МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА ОТНОСИТЕЛЬНОЙ КИНЕМАТИКИ И ЕЁ РЕШЕНИЕ, АЛЬТЕРНАТИВНОЕ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ТЕОРИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕТА

Олег Черепанов

Принцип виртуального масштаба.

Летом студенты физического факультета МгУ Иван Нютов и Андрей Енштаков провели эксперимент с относительностью, задуманный ими ещё зимой после прослушивания лекции профессора Е.Д. Мирова, рассказавшего о своих попытках найти форму объединения теории относительности с квантовой механикой. И студенты, которых младшекурсники за глаза звали «Ньютон» и «Эйнштейн», увлеклись темой, которой занимался д.ф.-м.н. Миров Е.Д. И первым вопросом, который они поставили перед собой был краток, но труден: «Относительность – это что?» Не найдя ответа в открытых источниках, друзья решили узнать всё сами и для себя.

«Ньютон» сел на велосипед, а «Эйнштейн» завел кабриолет. И по звонку мобильного телефона (практически одновременно) они стартовали навстречу друг другу от километровых столбов, ограничивавших участок длиной L^* загородного шоссе. А так как число дорожных километров между стартовыми позициями гонщиков было чётным, то посередине дистанции L^* тоже стоял столб.

Накручивая педали, «Ньютон» поддерживал скорость v велосипеда постоянной, а «Эйнштейн», поглядывая на спидометр, следил за тем, чтобы скорость c кабриолета оставалась неизменной. При этом он по секундомеру отметил момент T_1, когда машина миновала серединный репер, засек время T, когда автомобиль поравнялся с велосипедом и через период $T_к$ с начала движения финишировал у столба, от которого стартовал «Ньютон».

Таким образом, «Эйнштейн», зная время, проведенное в пути, смог расчетом найти среднюю скорость кабриолета $c = \dfrac{L^*/2}{T_1} = \dfrac{L^*}{T_к}$ и узнать пробег $L_1 = cT$ до встречи с «Ньютоном».

Со своей стороны Иван, также отметивший момент T встречи с Андреем затратил время $T_2 > T_1$ на преодоление своей половины L дистанции L^*, тогда как весь путь L^* ушёл период $T_в = 2T_2$. Поэтому по формуле $L_2 = vT$, где $v = \dfrac{L}{T_2} = \dfrac{L^*}{T_в}$ – расчетная скорость велосипеда, он определил ничем не отмеченное место встречи с Андреем, такое, что $L_2 = L^* - L_1$, откуда $L_1 + L_2 = L^* = 2L$.

А так как своей целью исследователи ставили определение относительной скорости V велосипеда и кабриолета, то Иван («Ньютон») нашел её по формуле $\mathrm{V}_{\text{ИН}} = \dfrac{L_1}{T} + \dfrac{L_2}{T} = \dfrac{L^*}{T}$, тогда как Андрей («Эйнштейн») предпочел выражение $\mathrm{V}_{\text{АЕ}} = \dfrac{L}{T_1} + \dfrac{L}{T_2}$. Но экспериментаторы не стали выяснять, чьё правило вернее, а приравняли $\mathrm{V}_{\text{ИН}}$ и $\mathrm{V}_{\text{АЕ}}$, не сомневаясь в однозначности относительной скорости при том, что на полевом этапе работы они не согласовывали свои перемещения световыми сигналами, доверяя и проверяя условие $\mathrm{V} = \mathrm{V}_{\text{ИН}} = \mathrm{V}_{\text{АЕ}}$, И были правы.

В самом деле, из 1) $\frac{L_1}{T}+\frac{L_2}{T}=\frac{2L}{T}=\frac{L}{T_1}+\frac{L}{T_2}$ следует 2) $\frac{L_1}{T_1}+\frac{L_2}{T_2}=\frac{2L}{T/2}-\left(\frac{L_1}{T_2}+\frac{L_2}{T_1}\right)$, где члены с размерностью длины и длительности качественно не отличаются от таких же членов исходного равенства (1). И видно, что выражение (2), полученное из (1) тождественным преобразованием, также состоит из хроно-геометрических отношений, подобных дробям. Однако из пяти квази-дробей тождества (2) лишь одна, а именно $L\,/\,T$, присутствует в (1) и равна V/2.. И в этом усматривается раздвоение классического закона сложения скоростей $c+v=\mathrm{V}$, где значения c и v не отвечают определению «Под числом мы понимаем не столько множество единиц, сколько отвлечённое отношение одной величины к другой величине ***того же рода***, принятой нами за единицу» (Исаак Ньютон). И в этом определении заложена метрологическая проблема, решение которой следует искать, сознавая, что скорость как число получается недопустимым делением отложенного расстояния на измеренный период времени, который по результату деления превращается в единицу. А это всё равно что измерять неопределённый пробег с помощью не настроенных часов, пользуясь их секундной стрелкой.

Ведь очевидно, что скорости $c = const$ и $v = const$ транспортных средств, занятых в опыте, не измеряются, а их оценку-вычисление предваряют измерения двух параметров – геометрических и хронометрических. Но в дороге никто не пользуется рулеткой и секундомером и даже спидометр не измеряет скорость прямо, а выдаёт результат измерения протяжённости продолжительностью.

Заметим, что следствие (2) равенства $\mathrm{V}_{\text{ИН}} = \mathrm{V}_{\text{AE}}$ содержит хроно-геометрические оценки $L_1/\,T_1$, $L_1/\,T_2$ и $L_2/\,T_2$, $L_2/\,T_1$, $L\,/T$ скоростей, где все, кроме последней не связаны напрямую с исследованием относительности, затеянным двумя студентами. Но нормировка (2) условной (виртуальной) скоростью $\frac{L_1}{T_1}=\mathrm{W}$ (назовём её нормиратором) с учетом $\frac{L_2}{L_1}=\frac{T_1}{T_2}=\frac{v}{c}$ даёт

$\mathbf{1}+\frac{\mathbf{v}}{\mathbf{c}}=\frac{2L^*/T}{L_1/T_1}+\frac{2L_2/T}{L_1/T}=\frac{2\mathrm{V}}{L_1/T_1}-\frac{2v}{c}$, где $\frac{\mathbf{v}}{\mathbf{c}}=\frac{v^2}{c^2}$. При этом в аналогичном равенстве $\frac{c^2+v^2}{c^2}=\frac{2\mathrm{V}\,(L\,/\,T)}{(L_1/\,T_1)(L\,/\,T)}-\frac{2vc}{c^2}$ естественным образом выделяется нормиратор второй степени, а именно общий знаменатель c^2. В сравнении с ним как единицей определены сумма c^2+v^2 и произведение $2vc$, такие, что $c^2+v^2+2vc=(c+v)^2=\mathrm{V}^2=\mathrm{W}$.

Как видно, квадрат скорости $c = const$ претендует на роль нормиратора, каковым и станет, если $c = 1^1$ возвести в квадрат, получая квадра-единицу $1^2 = c^2$ как понятие, скрытое в правиле сложения скоростей, но потенциально полезное для физики, хотя до сих пор не внедрённое в практику. При этом параметрам L_1 и T_1, как составляющим отношения с размерностью скорости следует придать равные, а лучше единичные значения, диктуемые условием $c^2 = 1^2$. Но так как нет оснований для присвоения единицам длины и длительности квадратичного статуса, то правильнее вообще отказаться от хроно-геометрического моделирования относительной кинематики. Но тогда оценка встречного движения моторизованных экспериментаторов сложением скоростей велосипеда и кабриолета содержит не одну, а две математические модели относительности, отличающиеся степенями единиц-нормираторов. Тем более, что хроно-геометрическая оценка относительной скорости не ограничивает её величины и не отвечает метрологическому определению числа, предложенному И. Ньютоном (*см. выше*).

И действительно, при вычислении скорости принято делить путь на время, забывая о неоднородности длины и длительности и по сути измеряя пространство временем, что некорректно метрологически и ошибочно онтологически. А отсюда следует, что студенты «Ньютон» и «Эйнштейн» как недообразованные физики в своих расчётах незаконно распространили понятие действительного числа на отношение протяжённости к продолжительности, объединяя масштабные единицы [L] и [T] в размерность скорости $[L][T]^{-1} = [V]$. В тот же упрёк следует адресовать подлинным носителям знаменитых фамилий.

Вспомним, что хроно-геометрическое выражение (2) является результатом приравнивания форм $V_{ИН}$ и V_{AE} относительной скорости V и тождественных преобразований. Теперь представим (2) как 3) $\frac{L_1 T_2 + L_2 T_1}{T_1 T_2} + \frac{L_1 T_1 + L_2 T_2}{T_1 T_2} = \frac{2L}{T/2}$ или $\frac{(L_1 + L_2)(T_1 + T_2)}{T_1 T_2} = \frac{2L}{T/2}$, где $2L = L_1 + L_2$ и получим «связь времён» вида 4) $\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} = \frac{2}{T}$. Тем самым константами 1 и 2 количество измеряемых параметров шоссейного опыта сведено к минимуму. Но при этом не видна двойственность деления относительной скорости гонщиков. То есть, если $1 = L$, то из (4) следует $\underline{c} + v = 2$, где $2 = V_{AE}$, что предполагает $T = 1$. При этом встречные перемещения кабриолета и велосипеда за единичное время равны $L_1 = cT$ и $L_2 = vT$. И отсюда $V_{ИН} = \frac{L_1}{T} + \frac{L_2}{T} = \frac{L^*}{T}$.

Очевидно, что одинаковые по смыслу, равные по значению и разные по написанию выражения $V_{ИН}$ и V_{AE} можно рассматривать как бинарные правила деления скорости $V = const$ на две равные (дихотомия) или неравные (диарезис) части той же размерности, что и $V = c + v$. Но опыт с относительностью показывает, что хроно-геометрическое определение скорости допускает два отношения длины к длительности – первостепенное и квадратичное. Как показано выше, скорость степени 2 свойственна хроно-геометрическим отношениям L_1 / T_1 и L_2 / T_2, скрытым в формальных описаниях опыта с относительностью и потому виртуальным, но не случайным. При этом выбор любого элемента скалярного правила нормиратором не делает закон безразмерным, поскольку сравнение скорости со скоростью похоже на измерение и удовлетворяет метрологическому определению числа, данному И. Ньютоном.

Заметим, что «местные» единицы длины, длительности и скорости обеспечивают равенство $(c+v)^2 = V^2$ или $c + v = V$, откуда $\underline{c} + \underline{v} = 2$. Но если $V = 2$, то деление 2 на неравные части предполагает контрсимметрию значений $\underline{c} > 1$ и $\underline{v} < 1$: $\underline{c}$ больше единицы на столько, на сколько $\underline{v}$ меньше. Так что принимая $V / 2$ нормиратором, из $V = c + v$ получаем бинарное представление целого числа $2 = А + \alpha$ суммой контрсимметричных скаляров $1 + \Delta = А \in (1,2)$ и $1 - \Delta = \alpha \in (1,0)$, где $\Delta \in (0,1)$ – это число-отклонение аналогов скоростей c и v от $V / 2 = 1$.

Таким образом, бинарная модель $2 = А + \alpha$ отображает закон сложения скоростей особыми числами, не принадлежащими к действительным. При этом вещественные скаляры плотно нанизаны на числовую ось и имеют сортовые особенности. Причём высшим сортом среди чисел, обозначающих прямую, обладают целые. И числовая прямая с парой таких же образуют декартовы координаты, не имеющие ни одного разрыва, тогда как совокупность особых чисел однородна и не содержит ни нуля, ни отрицательных элементов. А главное отличие особых чисел от вещественных в том, что они образуют структуру ♥ $1^1 \backslash \Delta \backslash \alpha \backslash \mathrm{A} \backslash Z \backslash 2'$ ♥ из шести элементов. Пять таких элементов – это константы 1 и 2, контрсимметричные переменные $\mathrm{A} = 1^1 + \Delta$ и $\alpha = 1^1 - \Delta$ а также число-отклонение $\Delta = \dfrac{\mathrm{A}-\alpha}{2}$, связаное конверсией $\mathrm{Z} = \dfrac{1^1-\Delta}{1^1+\Delta} \Leftrightarrow \dfrac{1^1-\mathrm{Z}}{1^1+\mathrm{Z}} = \Delta$ с шестым членом секстета \♥\, а именно с числом-отношением $\mathrm{Z} = \alpha / \mathrm{A}$.

И получается, что аддитивные скорости c и v, представленные в долях $\mathrm{V}/2$, численно такие, что $\underline{c} > 1$ и $v < 1$, одинаково отличаются от единицы, тогда как $\mathrm{V} = 2$ при $L=1$ и $T=1$. Но альтернативный выбор $L_1 = 1$ и $T_1 = 1$ масштабов длины и длительности обнажает квадратичную связь $c^2 + v^2 = \mathrm{W} - 2vc$ скоростей c и v, где величина W должна иметь размерность $[\mathrm{L}]^2[\mathrm{T}]^{-2}$ и право называться квадра-скоростью.

Как видно, тождественные преобразования равенства $\mathrm{V}_{\text{ИН}} = \mathrm{V}_{\mathrm{AE}}$, составленного из измеряемых расстояний L_1, L_2, L и периодов T, T_1, T_2 (*см. выше*), приводят к скалярному правилу $2' = \mathrm{A} + \alpha$ деления относительной скорости $\mathrm{V} = 2'$ на неравные части $\underline{c} = \mathrm{A}$ и $\underline{v} = \alpha$, где $\mathrm{A} \in (1{,}2)$ и $\alpha \in (1{,}0)$ – встречные скорости кабриолета и велосипеда по отношению к их среднему арифметическому, принятому за единицу. То есть, полусумма двух величин назначена нормиратором и это делает их контрсимметричными членами A и α числового секстета \♥\ и определяет конверсивные элементы Δ и Z. Поэтому данный метрологический приём будем называть принципом виртуального масштаба (ПВМ). И ПВМ как аксиому, извлечённую из модельных представлений о процессе взаимного сближения двух объектов, можно обнаружить модификацией старых решений некоторых задач физики, меняя имеющиеся описания явлений путём исключения измеряемых параметров, например, хроно-геометрических.

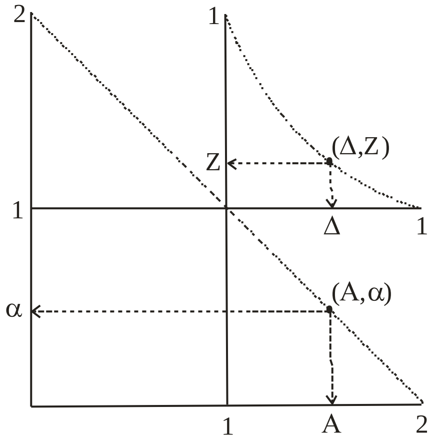

Рис 1.

На рисунке 1 в ортогональных осях, представленных отрезками длиной в одну и в две единицы, точки (A, α) и (Δ, Z), принадлежащие одной вертикали, имеют координаты, удовлетворяющие секстетной структуре \♥\. При этом контрсимметричные переменные $\mathrm{A} \in (1{,}2)$ и $\alpha \in (1{,}0)$ взаимозависят линейно, а коверсивные $\Delta \in (0{,}1)$ и $\mathrm{Z} \in (1{,}0)$ связаны дугой гиперболы между единичными метками на горизонтальной и вертикальной осях, по которым обрезаны декартовы координаты. Но эти связи условны, поскольку особые скаляры не объединены в континуум и не принадлежат к действительным числам.

Итак, парные величины $\underline{c}$ и $\underline{v}$ отличаются от масштаба 1^1 [V] контрсимметрично, то есть так, что $\mathrm{A} = 1^1 + \Delta$ и $\alpha = 1^1 - \Delta$, где Δ – число-отклонение, а число-отношение $\dfrac{v}{c} = \dfrac{\alpha}{\mathrm{A}} = \mathrm{Z} \in (1{,}0)$, инвариантное к выбору единиц расстояния и времени, связано с числом-отклонением $\Delta = \dfrac{\mathrm{A}-\alpha}{2} \in (0{,}1)$ конверсией $\mathrm{Z} = \dfrac{1^1-\Delta}{1^1+\Delta} \Leftrightarrow \dfrac{1^1-\mathrm{Z}}{1^1+\mathrm{Z}} = \Delta$. В итоге, классический закон сложения скоростей $c+v=\mathrm{V}$ представлен как $\mathrm{A}+\alpha=2'$ и обобщен алгебраической структурой \♥\ из шести чисел с размерностью скорости. Эту структуру, названную числовым секстетом, определяет выбор виртуального масштаба $1^1=\frac{c+v}{2}$ для оценки скоростей кабриолета и велосипеда без геометрии и хронометрии. То есть, парные величины $\underline{c}=\mathrm{A}$ и $\underline{v}=\alpha$, где $\mathrm{A}\in(1{,}2)$ и $\alpha\in(1{,}0)$, задает единичная скорость как полусумма *c* и *v*, что метрологически корректно в отличие от деления пути на время, которое по сути означает измерение длины длительностью.

Сингулярная квадра-единица как виртуальный масштаб.

На пути к принципу виртуального масштаба, Иван Нютов и Андрей Енштаков столкнулись с квадратичностью хроно-геометрических отношений $\frac{L_1}{T_1}=\frac{L_1}{T}\times\frac{L}{T_1}=c^2$ и $\frac{L_2}{T_2}=\frac{L_2}{T}\times\frac{L}{T_2}=v^2$ при том, что отношение длины к длительности со смыслом скорости не предполагает иного показателя степени у расстояний и периодов кроме единицы. Поэтому после обобщения всех возможных скоростей движения по инерции арифмометрической моделью \♥\ студенты заменили велосипед точкой 1 и пометили кабриолет точкой 2. И, абстрагируясь от шоссейного опыта, они внедрили между сближающимися точками 1 и 2 пункты *N* и *E*, привязав к ним неподвижных наблюдателей с известными фамилиями. Причём в новой расстановке наблюдатель *Newton* занял позицию в месте встречи точек 1 и 2, тогда как арбитр *Einstein* встал на точку посередине дистанции между ними в момент начала отсчёта времени. Тем самым дорожный опыт удалось свести к схеме с четырьмя точками, из которых две (1 и 2) сближаются с относительной скоростью $\mathrm{V}=const$, а две другие (*N* и *E*) относительно неподвижны. При этом искомыми будут скорости v_1 и v_2 объектов 1 и 2, определение которых как частей величины V выглядит задачей, обратной их сложению. А сложение показало, что скорости велосипеда и кабриолета относительно дороги таковы, что имеют по два хроно-геометрических представления каждая. Ведь $c + v = \frac{L_1}{T}+\frac{L_2}{T}=\frac{2L}{T}=\frac{L}{T_1}+\frac{L}{T_2}$.

При этом $\frac{L_1}{T_1}=\frac{L_1}{T}\times\frac{L}{T_1}=c^2$ и $\frac{L_2}{T_2}=\frac{L_2}{T}\times\frac{L}{T_2}=v^2$ допускают сложение с последующей нормировкой слагаемым c^2, в результате которой из $c^2 + v^2$ выходит $1 + \frac{v^2}{c^2} = 1^2 + \frac{\mathbf{v}}{\mathbf{c}}$, где единицы обязаны быть со степенью 2. И эти предпосылки Иван и Андрей, опираясь на схему дорожного эксперимента из четырёх точек, развернули в теорию, не имеющую аналогов.

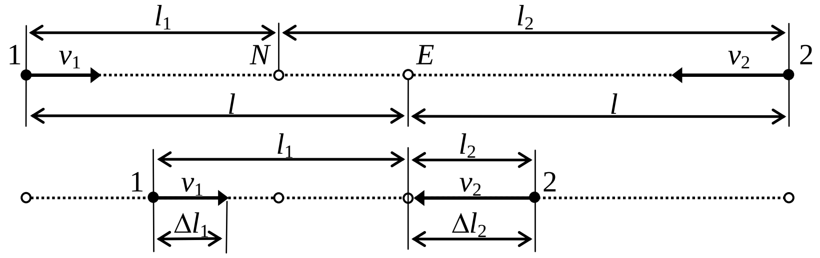

Рис. 2.

Ясно, что при $v_1 = v_2$ частицы 1 и 2 встретятся в середине *E* дистанции *L* между ними в момент начала отсчета времени $t = 0$. При этом каждый из объектов преодолеет путь длиной $\frac{L}{2} = l$, возможно единичной, за период $t = T$, может быть равный единице. Но если $v_1 < v_2$, то встреча частиц 1 и 2 случится в пункте *N*, ближе к стартовой позиции «медленной» точки 1. Пусть это произойдет в тот же момент *T* с начала отсчета времени. Тогда $v_1 = \frac{l_1}{T}$ и $v_2 = \frac{l_2}{T}$, где скорости v_1 и v_2, такие, что $v_1 + v_2 = \mathrm{V}$, хроно-подобны, а перемещения l_1 и l_2 аддитивны: $l_1 + l_2 = 2l$.

Заметим, что равнодлительная (за период *T*) оценка величин v_1 и v_2 основана на одновременном прибытии частиц 1 и 2 в промежуточный пункт *N*, с которым связан наблюдатель *Newton*, тогда как середину *E* дистанции $L = l_1 + l_2 = 2l$ занимает наблюдатель *Einstein.* И если центральный наблюдатель *E*, вооруженный часами, сначала отметит момент $t = T_2$, когда с ним поравняется «быстрая» частица 2, а затем засечет время $t = T_1$ прибытия частицы 1, то он будет считать их скорости $v_1 = \frac{l}{T_1}$ и $v_2 = \frac{l}{T_2}$ сравнимыми равнодлинно (по пробегу *l*). При этом наблюдатели *N* и *E*, покоящиеся на расстоянии $l_1 - l_2 = \Delta L$, должны признать следующие различия своих позиций:

1) *Newton* принимает частицы 1 и 2 одномоментно, а *Einstein* фиксирует их порознь через период $T_1 - T_2 = \Delta T$;

2) *Newton* сравнивает скорости v_1 и v_2 хроно-подобно, а *Einstein* оценивает их длино-подобно;

3) для *Ньютона* переменные расстояния $l_1(t) = l_1 - v_1 t$ и $l_2(t) = l_2 - v_2 t$ между ним и объектами 1 и 2 таковы, что $\frac{l_1(t)}{l_2(t)} = const$, а для *Эйнштейна* дистанции $l_1^*(t) = l - v_1 t$ и $l_2^*(t) = l - v_2 t$ изменяются по гиперболическому (дробно-линейному) закону $\frac{l_1^*(t)}{l_2^*(t)} = var$.

Отмеченных различий хватит, чтобы усомниться в универсальности правила $v_1 + v_2 = \mathrm{V}$ для покоящихся наблюдателей *N* и *E*, но их недостаточно для адекватных представлений об относительности в точечных триплетах 1*N*2 и 1*E*2, не одинаково трансформирующихся во времени. Хотя в вырожденном треугольнике 1*N*2 с синхронным прибытием объектов 1 и 2 в вершину *N* можно воспользоваться принципом виртуального масштаба и оценить аддитивные скорости v_1 и v_2 в долях $\frac{\mathrm{V}}{2}$ контрсимметричными числами $\alpha = \underline{v}_1 < 1$ и $\mathrm{A} = \underline{v}_2 > 1$. Как показано выше, эти числа входят в секстет ♥ $1^1 \backslash \Delta \backslash \alpha \backslash \mathrm{A} \backslash \mathrm{Z} \backslash 2'$ ♥, где $1^1 = \frac{v_1 + v_2}{2}$, а $2' = \mathrm{V}$ – встречная скорость частиц 1 и 2.

Заметим, что через период $\frac{T}{2}$ с начала движения объекты 1 и 2 оказываются от наблюдателя *E* на расстояниях l_1^* и l_2^*, таких, что $\frac{l_1^*}{l_2^*} = \frac{l_2}{l_1}$, а затем, спустя время ΔT^* «быстрый» объект 2 прибывает в пункт *E*. То есть, $T_2 = \frac{T}{2} + \Delta T^*$. Причем за период ΔT^* «медленная» точка 1 преодолеет расстояние $\Delta l_1 = v_1 \Delta T^*$, а точка 2 совершит пробег $l_2^* = \Delta l_2 = v_2 \Delta T^*$. В таком случае аддитивный закон $v_1 + v_2 = \mathrm{V}$ кроме хроно-геометрической формы 1) $\frac{l_1}{T} + \frac{l_2}{T} = \frac{2l}{T}$ допускает аналогичную запись 2) $\frac{\Delta l_1}{\Delta T^*} + \frac{\Delta l_2}{\Delta T^*} = \frac{2l}{T}$. И выражения (1) и (2) при $l = 1$ и $T = 1$ модифицируются арифмометрически как $\alpha + \mathrm{A} = 2'$. Но при этом хроно-подобные оценки $\frac{\Delta l_1}{\Delta T^*} = v_1$ и $\frac{\Delta l_2}{\Delta T^*} = v_2$ скоростей v_1 и v_2 геометрически привязаны к наблюдателю по фамилии *Einstein*.

Придерживаясь тенденции находить кинематические величины v_1 и v_2 в долях третьей скорости, разделим формулу (2) на $\frac{l_1^*}{\Delta T^*} = v^*$ и получим 2′) $\frac{\Delta l_1}{l_1^*} + \frac{\Delta l_2}{l_1^*} = \frac{\mathrm{V}}{v^*}$, где $\mathrm{V} = 2'$, если $l = 1$ и $T = 1$. А поскольку $\frac{\Delta l_2}{l_1^*} = \frac{v_1}{v_2}$, откуда $l_1^* = \Delta l_2 \frac{v_2}{v_1}$, и $\frac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = \frac{v_1}{v_2}$, то из (2′) следует 2*) $\left(\frac{\alpha^2}{\mathrm{A}^2} + \frac{\alpha}{\mathrm{A}}\right) v^* = 2'$, где $\alpha = \underline{v}_1 < 1$ и $\mathrm{A} = \underline{v}_2 > 1$ – значения скоростей v_1 и v_2 по отношению к их полусумме $\frac{v_1 + v_2}{2} = 1^1$.

Убедимся, что виртуальный масштаб 1^1 [V] не является единственным.

Из (2*) с очевидностью следует, что $v^* = \frac{\mathrm{A}^2}{\alpha}$ или $\mathrm{A}^2 = \alpha \cdot v^*$. То есть, число-скорость $\mathrm{A} = \underline{v}_2$ является средним геометрическим скоростей $\alpha = \underline{v}_1$ и v^*. Причем $v^* = 1$, когда $\underline{v}_1 = \underline{v}_2 = 1^1$, и $v^* = \frac{l_1^*}{\Delta T^*} \to \infty$, если $\alpha = \underline{v}_1 \to 0$ в случае $\mathrm{A} = \underline{v}_2 \to 2' = \mathrm{V}$. И при $\underline{v}_1 = 0$ и $\underline{v}_2 = 2'$ из (2*) выходит $(0+0)\infty = 2$, что не исключено, если $0 \cdot \infty = 1$. Более того, сингулярной единице надо присвоить вторую степень, поскольку из $\alpha \cdot v^* = \mathrm{A}^2$ при $\alpha = 0$ и $v^* = \infty$ должно быть $0 \cdot \infty = 1^2$. Между тем $\underline{v}_2 = \mathrm{A}$ в формуле $\alpha + \mathrm{A} = 2'$ равняется 2′ при $\underline{v}_1 = 0$. И это противоречие можно понимать в том смысле, что $\mathrm{V} = 2'$ по модели $2' = \alpha + \mathrm{A}$ и $\mathrm{V} = 1^2$ по иной модели деления относительной скорости частиц 1 и 2 пополам. То есть, квадра-скорость $\mathrm{W} = 1^2$ формально отличается от скорости $\mathrm{V} = 2'$ в два раза: $1^2 = 2 \cdot 1^1$. И есть две дихотомии ($2' = 1^1 + 1^1$ и $2^* = 1^2 + 1^2$) относительного движения частиц 1 и 2.

Преломление света как смена квадраскорости.

Друзья-студенты «Ньютон» и «Эйнштейн» не только установили принцип виртуального масштаба, не требующий пространственно-временных измерений и оценивающий скорость скоростью, но и распространили собственные определения на переход света из вакуума 1 в прозрачное тело 2. При этом Иван и Андрей воспользовались тем же способом, что испробовали на шоссе и утвердили на прямой четырьмя точками. И креативное мышление привело их к заключению, что скорость света отличается от других инерционных скоростей может быть потому, что вообще не является скоростью. Это предположение, хорошо обоснованное формально, требуется развернуть в теорию.

Скорости c и v света в вакууме и в оптической среде с показателем преломления $n = \frac{c}{v} > 1$ начинающие теоретики представили равнодлительно как $\frac{L_1}{T}$ и $\frac{L_2}{T}$, где продолжительность T может быть единичной, и выразили равнодлинно как $\frac{L}{T_1}$ и $\frac{L}{T_2}$, где T_1 и T_2 – периоды, затраченные световой корпускулой на пробеги протяженностью L сначала в вакууме 1, а затем в прозрачном теле 2. При этом прямолинейные перемещения L_1, L_2 и L они связали условием $L_1 + L_2 = 2L$ и представили изменение ΔV световой скорости при переходе из вакуума в оптическую среду разностью $c - v = \Delta\mathrm{V}$ или равенством $\frac{L_1}{T} - \frac{L_2}{T} = \frac{L}{T_1} - \frac{L}{T_2}$, откуда $\frac{L_1}{T_1} - \frac{L_2}{T_2} = \frac{2(L_1 - L_2)}{T} + \left(\frac{L_1}{T_2} - \frac{L_2}{T_1}\right)$ или $1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{2\Delta\mathrm{V}}{L_1/T_1}$ после деления на $\frac{L_1}{T_1}$ с учетом $\frac{L_2}{L_1} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{v}{c}$. То есть, $\frac{c^2 - v^2}{c^2} = \frac{\Delta\mathrm{V}\cdot\mathrm{V}}{c^2}$, так как $\frac{L_1}{T} \times \frac{L}{T_1} = c^2$, где $\frac{L_1}{T} = c$ и $\frac{L}{T_1} = c$ по определению, а $L = 1$ и $T = 1$ по назначению $\frac{L}{T} = \frac{c+v}{2} = \frac{\mathrm{V}}{2} = 1$.

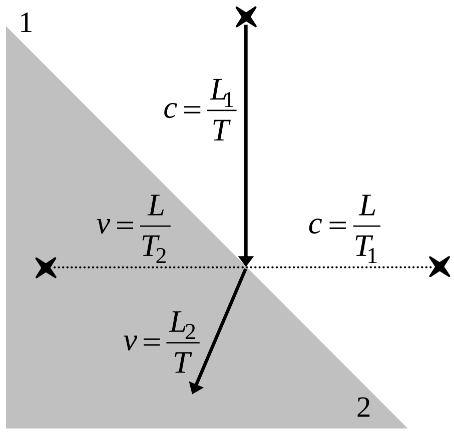

Рис. 3.

Но тогда $c^2 - v^2 = \Delta\mathrm{V}\cdot\mathrm{V}$, что коррекно, поскольку $\Delta\mathrm{V} = c - v$, хотя $\underline{c} + \underline{v} = 2'$, где $2'$ – число-скорость V, половина которого служит масштабом количественной оценки аддитивных величин c и v без геометрии и хронометрии.

Таким образом, по меньшей мере формально получается, что разность $c^2 - v^2 = \Delta\mathrm{W}$, где $\Delta\mathrm{W}$ – величина с размерностью [V^2], характеризует потерю светом механического движения, которую не следует связывать с понятием скорости. Скорее всего, при проникновении в прозрачное тело скачкообразно (с c^2 на v^2) изменяется не скорость света, а его квадра-скорость, как мера кинематики, новая для механики и физики. А это значит, что множитель Лоренца $\beta = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ и структурно сходный с ним коэффициент Френеля $k = 1 - \frac{1}{n^2} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$ имеют физический смысл, иной, чем в специальной теории относительности (СТО) и в оптике движущихся тел соответственно. Причём СТО в свое время лишила число k его значимости как показателя частичного увлечения света движущимся прозрачным телом, якобы доказанного знаменитым опытом Физо 1851 года (о нем пойдет речь ниже). И весьма важно повторить этот опыт в современной постановке, поскольку физика, как наука, складывается из представлений, не только аргументированных математически, но и обоснованных экспериментально.

Мульти-параметрический опыт Физо.

Сначала немного истории. В 1810 году астроном Араго преломил призмой свет от звезды, к которой Земля в то время приближалась с орбитальной скоростью 30 *км/с*, а спустя полгода, когда она удалялась от нее с той же скоростью, повторил опыт. Измерения с разницей в шесть месяцев не показали сколь-нибудь заметного отклонения луча при смене земной скорости с прямой на обратную, как и должно быть, если свет в движущемся прозрачном теле распространяется также, как в покоящемся. Но тогда ученые верили в светоносный эфир, пронизывающий не только атмосферу, но и массу Земли. И Араго обратился с письмом к теоретику Френелю, который в 1818 году для объяснения непонятного результата предложил гипотезу частичного увлечения эфира (а с ним и света) движущимися телами.

Экзотическое предположение Френеля взялся проверить экспериментатор Физо, в 1851 году поставивший интерференционно-волновой опыт.

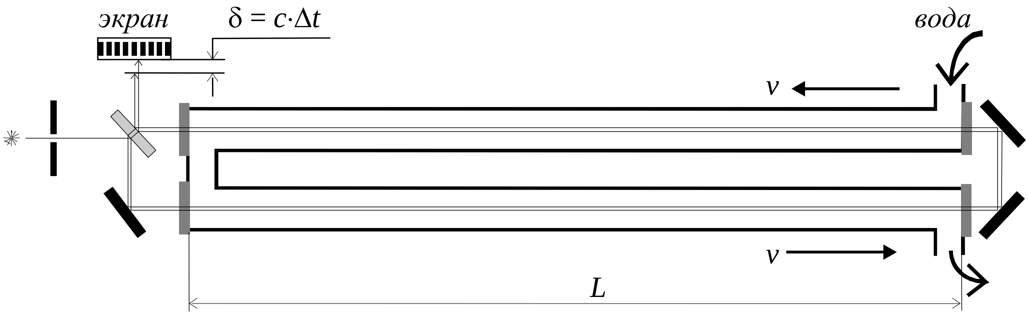

Рис. 4.

Вода с коэффициентом преломления $n = 1{,}33$ со скоростью $v = 7{,}059\,м/с$ под напором встречными потоками текла по параллельным трубам длиной $L = 1{,}4875\,м$ каждая. При этом световой луч от монохроматического источника, разделенный надвое, распространялся сквозь воду попутно (+) и противоположно (–) ее ламинарному течению. Затем когерентные лучи интерферировали и по сдвигу полос на экране можно было количественно судить о справедливости теории Френеля.

Разницу $\delta = c \cdot \Delta t$ хода световых лучей в воздухе, определявшую смещение полос, Физо оценивал по разности Δt периодов $t_1 = \dfrac{2L}{c_n - kv}$ и $t_2 = \dfrac{2L}{c_n + kv}$ пребывания света во встречном (–) и в попутном (+) потоках воды, где $c_n = \dfrac{c}{n}$, а c – скорость света в воздухе. При этом опытному выяснению подлежал коэффициент *k*, равный единице в случае полного увлечения света, что отвечает классическому сложению скоростей $c_n \pm v$, тогда как по теории Френеля $k = 1 - \dfrac{1}{n^2}$. То есть, предварительный расчет Физо произвел по формуле $\Delta t = \dfrac{2L}{c_n - kv} - \dfrac{2L}{c_n + kv}$, которая при $k = 1$ предсказывала сдвиг интерференционной картины на 0,46 полосы, а при $k < 1$ по Френелю прогноз давал 0,20 полосы. При этом наблюдаемое смещение, как среднее 19 серий измерений, составило 0,23 полосы или ровно половину от классического значения 0,46. И с точки зрения теории квадра-скоростей, разработанной «Ньютоном» и «Эйнштейном», столь точное совпадение полностью адекватно физике распространения света в прозрачных телах и в вакууме.

Выражение $\Delta t = t_1 - t_2$ в случае $k=1$ приведем к виду $\Delta t = \dfrac{(2L)(2v)}{c_n^2 - v^2}$ и представим как $\Delta t = \dfrac{(2L)(2v/v^2)}{(c_n/v)^2 - 1^2}$, где 1^2 по смыслу – это v^2. Далее $\Delta t = T\dfrac{(2L/l)(2\cdot 1^1/1^2)}{(c_n/v)^2 - 1^2}$, где 1^1 по смыслу отвечает v. А так как $l = vT$ – это перемещение воды за время $T=1$, то при всех модификациях величина Δt сохраняет свое расчетное значение. Но фактическому результату опыта отвечает период, вдвое меньше расчетного... И достаточно удвоенную скорость воды $2\cdot 1^1$ метрологически переопределить в квадроскорость $1^2 = 2\cdot 1^1$, чтобы опыт, осуществленный Физо, апробировал понятие квадроскорости, новое для механики и для теоретической физики.

Но в таком случае в эксперименте 1851 года была предпринята некорректная попытка аддитивно сочетать известные величины c_n и v, одна из которых не является скоростью. Поэтому опыт не подтвердил классического сложения скоростей c_n и v, а продемонстрировал смещение интерференционной картины на 0,23 полосы, что почти равнялось расчетному значению по теории Френеля, отличаясь от последнего на $\dfrac{0{,}23-0{,}20}{0{,}23}\times 100\% = 13\%$, что не так уж мало.

Напротив, теория квадра-скоростей точно предсказывает сдвиг величиной $\dfrac{0{,}46}{2} = 0{,}23$ полосы, наблюдавшийся в опыте. И тут встает вопрос о повторении эксперимента Физо с другими длинами труб L, с иными жидкостями по показателю преломления n и различными скоростями их течения v. И если представленная теория верна, то при любом наборе трех параметров наблюдаемый сдвиг интерференционных полос должен быть вдвое меньше расчетного по классическому правилу сложения скоростей жидкой среды и распространяющегося в ней света. Но это еще не вся аргументация за улучшенное воспроизведение опыта 1851 года, показавшего, что квадра-скорость является характеристикой прозрачной среды и в движущемся оптическом теле свет распространяется также, как в покоящемся.

Для спонсоров важна информация, непосредственно связанная со специальной теорией относительности, сменившей теорию Френеля, якобы подтвержденную экспериментом Физо.

В 1907 году физик Лауэ вывел формулу с коэффициентом $k = 1 - \dfrac{1}{n^2}$ из релятивистского закона сложения скоростей: $\dfrac{c_n + v}{1 + c_n v/c^2} \approx (c_n + v)(1 - \dfrac{nv}{c}) = c_n + v - \dfrac{v}{n^2} - \dfrac{v^2}{nc} \approx c_n + kv$. И может показаться, что закон слева и формула справа одинаково верны для скорости c^* света, бегущего по световоду, удаляющемуся от излучателя со скоростью $v \ll c$. Однако при $c^* = c$ правила Эйнштейна и Френеля противоречат друг другу.

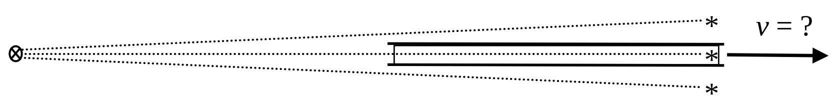

Рис. 5.

В самом деле, равенство $c^* = c$ означает, что относительно источника световод имеет скорость v, при которой свет внутри него перемещается «голова к голове» со светом снаружи. То есть, световой фронт, проникший в кристалл со стороны лазера, не разрывается. Остается найти значение v, обеспечивающее сплошность светового фронта.

Из релятивистского закона $c^* = \dfrac{c_n + v}{1 + c_n v/c^2}$ при $c^* = c$ выходит $v = c$, что неприемлемо из-за единственности решения, не зависящего от коэффициента преломления n. Напротив, формула Френеля $c^* = c_n + v\left(1 - \dfrac{1}{n^2}\right)$ при $c^* = c$ дает $v = c\dfrac{n}{n+1}$, откуда $v = \dfrac{c}{2}$ – минимальная из возможных скоростей световода, отвечающая значению $n = 1$. То есть, с требованием неразрывности светового фронта математическая модель Френеля начинает работать при скорости $v = \dfrac{c}{2}$, исключая ровно половину из множества скоростей от нулевой до световой в части, удовлетворяющей условию $v << c$, на котором построен вывод Лауэ.

В итоге оптика движущихся тел оказывается формально противоречивой, а специальная теория относительности выглядит безотчетной попыткой спасти понятие скорости, не свойственное кинематике света, средствами геометрии и хронометрии, принципиально бесполезными из-за антропоморфизма псевдофизических категорий пространства и времени, основанных на аксиоме непрерывности.