

## ДВА АРГУМЕНТИ ПРОТИ ПРИНЦИПУ ВІДНОСНОСТІ В ЕЛЕКТРОДИНАМІЦІ

Показано, що сукупний результат відомих кінематичних дослідів Майкельсона, Саньяка і Майкельсона-Гейла і сукупний результат динамічних дослідів Лебедева та Комптона є своєрідними аргументами проти принципу відносності в електродинаміці. Визначено фізичний зміст формули  $\varepsilon=mc^2$  і дано нерелятивістське тлумачення ефекту Комптона.

It is shown that the total result of well-known kinematic investigations of Michelson, Sagnac and Michelson-Gale and the total result of Lebedev and Compton dynamic investigations are peculiar arguments against relativity principle in electrodynamics. The physical sense of the formula  $\varepsilon=mc^2$  is determined and nonrelativistic interpretation of Compton effect is given.

Як відомо, головною умовою того, щоб принцип відносності виконувався в електродинаміці, є сталість швидкості світла, під якою розуміють таке:

якщо світловий процес розповсюджується вздовж  $x$  зі швидкістю  $c$ , то він буде мати цю ж саму швидкість  $c$  і відносно  $x'$ , і відносно  $x''$ , і т.д., де  $x'$  сама рухається вздовж  $x$  з постійною швидкістю  $v_1$ , а  $x''$  - з постійною швидкістю  $v_2$  і т.д.; рух системи відліку з будь-якою постійною швидкістю  $v$  не позначається на швидкості світла відносно системи відліку

(відомий постулат сталості для швидкості світла. Зауважимо, що скрізь будуть використовуватись тільки одномірні системи відліку оскільки цього в даній статті досить, а також матимемо на увазі, що швидкість  $c$  є швидкістю світла у вакуумі).

Окрім згаданої головної умови до умов виконання принципу відносності в електродинаміці зарахуємо і те, що добуток маси  $M$  будь-якого фізичного об'єкта (зокрема тіла) на квадрат швидкості світла, тобто  $Mc^2$ , має виражати повну енергію  $E$  тіла:

$$\begin{aligned} E &= Mc^2 = \\ &= M_0 c^2 / \sqrt{1 - v^2 / c^2} = E_0 / \sqrt{1 - v^2 / c^2}. \end{aligned} \quad (1)$$

При цьому

$$E_0 = M_0 c^2 \quad (2)$$

повинно бути внутрішньою енергією тіла, маса якого зростає зі швидкістю  $v$  за формулою

$$M = M_0 / \sqrt{1 - v^2 / c^2}. \quad (3)$$

Ось такі умови релятивістської інсталяції принципу відносності ми виділяємо для того, щоб, спростовуючи їх, викласти наші аргументи проти цього принципу в електродинаміці. З вибраних умов зрозуміло, що аргументи будуть взяті як з кінематики, так і з динаміки. Переходимо до викладу, власне, самих аргументів.

**1. Кінематичний аргумент.** Він є сукупним результатом трьох відомих дослідів - Майкельсона, Саньяка і Майкельсона-Гейла. Результат окремо кожного дослідів, звичайно, має своє сучасне тлумачення, яке можна знайти у першому-ліпшому відповідному посібнику з фізики [1-4]. А ось сукупний результат трьох дослідів (далі - сукупний результат), що, зрозуміло, вміщує в собі більше наукової інформації, ніж будь-яка його окрема частина, ніким ніде не розглядався. Це є певною втратою, бо він (сукупний результат), як переконаємось, вимагає суттєвих уточнень сучасних тлумачень результатів окремих дослідів, про які йдеться і фактично веде до нових трактовок останніх.

Але перш, ніж почати виклад власне сукупного результату, а з ним і кінематичного аргументу проти принципу відносності в електродинаміці, нагадаємо дещо із загальноприйнятого в трактовці результатів окремих дослідів, що стане нам у пригоді при викладі сукупного ре-

зультату.

Почнемо з того, що згадаємо: в дорелятивістській (класичній) кінематиці відносна швидкість світла визначається за формулою

$$c_{кл} = c \pm v = c(1 \pm v/c), \quad (4)$$

яка впливає з перетворень Галілея, а в релятивістській - за формулою

$$c_{рел} = (c \pm v) / (1 \pm v/c) = c(1 \pm v/c) / (1 \pm v/c) = c, \quad (5)$$

що дається перетвореннями Лоренца. Як видно з порівнянь цих формул (разом з порівняннями згаданих перетворень), відносна швидкість світла перестала бути величиною, залежною від вибору системи відліку. Світлова відносність у релятивістській кінематиці перетворилась на абсолют, так би мовити, першої (вихідної) категорії, зрозуміло, за рахунок того, що відносними стали простір і час. А це означає таке: всі кінематичні досліди в оптиці, які базуються на світловій відносності, мають давати незмінні (нульові) результати.

Але можна сказати і так: усі оптичні досліди, де результат залежить тільки від характеру відносної швидкості світла, є дослідом для свідчення того, яка з двох формул правильна, (4) чи (5), або, інакше, яка з двох кінематик правильна, класична чи релятивістська.

Як відомо, результат досліду Майкельсона нульовий, що на користь формулі (5) і що, таким чином, дає підставу говорити про кінематичне дослідне свідчення вірності релятивістської кінематики. А ось результати дослідів Саньяка і Майкельсона-Гейла не нульові, а точно відповідають розрахункам за формулою (4). Отже, вони свідчать протилежно, причому більш вагомо завдяки своєму порядку, а саме те, що правильною є формула (4) класичної кінематики, а не (5) релятивістської кінематики. Але в ситуації, коли релятивістська кінематика з її формулою (5) стала вже загально визнаною, обставина існування позитивних (не нульових) результатів кінематичних дослідів в оптиці отримала таке тлумачення: системи відліку в досліді Саньяка і Майкельсона-Гейла неінерціальні, тому результати цих дослідів не можуть розраховуватись за формулою (5), адже вона годиться тільки для інерціальної системи відліку; результати дослідів Саньяка і Майкельсона-Гейла мають своє пояснення не в спеціальній (СТВ), а в загальній (ЗТВ) теорії відносності, яка вводить поправки на сили, що діють у прискорених системах відліку.

Отже, сучасна загально визнана точка зору

на проблему двох результатів у світловій відносності зводиться до таких тверджень: світлова відносність в інерціальній системі відліку визначається за формулою (5), яку дає СТВ, а в неінерціальній вона інша, дається ЗТВ, бо існує органічний зв'язок між простором, часом і рухом у просторі-часі, конкретно такий зв'язок, що коли тіло, як система відліку, рухається прискорено, то зі ступенем прискорення виникає і з ним зростає ступінь відхилення у швидкості світла від закону сталості (5).

Саме такою за суттю є сучасна трактовка сукупного результату трьох дослідів – Майкельсона, Саньяка і Майкельсона-Гейла. Вона стає ще більш зрозумілою, якщо спробувати в думці звести кінематичні умови досліду Саньяка до кінематичних умов досліду Майкельсона.

Для цього уявимо собі ситуацію: диск, на краях якого розміщені дзеркала для виконання досліду Саньяка, має розміри орбіти Землі. Тобто шлях руху дзеркал - систем відліку, по відношенню до яких визначається швидкість світла, є за своїм характером таким шляхом, як у досліді Майкельсона. Чи буде в цьому випадку результат досліду Саньяка позитивним? Відповідь, яка виражає загально визнану релятивістську точку зору, зводиться до такого.

Оскільки в уявному досліді Саньяка шляхи для дзеркал - систем відліку в світовому просторі такі ж, як і в досліді Майкельсона, то і результат уявного досліду Саньяка повинен бути таким, як у досліді Майкельсона, тобто нульовим. Інакше кажучи, в цьому випадку повинна повністю реалізуватись сталість відносної швидкості світла, оскільки ступінь інерціальності системи відліку достатня, тобто така, як у досліді Майкельсона, де сталість відносної швидкості світла здійснюється згідно з формулою (5). А ступінь інерціальності системи відліку залежить, зрозуміло, від величини прискорення системи відліку. В сукупності згадані досліди за цими прискореннями дають такий набір умов: у досліді Майкельсона (і в уявному досліді Саньяка) відхилення від інерціальності руху дзеркал практично відсутнє; в реальному досліді Саньяка воно найбільше; у досліді Майкельсона-Гейла займає якесь проміжне значення між відхиленнями в першому і в другому досліді. Завдяки неінерціальності систем відліку в двох останніх дослідіх твердження (А) не можна розглядати як таке, що суперечить

чить результатам цих дослідів, бо з ним сумісне твердження (A'), яке є загальнорелятивістською умовою виконання твердження (A). Тому позитивні результати дослідів Саньяка і Майкельсона-Гейла потрібно розглядати як сумісні з твердженням (A).

Ось так пояснюються позитивні результати дослідів Саньяка і Майкельсона-Гейла сумісно з нульовим результатом досліду Майкельсона в теорії відносності. Переходимо до викладу сукупного результату цих дослідів.

Для цього нагадаємо, що система відліку у вигляді відповідного дзеркала в кожному досліді рухалась по замкнутому шляху, який для простоти розрахунку вважатимемо скрізь колом: у досліді Майкельсона - по колу навколо Сонця; в досліді Майкельсона-Гейла - по колу, яке описує точка поверхні Землі при добовому обертанні останньої навколо своєї вісі; в досліді Саньяка - по колу, яке описує дзеркало, закріплене на краю диска, при обертанні останнього. Радіуси цих кругових шляхів мали розміри:  $R_1=1,49 \cdot 10^{11}$  м - в досліді Майкельсона (радіус орбіти Землі);  $R_2=6,371 \cdot 10^6$  м - в досліді Майкельсона-Гейла (для спрощення розрахунку вважається, що дослід проводився на екваторі. Це не впливає на місце результату серед результатів двох інших дослідів);  $R_3=0,25$  м - у досліді Саньяка.

Будемо вважати, що рух системи відліку в кожному досліді відбувався по колу з постійною швидкістю:  $v_1=3 \cdot 10^4$  м/с - у досліді Майкельсона;  $v_2=4,65 \cdot 10^2$  м/с - у досліді Майкельсона-Гейла;  $v_3=3,69$  м/с - у досліді Саньяка (для розрахунку взято лінійну швидкість при числі обертів  $n=2,35$  за секунду, що було переважним у досліді [2]).

Доцентрове прискорення дзеркал, як систем відліку, визначиться за формулою:

$$W=v^2/R.$$

У результаті ми знайдемо такі доцентрові прискорення, якими характеризуються системи відліку:

$$W_1 = v_1^2 / R_1 = 0,006 \text{ м/с}^2 \quad (6)$$

– у досліді Майкельсона,

$$W_2 = v_2^2 / R_2 = 0,034 \text{ м/с}^2 \quad (7)$$

– у досліді Майкельсона-Гейла,

$$W_3 = v_3^2 / R_3 = 54,5 \text{ м/с}^2 \quad (8)$$

– у досліді Саньяка.

При цьому вважатимемо, що інерціальність системи відліку в досліді Майкельсона - стопроцентна (100%), оскільки тут стопроцентно реалізується релятивістська світлова відносність, інакше кажучи, швидкість світла відносно системи відліку повністю відповідає релятивістській формулі (5). В досліді же Саньяка, навпаки, система відліку - стопроцентно неінерціальна, тобто її інерціальність оцінюється показником 0%, оскільки світлова відносність тут не релятивістська, а класична, дається класичною формулою (4). Нашим завданням буде: знайти на цій шкалі місце для системи відліку з досліді Майкельсона-Гейла і подивитись, чи відповідає знайденому місцю результат досліді в плані вимоги загальнорелятивістського твердження (A').

Щоб усе це наглядно подати, зведемо дані (6)-(8) з процентами інерціальності систем відліку в таблицю 1 і побудуємо графік (рис.1) відповідностей між  $W$  і %. З таблиці 1 і графіка видно, що система відліку в досліді Майкельсона-Гейла практично є інерціальною. Своєю інерціальністю вона відрізняється (в сторону пониження) від стопроцентно інерціальної системи відліку з досліді Майкельсона всього тільки на 0,05%. Однак результат досліді Майкельсона-Гейла стопроцентно класичний!

Отже, і в практично інерціальній системі відліку, якою вона є в досліді Майкельсона-Гейла, і в явно неінерціальній системі відліку досліді Саньяка в однаковій мірі виконується класична (галілейська) теорема додавання швидкостей світла і системи відліку (4). Звідси ми робимо висновок, що релятивістська сталість відносної швидкості світла в природі не здійснюється, а, значить, принцип відносності в електродинаміці (оптиці) не виконується. Нульовий результат досліді Майкельсона ще не

Таблиця 1. Дослідні показники

Досліди	Характеристики систем відліку		Характеризування результату досліді
	прискорення, (м/с <sup>2</sup> )	інерціальність, (%)	
Майкельсона	0,006	100	стопроцентно релятивістський
Майкельсона-Гейла	0,034	9,95	стопроцентно класичний
Саньяка	54,5	0	стопроцентно класичний

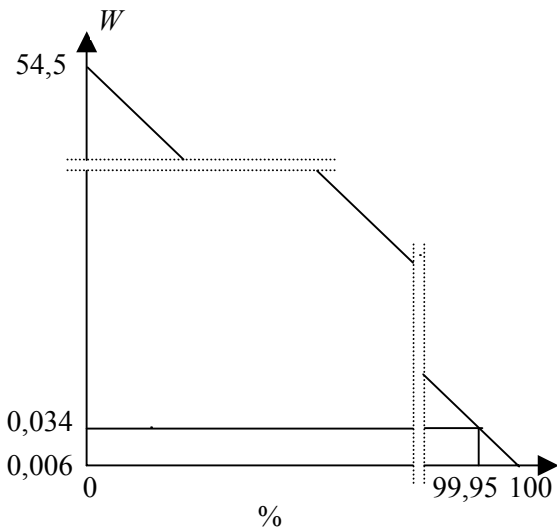


Рис.1. Графічне зображення відповідностей між  $W$  і %, що характеризують ступені інерціальності систем відліку в досліді Майкельсона, Саньяка і Майкельсона-Гейла

отримав адекватного тлумачення. Як відомо із сучасних досліджень, пов'язаних з удосконаленням оптичних гіроскопів, зустрічні світлові потоки в матеріальному середовищі взаємодіють між собою, обмінюючись енергіями. Подібне явище може відбуватись і в досліді Майкельсона, і воно (чи щось інше) може спричинювати в межах другого порядку той самий нульовий результат. Але це вже окрема тема.

**2. Динамічний аргумент.** Він є сукупним результатом двох дослідів - Лебедева і Комптона.

Як відомо, результатом досліді Лебедева, крім загального висновку про існування світлового тиску згідно з формулою

$$P=(\epsilon/c)(1+\beta)=\rho(1+\beta) \quad (9)$$

( $\beta$  - енергетичний коефіцієнт відбивання), є пряма механічна віддача світла на дзеркальних крильцях, а результатом другого досліді - віддача світла на електронах віддачі, на яких світло розсіюється.

Визначимо енергію віддачі  $\epsilon$ , використовуючи для цього приклад в думці, аналогічний відомому ейнштейнівському мисленому прикладу з ілюстрації інерції енергії при допомозі ідеального дзеркала і відбивання від нього світла [5].

Нехай ідеальне дзеркало, яке має масу  $M$ , відбиває світловий об'єкт (фотон) маси  $m$  і при цьому отримує віддачу  $\rho=\epsilon/c$ . В результаті віддачі дзеркало почне рухатись зі швидкістю  $v=p/M=\epsilon/Mc$ . Замінюючи  $M$  на  $mc/v$ , отримане із рівності  $Mv=mc$ , і визначаючи  $\epsilon$ , маємо:

$$\epsilon=mc^2. \quad (10)$$

Усі приклади такого роду покажуть нам одне - відома формула (10) є формулою механічної віддачі світла; тобто добуток  $mc^2$  виражає енергію не матерії, що характеризується масою  $m$ , а світлової віддачі, яка здійснюється світлом при пружній механічній взаємодії з матерією. Про це авторитетно свідчить дослід Лебедева мовою формули (9). З урахуванням сучасних знань про світло результат досліді Лебедева формулою (9) стверджує: якщо в якій-небудь точці випромінюється (відбивається) фотон, забираючи з собою енергію  $\hbar\omega$  і імпульс  $\hbar\vec{k}$ , то випромінювач (відбивач) неодмінно отримає віддачу з енергією  $mc^2$  і імпульсом  $m\vec{c}$ , які дорівнюють відповідно енергії й імпульсу фотона (імпульси, зрозуміло, рівні тільки за своїми модулями):

$$mc^2=\hbar\omega, mc=\hbar k. \quad (11)$$

Фізична суть цього фундаментального факту така: фотон завжди народжується з точно таким же, але протилежно направленим фотоном, хоча останній, як механічна противага першому, не завжди є власне фотоном, а може бути чистою енергією віддачі світла, яка дісталась якому-небудь механічному об'єкту віддачі. В таку енергію в одних випадках перетворюється весь фотон, що є противагою першому (віддача при відбиванні світла від дзеркального крильця в досліді Лебедева), а в інших - або нічого не перетворюється (випадок кульової хвилі в вакуумі, де всякому напрямку з центра є механічною противагою протилежний напрям), або перетворюється тільки певна частина фотона, що є в противазі до першого (віддача при розсіянні світла на електронах віддачі в досліді Комптона). Зупинимось на останньому, бо саме в ньому приховується аргумент, який свідчить проти принципу відносності в електродинаміці.

Як відомо, для розрахунку ефекту Комптона беруть дві прості рівності [4,6]:

$$\hbar\omega+\mu_0c^2=\hbar\omega_0+\mu c^2, \quad (12a)$$

$$\hbar\vec{k}=\hbar\vec{k}_0+\mu\vec{v}, \quad (12b)$$

де  $\hbar\omega$ ,  $\hbar\omega_0$  і  $\hbar\vec{k}$ ,  $\hbar\vec{k}_0$  трактуються як енергія і імпульс фотона відповідно до і після зіткнення з електроном,  $\mu\vec{v}$  - імпульс електрона, а  $\mu_0c^2$  і  $\mu c^2$  - як енергія електрона відповідно в стані спокою і руху. Теорія цього розрахунку базується на припущенні, що фотон є механічною часткою, яка при зіткненні з електроном обмінюється з ним енергією і імпульсом за правилами релятивістської механіки. В результаті,

електрон, що був у стані спокою і мав при цьому масу  $\mu_0$ , енергію  $\mu_0 c^2$  і рівний нулю імпульс, набуває швидкості  $v$ , а значить маси

$$\mu = \mu_0 / \sqrt{1 - v^2 / c^2}, \quad (13)$$

енергії

$$\mu c^2 = \mu_0 c^2 / \sqrt{1 - v^2 / c^2} \approx \mu_0 c^2 + \mu_0 v^2 / 2 \quad (14a)$$

та імпульсу

$$\mu \bar{v} = \mu_0 \bar{v} / \sqrt{1 - v^2 / c^2}. \quad (14b)$$

Навіть натяку на світлову віддачу в даній трактовці нема, тоді коли реально вона має тут місце, бо завжди існує там, де є зіткнення світла з матеріальним об'єктом, від якого світло відбивається.

Оскільки світлова віддача в досліді Комптона безперечно має місце, більше того, відіграє там важливу роль, то вона повинна фігурувати в записі законів збереження (12). Насправді величина світлової віддачі в (12) присутня, але під іншою назвою, а саме як енергія електрона (в стані спокою і в русі).

Щоб енергія віддачі світла фігурувала в рівняннях під своєю назвою і трактувалась за своєю суттю, треба динамічну систему розглядати з моменту, коли зіткнення вже відбулось і розпочався процес народження двох фотонів на протиположних один одному внаслідок світлової віддачі, і почалось переведення електрона в стан руху тією ж світловою віддачею.

Якщо б електрона не було в точці виникнення двох фотонів (нехай це буде точка  $x_0$ ), то останнім, які симетрично розлітаються з  $x_0$  вздовж осей  $x$  і  $-x$  (умовно будемо називати їх правим і лівим) відповідали би прості балансові рівності характеристик руху:

$$(\hbar\omega)_x \leftarrow \ominus \rightarrow (mc^2)_{-x} \text{ і } (\hbar\bar{k})_x \leftarrow \ominus \rightarrow (m\bar{c})_{-x}, \quad (15a)$$

або

$$(mc^2)_x \leftarrow \ominus \rightarrow (\hbar\omega)_{-x} \text{ і } (m\bar{c})_x \leftarrow \ominus \rightarrow (\hbar\bar{k})_{-x} \quad (15b)$$

в залежності від того, що вважати власне фотоном з енергією  $\hbar\omega$  і імпульсом  $\hbar\bar{k}$ , а що його об'єктом віддачі, який приймає на себе енергію віддачі  $mc^2$  і імпульс віддачі  $m\bar{c}$  (знаком  $\leftarrow \ominus \rightarrow$ ), крім рівності динамічних характеристик зображається ще й те, що динамічна система має центральну симетрію; для векторів цей знак означає рівність модулів протилежних сумарних векторів). Присутність в  $x_0$  електрона приводить до того, що частина енергії віддачі одного із фотонів, нехай лівого, буде прикладена до електрона. Тому правий фотон, якому супутни-

ком є електрон, буде мати меншу енергію руху ніж його партнер, що в протизазі, і меншу власну енергію віддачі, причому рівно настільки, наскільки вони збільшились у електрона. Нехай новими характеристиками будуть відповідно  $\hbar\omega_0$  чи  $m_0 c^2$  і  $\hbar\bar{k}_0$  чи  $m_0 \bar{c}$  для фотона, і  $\mu_0 v^2 / 2$  і  $\mu_0 \bar{v} / \sqrt{1 - v^2 / c^2}$  для електрона. Балансові рівності характеристик руху в цьому випадку набудуть замість (15) такого вигляду, якщо їх скласти з одних тільки величин віддачі:

$$mc^2 \leftarrow \ominus \rightarrow m_0 c^2 + \mu_0 v^2 / 2, \quad (16a)$$

$$m\bar{c} \leftarrow \ominus \rightarrow m_0 \bar{c} + \mu_0 \bar{v} / \sqrt{1 - v^2 / c^2}. \quad (16b)$$

Із рівнянь (16) легко одержати співвідношення, придатні для нерелятивістського розрахунку ефекту Комптона:

$$\hbar\omega + m_0 c^2 = \hbar\omega_0 + mc^2, \quad (17a)$$

$$\hbar\bar{k} \leftarrow \ominus \rightarrow \hbar\bar{k}_0 + \mu_0 \bar{v} / \sqrt{1 - v^2 / c^2}. \quad (17b)$$

Для цього достатньо записати подібно до записів (15) два взаємовиключних варіанти умовного розділення повної енергії руху системи на енергію фотона і енергію віддачі фотона:

$$E = \hbar\omega + m_0 c^2 + \mu_0 v^2 / 2 - \text{перший варіант,}$$

$$E = mc^2 + \hbar\omega_0 + \mu_0 v^2 / 2 - \text{другий варіант.}$$

Звідси відразу випливає рівність (17a). До неї додаємо рівняння (16b), представлене потрібними виразами, тобто тими, які складають запис (17b).

Отже, так само, як релятивістські рівняння (14) є вихідними для одержання співвідношень (12), що сумісно розв'язуються з допомогою відповідної векторної діаграми (рис.2,а) і дають кількісно правильний розрахунок ефекту Комптона, так і нерелятивістські рівняння (16) є вихідними для одержання нерелятивістських співвідношень (17), які сумісно розв'язуються з допомогою своєї векторної діаграми (рис.2,б) і також дають кількісно правильний розрахунок ефекту Комптона. Але релятивістські рівняння (14) і співвідношення (12), ще раз нагадаємо, неправильно подають добуток

$$\text{“маса, помножена} \quad (18)$$

на квадрат швидкості світла”,

трактуючи його як вираження енергії об'єкта, що має цю масу (в досліді - електрона), коли насправді (18) є вираженням енергії віддачі світла, яка проявляється при механічній пружній взаємодії світла з матеріальним об'єктом - носієм маси.

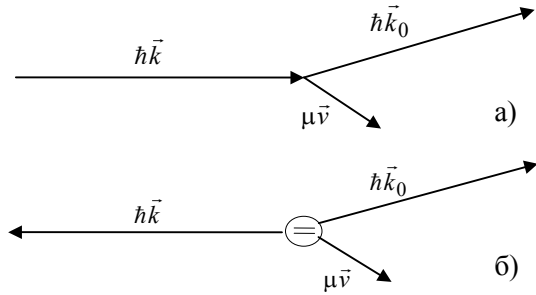


Рис.2. До розрахунку ефекту Комптона: релятивістського (а), нерелятивістського (б).

Отже, якщо поставити законну вимогу, щоб в розрахунку ефекту Комптона фігурувала енергія віддачі світла, яка в явищі Комптона реально має місце (свідчення досліду Лебедева), то явище від цього зразу набуває нерелятивістського характеру, бо вираженням енергії віддачі світла стає добуток (18), який до того своїм попереднім змістом надавав ефекту релятивістського спрямування.

З урахуванням цього факту ми констатуємо таке. Як відомо, в твердженні, що добуток (18) виражає енергію об'єкта, еквівалентну його масі (релятивістська трактовка), найбільш концентровано поєднані всі ті зміни в механічному принципі відносності, які роблять його формально придатним для електродинаміки. А оскільки виявляється, що релятивістська трактовка добутку (18) не відповідає реальності, то це є аргументом проти принципу відносності в електродинаміці. Все, що треба було показати.

На завершення перерахуємо деякі інші відмінності між релятивістською і нашою нерелятивістською трактовками явища Комптона.

У релятивістській трактовці формула (13), за якою визначається маса електрона в співвідношеннях для розрахунку ефекту Комптона, є формулою залежності маси від швидкості для будь-якого об'єкта, а в нерелятивістській - тільки для електрона. Множник  $1/\sqrt{1-v^2/c^2}$  в останній описує збільшення із збільшенням швидкості саме інертної маси і саме електрона, яке відбувається з причини того, що у нього є заряд. Для електророзаряджених об'єктів з іншим відношенням "електричний заряд" / "гравітаційна маса" ніж у електрона, такий множник буде іншим, а для матеріальних об'єктів з більшим числом факторів, що впливають на його інерційні властивості, він буде ще складнішим [7].

У релятивістській трактовці вважається, що співвідношення (12а) виражає закон збереження повної енергії системи. Остання, таким чином, розглядається як замкнута. В нерелятивістській подібне до (12а) співвідношення (17а) є виразом закону збереження енергії руху системи. До виразу закону збереження повної енергії системи в ньому не вистачає потенціальної енергії. Остання невідома в явищі Комптона, як невідомо і те, чи можна систему відносити до замкнутої. Є підстави вважати, що реально вона відкрита, причому в сторону більш глибоких і тонких процесів, що якимось корелюють з електромагнітним процесом (наприклад, видано авторське свідоцтво на генератор торсіонного випромінювання, яке викликається електромагнітним випромінюванням [8]).

Нерелятивістський розрахунок ефекту Комптона вимагає рівності  $\mu_0 = m_0$ , щоб бути сумісним з дослідними результатами. Вказана рівність, можливо, складає умову порогового початку результативної взаємодії в системі. Зміст її, мабуть, ще варто уточнювати, але незаперечним в цій справі є те, встановлене дослідом Лебедева і зафіксоване в законі (9), що відбивання (випромінювання) світла супроводжується світловою віддачею, енергія якої виражається добутком (18), тому в останньому завжди має фігурувати маса (інерція) світла, а не вагової матерії.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Зоммерфельд А. Оптика. - М.: ИЛ, 1953.
2. Вавилов С.И. Собрание сочинений: В 4 т. - М.: Изд. АН СССР, 1956. Т.4.
3. Бутиков Е.И. Оптика. - М.: Высшая школа, 1986.
4. Калитиевский Н.И. Волновая оптика. - М.: Высшая школа, 1978.
5. Эйнштейн А. Закон сохранения движения центра тяжести и инерция энергии // Собр. науч. трудов. - М.: Наука, 1965. Т.1.
6. Шпольский Э.В. Атомная физика: В 2 т. - М.: Наука, 1984. Т.1.
7. Федоров Р.В. Чи відповідає реальності релятивістське визначення маси? // Науковий вісник ЧДУ. Вип. 32: Фізика. - Чернівці: ЧДУ, 1998. - С.153-156.
8. А.с. №1748662 (СССР). Способ коррекции структурных характеристик материалов и устройство для его осуществления / Акимов А.Е., Тарасенко В.Я., Самохин А.В., Курик М.В. и др. // Открытия. Изобретения. - №26.

Опечатка в [7].

Стор.	Рядок	Надруковано	Повинно бути
154	10 зверху	інерційні властивості маси	інерційні властивості матерії