

Таблиця 1.

x , МКМ											
$P(x)$, нВт											

- Переміщують торець передавального або приймального світловода ортогонально уздовж осі y від 0 до певного значення, вимірюють зміну світлової потужності в цьому випадку і заносять відповідні дані до таблиці 2.

Таблиця 2.

y , МКМ											
$P(x)$, нВт											

- Користуючись даними таблиці 1 і таблиці 2, будують графіки залежності $P(x)$ та $P(y)$, прийнявши максимальне значення потужності за 100%.

- Порівнюють отримані результати з експериментальними даними та роблять висновок про їх відповідність.

Висновок. Отже, наукові відкриття та їх широке впровадження в усі сфери людської діяльності створюють необхідність розробки нових лабораторних робіт з курсу фізики з метою не лише закріплення знань з розділу, якого стосується дана лабораторна робота, а й забезпечення зв'язку теорії з практикою та формування наукового світогляду учнів.

Література.

1. Жилін В. Г. Волоконно-оптичні вимірювальні перетворювачі швидкості і тиску / Жилін В. Г. – М. : Енергоатомвидат, 1987, – 112 с.

2. Зак Е. А. Волоконно-оптичні перетворювачі з зовнішньою модуляцією / Зак Е. А. – М. : Енергоатомвидат, 1989. – 128 с.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗАСТОСУВАННЯ ФОРМУЛ АМПЕРА І ГРАССМАНА

Мерзликін О. В., Коновал О. А.

Криворізький державний педагогічний університет

Фізика, як і будь-яка інша природнича наука, не має безпосереднім об'єктом свого дослідження природу як таку. Адже такий об'єкт був би надзвичайно складним і працювати з ним було б принципово неможливо. Тому задля адекватного опису навколишнього середовища в фізиці та в інших науках створюють моделі, які з достатньою мірою точності здатні описати ті чи інші явища. Зазвичай такі моделі створюються на основі експериментальних даних. Не виключена також ймовірність створення моделей, що в недостатній мірі відповідають фізичній дійсності чи зовсім їй не відповідають. Такі моделі в процесі розвитку науки або відкидаються взагалі, або уточнюються, або набувають нові межі застосування.

Цікавим є той факт, що історія фізики знає приклади, коли на засадах, як виявлялося згодом, невірної теорії були отримані результати, що відповідають дійсності. Так Саді Карно і Бенуа Клапейрон проводили свої дослідження і робили відкриття, дотримуючись теорії теплоти, а Огюст Френель, ефективно працюючи зі світлом, був прибічником теорії світлоносного ефіру, при чому результати, отримані ними, відповідають сучасним уявленням про фізику, а знайденими ними співвідношеннями користуються й досі.

У зв'язку з цим цікавим видається дослідження формули:

$$\vec{F}_{12} = \frac{\mu_0}{4\pi} i_1 i_2 \left\{ \frac{3}{R_{12}^5} (\overline{dS}_1, \vec{R}_{12}) (\overline{dS}_2, \vec{R}_{12}) - \frac{2}{R_{12}^3} (\overline{dS}_1, \overline{dS}_2) \right\} \vec{R}_{12}, \quad (1)$$

що виражає взаємодію між струмами, відкритої Ампером в 1820 році, з позицій сучасної фізики.

Актуальність теми. Дане дослідження може покращити розуміння методології науки, а також надати відомості про можливості застосування формули Ампера.

Мета роботи. Перевірити результати, отримані за допомогою формули Ампера, виходячи з позицій сучасної фізики.

Завдання дослідження. Використовуючи формулу Ампера (1), виконати розрахунки сили магнітної дії струмів для таких систем:

- нескінченно довгий прямолінійний провідник зі струмом та елемент струму (Рис. 1);
- два паралельні прямолінійні провідники однакової кінцевої довжини b (Рис. 2);
- два контури зі струмом квадратної форми, що лежать в паралельних площинах і є симетричними відносно паралельної їм площини, рівновіддаленої від кожного з цих контурів (Рис. 3).

Порівняти дані, отримані для вищезазначених систем за допомогою формули (1), з результатами обчислень, зробленими з використанням уточненої формули Ампера – Грассмана:

$$\vec{F}_{12} = \frac{\mu_0}{4\pi} i_1 i_2 \frac{1}{R_{12}^3} \left[\overline{dS}_2, \left[\overline{dS}_1, \vec{R}_{12} \right] \right], \quad (2)$$

яка найкраще узгоджується з експериментами та відповідає сучасним уявленням про магнітну взаємодію струмів.

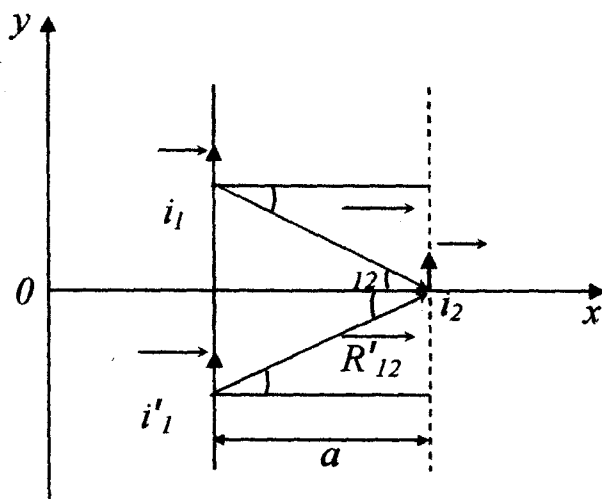


Рис. 1 Взаємодія прямолінійного провідника нескінченної довжини з паралельним йому елементом струму

Результати. Виконавши обчислення для системи, зображеної на Рис. 1, ми побачили, що згідно формули Ампера (1), на елемент струму \overline{di}_2 з боку паралельного йому прямолінійного провідника нескінченної довжини зі струмом i_1 , напрямок якого співпадає з напрямком струму i_2 , діє сила абсолютної величини $|\vec{F}_1|$:

$$|\vec{F}_1| = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i_1 i_2}{a} dS_2, \quad (3)$$

напрявлена перпендикулярно до елемента \overline{di}_2 в бік провідника зі струмом i_1 . У випадку ж, коли струми i_1 та i_2 антипаралельні, напрямок сили \vec{F}_1 змінюється на протилежний. Дані,

отримані для цієї системи, виходячи з формули Ампера – Грассмана (2) і за абсолютною величиною, і за напрямком збігаються з тими, що дає нам формула Ампера (1).

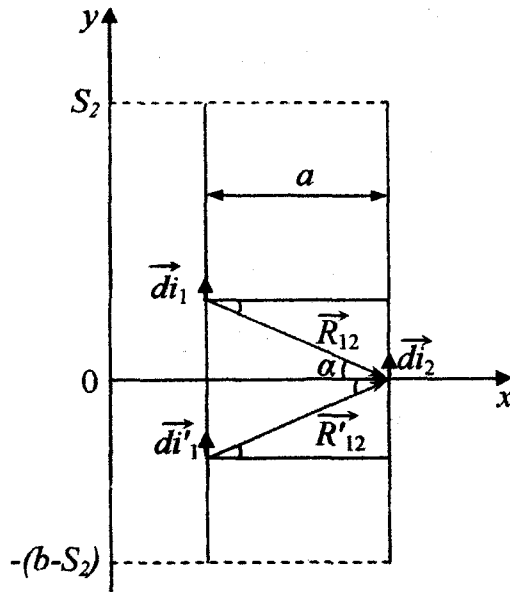


Рис. 2 Взаємодія двох паралельних прямолінійних провідників однакової кінцевої довжини

Згідно формули Ампера, на прямолінійний провідник зі струмом i_2 довжиною b з боку паралельного йому прямолінійного провідника такої ж довжини зі струмом i_1 , напрямком якого співпадає з напрямком струму i_2 , діє сила величини (4), напрямлена перпендикулярно до цього провідника в бік першого. У випадку антипаралельних струмів i_1 та i_2 , напрямок сили \vec{F}_2 буде протилежним.

$$|\vec{F}_2| = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi a} \frac{b^2}{\sqrt{a^2 + b^2}}. \quad (4)$$

Розрахунки, зроблені на основі формули (2), дають такий же результат щодо напрямку сили \vec{F}_2 , але абсолютне значення цієї сили буде іншим:

$$|\vec{F}_2| = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi a} (\sqrt{a^2 + b^2} - a). \quad (5)$$

Враховуючи симетрію задачі, вона зводиться до знаходження сили, з якою будь-який провідник першого контуру (наприклад, BC) діє на кожен провідник другого ($A'B'$, $B'C'$, $C'D'$ та $A'D'$). Розглядаючи попарно взаємодії між провідниками BC і $A'D'$ та AD і $B'C'$; BC і $A'B'$ та BC і $C'D'$; BC і $A'B'$ та AD і $A'B'$; BC і $C'D'$ та AD і $C'D'$; побачимо, що ненульовою проекцією сили \vec{F}_3 , з якою перша рамка діє на другу, буде лише її проекція на вісь OY .

Отже сила \vec{F}_3 буде напрямлена вздовж вісі OY у бік її збільшення у випадку, коли струми i_1 та i_2 співнаправлені, і в протилежний бік, якщо i_1 та i_2 антипаралельні. Абсолютне значення сили \vec{F}_3 визначатиметься за формулою:

$$|\vec{F}_3| = 2 \frac{\mu_0}{\pi} i_1 i_2 \left(\frac{2a^2 + b^2}{a\sqrt{a^2 + b^2}} - \frac{a}{a^2 + b^2} \sqrt{a^2 + 2b^2} - 1 \right). \quad (6)$$

Дані, отримані для цієї системи на основі формули Ампера – Грассмана (2), повністю збігаються з тими, що дає нам формула Ампера (1).

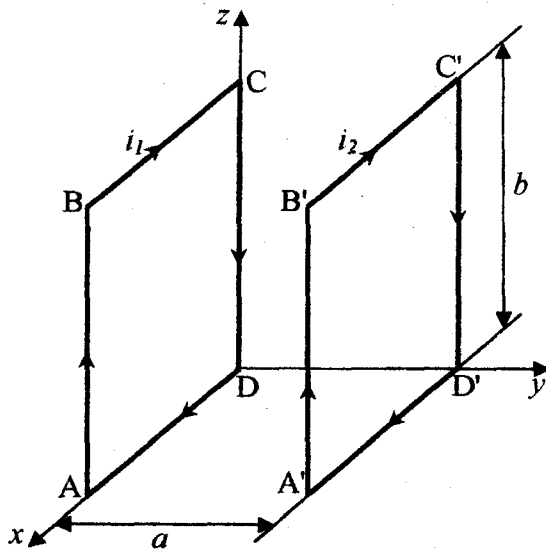


Рис. 3 Взаємодія двох паралельних квадратних рамок зі струмом

Висновки. Вираз (3) для сили, що діє на елемент струму з боку паралельного йому прямолінійного провідника нескінченної довжини (див. Рис. 1), розрахований за формулою Ампера (1), повністю співпадає з результатами, отриманими на базі сучасних уявлень. Для випадку ж взаємодії прямолінійних струмів кінцевої довжини (див. Рис. 2) формули Ампера і Ампера – Грассмана дають різні результати. Значення сили, яка діє з боку однієї квадратної рамки зі струмом на іншу (див. Рис. 3), отримані за допомогою формул Ампера та Ампера – Грассмана збігаються як за напрямком, так і за абсолютним значенням. На перший погляд такий результат здається досить дивним, адже формули (1) і (2) суттєво відрізняються одна від одної як за величиною, так і за напрямком.

Напрями можливих подальших досліджень. З огляду на отриманий результат виникає питання перевірки формули Ампера для замкнутих струмів довільної форми. Є підстави вважати, що і для взаємодії контурів довільної форми, формула Ампера дасть вірні результати. Це можливо, якщо величина, на яку вона відрізняється від формули Ампера – Грассмана при інтегруванні по замкнутому контуру дорівнюватиме нулеві. Тобто, може виявитись, що для випадку замкнутих струмів (слід зазначити, що за часів Ампера лише вони були доступними для дослідження) цілком правомірним буде використання формули Ампера (1), що може спростити розв'язування деяких задач.

Література.

1. Тамм И. Е. Основы теории электричества. / И. Е. Тамм. – [9-е изд., испр.]. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1976. – 616 с.
2. Коновал О. А. Основы электродинамики : [навч. посіб для студ. вищ. пед. навч. закл.] / О. А. Коновал ; Міністерство освіти і науки України ; Криворізький державний педагогічний університет. – Кривий Ріг : Видавничий дім, 2008. – 347 с.
3. Спасский Б. И. История физики : в 2 т. / Б. И. Спасский. – Т. 1. – М. : Высшая школа, 1977 – 320 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАТУХАЮЧИХ КОЛИВАНЬ МАТЕМАТИЧНОГО МАЯТНИКА

Мінза О.В., Івашина Ю.К.

Херсонський державний університет

Будь-яка реальна коливальна система має сили опору дія яких приводить до зменшення енергії системи і відповідно амплітуди коливань. Метою роботи є дослідження природи опору, які визивають затухання коливань тіла, підвішеного на нитці. Рух такого тіла при малих амплітудах описують моделлю математичного маятника. Математичний маятник – теоретична модель маятника, в якій матеріальна точка масою m підвішена на невагомому нерозтяжному