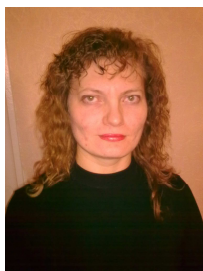


УДК 371.315:53



Яремчук Ольга Миколаївна, старший викладач кафедри медичних приладів і систем, аспірантка Інституту педагогіки АПН України. Коло наукових інтересів: прикордонна галузь педагогіки та фізики.

ПЕДАГОГІЧНІ ІДЕЇ ВИВЧЕННЯ ШТУЧНОЇ РАДІОАКТИВНОСТІ (З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ)

У статті розглядаються дидактичні питання вивчення поділу ядер урану з використанням наочних моделей, класифікації моделей та можливості їх використання під час вивчення тем з ядерної фізики

The didactic questions of study of division of kernels of uranium with the use of evident models, classification of models and possibility of their use during the study of themes from nuclear physics are examined in the article

Використання комп'ютерних технологій у викладанні природничо-наукових дисциплін у розумному поєднанні із традиційними формами навчання поступово завойовує свої позиції. Наявний досвід використання чисельного моделювання під час вивчення фізики вказує на необхідність створення такого комп'ютерного забезпечення, яке відрізнялося б простотою використання і не вимагало від учителя спеціальної підготовки, з одного боку, і володіло б достатньою гнучкістю, що допускає реалізацію його оригінальних ідей, – з іншого.

Впровадження нових технологій у навчальний процес сприяє всебічному розвитку й формуванню світогляду учнів. Сучасний розвиток інформаційних технологій дає можливість застосовувати їх на уроках фізики як:

- супровід демонстраційного експерименту на лекції (використання анімацій, відеороликів);
- застосування комп'ютерних моделей під час пояснення нового матеріалу;
- застосування комп'ютера в лабораторних роботах і комп'ютерному практикумі;
- самостійна робота з використанням комп'ютера.

Найбільш ефективним є використання комп'ютерної моделі для демонстрації під час пояснення нового матеріалу та розв'язування задач. Використання моделей у навчальному процесі з фізики дозволяє виділяти і відображати найважливіші для пізнання зв'язки в явищах, які часто бувають недоступні для безпосереднього спостереження, осмислити суть деяких фізичних явищ, наприклад, ділення ядер урану, роботи ядерного реактора тощо. Моделювання дає вчителю можливість глибше розкрити на уроці зміст фізичних понять, ознайомити учнів з сучасною експериментальною базою фізики, розкрити важливе значення методів дослідження фізичних явищ і процесів, озброїти учнів системою фізичних знань у тісному зв'язку із методами наукових досліджень.

Усі моделі можна поділити на класи:

1. Демонстраційно-ілюстративні (матеріальні і мислені).

2. Навчально-евристичні (матеріальні і мислені).

Моделі першого класу використовуються:

- для пояснення принципу дії установок, машин, пристроїв;
- для розкриття механізму і внутрішньої структури відповідних явищ і процесів.

Моделі другого класу мають дослідницький характер, працюючи з якими учень дістає нову інформацію кількісного характеру про явища і процеси об'єктивної реальності.

Навчальна комп'ютерна модель – це програмне середовище, яке поєднує в собі на основі математичної моделі явища або процесу засоби інтерактивної взаємодії з об'єктом дослідження і розвинуті засоби відображення інформації.

Комп'ютерні моделі можуть виконувати роль як демонстраційно-ілюстративних, так і навчально-евристичних моделей, в залежності від того, яке педагогічне завдання розв'язує учитель на даному уроці.

Моделюючи прилади, які використовують під час демонстрування, ділять на дві великі групи:

1) моделі, за допомогою яких розкривають будову і принцип дії різних експериментальних установок (прискорювачів різного типу, лічильників, ядерних реакторів);

2) моделі, які є матеріальним відтворенням логічних або ідеальних наукових моделей (моде-

лювання закону радіоактивного розпаду, реакції поділу важких ядер, ланцюгової ядерної реакції).

За результатами вивчення розділу атомної та ядерної фізики в курсі фізики 11 класу (на вивчення якого за програмою передбачено за рівнем стандарту 12 годин [1]) учень повинен *пояснювати* природу радіоактивного випромінювання, механізм ядерних реакцій поділу і синтезу. Тому для засвоєння цього матеріалу нам потрібно відібрати такі моделі, які б сприяли кращому розкриттю особливостей протікання цих процесів, виявленню кількісних закономірностей явищ та їх практичного використання.

Так, наприклад, під час підготовки і проведення уроку на тему «Штучна радіоактивність: ділення ядер урану» нами була використана програма «Поділ ядер урану», яка демонструє одне з можливих розщеплень ядра урану-235, що дає енергетичний баланс реакції поділу. На основі даної моделі (рис. 1 I, II) вчитель має можливість звернути увагу учнів на особливості механізму поділу урану-235, зокрема:

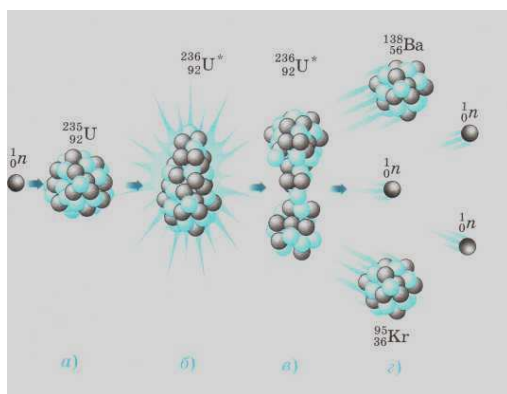


Рис. 1.І. Процес ділення ядра:

- взаємодія нейтрона з ядром;
- захват нейтрона ядром;
- коливання збудженого ядра;
- утворення шматків ділення.

1) ізотоп урану-235 ділиться як тепловими, так і швидкими нейтронами, але ймовірність поділу тепловими нейтронами значно більша;

2) основна частина енергії (понад 80 %), що виділяється при поділі ядра припадає на кінетичну енергію осколків;

3) поділ ядер урану має несиметричний характер;

4) усі «дочірні» ядра радіоактивні;

5) під час кожного поділу ядра вивільняється 2-3 нейтрони.

Програма «Ланцюгова ядерна реакція» моделює виникнення і протікання ланцюгової ядерної реакції. Вона дозволяє дослідити:

1) статистичний характер явища ланцюгової реакції;

2) залежність коефіцієнта розмноження нейтронів від:

- маси шматка урану (розмірів і форми системи, в якій проходить ланцюгова ядерна реакція);
- концентрації атомів урану-235;

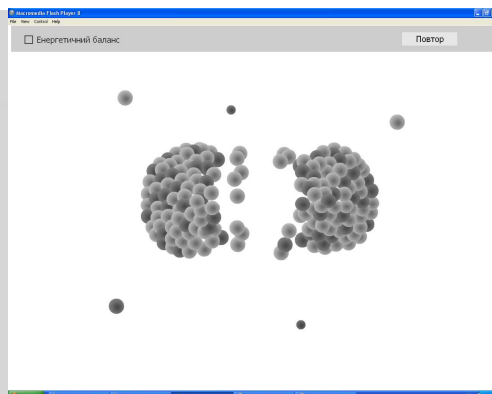


Рис.1.II. Комп'ютерна модель

«Поділ ядер урану»

- наявності відбивача нейтронів;
- ступеня введення в систему керуючих стержнів.

Працюючи з даною моделлю, учні мають можливість встановити всі фактори, які впливають на ланцюговий процес поділу ядер урану. Це досягається тим, що користувач (учень), може змінювати параметри: розміри і форму шматка урану, концентрацію урану-235, вводити і виводити керуючі стержні, постачати систему відбивачем нейтронів [2].

Закономірності явища ланцюгової ядерної реакції мають статистичний характер. Це зумовлено широким використанням у програмі генератора випадкових чисел (ГВЧ). За допомогою нього визначається кількість нейтронів (два або три), які випромінюються під час ділення кожного ядра урану, напрям руху нейтронів.

Відштовхуючись за рахунок кулонівських сил, осколки розлітаються з величезною швидкістю, їхня кінетична енергія становить значну частину

від повної енергії, яка виділяється при поділі ядра (майже 80 %). Певна кількість ядерної енергії виділяється також у вигляді кінетичної енергії нейтронів ділення і γ -випромінювання, а також за рахунок α - і β -розпаду радіоактивних осколків. Для того, щоб учні мали уявлення про енергетичний

баланс поділу ядра урану пропонуємо учням повторити демонстрацію, встановивши у вікні діалогу параметр «Енергетичний баланс реакції». При цьому, при поділі ядра урану вказуються зазначення енергій всіх частинок, які беруть участь в реакції (рис. 2).

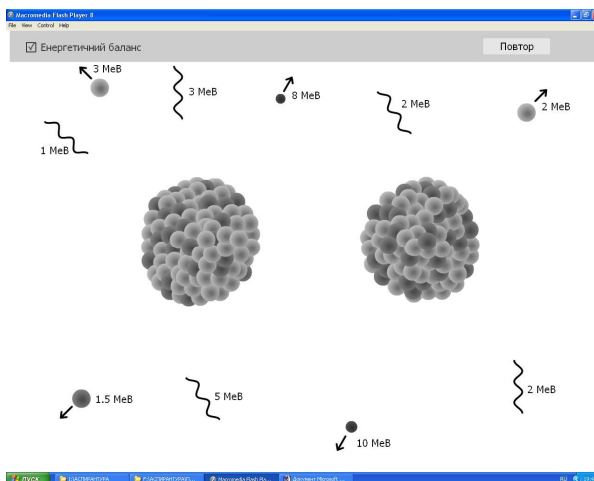


Рис. 2. Енергетичний баланс реакції

Пояснення процесу поділу ядра U^{235} на основі комп'ютерної моделі можна доповнити графіком залежності потенціальної енергії ядра і осколків, які виділяються при його діленні, від відстані між центрами останніх. За допомогою цього графіка можна показати значення енергії, яку потрібно затратити для переведення ядра в збуджений стан, і енергії, яка виділяється в процесі ділення ядра, а також сформувати в учнів уявлення про енергетичний бар'єр реакції ділення ядра.

Далі зазначаємо, що саме завдяки випромінюванню в процесі поділу нейтронів стало можливим практичне використання внутрішньоядерної енергії. І переходимо до вивчення ланцюгової ядерної реакції.

Розгляд ланцюгової ядерної реакції (рис. 3) й умов її здійснення вчитель починає з розповіді про виникнення ланцюгового процесу в урані, зокрема, про роль нейтронів ділення в цій реакції, а також про причину їх виділення.

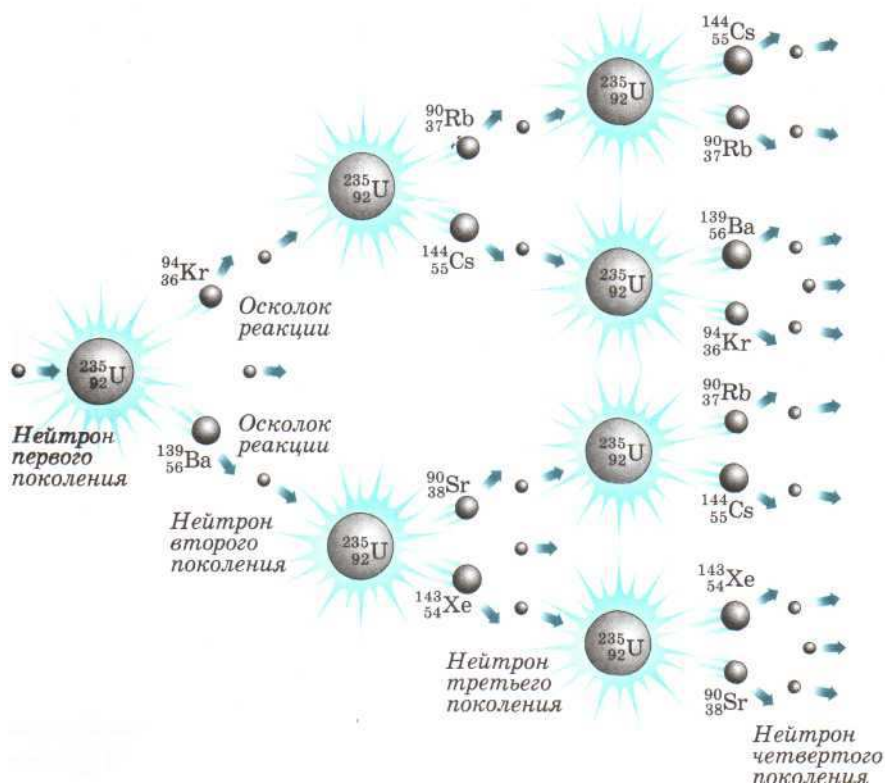


Рис. 3. Ланцюгова ядерна реакція поділу ядер урану-235

Число нейтронів, що утворюються при діленні ядер, залежить від об'єму уранового середовища. Чим більший цей об'єм, тим більше число нейтронів виділиться при діленні ядер. Починаючи з деякого мінімального критичного об'єму уранового середовища, що має визначену *критичну масу*, реакція ділення стає *самопідтримуючою* (коефіцієнт розмноження $k = 1$). Знаючи концентрацію ядер n_x , знайдемо число ядер в об'ємі V , рівне числу зіткнень нейтрона з ядрами за одиницю часу:

$$v_c = n_x V = n_x \pi R^2 l.$$

Кожне зіткнення призводить до утворення вторинного нейтрона, самопідтримуюча реакція виникає за умови, що $v_c = 1$.

Отже, мінімальний критичний розмір активної зони: $l = 1/n_x \pi R^2$.

За відомою густиною урану $\rho = 18,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ і молярній масі $M = 235 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ можна оцінити концентрацію ядер:

$$n_x = \frac{\rho}{m_a} = \frac{\rho N_A}{M} = \frac{18,7 \cdot 10^3}{235 \cdot 10^{-3}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 4,8 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$$

Враховуючи, що радіус ядра урану $R \approx 7,4 \cdot 10^{-15} \text{ м}$, то отримуємо критичний розмір активної зони:

$$l = \frac{1}{4,8 \cdot 10^{28} \pi \cdot (7,4 \cdot 10^{-15})^2} \approx 0,12 \text{ м}.$$

Враховуючи, що активна зона має форму куба зі стороною l , можна оцінити критичну масу: $m_{кр} = \rho l^3 = 33,2 \text{ кг}$.

Значення критичної маси залежить від форми, структури та зовнішнього оточення активної зони.

Приведений приклад уроку розвиває творче мислення учнів внаслідок використання динамічних багатомірних методів обробки і надання інформації та його успішна реалізація можливі лише за наявності відповідних програмних засобів та їх умілого поєднання з матеріалом, що вивчається.

ЛІТЕРАТУРА

1. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 7-11 класи. – К.: Перун, 1996. – 144 с.
2. Бугайов О.І. Вивчення атомної та ядерної фізики в школі. Посібник для вчителів. – К.: Рад. школа, 1982. – 158 с.
3. Чирцов А.С. Электронный учебник «Движение частиц в силовых полях» (компьютерные демонстрации, лабораторные работы, задачи и конструктор физических ситуаций) – в сб. Региональная конференция «Современные технологии обучения» 16-17 апр. 1996 г. – СПб. – С. 55-56.
4. Бутиков Е.И. Компьютерные модели в физике. – Изд-во СПб. ун-та, СПб., 1996.
5. Козел С.М. «Физика в картинках (учебный компьютерный курс для средней школы)» Физикон. – Москва, 1994. – 150 с.