Дискусія

ВІДНОСНИЙ РУХ СОЛІТОНІВ У СВІТЛОНОСНОМУ ЕФІРІ

Чаварга М.М..

Ужгородський національний університет. 88 000, м. Ужгород, вул. Підгірна, 46,
тел. (0312) 66 37 26, E-mail: chavarga@mail.uzhgorod.ua

Виявлено помилки в математичній частині спеціальної теорії відносності. Отримано перетворення координат простору і часу в припущенні, що всі елементарні частки, з яких складаються матеріальні тіла, являють собою солітонні утворення світлоносного ефіру. Отримано зворотні перетворення, а також вираз для додавання швидкостей, що відрізняються від відповідних формул безефірної відносності. Показано, що відповідно до пропонованої точки зору інтерференційна картина в експериментах з інтерферометром Майкельсона не повинна залежати від орієнтації приладу. Отримано формулу для ефекту Допплера на основі припущення, що фотони являють собою солітонні утворення світлоносного ефіру.

1.Вступ

Відомо, що перше знайомство з основними ідеями спеціальної теорії відносності в більшості випадків супроводжується почуттям здивування, відчуттям порушення здорового глузду, або навпаки – передчуттям близького прориву до нового рівня розвитку інтелекту, до нового розуміння світобудови, доступного далеко не всім. Це відчуття змушує багатьох знову і знову сідати за вивчення нескладної, загалом, як у фізичному, так і в математичному планах теорії. Наскільки нам відомо, за неповних сто років існування теорії до неї не було пред'явлено претензій в математичному плані – тут начебто усе є бездоганним. Претензії пред'являлися в основному з позиції здорового глузду. От як писав на цю тему відомий вчений, професор Чикагського університету Вільям Макміллан: «Ми, сучасне покоління, занадто нетерплячі, щоб чого-небудь дочекатися. За сорок років, що пройшли після спроби Майкельсона зафіксувати рух Землі відносно ефіру, ми відмовилися від усього, чому нас вчили раніше, створили постулат, найбільш безглуздий із усіх, які ми тільки змогли придумати, і створили неньютонівську механіку, що узгоджується з цим постулатом. Досягнутий успіх – чудова данина нашій розумовій активності та гостроті нашого розуму, але немає впевненості, що нашому здоровому глузду», 1927 р [1].

Подібних прикладів можна привести дуже багато, в тому числі і висловлювання вчених такого рівня як Шредінгер або Ейнштейн, але ці висловлювання так і не змогли вплинути на долю теорії. Не змогли вплинути на долю теорії і ряд парадоксів, таких як парадокс близнюків, парадокс жердини і сараю і т.д. Причина полягає, очевидно, в експериментальному підтвердженні зроблених з теорії висновків – наприклад, про збільшення маси матеріальних об'єктів у міру збільшення їхньої швидкості, чи експериментальне спостереження поперечного ефекту Допплера. Очевидно, що висунення гіпотези, з якої б випливали ті ж самі висновки, але в рамках здорового глузду, може стати серйозним аргументом у відповідних наукових дискусіях.

В даній роботі нами зроблена спроба проаналізувати математичну частину теорії. В математиці помилки визнаються, як правило, легше, ніж в фізиці. При цьому помилки, пов'язані з загубленим знаком, або неправильно взятим інтегралом і т.п. виявляються досить швидко і легко визнаються. Набагато важче обстоїть справа з помилками, пов'язаними з трактуванням змісту вхідних у формули величин, або з обгрунтуванням законності тієї чи іншої операції. Один з найбільш важливих моментів, які обговорюються в даній роботі, пов'язаний з трактуванням фізичного змісту перетворень Лорентца. В результаті проведеного аналізу ми прийшли до висновку, що перетворення Лорентца не можуть мати загальновідомого вигляду у випадку, якщо і просторові і часові перетворення застосовуються до аналізу однієї і тієї ж ситуації. В зв'язку з цим ми хочемо тут загострити увагу читача на тому, що простіше всього буде, якщо опонент зможе довести зворотне. При цьому ситуацію бажано зобразити графічно, щоб було видно кожну деталь (кожну фізичну величину), оскільки відомо, що «диявол ховається в деталях».

2. Фізичний зміст перетворень Галілея і Лорентца

Можна вважати очевидним, що якщо з якої-небудь фізичної теорії випливають висновки, що суперечать здоровому глузду, потрібно шукати помилку. Якщо цю помилку просто так знайти не вдається, потрібно шукати її знову і знову – рано чи пізно вона буде знайдена. Пам'ятаючи, що «диявол, як правило, ховається в деталях», аналізу потрібно піддавати кожен крок на шляху побудови теорії. Керуючись цією настановою, проаналізуємо докладно питання фізичного змісту перетворень Лорентца.

Враховуючи важливість проблеми, інтерес до неї відносно широкого кола читачів, а також певні труднощі, пов'язані із сприйняттям теорії відносності, розглянемо спочатку основні положення класичної теорії, яка базується на поняттях абсолютного простору, абсолютного часу і на припущенні, що простір і час є незалежними субстанціями.

По суті справи, основний зміст, основне призначення теорії відносності заключається в зіставленні точок зору з різних систем координат, які рухаються одна відносно одної, на деякий факт (або процес). При такій процедурі зіставленню піддаються в першу чергу дві базові величини – координати простору і часу. Отже, в теорії відносності існують дві основні задачі – це знаходження математичних виразів перетворень простору і часу. Всі інші задачі розв'язуються уже на базі цих перетворень.

Класична теорія відносності побудована Галілеєм, і виходить з припущення, що існує абсолютний простір, і абсолютний час, а система координат, пов'язана з цим простором, є виділеною. Всі інші системи можуть відносно неї рухатися – або рівномірно і прямолінійно (інерційні системи), або нерівномірно. Другим постулатом класичної теорії є припущення, що геометричні розміри твердих тіл не залежать від їх швидкості руху відносно евклідового простору. Третім постулатом є припущення, що темп ходу хронометра також не залежить від стану його руху відносно евклідового простору. Як класична, так і спеціальна теорія відносності Ейнштейна побудовані для інерційних систем.

Треба підкреслити особливо, що теорії відносності будуються для співставлення даних (результатів) вимірювань величин простору і часу. Це означає, що на осях координат повинні бути мітки, і ці мітки повинні співпадати між собою, якщо обидві системи знаходяться в одному і тому ж стані руху. Що стосується хронометрів, то для них в одному і тому ж стані повинні співпадати темпи ходу, а при дослідженні тривалості протікання якого-небудь процесу вони повинні бути запущені в хід і зупинені одночасно.

Для знаходження просторових перетворень розв'язують задачу, в якій зіставляють виміряні значення координати x довільно обраної точки A в системі K, яка вважається нерухомою, із значенням координати x' цієї ж точки, але в системі K', яка рухається відносно K зі швидкістю V, рисунок 1. Виміри проводять два спостерігачі – кожен в своїй системі. Хронометри запускаються в хід одночасно в момент, коли початки систем співпадають – в точці $x=0$. В довільно обраний момент часу t спостерігачі синхронно знімають покази своїх хронометрів (або зупиняють їх), а також фіксують свої результати просторових вимірювань. За час t початок системи K' переміститься до точки B з координатою x_1. Результатами вимірів K будуть величини x, x_1 і t, на основі яких буде знайдено величину $V = x_1 / t$. Результатами вимірів K' будуть величини x', $-x'_1$ і t', на основі яких буде знайдено величину $V' = -x'_1 / t'$.

В класичній теорії відносності величина $O'x'$ чисельно (по кількості проміжків між мітками) дорівнює величині BA. Це дає нам право записати: $x' = x - Vt$. Разом з припущенням, що $t' = t$ ми отримуємо прямі перетворення Галілея для просторової і часової координат, при цьому в перетвореннях часової координати відсутня залежність від положення точки A – від координати x:

$$\left.\begin{aligned} x' &= x - Vt \\ t' &= t \end{aligned}\right\} \qquad (2.1)$$

Оскільки величини x_1 і $-x_1'$ чисельно рівні, враховуючи, що $t' = t$, можна знайти величину швидкості за даними вимірів рухомого спостерігача: $V' = V$. На основі цього ми можемо отримати зворотні перетворення Галілея – математичний вираз, який представляє точку зору спостерігача K' на процес його руху відносно системи K. Очевидно, що і в прямих і в зворотних перетвореннях штриховані і нештриховані величини повинні знаходитись по різні сторони знака рівності:

$$\left.\begin{aligned} x &= x' + V' \cdot t' \\ t &= t' \end{aligned}\right\} \qquad (2.2)$$

Як бачимо, зворотні перетворення відрізняються від прямих тільки знаком перед величиною V, що є цілком зрозумілим. Величини x' і $V't'$ залежать від моменту їх вимірювання, але таким чином, що їх сума залишається постійною і рівною x.

Тепер ще раз звернемо увагу читача на питанні фізичного змісту величин, що входять в перетворення Галілея. Фізичний зміст цих величин був закладений в перетворення при їх виводі. Отже: x – це значення координати довільним чином обраної точки A на осі системи K (насправді координата точки A задається умовами задачі, яку нам треба розв'язати – якщо це куток нашої кімнати, то x=10 *метрів*, а якщо в умові задачі йдеться про далеку зірку, то x може дорівнювати 10^{15} *метрів* і т.д.). Величина t – це довільно обраний момент часу, в який ми вирішили поцікавитись значенням просторової координати точки A в рухомій системі (очевидно, що момент часу також задається умовами задачі). Величини x і t ніяк не зв'язані між собою – наприклад, через 10 *секунд* після звірки хронометрів ми можемо поцікавитись координатою x' точки x=1 *метр*, а можемо поцікавитись і точкою x= 10^{30} *метрів* (або обома точками відразу, а чому б і ні?), але це ніяк не вплине на величину t', навіть якщо темп ходу рухомого хронометра є відмінним від темпу ходу нерухомого, тобто, якщо в другому рівнянні системи (2.1) перед величиною t потрібно ставити якийсь коефіцієнт. Далі, x' – це значення просторової координати точки A в системі K', величина, виміряна в системі K' в момент t. Величина t' – результат вимірювання хронометром в рухомій системі тривалості процесу руху цієї системи відносно K, якщо за даними вимірів в системі K тривалість цього ж процесу дорівнює t. Далі ми побачимо, що такий докладний виклад класичної теорії і фізичного змісту величин, що входять в перетворення Галілея, не був зайвим.

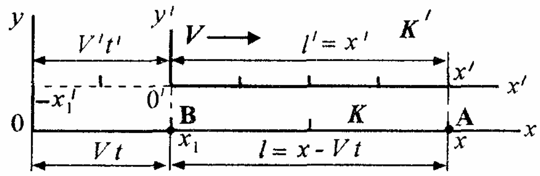


Рис.1. До виводу перетворень Галілея і Лорентца.

Як відомо, спеціальна теорія відносності побудована на ідеї, що закони фізики повинні мати однаковий вигляд у всіх інерційних системах. Математичні вирази, які дозволяють перерахувати значення просторових і часової координат з однієї системи в іншу так, що форма законів фізики, в тому числі і рівнянь Максвелла, при цьому не змінюється, називають перетвореннями Лорентца. Перетворення Лорентца для просторової координати мають вигляд:

$$x' = \frac{x - Vt}{\sqrt{1 - V^2 / C^2}} \qquad (2.3)$$

Як бачимо, ліва частина і чисельник правої частини виразу (2.3) представляють собою не що інше як перетворення Галілея. Оскільки при малих швидкостях знаменник рівняння (2.3) близький до одиниці, говорять, що перетворення Лорентца переходять в перетворення Галілея, а механіка великих швидкостей – в механіку Ньютона. Знаменник (2.3), таким чином, відповідає за ступінь "негалілеєвості" перетворень Лорентца – чим більша швидкість, тим менший знаменник, тим густішими стають мітки на осі рухомої системи. Якраз така ситуація зображена на рисунку 1, де мітки на осі x' в два рази густіші за мітки на осі x. Із сказаного ми можемо зробити висновок, який не повинен підлягати сумніву (який власне ніким і не піддавався сумніву), що фізичний зміст величин в перетвореннях Лорентца повинен бути такий самий, як і в перетвореннях Галілея.

Як і в випадку перетворень Галілея, друге рівняння перетворень Лорентца повинне зв'язувати величину тривалості t якого-небудь процесу, виміряного хронометром в системі K, з величиною часу t' того ж процесу, але виміряного хронометром у системі K'. Очевидно, що для коректного зіставлення величин t і t', прилади, що вимірюють ці величини, повинні бути запущені в хід одночасно, інакше ні про яке порівняння не може бути і мови. Рисунок 1 відповідає ситуації, в якій хронометри були запущені в хід одночасно в точці $x=0$. Відомі перетворення Лорентца для часової координати мають вигляд:

$$t' = \frac{t - \frac{V}{C^2}x}{\sqrt{1 - V^2 / C^2}} \qquad (2.4)$$

В літературі вирази (2.3) і (2.4) об'єднують фігурною дужкою і називають перетвореннями Лорентца. Об'єднання виразів фігурною дужкою однозначно означає, що всі вхідні в формули однаково позначені величини мають один і той же зміст. Якщо так, то величина x у виразі (2.4) має той самий зміст, що і в (2.3), тобто має зміст координати довільним чином обраної точки A, рисунок 1. З одного боку це означає, що часові перетворення Лорентца при малих швидкостях не можуть перейти в перетворення Галілея – навіть якщо знаменник (2.4) близький до одиниці, при великих значеннях x формула (2.4) не перейде в $t'=t$, <u>але ж повинна переходити!</u>. Тільки у випадку, якщо $V=0$, або $x=0$, вираз (2.4) перейде у $t'=t$, але теорія відносності будується для $V\neq 0$, і не тільки для точки $x=0$. Тут злий жарт над фізиками і математиками зіграла простота аналізу цієї формули. На перший погляд здається очевидним, що якщо V прямує до нуля (V/C^2 при цьому ще швидше прямує до нуля), то це ніби призводить до того, що значення Vx/C^2 також прямує до нуля. Однак неважко побачити, що насправді це не так – для виразу Vx/C^2 ситуація залежить ще і від величини x. Оскільки просторові перетворення Лорентца при $V\to 0$ переходять в перетворення Галілея, психологічно ми налаштовані побачити цей же результат і для перетворень часу, внаслідок чого помилка залишалася не поміченою багато років.

З другого боку, якщо x в (2.4) має той самий зміст, що і в (2.3), то виходить, що величина вимірюваного часу в рухомій системі залежить від того, якою точкою в даний момент ми цікавимося, що є абсурдним, бо хронометр, хай навіть рухомий, не може знати, якою точкою ми цікавимось, щоб відповідно до цього узгодити свій темп ходу. Із (2.4) видно, що ми завжди можемо підібрати таке значення x, тобто поцікавитися такою точкою, що t' вийде рівним нулю (хронометр K' взагалі зупинився), більшим за t, або навіть з від'ємним знаком (стрілки хронометра K' крутилися в зворотному напрямку!).

Якщо ж і цей аргумент не сприймається, пояснимо сказане на конкретних цифрах. Віддаль у 10 мільярдів світлових років ($\approx 10^{26}$ *метрів*) є цілком реальною фізичною величиною – з такої віддалі спостерігаються квазари. Нехай в рівнянні (2.3) $x = 10^{16}$ *метрів*, тобто величина на 10 порядків менша (щоб був запас для її збільшення). Нехай K' рухається мимо K зі швидкістю 900 *м/с* (швидкість сучасного літака). Нехай далі хронометр в системі K був включений 100 *сек*. При вказаних вище значеннях x, V, і t, а також швидкості світла $3 \cdot 10^8$ *м/с* знаменник (2.4) буде близьким до одиниці, а чисельник стане рівним нулю. Звідси маємо результат $t'=0$, тобто хронометр в K' за півтора хвилини не встигне зробити жодного коливання! Більше того, якщо при вказаних параметрах в (2.4) замість x підставити величину, більшу за 10^{16} *метрів*, то одержимо $t'<0$, що відповідає зворотному ходу хронометра. Ніщо не забороняє нам підставити в (2.4) замість x величину з від'ємним знаком – в такому випадку ми одержимо $t'>t$. Ніхто також не може звинуватити нас в тому, що ми використали нереальні величини – всі цифри "заземлені" і вираз (2.4) при них не переходить в якусь невизначеність, як, наприклад, у випадку, коли $V \to C$.

З усього цього ми можемо зробити дуже важливий висновок: величина x у рівнянні (2.4) в загальному випадку не може представляти ту ж саму величину, що і в рівнянні (2.3), отже, не може бути позначеною тим же символом x, якщо вирази (2.3) і (2.4) застосовуються для аналізу однієї і тієї ж ситуації, тобто поєднуються фігурною дужкою в систему рівнянь. Ми вважаємо, що це є основний, ключовий момент, який визначив напрямок розвитку теорії, так багатої на парадокси.

Несуперечливе тлумачення змісту величини x одержимо, якщо припустимо, що у виразі (2.4) вона відповідає відстані, на яку переміститься система K' за час t, тобто до точки x_1, рисунок 1. Обгрунтування цього припущення буде дано дещо нижче. Тепер ми бачимо, що чим довше буде включений хронометр K, тим більшим вийде значення x_1 і, відповідно, тим більшим буде значення t', тобто t' повинно бути пропорційним не величині x, а величині x_1, значення якої залежить від моменту виміру, $x_1 = Vt$. Враховуючи сказане, формулу (2.4) можна спростити, підставивши в неї замість x величину Vt:

$$t' = \frac{t - \frac{V}{C^2} Vt}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}} = \frac{t\left(1 - \frac{V^2}{C^2}\right)}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}} = t\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}} \qquad (2.5)$$

Математичному виразу (2.5) відповідає «лабораторна робота», в якій проводилися виміри тривалості процесу руху системи K' від точки $x = 0$ до точки x_1, причому виміри проводилися в обох системах координат. Як бачимо, величина x, що міститься у формулі (2.3), і яка вибирається довільно, тепер відсутня, і це добре узгоджується зі здоровим глуздом, оскільки тривалість процесу вимірювання (значення величини t) задається тільки умовами задачі і ні від чого не залежить. Якщо тепер в (2.5) підставити $V = 900$ *м/с*, $t = 100$ *с* і $C = 3 \cdot 10^8$ *м/с*, то одержимо $t' = 99{,}999\ 999\ 999\ 55$ *сек*, тобто $t - t' \approx 4{,}5 \cdot 10^{-10}$ *сек*, що є цілком правдоподібним. Більше того, сучасна техніка дозволяє досить надійно зафіксувати таку величину.

Таким чином, ми бачимо, що (2.3) і (2.4) представляють математичні описи різних процесів вимірювання, різних «лабораторних робіт», і якщо ми хочемо записати їх разом, тобто об'єднати фігурною дужкою, позначення понять потрібно привести у відповідність одне одному. Оскільки цю операцію ми вже здійснили в (2.5), перетворення просторових координат і часу при зіставленні точок зору з різних систем координат відносно одного і того ж процесу повинні мати вигляд:

$$\left.\begin{aligned} x' &= \frac{x - V\cdot t}{\sqrt{1 - V^2/C^2}} \\ t' &= t\sqrt{1 - V^2/C^2} \end{aligned}\right\} \qquad (2.6)$$

На перший погляд може здатися, що різниця між (2.3) + (2.4) і (2.6) не така вже й істотна, однак вона приводить до істотно різних результатів. Наприклад, нехай нам необхідно вирішити наступну задачу: визначити, яким буде результат вимірювання швидкості фотона в системі K', якщо в системі K фотон рухається відповідно до рівняння $x = Ct$.

В даному випадку (і в наступні подібні випадки) ми спочатку приведемо рішення, яке вважаємо правильним, і зразу ж приведемо варіант розв'язання цієї проблеми в літературі. В такій процедурі легше побачити момент, коли була зроблена помилка. Отже, рішення: Якщо $x = Ct$ підставити в перше рівняння системи (2.6), одержимо значення координати x' фотона в обраний момент часу t :

$$x' = \frac{(C - V)t}{\sqrt{1 - V^2/C^2}} \qquad (2.7)$$

Для знаходження швидкості фотона за даними вимірів K' треба (2.7) розділити на величину часу руху фотона до точки x' (також за даними вимірів K'). Величина часу руху фотона до точки x співпадає з величиною часу руху початку системи K' до точки x_1, а тому потрібну нам величину часу можна визначити з другого рівняння системи (2.6), котре враховує уповільнення темпу ходу рухомого хронометра, – туди просто потрібно підставити конкретне число t . Очевидно, що форма рівняння при цьому не змінюється.

$$t' = t\sqrt{1 - V^2/C^2} \qquad (2.8)$$

Значення швидкості C' за даними виміру K' одержимо шляхом ділення (2.7) на (2.8):

$$C' = \frac{x'}{t'} = \frac{C - V}{1 - V^2/C^2} = \frac{C^2}{C + V} \qquad (2.9)$$

В залежності від знака V при $V \to C$ одержимо: або $C' \to C/2$ або $C' \to \infty$. Цей результат з фізичної точки зору більш зрозумілий, ніж той, який одержують за допомогою перетворень Лорентца (2.3) і (2.4). Особливо легко зрозуміти другий висновок, якщо ми виходимо з того, що скорочення тіл в напрямку руху і зменшення темпу ходу рухомого хронометра є реальними. Скорочення тіл в напрямку руху проявляється через збільшення кількості міток, повз які пробігає фотон, а це призводить до збільшення чисельника в (2.9) (телефонні стовпи фотону починають здаватися парканом), а зменшення темпу ходу хронометрів призводить до зменшення знаменника, в результаті чого значення дробу різко зростає.

Вираз (2.9) означає, що при наявності коректно синхронізованих хронометрів на кінцях довгого стержня (або в двох пунктах на поверхні Землі, орієнтованих у напрямку «захід – схід») можна зафіксувати факт свого руху відносно нерухомої системи у випадку, якщо світловий сигнал посилається тільки в одну сторону. Насправді, як це буде показано нижче, ці виміри не можна виконати коректно в ізольованій лабораторії, якщо фізичні тіла зазнають реального скорочення в напрямку руху.

Тепер проробимо завідомо незаконну операцію. Для визначення часу руху фотона в системі K' скористаємося перетвореннями (2.4), підставивши туди замість x величину Ct , хоча нам відомо, що хронометр в системі K' не змінював темпу свого ходу відповідно до цього виразу, оскільки був нерухомим відносно системи K', тобто рухався відповідно до $x = Vt$. Інакше кажучи, хронометр не звертає уваги на об'єкти, які пролітають повз нього, хай навіть зі швидкістю світла. Саме таку операцію роблять в літературі, наприклад, в [2, 3]. Це є друга груба помилка, на якій базується спеціальна теорія відносності:

$$t' = \frac{t - \dfrac{V}{C^2}x}{\sqrt{1-\dfrac{V^2}{C^2}}} = \frac{t - \dfrac{V}{C^2}Ct}{\sqrt{1-\dfrac{V^2}{C^2}}} = \frac{t(1-V/C)}{\sqrt{1-\dfrac{V^2}{C^2}}} \qquad (2.10)$$

Якщо (2.7) розділити на (2.10), одержимо "значення швидкості фотона по мірках K' ":

$$C' = \frac{x'}{t'} = \frac{(C-V)t}{t(1-V/C)} = C \qquad (2.11)$$

Простота відповіді в (2.11) підкуповує, а тому помилка може залишатися непоміченою тривалий час, хоча наявність її багатьма відчувається інтуїтивно – з позицій філософії здорового глузду.

Інший цікавий результат, який можна одержати за допомогою системи (2.6), отримуємо при розв'язанні задачі про додавання швидкостей, тобто задачі по визначенню швидкості руху якого-небудь об'єкта, що рухається як відносно системи K, так і відносно системи K', причому виміри потрібно зробити в K і K'.

Нехай мимо системи K рухається система K' зі швидкістю V а також деякий об'єкт зі швидкістю U, причому $U > V$, тобто в системі K' об'єкт також рухається в сторону збільшення x'. Якщо досліджуваний об'єкт мав у момент часу t координату x (відповідно до $x = Ut$), то його координату x' можна визначити з першого рівняння системи (2.6) підстановкою $x = Ut$:

$$x' = \frac{x - Vt}{\sqrt{1-V^2/C^2}} = \frac{(U-V)t}{\sqrt{1-V^2/C^2}} \qquad (2.12)$$

Як видно з рисунка 1, час t руху об'єкта до точки x збігається з часом руху системи K' до точки x_1, а тому показання хронометра K' можна визначити з другого рівняння системи (2.6):

$$t' = t\sqrt{1-V^2/C^2} \qquad (2.5)$$

Швидкість руху об'єкта за даними вимірів спостерігача K' одержимо, якщо (2.12) розділимо на (2.5):

$$U' = \frac{x'}{t'} = \frac{U-V}{1-\dfrac{V^2}{C^2}} \qquad (2.13)$$

Як видно з цієї формули, при $U = V$ швидкість $U' = 0$, тобто об'єкт є нерухомим відносно системи K'. При $U < V$ швидкість $U' < 0$, як і повинно бути, але при $V \to C$ швидкість $U' \to -\infty$. Останній результат добре узгоджується зі здоровим глуздом (мітки на шкалі x' стають густішими і густішими, а хронометр цокає усе повільніше і повільніше), але істотно відрізняється від результату, який одержують за допомогою формули для додавання швидкостей у безефірній відносності:

$$U' = \frac{U-V}{1-\dfrac{UV}{C^2}} \qquad (2.14)$$

В чисельниках формул (2.13) і (2.14) міститься просте правило додавання швидкостей в механіці Ньютона, згідно з якою ціна поділу шкали x' така ж, як і x, а величина вимірюваного часу не залежить від швидкості руху хронометра. Знаменники формул відповідають за «негалілеєвість перетворень», котра враховує, як скорочення тіл у напрямку руху, так і уповільнення темпу ходу рухомих хронометрів. На відміну від (2.13), в знаменнику формули (2.14) міститься величина U, тобто, коефіцієнт "негалілеєвості" залежить не тільки від швидкості системи, але ще й від швидкості об'єкта, який рухається мимо обох систем. По суті справи, наявність величини U в знаменнику (2.14) означає, що якщо спостерігач K' одночасно вимірює швидкість руху відносно себе декількох об'єктів (а чому б ні?), його хронометр повинен самостійно визначати, яким об'єктом в даний момент цікавиться його хазяїн, і яка швидкість об'єкта, щоб сповільнювати свій хід відповідно до швидкості руху цього об'єкта. Абсурдність такої вимоги є очевидною.

Формулу (2.14) у літературі одержують в тій самій процедурі, яку ми використали для виводу (2.13), тільки при цьому використовують перетворення (2.4), куди замість x підставляють Ut, але ми вже з'ясували, що така підстановка некоректна – хронометр K' не може погоджувати темп свого ходу зі швидкістю об'єкта, який пролітає повз нього, тим більше, якщо об'єктів декілька та ще й з різними швидкостями. Це третя некоректність *математичної частини безефірної* теорії відносності.

Як бачимо, використання перетворень координат простору і часу, в яких усі величини узгоджено, тобто системи (2.6), приводить до виразу для визначення швидкості світла в рухомій системі координат (2.9), а також до виразу для додавання швидкостей рухомої системи і об'єкта (2.13), які істотно відрізняються від відповідних формул у спеціальній теорії відносності, але добре узгоджуються зі здоровим глуздом.

Оскільки критерієм істинності є практика, для перевірки правильності отриманих виразів і зроблених з них висновків потрібно ставити питання про експериментальне їхнє підтвердження. З формули (2.9) випливає, що факт свого руху відносно евклідового простору можна встановити в експериментах по вимірюванню швидкості світла між двома пунктами шляхом посилання електромагнітного сигналу спочатку в одну сторону, а потім у протилежну. При цьому результати вимірів повинні відрізнятися, оскільки в знаменниках величину V беремо один раз зі знаком (–), а другий раз зі знаком (+). Такі експерименти потребують наявності в пунктах спостереження синхронізованих хронометрів. Неважко показати [4], що в рухомій системі не можна коректно виконати синхронізацію шляхом посилання електромагнітних синхроімпульсів з пункту, розміщеного посередині між пунктами спостереження. Більш того, помилка виходить якраз такою, що в підсумку отримуємо правильний результат для нерухомої системи координат. Те ж саме виходить і в випадку, якщо один із хронометрів замінити дзеркалом. Нижче ми ще повернемося до аналізу цієї проблеми.

3. Перетворення координат простору і часу для ефірних солітонів

3.1. Перетворення часу

Інший можливий варіант перевірки висновків теорії відносності пов'язаний з відомими експериментами з використанням інтерферометра Майкельсона. Як показав ще Лорентц, результати інтерференційних *досліджень можна пояснити*, якщо допустити, що всі *фізичні тіла* зазнають в напрямку руху відповідного скорочення. Оскільки Лорентц розвивав концепцію світлоносного ефіру, фізичну причину скорочення (реального скорочення) намагалися побачити в дії «ефірного вітру», для виявлення якого і ставилися інтерференційні досліди. При цьому додатково виникало питання – чому дія ефірного вітру не заважає виконанню закону інерції, який дуже добре підтверджується астрономічними спостереженнями.

Нижче ми спробуємо показати, що кінці з кінцями можна звести, якщо допустити, що фотони, а також усі «тверді» елементарні частки, з яких складаються матеріальні тіла, являють собою солітонні утворення світлоносного ефіру. «Тверді» частки можна уявити собі у вигляді обмежених по всіх координатах (в межах сфери, що відповідає розмірам частинки) хвильових утворень, у вигляді специфічних стоячих електромагнітних хвиль. Фотони можна уявити собі у вигляді хвильових утворень, обмежених по двох координатах до розмірів порядку λ, але таких, що мають можливість поширюватися по третій координаті без втрат енергії і без зміни форми. изменения формы. Нагадаємо, що здатність хвилевих утворень переміщуватися в середовищі, в якому вони сформовані, без зміни форми і без втрати енергії руху – це основні признаки солітонів. З'ясування питання, як цей образ узгоджується з різного виду інтерференційними і дифракційними дослідами, може стати предметом окремої розмови. Тепер же відзначимо, що пропоновані образи дають просте і наочне тлумачення корпускулярно-хвильового дуалізму як фотонів, так і твердих часток в рамках класичної фізики, а це вже питання не менш принципової ваги, ніж те, яке ми тепер розглядаємо.

Що стосується питання, яким чином в твердому ефірі можуть рухатися макротіла без втрат енергії (тобто чому закон інерції виконується строго), то в рамках пропонованої точки зору відповідь одержуємо автоматично, оскільки макротіла тепер ми повинні розуміти як ансамблі електромагнітних солітонів. Автоматично відпадає і питання про ефірний вітер, а ефект скорочення тіл в напрямку руху виглядає природним, не потребуючим зусиль для стиску матеріальних тіл і не пов'язаним з напруженнями в розумінні науки про опір матеріалів.

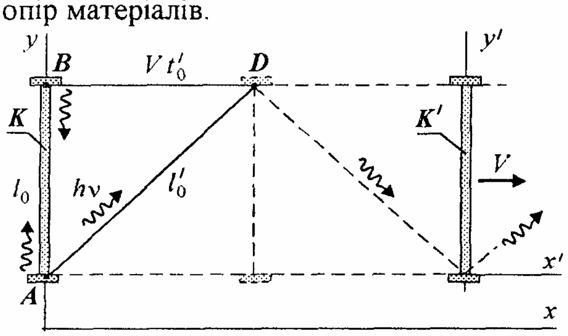


Рис.2. Уповільнення темпу ходу фотонного хронометра, що рухається відносно ефіру.

Спробуємо тепер з'ясувати, якими повинні бути перетворення координат простору і часу, якщо всі матеріальні тіла і фотони являють собою солітонні утворення світлоносного ефіру. Власне кажучи, ми повинні обґрунтувати законність запису системи (2.6). Спочатку розглянемо питання перетворення часу. Уявимо собі, що в нас є два хронометри у вигляді довгих, твердих (таких, що складаються з ефірних солітонів) стержнів із двома дзеркалами на кінцях. Між дзеркалами бігає фотон, сповіщаючи кожного разу про своє прибуття цоканням, рисунок 2. Першим цю конструкцію запропонував, мабуть, Лорентц, [5]. Один із хронометрів є нерухомим відносно ефіру, а другий рухається зі швидкістю V. Нехай в момент $t = 0$, коли положення стержнів співпадали, на рухомому і нерухомому стержнях були випущені фотони в напрямку точки B. Фотон, випущений на рухомому стержні, одержує додатковий імпульс в напрямку x, а тому в результаті буде рухатися по лінії AD. Очевидно, що його швидкість вздовж AD дорівнює C, тобто швидкості світла в нерухомому ефірі. Розглянемо рух цих двох фотонів. З рисунка видно, що:

$$l_0 = C \cdot t_0 \quad \text{і} \quad l'_0 = C \cdot t'_0 \tag{3.1}$$

де: l_0 – довжина стержнів у напрямку y, t_0 – час руху фотона вздовж нерухомого стержня, l'_0 – довжина шляху фотона, випущеного на рухомому стержні, t'_0 – час, необхідний фотонові для подолання відстані l'_0.

Співвідношення між t_0 і t'_0 визначити неважко:

$$(C \cdot t'_0)^2 = (C \cdot t_0)^2 + (V \cdot t'_0)^2 \tag{3.2}$$

$$\text{звідки:} \quad t'_0 = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \dfrac{V^2}{C^2}}} = \frac{t_0}{\sqrt{q}} \tag{3.3}$$

де, для спрощення запису

$$q = 1 - \frac{V^2}{C^2} \tag{3.4}$$

Підкреслимо, що t_0 і t'_0 – проміжки абсолютного часу протікання зовні схожих, але різних по суті процесів, причому обидві величини виміряні в одній і тій же системі координат, одним і тим же хронометром, нерухомим відносно ефіру. Уявно спостерігаючи зі сторони за обома фотонами, ми бачимо, як поширення хвильового процесу вздовж осі y в рухомій системі сповільнюється, і саме ефір є фізичною причиною уповільнення. Якщо «тверді» елементарні частки – це хвильові утворення ефіру, то цей висновок стосується і коливного процесу в цих частках, і взагалі будь-якого фізичного процесу, оскільки будь-який фізичний процес із пропонованої точки зору пов'язаний в остаточному підсумку з поширенням деформацій ефіру.

Кількісну міру уповільнення темпу протікання фізичних процесів, в тому числі і темпу ходу хронометра, неважко визначити за допомогою приладу, зображеного на рисунку 2. Спробуємо виміряти за допомогою цього хронометра тривалість якого-небудь процесу (наприклад, час переміщення вздовж нерухомого стержня матеріальної точки). Нехай тривалість руху цієї точки від одного кінця до іншого складає Δt за даними вимірювань в системі координат K. Промінь світла в хронометрі K пройде за цей час відстань $C\Delta t$, а тому число цокань годинника можна визначити як:

$$n = \frac{C \cdot \Delta t}{l_0} \qquad (3.5)$$

де l_0 – довжина стержнів, або шлях фотона в нерухомому хронометрі.

В зв'язку зі сталістю швидкості світла, фотон в хронометрі K' за час Δt пройде ту ж саму відстань у нерухомому ефірі, але по ламаній, зиґзагоподібній лінії. Оскільки $l'_0 > l_0$, число коливань n' хронометра K' виявиться меншим. Не час уповільнюється – це абсолютно некоректний вираз – а зменшується кількість коливань хронометра. Враховуючи (3.5) маємо:

$$n' = \frac{C \cdot \Delta t}{l'_0} = \frac{C \cdot \Delta t \cdot l_0}{l_0 \cdot l'_0} = n \cdot \frac{l_0}{l'_0} \qquad (3.6)$$

де l'_0 – довжина шляху в нерухомому ефірі, пройденого фотоном, випущеним в хронометрі K' за один хід.

Враховуючи (3.1), (3.3) і (3.6) маємо:

$$n' = n \cdot \frac{C \cdot t_0}{C \cdot t'_0} = n \cdot \frac{t_0}{t_0 / \sqrt{q}} = n \cdot \sqrt{q} \qquad (3.7)$$

Таким чином, гіпотеза світлоносного ефіру автоматично приводить до висновку про уповільнення темпу ходу рухомого відносно ефіру годинника. Співвідношення між n і n' – це співвідношення між результатами вимірів тривалості одного і того ж фізичного процесу, але хронометрами в різних системах координат. В зв'язку з цим, надалі замість n і n' ми будемо користуватися більш звичними позначеннями t і t', які в літературі використовуються для позначення вимірюваного часу в нерухомій і рухомій системах координат відповідно.

$$t' = t\sqrt{q} = t\sqrt{1 - V^2 / C^2} \qquad (3.8)$$

Формула (3.8) збігається з (2.5) не тільки по зовнішньому вигляду, але і по фізичному змісту вхідних у неї величин. Таким чином, законність запису (2.5) можна вважати доведеною. Формулу (3.8) неважко також привести і до виду (2.4), якщо врахувати, що в системі K виконується $x = Vt$, де x має зміст значення координати початку системи K' в момент часу t, тобто збігається з величиною x_1 на рисунку 1.

$$t' = t\sqrt{q} = \frac{t\left(1 - \dfrac{V^2}{C^2}\right)}{\sqrt{q}} = \frac{t - \dfrac{V}{C^2} Vt}{\sqrt{q}} = \frac{t - \dfrac{V}{C^2} x}{\sqrt{q}} \qquad (3.9)$$

Дуже важливо, що для виводу (3.9) ніяких інших припущень, крім припущення про існування світлоносного ефіру й абсолютного часу, нам не знадобилося. Підкреслимо, що ми не шукаємо фізичного змісту вхідних в перетворення (3.9) величин, оскільки всі вони одержали своє тлумачення ще до виводу (3.9), нагадаємо тільки, що фізичний зміст величини x в цій формулі не співпадає з її змістом в формулі для перетворень просторової координати перетворень Лорентца (2.3). Іншими словами, вирази (2.3) і (3.9) не можна об'єднувати фігурною дужкою в систему рівнянь – це було б грубою помилкою.

3.2. Перетворення координат простору

Тепер спробуємо з'ясувати, якими повинні бути перетворення просторових координат, якщо матеріальні тіла складаються з ефірних солітонів. Можна вважати очевидним, що розміри солітонів повинні зменшуватися в напрямку їх руху, інакше коливний процес в солітоні повинен був би в цьому напрямку поширюватися зі швидкістю, що перевищує швидкість поширення коливань в цьому середовищі (в ефірі – швидкість світла). Що стосується кількісної міри зменшення розмірів солітонів, то з теорії солітонів відомо [6], що вони дійсно зменшуються в напрямку руху відповідно до співвідношення:

$$l = l_0\sqrt{1-\frac{V^2}{V_0^2}} \qquad (3.10)$$

де: V – швидкість руху солітона, V_0 – швидкість поширення звуку в середовищі, в якому сформовано солітон, l_0 – розмір нерухомого солітона l – розмір солітона, що рухається зі швидкістю V.

Формула 3.10 – це практично єдиний результат, котрий ми використали з теорії солітонів. Оскільки ми розглядаємо ситуацію в світлоносному ефірі, замість V_0 ми повинні підставити швидкість світла C, а тому розміри електромагнітних солітонів в напрямку руху повинні змінюватися відповідно до:

$$l = l_0\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}} = l_0\sqrt{q} \qquad (3.11)$$

причому ці зміни не уявні, а реальні. З цієї формули випливає, що спостерігач в системі K буде бачити спостерігача K' скороченим (сферу буде бачити еліпсоїдом обертання, тобто буде бачити реальну картину), але спостерігач K' буде бачити спостерігача K потовщеним (тобто бачити уявну картину). Очевидно, що оскільки K' ніякого насильства над собою не відчуває (ніяких напружень в смислі науки про опір матеріалів), він буде бачити себе незмінним. Більш того, внаслідок цього він має право вважати себе нерухомим в абсолютному просторі.

При розв'язанні задачі про зіставлення геометричних розмірів тіл в рухомій і нерухомій системах координат ми завжди маємо на увазі, що порівнювані тіла в свій час були коректно зіставлені. На практиці цю умову виконати, мабуть, неможливо, оскільки для цього, як мінімум, потрібно уміти встановити, що ми знаходимося в нерухомому стані відносно ефіру. Як максимум, треба бути здатним такий стан забезпечити. Для розв'язання задачі по зіставленню геометричних розмірів потрібно визначити, скільки міток на осі системи K займає рухоме тіло (яка величина проекції тіла K' на осі K), або, інакше кажучи, скільки абсолютного простору в напрямку руху займає рухоме тіло. Як це зробити практично, ми не знаємо, але, на щастя, математика цього від нас і не вимагає.

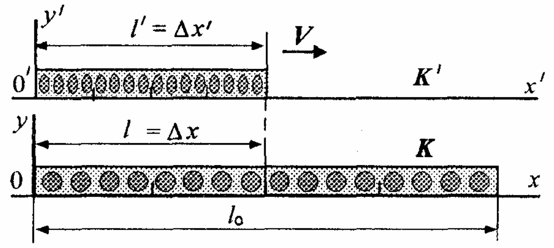


Рис.3. Скорочення твердого стержня, що рухається відносно ефіру, є реальним і визначається скороченням розмірів солітонів в напрямку руху.

Нехай мітки нанесені на двох однакової довжини твердих (складених із солітонів) стержнях довжиною l_0 у нерухомій системі координат. Після цього один із стержнів розганяємо до швидкості V, і вимірюємо його довжину відносно першого стержня в момент, коли ліві кінці стержнів збігаються і знаходяться в початках своїх систем координат, рисунок 3. Довжину укороченого стержня (кількість проміжків між мітками на осі K) позначимо через l, через l' позначимо його довжину в системі K'. Зв'язок між l і l_0 дається формулою (3.11). Ця формула записана для системи K, і всі вхідні в неї величини (l, l_0, V і C) виміряні в одиницях нерухомої системи. Оскільки кількість міток і проміжків між ними не залежить від стану руху тіла, l' чисельно дорівнює l_0. Це значить, що таким буде результат виміру довжини стержня в рухомій системі, просто одиниці виміру там інші. Той факт, що спостерігач K' цього не помічає, оскільки його лінійка скоротилася точно в тій же пропорції, що і вимірюваний стержень, ця вже інша справа – в цьому одна з особливостей відносності руху в світлоносному ефірі.

Враховуючи, що зв'язок між l і l_0 задається виразом (3.11), а також, що l_0 чисельно дорівнює l', маємо:

$$\left.\begin{aligned} l &= l_0 \cdot \sqrt{q} \\ l_0 &= l' \end{aligned}\right\} \qquad (3.12)$$

Звідки $$l' = \frac{l}{\sqrt{q}} \qquad (3.13)$$

Формула (3.13) – це, по суті справи, окремий випадок перетворень Лорентца (випадок, коли початки координат систем K і K' збігаються), оскільки відрізки l і l' можна розуміти і як координати x та x'. На відміну від (3.11), вираз (3.13) пов'язує величини вимірів одної і тої ж кількості абсолютного простору, але виконаних в різних системах координат, тобто, представляє різні точки зору на одну і ту ж проблему. Цим результатом ми скористаємося для виводу виразу для загального випадку.

Нехай перед нами поставлено задачу визначити, яке чисельне значення буде мати координата x деякої точки A (точки в абсолютному просторі) по мірках системи, що рухається (в довільний момент часу t), якщо рухома система має швидкість V відносно ефіру, а також якщо математичну (нестисливу) координату x' замінити фізичною (складеною із солітонів), ціна поділки якої залежить від швидкості руху відносно ефіру. Очевидно, що результат буде залежати від часу виміру, оскільки одна із систем увесь час рухається, а також від того, коли і в якому місці на координатних осях були поставлені нульові відмітки. Нехай нульові відмітки на осях координат поставлені в одній і тій же точці ефіру в момент часу, що також приймається рівним нулю для обох систем, рисунок 1. За деякий проміжок часу t система K' переміститься на відстань Vt – до деякої точки B. Координата x точки A не зміниться, але координата x' цієї ж точки стане іншою ніж у момент t=0 . Оскільки точки A і B нерухомі відносно ефіру, відстань між ними можна позначити через l у системі K , і через l' у системі K'. Ми вже встановили, що в цьому випадку співвідношення між l' і l задається формулою (3.13), тобто $l' = l/\sqrt{q}$. Враховуючи, що $l = x - Vt$, і $x' = l'$, маємо:

$$x' = l' = \frac{l}{\sqrt{q}} = \frac{x - V \cdot t}{\sqrt{q}} \qquad (3.14)$$

І по формі, і по змісту ця формула співпадає з перетвореннями Лорентца для просторової координати (3.3), фізичний зміст вхідних в неї величин є зрозумілим з рисунка 1. Ця формула дозволяє вирахувати (для довільного моменту часу t) значення координати x' деякої точки, що має значення x у нерухомій системі, якщо відома швидкість V руху системи K', а також якщо хронометри запущені в хід у момент, коли нульові поділки на осях x та x' співпадали. Який би ми процес не розглядали з точок зору рухомого і нерухомого спостерігачів, нам обов'язково потрібно буде зробити звірку хронометрів і лінійок, в результаті чого ми припишемо саме такий зміст перетворенням (3.14). При будь-якому іншому трактуванні перетворення Лорентца не зможуть трансформуватися в перетворення Галілея.

4. Зворотні перетворення просторових координат і часу

Що стосується зворотних перетворень, то для їхнього виводу ми повинні подивитися на ситуацію з точки зору K'. Як і раніше, будемо вважати, що обоє спостерігачів вміють коректно вимірювати у своїх системах відстань і час (що в них наявні коректно синхронізовані хронометри), і що при дослідженнях руху якого-небудь об'єкта вони можуть запустити і зупинити хронометри в потрібний момент. Це значить, що ми не цікавимося реальними можливостями дослідників, наприклад, можуть вони або не можуть в принципі здійснити синхронізацію хронометрів тими чи іншими засобами. Ми не цікавимося також проблемою одночасності подій – вона виникає при рішенні проблеми експериментальної перевірки гіпотези, а це вже зовсім інша задача, розв'язання якої залежить від наших технічних можливостей, які сьогодні в нас одні, а завтра можуть бути зовсім іншими. Для прикладу, коли ми говоримо, що з пункту A в пункт B рухався об'єкт відповідно до рівняння $x=Vt$, то при цьому не цікавимося питанням хто, як, якими засобами і з якою точністю вимірював ці величини. Математика в цьому випадку виходить з того, що виміри проводяться з абсолютною точністю, а передача інформації відбувається миттєво.

Нехай K' досліджує процес руху початку координат своєї системи відносно K, рис. 4. Це, власне кажучи, той самий процес, що досліджував K для виводу прямих перетворень.

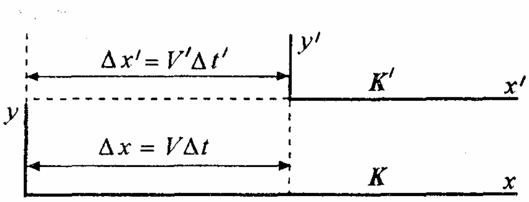


Рис. 4. До виводу зворотних перетворень Лорентца.

За час Δt початок системи K' зміститься на відстань $V\Delta\, t$. Якщо свій годинник спостерігач K' запустив у момент, коли $x' = x = 0$, то час руху своєї системи відповідно до (2.5) або (3.8) він зафіксує як $\Delta t' = \Delta t \cdot \sqrt{q}$, а свою швидкість руху визначить за результатами своїх вимірів $V' = \Delta x'/\Delta t'$. Оскільки $\Delta x'$ і Δx займають одну і ту ж кількість ефіру, між ними існує зв'язок, що визначається виразом (3.13):

$$\Delta x' = \frac{\Delta x}{\sqrt{q}} \tag{4.1}$$

<u>де q виміряне в одиницях системи K.</u>

або: $$V' \cdot \Delta t' = \frac{V \cdot \Delta t}{\sqrt{q}}$$

Звідси:

$$V' = \frac{V \cdot \Delta t}{\Delta t' \cdot \sqrt{q}} = \frac{V \cdot \Delta t}{\Delta t \cdot \sqrt{q} \cdot \sqrt{q}} = \frac{V}{q} \tag{4.2}$$

Це означає, що на думку K' (за даними його вимірів) він рухається швидше відносно K, швидше, ніж це випливає з вимірів K. Результатом (4.2) ми скористаємося для одержання зворотних перетворень координати x. Відповідно до прямих перетворень

$$x' = \frac{x - V \cdot t}{\sqrt{q}} \tag{3.14}$$

Розв'язуючи це рівняння відносно x, підставляючи сюди (4.2) а також $t = t'/\sqrt{q}$ маємо:

$$x = (x' + V' \cdot t')\sqrt{q} \tag{4.3}$$

Як бачимо, наші зворотні перетворення істотно відрізняються від прямих. Якщо в прямих величина $\sqrt{q}$ міститься в знаменнику, то в зворотних – у чисельнику. Цей наш результат добре узгоджується зі здоровим глуздом (якщо оптична система в одну сторону збільшує зображення, то в зворотному напрямку зменшує), але не узгоджується з результатом, який одержують в безефірній відносності, де зворотні перетворення мають вигляд:

$$x = \frac{x' + V \cdot t'}{\sqrt{q}} \tag{4.4}$$

Структура перетворень (4.4), по суті справи, така ж, як і в прямих, тобто в (3.14). Заміна знаку перед величиною V в чисельнику (3.14) відповідає руху K' у зворотному напрямку, але це не робить зворотними перетворення – зворотні перетворення повинні представляти точку зору K' на деякий факт або процес, який представляють прямі перетворення. Інакше кажучи – штриховані і нештриховані величини повинні знаходитись по різні сторони знака рівності. Як видно з (4.4), для даного випадку ця умова не виконується. Крім цього, у чисельнику (4.4) наявна незвичайна величина Vt'. З рисунка 4 видно, що величини Vt і $V't'$ мають ясний фізичний зміст, але який зміст має величина $V{\cdot}t'$, яка представляє добуток результатів вимірів у різних системах координат? На прикладі (4.4) ми спостерігаємо чергову некоректність в математичній частині безефірної відносності.

Якщо уважно подивитися на (4.3), то можна прийти до висновку, що і наші перетворення не є зворотними в повному розумінні слова. Справа в тому, що спостерігач K' самостійно може визначити x', V', t', U' і навіть C, хоча C належить іншій системі, але він не може визначити V, котре міститься в $\sqrt{q}$. Цілком можливо, що повноцінні зворотні перетворення, в яких штриховані і нештриховані величини знаходяться по різні сторони знака рівності, принципово не можна одержати. Для спостерігача K' формула (4.3) є рівнянням з двома невідомими. Ми вважаємо, що такий результат є простим наслідком того, що у твердоефірній відносності нерухома система є виділеною.

Сказане відноситься і до зворотних перетворень часу, які можна одержати з (2.5), розв'язавши це рівняння відносно t , але і в цьому випадку ми не одержимо повноцінні зворотні перетворення, оскільки в правій частині виявляться змішані одиниці – штриховані і нештриховані.

5. Вимірювання швидкості світла в рухомій системі

Тепер повернемося до аналізу формули (2.9), котра визначає результати вимірів швидкості світла в системі K' за один прохід фотоном відстані x . Відповідно до цієї формули можна експериментально зафіксувати факт свого руху відносно світлоносного ефіру, не виходячи при цьому за межі лабораторії. Як уже говорилося вище, ці експерименти можна здійснити при наявності двох синхронізованих хронометрів в пунктах посилки і прийому світлових сигналів. Неважко показати, що синхронізація хронометрів посилкою електромагнітних сигналів з центра не є коректною [4], і приводить до одержання значення C , яке точно співпадає з його значенням у нерухомій системі (зацікавлений читач може в цьому переконатися самостійно). Інший спосіб синхронізації годинників (наприклад, за допомогою стороннього джерела сигналів – пульсара, або іншого космічного об'єкта), є важкоздійсненним – при швидкості руху землі 30 *км/сек* і відстані між пунктами спостереження 30 *км* різниця в часі проходження світлового сигналу (зі сходу на захід і навпаки) повинна складати приблизно $2 \cdot 10^{-8}$ *сек.* Сучасна техніка може забезпечити вимірювання такої величини з великим запасом, але чи можна виконати задачу триангуляції так, щоб можна було забезпечити необхідну точність, видається дуже сумнівним. Крім того, для розв'язання цієї задачі дуже бажано, щоб пульсар із придатними параметрами знаходився в місці перетину осі обертання Землі і небесної сфери, тобто на небесному полюсі. Проблема ускладнюється ще і прецесією та нутацією земної осі. Важко повірити в те, що Вищі Сили піклуються нашими проблемами відносності руху і організують для нас потрібної нам якості пульсар в потрібному місці, в потрібний нам час.

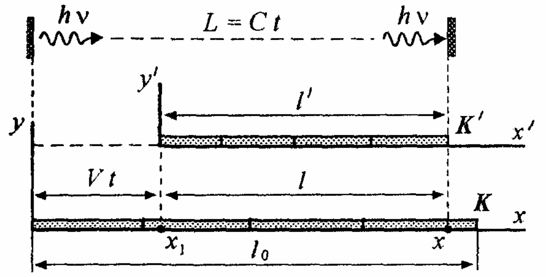


Рис.5. Визначення швидкості фотона відносно системи K'. За час t система переміститься до точки x_1, а фотон – до точки x . Рухомий стержень укоротився, але кількість міток на ньому залишилося такою ж, як і в стані спокою, тобто чисельно $l' = l_0$.

Враховуючи сказане, розглянемо процес вимірювання швидкості світла в рухомій системі у випадку, якщо хронометр на одному кінці замінено дзеркалом. Нехай відомо, що довгий стержень, котрий мав у нерухомому ефірі l_0 проміжків між мітками, розігнано до швидкості V відносно ефіру. Нехай в момент $t=0$, $t'=0$, при $x=0$ і $x'=0$ з початку координат K' був випущений фотон в напрямку руху системи, рис.5. За час t , за який фотон наздожене втікаюче дзеркало, система K' встигне зміститися на відстань Vt . Шлях

L , який за цей час подолає фотон, виявиться рівним:

$$L = Vt + l \qquad (5.1)$$

де l – довжина рухомого стержня по мірках нерухомої системи, або ж величина його проекції на нерухомій осі (виміряна в нерухомих одиницях).

Позначимо через l' довжину цього ж стержня, виміряну в K'. Очевидно, що кількість міток на стержні не залежить від стану його руху. Це значить, що l_0 чисельно дорівнює l'. Оскільки l і l' займають одну і ту ж кількість абсолютного простору, зв'язок між ними визначається співвідношенням (3.13):

$$l = l'\sqrt{q} = l_0\sqrt{q} \qquad (5.2)$$

Враховуючи це, замість (5.1) можна записати:

$$L = Vt + l_0\sqrt{q} \qquad (5.3)$$

Оскільки $L = Ct$, можна визначити абсолютний час руху фотона від $x = 0$ до $x = x$, – він же час руху початку системи K' до точки x_1.

$$Ct + Vt + l_0\sqrt{q}$$

$$t(C - V) = l_0\sqrt{q}$$

$$t = \frac{l_0\sqrt{q}}{C - V} \qquad (5.4)$$

Позначимо величину цього часу через t_1 :

$$t_1 = \frac{l_0\sqrt{q}}{C - V} \qquad (5.5)$$

По цій величині ми можемо визначити, який результат виміру часу одержить K'. Оскільки t_1 і t'_1 мають той самий зміст, що і Δt_1 та $\Delta t'_1$ відповідно (обидва хронометри запущені в хід одночасно), ми можемо записати:

$$t'_1 = t_1\sqrt{q} = \frac{l_0 q}{C - V} \qquad (5.6)$$

При русі фотона в зворотну сторону час його руху визначається із співвідношення $l = Vt_2 + Ct_2$, отже:

$$t_2 = \frac{l_0\sqrt{q}}{C + V} \qquad (5.7)$$

Спостерігач K' визначить цю величину як:

$$t'_2 = t_2\sqrt{q} = \frac{l_0 q}{C + V} \qquad (5.8)$$

Оскільки спостерігач K' не помічає свого руху відносно ефіру, він вважає, що фотон пройшов шлях $2l'$, чисельно рівний $2l_0$ – подвійній довжині нерухомого стержня. Це число він підставить у чисельник при обробці результатів вимірів. У знаменник він підставить $t'_1 + t'_2$, а тому його результат вимірювання швидкості фотона виявиться наступним:

$$C^* = \frac{2 \cdot l_0}{t'_1 + t'_2} = \frac{2 \cdot l_0}{\frac{l_0 \cdot q}{C - V} + \frac{l_0 \cdot q}{C + V}} = C \qquad (5.9)$$

Як бачимо, отриманий результат істотно відрізняється від (2.9). Зовсім незначне вдосконалення методики призвело до того, що в експерименті стало можливим визначення швидкості поширення фотона в нерухомій відносно ефіру системі, але разом з неприємною проблемою синхронізації хронометрів від нас вислизнула і можливість встановлення факту руху нашої системи відносно світлоносного ефіру. Причина полягає в тому, що збільшення часу руху фотона відносно стержня в одну сторону компенсується зменшенням часу руху його в протилежну сторону. Крім того, рухомий стержень вкорочений, причому якраз настільки, що в середньому (за два проходи) виходить правильний результат для нерухомої системи, але неправильний, природно, для рухомої, в якій проводилися виміри.

Спробуємо тепер зорієнтувати стержень перпендикулярно його руху. В цьому випадку довжина стержнів виявиться в обох системах однаковою – як чисельно, так і фактично. Визначимо для початку кількість абсолютного часу t, необхідного для поширення сигналу в одну сторону – по діагоналі AD, рисунок 2.

З рисунка видно, що:

$$C^2t^2 = l_0^2 + V^2t^2 \qquad (5.10)$$

звідси:

$$t = \frac{l_0}{C\sqrt{q}} \qquad (5.11)$$

Спостерігач K визначить швидкість фотона в такий спосіб:

$$C^* = \frac{L}{t} = \frac{Ct}{t} = C \qquad (5.12)$$

Спостерігач K' замість L підставить l', яке чисельно дорівнює l_0. Замість t його хронометр виміряє:

$$t' = t\sqrt{q} \qquad (5.13)$$

а тому результат його вимірів і обчислень, враховуючи (5.11), виявиться наступним:

$$C^* = \frac{L'}{t'} = \frac{l_0}{t\sqrt{q}} = C \qquad (5.14)$$

Як бачимо, у випадку, коли стержень орієнтований перпендикулярно напрямку його руху, результати вимірів швидкості фотона чисельно збігаються в обох системах навіть за один прохід фотона. Маючи ці результати, ми можемо проаналізувати експерименти з інтерферометром Майкельсона.

6. Робота інтерферометра Майкельсона, побудованого з ефірних солітонів

Для того, щоб інтерференційна картина в приладі Майкельсона не залежала від орієнтації приладу відносно напрямку руху Землі, потрібно, щоб час руху фотона (по мірках нерухомої системи, тобто абсолютний час) в обох плечах приладу «туди і назад» не залежав від орієнтації приладу. Проаналізуємо роботу інтерферометра в припущенні, що він складається з ефірних солітонів. Це значить, що скорочення плеча приладу в напрямку руху ми вважаємо не уявним, а реальним, хоча для цього і не потрібно прикладати зовнішні сили. Тут доцільно згадати, яким оцінкам піддавалася в свій час гіпотеза Фітцджеральда – Лорентца: "Отсюда вытекает следующая общая гипотеза (необоснованность и смелость которой поистине поражают)...Гипотеза сокращения кажется настолько поразительной – спору нет, почти абсурдной – потому, что сокращение не есть следствие каких-либо сил и играет роль некоторого сопровождающего движение обстоятельства. Однако это возражение не удержало Лорентца от включения новой гипотезы в его теорию", [3].

Ми вважаємо, що Лорентц заслуговує більш шанобливого відношення до його переконань, а що стосується "некоторого сопровождающего движение обстоятельства", то з пропонованої точки зору воно є не тільки реальним, але і пояснюється простою властивістю солітонів, сформованих в світлоносному ефірі.

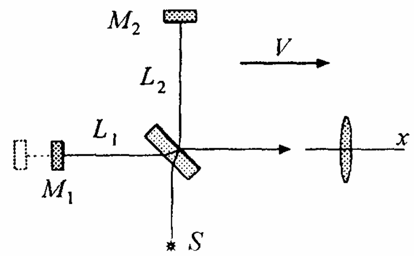


Рис.6. Інтерферометр Майкельсона. Плече L_1 укорочене, оскільки прилад складається з ефірних солітонів.

Нехай у нас є інтерферометр, в якому промінь світла джерела S розщеплюється на напівпрозорому дзеркалі на два взаємно перпендикулярних пучки, рис.6. Нехай відомо, що в нерухомому ефірі $L_1 = L_2 = l_0$. Якщо прилад рухається відносно ефіру зі швидкістю V, то плече

L_1 виявиться вкороченим відносно L_2 відповідно до (3.11):

$$L_1 = L_2\sqrt{q} \qquad (6.1)$$

Час руху фотона від напівпрозорого дзеркала до M_1 і назад визначається сумою виразів (5.5) і (5.7):

$$t_x = t_1 + t_2 = \frac{2l_0}{C\sqrt{q}} \qquad (6.2)$$

Час руху фотона до M_2 і назад визначається подвоєною величиною (5.11):

$$t_y = 2 \cdot t = \frac{2l_0}{C\sqrt{q}} \qquad (6.3)$$

З рівності (6.2) і (6.3) ми бачимо, що абсолютний час поширення світлового сигналу «туди і назад» в інтерферометрі Майкельсона не залежить від напрямку його поширення, якщо прилад складається із солітонів світлоносного ефіру і скорочує свої розміри в напрямку руху відносно нерухомої системи відповідно до (6.1). Це означає, що інтерференційна картина в зазначених дослідах не повинна залежати від орієнтації приладу – як нерухомого, так і рухомого відносно ефіру, якщо скорочення Фітцджеральд–Лорентца є реальним. Потрібно визнати, що цей висновок є дещо несподіваним, оскільки ми хочемо бачити експериментальне підтвердження гіпотези світлоносного ефіру в тих самих дослідженнях, які в свій час вигнали ефір з підручників з фізики. Підкреслимо, що саме рівність результатів (6.2) і (6.3), які ми отримали без будь-яких спрощень, дозволяє повернути в фізику світлоносний ефір як повноцінне поняття. Ейнштейн передбачав появу цього моменту, і називав ефір "бідним пацієнтом із теоретичної фізики, в якого мінлива доля, і не можна сказати, що він уже остаточно мертвий".

Неважко показати, що і для експериментів з інтерферометром, у якого $L_1 \neq L_2$ (досліди Р.Дж. Кеннеді й Е.М. Торндайка, 1932 р), інтерференційна картина також не повинна залежати від орієнтації приладу.

7. Залежність маси тіла від швидкості. Ефект Допплера

7.1. Залежність маси тіла від швидкості

Одним з явищ, котрі вважаються підтверджуючими спеціальну теорію відносності, є залежність маси фізичного тіла від швидкості його руху. В теорії солітонів відома залежність повної енергії E солітона від швидкості V руху в середовищі, в якому він сформований, [6]:

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{1 - V^2/V_0^2}} \qquad (7.1)$$

де E_0 – внутрішня енергія нерухомого солітона, V_0 – швидкість звуку.

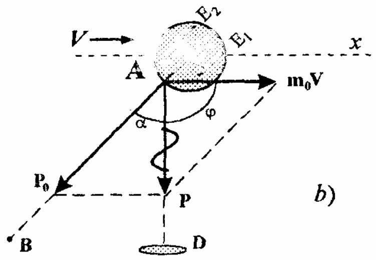
Якщо ми дотримуємось ідеї, що інертна маса – це міра сконцентрованої в частці енергії, то повинні визнати, що в міру збільшення швидкості тіла, його маса повинна зростати за рахунок збільшення кінетичної енергії. В цьому випадку замість E і E_0 у (7.1) потрібно підставити mc^2 і m_0c^2 відповідно, де m – релятивістська маса. Замість V_0^2 потрібно підставити C^2 і ми одержимо відому формулу залежності маси тіла від швидкості.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - V^2/C^2}} \qquad (7.2)$$

Цю формулу можна отримати і іншим шляхом, не використовуючи при цьому результат (7.1) із теорії солітонів, [4].

7.2. Ефект Допплера

Іншим явищем, яке вважається підтверджуючим спеціальну теорію відносності, є ефект Допплера, зокрема, так званий поперечний ефект Допплера. Розглянемо це явище з точки зору глянемо це явище з точки зору нерухомої системи.



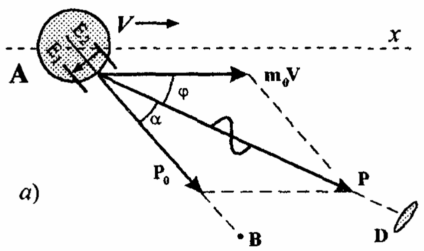


Рис.7. Випромінювання фотона рухомим атомом. *a*) – загальний випадок, *b*) – поперечний ефект Допплера.

Нехай джерело випромінювання (збуджений атом) рухається відносно ефіру в напрямку x зі швидкістю V, рисунок 7. Нехай далі атом A випромінює фотон в напрямку точки B. Якби атом був нерухомим, імпульс фотона мав би деяке значення P_0, а фотону можна було б приписати певну масу m_0 – як міру сконцентрованої в ньому енергії при переході атома зі стану E_2 в E_1. Оскільки атом рухається в напрямку x, фотон одержить у цьому напрямку додатковий імпульс m_0V, внаслідок чого замість кута $\varphi + \alpha$ він буде поширюватися під деяким кутом φ до напрямку руху атома – в напрямку до приладу D.

Очевидно, що:

$$\overline{P} = m_0\overline{V} + \overline{P_0} \qquad (7.3)$$

Внаслідок додавання імпульсів результуючий імпульс P має значення, відмінне від P_0. Відповідним чином зміниться і частота фотона ν. Рівняння (7.3), враховуючи рисунок 7, в скалярному вигляді можна записати як:

$$P_0^2 = P^2 + (m_0 \cdot V)^2 - 2 \cdot P \cdot m_0 \cdot V \cdot \cos\varphi \qquad (7.4)$$

Враховуючи, що $P = \frac{h\nu}{C}$; $P_0 = \frac{h\nu_0}{C}$; $m_0 = \frac{E_0}{C^2} = \frac{h\nu_0}{C^2}$ маємо:

$$\nu_0^2 = \nu^2 + \nu_0^2 \cdot \frac{V^2}{C^2} - 2 \cdot \nu \cdot \nu_0 \cdot \frac{V}{C} \cdot \cos\varphi \qquad (7.5)$$

або:

$$\nu^2 - \nu\frac{2 \cdot \nu_0 \cdot V \cdot \cos\varphi}{C} - \nu_0^2\left(1 - \frac{V^2}{C^2}\right) = 0 \qquad (7.6)$$

Розв'язуючи це рівняння відносно ν знаходимо:

$$\nu_{1,2} = \frac{\nu_0 V \cos\varphi}{C} \pm \sqrt{\frac{\nu_0^2 V^2 \cos^2\varphi}{C^2} + \nu_0^2\left(1 - \frac{V^2}{C^2}\right)} \qquad (7.7)$$

Формулу (7.7) після нескладних перетворень можна представити в більш простому вигляді:

$$\nu = \nu_0\left(\frac{V}{C} \cdot \cos\varphi + \sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}\sin^2\varphi}\right) \qquad (7.8)$$

При $\varphi = 90°$ $\cos\varphi = 0$, $\sin\varphi = 1$, а формула (7.8) описує поперечний ефект Допплера:

$$\nu = \nu_0\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}} \qquad (7.9)$$

Ця формула добре підтверджується експериментально, Айвс, 1938 р, [7]. З точки зору фізичного змісту в цій формулі немає нічого незвичайного, якщо виходити з того, що фотон являє собою солітонне утворення, обмежене в просторі розмірами порядку λ. Кут спостереження φ може дорівнювати 90° у двох випадках: а) якщо $V \to 0$, в цьому випадку

$\nu \to \nu_0$, б) якщо фотон випускається під деяким кутом назад відносно швидкості V – під кутом $\varphi+\alpha$, рис.7, *b*. Очевидно, що в цьому випадку $\nu < \nu_0$, і це добре узгоджується з формулою (7.9), оскільки імпульс фотона, випроміненого назад по відношенню до напрямку руху, менший, ніж P_0. Як бачимо, причина того, що ефект Допплера спостерігається і під прямим кутом до напрямку руху випромінювача, зовсім проста. По суті справи, поперечний ефект нічим принципово не відрізняється від поздовжнього.

При $\varphi = 0$, $\cos\varphi = 1$, $\sin\varphi = 0$, а формула (7.8) приймає вигляд:

$$\nu = \nu_0\left(\frac{V}{C}+1\right) \qquad (7.10)$$

Формула (7.10) описує добре відомий в оптиці поздовжній ефект Допплера, [7, (с. 657), 8, (с.440)]. Цікаво відзначити, що максимальне збільшення частоти фотона відповідно до цієї формули можливе тільки з коефіцієнтом 2. Фізично це пов'язано з відсутністю у фотона маси спокою, інакше при $V \to C$ маса фотона відповідно до (7.2) зростала б до нескінченності. У формулі для ефекту Допплера це повинно було б проявитися як зростання до нескінченності частоти ν фотона. Треба відмітити, що експериментальне вивчення поздовжнього ефекту Допплера проводилось тільки до швидкостей $\sim 10^6$ *м/с*. Очевидно, що якби вдалося провести експерименти до більших швидкостей, і якби при великих швидкостях підтвердилася залежність (7.10), то в астрофізиці це мало б вирішальне значення для теорії Всесвіту, що розширяється. Червоному зміщенню, яке в астрономії спостерігається з коефіцієнтом, більшим ніж 2, прийдеться шукати інше пояснення – наприклад, радіаційне "тертя".

Що стосується аналізу ситуації з точки зору рухомої системи, то в цьому випадку зіткнення рухомого приладу (спектрометра, або фотокатода) з фотоном, що рухається відносно напрямку руху приладу під деяким кутом $\varphi+\alpha$, буде сприйматися як зіткнення з фотоном, що має імпульс $\overline{P} = m_0\overline{V} + \overline{P_0}$, але під деяким кутом φ, тобто ми знову одержуємо рівняння (7.3). Це означає, що за допомогою ефекту Допплера, в тому числі і поперечного, не можна встановити, рухається спостерігач відносно нерухомого в ефірі джерела, або навпаки.

Висновки

На закінчення цієї роботи ми хочемо сказати, що фізична картина світу з пропонованої точки зору виходить трохи моторошною. Існує нескінченний (у трьох вимірах) і дуже «твердий» ефір, в якому неможливим є будь-який рух крім хвильового. Існує кілька типів хвильових об'єктів, в тому числі і здатних бути нерухомими в ефірі, притягувати або відштовхувати собі подібних. Причину притягання або відштовхування (наявність електричних зарядів) можна наочно пояснити здатністю деяких типів солітонів «згущувати» або «розріджувати» гратку світлоносного ефіру. Мова йде не про викривлення "абстрактного, пустого математичного простору", а про деформування реальної фізичної субстанції – ефіру.

Сам ефір повинен, очевидно, мати якусь структуру, причому елементи цієї структури також повинні мати інерцію, інакше коливний процес не пояснити (цілком можливо, що тут відкриваються якісь нові горизонти). Існує також нескінченний час. На певному етапі, за певних умов, солітони різних сортів можуть створити комбінацію, здатну спочатку триматися разом і збільшувати число собі подібних. Так утворюються тверді тіла.

На певному етапі розвитку у деяких комбінацій солітонів з'являється здатність до збільшення числа подібних до себе комбінацій, до відтворення собі подібних з матеріалу інших солітонів, тобто до розмноження, а також до самовдосконалення. На наступному етапі розвитку удосконалені відповідно до навколишнього середовища комбінації солітонів починають мислити, усвідомлювати себе, писати, читати...

З одного боку, картина, звичайно, незатишна, але, з іншого боку, дивлячись на далеку зірку, можна відчути себе далеким її родичем – ніхто не може заперечувати, що деякі його електрони, протони, нейтрино або навіть цілі атоми колись не належали цій зірці. На крайній випадок, очевидно, що випущені зіркою фотони поглинаються в момент спостереження сітківкою наших очей і стають частиною нас самих. Дивлячись на Сонце, корисно думати, що це найближчий наш родич, як по відстані, так і «по крові» – по кількості наших солітонів, що колись належали Сонцю.

Людство не раз уже зазнавало шоку в подібних ситуаціях. Спочатку ми дізналися, що Земля не плоска і не є центром Всесвіту. Потім виявилось, що ми – всього лиш комплекси білкових сполук, до того ж ще й походимо від мавп. Тепер же виходить, що і білкові сполуки в свою чергу – це всього лише комплекси хвилевих утворень нескінченного і твердого ефіру.

Як один із підсумків можна також підкреслити, що твердоефірна відносність вільна від парадоксів, а парадокс – це або невірний висновок з теорії, або хрест на самій теорії. У пропонованій відносності не існує парадокса близнюків, оскільки близнюк, який рухається відносно ефіру, старіє повільніше, бо для нього всі фізичні процеси уповільнені. Близьким фізичним аналогом до цього процесу може служити тривале перебування живого організму при температурі, близькій до абсолютного нуля. З точки зору біології час для цього організму зупинився.

У твердоефірній відносності не існує також відомого парадокса жердини і сараю, які в нерухомому відносно ефіру стані мають однакові розміри. Якщо рухається жердина, то вона поміститься в сараї, якщо рухається сарай – то жердина не поміститься, і т.д., [9].

Образ твердих часток як електромагнітних солітонів не узгоджується, звичайно, з образом точкових або майже точкових об'єктів, якими в даний час вважаються багато часток, наприклад електрони. В зв'язку з цим відразу виникає питання, яким чином в атомах можуть поміститися декілька десятків «великих» електронів. Крім цього, ясно, що солітонна модель не узгоджується з імовірнісною інтерпретацією фізичного змісту ψ-функції хвильового рівняння, а образ фотона як солітонного утворення з розмірами порядку λ, на перший погляд не узгоджується з більшістю інтерференційних дослідів. Відповіді на ці питання вимагають окремої розмови. Ми хочемо тут виразити свою впевненість, що рано чи пізно відповіді на ці питання будуть знайдені, і деякі з них (досить правдоподібні) приведені в [4].

Література

1.Гарднер М. Теория относительности для миллионов. – Москва:.Атомиздат,1966. – 192 с.

2.Эйенштейн А. Собрание научных трудов в четырех томах, т.1. – Москва: Наука, 1965. – 700 с.

3. Борн М. Эйнштейновская теория относительности. – Москва: Мир,1972. – 368 с.

4.Чаварга Н.Н. Проблема рационального и иррационального в физике.– Ужгород: Патент, 1999 – 236 с.

5.Лорентц Г.А. Старые и новые проблемы физики. – Москва: Наука, 1970. – 370 с.

6. Филиппов А.Т. Многоликий солитон. – Москва: Наука, 1990. – 288 с.

7.Ландсберг Г.С. Оптика. – Москва: Наука, 1976. – 928 с.

8..Шпольский Э.В. Атомная физика. т.1. – Москва:Наука,1974. – 576 с.

9.Тейлор Э.Ф., Уилер Дж.А. Физика пространства-времени. – Москва: Мир,1971. – 320 с.

Relative Motion of Solitons in the Light-Carrying Ether

N.Chavarga

Uzhgorod National University, Pidgirna str. 46, Uzhgorod, 88000 Ukraine
tel. (0312) 66 37 26, E-mail: chavarga@mail.uzhgorod.ua

Several errors in the mathematical part of the non-ether relativity theory are found. The transformations of space and time are obtained provided that all elementary particles, of which material bodies consist, are soliton formations of the light-carrying ether. The reverse transformations, and also the formula for the composition of velocities are obtained (these formulae differ from the appropriate formulae of the non-ether relativity theory). It is shown that, in accordance with the proposed point of view, the interferential picture in the experiments with Michelson's interferometer must not depend on the orientation of the device. The formula for Doppler's effect is obtained provided that photons are soliton formations of the ether.