

Уважаемые ученики!

В работе с книгой вам помогут навигационные значки:



— важное утверждение или определение;



— вопросы и задания к параграфу;



— обобщение содержания параграфа;



— дополнительный материал;



— практическое задание;



— исследование;



— к каждой главе учебника рекомендуются электронные образовательные ресурсы (ЭОР) с сайта Федерального центра образовательных ресурсов (ФЦИОР): <http://fcior.edu.ru> (перечень ресурсов к каждой главе представлен в конце учебника).

Доступ к ЭОР из каталога ФЦИОР: <http://fcior.edu.ru/catalog/meta/4/mc/discipline%2000/4.06/p/page.html>, где ресурсы размещены в алфавитном порядке согласно названиям учебных тем.

Предисловие

В учебнике «Естествознание» для учащихся 11-х классов мы продолжим изучение основных фрагментов современной естественнонаучной картины мира. Если в 10-м классе основное внимание было уделено возможностям человека в познании окружающего мира, методам познания, научному методу исследования, объектам окружающего мира и различным видам их взаимодействия, то в 11-м классе изучаются природные процессы, включая жизнь, и современные естественнонаучные представления об окружающем мире.

В соответствии с программой изучаются происхождение и эволюция Вселенной, Солнечной системы и Земли. Обсуждаются особенности природных процессов и явлений, происходящих на Земле и за ее пределами. Жизнь рассматривается как природное явление. Обсуждаются различные гипотезы происхождения жизни и человека. В центре внимания находятся процессы эволюции, развития и взаимодействия природных объектов.

В заключительной главе учебника подводится итог основным достижениям науки в исследовании природных явлений и формировании естественнонаучной картины мира. Подчеркивается необходимость внимательного, сознательного отношения к себе, другим людям и окружающей среде для достижения гармоничного развития и сохранения уникального космического явления — жизни на Земле.

Каждый параграф учебника сопровождается контрольными вопросами и заданиями, способствующими более глубокому усвоению учебного материала и проверке уровня его освоения в процессе обучения. Параграфы, обозначенные звездочкой, предназначены для учащихся, проявивших повышенный интерес к изучаемой теме. Кроме изучения теории предполагается выполнение лабораторных и практических работ, знакомство с демонстрациями

реальных природных объектов, явлений и процессов, а также рассматривается применение достижений естественных наук в технике, медицине и жизни общества.

Последнее особенно важно для гуманитарных наук, которые пополнились за последние годы целым арсеналом современных методов исследования, использующих информационные технологии и другие достижения естественных наук.

Глава 1

Природные процессы

§ 1

Происхождение Вселенной

О чем пойдет речь

О строении галактик, о происхождении и расширении Вселенной.

Обсудим затронутые проблемы

Колыбелью человечества служит Земля — небольшая планета, обращающаяся вокруг Солнца.

Астрономические наблюдения позволили установить, что кроме Земли в Солнечную систему входят еще семь планет: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Солнце вместе с планетами является частью огромной по земным масштабам системы астрономических объектов, образующих галактику Млечный Путь (см. § 37 в «Естествознании-10») (см. цветной блок: рис. Ц1).

Центром нашей Галактики служит массивное тело (предположительно **черная дыра**), в гравитационном поле которого находятся около 100 млрд звезд, обращающихся вокруг центра Галактики по круговым орбитам в плоскости диска Галактики (см. цветной блок: рис. Ц2). Кроме звезд в диске Галактики существуют еще около 100 млрд звезд, которые обращаются по сильно вытянутым орбитам вокруг центра Галактики в различных плоскостях, образуя сферическую подсистему Галактики.

Диаметр этой почти сферической области совпадает с диаметром диска и составляет примерно 100 000 световых лет. Световой год — это расстояние, которое свет проходит за год. Один световой год равен $9,46 \cdot 10^{15}$ м. Движение звезд в Галактике определяется не только взаимодействием с черной дырой, но и с веществом, распределенным вокруг диска, и сферической подсистемой Галактики. Эта внешняя область Галактики получила название **гало Галактики**. Здесь нет звезд. Состав гало неизвестен. Вещест-



! во в составе гало было названо **темным веществом**. Строение Галактики поясняется на рис. 1.

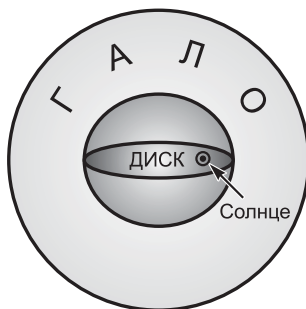


Рис. 1. Строение нашей Галактики

В 20-х гг. прошлого столетия американский астроном Э. Хаббл открыл другие галактики. Фотографии некоторых из них приведены на рис. ЦЗ (см. цветной блок). Ближайшая к нам галактика — Туманность Андромеды (см. цветной блок: рис. Ц4). Она находится на расстоянии 2 млн световых лет.

! Впоследствии было установлено, что в пространстве, доступном для наблюдения с Земли, находятся около 100 млрд галактик. Совокупность галактик и межгалактического излучения и вещества получила название **Вселенной**.

Вселенная является самым крупным природным объектом, который исследуется с помощью научного метода. Радиус наблюдаемой Вселенной составляет 10^{26} м. Наука о Вселенной, ее строении, происхождении и развитии называется **космологией**.

В 1912 г. американский астроном В. Слайфер установил, что спектральные линии излучения от галактик смещены в красную область спектра. Такое явление наблюдается на Земле при удалении источника света от наблюдателя и известно как эффект Доплера. Измерив изменения частоты света, идущего от галактики, можно определить скорость удаления галактики от наблюдателя.

В 1929 г. Э. Хаббл обнаружил, что скорость галактик v возрастает пропорционально расстоянию R до галактик. Коэффициентом пропорциональности служит **постоянная Хаббла H** , определяемая экспериментально. Таким образом,

$$v = HR.$$

В настоящее время измеренное значение постоянной Хаббла равно 71 ± 7 (км/с)/Мпк. Размерность постоянной Хаббла определяется отношением скорости в километрах в секунду, деленной на расстояние, выраженное в мегапарсеках. $1 \text{ Мпк} = 3,1 \cdot 10^{22} \text{ м}$.

Удаление галактик друг от друга свидетельствует о расширении Вселенной со временем. Полагая, что постоянная Хаббла не менялась за время существования Вселенной, можно определить тот момент, когда расстояние между галактиками было равно нулю, т. е. время рождения t_0 нашей Вселенной

$$t_0 = R/v = 1/H = 13\text{--}16 \text{ млрд лет.}$$

Рождение Вселенной называют **Большим взрывом**, подчеркивая тем самым необычайно резкое изменение со временем состояния материи, которое в дальнейшем привело к процессу эволюции Вселенной. Природный процесс, обусловленный внутренними или внешними причинами, характеризующийся резким изменением состояния объекта, называется **катастрофой**. Одним из экспериментальных подтверждений Большого взрыва стало открытие в 1965 г. американскими учеными Р. Вильсоном и А. Пензиасом так называемого **реликтового микроволнового излучения** с температурой 2,7 К.

Это излучение было предсказано американским физиком российского происхождения Г. А. Гамовым в 1956 г. на основании представления об охлаждении фотонного газа при расширении Вселенной. Существуют и другие подтверждения гипотезы о взрывном происхождении Вселенной, которые в нашем учебнике мы не можем рассматривать из-за недостатка времени на их изучение.

Подведем итоги

- Совокупность галактик, межгалактического излучения и вещества получила название Вселенной.
- Вселенная является самым крупным природным объектом, который исследуется с помощью научного метода. Рождение Вселенной называют Большим взрывом. Радиус наблюдаемой Вселенной составляет 10^{26} м. Наука о Вселенной, ее строении, происхождении и развитии называется **космологией**.

Что нужно обязательно запомнить

- Строение Галактики.
- Значение постоянной Хаббла.

Что необходимо понять и усвоить

- Вселенная — это природный объект.
- Галактики — структурные составляющие Вселенной.

Что нужно научиться делать

- Определять возраст Вселенной по значению постоянной Хаббла.



Контрольные вопросы

1. Какие галактики вам известны?
2. Как устроена галактика?
3. Сколько звезд входит в галактику?
4. Сколько галактик во Вселенной?
5. Как можно оценить возраст Вселенной?



Задания

1. Расскажите, как вы представляете себе Вселенную.
2. Оцените возраст Вселенной, используя современное значение постоянной Хаббла.

§ 2

Эволюция Вселенной

О чем пойдет речь

Об эволюции Вселенной от момента рождения до наших дней. О возможном сценарии развития Вселенной в будущем.

Обсудим затронутые проблемы

В первые моменты времени своего существования, порядка 10^{-44} с от момента взрыва, Вселенная представляла собой очень необычный объект.

Это было физическое поле с температурой примерно 10^{32} К, плотностью 10^{97} кг/м³ и размером порядка нескольких микромет-

[...]