

ПРО ПОМИЛКОВІСТЬ ОДНОГО З ЕЙНШТЕЙНІВСЬКИХ МЕТОДІВ ОДЕРЖАННЯ ПЕРЕТВОРЕНЬ ЛОРЕНЦА

Показано, що разом із введенням у розгляд нової змінної, була введена нова система відліку, у якій не виконується ейнштейнівське правило синхронізації годинників. Використання цієї системи поряд з іншими системами, у яких це правило виконується, привело до появи в одержаних перетвореннях на місці значущої величини v прихованого нуля.

It is shown that together with new variable introduction the new reference frame was introduced in which Einstein clock synchronization rule is not followed. The use of this reference frame together with the other reference frames in which this rule is followed leads to appearance in obtained transformations of hidden zero instead of significant value v .

Навіть побіжного знайомства з працями Ейнштейна зі спеціальної теорії відносності (СТВ) достатньо, щоб відзначити його особливу увагу до методів одержання перетворень Лоренца. Про це свідчить хоча б той факт, що у чотирьох роботах різних років [1-4] він наводить повне виведення цих перетворень, причому у [1], [2] та [4] пропонує цілком відмінні один від одного методи, а у [3] – модифікований варіант методу, вже використаного у [2].

При цьому Ейнштейн ніде не обмовився про те, що ж не влаштовувало його у кожному з попередніх варіантів і заставляло перебувати у постійному пошуку нових. Сама по собі остання обставина може нічого і не означати. Але саме вона спонукала нас здійснити критичний аналіз усіх зазначених ейнштейнівських методів, щоб перевірити, чи нема в них сумнівних місць, відчуття яких заставляло б Ейнштейна так поводитися.

У даній роботі ми зупинимося на методі, запропонованому Ейнштейном у його першій праці з СТВ [1] і доведемо його помилковість.

Суть цього методу зводиться ось до чого.

Спочатку вводиться інерціальна система відліку (ICB) K та рухома відносно неї ICB k . Оскільки кожному набору значень x , y , z та t , які визначають місце та час події у ICB K , має відповідати набір ξ , η , ζ та τ , який цілком визначатиме цю подію у ICB k , то перетворення Лоренца і повинні бути тими рівняннями, які забезпечать таку відповідність.

Для їх знаходження Ейнштейн спочатку покладає

$$x' = x - vt \quad (1)$$

і визначає далі τ як функцію від x' , y , z та t . Для цього розглядається промінь світла, який посиляється з початку координат ICB k у момент часу τ_0 уздовж осі X у точку x' і відбивається звідти у момент часу τ_1 назад у початок координат, куди він потрапляє у момент часу τ_2 . Запропоноване Ейнштейном правило синхронізації годинників дає для цього випадку співвідношення

$$\frac{1}{2}(\tau_0 + \tau_2) = \tau_1 \quad (2)$$

Виписуючи аргументи функції τ , Ейнштейн перетворює (2) у співвідношення

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \left[\tau_0(0, 0, 0, t) + \tau_2(0, 0, 0, t + \frac{x'}{c-v} + \frac{x'}{c+v}) \right] = \\ = \tau_1(x', 0, 0, t + \frac{x'}{c-v}) \end{aligned} \quad (3)$$

Переходячи до нескінченно малих x' , він отримує деяке, неістотне для нас, проміжне рівняння, з якого легко знаходить величини ξ , η , ζ та τ у вигляді шуканих рівнянь перетворень Лоренца.

Тепер проаналізуємо викладений метод.

Оскільки Ейнштейн при написанні співвідношення (1) обмежився лише лаконічним "покладом $x' = x - vt$ ", то перш за все з'ясуємо фізичний зміст введеної у такий спосіб величини x' .

Уже з самого вигляду співвідношення (1), а

також з того, що τ визначається у подальшому як функція від x' , y , z та t , випливає, що x' – це нова змінна величина. І якщо введення x' з точки зору математики це лише введення нової змінної, то з точки зору кінематики – це вже введення нової системи відліку. Позначимо її як ІСВ k' і з'ясуємо, чим вона відрізняється від існуючих ІСВ K та ІСВ k .

Зі співвідношення (1) видно, що ІСВ k' рухається відносно ІСВ K з тією ж швидкістю v , що і ІСВ k . При цьому початок координат ІСВ k' збігається з початком координат ІСВ k . Зі співвідношення (1) також випливає, що при переході від нерухомої ІСВ K до рухомої ІСВ k' просторові та часові координати перетворюються за галілейськими рівняннями:

$$x' = x - vt, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t. \quad (4)$$

Це свідчить, що в ІСВ k' годинники не можуть бути синхронізовані за ейнштейнівським правилом синхронізації, оскільки світловий сигнал, який у нерухомій ІСВ K переміщується зліва направо і справа наліво зі швидкістю c , у рухомій ІСВ k' буде переміщуватися зліва направо зі швидкістю $c - v$, а справа наліво – зі швидкістю $c + v$. Уже одного цього достатньо, аби визнати недопустимим використання співвідношення (1) у методі, що аналізується.

Але перш ніж робити остаточний висновок, визначимо наскільки істотною є роль ІСВ k' у одержанні перетворень Лоренца.

Для цього продовжимо наш аналіз.

Рівняння (2) записано у ІСВ k у повній відповідності до ейнштейнівського правила синхронізації годинників і в межах СТВ є бездоганим.

Рівняння (3) – це співвідношення (2) з виписаними аргументами функції τ . Оскільки в (3) зустрічається x' , то зупинимось на цьому співвідношенні більш детально і з'ясуємо в одиницях якої з ІСВ виражені ці аргументи.

Згідно з (3), аргументами функції τ_0 є:

$$0, 0, 0, t. \quad (5)$$

Оскільки τ_0 відповідає моменту випромінювання світла з початку координат ІСВ k , з яким збігається початок координат ІСВ k' , то такий запис означає, що у момент випромінювання на годинниках ІСВ K та ІСВ k' був відлік t , тому координата акту випромінювання в ІСВ K була $x = vt$. У цьому разі співвідношення (1) дійсно дає $x' = 0$.

Отже, просторовими та часовими координатами акту випромінювання у ІСВ K є:

$$x_0 = vt, \quad y_0 = 0, \quad z_0 = 0, \quad t_0 = t, \quad (6)$$

а у ІСВ k' –

$$x'_0 = 0, \quad y'_0 = 0, \quad z'_0 = 0, \quad t'_0 = t. \quad (7)$$

Порівнюючи (6) та (7) з (5), переконаємося, що аргументами функції τ_0 у співвідношенні (3) є просторові та часові координати акту випромінювання, виражені в одиницях ІСВ k' .

Тепер розглянемо функцію τ_1 . Моменту τ_1 в ІСВ k відповідає акт відбивання світла у точці x' на додатній гілці осі абсцис. Згідно з (3), аргументами функції τ_1 є:

$$x', 0, 0, t + \frac{x'}{c - v}. \quad (8)$$

Перший аргумент, поза всяким сумнівом, є координатою цієї події в ІСВ k' . Що ж стосується часової координати, то оскільки випромінювання відбулося у точці, що має в ІСВ k' координату $x'_0 = 0$ у момент часу $t' = t$, то в ІСВ k' світло, рухаючись до точки відбивання справа наліво зі швидкістю $c - v$, здолає відстань $x' = x'_1 - x'_0$ за час

$$\frac{x'}{c - v}$$

і досягне точки відбивання x' у момент

$$t'_1 = t + \frac{x'}{c - v}.$$

Тому координати акту відбивання у ІСВ k' будуть:

$$x'_1 = x', \quad y'_0 = 0, \quad z'_0 = 0, \quad (9)$$

$$t'_1 = t + \frac{x'}{c - v}.$$

Переводячи ці координати до ІСВ K за допомогою перетворень (4), одержимо

$$x_1 = \frac{cx'}{c - v} + vt, \quad y_1 = 0, \quad z_1 = 0, \quad (10)$$

$$t_1 = t + \frac{x'}{c - v}.$$

Порівнюючи (9) та (10) з (8), переконаємося, що аргументами функції τ_1 у співвідношенні (3) є просторові та часові координати акту відбивання, виражені в одиницях ІСВ k' .

Тепер перевіримо аргументи функції τ_2 . Згідно з (3), вони такі:

$$0, 0, 0, t + \frac{x'}{c - v} + \frac{x'}{c + v}. \quad (11)$$

Моменту τ_2 в ІСВ k відповідає акт повернення світла у початок координат. Оскільки початки координат ІСВ k та ІСВ k' збігаються, то x -ва координата цієї події у ІСВ k' буде $x'_2=0$. Оскільки від точки x' , у якій сталося відбивання, світло повертається у початок координат ІСВ k' справа наліво зі швидкістю $c+v$, то на подолання відстані x' йому потрібен час

$$\frac{x'}{c+v}.$$

Тому воно опиниться у початку координат ІСВ k' у момент

$$t'_2 = t'_1 + \frac{x'}{c+v} = t + \frac{x'}{c-v} + \frac{x'}{c+v}.$$

Отже, координати акту повернення світла у початок координат ІСВ k , виражені в одиницях ІСВ k' , будуть такими:

$$\begin{aligned} x'_2 = 0, \quad y'_2 = 0, \quad z'_2 = 0, \\ t'_2 = t + \frac{x'}{c-v} + \frac{x'}{c+v}. \end{aligned} \quad (12)$$

Перераховуючи ці координати до ІСВ K за допомогою перетворень (4), одержуємо:

$$\begin{aligned} x_2 = v \left(t + \frac{x'}{c-v} + \frac{x'}{c+v} \right), \\ y_2 = 0, \quad z_2 = 0, \\ t_2 = t + \frac{x'}{c-v} + \frac{x'}{c+v}. \end{aligned} \quad (13)$$

Порівнюючи (12) та (13) з (11), переконуємося, що аргументами функції τ_2 у співвідношенні (3) є координати акту повернення світла, виражені в одиницях ІСВ k' .

Отже, незважаючи на те, що про ІСВ k' ні слова не сказано у методі, який ми проаналізували, ця система відіграє в ньому найважливішу роль, оскільки всі аргументи функції τ виражені саме в її одиницях, а не в одиницях ІСВ K , як того вимагає логіка одержуваних перетворень від ІСВ K до ІСВ k .

Тепер з'ясуємо до яких наслідків привело введення ІСВ k' .

Оскільки ІСВ k' рухається відносно ІСВ K з тією ж швидкістю, що і ІСВ k , і при цьому початки координат і всі осі ІСВ k' та ІСВ k збігаються, то у кінематичному відношенні ці системи нерозрізніми. І все ж, у ІСВ k світло рухається у прямому та зворотному напрямі зі швидкістю c , а у ІСВ k' – відповідно з $c-v$ та з $c+v$. Така відмінність недопустима з точки зору принципу постійності швидкості світла, який декларує одну і ту ж величину c у всіх напрямках для всіх без винятку ІСВ. Вказана відмінність усувається лише при умові $v=0$.

Тобто, використовуючи у співвідношенні (3) поряд з релятивістською залежністю між величинами τ_0 , τ_1 та τ_2 , яка має місце в ІСВ k , ще і класичну залежність між величинами x' , y' , z' та t' , яка має місце в ІСВ k' , Ейнштейн цим софістично зануляє швидкість v і вводить у всі подальші рівняння методу, у яких зустрічається символ v , у тому числі і в одержані перетворення Лоренца, прихований нуль.

Усе це дозволяє зробити висновок, що розглянутий нами метод помилковий. Разом із тим, не можна не підкреслити, що сама по собі помилка, про яку йшлося у даній роботі, ніяк не позначається на місці перетворень Лоренца у сучасній електродинаміці. Оскільки відомо понад два десятки оригінальних методів одержання цих перетворень, то факт помилковості одного з них ще не означає помилковості самих перетворень Лоренца.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Ейнштейн А.* К электродинамике движущихся тел // Собр. науч. тр.: В 4 т. - М.: Наука, 1965. - Т.1. - С.7-35.
2. *Ейнштейн А.* О принципе относительности и его следствиях // Собр. науч. тр.: В 4 т. - М.: Наука, 1965. - Т.1. - С.65-114.
3. *Ейнштейн А.* Принцип относительности и его следствия в современной физике // Собр. науч. тр.: В 4 т. - М.: Наука, 1965. - Т.1. - С.138-164.
4. *Ейнштейн А.* О специальной и общей теории относительности (общедоступное изложение) // Собр. науч. тр.: В 4 т. - М.: Наука, 1965. - Т.1. - С.530-600.