

УДК 530.145.1

Конончук Г.Л.¹, к.ф.-м.н., доц.

Особливості взаємодії фізичного вакууму та світлових хвиль

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 83000, м. Київ, пр-т. Глушкова 4а,
e-mail: lukichu@i.ua

G. L. Kononchuk¹, Phd.

Peculiarities of interaction of Physical vacuum and light waves

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, 83000, Kyiv, Glushkov ave., 4a,
e-mail: lukichu@i.ua

На основі усталених уявлень, достовірних фактів і явищ досліджується запропонована модель взаємодії електромагнітних хвиль з фізичним вакуумом. Показано, що з припущення про фізичний вакуум як про діелектричне середовище, випливає постулат про постійність швидкості світла в усіх інерційних системах відліку. Наведено пояснення часткового захоплення світла рухомих середовищем (ефект Фізо), ефекта гравітаційної лінзи, зміщення спектру електромагнітної хвилі в гравітаційному полі. Червоний зсув спектра галактик може мати альтернативне пояснення не пов'язане з їх розбіганням. Внаслідок цього пояснення відпадає необхідність використання ідеї темної енергії.

Ключові слова: світло, фізичний вакуум, віртуальні частинки, гравітаційна лінза, червоний зсув, темна енергія.

Based on established representations, reliable facts and phenomena, the proposed model of the interaction of electromagnetic waves with a physical vacuum is studied. It is shown that from the assumption of a physical vacuum as a dielectric medium, the postulate of the constancy of speed of light follows in all inertial reference systems. The explanation of the partial capture of light by a moving medium (the effect of Fizeau), the effect of a gravitational lens, displacement of the spectrum of an electromagnetic wave in a gravitational field is given. The redshift of the spectrum of galaxies may have an alternative explanation not related to their expansion. As a result of this explanation there is no need to use the idea of dark energy.

Key words: light, physical vacuum, virtual particles, gravitational lens, red shift, dark energy.

Статтю представив д.ф.-м.н., проф. Макарець М.В.

Вступ

Ця робота спрямована на пояснення фізичної природи постулату Ейнштейна про постійність швидкості світла, парадоксу у визначенні енергії хвиль, взаємодії гравітації та світла, досліду Фізо, а також сучасних ефектів, таких як червоне зміщення, темна енергія, світлова та надсвітлова швидкість об'єктів на периферії видимого всесвіту. В цій роботі використовується та досліджується модель запропонована в [1].

Швидкість світла.

За сучасними уявленнями фізичний вакуум є сукупність, віртуальних, зокрема, електрон-позитронних пар. Оскільки це сукупність зарядів,

їх можна представити як діелектричне середовище. На зміну частинкам, що зникають, з'являються нові, і всередньому густина електричних зарядів обох знаків відмінна від 0. В кінцевому рахунку віртуальні частинки, як і діелектрик, не поглинають енергію хвилі, а лише затримують її фазу. Їх інертність зумовлює затримку фази хвилі і спричиняє появу такої характеристики, як швидкість хвилі в просторі. Перевипромінена віртуальними частинками в деякій площині 1 хвиля з'являється в іншій площині 2 на відстані Δx за час Δt з затримкою фази, яка зумовлена індивідуальним доплерівським зсувом, що обумовлений рухом частинок. Дійсно, частинки, що мають складову

швидкості v вздовж хвильового вектора, дають затримку фази $\varphi_D = \frac{2\pi}{\lambda} v \Delta t$. Розділимо всі частинки між площинами 1 та 2 на $2N$ груп за значенням проекції швидкості на напрямок руху хвилі. В кожній групі частинки мають приблизно однакове значення v_n . Виділимо дві групи частинок зі швидкостями v_n та $-v_n$. В площині 2 вони створюють збудження

$$\Delta E_2 = \frac{E_0}{2N} \exp(i(\omega t - kx)) \cdot (\exp(i\varphi_D) + \exp(-i\varphi_D)) = \frac{E_0}{N} \exp(i(\omega t - kx)) \cdot \cos(\varphi_D) \quad (1)$$

Загальне збудження утворює хвилю

$$E_2 = \lim_{N \rightarrow \infty} E_0 \exp(i(\omega t - kx)) \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=-N}^N \cos\left(2\pi \frac{v_n}{\lambda} \Delta t\right) \quad (2)$$

Сума вкладів від груп частинок з усіма можливими швидкостями визначає хвилю в площині 2

$$E_2 = E_1 \exp(-ikx) \int_{-\infty}^{+\infty} \delta(v) dv \quad (3)$$

де $E_1 = E_0 \exp(i\omega t)$ – збудження в першій площині, $\delta(v)$ – функція Дірака. Інтеграл дорівнює 1 тільки при $v = 0$, це означає, що у перевипромінненні хвилі в площині 1 беруть участь лише частинки з нульовою проекцією швидкості на напрям поширення хвилі. Це збудження буде прийнято всіма частинками площини 2, але в подальшому у перевипромінюванні знову беруть участь тільки частинки з нульовою проекцією швидкості.

Це дуже важливий результат: в іншій (рухомій) системі відліку є своя група віртуальних квазінерухомих в цій системі частинок. Тобто, ця група частинок є індивідуальною для кожної системи відліку. Якщо для двох різних систем відліку (з відмінними швидкостями руху) в момент старту хвилі площини типу 1 просторово співпадають, то площини типу 2 очевидно будуть рознесені в просторі. Отже, поняття швидкості світла існує лише в певній системі відліку для спостерігача, який знаходиться в ній, і завжди є постійною. Примусове накладання двох площин типу 2 призводить до штучної деформації простору, що і відображено формулами Лоренца. Це є припустимо як інструмент вирішення завдань при математичному моделюванні, але не для інтерпретації дійсності.

Зі сказаного випливає, що в будь-якому експерименті вимірюється швидкість світла завжди і тільки у власній системі координат спостерігача. Вимірювання швидкості світла в заданій системі координат має сенс лише при нерухомих площинах 1-2 в тій же системі. Одне і те ж світло для спостерігачів з різних систем є індивідуальним явищем. Не існує, таким чином, єдиного світла для всіх спостерігачів, що проявляється, зокрема, і в тому, що і один і той же предмет виглядає по-різному при спостереженні з різних рухомих платформ.

Дослід Фізо

Ефект Доплера проявляється по різному в залежності від поведінки трьох учасників: джерело, детектор випромінювання та середовище між ними. В досліді Фізо середовище рухається зі швидкістю v_0 , тому відповідна хвиля реєструється у вигляді

$$E_2 = E_0 \exp(i(\omega t - kx - \varphi_D)) \quad (4)$$

де зміщення фази $\varphi_D = \frac{2\pi}{\lambda} v_0 \Delta t = \frac{2\pi v_0 \mu l}{\lambda c}$, Δt – час взаємодії світла з рухомих середовищем товщиною l , μ – показник заломлення, c – швидкість світла у вакуумі.

Якщо хвиля одночасно перевипромінюється двома системами частинок – віртуальними (концентрація N_1) і реальними рухомими (концентрація N_2), які знаходяться в одному і тому самому об'ємі, то детектор реєструє сумарну хвилю: $E = E_1 \exp(i(\omega t - kx)) + E_2 \exp(i(\omega t - kx - \varphi_D))$, амплітуди яких E_1 та E_2 пропорційні концентраціям частинок. Ця сума дорівнює

$$E = E_3 \exp(i(\omega t - kx - \alpha)), \quad (5)$$

$$\text{де } E_3 = E_1 \cdot \frac{\sin(\varphi_D)}{\sin(\varphi_D - \alpha)}, \quad (6)$$

$$\alpha = \text{arctg} \frac{\sin(\varphi_D)}{\frac{N_1}{N_2} + \cos(\varphi_D)}. \quad (7)$$

Це виглядає таким чином, ніби світлова хвиля захоплюється рухомими частинками не повністю, а з коефіцієнтом $\frac{\alpha}{\varphi_D}$. Фізо [2] експериментально знайшов цю затримку, яку назвав «коефіцієнтом захоплення рідиною світоносного ефіру», і яка виявилася залежною від показника заломлення

рідини, що рухалась ($1-\mu^2$). Отримані формули (5-7) якісно співпадають з результатами досліду Фізо, а незначна кількісна різниця пов'язана з відмінностями моделей (речовини, що рухається) – у досліді Фізо це була рідина.

Вплив гравітації на хвилю

В гравітаційному полі віртуальні частинки зазнають прискорення протягом короткого часу життя. Результатом цього впливу є зміна частоти перевипроміненого світла. Частота змінюється на

$$\Delta\omega_D = \frac{d\varphi_D}{dt} \Delta t = \frac{2\pi v}{c} \frac{dv}{dt} l \quad (8)$$

Знак зміни залежить від напрямку руху.

В 1960 році Паунд Р. В. [3] для $l = 22.5$ м отримав за допомогою ефекту Месбауера експериментально відносну зміну частоти $\frac{\Delta\omega_D}{\omega} = 2,5 \cdot 10^{-15}$, що точно співпадає з розрахунком за формулою (8). Це підтверджує гіпотезу, що взаємодія світла і гравітації фізично відбувається за участі віртуальних частинок, саме через те, що вони є одночасно носіями і заряду, і маси.

Відомо також, що промінь світла відхиляється в напрямку джерела гравітації, якщо він проходить повз масивний об'єкт. В нашій моделі це пояснюється наступним чином. Віртуальні частинки протягом короткого часу існування переважно рухаються в напрямку центру гравітації. Останній виступає як центр тимчасової конденсації віртуальних частинок. Біля масивного об'єкта спостерігається підвищена густина фізичного вакууму, що і спричиняє градієнт показника заломлення і, як наслідок, ефект лінзи. Таким чином, при поясненні взаємодії світла і гравітації нема потреби застосовувати ідеї викривлення простору і деформації часу. Звичайно, ця якісна модель заслуговує на математичне обґрунтування; вона, на наш погляд, не містить протиріч.

Енергія хвилі

Попередня формула (8) має універсальний характер та не залежить від природи прискорення $\frac{dv}{dt}$ частинок. Для випадку прискорення електрона $\frac{dv}{dt}$ в електричному полі E формула (8) дає змогу логічно пояснити ще один стандарт і набуває вигляду:

$$\frac{\Delta\omega_D}{\omega} = \frac{eEl}{mc^2} = \frac{eU}{mc^2} \quad (9)$$

U – прискорююча різниця потенціалів. Праву частину рівності можна трактувати як питому зміну енергії частинки, що прискорюється в електричному полі. Отже, ліва – є питома зміна енергії хвилі. Тобто, енергія хвилі однозначно детермінується через частоту, що свого часу постулювали Планк [4] і Ейнштейн [5]. Це може означати, що світлова хвиля у своїй основі пов'язана не з реальними частинками, а з віртуальними, бо для реальних частинок енергія однозначно пов'язана з амплітудою.

Червоний зсув

Червоний зсув спектру далеких галактик існує як незаперечний факт, проте пояснити його можна менш драматичними припущеннями. Оптичний шлях L визначається як добуток геометричного шляху l і показника заломлення μ :

$$L = \mu l \quad (10)$$

В такому разі швидкість v проходження дистанції

$$v = \frac{dL}{dt} = \frac{d\mu}{dt} l + \mu \frac{dl}{dt} \quad (11)$$

навіть при незмінному, $l = \text{const}$, маємо зміну відстані зі швидкістю:

$$v = \frac{d\mu}{dt} l. \quad (12)$$

Наприклад, на периферії видимого Всесвіту, при $l = 13,8$ млрд світлових років, і $v = c$ маємо $\frac{d\mu}{dt} = 2,3 \cdot 10^{-18} \text{с}^{-1}$, що практично і спостерігається: це відповідає постійній Хаббла $N = 70 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}$. Чому змінюється показник заломлення вакууму – це більш спокійне питання, ніж звідки береться темна енергія для забезпечення таких швидкостей розльоту.

Світлова та надсвітлова швидкість об'єктів

Зауважимо, якщо у Всесвіті зміна $\frac{d\mu}{dt}$ однакова, то довільна точка простору виглядає як центр розбігання галактик. Зокрема з астрономічних спостережень випливає, що всі галактики розбігаються від сонячної системи. Але це просто означає, що в будь-якому напрямку від сонця $\frac{d\mu}{dt}$ має однакове значення. Якщо точку спостереження перемістити на 40-50 млрд

світлових років, знов спостерігатимемо Всесвіт у межах сфери радіусом 14 млрд світлових років, причому розбігання на периферії сфери рівне швидкості світла. Не виключено, що $\frac{d\mu}{dt}$ не є постійна величина, а може змінюватися з характерною постійною часу порядку 6-10 млрд років. Очевидно, це проявиться у непостійності константи Хаббла. На даний момент є дані, що підтверджують цей факт. Тоді ми змушені визнати, що немає необхідності у концепції розльоту галактик і тим більше, темної енергії.

Можливі експерименти

Ми прогнозуємо, що деякі з розглянутих явищ можна спостерігати в умовах лабораторії на реальних частинках. Відтворити хаотичний рух реальних зарядів можна створивши хмаринку термо- або фотоелектронів над металеву поверхню, а запізнення фази світлової хвилі, що пробігає над поверхню, спостерігати методами інтерферометрії. Також можна відтворити експеримент, аналогічний досліду Фізо. Необхідною умовою для цього є обов'язковий рівномірний рух електронів у вакуумі. Більше інформації можна отримати із взаємодії світлового променя з електронами в режимі прискореного руху. Згідно формули (5) при різниці потенціалів 5 кВ можна очікувати

зміщення частоти на 1%, що у видимій області складає кілька нанометрів. З іншого боку, у електрона з'являється додатковий канал втрати енергії, пов'язаний із зміною частоти, що проявляється як зміна внутрішнього опору газорозрядного проміжку (газ в розрядному проміжку потрібен для зменшення довжини вільного пробігу електронів та збільшення їх концентрації). Кореляція між вказаними явищами може дати цінну інформацію про конкретні параметри взаємодії світла і електричних зарядів.

Висновки

Світло є фактично посередником між віртуальними частинками і реальними. Тому його властивості – дуалізм хвиля-частинка, обмеженість швидкості світла та її незмінність у різних системах відліку, спосіб вимірювання швидкості хвилі, взаємодія з гравітацією – незвичні для суто реального світу. Постулати про швидкість світла, енергію фотона, власну енергію масивної частинки можна отримати як наслідок з класичних фізичних законів. Світло є інструментом для вивчення віртуальних частинок. Дослідження цієї взаємодії відкриває перспективу для альтернативного шляху пізнання природи походження і розвитку Всесвіту.

Список використаних джерел

1. Конончук Г. Л., Терентьева Ю. Г. Про швидкість світла – ще раз/ Г. Л. Конончук, Ю. Г. Терентьева // Наукові записки НАУКМА Серія фізико-математичні науки. – 2009. – том 87. – С.36-38.
2. Fizeau, H. (1851). "Sur les hypothèses relatives à l'éther lumineux". *Comptes Rendus*. **33**: 349–355.
3. Pound, R. V.; Rebka Jr. G. A. (1959). "Gravitational Red-Shift in Nuclear Resonance". *Physical Review Letters*. **3**(9): 439–441.
4. Planck M. (1901) "On the Law of Distribution of Energy in the Normal Spectrum". *Annalen der Physik*. **4**: 553 – 559
5. Einstein A. (1905). "Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt". *Annalen der Physik*. **17** (6): 132–148

References

1. KONONCHUK G., TERYTYEVA YU. (2009) Once again – about velocity of light *Scientific papers of NaUKMA Phys.-math. Series*. **87**. p.36-38.
2. FIZEAU, H. (1851) Sur les hypothèses relatives à l'éther lumineux. *Comptes Rendus*. **33**. p.349–355.
3. POUND, R. V.; REBKA Jr. G. A. (1959). Gravitational Red-Shift in Nuclear Resonance. *Physical Review Letters*. **3**(9). p.439–441.
4. PLANCK, M. (1901) On the Law of Distribution of Energy in the Normal Spectrum. *Annalen der Physik*. **4**. p.553–559.
5. EINSTEIN, A. (1905). Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt. *Annalen der Physik*. **17** (6). p.132–148.

Надійшла до редколегії 15.06.18