

Лекція 9. Тема: Спеціальна теорія відносності



П
Л
А
Н

- I. 1. Передумови виникнення СТВ.
2. Методи вимірювання швидкості світла.
- II. 3. Сталість швидкості світла.
4. Дослід Майкельсона.

Труднощі дорелятивістської фізики.

Спеціальна теорія відносності, створена Ейнштейном в 1905 р, означала перегляд всіх уявлень класичної фізики і головним чином, уявлень про властивості простору і часу. Тому дана теорія за своїм основним змістом може бути названа фізичним вченням про простір і час. Фізичним тому, що властивості простору і часу в цій теорії розглядаються у тісному зв'язку із законами фізичних явищ, що в них відбуваються. Термін «спеціальна» наголошує на тій обставині, що ця теорія розглядає явища тільки в інерціальних системах відліку. Отже, наступний розділ присвячений короткому огляду дорелятивістської фізики і витоках тих труднощів, які призвели до появи теорії відносності.

Основні уявлення дорелятивістської фізики

Нагадаємо спочатку ті уявлення про простір і час, які пов'язані із законами Ньютона, тобто лежать в основі ньютонівської механіки.

1. Простір, що має три виміри, підпорядковується **евклідовій геометрії**.

2. Поряд з тривимірним простором існує **незалежний від нього час** (незалежний в тому сенсі, в якому три виміри простору не залежать один від одного). Але разом з тим, час пов'язаний із простором законами руху. Дійсно, час вимірюють годинниками, які в принципі, представляють собою будь-який прилад, в якому використовується той чи інший періодичний процес, що дає масштаб часу. Тому визначити час безвідносно до будь-якого періодичного процесу, тобто поза зв'язком із рухом, неможливо.

3. **Розміри твердих тіл** (масштаби) і **проміжки часу** між даними подіями **однакові в різних системах відліку**. Це відповідає ньютонівській концепції абсолютного простору і часу, згідно з якою їх властивості вважаються незалежними від системи відліку - простір і час однакові для всіх систем відліку.

4. Визнається **справедливість закону інерції Галілея-Ньютона**, згідно з яким тіло, яке не зазнає дії з боку інших тіл, рухається прямолінійно і рівномірно. Цей закон стверджує існування інерціальних систем відліку, в яких виконуються закони Ньютона (а також принцип відносності Галілея).

5. З цих уявлень випливають **перетворення Галілея**, що виражають просторово-часовий зв'язок будь-якої події в різних інерціальних системах відліку. Якщо K' -система відліку рухається щодо K -системи зі швидкістю V (рис.) вздовж осі X і початок відліку часу відповідає моменту, коли початки координат O і O' обох систем збігаються, то

Конспект лекцій з курсу Механіка (продовження, Лекція 9)

$$x' = x - Vt, \quad y' = y, \quad t' = t. \quad (1)$$

Звідси випливає, що координати будь-якої події відносні, тобто мають різні значення в різних системах відліку; момент же часу, коли подія відбулася, однаковий в різних системах. Останнє означає, що час тече однакою чиною в різних системах відліку. Ця обставина, здавалося настільки очевидною, що навіть не розглядалася як спеціальний постулат. З (1) безпосередньо випливає закон перетворення (додавання) швидкостей:

$$\vec{v}' = \vec{v} - \vec{V}, \quad (2)$$

де \vec{v}' і \vec{v} - швидкості точки (частинки) в рухомій K' та нерухомій K системах відліку.

6. Виконується **принцип відносності Галілея**: всі інерціальні системи відліку еквівалентні одна одній в механічному відношенні, всі закони механіки однакові в цих системах відліку, або, іншими словами, інваріантні відносно перетворень Галілея.

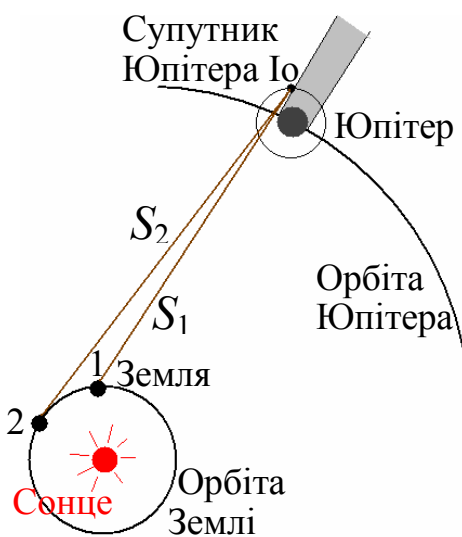
7. Справедливий **принцип далекодії**: взаємодія тіл поширюється миттєво, тобто з нескінченно великою швидкістю. Ці уявлення ньютонівської механіки цілком відповідали всій сукупності експериментальних даних, що були у той час (зауважимо, втім, що ці дані відносились до вивчення руху тіл зі швидкостями, значно меншими за швидкість світла). На їхню користь свідчив і вельми успішний розвиток самої механіки. Тому уявлення ньютонівської механіки про властивості простору і часу стали вважатися настільки фундаментальними, що ніякого сумніву в їх істинності ні у кого не виникало. Першому випробуванню піддався принцип відносності Галілея, який, як відомо, стосувався тільки механіки - єдиного розділу фізики, яка досягла на той час достатнього розвитку. По мірі розвитку інших розділів фізики, зокрема оптики та електродинаміки, природньо, виникло запитання: чи поширюється принцип відносності і на інші явища? Якщо ні, то за допомогою цих (немеханічних) явищ можна в принципі розрізнити інерціальні системи відліку і, в свою чергу, поставити питання про існування головної, або абсолютної, системи відліку. Одне з таких явищ, яке, як очікували, по-різному протікає в різних системах відліку, - це поширення світла. Згідно панувалій на той час хвильовій теорії, світлові хвилі повинні поширюватися з певною швидкістю по відношенню до деякого гіпотетичного середовища («світлоносного ефіру»), про природу якого, правда, не було єдиної думки. Але якою б не була природа цього середовища, вона не може бути нерухомою в усіх інерціальних системах одразу. Виділяється одна з інерціальних систем - абсолютна - та сама, яка нерухома відносно «світлоносного ефіру». Вважали, що в цій - і тільки в цій системі відліку світло поширюється з однаковою швидкістю в усіх напрямках. Якщо деяка інерціальна система відліку рухається по відношенню до ефіру зі швидкістю V , то в цій системі відліку швидкість світла c повинна підпорядковуватись звичайному закону складання швидкостей (2), тобто $c' = c - V$. Це припущення виявилось можливим перевірити на досліді, який і був виконаний Майкельсоном (спільно з Морлі) і розглядатиметься нижче.

Сталість швидкості світла. Отже в XIX ст. сильно загострились проблеми, пов'язані, зокрема, із розумінням природи світла та інших типів електромагнітного випромінювання, з поясненням цілого ряду закономірностей, що не вкладались в рамки класичних теорій (пояснення теплоємності металів при низьких температурах, спектрів багатьох речовин, та ін.). Виникла потреба у нових підходах, теоріях, серед яких СТО зайняла і займає нині своє особливе місце. Головною передумовою виникнення цієї теорії стали спостережені

Конспект лекцій з курсу Механіка (продовження, Лекція 9)

закономірності незмінності швидкості світла у вакуумі незалежно від систем відліку, умов випромінювання, напрямків розповсюдження та ін.

Першим надійним експериментом по визначенню швидкості світла вважається **спостереження затемнення супутників Юпітера** датським астрономом Олафом (Оле) **Рёмером** ще у 1676 році. Суть методики визначення Рёмером швидкості світла показана на рис., де вихід із тіні Юпітера найближчого до нього супутника Іо відбувається приблизно кожні 42,5 години, але через те, що Земля може в момент спостереження віддалятися (або наближатися) до Юпітера, то світло до земного спостерігача доходить кожного разу із все більшою (або меншою) затримкою. Визначивши цю затримку, Рёмер визначив істинний період обертання супутника, а отже і швидкість, з якою розповсюджувалось світло від супутника до Землі.



Вигляд Юпітера із супутниками у біноклі.

Якщо в деякий момент часу супутник Іо виходить із тіні, то земний спостерігач помітить це в момент часу

$$T_1 = t_1 + S_1/c.$$

Наступний вихід із тіні відбудеться в момент $T_2 = t_2 + S_2/c$.

Т. ч., період обертання супутника T_0 з точки зору земного спостерігача :

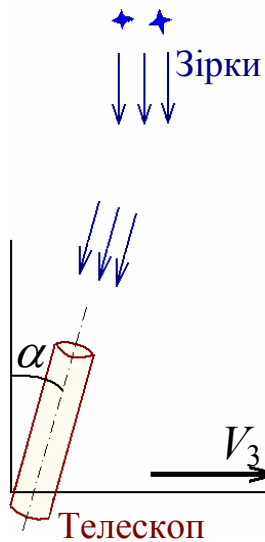
$T_0 = T_2 - T_1 = T_{\text{ІСТ}} + (S_2 - S_1)/c$, де $T_{\text{ІСТ}} = t_2 - t_1$ – істинний період обертання супутника.

При великій кількості вимірів, зокрема, при русі Землі від Юпітера і до нього, відношення різниці відстаней до швидкості світла компенсуються, і тоді по відомому істинному періоду можна визначити швидкість світла: $c = (S_2 - S_1)/(T_0 - T_{\text{ІСТ}})$. Величини S_1 та S_2 були відомі з астрономічних спостережень, в результаті розрахунків, Рёмер отримав значення швидкості світла 214300 км/с, що було на той час достатньо високою точністю.



Другим експериментом, що дозволив визначити швидкість світла, було спостереження зірок відомим англійським астрономом Джеймсом **Бредлі** (Bradley) у 1727 р. Експеримент оснований на добре відомому явищі, яке полягає в тому, що краплі дощу залишають похилі сліди на склі рухомого авто, хоча у погоду без вітра дощ падає вертикально, що видно при зупинці авто.

Конспект лекцій з курсу Механіка (продовження, Лекція 9)

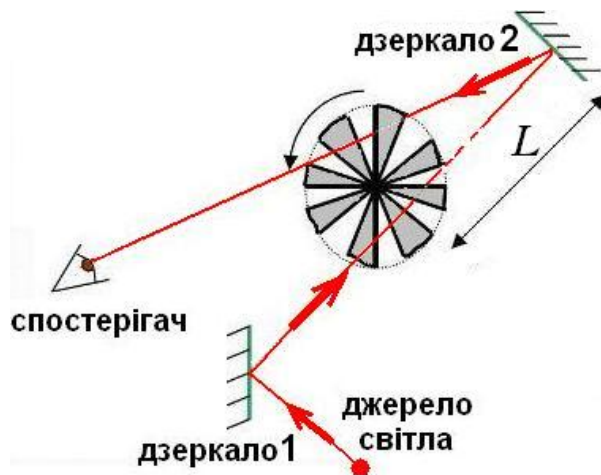


Аналогічно можна спостерігати т. зв. явище аберації, пов'язане з тим, що Земля рухається зі швидкістю 30 км/с по орбіті і через це світло від зірок, розташованих в напрямку, перпендикулярному до орбіти, має спостерігатись під деяким кутом. Максимальна величина цієї аберації однакова для всіх зірок і складає 20,5'' (кутових секунд), оскільки тангенс цього абераційного кута визначається з відношення швидкостей Землі V_3 і світла c :

$$\operatorname{tg} \alpha = V_3 / c.$$

Незважаючи на малість величини цього кута і цілий ряд складнощів спостереження, пов'язаних, в першу чергу із добовим обертанням Землі, Бредлі зумів визначити швидкість світла з приблизно такою ж точністю, як і Рёмер.

“Лабораторні” методи визначення швидкості світла.



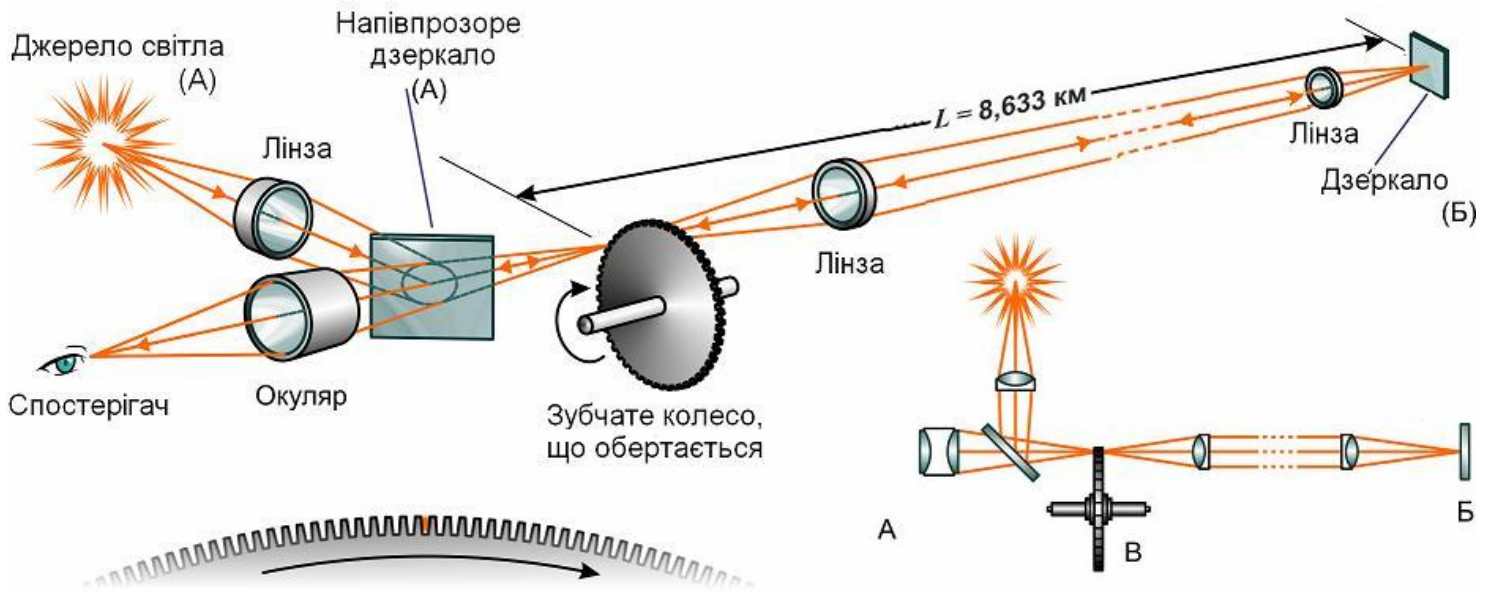
Принцип вимірювання швидкості світла за методом, реалізований А.Фізо у 1849 р., оснований на визначенні часу проходження світлом встановленої відстані. В цьому експерименті пучок світла від джерела направлявся крізь зубці колеса, яке швидко оберталося. Після проходження проміжку між зубцями, світло проходило далі і, відбившись від віддаленого дзеркала, поверталось для повторного проходження крізь зубчасте колесо.

Якщо кутова швидкість колеса виявлялась такою, що за час проходження променем відстані від колеса до дзеркала і назад зубці зміщуються (на півперіода) так, що світло упреться в непрозору частину колеса (у зубець), то світло не буде проходити до спостерігача, що ним і фіксується. Таким чином, швидкість світла можна визначити за часом проходження подвійної відстані $2 \cdot L$ між зубчастим колесом і віддаленим дзеркалом 2; час проходження світла, в свою чергу визначається по куту повороту зубчатого колеса при відомій його кутовій швидкості. Відповідні елементарні формули наведені на рисунку детальної схеми досліду нижче.

Подальше збільшення швидкості обертання зубчатого колеса знову призводить до проходження світла через сусідній отвір і тоді спостерігач знову починає бачити проходження світла і т.д. Таким чином, вдалось досягти помітно кращої точності визначення швидкості, порівняно з дослідом Рёмера, втім ця точність в експериментах Фізо ще була недостатньо високою, через що отримане значення швидкості світла склало біля 313 тис. км на секунду. Наступного суттєвого підвищення точності вдалось досягнути Майкельсону через півсторіччя, який по подібній же вдосконаленій схемі зумів отримати те значення швидкості світла, яким ми користуємось і нині.

Практична реалізація описаного вище досліду А.Фізо представлена на рисунку нижче. На цій схемі ще додатково показана оптична система, яка дозволяла фокусувати світло в заданому напрямку його розповсюдження.

Визначення швидкості світла Дослід І.Фізо 1849 р.



$$c = \frac{2L}{t} \quad t = \frac{\varphi}{\omega} = \frac{2\pi}{n\omega} \quad c = \frac{Ln\omega}{\pi}$$

Значення для швидкості світла, отримане Фізо в експериментах:

$$c = 3,133 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

Точне значення швидкості світла у вакуумі:

$$c = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

n — число зубців колеса, $n = 720$
 ω — кутова швидкість колеса. $\nu = 25,2 \text{ с}^{-1}$



H. Fizeau "On an experiment relating to the propagation velocity of the light", Comp. Rend. Acad. Sci. (Paris) 29 (1849), 90-92

Дослід Майкельсона по виявленню "всесвітнього ефіру".

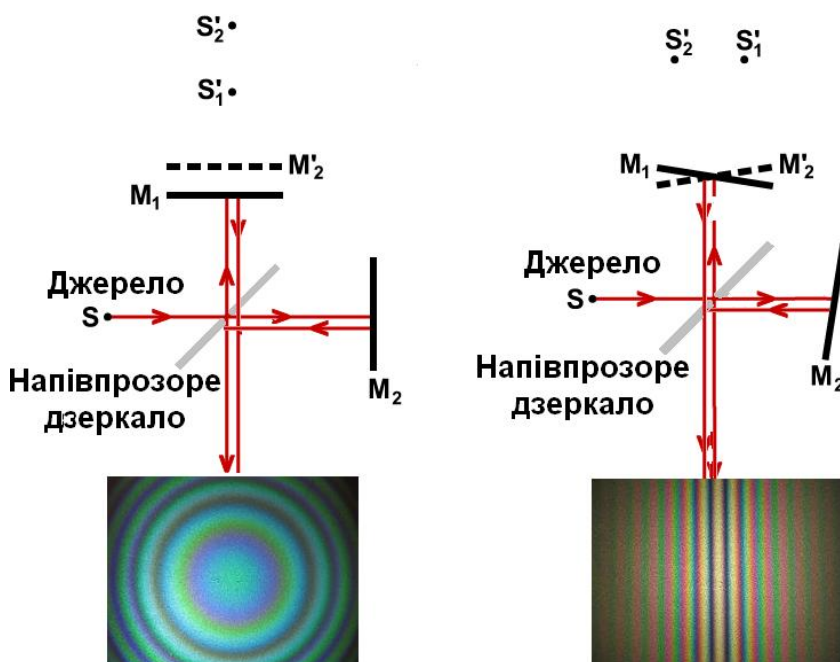
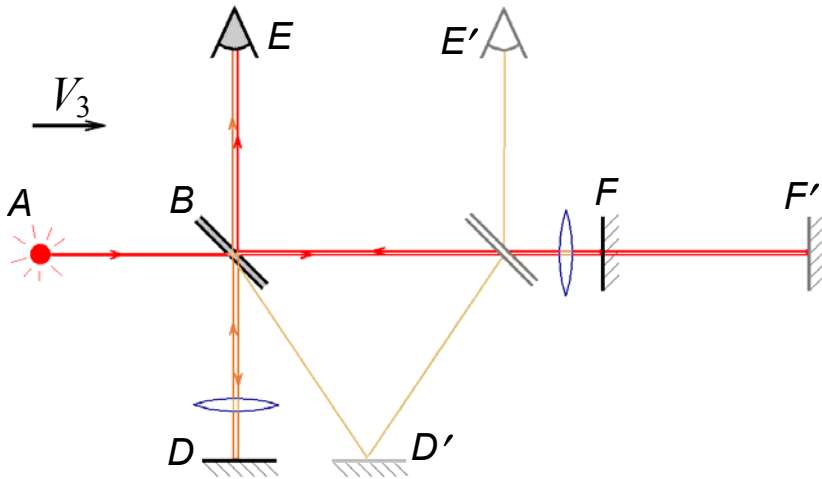


Схема оптичного приладу — інтерферометра разом із інтерференційними смугами різної форми, які спостерігаються при складанні двох променів, представлена на рис.

Метою експерименту, виконаного Майкельсоном у 1887 р., було виявлення «справжнього» руху Землі щодо ефіру. Було використано рух Землі по її орбіті зі швидкістю 30 км/с. Ідея експерименту полягала у використанні інтерферометра, в якому світло від джерела випромінювання посилалось у двох взаємно перпендикулярних

Конспект лекцій з курсу Механіка (продовження, Лекція 9)

напрямках, далі відбивалося від дзеркал, які перебували на однаковій відстані l від джерела світла, і поверталось до спостерігача (або попадало на екран) в точку знаходження спостерігача. Схему основних елементів установки інтерферометра Майкельсона зображено на представлених рис.



В досліді порівнювався час проходження світлом від джерела A двох однакових шляхів BE і BF . Припустимо, що установка разом із Землею рухається так, що її швидкість V щодо ефіру спрямована вздовж горизонтальної осі (в момент проведення досліду). Якщо швидкість світла підпорядковується звичайному закону складання швидкостей (2), то на цьому шляху швидкість світла щодо установки (Землі) дорівнює $c - V$, а на зворотному шляху $c + V$.

Розрахувати різницю хода променів можна наступним чином. Нехай прилад рухається в напрямку плеча $BF = l_1$ зі швидкістю V_3 (швидкість руху Землі по орбіті) відносно ефіра, тобто напрямки швидкостей V_3 і світла c співпадатимуть. Отже, швидкість світла відносно приладу дорівнює $c - V$, а на зворотному шляху $c + V$. Тоді час проходження шляху:

$$t_{\parallel} = \frac{l}{c - V} + \frac{l}{c + V} = \frac{2l}{c} \cdot \frac{1}{1 - \frac{V^2}{c^2}}.$$

На шляху в перпендикулярному напрямку треба мати на увазі, що щоб потрапити на дзеркало D після відбиття від B , швидкість світла має бути розкладена на дві складові – вздовж напрямку руху приладу і перпендикулярно. Тому $c^2 = c_{\perp}^2 + V^2$.

Час, за який промінь проходить шлях $BD = l_2$ і в оберненому напрямку:

$$t_{\perp} = 2 \cdot \frac{l_2}{c_{\perp}} = \frac{2 \cdot l_2}{\sqrt{c^2 - V^2}} = \frac{2l_2}{c} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}.$$

Повна зміна різниці ходу променів по часу при повороті приладу на 90° :

$$\Delta t = \Delta t_2 - \Delta t_1 = -\frac{l_1 + l_2}{c} \cdot \frac{V_2}{c^2}.$$

З порівняння виразів для i видно, що світло повинне проходити обидва шляхи за різний час. Вимірявши різницю часів, можна визначити швидкість установки (Землі) щодо ефіру. Незважаючи на те, що очікувана різниця часів була надзвичайно мала, установка була досить чутливою, щоб цю різницю надійно виявити (це досягалося за допомогою дуже чутливого інтерференційного методу). Проте результат досліду виявився

Конспект лекцій з курсу Механіка (продовження, Лекція 9)

негативним: різниця часів не була виявлена. Звичайно, випадково могло виявитися, що в момент проведення досліду Земля лежала щодо ефіру. Але тоді через півроку, наприклад, швидкість Землі щодо ефіру досягла б 60 км/с. Однак повторення досліду через півроку як і раніше не дало очікуваного результату. Більш точні досліди того ж роду, поставлені пізніше, також підтвердили початковий результат. Негативний результат досліду Майкельсона суперечив тому, що очікувалося на підставі перетворень Галілея (перетворення швидкостей). Він показав також, що не можна виявити рух щодо ефіру, що швидкість світла не залежить від руху джерела світла (адже джерело рухається по-різному щодо ефіру в різні пори року). На користь того, що швидкість світла не залежить від швидкості джерела, говорять і деякі астрономічні спостереження (наприклад, над подвійними зірками), а також інші досліди, поставлені пізніше спеціально з метою перевірки цього факту. До початку XX в. в теоретичній та експериментальній фізиці склалася своєрідна ситуація. З одного боку, теоретично були передбачені різні ефекти, які виділяють з безлічі інерціальних систем головну (абсолютну). З іншого боку, наполегливі спроби виявити ці ефекти на досліді незмінно закінчувалися невдачею. Дослід неухильно підтверджував справедливості принципу відносності для всіх явищ, включаючи і ті, до яких теорія вважала його свідомо неприйнятним. Був зроблений цілий ряд спроб пояснення негативного результату досліду Майкельсона і аналогічних йому в рамках ньютонівської механіки. Однак всі вони виявилися в кінцевому рахунку незадовільними. Кардинальне вирішення цієї проблеми було дано лише в теорії відносності Ейнштейна.

Тим не менше, можливі кілька шляхів вирішення проблеми «ефіра», наприклад:

1) ~~припустити, що ефір поблизу масивних тіл, як Земля, затягується ними, тобто ефір рухається разом із планетою, тоді ніякого руху відносно ефіру не буде;~~

2) **припустити, що розміри матеріальних тіл, що рухаються в ефірі, не залишаються сталими, а змінюються таким чином, що очікуваної різниці хода не буде.**

Першому пункту протирічить цілий ряд факторів, зокрема аберація світла.

Друге ж припущення цілком пояснює відсутність ефекту затримки променя, якщо припустити, що у напрямку руху, всі розміри тіл скорочуються за формулою:

$$l' = l \cdot \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}. \text{ Подібним же чином можуть скорочуватись } \Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} - \text{і часові}$$

інтервали, де величини без штрихів означають характеристики у власній інерціальній системі відліку, тобто у тій системі відліку, в якій знаходиться тіло, а зі штрихами – у рухомій системі, тобто такій, що рухається зі сталою швидкістю відносно «нерухомої» власної системи.

Ці перетворення лінійних розмірів тіл і часових інтервалів дістали назву лоренцевих перетворень, які і стали основою всієї Спеціальної теорії відносності і про які ми детальніше поговоримо на наступній лекції.

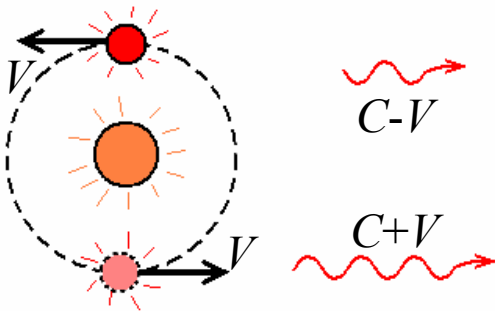
Незважаючи на те, що орієнтація приладу відносно гіпотетичного ефіру була невідома, це легко додалось довільною орієнтацією приладу при його обертанні. В цьому випадку охоплюються всі напрямки, крім осьового напрямку приладу, але його можна і повертати, не кажучи вже про те, що Земля теж повертається весь час.

Конспект лекцій з курсу Механіка (продовження, Лекція 9)

Таким чином, в результаті досить прискіпливих спостережень ніякого зсуву фаз виявлено не було. Забігаючи вперед, відзначимо, що подільші експерименти з лазерними надвисокоточними інтерферометрами тільки підтвердили результат Майкельсона зі значно більш високою точністю, а відповідно, і достовірністю.

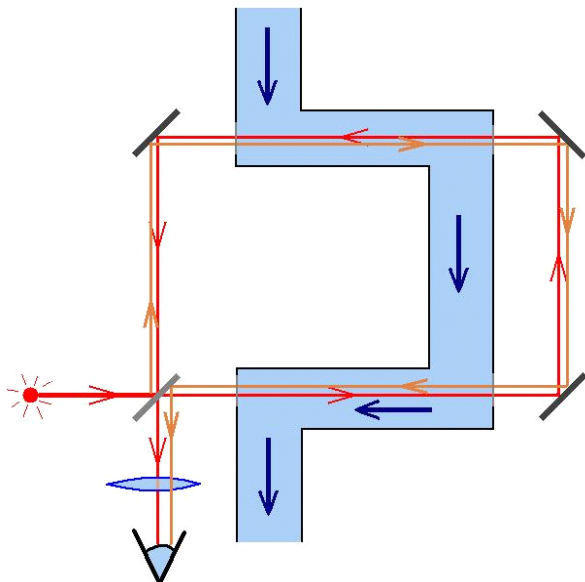
Балістична гіпотеза.

Цілий ряд припущень робився для пояснення негативного результату досліду Майкельсона, поки нарешті не прийшли до сталості швидкості світла. Втім, одна з гіпотез – балістична, - може бути відзначена, оскільки вона домінувала ще за часів Ньютона і тільки після дослідів Юнга, а особливо Френеля, була повністю відкинута. Тепер за її допомогою можна було б пояснити результат Майкельсона як **потік світлових корпускул, що рухаються зі сталою швидкістю без будь-якого ефіру**. В такому випадку ніякого зсуву фаз в інтерферометрі бути не повинно. Але ця гіпотеза швидко розсипалась при астрономічних спостереженнях подвійних зірок (яких спостерігають досить багато), що обертаються одна навколо одної (точніше навколо спільного центра мас, але часто одна із зірок має помітно більшу масу, і тоді вона виглядає практично нерухомою, в той час як менша зірка подвійної системи здійснює обертальний рух навколо неї.



При спостереженні таких зірок було відзначено, що якби зірка випромінювала корпускули зі швидкістю c , то їх результуюча швидкість польоту до Землі складалась би з суми $c+V$ при наближенні зірки в напрямку Землі і з різниці $c-V$ при її віддаленні. І легко могла би скластись ситуація, коли промінь, що вилетів (при наближенні зірки) із більшою швидкістю, але пізніше, випередив би той, що вилетів раніше, але рухався з меншою швидкістю через віддалення зірки. В такому випадку зображення зірки могла б «заплутуватись», з'являючись в різних місцях траєкторії в різний час. Але такі явища ніколи не спостерігались і зображення зірок завжди чітке і послідовне, що свідчить про цілковиту непридатність балістичної гіпотези для пояснення результатів досліду Майкельсона.

Дослід Фізо.



Ще один ефектний дослід був поставлений французьким фізиком Арманом Фізо задовго до досліду Майкельсона, ще у 1851 р. Ідея досліду полягала у вимірюванні швидкості світла в середовищі, яке може рухатись (зокрема, у воді).

Швидкість світла у середовищі $u' = c/n$, n - показник заломлення. Якщо середовище рухається зі швидкістю V , то швидкість світла відносно землі (нерухомого спостерігача) мала б бути $u' \pm V$ в залежності від взаємних напрямків розповсюдження світла і руху середовища. Оптична система дзеркал розділяє світловий промінь на два таким чином, щоб один рухався вздовж, а інший проти течії. В результаті має виникнути різниця фаз, по вимірам

Конспект лекцій з курсу Механіка (продовження, Лекція 9)

якої можна підтвердити або спростувати закон додавання швидкостей і визначити швидкість світла.

Якщо позначити через l загальну довжину світла в рідині, t_0 - час, за який світло проходить весь шлях, u^+ та u^- - швидкості променя вздовж течії та проти неї. Ці швидкості можна представити як $u^- = u' - kV$, $u^+ = u' + kV$, де k - коефіцієнт, що має бути визначений в експерименті.

Час, за який обидва промені проходять весь шлях, дорівнює:

$$t_1 = t_0 + \frac{l}{u' + kV}, \quad t_2 = t_0 + \frac{l}{u' - kV}.$$

Звідси отримаємо різницю ходу по часу:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2klV}{u'^2 - k^2V^2}.$$

Вимірюючи по зміщенню інтерференційних смуг величину різниці ходу, і по відомих довжині і швидкостях можна знайти k .

В експерименті було отримане значення $k = 1 - 1/n^2$, що означає, що швидкості не додаються за формулами класичної механіки. В той час цей результат не викликав подиву через домінування теорії ефіру і тільки після створення СТО стало зрозумілим, що в даному експерименті була виявлена невірність класичного закону додавання релятивістських швидкостей.

В наш час вимірювання швидкості світла здійснюється за допомогою лазерних джерел та електронних пристроїв модуляції та реєстрації випромінювання, завдяки чому забезпечується висока точність роботи оптичних пристроїв (як лазерні вимірювачі відстаней, лазерні локатори, системи оптичного зв'язку тощо).

Постулати Ейнштейна.

Глибокий аналіз всього експериментального і теоретичного матеріалу, наявного на початок ХХ в., привів Ейнштейна до перегляду вихідних положень класичної фізики, перш за все уявлень про властивості простору і часу. В результаті ним була створена Спеціальна теорія відносності, що стала логічним завершенням всієї класичної фізики. Ця теорія бере без зміни такі положення ньютонівської механіки, як Евклідовий простір і закон інерції Галілея - Ньютона. Що стосується твердження про незмінність розмірів твердих тіл і проміжків часу в різних системах відліку, то Ейнштейн звернув увагу на те, що ці уявлення виникли в результаті вивчення рухів тіл з малими швидкостями, тому їх екстраполяція в область великих швидкостей нічим не виправдана, а отже, незаконна. Тільки дослід може дати відповідь на питання, які їх справжні властивості. Це саме можна сказати про перетворення Галілея і про принцип далекодії. В якості вихідних позицій Спеціальної теорії відносності Ейнштейн прийняв **два постулати**, або принципи, на користь яких говорить весь експериментальний матеріал (і в першу чергу дослід Майкельсона):

- 1) принцип відносності;
- 2) незалежність швидкості світла від швидкості джерела.

Перший постулат є узагальненням принципу відносності Галілея на будь-які фізичні процеси: всі фізичні явища протікають однаково чином у всіх інерціальних системах відліку; всі закони природи і рівняння, що їх описують, інваріантні, тобто не

Лектор – Сохацький В.П.

Конспект лекцій з курсу Механіка (продовження, Лекція 9)

змінюються при переході від однієї системи відліку до іншої. Іншими словами, всі інерціальні системи відліку еквівалентні (нерозрізненні) за своїми фізичними властивостями; ніяким дослідом не можна в принципі виділити жодну з них як особливу.

Другий постулат стверджує, що швидкість світла у вакуумі не залежить від руху джерела світла і однакова у всіх напрямках.

Це означає, що швидкість світла у вакуумі однакова в усіх інерціальних системах відліку. Таким чином, швидкість світла займає особливе становище в природі. На відміну від всіх інших швидкостей, мінливих при переході від однієї системи відліку до іншої, швидкість світла у вакуумі є інваріантною величиною. Наявність такої швидкості істотно змінює уявлення про простір і час. З постулатів Ейнштейна слідує також, що швидкість світла у вакуумі є граничною: ніякий сигнал, ніякий вплив одного тіла на інше не може поширюватися зі швидкістю, що перевищує швидкість світла у вакуумі. Саме граничний характер цієї швидкості і пояснює однаковість швидкості світла в усіх системах відліку. Справді, згідно із принципом відносності, закони природи повинні бути однакові у всіх інерціальних системах відліку. Той факт, що швидкість будь-якого сигналу не може перевищувати граничне значення, є також закон природи. Отже, значення граничної швидкості - швидкості світла у вакуумі - має бути однаковим в усіх інерціальних системах відліку: в іншому випадку ці системи можна було б відрізнити одна від одної. Зокрема, наявність граничної швидкості автоматично передбачає обмеження швидкості руху частинок величиною швидкості світла c . Інакше ці частинки могли б здійснювати передачу сигналів (або взаємодій між тілами) зі швидкістю, що перевищує граничну. Таким чином, згідно з постулатами Ейнштейна, значення всіх можливих в природі швидкостей руху тіл і поширення взаємодій обмежена величиною c . Цим відкидається принцип далекодії ньютонівської механіки. Весь зміст Спеціальної теорії відносності випливає з цих двох її постулатів. В даний час обидва постулати Ейнштейна, як і всі наслідки з них, переконливо підтверджуються всією сукупністю накопиченого експериментального матеріалу.