

КЛАССИФИКАЦИЯ ГАЛАКТИК

ВЫ УЗНАЕТЕ:

- Как классифицируют галактики по форме.
- Как определяют расстояние до галактик по красному смещению.
- Как формулируется закон Хаббла.

ВСПОМНИТЕ:

- Что такое шаровые и рассеянные звёздные скопления?
- Как можно определить расстояние до звёзд и звёздных скоплений?

Наблюдения за переменными звёздами — цефеидами позволили определить расстояния до многих звёздных скоплений и туманностей. В 20-х гг. XX в. было установлено, что многие туманности, называвшиеся ранее эллиптическими и спиральными, находятся за пределами нашей Галактики и являются самостоятельными звёздными системами — галактиками. По числу входящих в них звёзд они не уступают нашей звёздной системе. Изучение строения галактик, их распределение и движение в пространстве имеют решающее значение для понимания законов эволюции всей части наблюдаемой нами Вселенной.

КЛАССИФИКАЦИЯ ГАЛАКТИК Число галактик, доступных наблюдениям в крупнейшие телескопы, достигает десятков миллиардов. Несмотря на исключительное многообразие внешнего вида, большинство галактик всё же можно объединить в несколько основных типов: эллиптические (*E*), спиральные (*S*) и неправильные (*Ir*).

К эллиптическим галактикам относятся те из них, которые имеют вид кругов или эллипсов. Их яркость плавно уменьшается от центра к периферии. Никакой внутренней структуры у этих галактик нет. Наблюдения показывают, что эти галактики не вращаются,

КЛАССИФИКАЦИЯ ГАЛАКТИК



ВСЕЛЕННАЯ

ЛИНЗОВИДНАЯ ГАЛАКТИКА



ЭЛЛИПТИЧЕСКАЯ ГАЛАКТИКА

в них очень мало газа и пыли, поэтому в них новые звёзды не образуются, они состоят в основном из старых звёзд. Массы самых крупных эллиптических галактик достигают величины $10^{13} M_{\odot}$.

Спиральные галактики состоят из ядра и нескольких спиральных рукавов, или ветвей. У обычных спиральных галактик (S) эти ветви отходят непосредственно от ядра. У пересечённых спиральных галактик (они обозначаются SB) ядро пересекается по диаметру поперечной полосой — перемычкой (баром). От концов этой перемычки и начинаются спиральные ветви. Так, одна из ближайших к нам звёздных систем — Туманность Андромеды — является спиральной галактикой, а галактика NGC1300 — спиральная галактика с перемычкой. Считают, что наша Галактика похожа на Туманность Андромеды.

Спиральные галактики вращаются, в них много газа и пыли, которые концентрируются к плоскости галактики в спиральных рукавах, в них много молодых горячих звёзд спектральных классов O и B. Эти звёзды возбуждают свечение диффузных газовых туманностей, разбросанных вместе с пылевыми облаками вдоль спиральных ветвей. Обилие газовых пылевых облаков и присутствие в них голубых звёзд спектральных классов O и B говорят об активных процессах образования звёзд, происходящих в спиральных рукавах этих галактик. Массы спиральных галактик составляют от 10^{10} до $10^{12} M_{\odot}$.



СПИРАЛЬНЫЕ ГАЛАКТИКИ



СПИРАЛЬНЫЕ ГАЛАКТИКИ С ПЕРЕМЫЧКОЙ



НЕПРАВИЛЬНЫЕ ГАЛАКТИКИ



К неправильным галактикам относятся те, у которых отсутствует чётко выраженное ядро и не обнаружена вращательная симметрия. Примерами неправильных галактик служат Большое Магелланово Облако и Малое Магелланово Облако — самые близкие к нам галактики, видимые невооружённым глазом в южном полушарии неба, вблизи Млечного Пути. Эти две галактики являются спутниками нашей Галактики.

Специальный класс галактик представляют взаимодействующие галактики. Обычно это двойные галактики, между которыми наблюдаются светлые перемычки, «хвосты» и т. д. Из-за близкого расположения друг к другу их формы искажаются силой взаимного тяготения, которая вызывает приливы у каждой из них.

КРАСНОЕ СМЕЩЕНИЕ В СПЕКТРАХ ГАЛАКТИК.

ЗАКОН ХАББЛА Свет галактик в основном представляет собой суммарный свет миллиардов звёзд и газа. Для изучения физических свойств галактик астрономы используют методы спектрального анализа света. Наблюдения показывают, что линии в спектрах всех известных галактик смещены к красному концу. Это явление было названо красным смещением. При этом отношение смещения спектральной линии $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ к длине волны λ_0 оказалось для всех линий одинаковым в спектре данной галактики. Количественно красное смещение характеризуется величиной

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0},$$

где λ_0 — длина волны спектральной линии, наблюдаемой в лаборатории, назвали красным смещением.

Общепринятая интерпретация этого явления связана с эффектом Доплера, согласно которому смещение спектральных линий вызвано движением (удалением) излучающего объекта (галактики) со скоростью v по направлению от наблюдателя.

Линии поглощения в спектре Солнца

Линии поглощения в спектре скопления галактик



При малых красных смещениях ($z \ll 1$) скорость объекта может быть найдена по формуле Доплера:

$$v = c \cdot \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = c \cdot z,$$

где $c = 3 \cdot 10^5$ км/с — скорость света.

После того как по красному смещению были найдены скорости галактик, известный астроном Э. Хаббл установил интересную зависимость, называемую **законом Хаббла**: скорость удаления галактик возрастает прямо пропорционально расстоянию до них:

$$v = H \cdot r.$$

В этой формуле коэффициент пропорциональности H называют *постоянной Хаббла*, численное значение которой зависит от выбранных единиц. Если в законе Хаббла скорость выражена в километрах в секунду, а расстояние в мегапарсеках (1 мегапарсек = 10^6 парсеков), то постоянная Хаббла $H = 75$ км/(с · Мпк).

Используя закон Хаббла, удаётся определить расстояния до очень далёких галактик и других внегалактических объектов по их красному смещению.

Так, самый близкий к нам квазар 3С273 имеет красное смещение $z = 0,158$. Это означает, что он удаляется от нас со скоростью

$$v = c \cdot z = 3 \cdot 10^5 \text{ (км/с)} \cdot 0,158 = 47\,400 \text{ км/с.}$$

Из закона Хаббла следует, что расстояние до этого квазара равно

$$r = v / H = 632 \text{ Мпк} = 2 \text{ млрд св. лет.}$$

ТЁМНАЯ МАТЕРИЯ В ГАЛАКТИКАХ Массу галактик можно определить двумя способами. Во-первых, зная светимость галактики и деля её на светимость звёзд, входящих в неё, мы непосредственно получаем число звёзд в галактике. Умножая это число на массу отдельной звезды, мы получаем полную массу.

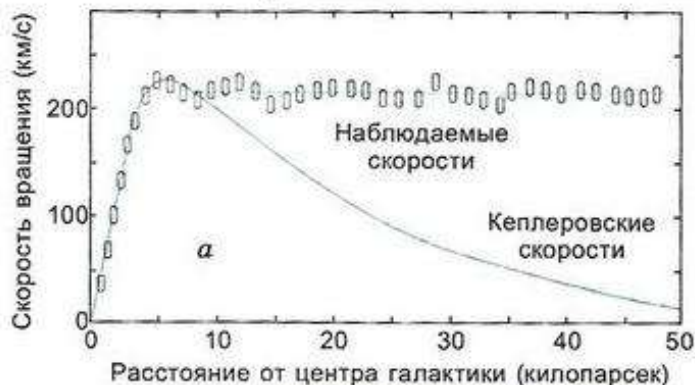
Во-вторых, мы можем получить массу галактики, измеряя скорости движения звёзд, газовых туманностей и скоплений на различных расстояниях от её центра.

Если бы вся масса была сосредоточена в звёздах, то на расстояниях, больших, чем видимый радиус галактик, скорость соответствовала бы круговой скорости (её называют *кеплеровской скоростью*). Она показана на рисунке *a* непрерывной линией. Наблюдаемая скорость почти постоянная. Это указывает на то, что в галактиках присутствует материя, масса которой существенно больше массы вещества, сосредоточенного в звёздах, и она занимает больший объём, чем видимый объём галактик. Эту материю называют «тёмная материя».

Предполагают, что в галактиках существует массивное гало со слабоизлучающими объектами, такими, как маломассивные звёзды — коричневые карлики, юпитероподобные планеты, массы которых недостаточны, чтобы стать звёздами; остывшие белые карлики, нейтронные звёзды и чёрные дыры. Возможно, существует особый вид материи, который не участвует в сильном электромагнитном взаимодействии, но проявляет себя только в гравитационных эффектах.

ЗАДАЧА № 28

Измеренная скорость вращения звёзд вокруг центра галактики на расстоянии $r = 50$ кпк от него $v \approx 200$ км/с. Оцените массу галактики (см. график ниже).



Скорость вращения галактики на различных расстояниях от центра

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ:

- Как формулируется закон Хаббла?
- Какими способами можно определить массу галактик?