А. Н. Овчинников

Критические заметки к основам теории относительности, гипотезе расширения Вселенной и проблемам измерения времени

Йошкар-Ола , 2019

УДК 53

ББК 22.3

О – 35

Овчинников Анатолий Николаевич

О – 35 Критические заметки к основам теории относительности, гипотезе расширения Вселенной и проблемам измерения времени. Издатель А.Н.Овчинников 2019. – 60с. илл.

ISBN 978-5-600-02407-6

В этой работе анализируются некоторые противоречия специальной теории относительности, а также подвергается критике теория расширения Вселенной. Попытки выяснить происхождение этих теорий приводят автора к выводу, что причина их появления кроется в неправильном измерении времени. Здесь предлагается новая, ***материалистическая*** точка зрения на работу часов. Эта новая точка зрения приводит автора к важным выводам. Во-первых, специальная теория относительности не отражает адекватно реального положения дел в природе. Она должна быть или отменена, или пересмотрена заново. Во-вторых, гипотеза расширения Вселенной также является ошибочной. В-третьих, здесь даются формулы, учитывающие поправки к работе часов, как к материальному объекту.

УДК 53
ББК 22.3

ISBN 978-5-600-02407-6

1.Введение

В этой работе сначала делается критический анализ основ теории относительности, которые послужили для построения, так называемой, специальной теории относительности (далее СТО). Затем подвергается критике гипотеза расширения Вселенной. Такой выбор объектов критики не случаен. У этих теорий есть общее: обе они противоречат основополагающим принципам и законам природы. Нашей целью является: выяснить причины возникновения этих «странных» теорий. Как мы увидим ниже, обе они связаны с проблемами измерения времени.

Для понимания этой работы достаточно знаний, являющихся в наше время достоянием многочисленных учебников и книг. Мы укажем только [1] и [2], хотя могут быть и любые другие. В ссылках нам придется указывать страницы прямо в тексте.

2. Опыт Майкельсона

Традиционно принято считать опыты Майкельсона [1] с. 353 или [2] с. 449 достаточным основанием для доказательства истинности постулата: скорость света не зависит от движения его источника или приемника. Но это не так. Из опытов Майкельсона можно сделать только два вывода (и никаких других): во-первых, пространство изотропно, во-вторых, эфира не существует. Для того, чтобы подтвердить постулат о «постоянстве скорости света», обязательно необходимы опыты, в которых источник света и приемник двигаются относительно друг друга. Но в данном опыте источник света и приемник были ***неподвижны*** относительно друг друга. Поэтому рассуждения, позволяющие перейти от опытов Майкельсона к постулату о «постоянстве скорости света» ***без применения понятия эфира***, до сих пор остаются загадкой. Они так и останутся загадкой потому, что их нельзя провести без каких-либо ошибок.

3.Как выводятся преобразования Лоренца и что из этого следует

Проследим традиционный вывод этих преобразований по [1] с. 365. Опыт, на основе которого выводятся преобразования Лоренца, таков: в центре системы координат O,X,Y,Z находится источник света, испускающий сферические волновые фронты и центр этих сфер есть источник света в точке O. Наблюдатель двигается вдоль оси OX со скоростью v и наблюдает ***те же самые волновые фронты***.

Выводящий преобразования Лоренца считает, что по наблюдениям волнового фронта нельзя установить двигается наблюдатель по отношению к источнику или нет. Но он забывает о том, что установить наличие движения можно и другим способом; по наблюдениям эффекта Доплера. Оба эти способа; и по наблюдению волнового фронта и по наблюдению эффекта Доплера в силу однозначности решения физической задачи ***должны давать один и тот же результат***. Мы не можем поставить стенку между наблюдателем и источником, это будет уже другой опыт. В этом последнем опыте сферического волнового фронта уже не будет, и мы не сможем записать какое-либо уравнение сферы. Итак, опыт с самого начала предполагает два способа узнать о движении источника или приемника (должные давать один и тот же результат). Однако, выводящий преобразования Лоренца считает, что по наблюдениям волнового фронта наличие движения установить нельзя, а по наблюдениям эффекта Доплера можно, тем самым отрицая однозначность решения физической задачи. Вывод ясен: преобразования Лоренца противоречат явлению Доплера. Это противоречие теперь уже никогда не исчезнет из СТО. В дальнейшем оно будет принимать самые разнообразные формы. Мы вернемся к этому в разделе 8.12.

Продолжим следить за выводами преобразований. Мы хорошо знаем, что реально существующие волновые фронты это - сферы, в центре которых находится источник света (точка *O*). Однако, тот, кто выводит преобразования Лоренца, утверждает, что наблюдатель видит другие сферы, в центре которых находится он сам. Что это значит на самом деле? На самом деле это означает, что отменяется основная аксиома математики: ***математический объект не зависит от того кто, как и откуда за ним наблюдает*** (аксиома - 1). Без этой аксиомы невозможно построение математики. У нас математическим объектом является реально существующая сфера с центром *O*, вместо которой наблюдатель видит другую сферу, центром которой является он сам.

То, что физик отменяет аксиому – 1, математику не страшно. Он все равно будет действовать так, чтобы эта аксиома выполнялась. А чем это грозит физику? А тем, что постулат: измерения имеют физический смысл (постулат – 2) заменяется теперь на постулат: измерения не имеют физического смысла (постулат – 3). Постулат - 2 является прямым следствием аксиомы - 1. Нет аксиомы – 1, нет и постулата - 2. Как только физик сказал, что вместо реально существующей сферы, он видит некую другую сферу, так этим он отменил постулат - 2 и заменил его постулатом – 3. Итак, мы получили преобразования Лоренца, но вместе с ними мы получили новый постулат (постулат – 3). Не следует также забывать, что преобразования Лоренца противоречат явлению Доплера.

4. Как работает постулат « измерения не имеют физического смысла»

Рассмотрим измерение длины движущегося стержня [1] с. 373. Здесь наблюдатель в движущейся (со скоростью v) системе координат S' считает, что он измерил длину движущегося относительно системы S' стержня, потому, что у него время засечек t' (на оси OX') одно и то же. Он получает следующую длину: $L = x_2'(t') - x_1'(t') = L_0\sqrt{1-\beta^2}$ где $L_0 = x_2 - x_1$ есть длина покоящегося стержня, а $\beta = \frac{v}{c}$.

Однако, наблюдатель в неподвижной системе координат S, так не считает, потому что у него время засечек ***различно***. Для него $t_1 \neq t_2$. Поэтому он справедливо считает, что была измерена скорость точки, которая должна вычисляться по формуле: $v_т = \frac{x_2-x_1}{t_2-t_1}$. Когда он (из обратных преобразований Лоренца) подставит в эту формулу:

$$t_1 = \frac{t' + \frac{v}{c^2}x_1'}{\sqrt{1-\beta^2}};\ t_2 = \frac{t' + \frac{v}{c^2}x_2'}{\sqrt{1-\beta^2}} \quad \text{и} \quad x_2 - x_1 = \frac{L}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

Он получит скорость точки $v_т$ равную: $v_т = \frac{c^2}{v}$.

Аналогичная ситуация имеет место при измерении времени движущимися часами [1] с. 376. Здесь наблюдатель в неподвижной системе S считает, что он измерил время, отсчитанное двигающимися в системе $S^{'}$ часами (со скоростью v) потому, что при этих измерениях координата точки наблюдения (в системе S) была одна и та же (x – постоянно). И он получает результат:

$$t_2^{'} - t_1^{'} = \frac{t_2 - t_1}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

Однако, наблюдатель в системе $S^{'}$ так не считает потому, что у него засечки времени $t_1^{'}$ и $t_2^{'}$ соответствуют ***разным*** координатам; у него $x_1^{'} \neq x_2^{'}$. Поэтому он справедливо считает, что измеряется скорость точки и когда он вычислит ее по формуле $v_т^{'} = \frac{x_2^{'} - x_1^{'}}{t_2^{'} - t_1^{'}}$ то, как легко видеть, он получит:

$$v_т^{'} = -v.$$

Так что же на самом деле измеряют эти четыре наблюдателя? Сторонник теории относительности не сможет ответить на этот вопрос потому, что у него нет постулата - 2, а есть постулат - 3.

5. Логика и специальная теория относительности

Возьмем известные высказывания СТО:

1) Движущиеся часы замедляют свой ход.
2) Длина движущегося стержня уменьшается.
3) Масса движущейся материальной точки увеличивается.

Все эти высказывания аналогичны и мы разберем подробно только первое из них с точки зрения логики. Итак, если в неподвижной системе координат S наблюдатель измерит один и тот же интервал времени неподвижными часами (Δt) и двигающимися в системе $S^{'}$ часами $(\Delta t')$, то он обнаружит, что $\Delta t < \Delta t'$. Однако, если наблюдатель будет двигаться вместе с системой $S^{'}$, то есть будет неподвижен относительно нее, то аналогичная операция сравнения интервалов времени даст следующий результат $\Delta t > \Delta t'$. Чтобы описать полностью физическую ситуацию, нам оба результата измерений придется соединить союзом «и», который в логике подчёркивает тот факт, что ***события всегда совместны*** (и это действительно так). Тогда мы получим высказывание:

$$\Delta t > \Delta t^{'} \text{ и } \Delta t < \Delta t^{'} \qquad (4)$$

Это высказывание с точки зрения логики, совершенно тождественно высказыванию:

$$A > B \text{ и } B > A \qquad (5)$$

Логик скажет, что высказывания (4) и (5) есть нарушение законов логического мышления. Математик скажет, что высказывания (4) и (5) представляют собой систему, не имеющую решений. А что скажет сторонник теории относительности? Как он будет убеждать нас в том, что высказывание (4) есть закон природы? Ведь в его распоряжении только преобразования Лоренца (вывод которых сомнителен) и постулат - 3. Мы видим, что СТО не в ладах логикой.

6. Абсолютное и относительное

Мы слишком вольно обращаемся с понятиями абсолютного и относительного. Диалектика природы говорит нам, что не бывает ничего «абсолютно абсолютного» и «абсолютно относительного». Каждое понятие имеет определенную долю как того, так и другого. Между абсолютным и относительным в каждом понятии имеется «логическое равновесие», которое должно сохраняться, по крайней мере, в какой-то конечной цепочке рассуждений до конца. В противном случае нарушения логики будут неизбежны. В специальной теории относительности «логическое равновесие» было нарушено, в результате физика перешла ту границу, за которой она стала не орудием познания природы, а орудием разрушения логики. С этой точки зрения эту теорию правильнее называть «теорией излишней относительности».

Однако, в следующем разделе мы увидим, что «излишняя абсолютность » также ни к чему хорошему не приводит.

7. Гипотеза расширения Вселенной

В вопросе о расширении Вселенной ситуация с «относительным и абсолютным» противоположна, здесь излишней является доля «абсолютности» как раз там, где ее не должно быть. Когда физик или астроном произносят фразу «Вселенная расширяется» они, тем самым, стараются присвоить понятию расширения абсолютный смысл, хотя прекрасно знают, что этого делать не следует. Мы будем более осторожны и будем помнить, что понятие расширение (или сжатие) – вещь относительная.

Итак. Высказывание «Вселенная расширяется» не имеет физического смысла, оно приобретает физический смысл только тогда, когда обязательно будет указана система координат, относительно которой происходит расширение.

Пусть имеются три наблюдателя в точках A_1, A_2, A_3, удаленные друг от друга на весьма большие расстояния. Для простоты допустим, что они находятся на одной прямой, а наблюдатель A_2 находится точно на середине отрезка A_1A_3. У наблюдателей имеются приборы наблюдения, такие же как на Земле. Здесь не надо забывать, что наблюдатели не принадлежат Вселенной, за которой ведут наблюдение. В макромире наблюдатель никогда не принадлежит той системе, за которой он наблюдает (подобно тому, как метр не принадлежит отрезку, длину которого он измеряет). Поэтому наблюдатели A_1,. A_2, A_3 образуют свою (жесткую) систему координат. В этой системе они ***неподвижны относительно друг друга***. Только после того (но не раньше), как у нас появится эта система координат, наши рассуждения о расширении Вселенной приобретут физический смысл.

Пусть наблюдатель в точке A_1 фиксирует факт – «приборы показывают, что относительно точки A_1 Вселенная расширяется », а наблюдатель в точке A_3 фиксирует факт – «приборы показывают, что относительно точки A_3 Вселенная расширяется». Что тогда должен будет зафиксировать наблюдатель в точке A_2 по середине отрезка A_1 A_3? Ведь наблюдатель A_2 неподвижен относительно A_1 и A_3. Он обязан зафиксировать факт сжатия Вселенной вдоль прямой A_1 A_3. Этот случай можно обобщить далее. Если три наблюдателя находятся в вершинах (жесткого) треугольника *ABC* и фиксируют расширение Вселенной, то всегда найдется не менее трех наблюдателей, которые будут фиксировать сжатие Вселенной. Как легко видеть, три из этих наблюдателей будут находиться по серединам сторон треугольника ABC и фиксировать сжатие Вселенной вдоль сторон треугольника. Но мы хорошо знаем, что и в точке A_2 и на серединах сторон треугольника ABC наблюдатель зафиксирует то же самое расширение. Эти факты противоречат друг- другу и устранить это противоречие, не нарушая принципа относительности и принципов логики, можно лишь единственным способом. Нужно допустить истинность следующего высказывания:

Никакого реального центра расширения Вселенной не существует, мнимые центры расширения создаются самими приборами в тех точках, где они находятся.

Это означает, что в наших измерениях что-то не так. Вспомним о том, что появление в СТО постулата - 3, также может объясняться какими-то неправильными измерениями. Дальнейшие размышления обо всем этом, привели нас к важному выводу:

Причиной появления СТО и гипотезы расширения Вселенной, является то, что мы неправильно измеряем время.

Следующие разделы этой работы посвящаются подробному изложению доводов, подтверждающих вышесказанное утверждение.

8.Об измерении времени и основах теории относительности

8.1.Введение

Среди многочисленных высказываний в физике у нас наибольшее беспокойство и недоумение вызывают два следующих постулата, лежащих в основах так называемой, специальной теории относительности. Они таковы. Во-первых, скорость материальной точки не может превышать скорости света (далее коротко – 1-й постулат); во-вторых, скорость света всегда одна и та же в любой системе координат (далее коротко – 2-й постулат).

Как выяснилось по ходу размышлений, происхождение постулатов тесно связано с проблемами измерения времени. Поэтому мы начнем с того, что проанализируем заново работу часов, а для этого посмотрим на них более внимательно.

После этого мы обсудим вопросы, касающиеся одновременности событий, синхронизации часов, преобразований координат и, наконец, придем к выводу, что постулаты, о которых говорилось выше, не имеют места и не являются законами природы.

8.2.Общая, традиционная точка зрения на принципы работы часов

Обозревая устройство различных часов, и помня о том, что любые часы можно заменить эквивалентными световыми часами, мы можем взглянуть на часы с одной общей точки зрения.

Общим для всех часов (часто в неявной форме) является наличие у них некоторой, так называемой, эталонной скорости (далее v_e). Среди всех скоростей измеряемых физиками, существуют скорости, обладающие весьма высоким постоянством. Именно эти скорости и берутся для построения часов. Что делают часы? Они берут некоторый, всякий раз постоянный (то есть эталонный) отрезок длиной s_e и преобразуют его в эквивалентный временной интервал Δt по формуле: $\Delta t = \frac{S_e}{v_e}$. Постоянство v_e и s_e гарантирует также и постоянство Δt. Когда мы говорим: «часы берут отрезок s_e,» под этим мы понимаем, что этот отрезок встроен в сами часы (то есть является их важнейшей частью). Это необходимо, чтобы часы могли работать, находясь в покое. Обычно преобразование отрезка s_e во время делается методом «туда и обратно» как световых часах. В них световой импульс, проходя путь равный $2s_e$ от генератора до зеркала и обратно, преобразуется во временной интервал: $\Delta t = \frac{2S_e}{c}$, где c - скорость света.

8.3.Материальная точка и часы как преобразователи пространства во время

Далее в этом (восьмом) разделе мы всюду будем рассматривать только одномерное прямолинейное движение материальных точек и часов вдоль оси OX. В следующем (девятом) разделе мы дадим обобщение полученных результатов на трехмерное пространство.

Пусть материальная точка двигается по оси OX с некоторой скоростью v. Этот процесс можно рассматривать как преобразование пространства во время по закону $\frac{x}{v} = t$, то есть пройденному расстоянию x материальной точки ставится в соответствие некоторое время $t = \frac{x}{v}$. В частном случае, когда $v = 0$, можно считать, что это преобразование также имеет место, но его результат не определен.

Рассмотрим теперь часы, как и материальную точку, двигающиеся вдоль оси OX или покоящиеся. В чем сходство часов с материальной точкой? Их два. Первое – часы также материальны, как и материальная точка. Второе - часы также являются преобразователем пространства во время.

В чем отличие часов от материальной точки? Их два. Первое – часы преобразуют пространство во время используя строго постоянную (эталонную) скорость v_e, по закону $t = \frac{x}{v_e}$, тогда как у материальной точки скорость, вообще говоря, может быть любой. Второе – часы, находясь в покое, сохраняют прежним результат преобразования $t = \frac{x}{v_e}$, тогда как у покоящейся материальной точки результат преобразования становится неопределенным. Таким образом, чтобы получить представление о ***реальных (материальных) часах, мы должны скомбинировать и сходства и различия между часами и материальной точкой (непротиворечивым образом)*** в одном устройстве, называемом ***реальными часами*** .

Сделав это, мы получим структурную схему часов, изображенную на рис.1. В преобразователе пространство – время (s→ t) на основе эталонной скорости v_e последовательно преобразуются эталоны длины s_e и часы показывают на выходе слагаемое $N\frac{S_e}{v_e}$, где N - число периодов часов. Но если часы сдвигаются по оси OX на величину Δx, то и эту величину преобразователь

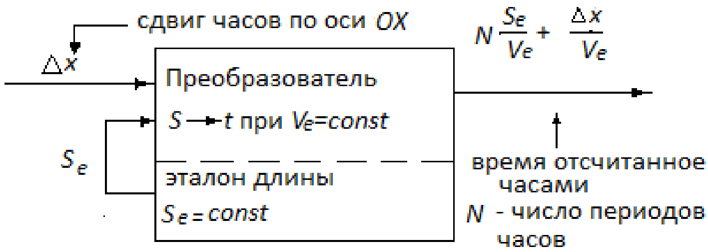

Рис.1

также преобразует во время (по тому же закону) равное $\frac{\Delta x}{v_e}$.

В результате часы будут на выходе показывать сумму:

$$N\frac{S_e}{v_e}+\frac{\Delta x}{v_e}.$$

Назовем слагаемое $\frac{\Delta x}{v_e}$ слагаемым переноса часов. Слагаемое переноса равно нулю, если во время измерений часы неподвижны. Но если допустить, что часы не ***материальны*** (но все-таки работают), то в этом случае слагаемое переноса будет равно нулю и тогда, когда часы двигаются. Истинное время измеренное часами равно только $N\frac{S_e}{v_e}$ и из показаний часов следует вычитать слагаемое переноса. Чтобы придать слагаемому переноса определенный знак ($\pm$) , договоримся о направлении эталонной скорости v_e. Если часы сдвигаются независимо (от других скоростей), то будем направлять скорость v_e в положительном направлении оси OX. Если же часы двигаются вместе с материальной точкой, время движения которой они измеряют, то будем направлять

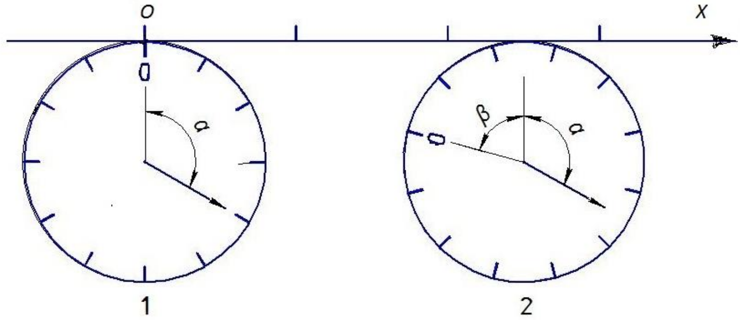

Рис.2

скорость v_e также как и скорость точки v (векторы $\mathbf{v}$ и $\mathbf{v_e}$ одного направления).

На рис. 2 представлена наглядная механическая, одномерная модель реальных часов. Механизм часов двигается вдоль оси OX, не меняя своего направления в пространстве. Циферблат же часов, представляющий круг может свободно вращаться вокруг своей оси и катиться по оси OX (для выполнения правила знаков он катится по оси OX снизу). Неподвижные часы (1) отсчитывают угол α, пропорциональный истинному времени $k\alpha = N\frac{S_e}{v_e}$. Подвижные часы (2) отсчитывают угол α+β, причем β – угол поворота циферблата пропорционален слагаемому переноса, а k – коэффициент пропорциональности. Таким образом:

$$k\,(\alpha+\beta) = N\frac{S_e}{v_e} + \frac{\Delta x}{v_e}\ .$$

В дальнейшем договоримся показания часов снабжать индексом χ (греческое хи), то есть писать - t_χ, тогда как истинное время будем писать обычно $-$ t и тогда:

$$t_\chi = t + \frac{\Delta x}{v_e}.$$

Наиболее ясно механизм появления слагаемого переноса усматривается в световых часах. Если часы неподвижны, то путь проходимый светом за один период равен $2s_e$. Но если часы двигаются вдоль оси OX (и световой импульс двигается вдоль этой же оси) то, как легко видеть, путь проходимый световым импульсом за один период будет равен не $2s_e$, а равен $2s_e + \Delta x$, где Δx - сдвиг часов за один период вдоль оси OX. Поэтому часы покажут время:

$$t_\chi = 2\frac{s_e}{c} + \frac{\Delta x}{c}$$

Здесь второе слагаемое есть слагаемое переноса часов.

8.4.Система часов

На практике нам нужны не одни часы, а некоторая система часов, где все часы совершенно одинаковы. Чтобы достичь этого, нам необходима некоторая универсальная эталонная скорость v_e, обладающая тремя важными свойствами. Первое – она должна быть как можно более постоянна. Второе – она должна легко воспроизводиться. Третье – она должна быть как можно больше по величине. Если первое свойство весьма важно как в теоретическом и практическом отношениях, то второе и третье свойства важны лишь в практическом отношении. Именно такая универсальная скорость, как мы сейчас увидим, должна являться средством связи между часами, образующими систему. Пусть в точке A расположены эталонные световые часы (то есть у них $v_e = c$), а в точке B, очень удаленной, расположены часы, которые должны работать точно также как и в точке A. Расстояние $AB = s$. Около эталонных часов располагается зеркало с таким расчетом, чтобы световой импульс запущенный из точки B отразился и вернулся обратно. Время движения импульса равно $t = \frac{2S}{c}$, поэтому часы в точке B обязательно должны показать время движения импульса туда и обратно равное $t = \frac{2S}{c}$. Если это не так, то вводится поправочный коэффициент, чтобы это было так. Тем самым часы в точке B приводятся к световым (то есть по сути дела замещаются световыми часами). Мы видим, что ***универсальная эталонная скорость обязательно должна быть средством связи между часами***, чтобы гарантировать идентичность часов системы. В настоящее время средством связи между часами является скорость света и она также обладает тремя указанными выше свойствами. Поэтому современную систему часов можно считать основанной на универсальной скорости (то есть единой для всех часов), скорости света, $v_e = c$.

Далее для сохранения общности мы будем писать по - прежнему v_e, но в конкретных задачах мы всегда можем заменить v_e на скорость c и это не должно приводить к недоразумениям.

Системы часов, основанные на разных универсальных скоростях, теоретически равносильны. Но на практике предпочтительна наибольшая из таких скоростей, так как при этом повышается точность измерения времени, а также сокращается время на создание системы часов.

8.5.Синхронизация часов

Общепринятая практика синхронизации часов такова. Часы расставляются в исследуемые точки и в начало координат и регулируются следующим образом: из начала координат посылается световой импульс к регулируемым часам, находящимся в точке с координатой x. Наблюдатель, находящийся у этих часов, ставит время $t = \frac{x}{c}$ в момент получения светового импульса (c – скорость света).

Однако показания реальных часов включают в себя и слагаемое переноса часов равное здесь также $\frac{x}{c}$. Поэтому на часах следует ставить время равное $\frac{2x}{c}$. Синхронизированные таким образом, часы могут двигаться вдоль оси OX и при этом слагаемое переноса будет меняться. Поэтому для правильного отсчета времени, кроме времени t_{χ}, всегда необходимо знать так же и координаты часов в момент измерения. И в этом заключается пространственно-временная связь.

Заметим еще, что предложенная здесь синхронизация часов не вполне корректна. Она основана на нашем твердом убеждении, что скорость света в ***одном направлении*** равняется средней скорости света на пути « ***туда и обратно***». Но это утверждение нужно проверять экспериментально. Чтобы его проверить, необходимо иметь разведенные на расстояние s часы, синхронизированные ещё до начала опыта. И тогда вышеприведённый способ синхронизации уже не годится. В этом опыте нам придется двое часов расположить прежде в начале координат и запустить их одним начальным (нулевым) импульсом. После этого одни из часов сдвинуть по координате на расстояние s (не вмешиваясь в их работу). При этом в часах к истинному времени автоматически будет добавляться слагаемое переноса, которое при измерениях следует вычитать из показаний часов.

8.6.Одновременные события

Одновременность событий поясняется на рис.3

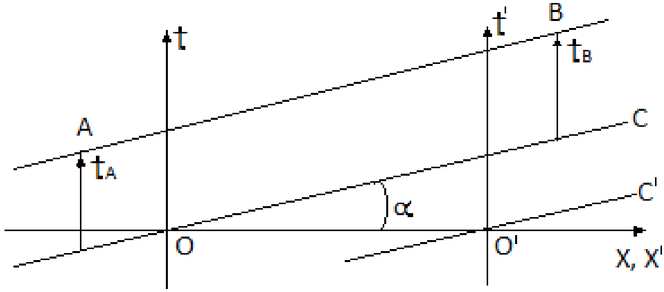

Рис. 3

Здесь в координатах $XO\,t$ изображена зависимость от координаты слагаемого переноса $\frac{x}{v_e}$. Это прямая OC, наклонённая к оси OX под некоторым углом α для которого $\tan\alpha = \frac{1}{v_e}$. Назовем прямую OC прямой синхронизации. Прямая AB параллельная прямой синхронизации замечательна тем, что события расположенные на ней одновременны, так как для точек этой прямой истинное время одинаково (например, $t_A = t_B$). Пусть теперь часы двигаются вместе с подвижной системой $X'O't'$ вдоль оси OX. При этом прямая синхронизации (теперь уже $O'C'$) будет сдвигаться параллельно прямой OC, а значит и параллельно прямой AB, а потому $t_A' = t_B'$. Из этого следует, что ***если в одной системе координат события А и В одновременны, то они будут одновременны и в другой системе координат.***

Ввиду важности понятия одновременности остановимся на этом подробнее. Рассмотрим высказывание: пусть в момент времени t координаты точки равны x, y, z. В мире математики это высказывание есть не что иное, как определение неявной функции четырех переменных в виде $F(x, y, z, t) = 0$. Однако в мире физики это высказывание можно трактовать как угодно, если не сделать дополнительного соглашения. Каково должно быть это соглашение? Оно должно быть таково, чтобы высказывания физика и математика относительно реального мира были ***тождественны.*** Это следующее соглашение: отметки на часах о времени события, а также отметки на координатных осях о положении точки должны делаться за время равное нулю (далее кратко, нуль – соглашение). Это соглашение необходимо и полезно, потому что теперь математический аппарат приобретает физический смысл. Это соглашение в неявной форме всегда присутствует в «правильных» формулах физики.

Однако сторонник теории относительности полагает, что отметки на осях координат можно делать за время равное нулю, а отметки на часах о времени события нельзя сделать за время равное нулю. Как он это узнал? Ведь материальная точка может находиться на очень большом удалении не только от часов, но и от осей координат. Эта непоследовательность (а точнее отказ от нуль - соглашения) и привела к «релятивистскому» понятию одновременности, когда два одновременных события в одной системе координат становятся уже неодновременными в другой системе.

Конечно, на практике как при измерении координат, так и при измерении времени, мы всегда используем конечные скорости распространения сигнала. Но наши формулы должны быть устроены так, чтобы они все равно приводили бы к выполнению нуль – соглашения. Если они к этому не приводят, значит - они неверны. Нам приходится об этом говорить, потому что об этом забывают.

Резюмируем сказанное. Наша точка зрения такова. Сторонники теории относительности нарушили нуль - соглашение и это привело к появлению многочисленных «парадоксов». Но это на самом деле не «парадоксы». Это настоящие противоречия, «парадоксами» мы их называем по традиции. Ни одно из этих противоречий не было и не могло быть удовлетворительно разрешено в рамках теории относительности. Многочисленные попытки разрешить эти противоречия – яркие примеры того, как нужно «правильно рассуждать неправильно». Это потому, что нельзя разрешить противоречие, выдвигаемое теорией, с помощью этой же самой теории.

8.7. Скорость материальной точки

Пусть в начальный момент $t_\chi = t = 0$ материальная точка двигается из начала координат вдоль оси ОХ со скоростью v. Вместе с ней с этой же скоростью двигаются и часы (v_e и v одного направления). Когда точка и часы будут находиться в точке с координатой x, часы покажут время t_χ. Это время состоит из двух слагаемых: 1-ое - истинное время движения точки $t = \frac{x}{v}$; 2-ое слагаемое – слагаемое переноса часов $\frac{x}{v_e}$. Таким образом:

$$t_\chi = \frac{x}{v} + \frac{x}{v_e} \qquad (6)$$

Решая это уравнение относительно v, находим:

$$v = \frac{x}{t_\chi - \frac{x}{v_e}} \qquad (7)$$

Эта формула отличается от обычной (классической) формулы наличием в знаменателе члена $\frac{x}{v_e}$ и он появляется потому, что мы учитываем материальность часов. Для идеальных (нематериальных) часов этот член равен нулю. Заметим также, что соглашение о направлении скоростей v_e и v делает слагаемое $\frac{x}{v_e}$ всегда положительным. Запишем (7) с применением производных

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{\frac{dx}{dt_\chi}}{1 - \frac{1}{v_e}\frac{dx}{dt_\chi}} \qquad (8)$$

Или $$v = \frac{v_\chi}{1 - \frac{v_\chi}{v_e}} \qquad (9)$$

Таким образом, начиная с формул (8) и (9) нам следует отличать величины: $\frac{dx}{dt} = v$ - истинная (или исправленная) скорость точки, а $\frac{dx}{dt_\chi} = v_\chi$ - скорость этой же точки определяемая по показаниям часов традиционным методом, без учета материальности часов. Из (9) видно также, что всегда $|v| \geq |v_\chi|$

8.8.Сложение скоростей

Пусть относительно системы O_1X_1 со скоростью v_1 движется другая система O_2X_2, а относительно системы O_2X_2 со скоростью v_2 движется точка и вместе с ней с той же скоростью двигаются и часы. Какова скорость v точки относительно системы координат O_1X_1? В начальный момент времени $t_\chi = t = 0$ положим координаты точки, часов и второй системы координат O_2X_2 равными нулю, относительно первой системы O_1X_1 .

Время отсчитанное часами по достижению точкой координаты x (в первой системе координат), равно $t_\chi = t + \frac{x}{v_e}$, а истинное время движения равно $t = t_\chi - \frac{x}{v_e}$. Путь пройденный за это время системой O_2X_2 относительно системы O_1X_1 равен $x_1 = v_1(t_\chi - \frac{x}{v_e})$. Путь пройденный за это время точкой относительно системы O_2X_2 равен $x_2 = v_2(t_\chi - \frac{x}{v_e})$. Путь пройденный за это время точкой относительно системы O_1X_1 равен $x = v(t_\chi - \frac{x}{v_e})$. Этот путь равен сумме путей x_1 и x_2 , то есть: $x = x_1 + x_2$. Из последних четырех равенств получаем:

$$v = v_1 + v_2 \qquad (10)$$

Итак, ***для истинных времени и скоростей правило сложения скоростей классической механики остается в силе и никаких ограничений на величины скоростей при этом не накладывается.***

8.9.Первый постулат

Как уже говорилось выше, для современной системы часов $v_e = c$. Заменим в (9) v_e на c и получим: $v = \frac{v_\chi}{1-\frac{v_\chi}{c}}$

отсюда выразив v_χ через v и c получим:

$$v_\chi = \frac{c}{1+\frac{c}{v}} \qquad (11).$$

Найдем предел последнего выражения при $v \to \infty$, имеем:

$$\lim_{v\to\infty}(\,v_\chi) = \lim_{v\to\infty}(\,\frac{c}{1+\frac{c}{v}}\,) = c \qquad (12)$$

Выражение (12) есть не что иное, как математическая запись 1-го постулата, именно: если скорость точки измерять по показаниям часов t_χ, то измеренная таким способом скорость v_χ, никогда не превысит скорости света. При этом истинная скорость точки v может превышать скорость света на сколько угодно. Итак, ***1-ый постулат появился только потому, что измеряя время реальными часами, мы полагаем их идеальными.*** При учете материальности часов и введении формул перехода от показаний часов к истинному времени, ***1-ый постулат теряет силу и должен быть отменен.***

8.10.Преобразования координат

При справедливости формулы сложения скоростей (10) нетрудно сделать вывод, что уравнения классической механики, в том числе законы сохранения импульса и энергии остаются в классической форме и во всех формулах должно фигурировать истинное время t. То же самое касается и производных по времени, например: $\frac{dw}{dt}$, но не $\frac{dw}{dt_\chi}$ и т. д.

Преобразования координат есть преобразования Галилея, с добавлением формулы перехода от показаний часов к истинному времени:

$x' = x - vt$, но не t_χ и не v_χ

$$y' = y,\ z' = z,\ t' = t,\ t = t_\chi - \frac{x}{c} \quad . \qquad (13)$$

8.11.Измерение массы ядер

В качестве примера того, как путаница между скоростями v_χ и v приводит к «странным» результатам, рассмотрим измерение масс ядер в масс-спектрометрах с применением магнитного поля. Измерение основано на приравнивании центростремительной силы силе Лоренца для частицы движущейся в магнитном поле. Это уравнение таково:

$$\frac{mv^2}{r} = qBv \qquad (14)$$

Здесь m - масса частицы, q - ее заряд, r - радиус траектории, B - магнитное поле, v - скорость частицы. Во времена Лоренца различие между v_χ и v не делалось, поэтому фактически уравнение (14) выглядит так:

$$\frac{mv_\chi^2}{r} = qBv_\chi \qquad (15)$$

Но теперь, когда мы знаем, что в центростремительную силу следует подставлять не v_χ а v, равное $v = \frac{v_\chi}{1-\frac{v_\chi}{c}}$, то исправленное уравнение для измерения массы будет уже другим

$$\frac{m'}{r}\left(\frac{v_\chi}{1-\frac{v_\chi}{c}}\right)^2 = qBv_\chi \qquad (16)$$

Где m ' – масса, измеренная с использованием уравнения (16). Поделив (15) на (16) найдем отношение масс

$$\frac{m}{m'} = \frac{1}{\left(1-\frac{v_\chi}{c}\right)^2} \qquad (17)$$

Поскольку с уменьшением массы частицы ее скорость v_χ в приборе возрастает, то из (17) следует, что завышение массы, измеренное при помощи уравнения (15) возрастает по отношению к массе, измеренной при помощи уравнения (16) с уменьшением массы исследуемой частицы. Что нам следует ожидать, если при измерении масс ядер мы будем использовать уравнение (16), а не (15)? Нам следует ожидать, что, так называемый, «дефицит масс» станет равен нулю, а закон сохранения массы будет иметь силу и для микрочастиц.

8.12. Второй постулат

Отмена 1-го постулата и переход к преобразованиям Галилея означает также и отмену 2-го постулата, потому что теперь скорость света ничем не отличается от остальных скоростей и подчиняется правилам классической механики, в частности правилу сложения скоростей (10). На этом можно было бы закрыть тему 2-го постулата, если бы не одно обстоятельство. Дело в том, что опровергнуть 2-й постулат можно и без того, чего изложено в данной работе (см. также раздел 3). Коснемся этого вопроса по возможности кратко.

1. Второй постулат противоречит явлению Доплера. Пусть в точках A и B пространства расположены соответственно источник света и наблюдатель (или приемник). Рассмотрим движение волнового, светового цуга в пустоте от точки A к точке B [2] с. 33. Его общая длина равна $N\lambda$, где N – число периодов, а λ – длина волны. Согласно опытным фактам, этот волновой цуг всегда двигается по отношению к источнику со скоростью c. Если частота источника есть ν , то длина волны, скорость и частота связаны известным соотношением: $c = \lambda\,\nu$. Заметим далее, что в пустоте фазовая и групповая скорости волнового цуга совпадают и равны c [2] с. 538. Это означает, что волновой цуг, сколько бы он ни

двигался, не меняет своей формы и длины волны λ. Это означает также, что длина волны зависит только от частоты источника ν и скорости света c (то есть $\lambda = \frac{c}{\nu}$) и ***не зависит ни от чего другого, в том числе и от наблюдателя.***

Пусть сначала источник света и наблюдатель - неподвижны. В этом случае наблюдатель измерит скорость, длину волны и частоту какие были заданы источником, то есть c, λ, ν. При этом волновой цуг двигается по отношению к наблюдателю со скоростью c.

Пусть теперь источник света и наблюдатель двигаются вдоль прямой *AB* относительно друг- друга каким угодно образом и имеет место 2-й постулат. Но для наблюдателя этот случай ничем не отличается от предыдущего, так как и в этом случае, согласно 2-му постулату, скорость волнового цуга по отношению к нему продолжает оставаться равной c, а ν и λ , как мы уже говорили, ***не зависят от наблюдателя.*** Таким образом, наблюдатель измерит те же самые значения c, λ, ν, какие он измерил бы, находясь в покое относительно источника света. Для этого наблюдателя явления Доплера не существовало бы.

Кратко обсудим «релятивистскую» формулу эффекта Доплера $\nu = \nu_0\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$, где $\beta = \frac{v}{c}$.

Если внимательно посмотреть на традиционные выводы этой формулы, то можно заметить, что в цепочке рассуждений и равенств имеют место высказывания, основанные как на классической механике, так и на «релятивистской» и в этой цепочке они чередуются. Поэтому, строго говоря, эту формулу следует называть «гибридной». Она не отражает реального положения дел. Так, например, для случая встречного движения источника и приемника (и положив $\beta > 0$) формула запишется так: $\nu = \nu_0\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$ откуда следует: $\lim_{v\to c}(\nu_0\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}) = \infty$ и $\lim_{v\to c}(h\nu) = \infty$, здесь $h\nu$ - энергия кванта (или волнового цуга). Таким образом, эта (гибридная) формула приводит к нарушению закона сохранения энергии. Настоящей «релятивистской » формулы эффекта Доплера не существует; она запрещена 2-м постулатом.

2.Второй постулат противоречит явлению интерференции и образованию стоячих световых волн. Хорошо известно, что «релятивистская» формула сложения скоростей есть следствие 2-го постулата и выглядит так [1] с. 371:

$$v = \frac{v_1 \pm v_2}{1 \pm \frac{v_1 v_2}{c^2}}.$$

Из этой формулы следует, что относительная скорость двух световых волновых цугов всегда равна c, как при интерференции так и при образовании стоячих световых волн. Если бы это было так, мы никогда не наблюдали бы, ни интерференции, ни стоячих световых волн. Потому, что не нашлось бы ни одного конечного промежутка времени, для которого разность фаз двух волновых цугов была бы постоянной. Природа предпочитает складывать скорости по классическим а не по «релятивистским» правилам, поэтому относительная скорость двух волновых цугов покидающих один и тот же источник (в одном направлении) равна нулю, а не c и это обстоятельство позволяет нам наблюдать явление интерференции.

3.Кратко о многочисленных опытах, которые будто бы подтверждают 2-й постулат. Анализ этих опытов показывает, что в них экспериментатор имеет дело не с движущимся источником света, а с неподвижными источниками света, каковыми являются детали самих приборов. К ним относятся: стеклянные пластинки, призмы, стеклянные объективы, полупрозрачные зеркала, дифракционные решетки. Все эти детали являются источниками собственных волновых фронтов, как правило, с сохранением частоты падающих на них волновых фронтов (это явление иногда называют «переизлучением»). Это не противоречит закону сохранения энергии. Итак, информация о скорости света и длине волны от движущегося источника света теряется в самом приборе. Поэтому такие опыты ***не подтверждают и не опровергают*** 2-й постулат. Уникальным с этой точки зрения является идеальное зеркало. Оно сохраняет при отражении как длину волны, так и модуль скорости падающего на зеркало света. Однако зеркальные интерферометры в таких опытах не применялись. Можно предложить проект зеркального телескопа-интерферометра для астрономов. Но он уже опоздал, потому что и так понятно, что наблюдения таким телескопом опровергнут 2-й постулат.

4.Наконец, добавим, что современная наука продолжает накапливать опытные факты отнюдь не в пользу 2-го постулата, см. [3].

8.13.Выводы

1.Первый и второй постулаты теории относительности есть следствия попыток объяснить результаты физических измерений без учета того факта, что часы, будучи материальным объектом, обладают присущими таким объектам свойствами (слагаемым переноса).

2.Учет этого факта изменяет взгляды на измерение времени и приводит к отмене этих постулатов.

3.Преобразования Лоренца отменяются и заменяются преобразованиями Галилея с добавлением формулы перехода от показаний часов к истинному времени.

4.Все рассуждения, в которых применялись преобразования Лоренца, следует пересмотреть заново.

5.Скорость света переходит в разряд обычных скоростей и подчиняется, как и все остальные скорости, правилам классической механики.

9. Время, часы и трехмерное пространство

Мы принципиально отказываемся рассматривать время, как составляющую четырехмерного пространства-времени. Такое рассмотрение неизбежно приводит к противоречиям с опытными фактами. Мы принципиально признаем время скалярной величиной.

Дадим определение времени, используя в качестве основных величин координаты и скорость материальной точки. Пусть $\mathbf{r}$ – радиус вектор материальной точки; $\mathbf{v}(x, y, z)$ – вектор скорости этой точки, как функция координат; $d\mathbf{r}$ –дифференциал вектора $\mathbf{r}$; v – модуль скорости. Назовем все указанные векторные величины нормированными по скорости, если они поделены на модуль скорости, то есть: $\frac{\mathbf{r}}{v}$, $\frac{d\,\mathbf{r}}{v}$, $\frac{\mathbf{v}}{v}$ из которых последний вектор есть не что иное, как безразмерный единичный вектор направления **v**. Дифференциалом времени dt назовем скалярное произведение:

$$dt = \frac{\mathbf{v}}{v} \cdot \frac{d\mathbf{r}}{v} \qquad (18)$$

Временем физического процесса назовем криволинейный интеграл от (18) взятый по траектории движения (l) материальной точки от точки (траектории) A до B:

$$t_{AB} = (l) \int_{\mathrm{A}}^{\mathrm{B}} \frac{\mathbf{v}}{v} \cdot \frac{d\mathbf{r}}{v} \qquad (19)$$

Здесь и далее под выражением $(l) \int_A^B -$ следует понимать единый символ криволинейного интеграла по кривой (l), а не произведение (l) на интеграл.

При $v = 0$ выражения (18) и (19) становятся неопределенными. Физический смысл этого таков: в системе, где ничего не движется, понятие времени теряет смысл и не является необходимым для полного описания системы.

Как известно из векторной алгебры, скалярное произведение (у нас (18) и (19)) не зависит от замены координат. Поэтому у нас время, дифференциал времени, а также одновременность событий ***являются инвариантами по отношению к преобразованию координат.***

Назовем часами устройство перемножающее скалярно некоторый нормированный эталонный вектор скорости $\frac{\mathbf{v}_e}{v_e}$ на нормированные векторы $\frac{\mathbf{r}}{v_e}$; $\frac{\mathbf{s}_e}{v_e}$; где $\mathbf{r}$ – радиус вектор часов, а $\mathbf{s}_e$ - некоторый эталонный вектор, встроенный в часы и всегда того же направления, что и вектор $\mathbf{v}_e$. Часы суммируют результаты умножения по правилу:

$$t_\chi = N \frac{\mathbf{s}_e}{v_e} \cdot \frac{\mathbf{v}_e}{v_e} + \frac{\mathbf{r}}{v_e} \cdot \frac{\mathbf{v}_e}{v_e} \qquad (20)$$

Здесь N - число периодов часов. Второе слагаемое в (20) есть не что иное, как слагаемое переноса часов. Если часы при измерении времени находятся в покое в начале координат, то тогда:

$$t_\chi = t = N\frac{\mathbf{s}_e}{v_e}\cdot\frac{\mathbf{v}_e}{v_e} \qquad (21)$$

Именно это время и является эталонным временем для сравнения с ним времени физического процесса. Измерить время t_{AB} это значит узнать при каком k имеет место равенство:

$$t_{AB} = k\frac{\mathbf{s}_e}{v_e}\cdot\frac{\mathbf{v}_e}{v_e}$$

Это время равно интегралу (19) то есть:

$$k\frac{\mathbf{s}_\mathrm{e}}{v_\mathrm{e}}\cdot\frac{\mathbf{v}_\mathrm{e}}{v_\mathrm{e}} = t_\mathrm{AB} = (l)\int_\mathrm{A}^\mathrm{B}\frac{\mathbf{v}}{v}\cdot\frac{\mathrm{d}\mathbf{r}}{v} \qquad (22)$$

Если часы двигаются по кривой (l) от точки A до точки B независимо от других скоростей, то слагаемое переноса часов ($t_\text{п}$) будет равно интегралу:

$$t_\text{п} = (l)\int_A^B\frac{\mathbf{v}_e}{v_e}\cdot\frac{d\mathbf{r}}{v_e}.$$

При этом скорость $\mathbf{v}_e$ направляется по касательной к траектории движения часов в заранее выбранном положительном направлении. Другими словами слагаемое переноса равно времени, которое затратит материальная точка, двигаясь по данной кривой вместо часов со скоростью равной $\mathbf{v}_e$. В другом случае при измерении времени часы могут двигаться вместе с материальной точкой, время движения которой они измеряют. Тогда на часах кроме времени (22) появится еще слагаемое переноса часов, которое будет равно интегралу:

$$t_{\text{п}} = (l)\int_{\text{A}}^{\text{B}} \frac{\mathbf{v}}{v} \cdot \frac{d\mathbf{r}}{v_e}$$

Здесь под знаком интеграла вместо множителя $\frac{\mathbf{v}_e}{v_e}$ специально поставлен единичный вектор $\frac{\mathbf{v}}{v}$, который подчеркивает, что согласно прежней договоренности, при таком движении мы направляем вектор $\mathbf{v}_e$ по направлению вектора **v**. Итак, показания часов будут равны сумме:

$$t_{\chi} = (l)\int_{A}^{B} \frac{\mathbf{v}}{v} \cdot \frac{d\mathbf{r}}{v} + (l)\int_{\text{A}}^{\text{B}} \frac{\mathbf{v}}{v} \cdot \frac{d\mathbf{r}}{v_e} \qquad (23)$$

Здесь первое слагаемое – истинное время t, второе слагаемое – слагаемое переноса часов.

С точки зрения математика, введенное нами определение времени, допускает процессы, длительность которых равна нулю. Это такие процессы, в которых векторы $d\mathbf{r}$ и **v** перпендикулярны. Гипотеза о том, что и в природе существуют такие процессы, заслуживает отдельного изучения. Если эта гипотеза действительно имеет место, то нас уже не будет обескураживать тот факт, что сферический световой волновой фронт стягивается в материальную точку (квант) за время равное нулю. При таком преобразовании вектор скорости волнового фронта **v** перпендикулярен вектору $d\mathbf{r}$.

10. Анализ реальных периодических процессов и некоторые его следствия

10.1.Введение

В разделе 8. мы исследовали только один аспект «материальности» часов – появление слагаемого переноса часов. Но есть еще один аспект «материальности», который следует изучить дополнительно, это – возможное отличие реальных периодических процессов, от идеальных (математических), каковыми мы привыкли пользоваться при описании реальных процессов. Мы собираемся выяснить эти отличия на примере анализа работы часов, как периодически действующего устройства. А затем, используя аналогию, распространить полученные выводы на любые периодические процессы.

Поскольку сначала речь пойдет о часах, то мы ограничимся анализом работы только световых часов. Это оправдывается тем фактом, что любые часы можно в принципе заменить эквивалентными световыми часами и все, что верно для них, верно и для остальных часов.

Далее по-прежнему, t_χ - время измеренное часами, t – истинное время. Кроме того, во всех дальнейших рассуждениях скорость света (c) считается постоянной, а источники света и измерительные приборы считаются неподвижными относительно друг друга.

Мы начнем анализ реальных периодических процессов с самого простого предположения, подтверждаемого обыденным опытом. Введем гипотезу:

Регистрация (отметка) о том, что некоторое простое (элементарное) событие произошло, не может быть сделана за время равное нулю, для этого природа отводит некоторое минимально возможное время, отличное от нуля. Заметим, что эта гипотеза не противоречит нуль – соглашению (см. 8.6.). Физик в своих формулах должен учитывать время отводимое природой на регистрацию события. Сам же физик по договоренности с математиком продолжает делать свои отметки за время равное нулю.

В науке часто бывает так, что наличие или отсутствие этой гипотезы пренебрежимо мало влияет на результаты измерений. В этом случае о гипотезе не вспоминают. Но когда речь идет об измерении времени ее нужно помнить, так как время регистрации событий обладает свойством накапливаться в общем измеренном времени.

10.2.Идеальные световые часы

Кратко изложим принцип работы световых часов (который можно назвать традиционным). Генератор коротких световых импульсов посылает их в направлении отражающего зеркала, которое расположено от генератора на расстоянии $\frac{1}{2}s$. Первый импульс, отразившись от зеркала, возвращается к генератору и попадает в детектор, расположенный рядом с генератором. Время движения импульса на пути «туда и обратно» равно $t = \frac{s}{c}$. В свою очередь сигнал из детектора от вернувшегося первого светового импульса, подается на генератор и на счетчик. В результате генератор запускается и посылает на зеркало второй световой импульс, что означает начало второго периода, а на счетчике появляется единица, что означает окончание первого периода. И так далее. Между вернувшимся импульсом и вновь отправляемым импульсом имеется задержка во времени, обусловленная электроникой часов, назовем ее $\tau_{эл}$. Эта задержка должна быть включена в длительность периода часов. Итак, период часов (далее T_χ) равен $T_\chi = \frac{S}{C} + \tau_{эл}$. Время $\tau_{эл}$ должно быть по возможности минимальным, но не менее важно, чтобы оно было постоянным. На рис. 4 изображен график хода таких часов.

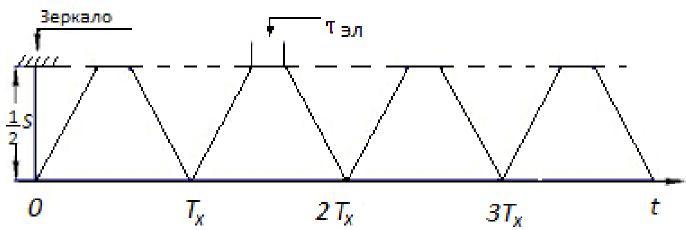

Рис.4

. Здесь по горизонтали отложено время, а по вертикали отложено расстояние $\frac{1}{2}S$ от генератора до зеркала. Чтобы не загромождать рисунок (на оси времени позже мы предполагаем изобразить более важные для нас отрезки времени), время задержки $\tau_{эл}$ мы расположили на зеркале. Это не меняет сути дела.

10.3. Реальные световые часы

В предыдущем пункте мы не случайно назвали часы идеальными, так как введенная нами гипотеза (см. Введение) не принималась во внимание. Пусть теперь гипотеза имеет место и для регистрации (отметки) одного элементарного события требуется время τ. Чтобы максимально упростить первоначальные рассуждения, мы конкретизируем эту гипотезу дополнительным условием. Мы допустим, что τ не только отлично от нуля, но также оно постоянно для каждых конкретных часов.

Элементарное событие это такое событие, которое не содержит никаких других подсобытий, кроме самого себя и невозможного. Начнем с 1-го периода. После того как 1-й период закончится, часы должны остановиться на время регистрации события: «первый период закончился». Но разве часы не могут работать дальше, не дожидаясь окончания регистрации? Не могут! Для уяснения этого рассмотрим аналогичные измерения длины. Мы откладываем на прямой один за другим отрезки при помощи циркуля, который в нашем случае является измерительным инструментом и эталоном длины. Циркуль не может быть переставлен для откладывания следующего отрезка прежде, чем он не сделает отметку (засечку) на прямой. Но события: «засечка сделана», «данный отрезок отложен», «регистрация закончена» это – эквивалентные события. Точно также все происходит и в часах. Второй период не может начаться, потому что неизвестно откуда он должен начинаться, пока отметки об окончании первого периода еще нет.

Событие – «1-й период закончился» - элементарное событие и на его регистрацию будет затрачено время τ. И тогда исправленный 1-й период будет равен не T_{χ}, а будет равен $T_1 = T_{\chi} + \tau$.

После окончания 2-го периода предстоит регистрация этого события. Но это событие уже не является элементарным. Событие – «2-й период закончился» представляет собой совокупность двух элементарных событий: «1-й период закончился», «2-й период закончился, при условии, что закончился 1-й период». Поэтому для регистрации этой пары понадобится удвоенное время τ. Исправленный 2-й период будет равен $T_2 = T_\chi + 2\tau$. Теперь мы понимаем, что регистрация события – «3-й период закончился» сводится к регистрации трех элементарных событий:

1-ое – 1-й период закончился
2-ое – 2-й период закончился, при условии, что закончился 1-й период
3-е – 3-й период закончился, при условии, что закончились 2-й и 1-й периоды.

Исправленный третий период равен $T_3 = T_\chi + 3\tau$. И так далее. Исправленный n-й период равен:

$$T_n = T_\chi + n\tau \ .$$

Времена регистрации образуют арифметическую прогрессию: $\tau, 2\tau, 3\tau, \dots, n\tau, \dots$.

На рис.5 показан график работы реальных световых часов. На практике в каждом периоде время регистрации добавляется к электронной задержке.

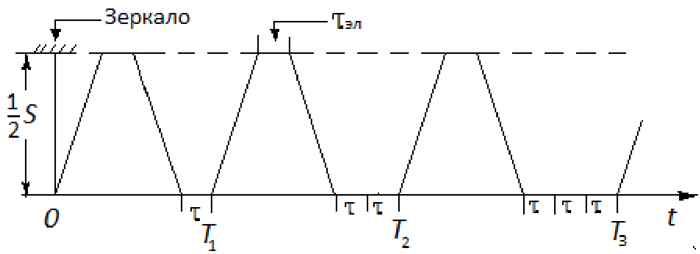

Рис. 5

10.4.Обобщение результатов анализа работы реальных часов на другие реальные периодические процессы

Обсудим теперь сходства и различия между идеальными и реальными периодическими процессами. Сходство заключается в том, что как в идеальном, так и в реальном процессе каждый период пронумерован. В идеальном процессе: $T_1 = T_\chi,\ T_2 = T_\chi,\ \dots,\ T_n = T_\chi, \dots$
В реальном процессе: $T_1 = T_\chi + \tau,\ T_2 = T_\chi + 2\tau,\ \dots, T_n = T_\chi + n\tau, \dots$.

В идеальном процессе для этого ставится числовой или буквенный индекс (и это делает математик). В реальном процессе каждый следующий период отличается от предыдущего добавлением времени τ (и это делает природа). Таким образом, отличие заключается в ***способе нумерации.***

Почему мы особое внимание уделяем нумерации? Обсудим это подробнее. Когда мы видим, что математик нумерует периоды некоторого процесса, а другой человек, например, нумерует деления линейки, то мы задаем вопрос: почему они это делают? Все ответы длинные или короткие сведутся к одному ответу: они это делают потому, что следуют принципам относительности. Человек понимает, что бессмысленно рассуждать о каком- либо периоде часов или делении линейки, пока не будет установлено их расположение по отношению к другим объектам из той же последовательности. Для установки расположения объектов относительно друг друга применяется высказывание: данный период (или деление) находится справа относительно предыдущего и слева относительно последующего периода (или деления). Цепочка таких высказываний полностью определяет положение одного объекта по отношению к другим. На практике цепочка таких высказываний заменяется нумерацией, что сокращает время на промежуточные рассуждения, но следует помнить, что в нумерации заложены принципы относительности.

Итак, человек нумерующий периоды следует принципам относительности, но мы твердо знаем, что и законы природы также следуют принципам относительности. Поэтому природа также будет нумеровать периоды, но делать это она будет доступными для нее средствами (это средство – время τ). В случае с периодами часов (или любыми другими временными периодами) к каждому последующему периоду добавляется время τ. В этом явлении нет ничего удивительного, оно лишь подтверждает факт следования законов природы принципам относительности.

Обобщая сказанное можно сделать вывод: ***в реальных периодических процессах (во времени) каждый последующий период больше предыдущего на некоторое время τ, необходимое в данной системе для регистрации одного элементарного события.***

Время τ по нашим обычным мерам времени очень мало, иначе мы бы давно знали о его существовании. В обычной измерительной практике величина $n\tau$ ничтожно мала по сравнению с T_{χ}, но в астрономии, как мы увидим ниже, это не так.

Не трудно видеть, что реальные периодические процессы в пространстве также будут подчиняться принципам относительности. В этих процессах длина каждого последующего периода будет больше предыдущего на некоторую величину σ, которую по аналогии можно назвать ***длиной регистрации одного элементарного события***. Для эталонной скорости равной c мы будем иметь связь: $\sigma = c\tau$.

10.5.Переход от показаний реальных часов к истинному времени

Выведем теперь формулы перехода от t_χ к t, имея ввиду, что они годятся и для любого другого периодического процесса во времени.

Найдем суммарное исправленное время за n периодов (где будет использована формула суммы членов арифметической прогрессии). Имеем: $t = nT_\chi + \frac{n+1}{2} n\tau$.

Мы имеем дело с очень большим n, поэтому заменим $n + 1 \approx n$ и получим:

$$t = nT_\chi + \frac{1}{2} n^2 \tau$$

Здесь $nT_\chi = t_\chi$ время отсчитанное часами и, кроме того, заменив во втором слагаемом $n^2 = \frac{t_\chi^2}{T_\chi^2}$, получим формулу перехода от показаний часов t_χ к истинному времени t:

$$t = t_\chi + \frac{1}{2} \frac{\tau}{T_\chi^2} t_\chi^2 \qquad (24)$$

Здесь постоянную $\frac{\tau}{T_\chi^2}$ разумно обозначить одной буквой, например $\alpha = \frac{\tau}{T_\chi^2}$ и тогда:

$$t = t_\chi + \frac{1}{2}\alpha t_\chi^2 = t_\chi(1 + \frac{1}{2}\alpha t_\chi) \qquad (25)$$

Нам также понадобится формула пересчета небольших интервалов времени от Δt_χ к Δt. Продифференцируем по t_χ выражение (25) и, заменив дифференциалы малыми приращениями, получим:

$$\Delta t = (1 + \alpha t_\chi)\Delta t_\chi \qquad (26)$$

Формула (26) справедлива и для пересчета периодов:

$$T = (1 + \alpha t_\chi)T_\chi \qquad (27)$$

Здесь T_χ - период часов сразу после их включения, а T – период тех же часов, после того, как они отработают время t_χ. Следует помнить, что в формулах (24-27) время t_χ принципиально больше нуля и пересчет ведется из прошлого в будущее, а не наоборот. Факт постепенного увеличения длительности периода реальных часов будем далее для краткости называть «замедлением времени».

10.6.Часы с бесконечно большим периодом

Из опыта мы знаем, что τ – ограничено и очень мало. Пусть теперь время измеренное часами как угодно велико, но постоянно $t_\chi = const$. Тогда из формулы (24) мы получим:

$$\lim_{T_\chi \to \infty} t = \lim_{T_\chi \to \infty} t_\chi \left(1 + \frac{1}{2}\frac{\tau}{T_\chi^2} t_\chi\right) = t_\chi$$

Откуда следует, что для часов с бесконечно большим периодом $t = t_\chi$ и, таким образом, эти часы не подвержены явлению «замедления времени». Такие часы эквивалентны часам, в которых время измеряется с применением формулы

$t = \frac{s}{v}$, где s- путь, пройденный материальной точкой, а v - ее скорость (эталонная и постоянная). Именно это время является математическим временем, применяемым во всех теоретических рассуждениях, именно это время в первую очередь интересует физика, именно это время мы называем истинным.

Техническим воплощением таких часов является хронограф, где отметки о времени события делаются на равномерно движущейся бумажной ленте. Но такие часы не могут работать длительное время (длина ленты ограничена). И тогда мы прибегаем к многократному суммированию периодов времени. Но как только мы это сделаем, вступают в силу формулы (24-27).

10.7. Физическая система координат

Далее, как и в восьмом разделе, мы будем рассматривать только одномерную систему координат с осями *OX* и *Ot*. Создание системы координат всегда связано с периодическими процессами – откладыванием единиц измерения вдоль осей (далее кратко – разбиением осей). В математической системе координат единицы длины и времени строго одинаковы и такое разбиение можно назвать равномерным. Как мы видели выше физическая (реальная) система координат разбивается неравномерно. При этом у физика нет возможности распознать неравномерность, если число разбиений (периодов) не очень велико (примерно около десяти миллионов). Этого не позволяет точность измерений. И тогда физик отождествляет физическую систему с математической. Но если физик сравнит, например, первый и миллиардный периоды, то он, конечно, заметит эту неравномерность.

Мы будем полагать, что разбиение оси *OX* происходит аналогично разбиению оси времени как в формуле (26):

$$\Delta x = (1 + \alpha t_\chi)\Delta x_\chi$$

Теперь индекс χ приобретает новый смысл, он показывает, что величины с этим индексом есть экспериментальные значения величины полученные в физической системе координат. Из двух равенств:

$$dt = \left(1 + \alpha t_\chi\right)dt_\chi \text{ и } dx = \left(1 + \alpha t_\chi\right)dx_\chi$$

будет следовать: $\frac{dx}{dt} = \frac{dx_\chi}{dt_\chi}$. Это значит, что скорость будет являться инвариантом при переходе из физической системы координат в математическую и обратно. Это также означает, что физической системе координат (как и в математической) будут выполняться законы сохранения импульса и энергии. Но закон сохранения момента импульса в физической системе координат (в отличие от математической) выполняться не будет. Это связано с тем, что время (или координата *x*) не являются инвариантами при переходе из физической системы координат в математическую. В физической системе момент импульса объекта будет зависеть от времени его жизни:

$$J = J_0(1 + \alpha t_\chi)$$

где J_0 - начальный момент импульса, а t_χ - время жизни объекта, измеренное реальными часами.

10.8.Опыты с парой одинаковых реальных часов

Первый опыт. Будем сравнивать периоды двух одинаковых часов, расположенных рядом, но включаемых в разное время. Пусть 1-ые часы отработали время равное t_χ и после этого включены 2-ые часы. Сравнение периодов часов сразу после включения 2-х часов покажет, что между периодами часов выполняется соотношение (27) , причем T_χ – период вторых часов, а Т – период первых часов. Итак, ***часы, включенные раньше, всегда идут медленнее, чем часы включенные позже.*** Этот эффект внешне напоминает эффект Доплера.

Второй опыт. Расположим часы на очень большом расстоянии x_χ друг от друга и также будем сравнивать периоды этих часов. Теперь 1-е часы придется снабдить генератором коротких световых импульсов, которые испускаются в момент окончания любого периода первых часов в направлении 2-х часов. Вторые часы придется снабдить счетчиком этих световых импульсов. Не трудно видеть, что картина первого опыта повторится. Все будет выглядеть так, как будто первые часы находятся рядом со вторыми, но они уже отработали время равное $t_\chi = \frac{x_\chi}{c}$, тогда как вторые часы были только что включёны.

Периоды часов будут подчиняться соотношению:

$$T = (1 + \alpha t_\chi) T_\chi = \left(1 + \alpha \frac{x_\chi}{c}\right) T_\chi \qquad (28)$$

Где Т- период 1-х часов, а T_χ - период 2-х часов.

Между первым и вторым опытом есть принципиальная разница. В первом опыте мы намеренно включаем одни часы позже других. Во втором опыте разницу во времени работы часов вносит конечная скорость (c) распространения сигнала. Если бы скорость связи между часами была бесконечно большой, то одновременно включенные часы в этом опыте всегда бы имели одинаковые периоды.

10.9.Связь между α и постоянной Хаббла

Астрономические наблюдения дают возможность оценить порядок величины $\alpha = \frac{\tau}{T_\chi^2}$.

Наблюдения показывают, что частота ν некоторого источника света (частота некоторой спектральной линии излучающего атома) начинает становиться все меньше по мере того, как источник света располагается все дальше от наблюдателя. Это явление получило название красного смещения [1] с.348. Приписав это явление «расширению Вселенной», можно получить закон Хаббла:

$$V = HS \qquad (29)$$

здесь V - кажущаяся скорость удаления светила от наблюдателя, S – расстояние от светила до наблюдателя, $H = 2{,}17 \cdot 10^{-18}\text{с}^{-1}$ (по данным 2016г.) – постоянная Хаббла.

Отбросим гипотезу «расширения Вселенной» и будем рассматривать частоту ν спектральной линии, как величину обратную периоду часов $T = \frac{1}{\nu}$ и этот период, как мы знаем, становится все больше по мере удаления часов (у нас здесь источника света) от наблюдателя. Соответственно частота ν источника света (или часов) становится все меньше, чем и объясняется красное смещение.

Итак, пусть период часов на Земле равен T_1 тогда период таких же часов на светиле T_2 согласно формуле (28) выразится так:

$$T_2 = \left(1 + \alpha \frac{x_\chi}{c}\right) T_1 \qquad (30)$$

где x_χ – расстояние от светила до Земли. Переписав формулу (30) для частот ν_1 и ν_2 получим:

$$\nu_1 = (1 + \alpha \frac{x_\chi}{c})\nu_2 \qquad (31)$$

Подставим теперь в закон Хаббла (29) вместо S, равное ему x_χ, а вместо V ту кажущуюся скорость удаления светила, которая вычисляется из формулы эффекта Доплера:

$$V = \frac{\nu_1 - \nu_2}{\nu_2} c \ .$$

Мы берем классическую формулу эффекта Доплера, основания – см. раздел 8.12. Получаем:

$$\frac{\nu_1 - \nu_2}{\nu_2} c = H x_\chi \qquad (32)$$

Объединяя (31) и (32) получаем:

$$\alpha = H \qquad (33)$$

Итак, мы установили, что α совпадает с постоянной Хаббла и имеет порядок $10^{-18} c^{-1}$. Из (33) видно также, что относительная величина $\tau_{\text{от}} = \frac{\tau}{T_\chi} = H T_\chi$ есть безразмерная величина. При $T_\chi = 1$ с она численно равна постоянной Хаббла. Она показывает: какая доля периода прибавляется к нему в результате регистрации одного элементарного события.

Теперь формулы (25) и (27) можно переписать с применением равенства (33):

$$t = t_\chi \left(1 + \frac{1}{2} H t_\chi\right) \qquad (34)$$

$$T = \left(1 + H t_\chi\right) T_\chi \qquad (35)$$

10.10.Красное смещение и закон сохранения энергии

Если совместить изложенное в предыдущем пункте объяснение красного смещения с формулой для энергии кванта $E = h\nu$, то может показаться, что здесь нарушается закон сохранения энергии. Но это не так. В самом деле: квант действия h равен произведению кванта энергии (который не зависит от времени) на время его действия, равное одной секунде. Но секунда на светиле больше секунды на Земле во столько раз, во сколько раз частота кванта на Земле больше частоты кванта, пришедшего от светила. Поэтому для этих квантов выполняется соотношение $h_1\nu_1 = h_2\nu_2$. Обобщая последнее равенство можно заключить, что «постоянная Планка» в общем случае не является постоянной. Ее можно записать так: $h = h_0(1 + Ht_\chi)$; здесь h_0 - начальное значение, обычно проводимое в таблицах и называемое постоянной Планка; t_χ - время движения кванта от источника к приемнику, измеренное реальными часами; H-постоянная Хаббла. Для систем, размеры которых не больше размеров Солнечной системы, равенство $h = h_0$ выполняется с высокой степенью точности. Но в системах больших размеров (космических) энергию кванта следует вычислять по формуле: $E = h_0(1 + Ht_\chi)\nu$. (см. также 10.7.)

10.11. Поправки к гипотезе о времени τ

После того как мы выяснили связь $\alpha = H$, а H мы считаем постоянной величиной, то предположение о постоянстве τ следует изменить на предположение о постоянстве относительной величины $\tau_{\text{от}} = \frac{\tau_n}{T_n}$, где n - номер периода. Обозначим безразмерную постоянную величину:

$H \cdot 1$ с $= q$. В этом случае q есть доля периода (во времени, а также и в пространстве), прибавляемого к нему при регистрации одного элементарного события. Периоды будут представлять геометрическую прогрессию:

$$T_n = T_0(1+q)^n, \text{ где } n = 0, 1, 2, 3, \ldots \tag{36}$$

Аналогичной формулой будут связаны пространственные периоды по оси OX:

$$s_n = s_0(1+q)^n \tag{37}$$

В этих формулах при $n = 0$, s_0 и T_0 отождествляются с единицами измерения по осям OX и Ot в математической системе координат, тогда как в физической системе координат они будут являться начальными единицами измерения.

Мы можем разложить в ряд (36) и (37) по степеням q. Если в этих рядах оставить первые два члена разложения, то, как легко видеть, это приближение совпадает с формулами, выведенными ранее при $\tau = const$. Это приближение можно назвать первым. Если оставить в разложении три члена, то такое представление можно назвать вторым приближением и так далее. Не вдаваясь в детали, оценим лишь разность между первым и вторым приближениями. Относительная разность между первым и вторым приближением (для периодов часов) будет близка к одной тысячной, если расстояние до наблюдаемых светил не превышает $6 \cdot 10^{24}$ м (примерно одна двадцатая радиуса наблюдаемой части Вселенной). Таким образом, при расстояниях, не больше указанного, формулы (24 – 35) первого приближения достаточно точны.

Итак, схема разбиения физической оси, например оси OX, такова. От начала координат откладывается единица длины s_0 и она разбита (квантована) на N_q частей (квантов) каждая из которых есть длина одного элементарного события. Событие «первый период отложен» будет включать в себя не N_q частей, а $N_q + 1$ части, последняя из которых принадлежит событию «регистрация». При откладывании второго периода за единицу принимается предыдущий первый период, который также будет квантоваться на N_q частей и так далее. Событие «первый период отложен» обязательно входит в событие «второй период отложен» как подсобытие и в это подсобытие уже включено событие «регистрация». Поэтому при откладывании второго периода мы не можем принять за единицу начальный (нулевой) период, так как это бы означало, что событие «регистрация»

исчезло в «никуда». Вот почему мы должны принимать за единицу предыдущий отложенный период, а не начальный. Нетрудно видеть, что эти рассуждения аналогичны изложенным ранее в 10.3. и приводят в первом приближении к тем же результатам.

Чтобы наше исследование приобрело хотя бы частично законченный характер, нам надо понять каким образом происходит разбиение отрезка s на N_q частей. Для этого используем аналогии квантовой механики. Будем делить окружность на все возрастающее число равных частей. В математическом пространстве это число бесконечно, но в природе оно все-таки конечное число. Этим конечным числом определяется минимально возможный, отличный от нуля угол назовем его q_α (квант угла). Пусть теперь начало отрезка s совпадает с началом координат (точка O оси OX) рис. 6. Отрезок вращается вокруг точки O, а его другой конец описывает окружность радиуса s, пока не совпадет осью OX.

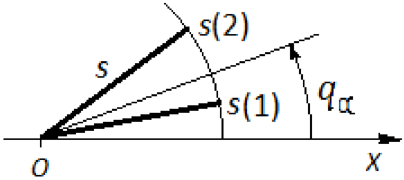

Рис. 6

Построим также относительно оси OX квант угла q_α. Если отрезок s находится внутри угла q_α, то мы фиксируем его состояние как «отрезок совпадает с осью OX», (состояние – 1, обозначено $s(1)$), потому что угол меньший q_α мы не можем отличить от нуля. Если отрезок s находится вне угла q_α, то мы фиксируем его состояние как «отрезок не совпадает с осью OX» (состояние – 2, обозначено $s(2)$), потому что угол больший q_α мы можем отличить от нуля. Но переход отрезка из состояния - 1 в состояние – 2, а также обратный, есть элементарное событие и оно произойдет, когда отрезок составит с осью OX угол q_α. Итак, длина дуги равная sq_α содержит в себе одно элементарное событие. В таком случае отрезок s будет содержать в себе $\frac{1}{q_\alpha} = N_q$ частей и столько же элементарных событий. Мы видим теперь, что ***квантование отрезка и существование постоянной Хаббла H есть следствия существования в природе кванта угла $\boldsymbol{q_\alpha}$*** **.** Мы видим также, что ранее введенная величина q и есть как раз q_α. Астрономические наблюдения дают на сегодня:

$$q_\alpha \approx 2{,}2 \cdot 10^{-18} \text{ рад.}$$

Заметим также, что в математическом пространстве квант угла и постоянная Хаббла равнялись бы нулю.

10.12. Выводы

1. Реальные периодические процессы отличаются от идеальных не только конечностью во времени, но и тем, что в этих процессах периоды не равны друг другу. Каждый следующий период во времени больше предыдущего на некоторое время τ – время регистрации элементарного события. Каждый следующий период в пространстве больше предыдущего на некоторую длину σ – длину регистрации элементарного события.

2. Такое поведение реальных периодических процессов объясняется тем фактом, что законы природы подчиняются принципам относительности.

3. Следствием этого является эффект: часы, включенные раньше, всегда идут медленнее, чем часы, включенные позже.

4. Следствием этого является также известный в астрономии эффект красного смещения.

5. Постоянная Хаббла является не мерой «расширения Вселенной», а мерой замедления реальных периодических процессов.

6. Существование отличных от нуля величин τ, σ, H может быть объяснено существованием в природе минимально возможного, отличного от нуля кванта угла.

11.Обобщенная формула работы часов

Взгляды, изложенные на работу часов в разделах 8 - 10, не противоречат друг другу и могут быть объединены. Для этого в формулу (20) работы часов достаточно ввести подходящим образом числовой коэффициент $(1+q)^n$. Имеем:

$$\mathbf{v}_{e\chi} = \frac{\mathbf{v}_e}{(1+q)^n}$$

здесь $\mathbf{v}_{e\chi}$ - средняя скорость в реальных часах на пути ***туда и обратно***. Модуль этой скорости постепенно уменьшается и зависит от номера периода и времени работы часов. При этом модуль скорости $\mathbf{v}_e$ на пути в ***одном направлении*** остается постоянным. Далее имеем:

$$\frac{\mathbf{s}_e}{v_{e\chi}} \cdot \frac{\mathbf{v}_{e\chi}}{v_{e\chi}} = (1+q)^n \frac{\boldsymbol{s}_e}{v_e} \cdot \frac{\mathbf{v}_e}{v_e}$$

и тогда показания часов t_χ будут выражаться формулой:

$$t_\chi = \sum_{n=1}^{N} \left(\frac{\mathbf{s_e}}{v_e} \cdot \frac{\mathbf{v_e}}{v_e}\right)(1+q)^n + \frac{\mathbf{r}}{v_e} \cdot \frac{\mathbf{v_e}}{v_e}$$

Здесь произведения стоящие под знаком суммы, будучи сложенные дают истинное время, а последнее слагаемое есть слагаемое переноса часов.

12. Заключение

Понятия «теория» и «относительность» не нуждаются в том, чтобы их объединяли вместе. Каждая адекватная теория содержит в себе необходимое и достаточное количество атрибутов относительности. Они будут нуждаться в объединении только тогда, когда относительности слишком много. Но этот излишек относительности не приблизит нас к познанию законов природы, а наоборот отдалит. Из нашей работы следует, что кардинальный пересмотр основ теории относительности неизбежен. Это лишь вопрос времени. То же самое касается и теории расширения Вселенной, включающей в себя излишек абсолютности. Более того, существование кванта угла повлечет за собой многочисленные следствия, а это в свою очередь будет затрагивать практически все разделы физики. Найдутся молодые поколения физиков, которые с энтузиазмом возьмутся за этот пересмотр. Так пожелаем им удачи.

Литература

1. Ч. Киттель, У. Найт, М. Рудерман, Берклеевский курс физики, Т.1, Наука, Москва, (1975), пер. с англ.

2. Г.С. Ландсберг, Оптика, Наука, Москва (1976).

3. С.А. Семиков, Журнал радиоэлектроники №12, с.11, (2013)

Примечание (не включенное в бумажный вариант книги)

Нетрудно видеть, что гипотеза о времени τ есть частный случай более общего принципа: в математике длительность события t_c может равняться нулю, в физике она всегда больше нуля. В математике $t_c \geq 0$; в физике $t_c > 0$. В физике не исключаются события «чистая» длительность которых равна нулю (см. раздел 9), однако к ней обязательно будет добавлено время регистрации события, большее нуля. В результате «эффективная» длительность события также будет больше нуля.

Содержание

Овчинников Анатолий Николаевич

Критические заметки к основам теории относительности, гипотезе расширения Вселенной и проблемам измерения времени

Издатель – А.Н.Овчинников

Эл. Почта – anatoliano@yandex. ru

Идентификатор – 600

ISBN 978-5-600-02407-6

Подписано в печать 27.03.2019 г.

Заказ № 488. Тираж 50. Отпечатано в типографии ООО ИПФ «СТРИНГ» ,424006, Россия, Республика Марий Эл, г.Йошкар-Ола, ул. Строителей, дом 95, корпус 101А, помещение 12-12А