DOI: 10.17117/na.2016.04.02.281

<http://ucom.ru/doc/na.2016.04.02.281.pdf>

Поступила (Received): 02.04.2016

Соколовский К.В., Трунина О.Е. Релятивистская теория времени в курсе физики в современном вузе

Sokolovskiy K.V., Trunina O.E.
Relativistic theory of time in physics coursey in modern
higher educational establishment

В настоящей статье рассматриваются аспекты релятивистской теории времени, существенные для понимания ее студентами при изучении курса физики в высшей школе. Приводится расчет в Mathsoft MathCAD лоренцева замедления времени при ускоренном движении тела

Ключевые слова: релятивистская теория времени, лоренцево замедление времени, Mathsoft MathCAD

In the present article the relativistic theory of time aspects which are essential for its understanding by students while physics course studying in higher educational establishment are considered. The Lorentz time dilation calculation in Mathsoft MathCAD in Mathsoft MathCAD is given

Key words: relativistic theory of time, Lorentz time dilation, Mathsoft MathCAD

Соколовский Кирилл Владимирович

Студент

Рязанский институт (филиал) университета машиностроения

г. Рязань, ул. Колхозная, 2 А

Sokolovskiy Kirill Vladimirovich

Student

Ryazan institute (branch) of university of mechanical engineering

Ryazan, Kolkhoznaya st., 2 A

Трунина Ольга Евгеньевна

Кандидат физико-математических наук, доцент

Рязанский институт (филиал) университета машиностроения

г. Рязань, ул. Колхозная, 2 А

Trunina Olga Evgenievna

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

Ryazan institute (branch) of university of mechanical engineering

Ryazan, Kolkhoznaya st., 2 A

Физика стала источником основополагающих знаний о таком важнейшем понятии науки и культуры, как время. Цель данной работы – показать, что представляет собой время с современной точки зрения и какой вклад в его познание сделал Альберт Эйнштейн.

Альберт Эйнштейн и его предшественники совершили настоящую «ломку стандартов» в понятиях о времени. Отказ от абсолютизации пространства и времени, утверждение об их относительном характере, об их зависимости от гравитации и скорости движения и абсолютизация скорости света – все это противоречило классическим представлениям, главенствовавшим в науке со времен Ньютона.

Но против ньютоновских понятий об абсолютном пространстве и времени возражал еще современник Ньютона, не менее выдающийся ученый и философ Г. Лейбниц (1646 – 1716): «Я неоднократно подчеркивал, что считаю пространство так же, как и время, чем-то чисто относительным: пространство – порядком существования, а время – порядком последовательностей...».

В XIX веке классическая физика, созданная Ньютоном, и философия, которая лежала в ее основе и сама базировалась на ней, были существенно расшатаны самим ходом научной мысли и прежде всего – благодаря исследованиям электромагнетизма. Назревала необходимость в создании новой концепции пространства и времени.

Но физические теории, как и любые другие научные теории, должны подчиняться принципу соответствия: любая новая теория должна включать в себя старую как частный случай или предельный переход.

Создавая такую новую теорию – специальную теорию относительности, – Эйнштейн заложил в ее фундамент два постулата. Первый постулат – специальный принцип относительности: законы природы неизменны во всех инерциальных системах. Второй постулат: любые взаимодействия во Вселенной осуществляются со скоростями, не превышающими скорость света в вакууме, которая не зависит от скоростей движения приемника и источника света.

То есть из специальной теории относительности следует, что пространство и время имеют физический смысл «только как определение порядка событий, связанных между собой взаимодействиями». В результате науке известно, что время объективно существует, известно, от чего оно зависит, но его природа остается неизвестной.

Эйнштейн предсказал различные эффекты, в которых должны проявляться закономерности теории относительности. Например, с точки зрения общей теории относительности, из двух часов, неподвижных относительно друг друга и расположенных на разных расстояниях от гравитирующего тела, быстрее будут идти часы, более удаленные от источника притяжения.

Эйнштейн иллюстрирует это положение с помощью известного мысленного эксперимента, в котором участвуют два брата-близнеца. Если два брата-близнеца живут в одном доме на разных этажах, то быстрее вырастет тот, который живет на более высоком этаже.

Но если один из братьев остался на Земле, а второй стал космонавтом, отправившись в космическое путешествие и затем вернулся на Землю, то, по Эйнштейну, замедляется старение того брата, который побывал в космосе, потому что время в космосе замедлилось.

Эйнштейн так объясняет этот парадокс. Брат-космонавт при полете испытывал перегрузки и, следовательно, испытывал гравитационное воздействие, а гравитация, по Эйнштейну, замедляет время.

Если «перегрузка» действует постоянно, то в другом мысленном эксперименте достигается поразительный эффект. Если космический корабль летит с постоянной перегрузкой, например $2g$, то за 40 лет по корабельным часам он долетит до центра Галактики и вернется обратно, а на Земле за это время пройдет около 60 тысяч лет [2].

В данной работе мы проверили эти расчеты с помощью пакета прикладных математических программ Mathsoft MathCAD с помощью формулы для лоренцева замедления времени, в которую входят: Δt – время, проходящее между двумя событиями с точки зрения человека, находящегося на Земле; Δt_0 – временной промежуток на космическом корабле; $V=2 \cdot g \cdot t$ – скорость космического корабля, движущегося с постоянным ускорением $2g$; g – ускорение свободного падения на Земле, примерно равно $9,8 \text{ м/с}^2$; c – скорость света, примерно равна $300\,000 \text{ км/с}$.

Сначала задаем $\Delta t_0 = 1 \text{ с}$. Затем, подставляя значения, строим график пользовательской функции, рассчитывая замедление времени по формуле Лоренца. График представлен на рисунке 1:

Из этого графика мы видим, что, например, изменение временного интервала в неподвижной системе отсчета на 0.00001 секунды достигается за время полета на космическом корабле с ускорением $2g$ в течение примерно 67452 с (определено при помощи возможностей трассировки графиков в Mathsoft MathCAD).

Рис. 1. График зависимости длительности временного промежутка на Земле от времени полета на корабле

Значительная часть следствий из теории относительности носит прогнозистический характер и подтверждается в наблюдениях или экспериментах. Экспериментальная проверка стала доступной в середине XX века с развитием методов точного измерения времени. Например, замедление течения времени в поле тяготения с помощью атомных часов было измерено непосредственно в лабораторных условиях на Земле в 1960 г. американскими физиками Р. Паунди, Г. Ребка (Гарвардский университет). Другой классический эксперимент провели в 1977 г. физики из Мэрилендского университета (США), установив чрезвычайно одни точные атомные часы на Земле, а другие – на самолете, который дважды летал по 14 часов на высоте примерно 10 км. После каждого полета часы, находившиеся в самолете, уходили вперед на 47 миллиардных долей секунды относительно тех, которые находились на поверхности Земли [2].

На время оказывают гравитационное влияние и космические гиганты. Самым сильным гравитационным влиянием во Вселенной обладают черные дыры. Во Вселенной нет тела, которое смогло бы избежать притяжения черной

дыры, оказавшись в непосредственной близости от нее. Даже самые быстрые частицы – кванты света, распространяющиеся в вакууме с предельно допустимой в нашем пространственно-временном континууме скоростью и лишенные массы покоя, не могут избежать этого влияния.

Кроме того, чем больше масса тела, тем сильнее оно искажает четырехмерное пространство-время. Так, совсем недавно ученым удалось увидеть это на практике, когда удалось пронаблюдать объекты, которые по законам геометрической оптики должны были быть недоступны для наблюдения из-за заслоняющих их галактик или черных дыр. Все это возможно за счет того, что проходящие рядом от черной дыры или другого тела световые лучи очень сильно искривляются под влиянием гравитации. Такой тип искажения позволяет ученым заглянуть значительно дальше в космическое пространство, хотя при таких исследованиях очень сложно определить реальное местонахождение исследуемого тела [1].

Но нашему уму с большим трудом удастся это все понять... Однако влияние космических гигантов можно объяснить с помощью очень простого демонстрационного опыта. Представим, что четырехмерное пространство-время – это обычная пищевая пленка, натянутая на рамку, а огромное массивное тело, например Солнце, – это яблоко, которое мы положили на нее. Мы увидим, что пленка растянется под массой яблока. Примерно так же и действует космическое тело на время: оно его растягивает, то есть замедляет. Примерно так же можем представить черную дыру, к примеру, карандашом проткнув эту пленку. Капнем воды на пленку и увидим, как она будет скатываться в отверстие... Примерно так же ведет себя материя, время, но этот пример студенту обычно намного понятнее, чем несколько томов физических формул.

Эйнштейн, отказавшись от ньютоновского понятия абсолютного времени, не просто показал, что время всегда относительно, он это понятие прочно увязал с воздействием на любое материальное тело внешних факторов – гравитации и скорости тела, зависящей от системы отсчета.

Список используемых источников:

1. Черные дыры. Новости космонавтики. URL: <http://kvant.space/chernye-dyry>
2. Представления о времени в прошлые века и сегодня. Библиотека обучающей и информационной литературы.
URL: http://www.nnre.ru/nauchnaja_literatura_prochee/priroda_vremeni_gipoteza_o_proishozhdenii_i_fizicheskoi_sushnosti_vremeni/p3.php