

Литература

1. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надёжности. М., Наука, 1965.
2. Барлоу Р., Прошан Ф. Математическая теория надёжности. Пер. с англ. под ред. Б.В. Гнеденко. М., Сов. Радио, 1969.
3. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976.
4. Zadeh L.A. Fuzzy Sets as a Basic for a Theory of Possibility // Fuzzy Sets and Systems. – 1978. Vol.1, pp.3-28.
5. Box G.E.P., Jenkins G.M. and Reinsel G.C. Time Series Analysis: Forecasting and Control. Third Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1994.
6. Sprott J.C. Chaos and Time-Series Analysis. Oxford University Press, 2003.
7. Бугенин Н.В., Неймарк Ю.И. Фуфаев Н.А. Введение в теорию нелинейных колебаний. – М., Наука, 1987.
8. Reliability and Safety Analysis under Fuzziness / Eds T. Onisawa, J. Kasprzyk. Studies in Fuzzyness. V. 4. Phisika-Verlag, A Springer Verlag Company, 1995.
9. Cai K.Y. Introduction on Fuzzy Reliability. Boston: Kluwer Acad. Publ., 1996.
10. Ротштейн А.П., Штовба С.Д. Нечеткая надёжность алгоритмических процессов. Винница: Континент – ПРИМ, 1997 (доступна на www.vinnitsa.com/shtovba/doc/fuzzy_reliability.djvu).
11. Уткин Л.В., Шубинский И.Б. Нетрадиционные методы анализа надёжности информационных систем. СПб: Любавич, 1998.
12. Ротштейн А.П. Нечеткий анализ надёжности алгоритмов деятельности // Надёжность, № 3 (22), 2007, -с. 3-16.
13. Ротштейн А.П. Нечетко – алгоритмический анализ надёжности сложных систем // Кибернетика и системный анализ. 2011. № 6. 14 с.
14. Глушков В.М. Теория автоматов и формальные преобразования микропрограмм // Кибернетика. 1965. № 5. С. 1– 10.
15. Кательников Д. И., Ротштейн А. П. Нечетко-алгоритмическое моделирование надёжности: оптимизация ресурсов контроля и коррекции // Известия РАН. Теория и системы управления, 2010, № 6, с. 138-142.
16. Kolarik W. and Woldstad J.C. Lu S. Lu H. Human Performance Reliability: On-Line Assessment Using Fuzzy Logic // IIE Transactions, 36: 457-467, 2004, pp. 457-467.
17. Zou F. – Z., Li C. – X. A Chaotic Model for Software Reliability // Chin. J. Comput., Vol. 24, № 3, Mar 2001, pp. 281-291.
18. Dick S. Bethel C. L. Kandel A. Software-Reliability Modeling: The Case for Deterministic Behavior // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – TSMC, vol. 37, no. 1, 2007, pp. 106-119.
19. May R. M. Simple Mathematical Models With Very Complicated Dynamics // Nature, Vol. 261, June 10, 1976, pp.459.
20. Козлов Б.А., Ушаков И.А. Справочник по расчету надёжности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики, М, Сов. Радио, 1975.

Надійшла до редакції
18.9.2011 р.

УДК 530 (083)

В.В. ДНІСТРЯН

Хмельницький національний університет

ШВИДКІСТЬ ПОШИРЕННЯ СВІТЛА В ПРОСТОРІ ТА ЙОГО ФІЗИЧНА СУТНІСТЬ В КОНТЕКСТІ ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ ЕЙНШТЕЙНА. ЧАСТИНА 1

В статті розглянуто причину, по якій, на думку автора, у свій час, за результатами оптичних дослідів Фізо та Майкельсона, був зроблений помилковий висновок щодо незмінної величини швидкості світла у всіх інерціальних системах як про доведений факт, котрий пізніше ліг в основу побудови теорії відносності Ейнштейна. Наглядно показано, в чому саме полягає особлива відмінність поширення світла в просторі, і чому в принципі неможливо виявити зміну швидкості світла за допомогою приладів, використаних у відомий спосіб в оптичних дослідах Фізо та Майкельсона. В додатковому матеріалі на окремих прикладах розглянуто суть окремих фізичних явищ що спостерігаються при поширенні світла в просторі та фізичних тіл що рухаються в просторі з швидкістю спів мірною зі швидкістю світла. Викладено переосмислення окремих фізичних явищ, пояснення яких раніше ґрунтувалось на положеннях теорії відносності Ейнштейна. Наглядно

The reason (in author's opinion) that caused an erroneous conclusion concerning stable quantity of velocity of light in all inertial systems as of fact in evidence which later on became the basis for Einstein's relativity theory is being considered in the article. The principal difference of light diffusion in space and the reason it is absolutely impossible to uncurtain change of light velocity using appliances as in optical experiments by Fiso and Michelson is clearly shown.

Separate examples in additional material demonstrate essence of physical phenomena occurring at light diffusion in space and physical bodies that move in space with the speed commensurate with that of velocity of light. Recounted is review of certain physical phenomena, explanation of which was grounded on points of Einstein's relativity theory.

Ключові слова: Теорія відносності Ейнштейна, оптичні досліди Фізо та Майкельсона, ефект Доплера, ефект відновлення швидкості світла, падаючий промінь.

Вступ

З історії відомо, що першим великим успіхом у вивченні природи світла став вимір швидкості його поширення в просторі.

Експериментально швидкість світла була визначена астрономічним методом, датським вченим О. Ремером в 1676 році. Лабораторним методом швидкість світла вдалося виміряти французькому фізику І. Фізо тільки в 1849 році. Ця швидкість світла C дорівнює близько 300 000 км/сек і є досить великою величиною в порівнянні до Земних масштабів. Тому важко помітити час поширення світла між двома віддаленими об'єктами на Землі, а тим більше в лабораторних умовах в прямий спосіб порівняти швидкості двох променів на певній відстані.

...При невеликій різниці у швидкостях поширення двох світлових імпульсів, якщо вона має місце, може бути помітна тільки на досить великих відстанях між джерелом і спостерігачем; (доречна аналогія: при бігу на 100 м різниця в часі у спортсменів, що закінчили біг, вимірюється сотими, рідко десятими долями секунди, а при бігові на 10 000 м – секундами, а навіть, іноді і хвилинами).

Поява статті Ейнштейна у вересні 1905 року, в якій викладено теорію відносності, стала новим поворотним моментом в історії фізики.

Нагадаємо, що вихідним пунктом теорії відносності Ейнштейна було одне, здавалось би незначне, утруднення в теорії світла. Численні експерименти показали, що світло поширюється з тією самою швидкістю відносно тіл, що рухаються прямолінійно і рівномірно одне відносно одного.

Незмінність швидкості світла виходить із результатів оптичних дослідів Фізо, вперше виконаного в 1851 році, та Майкельсона виконаного в 1881 році.

Виходячи з постійності швидкості світла відносно будь-яких тіл, що рухаються рівномірно і прямолінійно, Ейнштейн дійшов до теорії, яка по-новому трактує простір, час і відношення між простором і часом.

Постановка задачі

Метою є наглядно і детально показати ті перетворення що відбуваються з променем світла на межі поділу двох середовищ у випадках його віддзеркалення від поверхні та на виході з поверхні прозорого тіла.

Відповісти, чому в принципі неможливо виявити зміну швидкості світла за допомогою оптичних дослідів Фізо та Майкельсона.

Наглядно показати особливості прискореного руху електрона в силовому електричному полі та взаємодію електрона з силовим електричним полем під час прискореного руху.

Переконливо довести те, що при постійно зростаючій швидкості фізичного тіла, його гравітаційна маса не зростає а залишається незмінною.

Викладення основного матеріалу.

Стверджується, що теорія відносності опирається на два експериментально підтверджених принципи:

1. У всіх інерціальних системах відліку всі фізичні явища відбуваються однаково.
2. Швидкість світла у вакуумі є граничною швидкістю передачі будь-якої взаємодії та не залежить ні від швидкості руху джерела, ні від швидкості приймача світлового сигналу.

Таким чином швидкості поширення світла в просторі було надано особливе положення.

Оптичні експерименти Фізо та Майкельсона.

Розглянемо в чому полягали оптичні досліди Фізо та Майкельсона.

На рисунку 1 зображена спрощена схема установки Фізо, за допомогою якої передбачалось виявити залежність швидкості світла відносно нерухомої системи, яка включає джерело світла Q і екран P .

Установка являла собою інтерферометр із трубкою F , в яку потрапляє спочатку роздвоєний промінь із джерела Q . Цей промінь падає на слабо посріблену, напівпрозору пластинку P , частково проходить через неї, частково відбивається. Відбитий промінь іде через систему дзеркал S_1, S_2 та S_3 , проходячи по шляху через трубу T , по якій тече вода, потім відбивається від посрібленої пластинки і потрапляє в трубку F інтерферометра. Другий промінь проходить крізь посріблену пластинку, потім дзеркала S_3, S_2 та S_1 , спрямовують його знову крізь посріблену пластинку, і він зустрічається з першим променем в трубці F . Прилад настроюють так, щоб у трубці F видно було певну картину інтерференційних смуг. Потім, по трубці T пропускають воду в напрямі, вказаному стрілкою на рисунку. Якщо вода захоплює ефір, то інтерференційна картина зміниться і можна буде виміряти різницю в швидкості двох променів, із яких один, як це видно з рисунку, іде за течією води, а другий проти течії.

Дослід Фізо показав, що швидкості двох світлових променів, із яких один йшов за течією, а другий проти течії води, не відрізняється одна від одної так, як це виходить із гіпотези захоплення ефіру рухомими

тілами. Матеріальні системи не захоплюють ефір.

(«Бесіди про теорію відносності» – Б.Г.Кузнецов; 1969 р.)

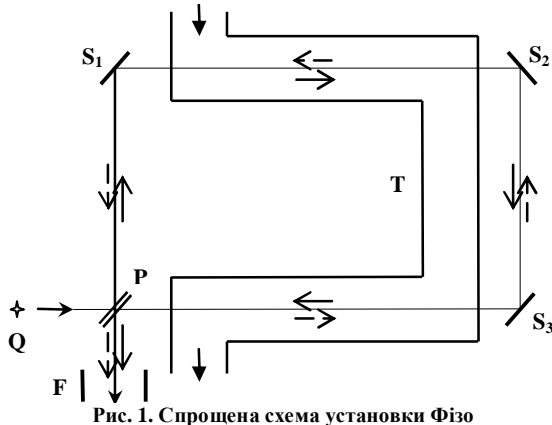


Рис. 1. Спрощена схема установки Фізо

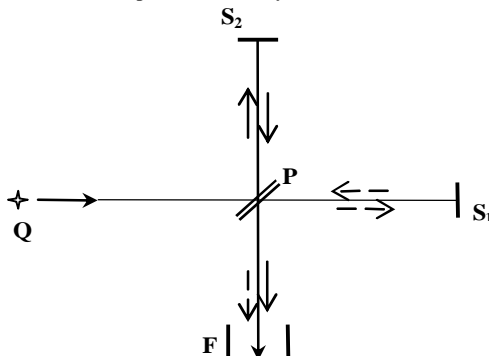


Рис. 2. Спрощена схема інтерферометра Майкельсона

Як відомо, дослід Майкельсона не виявив зменшення швидкості світла в повздовжньому напрямленні».

(«Бесіди про теорію відносності» – Б.Г. Кузнецов; 1969 р.)

Ефект відновлення швидкості світла на межі поділу двох середовищ.

Розглядаючи оптичні досліди Фізо та Майкельсона, зауважимо що:

- у дослідах, насправді для порівняння використовували не окремі світлові імпульси, а неперервний промінь світла;
- виявлення зміни швидкості світла (у першому випадку відносно нерухомої системи відліку, у другому – відносно рухомої), визначали не в прямий спосіб, а за допомогою побічного методу з використанням інтерферометра;
- в досліді Майкельсона загальна довжина шляху проходження світла складала всього лише 22 м. При різниці швидкості в протилежних напрямках 30000 м/сек Землі відносно Сонця по орбіті, різниця в часі прибуття світлових імпульсів, випущених одноразово, і які поширюються по двом взаємно перпендикулярним шляхам, виявилася занадто малою величиною і тому була недоступна для прямого виміру технічними приладами.

Відомо, що явище інтерференції в оптиці дає змогу дуже точно виміряти довжину хвилі. Довжина хвилі змінюється залежно від швидкості руху інтерферометра відносно джерела світла, тобто проявляється ефект Доплера. Світлові хвилі проходять через інтерферометр у швидшій послідовності при наближенні джерела світла і в повільнішій послідовності при віддаленні його від інтерферометра, і це напряму вказує тільки на те, що при взаємному наближенні джерела світла з інтерферометром швидкість світла більша ніж при взаємному їх віддаленні.

Насправді ефект Доплера в оптиці, так само як ефект Доплера в акустиці, на пряму свідчить про те, що залежно від конкретних випадків, світло може поширюватись в просторі зі швидкістю як з більшою так і з меншою за величину C .

Беручи до уваги ефект Доплера і аналізуючи результати оптичних дослідів Фізо і Майкельсона, можна виявити причину такої неузгодженості, котра лежить на поверхні і криється в унікальній природній властивості світла, яка в свою чергу і стоїть на заваді по виявленню швидкості світла відмінної від величини C у вище наведених експериментах.

Ця природна властивість світла проявляється при взаємодії його променів (фотонів) з фізичним тілом (речовиною) і має такі характерні особливості:

1. Відносно свого джерела випромінювання, світло у вакуумі завжди поширюється з максимально можливою швидкістю C тільки до першої перешкоди на своєму шляху (до моменту першої взаємодії

променя з речовиною фізичного тіла);

2. До рухомого тіла (до екрану), промінь світла може поширюватися зі швидкістю відмінної від C ;

3. При швидкості відмінній від величини C , при досягненні поверхні фізичного тіла (речовини), промінь відбивається від його поверхні, або виходить з поверхні прозорого тіла завжди з **відновленою** швидкістю до величини C .

Наглядним доказом того, що світло на межі поділу двох середовищ здатне **миттєво змінювати свою швидкість і відновлювати** її до певної величини (властивій даному середовищу), може служити той факт, коли при потраплянні світла до прозорого тіла, а саме при його вході – швидкість світла спочатку **миттєво зменшується** на деяку величину, а потім на виході так само **миттєво відновлюється**. Ця властивість світла не залежить від того, чи рухається прозоре тіло на зустріч променю, чи навпаки – рухається в протилежному напрямку.

Фізичну природу даного явища **миттєвої зміни і відновлення** швидкості світлового променя, що відбувається на межі поділу двох середовищ, легко пояснити, взявши до уваги насамперед те, що:

- джерелом випромінення світла є атоми;

- світло (електромагнітне випромінення) випускається, поширюється і поглинається речовиною у вигляді частинок електромагнітного поля – фотонів, енергія якого рівна $h\nu$. Фотон не має маси спокою m_0 , і при народженні відразу набуває швидкості C .

При **будь якій швидкості** фотона, при досягненні ним поверхні фізичного тіла, відбувається взаємодія електричного поля атома (атомів) даного тіла з електромагнітним полем рухомої частинки, тобто з фотоном. Якщо енергія фотона не поглинається, (а точніше сказати скільки енергії поглинається стільки ж відразу і вивільняється у випадку відбиття), то електричне поле атома, що знаходиться на поверхні фізичного тіла, в наслідок такої взаємодії, випускає із своїх «обійм» фотон тільки зі швидкістю C (так само як і при народженні). Тобто відбувається, можна мовити, народження нового променя, нового фотона з більшою або меншою енергією залежно від того з якою відносною швидкістю джерело світла і фізичне тіло наближались чи віддалялись один до одного.

У випадку коли промінь світла проходить крізь прозоре тіло, відбувається аналогічна взаємодія в тій частині його поверхні де фотон виривається в простір.

В обох наведених випадках можна сказати про появу нового, вторинного джерела випромінення світла, яке живиться енергією первинного джерела світла.

Саме завдяки тому, що фотон світла не має маси спокою і можливі такі миттєві перетворення по **зміні його швидкості** на межі поділу двох середовищ. При відсутності маси спокою, фотон світла (електромагнітна енергія) може отримувати прискорення необмеженої величини.

Доречно буде спрощена порівняльна аналогія щодо взаємодії фотона світла з **поверхнею** фізичного тіла (речовини), з електричним струмом в провіднику:

...коли в один із кінців електропровідника, що приєднаний до катоду, під дією електричного поля, входить «**мічений**» 1 електрон, то з іншого кінця цього провідника, що приєднаний до аноду, в цей самий момент виходить «**інший мічений**» 1 електрон.

Так само, щось подібне відбувається коли «**вхідний**» 1 фотон світла, що надходить до поверхні фізичного тіла, поглинається ним і в цю ж саму мить виривається (відбивається) в простір «**інший вихідний**» 1 фотон. У випадку повного віддзеркалення (відбиття), **енергія «вхідного»** фотона, що надійшов до поверхні тіла зі швидкістю відмінною від C , зберігається і дорівнює **енергії** новонародженого «**вихідного**» фотона, що відбивається в цю ж саму мить від поверхні вже з **відновленою швидкістю** до величини C .

Загальний закон природи – закон переходу кількісних змін в якісні, яскраво проявляється у природі світла, в тій унікальній його властивості, яка проявляється при взаємодії його променів з фізичними тілами.

Аналіз оптичного явища в експериментах Фізо та Майкельсона

З певною метою, детально розглянемо три основні характерні випадки поширення світлового променя від джерела до екрану в контексті оптичного досліду Майкельсона і з'ясуємо, що саме відбувається з дослідним променем у «**власному просторі**» самого приладу інтерферометра.

На нижче наведеному рисунку 3 як і на рисунку 2 буде використана напівпрозора пластинка P яка розташована під таким же кутом до повздовжньої лінії поширення променя світла від джерела Q , що й в приладі інтерферометра.

Для певної зручності та наочності, на рисунках швидкість поширення світла від джерела Q позначимо через вектор \vec{V}_1 , де довжина вектора характеризуватиме абсолютну величину швидкості світла відносно джерела Q , а напрямлення вектора співпадатиме з напрямленням поширення променя в просторі.

Також вектор \vec{V}_1 додатково буде характеризуватись частотою спектра f_1 . Далі позначено:

\vec{V}_2 - вектор швидкості променя відносно пластинки P , який рухається від джерела Q і

наближається до пластинки P (промінь, що наближається до пластинки P назвемо **падаючим** променем);
 \vec{V}_3 - вектор швидкості променя відносно пластинки P , що вийшов з його поверхні в повздовжньому напрямку;
 \vec{V}_4 - вектор швидкості відбитого променя відносно пластинки P в поперечному напрямку;
 A_1 - точка на поверхні пластинки P , куди потрапляє промінь від джерела Q ;
 A_2 - точка на поверхні пластинки P , з якої промінь виходить і покидає пластинку.
 Відповідно, кожний вектор $\vec{V}_2, \vec{V}_3, \vec{V}_4$ буде характеризуватися власною частотою спектру f_2, f_3, f_4 .

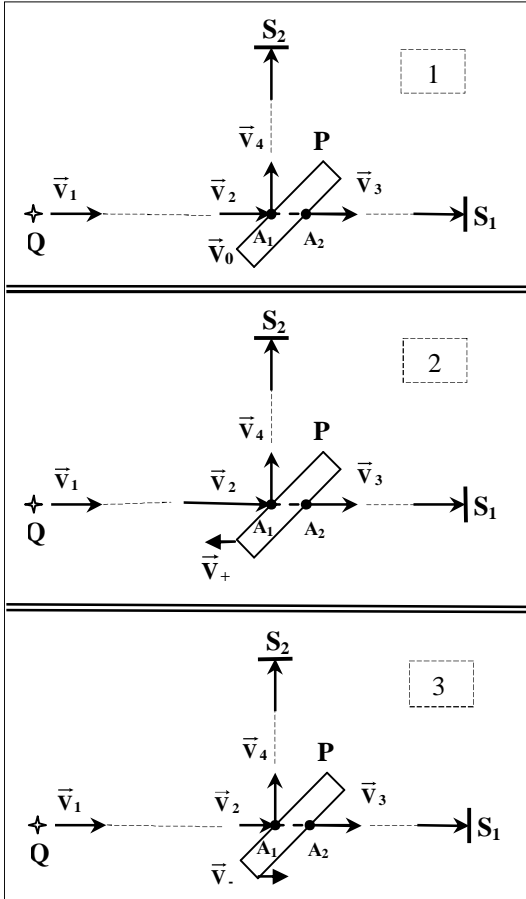


Рис. 3. Швидкість світла на межі середовища

В третьому випадку пластинка P віддаляється від джерела Q з довільною постійною швидкістю \vec{V}_- .
 Вектори $\vec{V}_1, \vec{V}_3, \vec{V}_4$ також будуть рівні по абсолютній величині з тією лише різницею, що частоти спектру f_3 та f_4 відповідних променів зменшаться на деяку величину Δf відносно частоти спектра f_1 джерела Q .

Абсолютна величина вектору \vec{V}_2 зменшиться на величину швидкості \vec{V}_- , що відповідатиме класичному правилу віднімання швидкостей. Частота спектру f_2 променя зменшиться на деяку величину Δf відносно частоти спектру f_1 джерела Q .

$$\begin{aligned} V_1 &= V_3 = V_4; \\ V_2 &= V_1 - V_-; \\ f_2 &= f_3 = f_4 = f_1 - \Delta f. \end{aligned}$$

Розглянуті приклади наглядно і яскраво показують, що світло на межі поділу двох середовищ миттєво змінює свою швидкість і завжди відновлює її до величини C .

Повертаючись до вище зазначеного інтерферометра на рисунку 2 не важко помітити, що у «власному просторі» самого приладу втрачається дослідний промінь \vec{V}_2 і маємо справу з променями \vec{V}_3 та \vec{V}_4 які набули інших параметрів. Як видно, в оптичному досліді Майкельсона порівнювались між собою два променя що мали рівні абсолютні величини векторів \vec{V}_3 та \vec{V}_4 і при тому ж однакової частоти спектру ($f_3 = f_4$), помилково припускаючи, що потрібний **падаючий** промінь \vec{V}_2 на пластинку P за своїм

S_1 і S_2 - відбиваючі дзеркала, що й в приладі інтерферометра, котрі задіяні не будуть.

В першому випадку джерело світла Q та пластинка P нерухомі відносно один одного ($\vec{V}_0 = 0$).

Очевидно, що абсолютні величини векторів $\vec{V}_1, \vec{V}_2, \vec{V}_3, \vec{V}_4$ і частоти спектрів променів f_1, f_2, f_3, f_4 - однакові; що і підтверджується на практиці.

$$\begin{aligned} V_1 &= V_2 = V_3 = V_4 \\ f_1 &= f_2 = f_3 = f_4 \end{aligned}$$

В другому випадку пластинка P рухається до джерела Q з довільною постійною швидкістю \vec{V}_+ . Вектори $\vec{V}_1, \vec{V}_3, \vec{V}_4$ також будуть рівні по абсолютній величині з тією лише різницею, що частоти спектру f_3 та f_4 відповідних променів збільшаться на деяку величину Δf відносно частоти спектру f_1 джерела Q .

Абсолютна величина вектору \vec{V}_2 збільшиться на величину швидкості \vec{V}_+ , що відповідатиме класичному правилу додавання швидкостей. Частота спектру f_2 променя збільшиться на деяку величину Δf відносно частоти спектру f_1 джерела Q .

$$\begin{aligned} V_1 &= V_3 = V_4; \\ V_2 &= V_1 + V_+; \\ f_2 &= f_3 = f_4 = f_1 + \Delta f. \end{aligned}$$

головним параметром швидкості залишається незмінним і після перетину пластинки P , тобто вважаючи, що промінь \vec{V}_3 рівний променю \vec{V}_2 .

В реальному оптичному експерименті промінь світла від джерела Q спочатку потрапляє до оптичної лінзи і потім до напівпрозорої пластинки P . Тобто на рухому пластинку P інтерферометра вже падає «виправлений» промінь з відновленою швидкістю C і зміненою частотою спектра.

В оптичному досліді Фізо ситуація де що інша: напівпрозора пластинка P , з якої прямує дослідний промінь до рухомого прозорого тіла (води) – нерухома відносно джерела Q . Але в інтерференційній трубі порівнюються також два однакових за своїми характеристиками світлових променя. В ролі рухомих пластинок P' і P'' в цьому разі виступає течія води (рухома маса води), що має протилежні напрямки у верхній і нижній ділянках труби T (на рисунку 1 P' і P'' не позначено).

За допомогою експериментів Фізо та Майкельсона, з використанням інтерферометрів у відомий спосіб, в принципі не можливо виявити швидкість поширення світла відмінною від величини C . Природна здатність світла, миттєво відновлювати свою швидкість на межі поділу двох середовищ до величини C (властивій даному середовищу), у випадках його відбиття або виходу з поверхні, і стала на заваді для правильної оцінки результатів оптичних експериментів Фізо та Майкельсона.

Слід зазначити, що в будь якому прозорому середовищі, швидкість поширення світла відносно самого середовища, при певних умовах, може бути відмінною від тієї швидкості світла, що є характерна даному середовищу.

Зокрема з досліду Фізо видно, що за однаковий проміжок часу, промінь світла, проходячи відрізок труби певної довжини наповненою водою, проходить більшу відстань водного шляху (пронизує більшу товщу води), коли йде проти течії, і меншу, коли йде за течією, в порівнянні з відстанню водного шляху яку проходить промінь в стоячій воді, яка в цьому разі збігається з довжиною відрізка самої труби. При тому, що швидкість поширення світла у водному середовищі може бути різною, відносно ж самої межі поділу двох середовищ (скло-вода), світло завжди буде поширюватися у водному середовищі тільки з визначеною швидкістю (з швидкістю поширення світла в стоячій воді).

Це властиво для будь якого середовища в якому поширюється промінь світла, і де промінь на своєму шляху перетинає межу поділу двох середовищ, приміром: повітря-вода; вакуум-поверхня фізичного тіла; поверхня фізичного тіла-вакуум і т.д. і т.п.

Порівняльна аналогія явища в акустиці з експериментом Майкельсона в оптиці

Для проведення певної паралелі, наведемо приклад, який покаже, як можна б було, наприклад, помилково визначити «сталість» швидкості звуку в повітряному просторі, використовуючи «обмежений» за своїми можливостями прилад, аналогічний за принципом дії приладу інтерферометра в досліді Майкельсона.

На рисунку 4 зображений вимірювальний прилад P , який представляє собою замкнутий повітряний простір з влаштованою мембраною A_1 , здатною приймати і трансформувати звукові коливання в замкнутий повітряний простір приладу P .

За аналогією вище наведених рисунків, позначено:

Q – джерело звукових коливань;

\vec{V}_1 - вектор швидкості звукових коливань з частотою f_1 відносно джерела Q ;

\vec{V}_2 - вектор швидкості падаючих звукових коливань відносно мембрани A_1 приладу P ;

\vec{V}_3 – вектор швидкості звукових коливань відносно мембрани A_1 в замкнутому повітряному просторі приладу P з частотою коливань f_3 ;

\vec{V}_4 - вектор швидкості відбитих звукових коливань відносно мембрани A_1 на рисунку опущено.

Розглянемо три основні характерні випадки.

В першому випадку джерело звукових коливань Q і прилад P нерухомі відносно один одного.

Очевидно, що абсолютні величини векторів $\vec{V}_1, \vec{V}_2, \vec{V}_3$ рівні і відповідно частоти звукових коливань будуть однакові.

$$\begin{aligned} V_1 &= V_2 = V_3 \\ f_1 &= f_2 = f_3 \end{aligned}$$

В другому випадку до джерела звуку Q з певною швидкістю \vec{V}_+ наближається прилад P .

Абсолютна величина швидкості «падаючого» вектора \vec{V}_2 збільшиться на величину \vec{V}_+ . Вектори \vec{V}_1, \vec{V}_3 за абсолютною величиною будуть рівні між собою з тією лише різницею, що частота звуку вектора \vec{V}_3 збільшиться на Δf по відношенню до вектора \vec{V}_1 , що є очевидним.

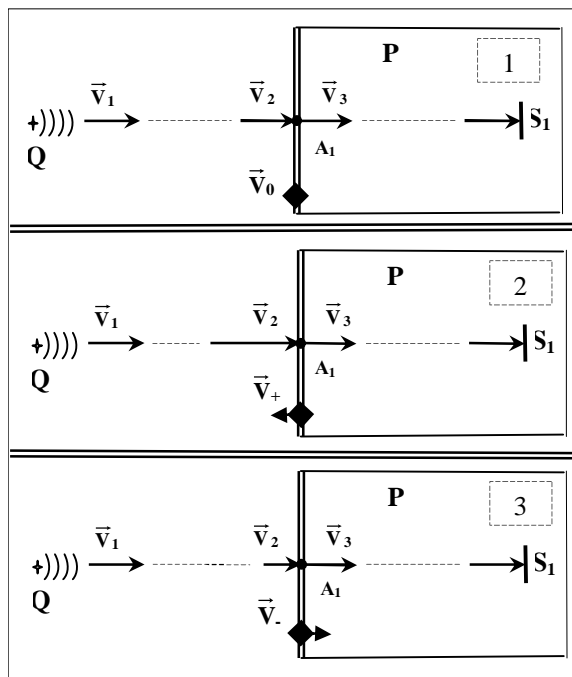


Рис. 4. Швидкість звуку на межі поділу середовища

цьому **навмисно** не брати до уваги ефект Доплера в акустиці, можна було б дійти помилкового висновку щодо «**постійної**» величини швидкості звуку, яка не залежить від відносного руху джерела звуку Q і вимірального приладу P . При цьому реєструється лише зміна його тональності Δf .

Проведений мислений експеримент свідчить, що при русі вимірального приладу P відносно джерела звукових коливань Q , величина швидкості «падаючого» на мембрану звуку \vec{V}_2 не зберігається після трансформації мембраною A_1 цих звукових коливань в замкнутий простір приладу P .

Залежність електромагнітних сил взаємодії від швидкості

З теорії відносності випливає, що при зростанні швидкості тіла, його маса не залишається постійною, а зростає. Таке зростання маси тим більше, чим ближче швидкість тіла до швидкості світла c . На рисунку 5 показано графік такої залежності.

Маса рухомого тіла визначається за формулою:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

де m_0 – маса нерухомого тіла;

m – маса того ж тіла що рухається зі швидкістю v

Для підтвердження такої закономірності наводиться практичний приклад з роботи сучасних прискорювачів для заряджених частинок. «Потужні прискорювачі для електронів, здатні розігнати ці частинки до швидкості, котрі менше швидкості світла лише на 35-40м/сек. При цьому маса самого електрона зростає близько в 2000 разів і електрон за масою перебільшує протон. Щоб такий електрон утримати на коловій орбіті, на нього з боку магнітного поля повинна діяти сила в 2000 разів більша ніж можна було передбачити, не враховуючи залежність маси від швидкості».

(«Фізика» Г.Я. Мякішев, Б.Б. Буховцев -1983 р.)

Щоб з'ясувати, що саме відбувається з рухомим електроном в електричному полі прискорювача, проведемо мислений експеримент який зображено на рисунку 6

Пробне тіло (повітряна кулька) малих розмірів, що стравлює в зовнішній простір потоки забарвленого повітря з певною швидкістю в радіально направлених напрямках, поміщено в аеродинамічну трубу. Швидкість повітряного потоку в трубі рівна швидкості забарвленого потоку повітря відносно поверхні пробного тіла.

В першому випадку зображено, коли пробне тіло знаходиться нерухомо (утримується) в повітряному потоці аеродинамічної труби. Швидкість і сила вітру – незмінні. Довжина труби необмежена.

\vec{E}_B - сила вітру на пробну одиницю;

\vec{C}_B - швидкість вітру (постійна);

\vec{F}_{T1} - сила дії вітру на нерухоме пробне тіло;

$$\begin{aligned} V_1 &= V_3 \\ V_2 &= V_1 + V_+ \\ f_3 &= f_1 + \Delta f \end{aligned}$$

В третьому випадку прилад P віддаляється від джерела звуку Q з певною постійною швидкістю \vec{V}_- .

Абсолютна величина швидкості «падаючого» вектору \vec{V}_2 зменшиться на величину \vec{V}_- . Вектори \vec{V}_1, \vec{V}_3 за абсолютною величиною будуть рівні між собою з тією лише різницею, що частота звуку вектора \vec{V}_3 зменшиться на Δf відношенню до вектора \vec{V}_1 , що є очевидним.

$$\begin{aligned} V_1 &= V_3 \\ V_2 &= V_1 - V_- \\ f_3 &= f_1 - \Delta f \end{aligned}$$

Аналогічно, як і в оптичному досліді Майкельсона, коли тільки опиратись на результати вимірювань швидкості звуку в межах замкнутого повітряного простору самого приладу P , і при

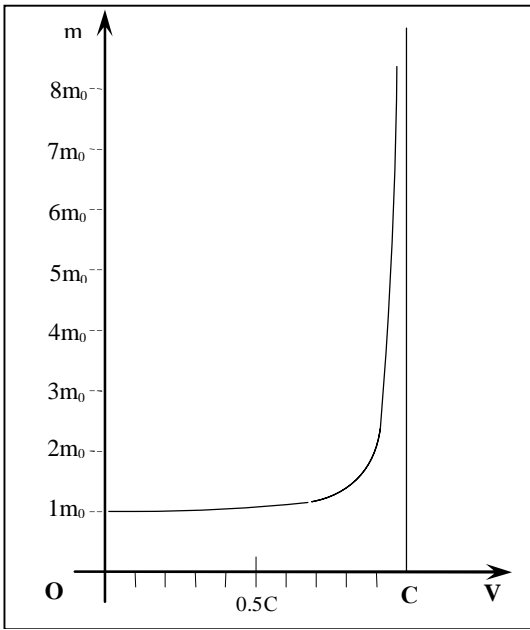


Рис. 5. Графік залежності маси тіла від швидкості

\vec{F}_{T1} – швидкість пробного тіла.

Візуально спостерігатимемо що, під дією сили вітру забарвлений потік дуже стиснутий і направлений за вітром.

$$\vec{V}_{T1} = 0$$

$$\vec{F}_{T1} = \vec{E}_B$$

В другому випадку пробне тіло, під дією сили вітру прискорилось і досягло швидкості рівній половині швидкості вітру. Вплив сили вітру на пробне тіло, під час прискореного руху, постійно зменшується. Для показу тенденції та наочності, припустимо, що сила дії вітру на пробне тіло зменшилась теж на половину.

Тепер спостерігатимемо що, під дією тією ж сили вітру, забарвлений потік вже менше стиснутий і направлений за вітром.

$$\vec{V}_{T2} = 0,5\vec{C}_B$$

$$\vec{F}_{T2} = 0,5\vec{E}_B$$

В третьому випадку пробне тіло, під дією сили вітру прискорилось і досягло швидкості близькій швидкості вітру.

На цей раз спостерігатимемо, що сила вітру майже не впливає на пробне тіло; забарвлений потік майже повністю випрямився і радіально направлений.

$$\vec{V}_{T3} = \vec{C}_B$$

$$\vec{F}_{T3} = 0$$

Наведений експеримент показує, що пробне тіло набираючи швидкість, постійно зазнає зменшення впливу з боку сили вітру, прискорення постійно уповільнюється. При швидкості близькій швидкості вітру, пробне тіло майже не зазнає впливу з боку вітру.

Аналогічно веде себе і електрон в однорідному електричному полі. Слід тільки припустити, що в напрямку силових ліній поля діє (випромінюється) з постійною силою «вітер» електричного поля з швидкістю рівній величині C , тобто швидкості світла. Електрон так само випромінює силовий «вітер» зі швидкістю C в напрямку силових ліній свого поля.

На рисунку 7 зображено електрон з власним електричним полем на відстані певного радіусу, що знаходиться в однорідному електричному полі з необмеженою відстанню між електродами. Стрілками показано напрямок умовного вітру силового електричного поля та електричного поля електрона вздовж своїх силових ліній від (-) до (+) на відміну від напрямку силових ліній, які прийнято позначати від (+) до (-).

В першому випадку пробний електрон на початку свого руху в однорідному електричному полі.

\vec{E} – напруженість (сила) електричного поля;

\vec{C} – швидкість «вітру» електричного поля;

\vec{F}_{e1} – сила з боку електричного поля на електрон;

$$\vec{V}_{e1} = 0$$

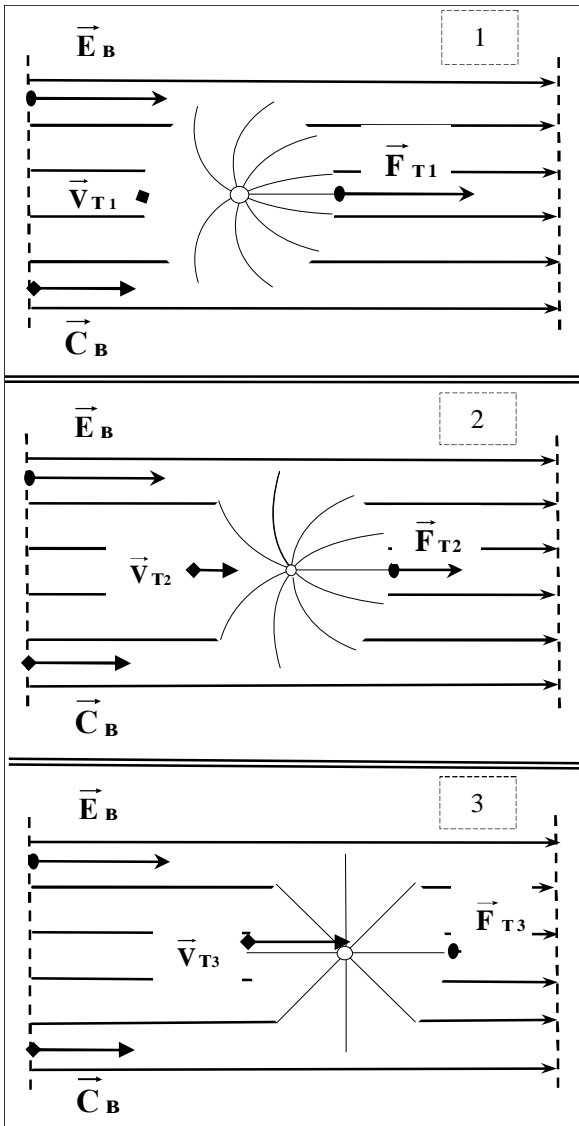


Рис. 6. Рух пробного тіла в повітряному потоці

\vec{V}_{e1} – швидкість електрона в електричному полі.

В даному випадку маємо:

$$\vec{F}_{e1} = \vec{E}$$

Не важко припустити, що під впливом дії силового поля, силові лінії електричного поля електрона будуть дуже стиснуті і направлені за напрямком силових ліній електричного поля між електродами.

В другому випадку прискорюючись, електрон досягає швидкості рівній половині швидкості світла. Не складно передбачити, що вплив сили з боку силового поля на електрон, під час прискореного руху, буде постійно зменшуватися. Для показу тенденції та наочності припустимо, що сила дії поля на електрон зменшилась теж на половину.

$$\vec{V}_{e2} = 0,5\vec{C}$$

$$\vec{F}_{e2} = 0,5\vec{E}$$

Можна передбачити, що силові лінії електричного поля електрона будуть менше стиснуті і направлені за напрямком силових ліній електричного поля між електродами.

В третьому випадку електрон досягає швидкості близької до швидкості світла.

$$\vec{V}_{e3} = \vec{C}$$

$$\vec{F}_{e3} = 0$$

Слід очікувати, що силове поле майже зовсім не впливатиме на рухомий електрон. Силові лінії електричного поля електрона будуть мати радіальне направлення у всі сторони.

Закономірно, якщо б електричний заряд електрона був би полишений сам на себе в електричному полі без гравітаційної маси електрона, то такий електричний заряд (електричну енергію) було би зірвано з місця з нескінченно великим прискоренням, і він відразу миттєво досягнув би величини швидкості світла C подібно до фотона, який з моменту свого зародження, відразу набуває швидкості світла C .

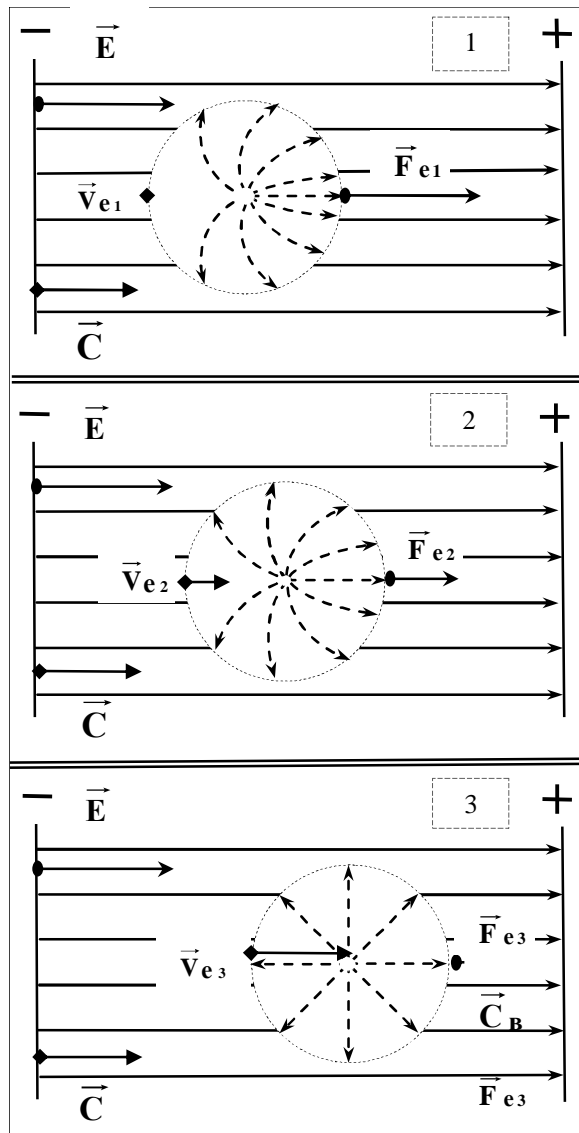


Рис. 7. Рух електрона в однорідному електричному полі

Прискорення маси електрона відбувається за рахунок взаємодії електричного поля самого електрона (в середині якого знаходиться гравітаційна маса), з зовнішнім силовим електричним полем. **Сила**, що викликає прискорення, є **електричного** походження. З наведеного прикладу видно, що ця сила при прискореному русі електрона постійно зменшується, прискорення уповільнюється і складається **враження** що у електрона нібито зростає його маса.

Подібний вислів вживається М. Бором (Атомна фізика – 1970 р.) при описанні дослідів пов'язаних з рухом електрона у електричному та постійному магнітному полях де, зокрема, визначались його швидкість і питомий заряд (тобто відношення заряду до маси c / m).

За текстом: «...Точні же досліди по виміру c / m показали, що величина цього питомого заряду не суворо постійна, але в деякій мірі залежить від швидкості електрона (Кауфман, 1897 р.) Цей ефект пояснює теорія відносності. Згідно Ейнштейну, величина заряду (e) незмінна, а маса же електрона змінюється, причому її величина залежить від швидкості електрона відносно спостерігача. Величина маси електрона рівна m_0 – його «маса спокою», коли він в стані спокою відносно спостерігача; при русі зі швидкістю v відносно спостерігача електрон веде себе (наприклад в силовому полі) так, як би він

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

володів масою

В дійсності, при русі електрона в електричному (магнітному) полях, залишаються без змін і його маса, і величина його електричного заряду. Змінюється лише величина сили взаємодії електричних полів електрона і силового поля в якому він прискорено рухається.

Якщо б в подібному експерименті для розгону електрона використано було б іншу (**не електричну**) силу, то подібного ефекту не було б, і все узгоджувалось би з законами Ньютона.

В книзі «Бесіди про теорію відносності» – Б.Г. Кузнецов; 1969 р., в розділі електродинаміка, зокрема зазначено: «...що напруженість H магнітного поля струму визначається формулою:

$$cH = \frac{I}{r^2}$$

де c – коефіцієнт пропорційності;
 H – напруженість магнітного поля струму;
 I – величина струму;
 l – довжина провідника;
 r – відстань до провідника.

Коефіцієнт пропорційності c можна обчислити, якщо виміряти H , I , l та r . Припустимо що напруженість магнітного поля H дорівнює одиниці. Електростатичне кулонове поле електричного заряду діятиме з силою, що дорівнює 1 дині, якщо заряд, що створює поле, дорівнює одній електростатичній одиниці електрики. Щоб з такою самою силою в 1 дину діяло магнітне поле струму, потрібна певна величина струму. Чи досить для цього проходження через переріз провідника однієї електростатичної одиниці за секунду? Якщо такий струм пробігає по провіднику завдовжки в 1см на відстані в 1см від магнітного полюса, то, як видно з написаної формули, такий струм недостатній. Магнітне поле, спричинене цим струмом, дає в c раз меншу силу, ніж сила, з якою діє кулонове поле одиничного заряду на відстані в 1см від останнього. Магнітне поле, яке може діяти на одиничний полюс із силою, що дорівнює одній дині, утворюється струмом в c раз більшим, ніж струм, при якому одиничний заряд проходить кожену секунду через переріз провідника.

У 1856 році Вебер і Кольрауш виміряли константу c . Виявилось, що вона дорівнює швидкості світла $3 \times 10^{10} \text{ см / сек}$.

Тобто такий самий ефект можна отримати коли заряд, який дорівнює електростатичній одиниці, буде рухатися по провіднику зі швидкістю c більшою.

Наведений факт може підтверджувати припущення про існування так званого умовного «вітру» електричного поля.

Повертаючись до практичного прикладу з потужним прискорювачем для електронів, не важко помітити ті ж самі вище наведені явища. Магнітне поле прискорювача, (так само як і електричне поле), сприймає «**постійно прискорений**» електрон таким, заряд якого нібито **постійно зменшується** і він стає все менш і менш «**помітним**» для цього поля; і для того щоб утримати електрон на потрібній коліній орбіті, доводиться вдаватися до збільшення **діючої сили** з боку магнітного поля прискорювача електронів.

На рисунку 8 зображено рух зарядженої частинки в магнітному полі.

Використовуючи формули, обчислимо величину **уявного заряду** електрона (заряд який сприймається електричним та магнітними полями прискорювача), при швидкості електрона яка менше на 35- 40 м/сек від швидкості світла.

\vec{F}_L – сила Лоренца, що діє на електрон в напрямку до центру O ;

q – величина заряду електрона;

B – величина магнітної індукції;

v – швидкість руху електрона на орбіті;

r – радіус орбіти руху електрона.

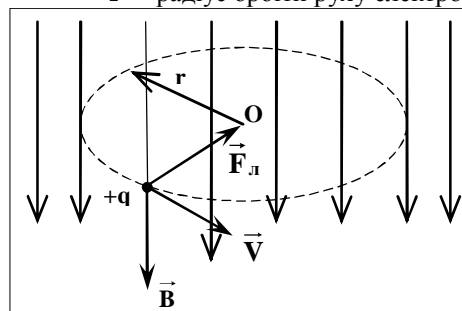


Рис. 8. Рух зарядженої частинки в магнітному полі

Беручи до уваги, що $F_e = qvB = \frac{mv^2}{r}$ – маємо:

$$B = \frac{mv}{qr}$$

Так як з боку магнітного поля діюча сила була збільшена у 2000 разів, то припускалося що

$$2000B = \frac{2000mv}{qr}; \text{ вважаючи що } 2000m = m_v$$

де m_v – маса електрона що рухається зі швидкістю v .

Насправді ж маємо $2000B = \frac{mv}{\left(\frac{q}{2000}\right)r}$; з якого виходить що $\frac{q}{2000} = q_v$;

де q_v – уявна величина заряду рухомого електрона зі швидкістю v .

З наведеного прикладу видно, що відбувається не зростання маси електрона в 2000 разів, а відбувається **зменшення сил взаємодії** між рухомим електроном та електричним і магнітним полями прискорювача саме в 2000 разів. Під час руху електрона в прискорювачі його **маса** і **заряд** залишаються

постійними і незмінними.

Для підтвердження справедливості теорії Ейнштейна, зокрема, наводиться і такий яскравий практичний приклад: «...Стенфордський лінійний прискорювач електронів повинен мати довжину в 2 милі для того, щоб розганяти електрони до швидкості, майже рівній швидкості світла (різниця в швидкостях всього лише $8 \cdot 10^{11}$). Якщо б були справедливі доейнштейнівські, ньютонівські закони механіки, то для такого прискорення було би достатньо довжини менше чим в один дюйм». («Фізика простору-часу» Э.Ф. Тейлор, Дж. А. Уїлер. – 1969р.)

Знаючи тепер в чому саме полягає особливість прискореного руху електрона в електричному полі (суть цього явища), стає зрозумілим і не дивує така різюча не співмірність довжин в 2 милі і 1 дюйм.

Можна стверджувати, що рух зарядженої частинки в силовому електромагнітному полі при будь-яких швидкостях не спростовує ньютонівські закони механіки, якщо мати на увазі те, що сила яка викликає прискорення зарядженої частинки не є постійною в часі, а закономірно змінюється (стрімко зменшується) залежно від набутої нею швидкості.

Висновки до першої частини

1. В реальному фізичному світі швидкість поширення світла у вакуумі не являється граничною швидкістю будь-якої взаємодії, вона також залежить від взаємної швидкості руху джерела випромінення та приймача світлового сигналу. Абсолютна величина швидкості світла в просторі не обмежена.

2. Однією з особливостей поширення світла в просторі, є те, що на межі поділу двох середовищ, світло завжди відновлює свою швидкість до величини яка властива даному середовищу, і не залежить від взаємного руху джерела і приймача світлового сигналу.

За методом оптичних дослідів Фізо та Майкельсона, на підставі яких раніше був зроблений висновок щодо сталості світла у всіх інерційних системах, в принципі не можливо виявити швидкість світла відмінної від величини C .

3. При відносному русі між джерелом випромінення і прозорою масою середовища, швидкість поширення світла відносно самого середовища змінюється по відношенню до тої швидкості світла, яка властива даному середовищу.

4. Ефект Доплера в оптиці, так само як і ефект Доплера в акустиці, в прямий спосіб фіксує зміну швидкості світла залежно від взаємного руху джерела випромінення та вимірювального приладу.

5. Висновок, який випливає з теорії відносності Ейнштейна, що маса рухомого тіла змінюється залежно від його швидкості – не відображає реальності фізичного світу.

У випадку прискореного руху тіла (коли головним діючим фактором прискорення являється сила електричного походження), відбувається зменшення абсолютної величини її дії на тіло по мірі зростання його швидкості.

Інертна маса тіла не залежить від швидкості його руху і залишається незмінною.

Література

1. Кузнецов Б.Г. Бесіди про теорію відносності / Б.Г. Кузнецов. – М: Радянська школа, 1969. – 200 с.
2. Тейлор Э.Ф. Физика пространства-времени / Э.Ф. Тейлор, Дж. А. Уилер. – М: Мир, 1969. – 256 с.
3. Борн М. Атомная физика / М. Борн – М: Мир, 1970. – 484 с.
4. Мякишев Г.Я. Физика: Учеб. для 10 кл. сред. шк. / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев. – М: Просвещение, 1983. – 320 с.
5. Шахмаев Н.М. Физика: Учеб. для 11 кл. сред. шк. / Н.М. Шахмаев, С.Н. Шахмаев, Д.Ш. Шодиев. – М: Просвещение, 1991. – 239 с.
6. Кабардин О.Ф. Физика: Справ. материалы: Учеб. пособие для учащихся. / О.Ф. Кабардин– М: Просвещение, 1991. – 367 с.
7. Свідокство про реєстрацію авторського права на твір: – стаття «Швидкість поширення світла в просторі та його фізична сутність в контексті теорії відносності Ейнштейна» за № 40472 від 14.10.2011

Надійшла до редакції
18.11.2011р.