

ГРАВИТАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Новиков Г.Е., Сидоров А.А.

Государственное образовательное учреждение Лицей №1548
Россия, 119180, г. Москва, Бродников пер. 3
Тел.: (495)238-02-07, факс: (495)238-14-30, e-mail: 1548lic@couo.ru

Гравитация — дальнедействующее фундаментальное взаимодействие, которому подвержены все материальные тела. По современным представлениям, является универсальным взаимодействием материи с пространственно-временным континуумом, и, в отличие от других фундаментальных взаимодействий, всем без исключения телам, независимо от их массы и внутренней структуры, в одной и той же точке пространства и времени придаёт одинаковое ускорение относительно локально-инерциальной системы отсчёта.

В рамках классической механики, гравитационное взаимодействие описывается законом всемирного тяготения Ньютона (1), который гласит, что сила гравитационного притяжения между двумя материальными точками массы m_1 и m_2 , разделёнными расстоянием R , пропорциональна массам и обратно пропорциональна квадрату расстояния:

$$F = G \cdot (m_1 \cdot m_2 / R^2) \quad (1)$$

где G — гравитационная постоянная, равная $6,6725 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$.

Большие космические объекты — планеты, звезды и галактики имеют огромную массу и, следовательно, создают значительные гравитационные поля. Гравитация — слабейшее взаимодействие, однако, поскольку оно действует на любых расстояниях и все массы положительны, это тем не менее очень важная сила во Вселенной. Также гравитация, в отличие от других взаимодействий, универсальна в действии на всю материю и энергию. Не обнаружены объекты, у которых вообще отсутствовало бы гравитационное взаимодействие. Из-за глобального характера гравитация ответственна и за такие крупномасштабные эффекты, как структура галактик, черные дыры и расширение Вселенной, и за элементарные астрономические явления — орбиты планет, и за простое притяжение к поверхности Земли и падения тел.

Классическая теория тяготения Ньютона основана на понятии силы тяготения, которая является дальнедействующей силой: она действует мгновенно на любом расстоянии. Этот мгновенный характер действия несовместим с понятием поля в современной физике. Поэтому, в 1915-1916 годах, Альберт Эйнштейн публикует теорию, в рамках которой постулируется, что гравитационные эффекты обусловлены не силовым взаимодействием тел и полей, находящихся в пространстве-времени, а деформацией самого пространства-времени, которая связана, в частности, с присутствием массы-энергии. Эта теория получила название «Общая теория относительности» и по сей день является наиболее успешной теорией, описывающей гравитацию.

Появляются и новые теории, объясняющие гравитационное взаимодействие. Сегодня учёные выдвигают гипотезу существования тёмной энергии, возникновение которой вызвано к жизни явлением расширяющейся с ускорением Вселенной. Факт расширения Вселенной доказан с помощью эффекта Доплера. До 1998 года большинство космологов полагали, что со временем темп расширения Вселенной падает, другими словами, что в каждый последующий интервал времени область

пространства увеличивается на всё меньшее значение. Но астрономы обнаружили, что вспышки удалённых сверхновых слабее, чем прогнозировалось. Такие наблюдения могут иметь два сценария объяснения. Первый сценарий предполагает. Что темп космологического расширения в прошлом был ниже, чем сейчас. Следовательно, Вселенной требовалось больше времени, чтобы вырасти до современного состояния, а свету сверхновых требовалось больше времени для распространения, и поэтому они выглядят более тусклыми. В таком сценарии для объяснения ускоренного расширения требуется тёмная энергия. По второму сценарию расширение происходит с замедлением, но различными темпами в зависимости от области пространства. Этот сценарий предполагает. Что вселенная неоднородна. А тогда, если область пространства в нашей окрестности более «пустая» чем соседние, то она содержит меньше вещества, чтобы задержать расширение, и поэтому её расширение замедляется не так быстро. Как в окружающих областях.

Если окажется справедливым первый сценарий, то это означает действительное существование тёмной энергии, для которой свойственно не гравитационное притяжение, а гравитационное отталкивание. В этом случае возникнет вопрос о законах такого отталкивания: либо это тот же закон Ньютона, но сила в нём имеет обратный знак, либо это – совсем другой закон?

В стандартной модели фундаментальных частиц и взаимодействий нет понятия тёмной энергии. Это субстанция, характеристики которой до сих пор не удаётся измерить прямыми методами. Она обладает свойствами, не схожими ни с чем, ранее известным, а её плотность энергии в 10^{120} раз меньше, чем можно было бы ожидать.

Если справедлив второй сценарий, то мы живём в неоднородной Вселенной и наше местоположение особое: мы живём в некоей космической пустоте. Такая пустота называется войдом. Войд – это не абсолютная пустота, а такая область, в которой средняя плотность вещества составляет половину или, быть может, треть средней плотности вещества в окружающем войд пространстве.

Дополнительные наблюдения сверхновых точно определяют темп расширения и выявят, меняется ли он в зависимости от пространственной области, как это предсказывается в модели войда.

Учёные всего мира с нетерпением ждут результатов Европейского космического проекта «Планк», который должен осуществить полный анализ анизотропии реликтового излучения. Исследования подскажут нам, живём ли мы в гигантском войде, или нет.

Литература

- 1) Хокинг С., Эллис Дж. Крупномасштабная структура пространства-времени (М.: Мир, 1977. — 432с.)
- 2) Матвеев. А. Н. Механика и теория относительности. М.: Высшая школа, 1986. (3-е изд. М.: ОНИКС 21 век: Мир и Образование, 2003. — 432с.)
- 3) Черепашук А.М., Чернин А.Д. Вселенная, жизнь, черные дыры. (Фрязино: "ВЕК 2", 2003. - 320 с.)