



Строение и
эволюция
Вселенной

Содержание

- Космология
- Типы галактик
- Скопления галактик
- Звёздные скопления
- Межзвёздное вещество
- Красное смещение
- Эффект Доплера
- Закон Хаббла
- Теория Большого взрыва

Космология – наука, изучающая строение и эволюцию Вселенной.



Внесистемные единицы измерения

- 1 световой год (1 св. г.) – расстояние, которое проходит свет за 1 год в вакууме – $9,5 \cdot 10^{15}$ м;
- 1 астрономическая единица (1 а.е.) – среднее расстояние от Земли до Солнца (средний радиус земной орбиты) – $1,5 \cdot 10^{11}$ м;
- 1 парсек (1 пк) - расстояние, с которого средний радиус земной орбиты (равный 1 а. е.), перпендикулярный лучу зрения, виден под углом в одну угловую секунду ($1''$) – $3 \cdot 10^{16}$ м;
- 1 масса Солнца ($1 M_{\odot}$) – $2 \cdot 10^{30}$ кг.

Возраст Вселенной $t=1,3 \cdot 10^{10}$ лет

Радиус Вселенной $R=1,3 \cdot 10^{10}$ св.

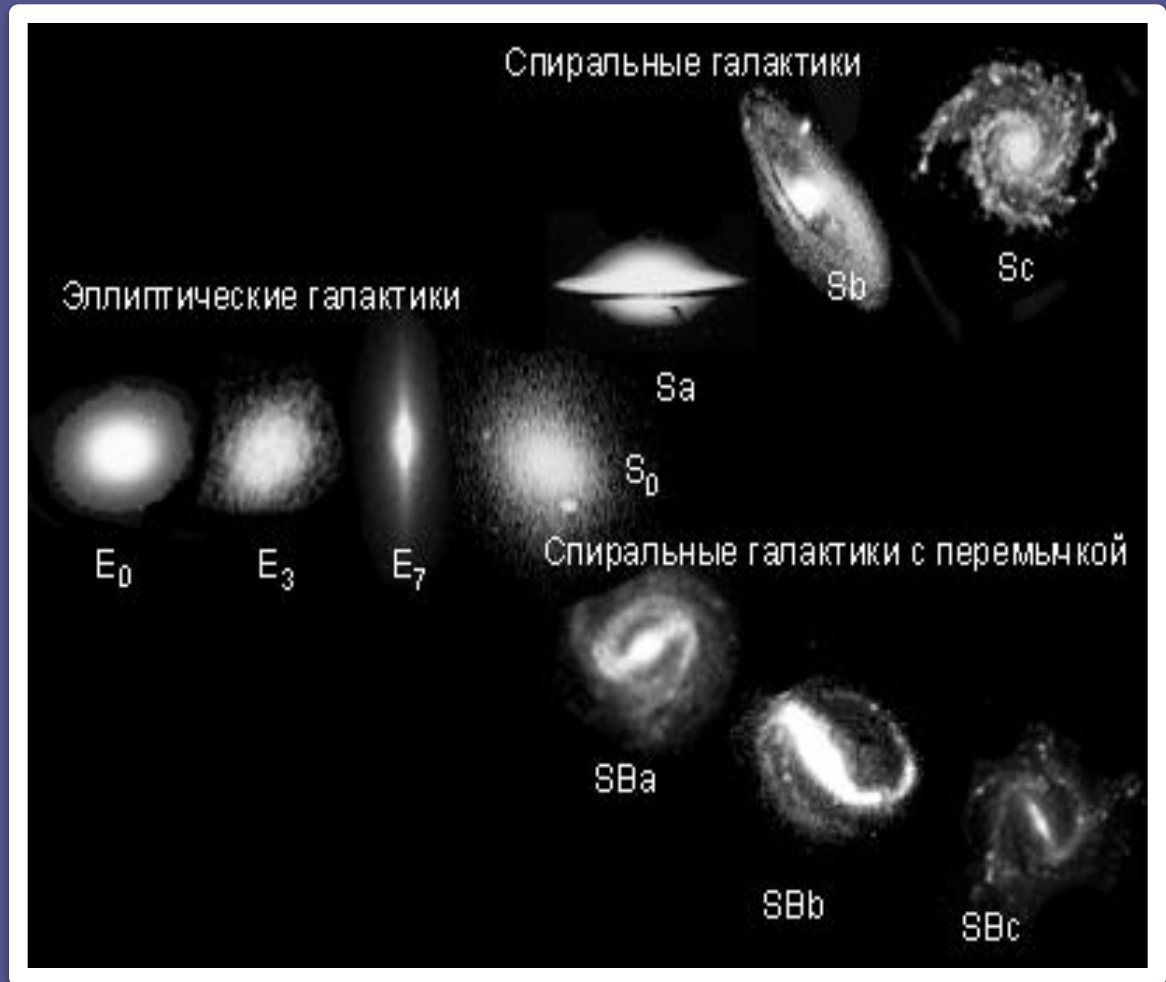


Галактики – это большие звёздные системы, в которых звёзды связаны друг с другом силами гравитации.

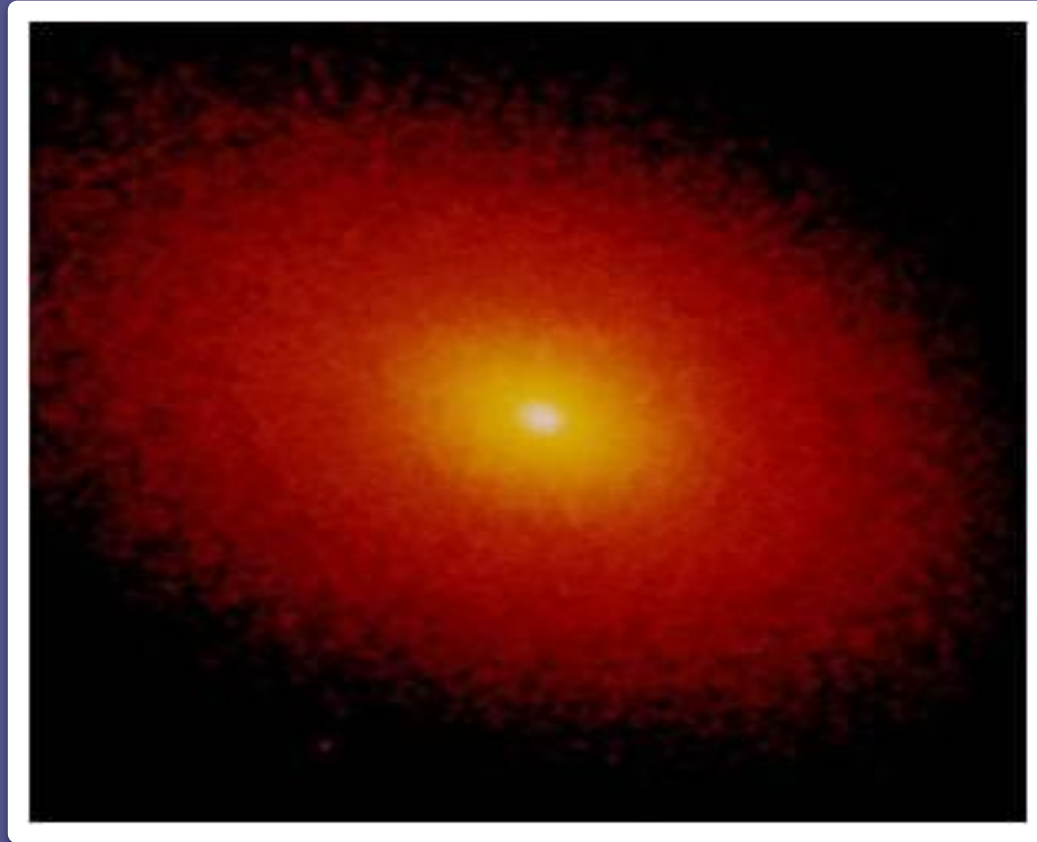


Типы галактик

1. Эллиптические
2. Спиральные
3. Неправильные



Эллиптические галактики



Эллиптическая галактика M32

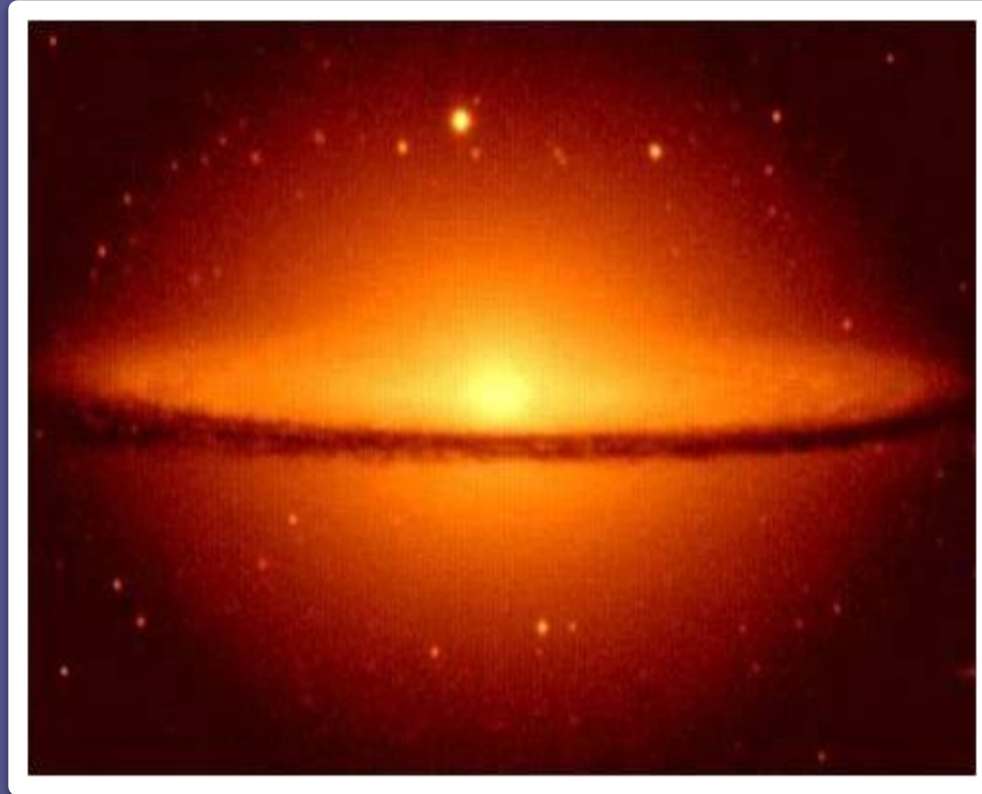
Эллиптические галактики

- Имеют вид кругов или эллипсов
- Яркость плавно уменьшается от центра к периферии
- Не вращаются
- В них мало газа и пыли
- $M \sim 10^{13} M_{\odot}$



Эллиптическая галактика
M87

Спиральные галактики



Галактика M104 Сомbrero

Спиральные галактики

- Состоят из ядра и нескольких спиральных рукавов или ветвей
- Ветви отходят непосредственно от ядра
- Вращаются
- В них много газа и пыли
- $M \sim 10^{12} M_{\odot}$

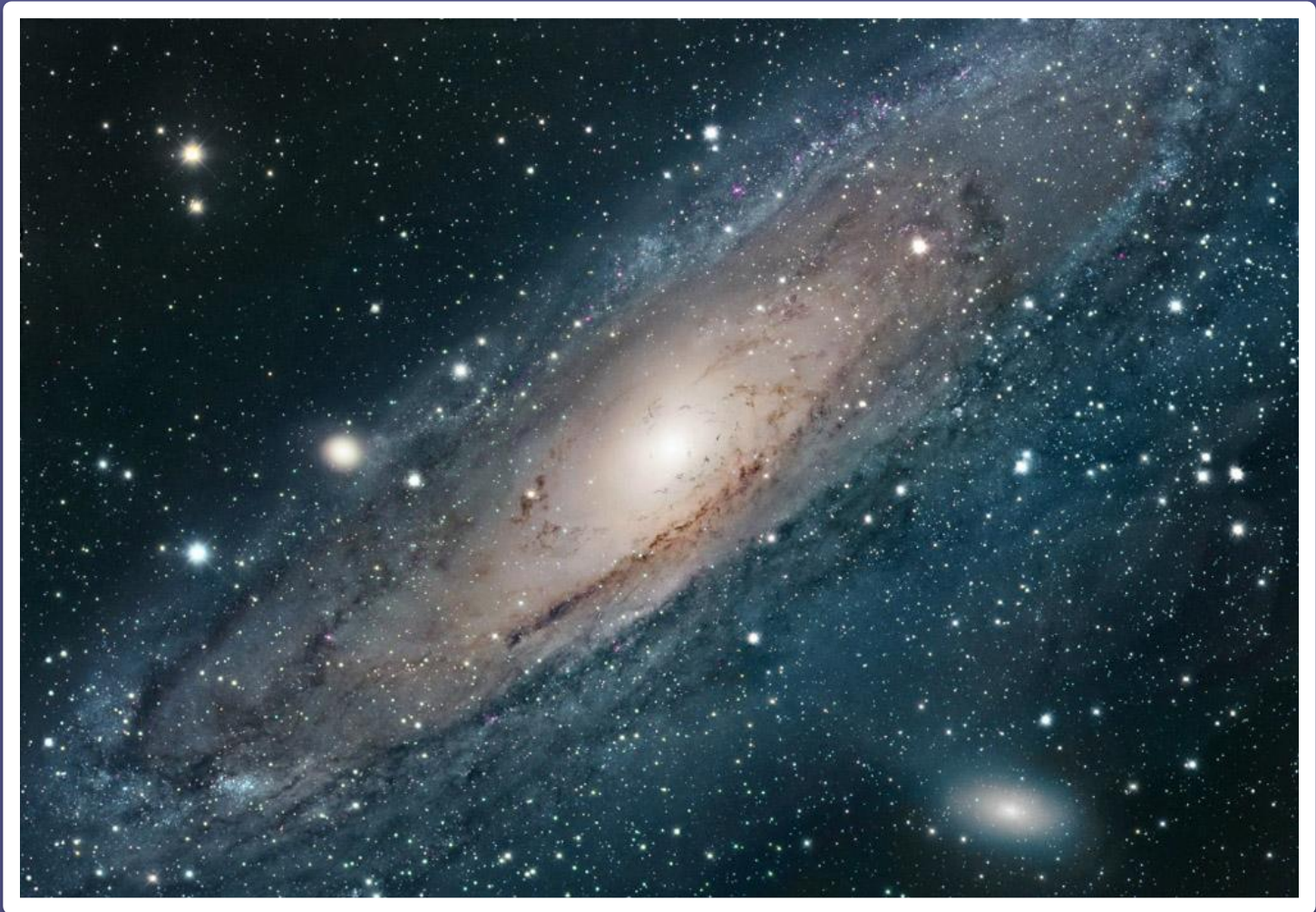


спиральная галактика **NGC 4414**
из созвездия Волосы Вероники

Спиральная галактика М 33



Спиральная галактика Андромеды



Спиральные галактики

Солнце и Солнечная система входят в состав галактики Млечный путь.

Галактика Млечный путь состоит из ядра, находящегося в центре галактики, и трёх спиральных рукавов.



Галактика Млечный путь
(вид сверху)

Спиральные галактики

Размеры галактики

Млечный путь:

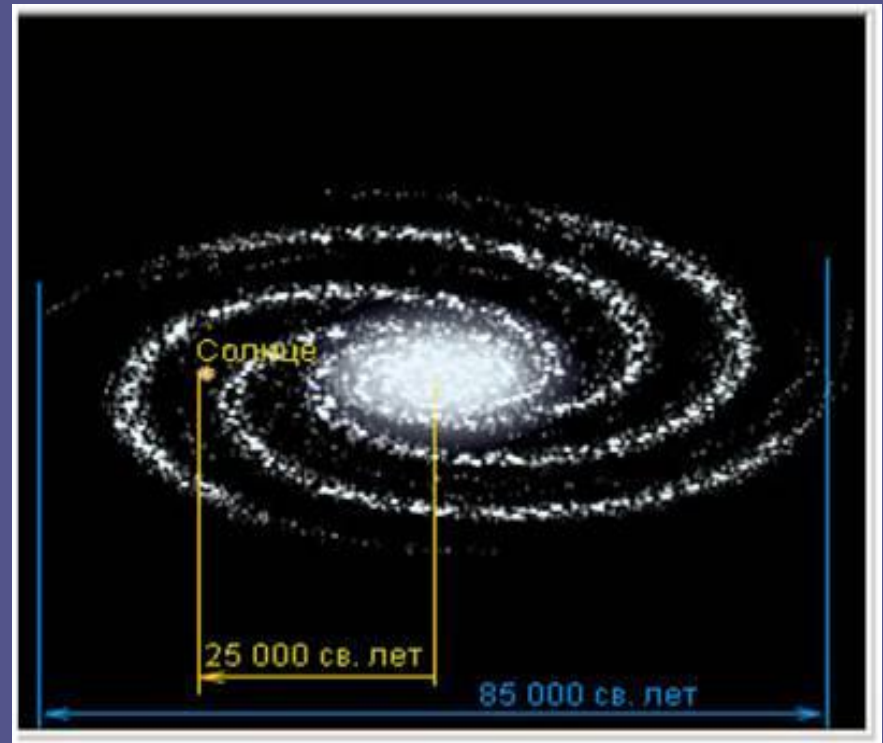
- диаметр диска галактики около 30 кпк (100 000 св. л.);
- толщина – около 1 000 св. л.



Галактика Млечный путь
(вид сбоку)

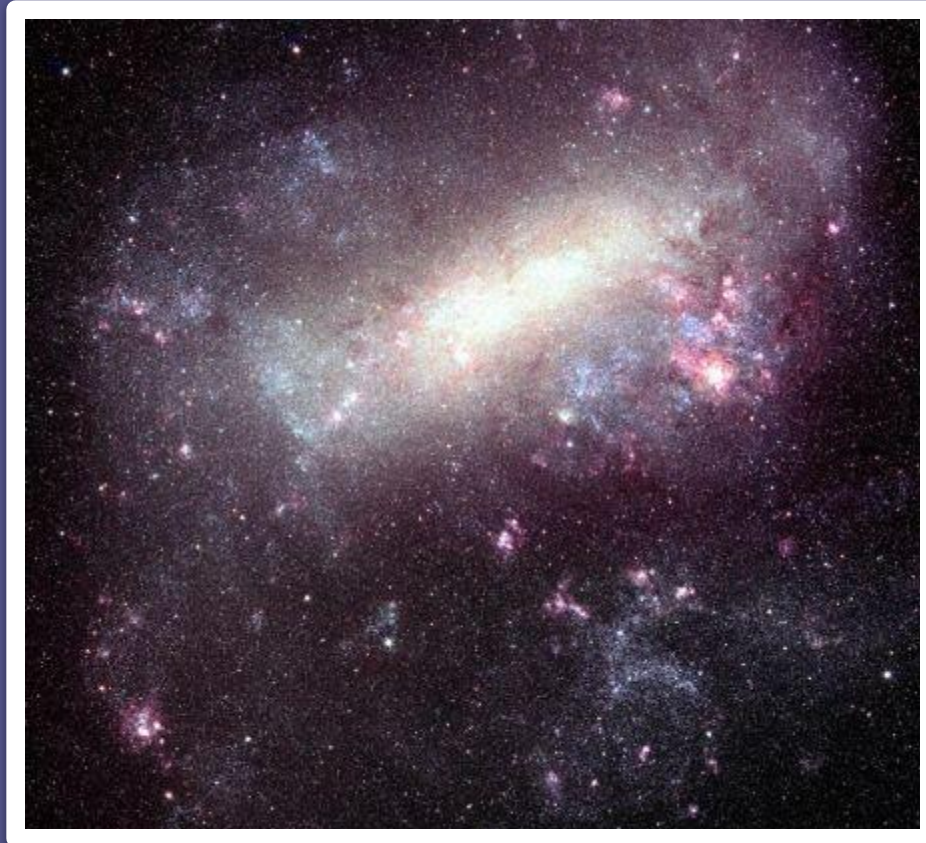
Спиральные галактики

- Галактика Млечный путь вращается вокруг центра галактики.
- Один оборот вокруг центра галактики Солнце делает за 200 млн. лет.



Положение Солнца
в галактике Млечный путь

Неправильные галактики



Большое Магелланово
облако

Неправильные галактики

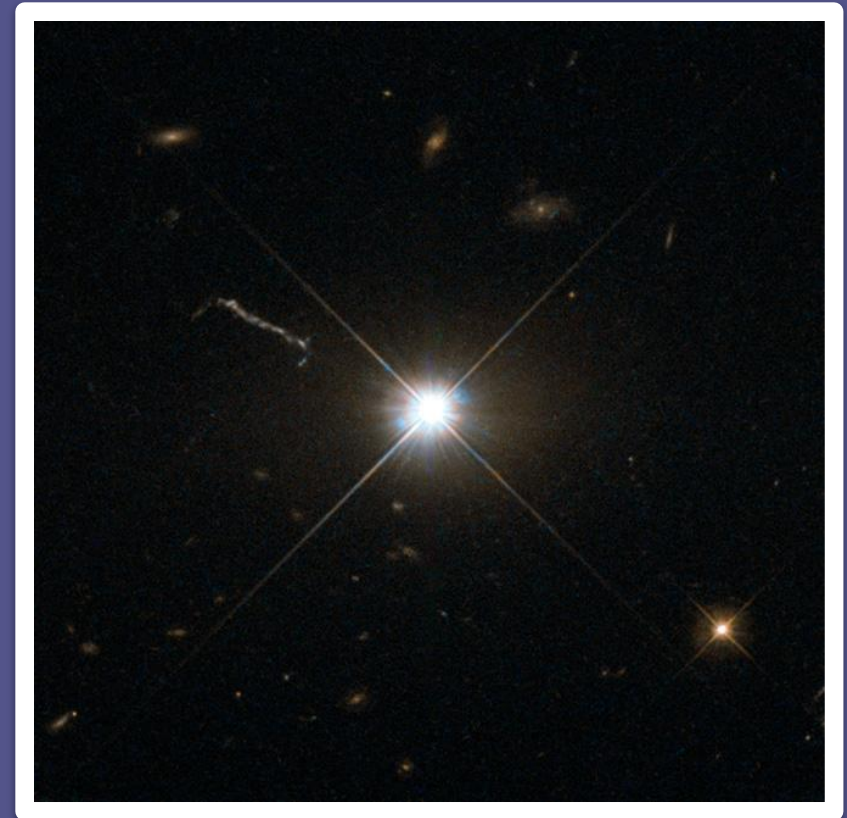
- Отсутствует чётко выраженное ядро
- Нет вращательной симметрии
- Около половины вещества в них – межзвездный газ



Галактика NGC 1313

Квазары

- Квазары не являются звездами; это яркие и очень активные ядра галактик, расположенные на расстоянии в миллиарды световых лет от Земли.



Квазар 3C 273
в созвездии Девы

Скопления галактик

- Наряду с отдельными галактиками наблюдаются скопления галактик.
- Местная группа галактик состоит из 35 галактик. Включает в себя галактики Туманность Андромеды, Млечный путь, Большое Магелланово облако, Малое Магелланово облако и другие.
- Галактики Местной группы связаны общим тяготением и движутся вокруг общего центра масс в созвездии Дева.

Звёздные скопления

Рассеянные



скопление M50
в созвездии Единорога

Шаровые



скопление M13
в созвездии Геркулеса

Рассеянные звёздные скопления

- Рассеянные звёздные скопления встречаются вблизи галактической плоскости.



Скопление «Плеяды»

Шаровые звёздные скопления

- Шаровые скопления выделяются на звездном фоне благодаря значительному числу звезд и четкой сферической форме.
- Диаметр шаровых скоплений составляет от 20 до 100 пк.
- $M = 10^4 \div 10^6 M_{\odot}$



Скопление в созвездии
Центавра

Межзвёздное вещество

- Пространство между звёздами заполнено разрежённым веществом, излучением и магнитным полем.
- Если концентрация вещества становится большой, то мы можем видеть различного вида туманности.



Газопылевые облака
туманности
M16 “Орёл” в созвездии Змеи

Туманность Конская голова



Туманность Лагуна



Трёхраздельная туманность



Туманность IRAS 05437+2502



Звёздная пыль

- Суммарная масса пыли всего 0,03 % полной массы галактики.
- Её полная светимость составляет 30 % от светимости звёзд и полностью определяет излучение галактики в инфракрасном диапазоне.
- Температура пыли 15÷25 К.

- Свет галактик представляет собой суммарный свет миллиардов звёзд и газа.
- Для изучения физических свойств галактик астрономы используют методы спектрального анализа.
- Спектральный анализ – физический метод качественного и количественного определения атомного и молекулярного состава вещества, основанный на исследовании его спектра.



Спектр Солнца

Красное смещение

- Линии в спектрах всех известных галактик смещены к красному концу спектра.
- Пусть λ_0 - длина волны спектральной линии, наблюдаемой в лаборатории,
- λ – длина волны спектральной линии в спектре галактики,
- $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ - смещение спектральной линии.
- Оказалось, что отношение смещения спектральной $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$ к λ_0 одинаково для всех линий в спектре галактики.

Эффект Доплера

- Смещение спектральных линий к красному концу спектра вызвано движением (удалением) излучающего объекта (галактики) со скоростью v по направлению от наблюдателя.
- При $Z \ll 1$
 $v = c \cdot Z$ – скорость объекта (галактики),
где $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света в вакууме.

Закон Хаббла

- По спектрам галактик установлено, что они «разбегаются» от нас со скоростью v , пропорциональной расстоянию до галактики:

$$v = H \cdot r,$$

где $H = 2,4 \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1}$ – постоянная Хаббла,

r – расстояние до галактики (м).

Теория Большого взрыва

- Вселенная возникла 13 млрд. лет назад из некоторого начального «сингулярного» состояния и с тех пор непрерывно расширяется и охлаждается.
- Согласно теории Большого взрыва, дальнейшая эволюция зависит от экспериментально измеримого параметра — средней плотности вещества в современной Вселенной. Если плотность не превосходит некоторого критического значения, Вселенная будет расширяться вечно, если же плотность больше критической, то процесс расширения когда-нибудь остановится и начнётся обратная фаза сжатия, возвращающая к исходному сингулярному состоянию.

Теория Большого взрыва

Критическое значение плотности вещества $\rho_{\text{кр}}$ от которого зависит характер его движения рассчитывается по формуле:

$$\rho_{\text{кр}} = \frac{3 \cdot H^2}{8 \cdot \pi \cdot G}$$

где $H = 2,4 \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1}$ – постоянная Хаббла,
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} (\text{Н} \cdot \text{м}^2) / \text{кг}^2$ – гравитационная постоянная.

Подставив числовые значения, получим $\rho_{\text{кр}} = 10^{-26} \text{ кг/м}^3$.

При $\rho < \rho_{\text{кр}}$ - расширение Вселенной.

При $\rho > \rho_{\text{кр}}$ - сжатие Вселенной.

35 Усреднённая плотность вещества во Вселенной

$\rho = 2 \cdot 10^{-28} \text{ кг/м}^3$

Вывод

- Представляя Вселенную как весь окружающий мир, мы сразу делаем её уникальной и единственной. И вместе с этим лишаем себя возможности описать её в терминах классической механики: из-за своей уникальности Вселенная ни с чем не может взаимодействовать, она — система систем, и поэтому в её отношении теряют свой смысл такие понятия, как масса, форма, размер. Вместо этого приходится прибегать к языку термодинамики, употребляя такие понятия как плотность, давление, температура, химический состав.