

как двойные квазары, как квазары-близнецы.

Если источник движется, то перемещаются и оба изображения. Пока яркости обоих сравнимы с яркостью источника, для оценки углового расстояния между ними можно по-прежнему использовать выражение (10). Если масса звезды, действующей в качестве линзы, невелика, скажем на два – три порядка величины меньше массы Солнца, то разрешить такой угол между изображениями, $\sim 0,001''$, практически немислимо. Тем не менее обнаружить подобное явление можно. Дело в том, что при сближении изображений их суммарная яркость растет. Явление это, так называемое микролинзирование, имеет достаточно специфический характер: рост яркости и ее последующее падение происходят симметрично во времени, причем изменение яркости происходит одинаково на всех длинах волн (угол отклонения (10) не зависит от длины волны).

Поиски микролинзирования, которые велись на протяжении нескольких лет двумя группами астрономов, австралийско-американской и французской, не просто привели к обнаружению эффекта. Таким образом был открыт новый класс небесных тел: слабосветящиеся карликовые звезды, так называемые коричневые карлики, именно они играют роль микролинз. Все это произошло совсем недавно. Если еще в январе 1994 года было известно лишь два – три подобных события, то в настоящее время они уже исчисляются десятками. Поистине первоклассное открытие в астрономии.

Заключение

ОТО – завершенная физическая теория. Она завершена в том же смысле, что и классическая механика, классическая электродинамика, квантовая механика. Подобно им, она дает однозначные ответы на физически осмысленные вопросы, дает четкие предсказания для реально осуществимых наблюдений и экспериментов. Однако, как и всякая иная физическая теория, ОТО имеет свою область применимости. Так, вне этой области лежат сверхсильные гравитационные поля, где важны квантовые эффекты. Законченной квантовой теории гравитации не существует.

ОТО – удивительная физическая теория. Она удивительна тем, что в ее основе лежит, по существу, всего один экспериментальный факт, к тому же известный задолго до создания ОТО (все тела падают в поле тяжести с одним и тем же ускорением). Удивительна тем, что она создана в большой степени одним человеком. Но прежде всего ОТО удивительна своей необычайной внутренней стройностью, красотой. Не случайно Ландау говорил, что истинного физика-теоретика можно распознать по тому, испытал ли человек восхищение при первом же знакомстве с ОТО.

Примерно до середины 60-х годов ОТО находилась в значительной мере вне основной линии развития физики. Да и развитие самой ОТО отнюдь не было весьма активным, оно сводилось в большой степени к выяснению определенных тонких мест, деталей теории, к решению пусть важных, но достаточно частных задач. И не случайно еще на моей памяти уважаемый физик старшего поколения не советовал молодым теоретикам заниматься ОТО. «Это наука для пожилых людей», – говорил он.

Вероятно, одна из причин такой ситуации состоит в том, что ОТО возникла в некотором смысле слишком рано, Эйнштейн обогнал время. С другой стороны, уже в его работе 1915 года теория была сформулирована в достаточно законченном виде. Не менее важно и то обстоятельство, что наблюдательная база ОТО оставалась очень узкой. Соответствующие эксперименты чрезвычайно трудны. Достаточно напомнить, что красное смещение удалось измерить лишь спустя почти 40 лет после того, как было обнаружено отклонение света в поле Солнца.

Однако в настоящее время ОТО – бурно развивающаяся область современной физики. Это результат огромного прогресса наблюдательной астрономии, развития экспериментальной техники, впечатляющего продвижения в теории.

К сожалению, отразить по-настоящему в одной популярной статье достижения ОТО, по-видимому, невозможно. Я затронул в ней всего лишь несколько сюжетов. Их выбор определялся двумя критериями. Во-первых, степенью важности для понимания теории хотя бы в общих чертах.

Во-вторых, возможностью изложить вопрос без излишней вульгаризации, оставаясь при этом в рамках школьной физики и математики. Разумеется, даже эти сюжеты удалось затронуть только очень бегло. А сколько отнюдь не менее увлекательных тем осталось вообще за пределами статьи!

Литература для дальнейшего чтения

Тому, кто захочет познакомиться с ОТО более подробно, можно рекомендовать следующие книги, сравнительно доступные для российского читателя:

1. *Нарликар Дж.* Гравитация без формул. Пер. с англ. С.И. Блинникова. – М.: Мир, 1985.

Очень популярный рассказ об основах ОТО и ее современных представлениях.

2. *Новиков И.Д.* Энергетика черных дыр. – М.: Знание, 1986.

Брошюра сочетает изложение одного из самых увлекательных вопросов ОТО с решением красивых задач, вполне доступных для старшеклассников. Относится к лучшим образцам научно-популярной литературы.

3. *Берков А.В., Кобзарев И.Ю.* Теория тяготения Эйнштейна. Общие принципы и экспериментальные следствия. – М.: МИФИ, 1989;

Берков А.В., Кобзарев И.Ю. Приложения теории тяготения Эйнштейна к астрофизике и космологии. – М.: МИФИ, 1990.

По существу это две части одной книги. Книга написана физиками для физиков, содержит необходимый минимум математического аппарата. Лучшее введение в ОТО для студентов.

4. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теория поля. – М.: Наука, 1988.

Серьезная классическая книга, пользующаяся мировой известностью. В дальнейших рекомендациях не нуждается.