

The background of the slide is a high-resolution astronomical image. It features a vast field of stars of varying brightness against a dark cosmic background. A prominent feature is a large, glowing blue nebula that stretches across the middle of the frame. Within and around this nebula, there are several bright, dense clusters of stars. The overall color palette is dominated by deep blues, blacks, and the warm whites and yellows of the stars.

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.

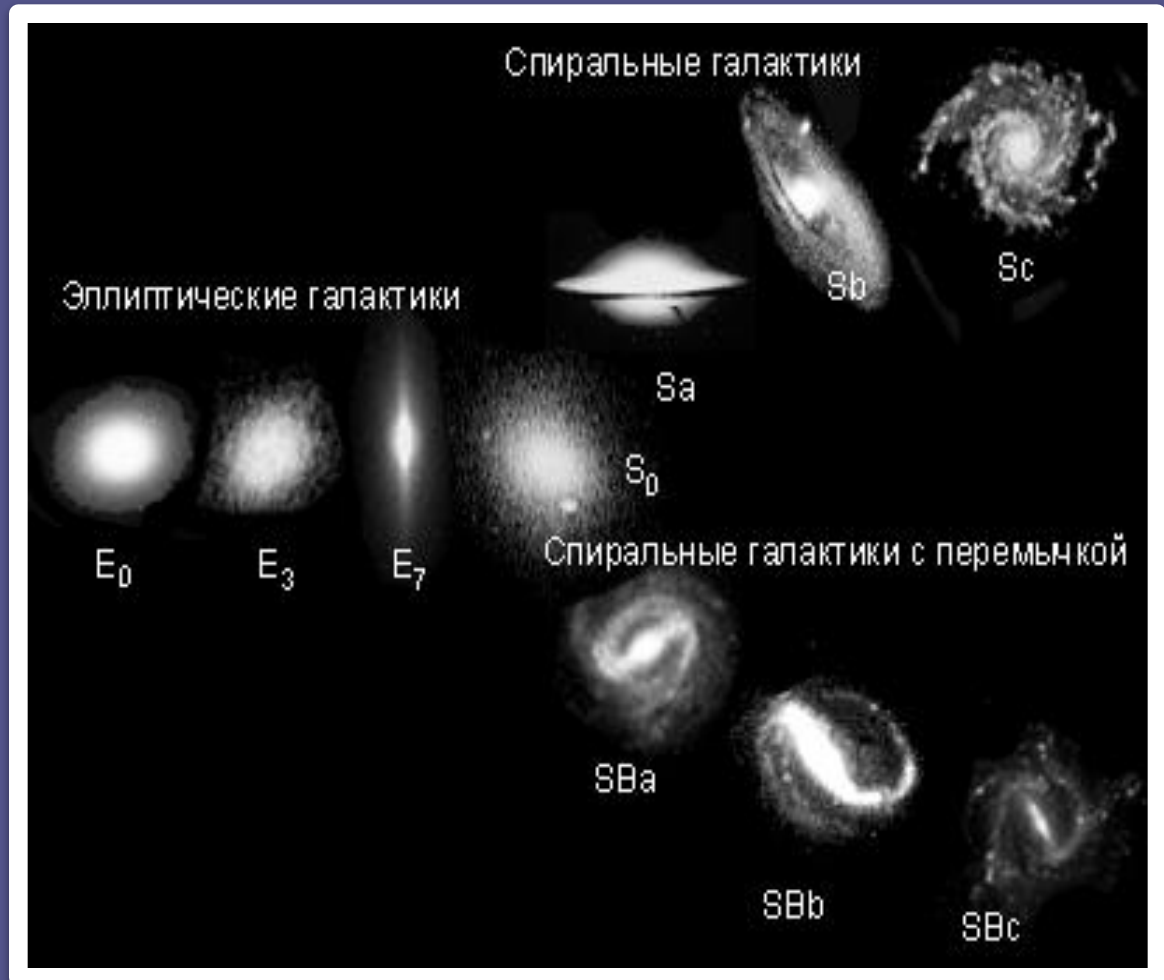


Галактики – это большие звёздные системы, в которых звёзды связаны друг с другом силами гравитации.

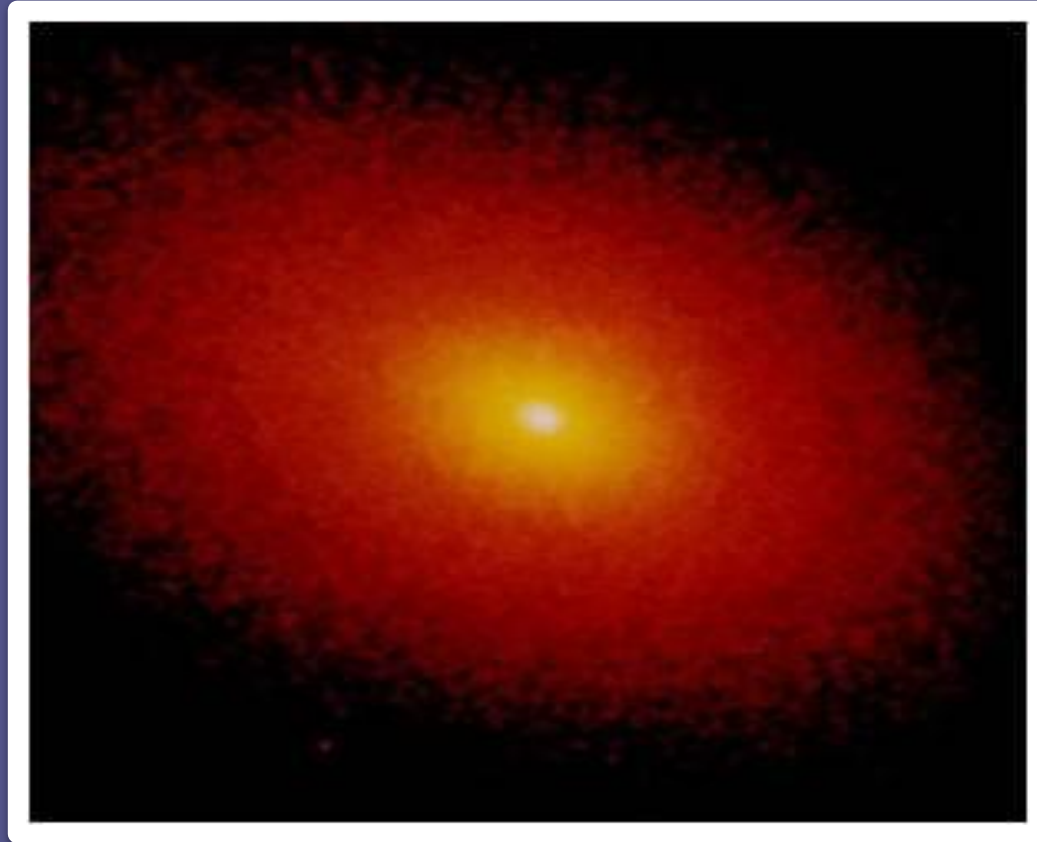


Типы галактик

1. Эллиптические
2. Спиральные
3. Неправильные



Эллиптические галактики



Эллиптическая галактика М32

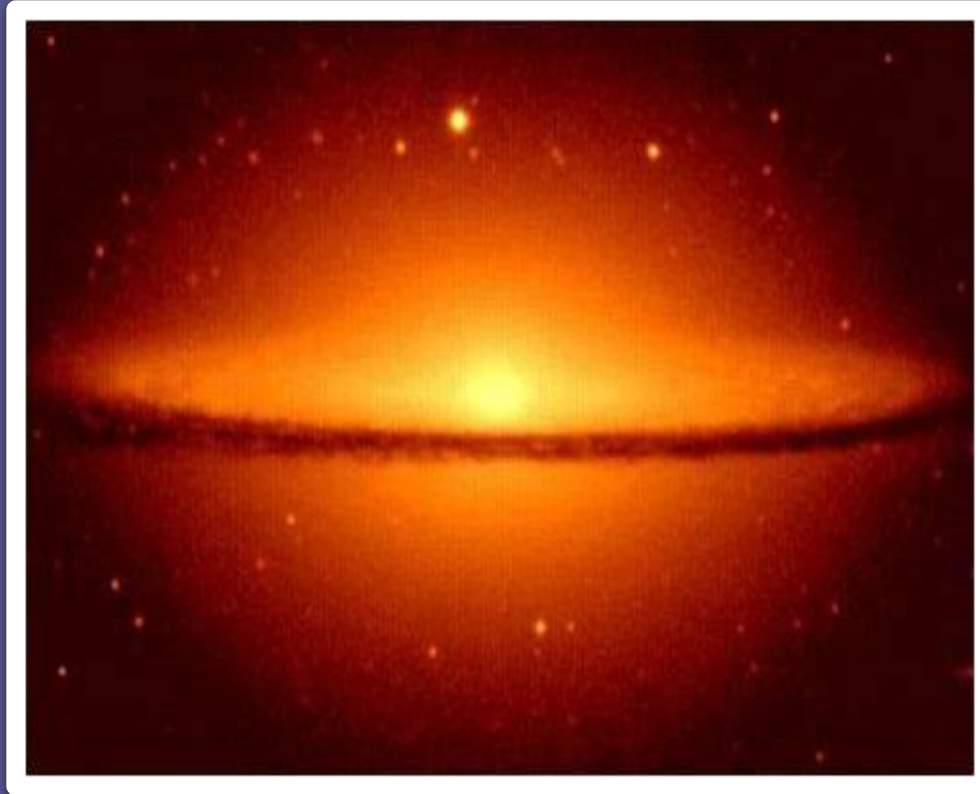
Эллиптические галактики

- 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

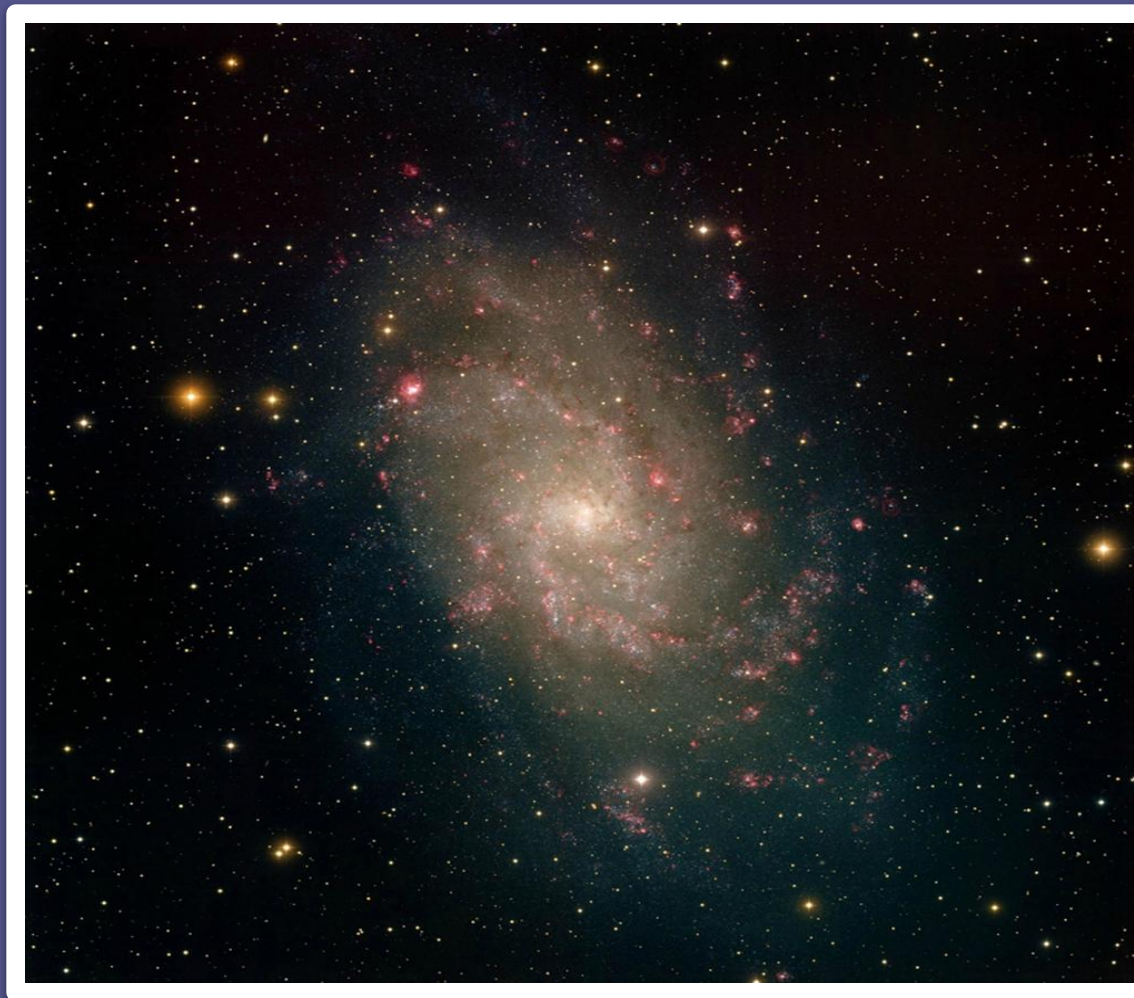
Спиральные галактики

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

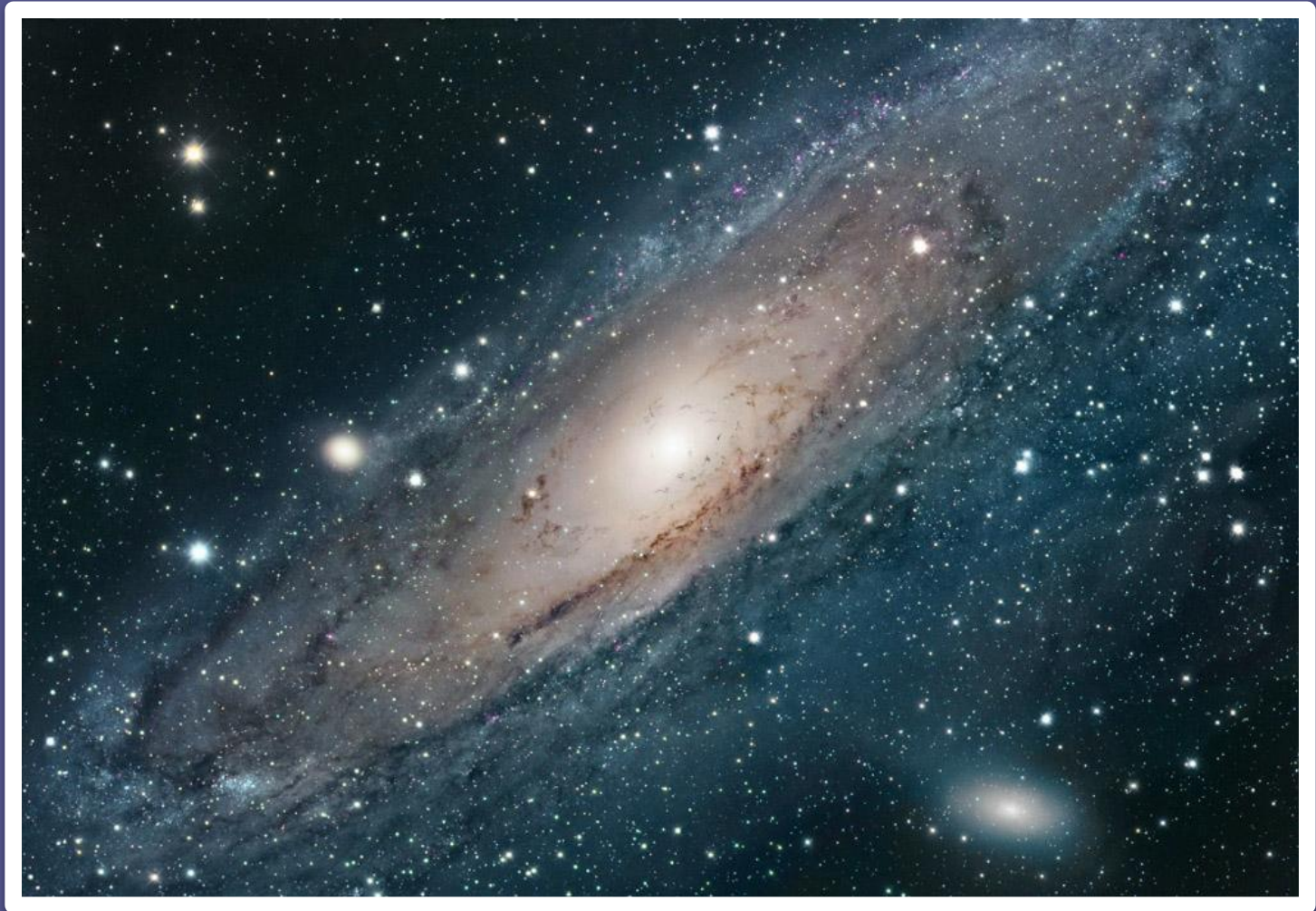


спиральная галактика **NGC 4414**
из созвездия Волосы Вероники

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:

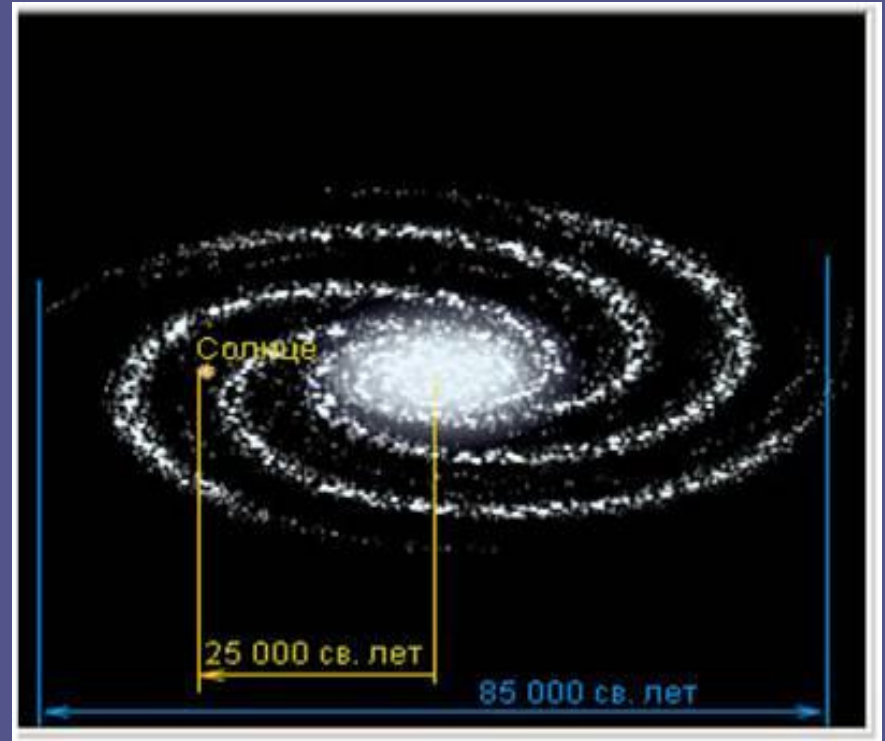
- диаметр диска галактики около 30 кпк (100 000 св. л.);
- толщина – около 1 000 св. л.



Галактика Млечный путь
(вид сбоку)

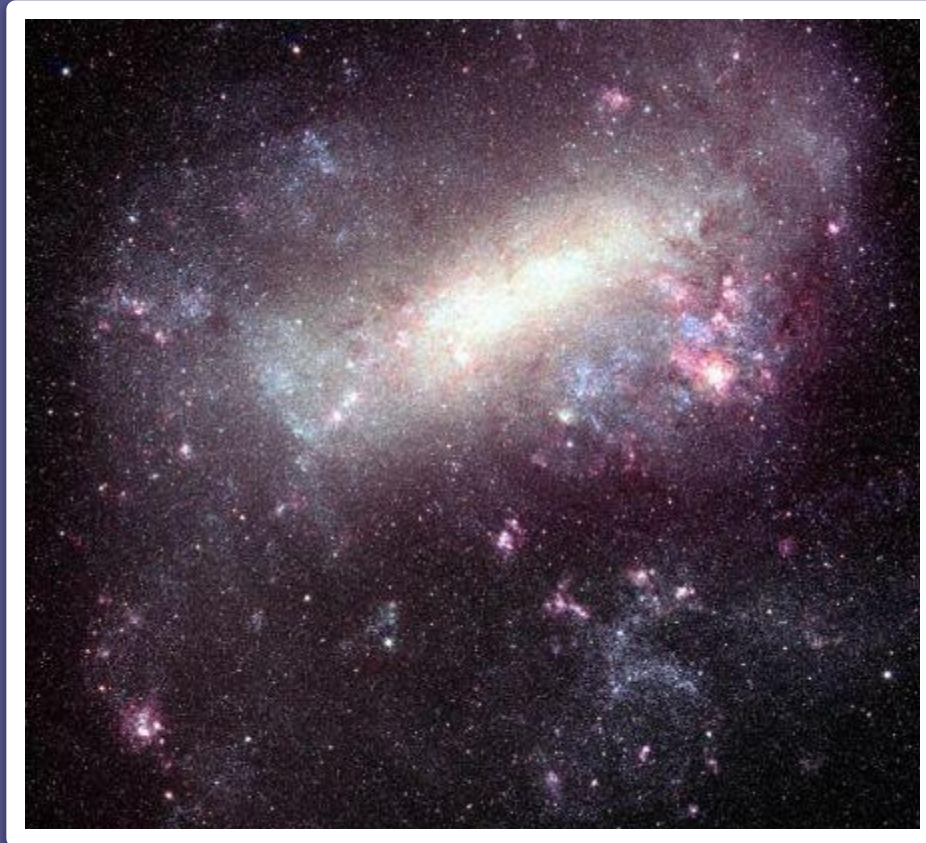
Спиральные галактики

- 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

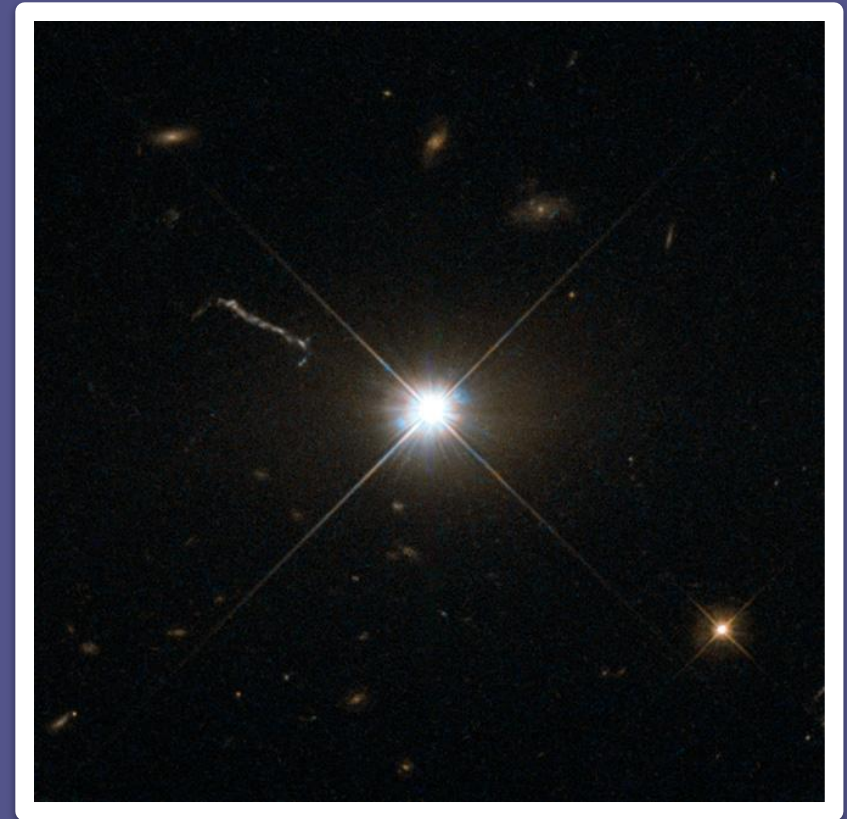
- Отсутствует чётко выраженное ядро
- Нет вращательной симметрии
- Около половины вещества в них – межзвездный газ



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.

Адрес нашего дома во Вселенной:

Вселенная,
Местная группа галактик,
Галактика Млечный путь,
Солнечная система,
Планета Земля – третья планета от Солнца.

Мы любим нашу планету и
будем беречь её всегда!