

ПІДВИЩЕННЯ НАОЧНОСТІ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ МАТЕМАТИЧНОГО ПАКЕТУ MATHCAD

Алла КІКТЕВА (м. Дніпродзержинськ)

У статті розглядаються особливості виконання фізичного експерименту за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій, що забезпечує формування в студентів цілісних та системних знань в процесі вивчення фізики під час дослідження руху зарядженої частинки в магнітному полі в середовищі Mathcad.

Ключові слова: *фізичний експеримент, магнітне поле, Mathcad, навчальний процес, трек.*

In the article the features of performance of physical experiments using information technology that is aimed at developing students' holistic and systematic knowledge in the study of physics as an example the study of motion of a charged particle in a magnetic field in the environment of Mathcad.

Keywords: *physical experiment, the magnetic field, Mathcad, the educational process, track.*

Актуальність проблеми. Роль експерименту в процесі навчання фізики у вищій школі у продовж останніх років помітно зросла. Для глибшого й усебічного сприйняття програмного матеріалу використовується система демонстраційних і фронтальних дослідів, експериментальних задач, фронтальних лабораторних робіт.

Процес впровадження комп'ютерної техніки можна використовувати як для керування фізичним експериментом, так і для моделювання фізичних явищ [4]. Все частіше фізичні явища вивчаються за допомогою комп'ютерних програм та віртуальної наочності, оскільки це допомагає оновити фізичний експеримент та інші традиційні форми наочності. Використання реального чи віртуального фізичного експериментів активізує не лише пізнавальну діяльність студентів, а й дозволяє сформувати цілісні уявлення про сучасну фізичну картину світу, проте, лише їх комплексне застосування може дати позитивні результати при навчанні фізики [6].

В основі фізики, як науки, лежить експериментальне дослідження явищ природи, а до її основних задач входять формулювання законів, якими пояснюються ці явища. Фізика зосереджується на вивченні найфундаментальніших та найпростіших явищ і на відповідях на найпростіші запитання: з чого складається матерія, яким чином частинки матерії взаємодіють між собою, за якими законами здійснюється рух частинок тощо. Базу фізичних

досліджень створюють спостереження. Узагальнення спостережень дозволяє фізикам формулювати гіпотези щодо спільних загальних рис тих явищ, за якими велися спостереження. У ході цього процесу знаходить відображення індуктивний характер встановлення основних фізичних закономірностей на базі експерименту і дедуктивний характер виведення наслідків із встановлених таким чином закономірностей з використанням доступного для студентів математичного апарату. Гіпотези перевіряються за допомогою продуманого експерименту, в якому явище проявлялося б у якомога «чистішому» вигляді й не ускладнювалося б іншими явищами.

Фізика робить вирішальний внесок у створення сучасної обчислювальної техніки, що представляє собою матеріальну основу інформатики. Всі покоління електронних обчислювальних машин (на вакуумних лампах, напівпровідниках та інтегральних схемах), створені до наших днів, народилися в сучасних лабораторіях.

Сучасна фізика демонструє нам риси єдності природи. Але все ж таки багато чого, може, навіть саму фізичну суть єдності світу, вловити поки що не вдалося. Невідомо, чому існує так багато різних елементарних частинок, чому вони мають ті чи інші значення маси, заряду та інших характеристик. До цих пір всі ці величини визначаються експериментально [6].

Аналіз досліджень і публікацій. Проблема удосконалення наочності у навчальному процесі з фізики є досить актуальною, нею систематично займаються С.П. Величко, В.П. Вовкотруб, В.Ф. Заболотний, М.І. Жалдак, В.М. Межуєв, Н.В. Подопрігора, М.І. Садовий, О.М. Трифонова, та ін. [1; 3; 5; 7]. Ці науковці у своїх роботах акцентують увагу на комплексному використанні традиційних засобів навчання з електронними, розробки ППЗ як засобу удосконалення шкільного фізичного експерименту. У наукових роботах В.П. Д'яконова [2], Г.Л. Коткіна [4], В.С. Черкаського [4], А.В. Тихоненко [6], запропоновано приклади використання прикладних пакетів програм для моделювання фізичних процесів, але дані роботи не розкривають повноту актуальності використання ІКТ у фізичному експерименті.

Тому в нашій статті ми пропонуємо розглянути можливості використання прикладного математичного пакету MathCAD у поєднанні з традиційним обладнанням під час виконання лабораторних робіт з квантової фізики, розділу який найменшою мірою може бути унаочнений за допомогою реального експерименту.

Метою статті є розробка методики проведення універсальної лабораторної роботи з квантової фізики для виконання в системі MathCAD. Завдання дослідження: 1) обґрунтувати доцільність використання системи MathCAD під час виконання фізичного експерименту; 2) розробити завдання лабораторної роботи для поєднання реальної та віртуальної складових експерименту; 3) запропонувати методику проведення лабораторної роботи в MathCAD.

Виклад основного матеріалу. Серед значної кількості програмних засобів окреме місце займають прикладні математичні пакети програм, до яких можна віднести систему MathCAD. Одним з напрямків використання цієї системи в процесі навчання є розробка курсу віртуальних лабораторних робіт з фізики для студентів, що вивчають загальноосвітній цикл дисциплін.

Віртуальна наочність дозволяє зробити навчання більш інтенсивним, головне, ефективним за рахунок реалізації можливостей мультимедіа навчальних систем до дієвого і наочного подання навчального матеріалу, а також підвищити унаочненість навчання квантової фізики.

У наш час фізичний експеримент має змогу розвиватись в зв'язку із загальним розвитком науки, техніки і технологій. Важливу роль в удосконаленні системи фізичного експерименту відіграє розробка нових програмних середовищ з урахуванням останніх наукових досягнень, а також створення на їх основі навчальних комплектів, які дозволяють відтворювати серію різних видів та різних рівнів складності експериментальних дослідів.

Основна мета курсу фізики загальноосвітнього циклу полягає в тому, щоб дати студентам уявлення про сучасну фізичну картину світу та основних методах фізичних досліджень. Для студентів усіх спеціальностей важливими завданнями курсу фізики є вивчення загальних принципів побудови змістовних і

математичних моделей фізичних систем і процесів, а також з'ясування ролі фізики у формуванні сучасної наукової картини світу, ознайомлення з закономірностями фізичних процесів, які забезпечують роботу обчислювальних та інформаційних систем.

Класичний варіант виконання лабораторної роботи «Вивчення треків заряджених частинок (за готовими фотознімками)» відбувається за допомогою листка прозорого паперу, лінійки, циркуля і олівця. Набір даних інструментів, на нашу думку, не забезпечує повноту сприймання студентом виконаних ним дій, а лише стимулює виконання шаблонних дій відповідно до інструкції.

Хід роботи

1. Виміряйте радіуси кривизни треків частинок, на їх початкових ділянках.
2. Обчисліть питомі заряди протона $\frac{q_1}{m_1}$ ($q_1=e$, $m_1=1$ а.о.м.) і частинки $\frac{q_2}{m_2}$ за

формулою:

$$\frac{q_2}{m_2} = \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{q_1}{m_1} =$$

3. Обчисліть масу частинки за формулою $m_2 = \frac{R_2 \cdot q_2}{R_1}$ для таких її значень

заряду: $q_2=2e$; $q_2=3e$; $q_2=4e$ і т.д.

4. Ідентифікуйте частинку за наслідками дослідження. Результати вимірювань та обчислень занесіть до таблиці 1.

Таблиця 1

Результати обчислень

№ п/п	Назва частинки	Радіус кривизни треку R , см	Питомий заряд $\frac{q}{m}$, $\frac{1}{\text{а.о.м.}}e$	Маса частинки m_2 , а.о.м.
1	Протон		e	-
2				

Питомим зарядом частинки називається відношення електричного заряду частинки до її маси.

Якщо заряджена частинка рухається в однорідному магнітному полі перпендикулярно напрямку поля, то її траєкторія являє собою коло. На заряджену частинку в магнітному полі діє сила Лоренца, що дорівнює

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} \quad (1)$$

В (1) q є величина електричного заряду частинки, \vec{v} – її швидкість, \vec{B} – магнітна індукція. Сила Лоренца (точніше, магнітна складова сили Лоренца) (1) є доцентровою силою. Радіус кола можна знайти, якщо прирівняти добуток маси частинки на доцентрове прискорення і силу Лоренца

$$ma = m \frac{v^2}{R} = qvB \quad (2)$$

У (2) взято до уваги, що $\vec{v} \perp \vec{B}$. Тож, радіус кола R дорівнює

$$R = \frac{mv}{Bq} \quad (3)$$

Вимірюючи R , можна знайти питомий заряд q/m .

Ми пропонуємо у даній роботі розглянути загальний випадок, коли початкова швидкість утворює деякий кут з індукцією магнітного поля (рис. 1). Розкладемо швидкість на дві складові: перпендикулярну вектору індукції і спрямовану вздовж нього. Остання забезпечує рівномірне переміщення зарядженої частинки уздовж вектора індукції. Якщо вона дорівнює нулю, то частинка буде рухатися по колу. Оскільки, сила Лоренца завжди перпендикулярна швидкості, то прискорення буде направлено по нормалі до траєкторії, а тому швидкість буде змінюватися тільки за напрямком, але не за величиною. Якщо паралельно вектору індукції складова початкової швидкості відмінна від нуля, то траєкторія частинки являтиме собою кручену лінію.

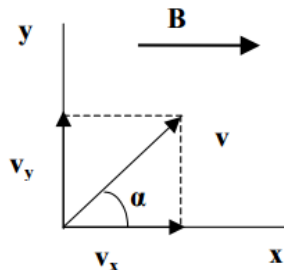


Рис. 1. Кут між швидкістю та вектором магнітної індукції

Формули для радіуса гвинтової лінії, а також періоду і частоти звернення частинки студентам пропонується вивести самостійно. При побудові траєкторії, яка є гвинтовою лінією, доцільно спрямувати вісь Ox уздовж вектора індукції магнітного поля. Тоді проекція траєкторії на площину yOz є колом. Рух проекції

точки, де знаходиться заряджена частинка, на цю окружність буде рівномірним обертанням з кутовою швидкістю ω .

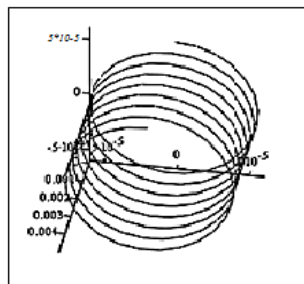
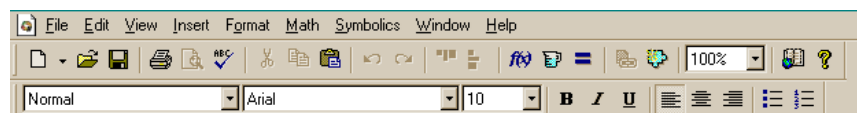
Відповідно до розглянутих аспектів студенту потрібно виконати побудову графіка руху зарядженої частинки.

У MathCAD координати точки зручно задавати як три відповідні масиви-вектори. У цьому випадку номери точок задаються у формі ранжованої змінної $i: 0,1..N =$, а значення відповідних координат визначаються відповідними формулами. Отримані масиви використовуються для побудови тривимірного точкового графіка. Для цього в пункті меню «Вставка» необхідно вибрати «Графік», «Майстер 3D-точки», «Точковий графік», «З'єднати лініями», вказати спосіб розмальовки та ввести в круглих дужках, через кому, імена масивів, що використовуються.

А тому, ми пропонуємо, класичний варіант виконання даної лабораторної роботи доповнити наступними пунктами:

1. У документі MathCAD введіть початкові величини відповідно до власного варіанту, значення фізичних констант, які будуть використовуватись програмою під час розрахунків, а також формули для математичних розрахунків радіуса, частоти та періоду обертання частинки.
2. Задайте ранжовану змінну та введіть формули для розрахунку значень векторів x, y, z .
3. Побудуйте графік траєкторії руху частинки.

Приклад побудованої в пакеті MathCAD траєкторії руху зарядженої частинки в магнітному полі наведено на рисунку 2.



x, y, z

Рис. 2. Траєкторія руху зарядженої частинки в магнітному полі

Висновок даного дослідження полягає в тому, що виконання даної роботи фізичного практикуму з курсу загальної фізики буде ефективним у тому випадку, якщо студенти добре підготовлені в теоретичному аспекті й у повному обсязі розуміють ті процеси й явища, що мають місце в процесі дослідження, а також за умов якщо віртуальний експеримент проводиться у поєднанні з реальним. Саме ці умови забезпечать формування у студентів предметної компетентності.

Перспективи подальших досліджень пов'язуються з удосконаленням методичних рекомендацій щодо виконання лабораторних робіт більш широкого спектру за допомогою різноманітних комп'ютерних програм. Під час побудови графіку руху зарядженої частинки в магнітному полі, провідну роль ми залишаємо за математичним пакетом MathCAD, застосування якого сприяє глибшому розумінню особливостей побудови графіків та формуванню в студентів уявлення про моделювання як метод пізнання навколишнього світу. При цьому, можна підвищити ефективність використання засобів ІКТ настільки, щоб студенти конкретної групи, отримали змогу перевірити залежність руху зарядженої частинки в магнітному полі від зовнішніх факторів.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Донець Н.В. Рациональность запровадження інформаційних технологій у фізичному практикумі для студентів нефізичних спеціальностей / Н.В. Донець, С.П. Величко // Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград, 2009. – Вип. 82, Ч.1. – С. 274-279.
2. Дьяконов В.П. MathCAD 7.0 в математике, физике и в Internet / В.П. Дьяконов, И.В. Авраменкова. – М.: Нолидж, 1998. – 352 с.
3. Жук Ю.О. Викладання фізики і нові інформаційні технології навчання / Ю.О. Жук // Фізика та астрономія в школі. – 1996. – № 2. – С. 2-5.
4. Коткин Г.Л. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием MATLAB: [учеб. пособие] / Г.Л. Коткин, В.С. Черкасский. – Новосибирск: Новосиб. ун-т, 2001. – 173 с.
5. Садовий М.І. Вибрані питання загальної методики навчання фізики: [навч. посібн. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл.] / Садовий М.І., Вовкотруб В.П., Трифонова О.М. – Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. – 252 с.
6. Тихоненко А.В. Компьютерный практикум по общей физике: [учебное пособие по курсу «Общая физика»] / Тихоненко А.В. – Обнинск: ИАТЭ, 2004. – Ч. 3. Электричество и магнетизм. – 84 с.

7. Хомутенко М.В. Комп'ютерне моделювання процесів в атомному ядрі / М.В. Хомутенко, М.І. Садовий, О.М. Трифонова // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. – Т. 45, №1. – С. 78-92. – Режим доступу: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1191#.VPM03Cz4TGh>

Кіктєва Алла Володимирівна – викладач фізики, основ програмного забезпечення та комп'ютерних дисциплін Дніпродзержинського енергетичного технікуму; пошукувач кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Наукові інтереси: використання сучасних інформаційних технологій у фізичному експерименті.