

## ШВИДКІСТЬ ПОШИРЕННЯ СВІТЛА В ПРОСТОРІ ТА ЙОГО ФІЗИЧНА СУТНІСТЬ В КОНТЕКСТІ ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ ЕЙНШТЕЙНА ЧАСТИНА 2

В другій частині статті на окремих прикладах продовжено розгляд фізичних явищ що відбуваються при поширенні світла в просторі та фізичних тіл що рухаються в просторі з швидкістю спів мірною зі швидкістю світла. Розглянуто особливості поширення світла від джерела випромінювання що рухається з прискоренням. Викладено припущення про можливу структуру електрона в основі якого лежить вплив гравітаційного поля на електричне.

**In the second part of some examples of continued consideration of the physical phenomena occurring in the common light in space and physical bodies moving in space with speed singing measuring the speed of light. The features of light propagation from the source of radiation moving with acceleration. Presents the assumptions on the possible structure of the electron based on the influence of gravitational field on the electric.**

Ключові слова: швидкість світла, теорія відносності.

### Залежність електромагнітних сил взаємодії від швидкості

В першій частині на окремих прикладах було розглянуто особливість руху зарядженої частинки в однорідному електричному полі. Цей рух обумовлений певною закономірною зміною величини електричної сили з боку силового поля на заряджену частинку. Тобто сила, що викликає прискорення зарядженої частинки, під час прискореного руху не є постійна в часі, а залежить від набутої швидкості зарядженою частинкою.

Враховуючи особливість прискореного руху зарядженої частинки, (де прискорення відбувається за рахунок сили електромагнітного походження), необхідно щоб і формули, які відображають закономірність такого фізичного процесу, зокрема тих, за допомогою яких визначаються період обертання  $T$  частинки в однорідному магнітному полі при постійній масі а також величини сили Лоренца  $F_L$ ; – потребують

введення поправочного коефіцієнту залежності  $\kappa_v$ , що дорівнює  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  і прив'язаний до величини заряду частинки  $q$ .

( $\kappa_v = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  - залежність яка підтверджується експериментально: зокрема – М. Борн (Атомна фізика – 1970 р).

$v$  – швидкість руху зарядженої частинки;

$c$  – швидкість світла

Найголовніше те, що використовуючи коефіцієнт  $\kappa_v$ , можна на пряму відображати **зміну величини напруженості  $E$**  електричного силового поля на заряджену частинку залежно від набутої нею швидкості під час прискореного руху; тобто зменшення величини тої сили, що викликає прискорення зарядженої частинки. Саме така характерна залежність і лежить в основі особливого руху заряджених частинок в електромагнітних полях, їх особливої поведінки.

Зміна величини напруженості  $E$  в однорідному електричному полі на заряджену частинку під час її прискореного руху з використанням коефіцієнту  $\kappa_v$  буде визначатися за формулою

$$E_v = E\kappa_v = E\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}};$$

де  $E$  - напруженість електричного поля.

Період обертання зарядженої частинки в однорідному магнітному полі визначається за формулою:

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$$

де  $r$  – радіус орбіти руху зарядженої частинки;

$v$  – швидкість руху зарядженої частинки на орбіті;

$m$  – маса зарядженої частинки;

$q$  – величина заряду частинки;

$B$  - величина магнітної індукції;

«Останній вираз показує, що період обертання частинки в однорідному магнітному полі при постійній масі не залежить від швидкості  $v$  і радіусу  $r$  траєкторії її руху і цей факт використовують в прискорювачі заряджених частинок – циклотроні. І далі наголошується, що прискорення частинок в

циклотроні *с постійним періодом можливе лише до значень швидкостей, значно меншими швидкості світла. Як відомо це пояснюється тим, що з наближенням швидкості частинки до швидкості світла маса частинки збільшується і як наслідок, збільшується період її обертання в магнітному полі*. («Фізика» О.Ф. Кабардін – 1991р.)

Після того як у формулу ввести поправочний коефіцієнт  $\kappa_v$ , формула буде мати вираз:

$$T_v = \frac{2\pi m}{Bq \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

В такому вигляді, дана формула  $T_v$  на пряму відображає від чого залежить період обертання зарядженої частинки і не потребує додаткового, вище наведеного, трактування про збільшення маси рухомого тіла, якого в дійсності не існує.

Відповідно з введенням коефіцієнту  $\kappa_v$ , формула, що визначає силу Лоренца  $F_L = gBv$ , прийме вираз:  $F_L^v = Bvq \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ . Дана формула  $F_L^v$  показує як саме насправді змінюється сила Лоренца залежно від швидкості зарядженої частинки в однорідному магнітному полі. На відміну від формули  $F_L$ , – яка передбачає постійне зростання сили Лоренца при збільшенні швидкості зарядженої частинки; формула  $F_L^v$  відображає дійсне зростання сили Лоренца до певного максимуму а потім стрімкого її спаду.

*Підкреслюючи особливий рух зарядженої частинки в силовому полі, можна характеризувати висловом, що частинка при значних швидкостях, спів мірних зі швидкістю світла, веде себе так, як нібито у неї збільшується гравітаційна маса, або нібито у неї зменшується величина заряду.*

Нижче на рисунках 9, 10 і 11 показані відповідні графіки напруженості електричного поля  $E_v$ , сили Лоренца  $F_L^v$  та періоду обертання  $T_v$  залежно від швидкості зарядженої частинки, побудованими за відповідним формулами з використанням коефіцієнту  $\kappa_v = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ .

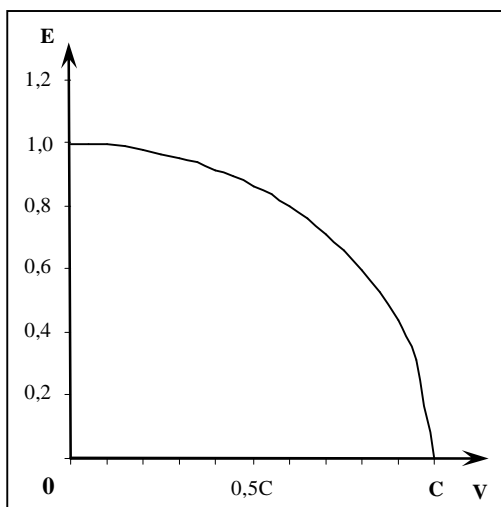


Рис. 9. Графік зміни напруженості електричного поля на заряджену частинку залежно від швидкості

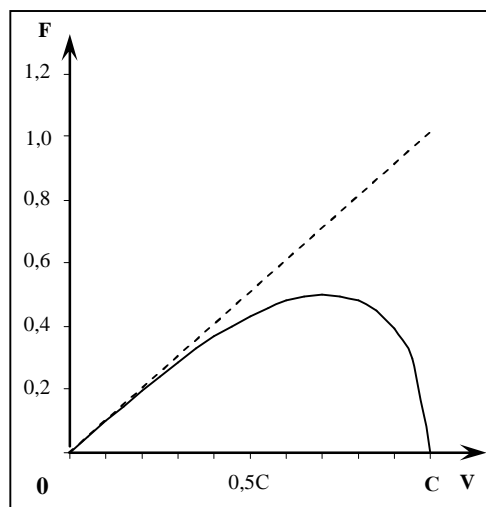


Рис. 10. Графік зміни сили Лоренца на заряджену частинку залежно від швидкості

З графіку що зображений на рисунку 9 видно, що залежно від швидкості, відбувається зменшення силового впливу з боку електричного поля на заряджену частинку під час її прискореного руху. Відбувається зменшення сили, що викликає прискорення. При швидкості близькій до величини  $C$ , напруженість електричного поля, що діє на заряджену частинку, прямує до нульового значення.

Звертає на себе увагу графік зміни сили Лоренца на заряджену частинку залежно від її швидкості, що зображений на рисунку 10. З графіку видно, що сила Лоренца на початку прискореного руху зарядженої частинки лінійно зростає. В подальшому приріст сили Лоренца уповільнюється і при набутті швидкості близько  $0,7C$ , досягає свого максимуму. При подальшому зростанні швидкості, сила Лоренца стрімко зменшуватися. При наближенні швидкості зарядженої частинки до величини  $C$ , сила Лоренца прямує до нульового значення. Зрозуміло, що при швидкості  $C$ , сила Лоренца повністю зникає.

З графіка зображеного на рисунку 11 видно, що при зростанні швидкості зарядженої частинки, період її обертання в магнітному полі також збільшується. Спочатку повільно, а при перевищенні швидкості за  $0,8C$ , зростає стрімко і прямує до нескінченності при  $v = c$ .

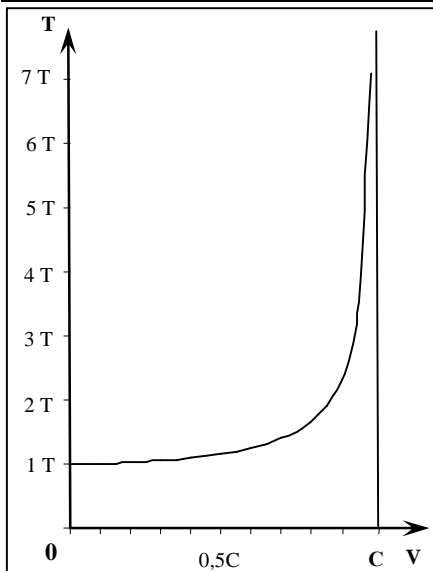


Рис. 11. Графік залежності періоду обертання зарядженої частинки в магнітному полі від швидкості

Якщо б коефіцієнт залежності  $\kappa_v = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ , який

характеризує прискорений рух зарядженої частинки в однорідному електричному полі, був би спочатку визначений експериментальним шляхом, то це дало би змогу, по-перше, виявити та встановити залежність **величини сили** при взаємодії силового електричного поля з власним полем зарядженої частинки, а по-друге, прийти до правильного висновку щодо фізичної природи даного явища яке спостерігається.

**Явище інерції в оптиці**

При ознайомленні з теорією відносності, в підручниках з фізики для старших класів («Фізика» -10 клас; Г.Я. Мякішев. Б.Б. Буховцев -1983р.), підкреслюється другий постулат: – швидкість світла у вакуумі однакова для всіх інерційних систем відліку. Вона не залежить ні від швидкості джерела, ні від швидкості приймача світлового сигналу, і далі розглядається приклад наведений на рисунку 12.

За текстом: «... припустимо, в ту мить коли початок координат інерційних систем **K** і **K<sub>1</sub>**, що рухаються одна відносно другої зі

швидкістю  $\vec{V}$ , співпадають, в початку координат відбувається спалах світла. За час *t* системи змістяться одна відносно другої на відстань *vt*, а сферична хвильова поверхня буде мати радіус *ct*. Системи **K** і **K<sub>1</sub>** рівноправні і швидкість світла однакова в тій і другій системі. Відносно з точки зору спостерігача пов'язаного з системою відліку **K** центр буде знаходитись в точці **O**, а з точки зору спостерігача пов'язаного з системою відліку **K<sub>1</sub>**, він буде знаходитись **O<sub>1</sub>**».

При розгляді подібних прикладів не береться до уваги швидкість самого джерела спалаху світла відносно систем відліку **K** і **K<sub>1</sub>**.

Фотони світла, не маючи маси спокою *m<sub>0</sub>*, так само, як і всі фізичні тіла, володіють властивостями **інерції**. В усіх інерційних системах відліку, світло (сферичний простір в якому поширюється випромінена енергія), подібно до фізичних тіл, полишене само на себе здатне зберігати відносний стан спокою або прямолінійного і рівномірного руху.

Припустимо, що відносно системи відліку **K** джерело спалаху світла було нерухомо. В нашому прикладі, постійно зростаюча сферична хвильова поверхня зі своїм центром спалаху в точці **O** буде за **інерцією** рухатися з постійною швидкістю  $\vec{V}$  відносно системи відліку **K<sub>1</sub>**, і залишатися

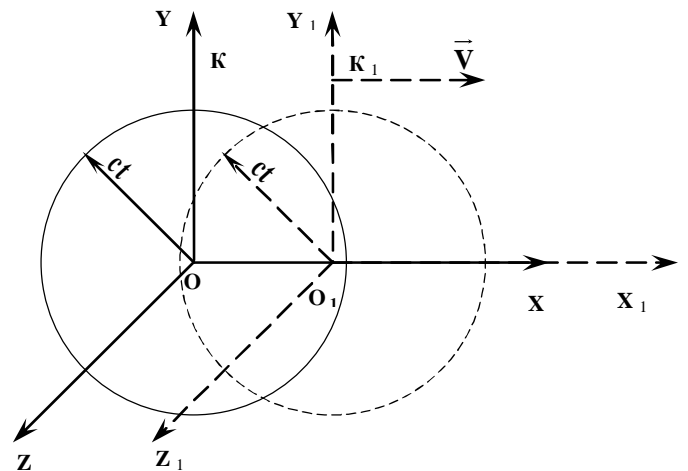


Рис. 12. Поширення світла відносно інерційних систем відліку

нерухомою відносно системи відліку **K**. За час *t* в просторі сферична хвильова поверхня з радіусом *ct* буде мати центр в точці **O** для обох спостерігачів відповідно пов'язаних з системою відліку **K** і **K<sub>1</sub>**, тому що рухома система відліку **K<sub>1</sub>** не може захоплювати випромінену енергію світла.

Якщо взяти випадок, коли інерційні системи **K** і **K<sub>1</sub>** рухаються відносно одна другої зі швидкістю близький до швидкості світла, то спостерігач що пов'язаний з системою відліку **K<sub>1</sub>**, не зможе помітити (виявити) самого спалаху світла, що відбувся в просторі при співпадинні початку координат, точок **O** і **O<sub>1</sub>**.

Рухаючись зі швидкістю світла відносно від джерела світла, самого світла (променя) – не можливо побачити, а ні виявити в інший спосіб.

**Швидкість елементарних частинок**

Для підтвердження справедливості теорії відносності Енштейна, наводиться зокрема, на перший погляд, переконливий приклад про космічні промені, які на висоті від 10 до 30 км над поверхнею Землі постійно бомбардують ядра атомів кисню та азоту, викликаючи появу заряджених і нейтральних  $\pi$ -мезонів. При цьому наголошується, що середня тривалість життя  $\pi^+$  – мезона дорівнює  $2,55 \times 10^{-8}$  сек. Тобто ці частинки розпадаються в середньому через 2,5 мікросекунди після своєї появи у верхніх шарах атмосфери. Але рухаючись навіть зі швидкістю світла, частинка зможе пройти всього лише 600-750 метрів, тобто не

встигне перетнути товщину атмосфери і дійти до рівня моря. Тим часом багато цих частинок зустрічаються на рівні моря.

*Як відомо це явище пояснюється лоренцовим сповільненням часу і скороченням простору.*

Знаючи, що відносна швидкість фотонів може бути більшою за  $C$ , слід припустити, що не тільки деякі космічні промені по відношенню до Землі можуть мати швидкість більшу за  $C$ , а зокрема і **новонароджений** у верхніх шарах земної атмосфери  $\pi^+$  – мезон з вище наведеного прикладу.

**Особливості метаморфози світла на межі поділу двох середовищ.**

З певних міркувань проведемо мислений експеримент з мотоциклістом на спеціальній дорозі.

На рисунку 10 зображена пряма рівна дорога, яка задовольняє певним вимогам для проведення експерименту. Одна частина цієї дороги, що позначена пунктирною лінією з початком в точці  $A_1$ , може ковзати по поверхні другої (суцільна лінія) з певною швидкістю і в протилежних напрямках. Тобто дорога має «рухому» і «нерухому» смуги задовільної довжини.

Для збереження певної аналогії та зручності, на рисунку 13 позначено:

$Q$  – точка старту на «нерухомій» смугі (джерело);

$A_1$  – початок «рухомої» смуги  $P$  (рухома пластинка);

$\vec{V}_1$  – вектор швидкості мотоциклістів відносно поверхні «нерухомої» смуги;

$\vec{V}_2$  – вектор швидкості («падаючий») наближення мотоциклістів до «рухомої» смуги  $P$  (точки  $A_1$ )

$\vec{V}_3$  – вектор швидкості мотоциклістів відносно поверхні «рухомої» смуги  $P$ ;

$\vec{V}_0, \vec{V}_-, \vec{V}_+$  – швидкість «рухомої» смуги  $P$  відносно «нерухомої».

На «нерухомій» смугі в точці  $Q$  стартує мотоцикліст і рухається в напрямку «рухомої» смуги. Мотоцикліст з моменту старту може рухатися тільки з максимально можливою швидкістю  $C$  без відхилень (час на розгін – знехтуємо). Під час руху, педаль «газу» на мотоциклі заблокована. Частота обертів привідного заднього колеса, що забезпечує рух мотоцикла – постійна. Технічною особливістю даного мотоцикла є те, що переднє колесо під час руху, на відміну від привідного заднього, може автоматично змінювати свій діаметр в залежності до зміни частоти його обертання. Оберти заднього колеса виведено на спідометр, а оберти переднього колеса також виведено на тахометр. На старті на початку руху обидва колеса мотоцикла мають однаковий діаметр.

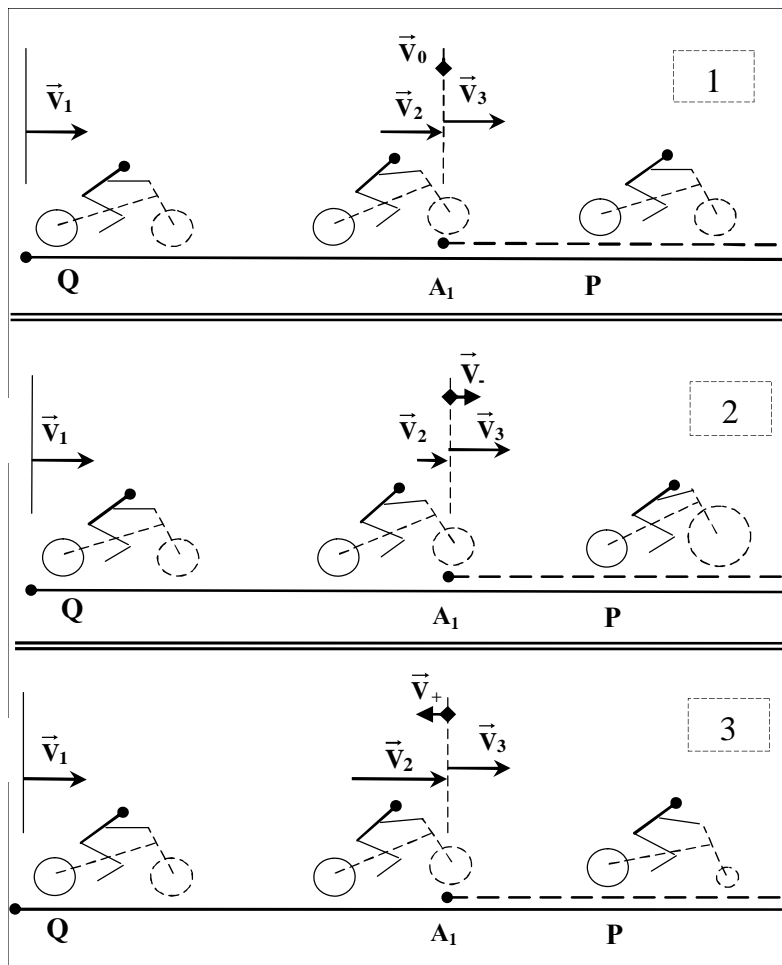


Рис. 13. Рух мотоцикліста на спеціальній дорозі

В першому випадку «рухома» смуга  $P$  нерухома ( $V_0 = 0$ ). Протягом всього руху мотоцикліста, кутова швидкість обертання і колова швидкість обох коліс буде однакою. Спідометр фіксує постійну швидкість  $C$ , а тахометр фіксує постійну частоту  $f_1$ .

В другому випадку «рухома» смуга  $P$  віддаляється від точки старту мотоцикліста з певною швидкістю  $V$ . Поки мотоцикліст рухається по «нерухомій» смузі, кутова швидкість обертання і колова швидкість обох коліс однакою. Спідометр фіксує постійну швидкість  $C$ , а тахометр фіксує постійну частоту  $f_1$ . В цей час по відношенню до «рухомої» смуги  $P$  (точки  $A_1$ ) мотоцикліст рухається зі швидкістю  $V_2$ , яка менша від стартової на величину  $V$ .

Коли мотоцикліст переднім колесом заїхав на поверхню «рухомої» смуги, його колова швидкість зменшилась, а відповідно зменшилась і кутова швидкість обертання  $f_3$ , що відразу зафіксує тахометр. Діаметр переднього колеса при цьому поки залишається без зміни. В той момент коли заднє колесо в'їде на поверхню «рухомої» смуги, швидкість мотоцикліста миттєво відновиться до величини  $C$  (по відношенню до поверхні «рухомої» смуги і точки  $A_1$ ), і в цю ж мить діаметр переднього колеса збільшиться на певну величину так, щоб зберігаючи при цьому незмінною набуту кутову швидкість обертання  $f_3$ , колова швидкість була рівна коловій швидкості заднього привідного колеса.

В останньому, третьому, випадку «рухома» смуга  $P$  наближається до точки старту мотоцикліста з певною швидкістю  $V_+$ . В даному разі по відношенню до «рухомої» смуги  $P$  мотоцикліст рухається зі швидкістю  $V_2$ , яка більша від стартової на величину  $V_+$ . Коли переднє колесо мотоцикла опиниться на поверхні «рухомої» смуги, його колова швидкість відразу збільшиться, а відповідно збільшиться і кутова швидкість обертання  $f_3$ , що відразу зафіксує тахометр. Як і в попередньому випадку діаметр переднього колеса при цьому також залишається поки без зміни. В той момент коли заднє колесо в'їде на поверхню «рухомої» смуги, швидкість мотоцикліста також миттєво відновиться до величини  $C$  (по відношенню до поверхні «рухомої» смуги і точки  $A_1$ ), і в цю ж мить діаметр переднього колеса зменшиться на певну величину так, щоб зберігаючи при цьому незмінною набуту кутову швидкість обертання  $f_3$ , колова швидкість відповідала коловій швидкості заднього привідного колеса.

Проведений мислений експеримент з мотоциклістом дає можливість наочно спостерігати залежність зміни частоти  $f$ , нашого «фотона – коліс мотоцикліста», при потраплянні на рухомий об'єкт, та миттєвого відновлення *первинної* швидкості до величини  $C$ . При зменшенні частоти  $f$  діаметр колеса збільшується (*зайнятий простір збільшується*). І навпаки, якщо частота  $f$  збільшується то діаметр колеса зменшується (*зайнятий простір зменшується*).

В наведеному експерименті на межі поділу «рухомої» і «нерухомої» смуг дороги чітко проявляється:

1. Зміна частоти обертів переднього колеса – *ефект Доплера*;
2. Відновлення стартової швидкості мотоцикліста – *ефект відновлення швидкості*;
3. Зміна величини діаметра переднього колеса – *зміна величини займаного простору*

Схожа картина перетворення на межі поділу середовища, відбувається і при поширенні електромагнітної енергії, зокрема світлового променя, відносно рухомих та нерухомих тіл.

З моменту зародження, фотон з частотою  $f$ , рухаючись в просторі, займає певний об'єм цього простору. Це той об'єм простору в якому на даний момент часу знаходиться сконцентрована електромагнітна енергія фотона і за формою може бути схожа на циліндр з відповідним діаметром і довжиною. Для зручності такий об'єм простору назвемо «*тіло*» фотона. При досягненні фотоном рухомої пластинки  $P$  (подібної тої що використовувалась в вище наведених оптичних експериментах), «*тіло*» фотона змінить свої розміри залежно від відносної швидкості між джерелом випромінювання  $Q$  та екраном  $P$ , відповідно також змінить свою частоту і відновить швидкість до величини  $C$ . При взаємному їх віддаленні – діаметр «*тіла*» фотона збільшиться, а його частота при цьому зменшиться. При взаємному зближенні – діаметр «*тіла*» фотона зменшиться, а його частота при цьому збільшиться.

При відносному русі джерела випромінювання та екрану відбувається метаморфоза світла на межі поділу двох середовищ, яка включає в себе три характерні ознаки, подібних до наведеного вище мисленого експерименту.

Окремо зазначимо, що Ефект Доплера в оптиці пояснюється тим, що хоча особливого середовища що переносить електромагнітні хвилі не існує, частота світлових хвиль, які сприймаються приймачем (спостерігачем), визначаються тільки відносно швидкістю джерела і приймача (спостерігача). Формула що відображає таку залежність має вираз:

$$f = f_0 \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{v}{c}};$$

де  $f_0$  – частота світлових хвиль випромінених джерелом;  
 $v$  – швидкість джерела світла відносно приймача;  
 $c$  – швидкість світла у вакуумі;

(швидкість  $v$  вважається позитивна, коли приймач і джерело віддаляються один від одного, і від'ємною, коли вони зближуються.)

Але відносна швидкість між джерелом і приймачем (спостерігачем) призводить до зміни швидкості світла відносно (спостерігача). При цьому змінюється частота світлових хвиль і проявляється ефект Доплера.

Ефект Доплера в оптиці на пряму свідчить про зміну швидкості світла при наявності відносного руху між джерелом випромінення і приймачем (спостерігачем).

#### Прискорений рух джерела випромінення.

Необхідно окремо виділити особливість випромінення електромагнітної енергії під час прискореного руху джерела випромінення  $Q$ . Якщо джерело  $Q$  буде рухатися з прискоренням, то в напрямку випромінення, фотони (промені) будуть поширюватися в просторі з різними швидкостями, а діаметри «тіл» фотонів при цьому будуть залишатися однаковими. При достатньо значному прискоренні джерела випромінення  $Q$ , може статися так, що фотон який зародився пізніше прийде до екрану  $P$  швидше ніж фотон який зародився раніше. Такий процес «перегоню» протягом всієї дистанції триватиме тільки до моменту прибуття фотонів (променів) до екрану  $P$ .

Якщо «перегону» не відбудеться, то це буде свідчити про те, що на певній відстані (при певному ущільненні) попередній фотон і задній фотони починають взаємодіяти і по мірі наздогону інших, будуть створювати за собою такий собі «ланцюг» з фотонів. (перше і друге припущення потребує експериментальної перевірки).

Припустимо, що одноразово декілька фотонів (променів) які мали різні швидкості досягли екрану  $P$ . Після відбиття або виходу з поверхні прозорого тіла  $P$ , фотони (промені) вже будуть разом рухатися з швидкістю  $C$ , і при цьому кожний фотон (промінь) матиме тільки свій власний діаметр «тіла» і частоту. Такий складний промінь, що утворюється після першої взаємодії з фізичним тілом  $P$ , у своєму перерізі може містити значну кількість променів з різними частотами.

На рисунку 14 показано структуру такого складного променя. Видно що в середині «тіла» фотону (променя) більшого діаметра можуть знаходитися «тіла» інших фотонів (променів), діаметри «тіл» яких менші. Яскравий приклад такого складного променя, це – сонячне світло. Промені такого типу умовно назовемо *вторинними*.

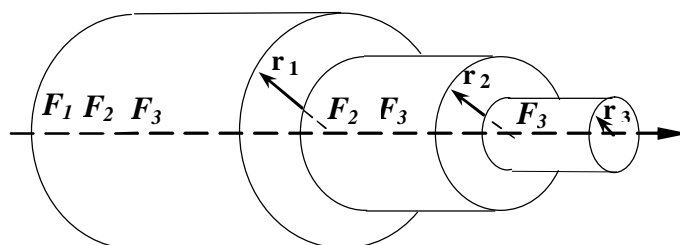


Рис. 14. Структура складного променя

Промінь який утворюється безпосередньо від джерела випромінення, що рухається з прискоренням, на певній відстані від нього, (до першої перешкоди на своєму шляху) також представляє собою складний промінь. Але на відміну від *вторинного* в цьому промені, фотони (промені) рухаються з різними відносними швидкостями, а діаметри їх «тіл» залишаються при цьому незмінними і однакового розміру. Промені такого типу умовно назовемо *первинними*. Променями такого типу можуть бути «прибульці» з космічного простору – космічні промені.

Ефект дії на фізичні тіла таких *первинних* і *вторинних* променів проявляється однаково. Але відмінність, яку можна передбачити, характеризується різною *проникливістю* цих променів через малі отвори, розміри яких спів мірні з довжиною електромагнітних хвиль.

Розглянемо приклад що зображений на рисунку 15.

$a, b$  – межі простору в якому поширюються *первинні* промені;

$a_1, b_1$  – межі простору в якому поширюються *вторинні* промені;

$M, N$  – пластинки з отворами;

$P$  – прозора пластинка;

$H$  – екран реєстрації променів.

В першому випадку показано, коли на шляху поширення *первинних* променів по прямій  $c$  від джерела  $Q$ , поставлено на певній відстані одна від одної, дві пластинки  $M$  і  $N$  з отворами однакового розміру, на межі їх найменшого розміру, що дозволяє безперешкодно поширюватись *первинним* променям і

далі по прямій  $c$ . При зменшенні цих розмірів, – промінь світла вже не зможе безперешкодно проходити ці отвори. Незалежно від того в якому напрямку рухається **прискорене** джерело випромінення  $Q$ , **первинні** промені однаково проходять через отвори на пластинках  $M$  і  $N$

В другому випадку, між пластинками  $M$  і  $N$  вставлено прозору пластинку  $P$ . Джерело  $Q$  наближається до пластинок  $M$  і  $N$ . Промені безперешкодно попадають на пластинку  $P$ , і пройшовши через отвір пластинки  $N$ , поширюються далі по прямій  $c$ . Слід очікувати, що поступово зменшуючи величину отвору пластинки  $N$ , промені і надалі будуть проходити через отвір.

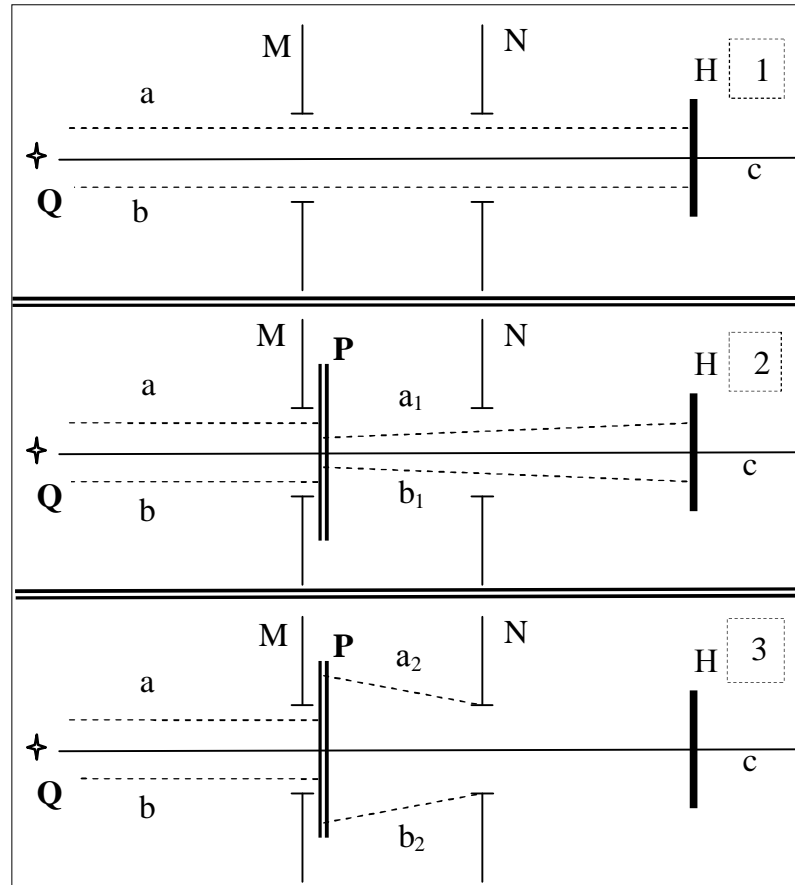


Рис. 15. Проникливість променів від джерела випромінення, що рухається з прискоренням

В даному випадку, при виході з прозорої пластинки  $P$  діаметри «тіл» **вторинних** променів будуть постійно зменшуватися (назвемо такий промінь, що «загострюється»).

В третьому випадку, джерело  $Q$  віддаляється від пластинок  $M$  і  $N$ . Промені так само безперешкодно потрапляють на прозору пластинку  $P$ . Слід очікувати, що через отвір пластинки  $N$ , вторинні промені не пройдуть. Збільшуючи величину отвору пластинки  $N$ , промені будуть прориватися і поширюватися по прямій  $c$ . В даному випадку, при виході з прозорої пластинки  $P$  діаметри «тіл» **вторинних** променів будуть постійно збільшуватися (назвемо такий промінь, що «заклинює»).

### Прискорене джерело випромінення і лінійний спектр хімічних елементів.

Підтвердженням припущення, про те що джерелом випромінення світлових променів певної частоти під час прискореного руху, *генерується* розширений спектр частот, можуть служити лінійні спектри газів.

За текстом підручника «...Наявність лінійного спектру означає, що речовина випромінює світло тільки цілком певної довжини хвилі (точніше, у визначених дуже вузьких спектральних інтервалах).

Лінійні спектри дають всі речовини в газоподібному атомарному стані (але не молекулярному). Ізольовані атоми даного хімічного елементу випромінюють хвилі суворо визначеної довжини.

При збільшенні щільності атомарного газу окремі спектральні лінії розширюються і, нарешті, при дуже великій щільності газу, коли взаємодія атомів стає досить суттєвою, ці лінії перекривають один одного, створюючи безперервний спектр». Фізика (автори Г.Я. Мякішев, Б.Б. Буховцев -1983 р.)

Закономірно, що всі атоми будь-якого газу, при однокових фізичних умовах, під час випромінення випускають фотони суворо однієї частоти, і в цьому разі спектральні лінії повинні були би бути у вигляді досить тонких ліній. Але насправді, як бачимо, всі спектральні лінії в певній мірі **розширені**.

Атоми газу набувають прискорення під час зіткнення між собою, і в простір вириваються фотони з

неоднаковою швидкістю відносно спостерігача (вимірювального приладу  $P$ ).  $V_{\text{випромінення}} = C \pm V_a$

При збільшенні щільності атомарного газу, збільшуються і прискорення атомів які вони отримують під час зіткнення між собою. Це в свою чергу збільшує величину різниці у швидкості між фотонами що були випромінені атомами під час руху в протилежних напрямках відносно спостерігача  $P$ .

Відносно же своїх атомів, які зазнають прискорення, фотони завжди вириваються у простір суворо з однаковою частотою і швидкістю  $C$ .

Неоднакова відносна швидкість фотонів під час випромінення проявляється у вигляді розширення спектру газу на певну величину.

Можна припустити, що схожі процеси відбуваються і при випроміненні світла нагрітими твердими тілами, котрі дають широкий і неперервний спектр випромінення.

### Вплив гравітаційного поля на джерело випромінення

На рисунку 16 показана спрощена схема можливої будови електрона.

$\vec{E}_1$  – напруженість електричного поля що направлена радіально вздовж силових ліній;

$\vec{E}'_1$  – напруженість електричного поля що існує по лінії концентричних кіл *невидимих* силових ліній, рівних по модулю і направлених в протилежні сторони по дотичній (на рисунку вектор протилежного напрямку не показано);

$r$  – радіус внутрішньої оболонки електрона.

В центрі сфери знаходиться гравітаційна *маса*  $M$  електрона, гравітаційне поле якого стягує біля себе *масу* електричного поля у вигляді електричного заряду зі знаком (-) до глибини радіусом  $r$ , що в свою чергу створює потенційну енергію. Від «провалу» *маси* електричного заряду електрона до ядра гравітаційної маси  $M$ , утримують сили напруженості  $\vec{E}'_1$ , що виникають по лініях концентричних кіл і котрі зростають при наближенні до центру. Утворюється свого роду сферичне «склепіння» з електричного заряду, в нутрі якого знаходиться ядро з гравітаційною масою  $M$ . На певній відстані радіуса  $r$  виникає рівновага між силою гравітації, що захоплює електричне (-) поле і направлена до центру маси і силою, яка виникає при ущільненні цього електричного (-) поля і направлена від центру.

Слід припустити, що найменшою *критичною масою* гравітації, здатною утворювати навколо себе стійке електричне поле – являється маса рівною масі одного електрона (позитрона).

Можливо також, що гравітаційне поле має, так би мовити, більш «тонку» структуру ніж електричне. Ці поля взаємно проникливі але не змішуються. Більш тонке за структурою гравітаційне поле може *захоплювати* електричне.

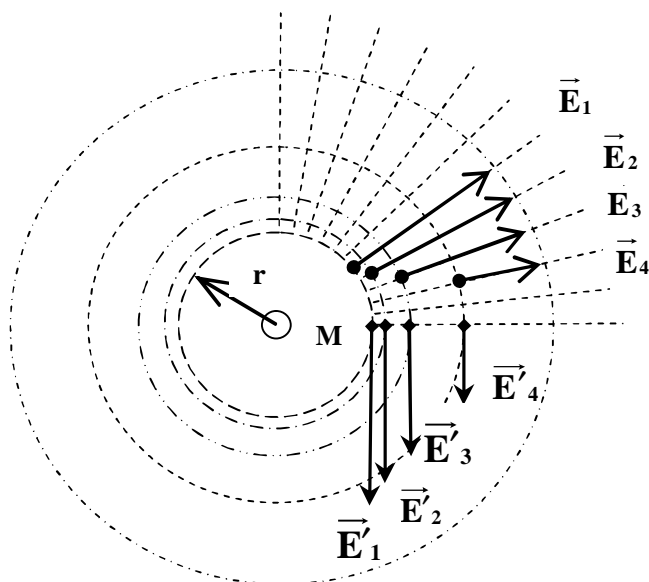


Рис. 16. Спрощена схема можливої будови електрона

Підтвердженням такого припущення може служити той факт, що коли промінь світла (електромагнітна енергія) проходячи поблизу тіла *великої* маси, змінює свій напрям до її центру. При відсутності маси спокою, фотон світла так само як і фізичне тіло певної маси, підпорядковується силам тяжіння.

Гравітаційне поле завжди впливає на швидкість світла, включаючи вплив і на початкову швидкість відносно поверхні свого джерела випромінення. Наприклад, якщо окремо взятий атом певного хімічного елементу з масою  $M$ , що має порівняно незначне гравітаційне поле, випромінює фотон з швидкістю  $C$  по відношенню до своєї поверхні, то такий самий атом даного хімічного елементу, що розташований на

поверхні тіла з великою *масою*, вже зможе випромінювати фотон з швидкістю меншою  $C$ . При зростанні цієї *маси* тіла, зменшуватиметься і початкова швидкість фотона відносно поверхні свого атома. При досить значній *масі* тіла, випромінювання фотонів стане зовсім неможливе.

### Виявлення зміни швидкості світла в прямий спосіб.

Для проведення експерименту по виявленню зміни швидкості світла в двох інерціальних системах, які рухаються одна відносно другій з деякою швидкістю, в прямий спосіб, як варіант, можна використати прилад за принципом дії, зображений на рисунку 17.

Прилад представляє собою пластинку  $Q$ , здатною обертатися навколо власної горизонтальної вісі, що проходить через точку  $O$  і пластинку  $P$ , віддалену на певну відстань від пластинки  $Q$  і розташовану паралельно лінії  $MN$ , яка проходить через точку  $O$ . Пластинка  $P$  здатна обертатися навколо своєї вертикально розташованої вісі з певною кутовою швидкістю. Пластинка  $Q$  видає спалахи світла (імпульси) в момент спів падіння з лінією  $MN$ , а пластинка  $P$  (пластинка реєстрації) має дзеркальну поверхню, здатну відбивати промені світла. Для спрощення пластинки  $Q$  і  $P$  однакової довжини.

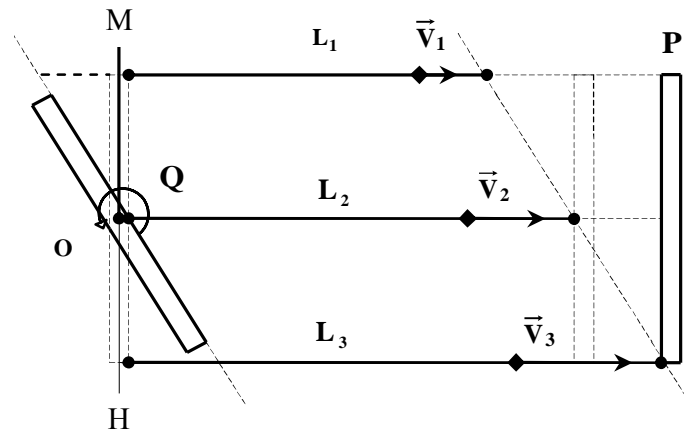


Рис. 17. Спрощена схема пристрою для виміру швидкості світла

На рисунку позначено:

$L_1, L_2, L_3$  – відстані між відповідними точками на пластинці  $Q$  і пластинки  $P$ .

$\vec{V}_1, \vec{V}_2, \vec{V}_3$  – швидкість *падаючих* променів на пластинку  $P$ .

Так як лінійна швидкість точок на кінцях пластинки буде найбільшою і направлена в протилежні сторони, то очевидним буде те, що першим до приймальної пластинці  $P$  прийде промінь по лінії  $L_3$ , потім промінь по лінії  $L_2$  і останній по лінії  $L_1$ . Відповідно промінь по лінії  $L_2$  буде мати таку ж частоту спектру, що і спалах світла від джерела  $Q$ . Частота спектру променя по лінії  $L_3$  збільшиться, а у променя по лінії  $L_1$  навпаки зменшиться на деяку величину  $\Delta f$  відносно частоти спектру джерела  $Q$ .

При потраплянні даних *падаючих* променів  $\vec{V}_1, \vec{V}_2, \vec{V}_3$  в певній послідовності на площину пластинки  $P$ , яка також обертається навколо своєї вертикальної осі, кут відбиття від поверхні пластинки  $P$  у кожного променя буде свій і різний. Це дасть можливість наочно виявити і зафіксувати різну швидкість поширення даних променів  $\vec{V}_1, \vec{V}_2, \vec{V}_3$  відносно поверхні приймальної пластинки  $P$ .

В даному експерименті також чітко проявиться інерція світла. Як видно з рисунка, імпульси світла (промені  $\vec{V}_1, \vec{V}_2, \vec{V}_3$ ), що прямують до пластинки  $P$ , зберігаючи свою початкову швидкість відносно свого джерела випромінювання (відносно поверхні пластинки  $Q$ ), за своєю інерцією продовжують рух в просторі; зокрема, відносно лінії  $MN$  (пластинки  $P$ ). Так звана умовна «*початкова*» точка, де відбувся спалах (випромінювання променя), також продовжує свій *рух* в просторі з тією самою швидкістю і напрямком яку мала в момент спалаху відносно лінії  $MN$ . Відрізки відстаней, які пройшли промені  $\vec{V}_1, \vec{V}_3$  за певний час, так само як і їхні «*початкові*» точки спалаху, теж рухаються в просторі зі швидкістю рівній величині лінійної швидкості точок на кінцях пластинки  $Q$  відносно лінії  $MN$ , і при тому в протилежних напрямках. Відрізок відстані пройдений променем  $\vec{V}_2$  і його «*початкова*» точка спалаху, залишаються нерухомими відносно лінії  $MN$ .

Зрозуміло, що експеримент по виявленню зміни швидкості світла в прямий спосіб передбачає щоб відстань на шляху поширення променів-імпульсів від джерела випромінювання до екрану реєстрації, була якомога більшою. Або те саме, щоб на шляху поширення променів-імпульсів від джерела випромінювання до екрану реєстрації перша відстань від джерела випромінювання до першої перешкоди, у вигляді *межі поділу двох прозорих середовищ*, була якомога більшою

Є сподівання, що технічний рівень сучасних вимірювальних приладів, дає змогу в прямий спосіб зареєструвати швидкість світла відмінної від величини  $C$  при проведенні оптичного експерименту з

використанням пристрою за принципом дії «оберткової пластинки».

*Відомо, що використовуючи панель відзеркалювача для лазерних імпульсів, залишеного американськими астронавтами на Місяці, вдається точно вичислити радіус орбіти земного супутника з точністю до кількох сантиметрів. Наприклад, щорічне віддалення Місяця від поверхні Землі збільшується на відстань 3,8 см.*

### Заклучна частина

Відомо, що вихідним пунктом теорії відносності, яким досягалося узгодження результатів оптичних дослідів Фізо та Майкельсона щодо сталості швидкості світла у всіх інерціальних системах, був перехід від галілеєвих перетворень до лоренцових перетворень, як найзагальніших і найточніших.

В теоріях Лоренца і Ейнштейна припускається скорочення розмірів тіл (в повздовжньому щодо руху напрямі) і сповільнення часу в рухомих інерціальних системах.

В теорії Лоренца скороченню повздовжніх розмірів рухомих тіл і сповільнення часу надається абсолютного смислу. Припускалося, що у системах які рухаються відносно ефіру, швидкість світла різна, але ці відміни не можна виявити.

В теорії Ейнштейна наголошується, що взаємний відносний рух тіл, спричиняє реальне відносне скорочення лінійних повздовжніх розмірів і сповільнення часу. Сталість швидкості світла була взята за основу як об'єктивний закон природи, властивістю матеріальних систем, що рухаються прямолінійно і рівномірно одна відносно другої.

Згодом Ейнштейн, щоб поширити принцип відносності на прискорені рухи не тільки щодо механічних процесів, а й щодо оптичних явищ, зробив перший крок до відмови від **сталості швидкості світла**, точніше обмежив її ділянками, де не має гравітаційних сил, і припустив, що світло, подібно тілам, які фігурують в механіці, має не тільки інертну, а й гравітаційну масу, зміщується в однаковій мірі в полі тяжіння і при еквівалентному такому полю прискоренні системи.

В цьому напрямку логічно буде зробити наступний крок і відмовитись взагалі від **сталості швидкості світла**, в тому числі і в інерціальних системах.

Сталість швидкості світла – як виняткова його особливість, завжди проявляється тільки у двох випадках:

- відносно свого джерела випромінення, і тільки до першої перешкоди на своєму шляху;
- відносно **межі поділу двох прозорих середовищ**, яку промінь перетинає або відбивається після дотику до **межі поділу двох середовищ**.

Яскравим підтвердженням такої **виняткової властивості світла**, служать, в тому числі, і оптичні експерименти в дослідів Фізо та Майкельсона. Обидва досліди тільки підтверджують той факт і зайвий раз доводять таку виняткову особливість світла, яка проявляється у відновленні швидкості до величина  $C$  на межі поділу двох прозорих середовищ не залежно від руху системи: в першому випадку відносно нерухомої системи, у другому – відносно рухомої і при цьому не заперечують про її зміну.

Зрозуміло, що тепер, знаючи в чому саме полягає фізична суть оптичних експериментів Фізо та Майкельсона, відпадає необхідність у використанні лоренцевих перетворень і природно буде повернутися до звичайних галілеєвих перетворень, які і надалі залишаються в повній мірі справедливими для відображення всіх фізичних процесів (механічних та електромагнітних) що відбуваються в інерціальних системах і рухаються прямолінійно і рівномірно одна відносно одної.

Не зайвий раз буде наголосити, що в основі розглянутих вище оптичних явищ (і не тільки їх), лежить особливість руху зарядженої частинки в електричному полі. Як різновид такого руху, є взаємодія згустку електромагнітної енергії (фотонів) з електричним полем атомів (при потраплянні або народженні). Винятковою особливістю руху фотона є те, що зміна його швидкості відбуваються миттєво.

### Висновки.

1. Теорія відносності Ейнштейна яка базується на двох принципах, потребує уточнення:

- головний принцип, в якому наголошується, що у всіх інерціальних системах відліку всі фізичні явища відбуваються однаково, залишається без змін;
- другий принцип, в якому наголошується, що швидкість світла у вакуумі являється граничною швидкістю будь-якої взаємодії та не залежить від швидкості руху джерела, а ні від швидкості приймача світлового сигналу, виявився уявним.

2. Коли джерелом випромінення являється електронна оболонка атома, то завжди народжуються фотони світла що мають швидкість величиною  $C$  по відношенню до джерела свого випромінення.

3. Як що джерелом випромінення являється ядро атома, то утворююся (народжуються) частинки, що можуть мати швидкість відмінною від величини  $C$  по відношенню до джерела свого випромінення.

4. Випромінена енергія світла, як і любое фізичне тіло, наділено властивостями інерції.

5. Перетворення фотона світла на межі поділу двох середовищ при зміні його швидкості, супроводжуються такими явищами як:

- ефект Доплера;
- ефект відновлення швидкості до величини властивій для даного середовища;
- зміна величини займаного простору порівняно з тим який займав фотон до і після перетину

даної межі.

### 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. Свідectво 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  
24.02.2012р.