

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИФРАКЦІЇ ЕЛЕКТРОНІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НОВІТНЬОГО ОБЛАДНАННЯ «РНУВЕ»

Віктор СЛЮСАРЕНКО

Анотація. В даній статті подано методичні рекомендації щодо виконання лабораторної роботи «Дифракція електронів» за допомогою новітнього обладнання «РНУВЕ».

Ключові слова: дифракція, електрон, обладнання, вдосконалення.

Annotation. This paper presents guidelines for the laboratory work "electron diffraction" using the latest equipment «РНУВЕ» .

Keywords: diffraction, electron equipment improvements.

Аннотация. В данной статье представлены методические рекомендации по выполнению лабораторной работы «Дифракция электронов» с помощью новейшего оборудования «РНУВЕ».

Ключевые слова: дифракция, электрон, оборудования, совершенствования.

Постановка проблеми. В організації та реалізації фізичного експерименту з фізики високих енергій повинен послідовно використовуватися діяльнісний підхід. Методика навчання класичної фізики добре розроблена і вдало використовується у практичній діяльності. Інша справа, квантова фізика, де постановка безпосереднього експерименту в умовах середньої школи практично є складною справою. Це викликає необхідність пошуку методів і прийомів до переходу від інформаційно-пояснювального характеру навчання квантової фізики, орієнтованого на передачу готових знань, до діялісного, спрямованого на розвиток пізнавальних сил і творчих здібностей, способів мислення та діяльності учнів.

Вчитель повинен володіти новітніми технологіями комп'ютерного моделювання, яке є вагомою органічною частиною методики навчання фізики у середній школі. Він повинен виходити з того, що чітке розуміння учнями експериментального характеру фізичних законів має визначальне пізнавальне і світоглядне значення. Тоді фізика виступає наукою про природу, а не лише системою світоглядних побудов, наукою, що прищеплює думку про межі застосування фізичних законів і теорій, відкриває перспективи подальшого розвитку науки.

Традиційно вважається, що фізичний експеримент слугує одночасно джерелом знань, методом навчання та видом наочності і тому є невід'ємною

його складовою. Навчальний експеримент з фізики є критерієм істинності нових знань, широко використовується як засіб активної навчально-пошукової діяльності учнів. Він є методом реалізації дидактичної мети, розвитку мислення і самостійності учнів, формування у кожного школяра активної позиції у навчально-пошуковому процесі. Процес навчання фізики в середніх навчальних закладах завжди спирався на експериментальну основу. На основі спостережень і дослідів із застосуванням спеціально створеного для цього навчального обладнання з'ясовується сутність фізичних понять, явищ та процесів [6].

Аналіз досліджень та публікацій. Аналіз праць І. Анциферова, О.І. Бугайова, С. П. Величка, В. П. Вовкотруба, Ю.О. Жука, В. Коршака, М. І. Садового, О. В. Сергєєва, М. М. Шахмаєвої та інших показав, що становлення і розвиток методики фізики, як педагогічної науки; фізичний експеримент є складовою частиною передачі вчителем навчального матеріалу учням. За цих умов збільшується роль новітніх технологій, впровадження яких дозволяє краще подати навчальний матеріал учням, фізичний експеримент буде більш доступним та підвищиться рівень наочності.

Викладення основного матеріалу. Суперечність між новітнім наповненням знаннями підручників і посібників та застарілою матеріальною експериментальною базою, яка не в змозі забезпечити успішне засвоєння цих знань, що нині в останні роки виникла, може вирішена методом оновлення та вдосконалення фізичного обладнання. В ХХІ столітті фізичні кабінети почали оновлювати, впроваджуючи обладнання німецького виробника «РНУВЕ», який вже чимало років є одним із головним постачальників новітнього фізичного обладнання.

Одним з прикладів застосування новітнього обладнання «РНУВЕ» при викладенні фізики є виконання лабораторної роботи «Дифракція електронів».

Лабораторна робота «Дифракція електронів»

Мета роботи: Визначити період кристалічної решітки за допомогою дифракції електронів.

Обладнання: електронно-дифракційна трубка з кріпленням, джерело постійного струму 0...600 В, високовольтне джерело струму 0...10 кВ, резистор на 10 МОм, високовольтний провідник довжиною 500 мм,

пластмасовий штангенциркуль з ноніусом, з'єднувальні провідники довжиною 250 та 750 мм.

Теоретичні відомості

Хвилі де Бройля - хвилі, пов'язані з будь рухомої матеріальної часткою. Будь рухома частинка (наприклад, електрон) веде себе не тільки як локалізований у просторі переміщається об'єкт - корпускула, але і як хвиля, причому довжина цієї хвилі дається формулою $\lambda = h / p$, де $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Ає} \cdot \text{ї}$ - постійна Планка, а p - імпульс частинки. Ця хвиля і отримала назву хвилі де Бройля (на честь французького фізика-теоретика Луї де Бройля, вперше висловив гіпотезу про таких хвилях в 1923 році).

Дифракцією називають сукупність явищ, які спостерігаються в середовищі з різними неоднорідностями і пов'язані з відхиленням світлових променів від законів геометричної оптики. Це означає, що світлові промені мають властивість огинати перешкоди.

Дослід Девіссона – Джемера – фізичний експеримент по дифракції електронів, який був проведений в 1927 році американськими вченими Клінтоном Девіссоном та Лестером Джермером. Вони проводили дослідження відбивання електронів від монокристалу нікелю. Установка являла собою монокристал нікелю, відшліфований під кутом і встановлений на тримачі. На площину шліфу направляється перпендикулярно пучок монохроматичних електронів. Швидкість електронів визначається за допомогою формули

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}}$$

Під кутом θ до падаючого пучка електронів встановлювався циліндр Фарадея, який був з'єднаний з чутливим гальванометром. За показами гальванометра визначалася інтенсивність відбивання від кристалу електронного пучка. Вся ж установка знаходилася у вакуумі.

В дослідах вимірювалася інтенсивність розсіяного кристалом електронного пучка в залежності від кута розсіювання $0 < \varphi < 360^\circ$, від швидкості v електронів в пучку. Досліди продемонстрували, що мається яскраво виражена селективність (вибірковість) розсіювання електронів. При різних значеннях кута і швидкостей у відбитих променях спостерігається максимуми та мінімуми інтенсивності.

Умова максимуму:

$$\Delta = 2d \sin \theta = \lambda n, n = 1, 2, \dots$$

де d — міжплощина відстань.

Таким чином спостерігалася дифракція електронів на кристалічній решітці монокристалу. Дослід був чудовим підтвердженням існування в мікрочастинках хвильових властивостей [3, с. 415-418].

Принцип роботи

Після проходження електронного променя через зразок графіту на протилежній стінці лампи формується дифракційна картина. За допомогою штангенциркуля визначають відстань між максимумами. В експериментальній установці на електронно-дифракційну трубку з кріпленням подаємо струм від джерела постійного струму 0...600 В та високовольтне джерело струму 0...10 кВ.



Рис. 1. Установка для спостереження дифракції електронів: 1 - електронно-дифракційна трубка з кріпленням, 2 - джерело постійного струму 0...600 В, 3 - високовольтне джерело струму 0...10 кВ.

Хід виконання роботи

1. Зберіть установку для експерименту (рис. 1), з'єднавши клему «Н» електронно-променевої трубки з клемою $\sim 6,3$ V універсального джерела струму 0-600 В, клему «К» з клемою заземлення джерела струму, клеми «G1», «G2» і «G4» з'єднайте з клемами джерела струму, а клему «G3» з клемою високовольтного джерела струму 0-10 кВ;

2. Встановіть такі значення напруги:

клема «G1» - -25 В;

клема «G3» - +10 кВ;

клема «G4» - +250 В;

3. Після появи на екрані електронно-променевої трубки концентричних кіл занесіть покази вольтметра;

4. За допомогою штангенциркуля виміряйте діаметри $2r_1$ і $2r_2$ максимумів;

5. За допомогою формули визначте кути дифракції φ_i ;

6. Обчисліть за допомогою формул періоди кристалічних решіток;

7. Повільно змінюючи напругу на клемах «G1», «G2» і «G3», виконати 5-7 вимірювань;

8. Обчислити середнє значення періодів кристалічної решітки.

Таблиця

№	U_a , кВ	$2r_1$, мм	$2r_2$, мм	d_1 , м	d_2 , м

Відзначимо, що при більших значеннях напруги, які подає високовольтне джерело струму, яскравіше світиться електронно-дифракційна трубка.

Контрольні запитання

1. Яке явище називається дифракцією?
2. Який кут називають кутом дифракції?
3. Які хвилі називаються хвилями де Бройля і який їх фізичний зміст?
4. Запишіть формулу для визначення довжини хвилі де-Бройля.
5. Як відбувається дифракція хвиль де-Бройля на кристалах?

Висновок: Новітнє обладнання «РНУWE» в умовах стрімкого розвитку науки відіграє чималу роль в навчально-виховному процесі з фізики. Його впровадження дає можливість створення комфортних умов комп'ютерної підтримки традиційних і новаторських технологій навчання фізики, підвищити пізнавальний інтерес учнів до вивчення фізики шляхом створення умов самодослідження природних явищ (середовище – дослідницька лабораторія), забезпечує диференційований підхід до вивчення фізики, формувати навички розв'язування задач практичного та дослідницького характеру, актуалізувати чуттєвий досвід, виявити опорні знання та мотивацію навчання та формувати політехнічні знання тощо. Застосування сучасного нового обладнання у навчанні - одна з найбільш важливих і стійких тенденцій розвитку освітнього процесу. Завдяки новому обладнанню на якісно вищому рівні реалізується принцип наочності навчання, який спирається на діалектико-матеріалістичну теорію пізнання, суть якої полягає у сходженні до абстрактного мислення, а від нього до практики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ашкрофт Н., Мермин Н., Фізика твёрдого тела, пер. с англ., т. 2, М., 1979.
2. Гончаренко С.У. Фізика: підруч. [для 11 кл. загальноосвітніх шкіл] / Гончаренко С.У. – К.: Освіта, 2002. – 319 с.
3. Ландау, Л. Д., Ліфшиц, Є. М. Теорія поля - Видання 7-е, виправлене. - М.: Наука, 1988. - 512 с.
4. Прохоров А. М. Физическая энциклопедия. «Большая Российская Энциклопедия». Том 4 – М.: Научное издательство, 1998. – 689 с.
5. Савельев И.В. Курс общей физики. Том 3. Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: Наука, 1970. – 573 с.
6. Садовий М.І., Руденко Є.В. [Електронний ресурс] /М.І. Садовий, Є.В. Руденко. // Інформаційні технології і засоби навчання. Київ, ПЕЗН НАПН України. - 2010. - №6 (20). - Режим доступу до журналу: <http://www.ime.edu-ua.net/em20/emg.html>

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Слюсаренко Віктор Володимирович - аспірант кафедри фізики та методики викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Наукові інтереси: методика виконання фізичного експерименту.