

Траектория движения лучей света вблизи массивных объектов

Аннотация. Не принимая в расчёт теорию гравитации и методику, принятую в ОТО, на основе только положений графической оптики поясняется, как может выглядеть траектория движения лучей света вблизи массивных объектов. Для обоснования представленной версии потребовалось ввести принципиально новые понятия: «Среда с переменным показателем преломления», и «Условная граница среды».

Предположение о том, что лучи света в гравитационном поле распространяются не прямолинейно, впервые было высказано Ньютоном. В дальнейшем эту идею развивали Лаплас, Зольднер, Гаусс, Риман, Шварцшильд, а закончилось всё на версии, обнародованной Эйнштейном. В настоящее время задача о прохождении и искривлении лучей света в гравитационном поле рассматривается как в волновой оптике, так и в дисциплине, носящей название «Общая теория относительности». Для волновой оптики эта задача является довольно сложной теоретической проблемой. Геометрическая оптика эту задачу не рассматривает, но именно методы геометрической оптики помогут внести ясность в эту проблему. Попробуем найти решение, не принимая в расчет методику, принятую в ОТО, а будем учитывать те положения из оптики, которые понадобятся для раскрытия заявленной темы. Таким образом, для дальнейшего рассмотрения принимаем к сведению следующее:

- если имеет место переход луча из среды с меньшим показателем преломления в среду с большим показателем, то преломленный луч продолжает движение ближе к нормали и скорость снижается, а при переходе из среды с большим показателем преломления, преломленный луч имеет большее отклонение от нормали и скорость увеличивается;
- увеличение скорости света в среде свидетельствует об уменьшении показателя преломления, а уменьшение скорости свидетельствует о его увеличении.
- при переходе из одной среды в другую скорость и направление движения луча изменяются мгновенно, что указывает на то, что лучи света (фотоны) не имеют массы, и нет оснований полагать, что траектория движения может меняться исключительно по причине гравитационного взаимодействия фотонов с массивными объектами;
- в отдельных случаях абсолютный показатель преломления может быть меньше единицы, при этом преломленный луч отклоняется от нормали под большим углом, чем луч, пришедший из вакуума, а скорость преломленного луча превышает скорость света в вакууме.

Ещё в 1801 году И. Зольднер, исходя из механистической корпускулярной теории, получил значение угла отклонения, составляющего половину от того, что принято считать правильным, высказав своё мнение: «Когда световой луч движется вблизи светила, то притяжением такового он вместо того, чтобы двигаться по прямой, принуждается описывать гиперболу, обращенную своей **вогнутостью** к указанному небесному телу». Версия о такой траектории ни у кого не вызывает сомнений и никогда не подвергалась критике, хотя данное предположение нуждается в подтверждении. Проверим, так ли это на самом деле, принимая к сведению опыты и экспериментальные данные, полученные при наблюдениях за отклонением лучей, проходящих вблизи Солнца.

Современная радиолокационная техника позволяет направить электромагнитный сигнал на какую-нибудь планету Солнечной системы и принять отраженный сигнал с помощью

телескопа. Впервые такие эксперименты были осуществлены в 1967 году сначала с Венерой, а затем с Меркурием. Результаты эксперимента показали, что сигнал от поверхности Земли до отражателя идёт дольше по времени, чем от отражателя до Земли. Следовательно, скорость сигнала, идущего к массивному объекту, возрастает, превышая скорость света в вакууме, а удаление сигнала от этого объекта происходит со скоростью, меньшей скорости света. При приближении к объекту свет движется с переменным, возрастающим ускорением, а при удалении – наоборот.

По причине большой удаленности лучи света от любой звезды приходят на поверхность Солнца практически параллельно. Лучи, идущие от звезды в направлении центра Солнца, то есть радиально, своего направления не поменяют и будут поглощены солнечной поверхностью, а вот траектория лучей, пересекающих силовые линии гравитационного поля Солнца, должна каким-то образом изменяться.

По общепризнанной версии луч, изначально направленным по касательной к поверхности Солнца будет отклонен к центру и поглощен солнечной поверхностью. Математический аппарат, применяемый в ОТО укажет, что угол отклонения в сторону Солнца составит 1,75 секунды.

Дальнейшие пояснения сделаем, руководствуясь методами графической оптики.

Начав движение от звезды и попав в зону действия солнечной гравитации, луч начинает ускоряться. Поведение луча, движущегося со скоростью, превышающей скорость света в вакууме, и направленного по касательной к солнечной поверхности, оказывается таким, будто он движется в **среде с переменным показателем преломления**, значение которого всегда **меньше** единицы и будет постоянно меняться по мере приближения к Солнцу. При этом **условной границей сред** в любой точке траектории будет являться плоскость, направленная перпендикулярно к силовым линиям гравитационного поля Солнца, и преломленный луч будет отклоняться от нормали под **большим углом**. В данном случае направление отклонения будет **от** Солнца.

Это умозаключение позволяет поставить под сомнение версию Зольдера и высказать иное предположение: «Когда световой луч попадает в поле тяготения и направлен по касательной к поверхности светила, то на первом этапе вместо того, чтобы двигаться по прямой или описывать гиперболу, обращенную своей **вогнутостью** к указанному небесному телу, он удаляется от светила и описывает гиперболу, обращенную своей **выпуклостью** к указанному небесному телу». Но это утверждение относится только к первому этапу, и в какой-то момент траектория луча окажется перпендикулярной к гравитационной линии Солнца.

В дальнейшем рассмотрим движение луча поэтапно, так как будут изменяться как значение скорости, так и вид траекторий (имеется в виду выпуклость и вогнутость). Первый этап был рассмотрен.

На втором этапе луч продолжит движение, всё ещё приближаясь к Солнцу, но на границу сред он будет попадать с обратной стороны. Траектория движения станет **вогнутой** по отношению к Солнцу. Скорость начнёт замедляться, и в той точке, где процесс приближения прекратится, скорость луча примет значение скорости света в вакууме.

На третьем и четвертом этапе луч начнёт удаляться от Солнца, скорость примет значение меньше скорости в вакууме. Поведение луча окажется таким, будто он движется в **среде с переменным показателем преломления**, значение которого всегда **больше** единицы. Дальнейшая траектория получится зеркальной по отношению к траектории луча на предыдущих двух этапах. По выходу из зоны действия гравитации скорость примет значение, равное скорости в вакууме и начнётся прямолинейное движение.

Эта ситуация показана на рисунке 1, где цифрами обозначены: 1 - траектория луча, изначально направленного по касательной к солнечной поверхности.; 2 – траектория луча,

направленного к центру Солнца; 3 – силовая линия гравитационного поля; 4 – плоскость, являющаяся условной границей сред на одном из участков траектории луча.

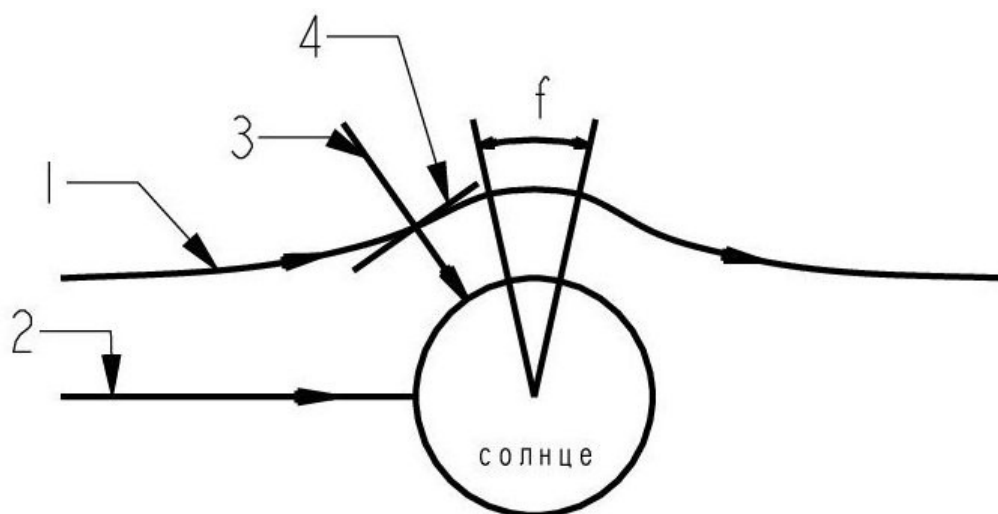


Рис. 1

На Земле реальное отклонение луча можно наблюдать исключительно из той точки, в которую луч направлен радиально, то есть к центру Земли. При ином местоположении на траекторию луча будет влиять гравитационное поле Земли, искажая то, что должно наблюдаться в случае, когда на траекторию не оказывают влияние другие массивные объекты. В зависимости от расстояния до Солнца и своего положения наблюдатели будут по-разному видеть направления, из которых приходит световой луч.

Представленная версия о направлении лучей, **удаляющихся** от Солнца, полностью совпадает с тем, что показывают многочисленные эксперименты, проводившиеся во время солнечных затмений. Угловое расстояние между звёздами увеличивается. Эксперименты по наблюдению за отклонением лучей, **приближающихся** к Солнцу, никогда не проводились, хотя в техническом плане такие эксперименты провести намного проще, организовав наблюдения со спутников. В этом случае будет наблюдаться увеличение углового расстояния между звёздами.

Отметим, что на втором и третьем этапе луч будет описывать гиперболу или двигаться по криволинейной траектории, которую в каком-то приближении можно считать дугой окружности с углом f . Если луч будет направлен не по касательной, а на большем удалении r от поверхности Солнца, то величина этого угла будет меньше. Если Солнце представить в виде точки, в которой собрана вся его масса, а луч будет проходить ближе к центру, то величина угла f возрастёт. В результате может сложиться ситуация, когда луч пройдёт на таком расстоянии r от центра, что начиная со второго этапа начнётся движение луча не по гиперболе, а именно по дуге окружности, то есть начнётся круговое движение относительно центра масс. В решении Шварцшильда такое расстояние названо гравитационным радиусом r_g , и для Солнца составляет $2,9 \times 10^3$ метров. Решение, найденное Шварцшильдом, требует уточнения по той причине, что в расчётах фигурирует константа C - скорость света в вакууме, без учета того факта, что скорость луча по мере приближения к массивному объекту будет увеличиваться, и не столько может, сколько **должна** достигнуть такого значения, чтобы траектория из гиперболической превратилось в движение по окружности.

Заметим, что полученный результат сделан на основе представлений, не совпадающих с теми которыми оперирует академическая наука, полагающая, что метрическое гравитационное поле увеличивает показатель преломления как уплотняющаяся к центру тяготения среда (Ландау Лифшиц, 2 том пара 90). Но такое умозаключение можно поставить под сомнение если

ввести в обращение величину, обратную показателю преломления и назвать к примеру «показатель оптической упругости среды». В таком случае этот показатель для вакуума остаётся равным единице, а во всех других средах – меньше единицы. Как известно из практики, в более упругих средах намечается тенденция к увеличению скорости распространения волн. Именно эффект увеличения такого показателя и наблюдается при движении лучей света в направлении к массивному объекту. Как видим, под влиянием гравитации изменяется скорость световых лучей. и именно изменение скорости приводит к изменению их траектории. В ОТО это принято называть искривлением пространства-времени. Если термин «искривление пространства» можно рассматривать, как некое приемлемое иносказательное определение, то какое отношение к этому процессу может иметь искривление времени – с точки зрения логики объяснить не получается.

Литература: Э. Шмутцер. Теория относительности. Современное представление. Издательство «МИР», М. 1981