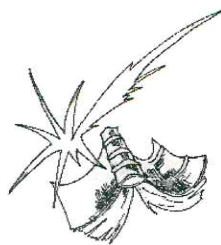
Вспоминаем про формулу (\*) и (2) в (\*):

$$\lg r_2 = \frac{m_2 + 5 - M}{5} = \frac{m_v - Av + 5 - M}{5}$$

$$\lg r_2 = \frac{10,5 - 4,5 + 5 + 19}{5} = \frac{30}{5} = 6$$

$r_2 = 10^6$  нк  $\approx 3$  миллионов световых лет.

Ответ. 30 миллионов световых лет; 3 миллиона световых лет



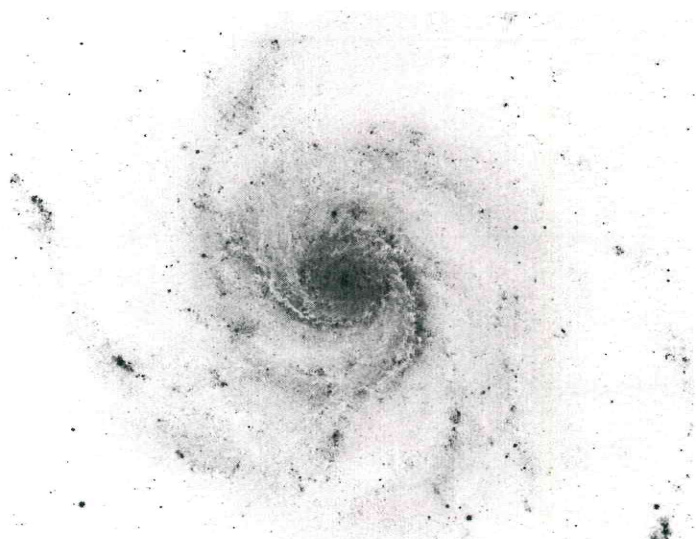
XXVII Санкт-Петербургская  
астрономическая олимпиада  
практический тур

Сте-1  
2020  
1  
марта

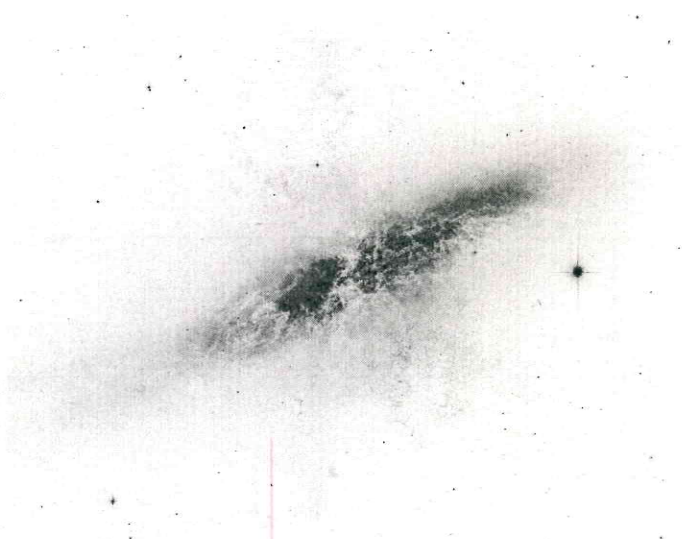
11 класс

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	$\alpha$	$\delta$
1	$14^{\text{h}} 03^{\text{m}}$	$+54^{\circ} 21'$
2	$09^{\text{h}} 56^{\text{m}}$	$+69^{\circ} 41'$



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  $-19^{\text{m}}$ .

