

**Таблиця 2.** Уровні владення експериментальними умениями по класифікації Й.Я. Лернера

Уровень усвоения	Характеристика уровня
1-ый уровень.	Состоит в осознанном восприятии информации об объекте, усвоении и запоминании ее. При этом восприятие информации может быть организовано каким угодно способом: посредством наблюдения предмета, действий с ним вербально, посредством символов и т.д. Во всех случаях речь идет о восприятии информации, ее осознании и фиксации в памяти. Вне этот уровень усвоения проявляется в непосредственном опознании воспринятого объекта или воспроизведении знаний о нем.
2-ой уровень.	Представляет собой усвоение способов применения знания по образцу, включая легко опознаваемые вариации этого образца.
3-ий уровень	Состоит из готовности учащегося творчески применить усвоенную информацию в новой, незнакомой ему ситуации.

Как отмечает И.Я.Лернер: «Цель современного обучения знаниям состоит в достижении третьего уровня усвоения».

The technological aspects of forming of experimental abilities of studying on physics on the basis of systems approach are considered in the article

**Key words:** teaching to physics, experimental abilities, technology of forming, systems approach.

Отримано: 15.05.2005.

УДК 537.86

**Б.А.Сусь**

Національний технічний університет України "КПІ"

**ДО ПИТАННЯ ПОГЛИНАННЯ ГРАВИТОНІВ МАСОЮ**

В роботі розглядається механізм притягування між двома масами як результат обміну гравітонами, що є частинками гравітаційної взаємодії. Описано спосіб експериментального виявлення гравітонів внаслідок їх екранування третьою масою на основі досліду Кавендіша по визначенню гравітаційної сталої, а також шляхом визначення притягування тіла Місяцем і його екранування Землею.

**Ключові слова:** гравітаційна взаємодія, обмін гравітонами, екранування масою, дослід Кавендіша, експеримент.

**Вступ.** Між будь-якими тілами існує гравітаційна взаємодія, яка проявляється у взаємному притягуванні. Сила притягування між двома тілами визначається законом всесвітнього тяжіння. Вважається, що між тілами існує гравітаційне поле, яке й обумовлює їх взаємодію.

При квантово-механічному підході до гравітаційного поля вважається, що гравітаційна сила, що діє між двома частинками, зумовлена гравітонами зі спіном 2. Ця сила далекодіюча. Отже, гравітаційна взаємодія між Землею і Сонцем пояснюється тим, що Земля і Сонце обмінюються гравітонами, які поширюються у вигляді хвиль. Але ці сили дуже слабкі і їх настільки важко зареєструвати, що нікому поки що не вдалося цього зробити [1].

Нами пропонується два види експерименту, які, на нашу думку, можуть дозволити виявити гравітони внаслідок їх поглинання як дуже великою, так і малою масами.

**Розгляд проблеми.** Притягування між двома тілами можна пояснити за допомогою моделі, зображеної на рис. 1.

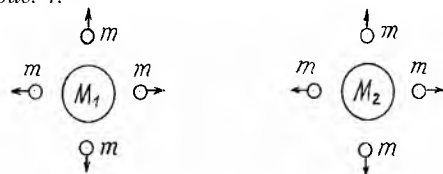


Рис. 1

Нехай тіла масами  $M_1$  і  $M_2$  випромінюють гравітони  $m$ . Очевидно, що випромінювання гравітонів пов'язане з втратою маси тілами у відповідності із законом  $W = c^2m$ , який можна трактувати як закон збереження матерії. Втрата маси супроводжується появою енергії гравітона і імпульсу. Оскільки частинки випромінюються в усіх напрямках, то кожне тіло ( $M_1$  чи  $M_2$ ) зокрема, якщо розглядати їх відсторонено, буде знаходитись у спокої. Однак, коли тіла не відсторонені, а обмінюються гравітонами, то у внутрішній частині середовища між масами  $M_1$  і  $M_2$  усереднено змін не відбуватиметься, оскільки вони як випромінюють гравітони, так і поглинають їх. Причому, випромінювання гравітона пов'язане з втратою маси тіла і виникненням

імпульсу одного напрямку, тоді як поглинання призводить до відновлення маси і, відповідно, виникнення імпульсу протилежного напрямку. Отже, з внутрішнього боку тіла  $M_1$  і  $M_2$  енергії не втрачають і сумарний імпульс дорівнює нулеві. В результаті будуть тільки зовнішні імпульси і це спричинить зближення тіл. Таким чином, внаслідок випромінювання гравітонів маси  $M_1$  і  $M_2$  будуть притягуватися.

Для підтвердження корпускулярної природи гравітації необхідно виявити самі частинки взаємодії, тобто гравітони. Для цього ми пропонуємо два варіанти експерименту, які, на нашу думку, не вимагають особливих витрат і є цілком доступними для їх реалізації.

**Експеримент 1.** Це фактично повторення досліду Кавендіша по визначенню гравітаційної сталої, однак із доповненням, що дозволяє виявити поглинання гравітонів масою. Адже якщо є взаємодія, то повинне бути також і поглинання частинок, які є носіями взаємодії.

В досліді Кавендіша дві кулі масами  $M_1$  і  $M_2$  притягуються між собою (рис. 2).

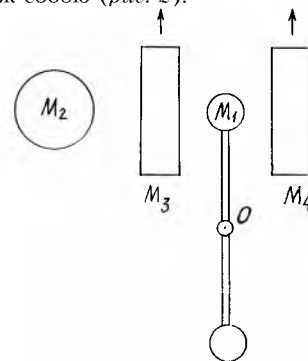


Рис. 2

Куля  $M_1$  закріплена на коромислі і підвішена на пружній нитці в точці  $O$ , тому силу взаємодії можна визначити по закручуванню пружної нитки, що й було у 1798 році зроблено Кавендішем і визначено гравітаційну сталу у відповідності із законом всесвітнього тяжіння:

$$F = G \frac{M_1 M_2}{r^2}.$$

У даному випадку експеримент має ту відмінність, що маса  $M_1$  екранована від маси  $M_2$  іншою масою  $M_3$ . Однак, для виключення додаткового притягування між масами  $M_1$  і  $M_3$ , з протилежного боку від  $M_1$  встановлена маса  $M_4$ , яка за розмірами і формою є цілком такою ж, як і маса  $M_3$  (у вигляді плити). В даному випадку взаємодія між масами  $M_1$  і  $M_2$  відбуватиметься крізь масу  $M_3$ , яка повинна поглинати частину гравітонів і таким чином зменшувати взаємодію між ними. Отже, якщо спочатку кулю  $M_1$  встановити посередині між плитами  $M_3$  і  $M_4$ , а потім плити  $M_3$  і  $M_4$  разом відсунути, то куля  $M_1$  повинна зміститися зі свого попереднього положення.

Зауважимо, що подібний дослід був поставлений 200 років тому Кавендішем і його повторення цілком реальне у наш час. Більше того, маючи в своєму розпорядженні лазери, можна значно підвищити чутливість і точність вимірювань.

**Експеримент 2.** Ідея цього експерименту полягає у виявленні гравітаційної взаємодії між дослідним тілом масою  $m$  і масою Місяця  $M$ . Оцінка показує, що тіло масою 1 кг на Землі притягується Місяцем з силою приблизно  $\approx 0,3$  Н. Отже, йдеться про те, щоб виявити зміну в силі, еквівалентну притягуванню до Землі маси 30 мг. Це можна зробити за допомогою чутливого пружинного динамометра. Для виявлення зміщення тіла на 0,1 мм потрібна пружина довжиною  $\approx 30$  м.

Ідея експерименту полягає в тому, щоб зафіксувати положення тіла  $m$  між Землею (З) і Місяцем (М) (рис. 3 а), а також його зміну, коли Земля повертається разом з тілом  $m$  на пружині і воно вже екранується від Місяця самою Землею (З) (рис. 3 б).

У першому випадку (рис. 3 а) пружина повинна бути розтягнута менше, оскільки Місяць (М) і Земля (З) діють на тіло протилежно. Коли ж Земля повертається і закриває собою тіло  $m$  (рис. 3 б), тоді, згідно з законом всесвітнього тяжіння (1), розтяг пружини повинен би збільшитися, оскільки і Місяць (М), і Земля (З) притягують тіло  $m$  в одну сторону. Однак таке можливе тоді, коли маса Землі не екранує тіло  $m$  від Місяця. Тобто, якщо Земля своєю масою не поглинає гравітони, що йдуть від Місяця. Якщо ж екранування є, то розтяг пружини в цьому випадку повинен бути меншим.

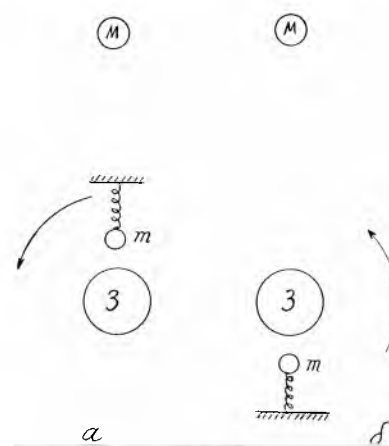


Рис. 3

Зауважимо, що цей експеримент цілком реально поставити. Правда, його постановка була б ефективнішою не на наших широтах, а на екваторі, коли Місяць знаходиться в зеніті.

**Висновки.** Виявлення гравітонів як частинок, що є носіями гравітаційної взаємодії, має важливе значення для розуміння природи і механізмів сил взаємодії між частинками матерії. Це також має велике значення для розвитку теорії слабкої взаємодії. Запропоновані у статті експерименти дають реальні можливості для виявлення гравітонів.

**Список використаних джерел:**

1. Хокінг Стивен. Краткая история времени. – СПб.: Амфора, 2004. – С.102.

The mechanism of attracting between two the masses as a result of exchange by graviton which are the particles of gravitation co-operation is examined in work. The method of experimental exposure of graviton's is described as a result of their screening by the third mass on the basis of the Cavendish experience after determination of gravitation permanent, and also by determination of attracting of body by Moon and his screening by Earth.

**Key words:** gravitation co-operation, exchange by mass, screening by mass, the Cavendish experience, experiment.

Отримано: 25.04.2005.

УДК 681.3.57+37.01:007

І.О.Теплицький, С.О.Семеріков

Криворізький державний педагогічний університет

**ЗАДАЧА ПРО ПОЛІТ ПАПЕРОВОГО ЛІТАЧКА**

Стаття присвячена досвіду впровадження технології комп'ютерного моделювання у факультативному курсі "Основи комп'ютерного моделювання з фізики" для учнів 9-11 класів технічного та фізико-математичного профілю.

**Ключові слова:** комп'ютерне моделювання, електронні таблиці.

Ознайомлення старшокласників з технологією комп'ютерного моделювання при вивченні фізики сьогодні залишається актуальною задачею шкільної і вищої педагогічної освіти [1; 2; 3]. У [4] докладно висвітлені погляди авторів на зміст, роль і місце комп'ютерного моделювання в умовах освітнього закладу. Пропонований матеріал присвячений розгляду задачі механіки про рух тіла під дією декількох сил у двовимірній системі координат, де в якості рухомого тіла виступає паперовий літачок.

Задача про політ паперового літачка є окремим випадком більш загальної задачі про некерований політ безмоторного літального апарату. Ця задача вперше була сформульована і розв'язана видатним російським вченим, засновником аеродинаміки М.Є.Жуковським (1847-1921). Тут ми розглянемо лише той її варіант, який сам Жуковський назвав "задачею про планер".

**Постановка задачі, створення концептуальної моделі**

Нехай у повітряному середовищі рухається симетричний планер, тобто планер з розподілом мас, симетричним відносно вертикальної площини, що проходить через його центр мас.

Метою дослідження будемо вважати розв'язання головної задачі механіки: як із плином часу змінюються координати тіла і вектор його миттєвої швидкості (за модулем та напрямом)?

При цьому результатами дослідження мають бути значення всіх кінематичних характеристик рухомого тіла у довільні моменти часу: координат  $x, y$ ; проекцій швидкості  $v_x, v_y$ ; модуля швидкості  $v$  та кута  $\alpha$  його нахилу до горизонту; проекцій прискорення  $a_x, a_y$ .