

ВІРТУАЛЬНА ЛАБОРАТОРНА РОБОТА «ВИВЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ТОЧКОВИХ ЗАРЯДІВ»

Ю.В. Єчкало

м. Кривий Ріг, Криворізький металургійний факультет
Національної металургійної академії України
uliaechk@mail.ru

Реформування концептуальних, структурних та організаційних основ системи освіти України потребує підготовки нового покоління інженерних кадрів, здатного до роботи в сучасних соціально-економічних умовах. Головною метою педагогічного процесу є формування особистості, здатної самостійно та творчо працювати, виховання у кожного студента позитивного ставлення до навчання та професії, активності, самостійності та ініціативності, які забезпечують можливість та готовність майбутнього спеціаліста до високих досягнень у його професійній діяльності. Одним з факторів досягнення цієї мети у вищому навчальному закладі є самостійна робота студентів.

Кожний заліковий модуль з фізики передбачає виконання студентом певного обсягу роботи різних видів: аудиторної (лекції, лабораторні роботи, практичні заняття) та самостійної. В умовах кредитно-модульної системи самостійна навчально-пізнавальна діяльність набуває особливо-го статусу. Це обумовлюється тим, що, з одного боку, в порівнянні з традиційною системою навчання на самостійну навчально-пізнавальну діяльність студентів відводиться більше часу, ніж на аудиторну, а з іншого боку суспільство потребує підготовки конкурентоспроможних фахівців, як на внутрішньому ринку праці держави, так і за її межами [1].

Мета лабораторного практикуму у вищому навчальному закладі – поглибити теоретичні знання студентів, ознайомити їх з технічними засобами та методами точного вимірювання, навчити фізичному експериментуванню. Сучасний фізичний експеримент – це широкий фронт наукових досліджень природи. З одного боку, він є засобом накопичення даних про її явища, з іншого – слугує критерієм достовірності наших уявлень про неї. Нерідко фізичний експеримент давав початок розвитку нових галузей техніки або нової технології виробництва [2]. У навчальному процесі технічного вузу фізичне експериментування є одним з методів вивчення фізики як науки і засобом підготовки фахівців.

Повна чи часткова відсутність у навчальних планах останніх років лабораторних робіт з курсу фізики породжує важку методичну проблему, адже навички проведення експериментальних досліджень різних фізичних явищ (в тому числі із застосуванням комп'ютера) є ключовими

для майбутнього інженера [3]. На нашу думку, подолати цю проблему можна, використовуючи віртуальні лабораторні роботи у самостійній навчально-пізнавальній діяльності студентів.

Пропонована нижче лабораторна робота виконується на базі навчального комп'ютерного курсу «Открытая физика».

Мета: ознайомитись з моделюванням електричного поля від точкових джерел; експериментально підтвердити закономірності для електричного поля точкового заряду й електричного диполя; експериментально визначити величину електричної сталої.

Теоретичні відомості

Електричний диполь – система двох точкових зарядів, однакових за модулем і протилежних за знаком; вектор \vec{l} , проведений від негативного до позитивного заряду, називається плечем диполя. Диполь називається точковим, якщо плече диполя набагато менше відстані r від центра диполя до точки, в якій знаходять напруженість електричного поля диполя ($l \ll r$).

Важливою характеристикою електричного диполя є дипольний (електричний) момент \vec{p} :

$$\vec{p} = |q|\vec{l}.$$

Напруженість поля точкового диполя в точці, що лежить на перпендикулярі до плеча диполя, проведеному через середину плеча:

$$\vec{E} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{p}}{r^3}.$$

Методика виконання роботи

Комп'ютерний експеримент дає можливість, змінюючи величини і знаки зарядів, а також відстані між ними, визначати модуль і напрямок сил електричної взаємодії. Для сумарної сили взаємодії двох зарядів

$$F = F_{12} \frac{l}{r_{12}}.$$

Завдання до роботи

1. Дослідити електричне поле точкового заряду.
2. Дослідити електричне поле диполя.
3. Визначити величину електричної сталої.

Порядок виконання

У розділі «Електродинаміка» вибрати модель «Взаимодействие точечных зарядов» (рис. 1).

1. Дослідження поля точкового заряду.

1.1. Перемістити заряд q_1 і зафіксувати його поблизу лівої границі експериментального поля.

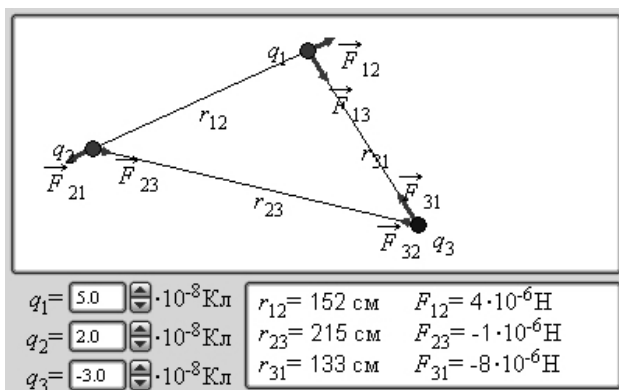


Рис. 1

1.2. Встановити величину заряду q_1 відповідно до номеру варіанта (табл. 1).

Таблиця 1

Варіант	1	2	3	4
$q_1, 10^{-8} \text{ Кл}$	4	4	-4	-4
	6	5	-5	-6
	8	9	-7	-8
	10	10	-9	-10

1.3. Заряд q_3 помістити під першим, встановити $q_3 = 0$. Встановити $q_2 = 10^{-8} \text{ Кл}$.

1.4. Перемістити, натиснувши ліву кнопку миші, заряд q_2 вправо, встановлюючи відстані r_{12} до першого заряду, зазначені в табл. 2. Виміряні в даних точках значення $E_1 = \frac{F_{12}}{q_2}$ занести у відповідний рядок табл.

2.

1.5. Повторити вимірювання для трьох інших значень заряду q_1 з табл. 1, записуючи в табл. 2 значення E_2, E_3 та E_4 .

Таблиця 2

$r, \text{ см}$	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$\frac{1}{r^2}, \text{ м}^{-2}$									
$E_1, \text{ В/м}$									
$E_2, \text{ В/м}$									
$E_3, \text{ В/м}$									
$E_4, \text{ В/м}$									

2. Дослідження поля диполя.

2.1. Встановити величину другого заряду диполя q_3 відповідно до номеру варіанта (табл. 1), змінивши знак на протилежний.

2.2. Перемістити заряд q_3 так, щоб електричний момент диполя був вертикальним, а плече диполя ($l = r_{13}$) дорівнювало 10 см.

2.3. Перемістити заряд q_2 уздовж лінії, перпендикулярної до вісі диполя (горизонтально), утримуючи ліву кнопку миші. На відстанях r від вісі диполя, зазначених у табл. 2, виміряти і занести значення

$E_1 = \frac{F_{12}}{q_2} \frac{l}{r_{12}}$ у табл. 3. аналогічну до табл. 2 (окрім другого рядка, у якій

тут треба записати: $\frac{1}{r^3}$, м^{-3}).

2.4. Повторити вимірювання для трьох інших значень зарядів q_1 і q_3 з табл. 1, записуючи в табл. 3 значення E_2 , E_3 та E_4 .

Обробка результатів вимірювання

1. Обчислити і записати у таблиці 2 і 3 значення для другого рядка.

2. Побудувати на одному аркуші графіки залежності напруженості електричного поля E точкового заряду від квадрата зворотної відстані ($1/r^2$).

3. Побудувати на іншому аркуші графіки залежності напруженості електричного поля E на вісі диполя від куба зворотної відстані ($1/r^3$).

4. За тангенсом кута нахилу графіків на кожному з двох аркушів ви-

значити електричну сталу, використовуючи формули $\epsilon_0 = \frac{q_1}{4\pi} \frac{\Delta\left(\frac{1}{r^2}\right)}{\Delta(E)}$ для

першого креслення і $\epsilon_0 = \frac{p}{4\pi} \frac{\Delta\left(\frac{1}{r^3}\right)}{\Delta(E)}$ для другого (для великих відстаней r).

5. Обчислити середнє значення електричної сталої.

6. Записати відповіді і проаналізувати відповідь і графік.

Контрольні запитання

1. Що називається електричним полем? Назвати джерела електричного поля.

2. Перелічити і пояснити основні властивості заряду.

3. Яка сила діє між зарядами? Записати закон Кулона.

4. Записати формулу для напруженості поля точкового заряду. Сформулювати принцип суперпозиції для електричного поля.

5. Що таке електричний диполь? Записати і пояснити формулу ди-

польного (електричного) моменту.

6. Сформулювати і записати формулу для електричного поля на осі диполя.

Література

1. Модульная технология образовательного процесса в вузе (на примере физики) : учебно-методическое пособие / Асадуллин Р. М., Васильев Л. И., Дмитриева В. Ф., Мамцев А. Н., Самойленко П. И. – М. : МГУТУ, 2005. – 91 с.

2. Бушок Г. Ф. Методика преподавания общей физики в высшей школе / Бушок Г. Ф., Венгер Е. Ф. – К., 2000. – 415 с.

3. Фізика для інженерних спеціальностей. Кредитно-модульна система : навч. посібник. – У 2 ч. – Ч. 1. / В. В. Куліш, А. М. Соловйов, О. Я. Кузнєцова, В. М. Кулішенко. – К. : НАУ, 2004. – 456 с.