Тема: Ядерні реакції.

Мета: Вивчити поняття ядерної реакції, розглянути практичне застосування. Навчитись розв'язувати задачі, виховувати уважність, спостережливість, допитливість; розвивати єдину картину розвитку науки та історію.

Хід заняття:

1. Організаційний момент

2. Актуалізація опорних знань

Питання до теми: «Ядро. Радіоактивність. Радіаційне випромінювання.»

- що таке ядро? З чого воно складається?
- де записані всі ядра?
- які числа використовуються для характеристики ядер у таблиці Менделєєва?
- які види нуклонів?
- як визначити кількість протонів? нейтронів?
- які ще заряджені частинки ми знаємо?
- як взаємодіють заряджені частинки?
- що означають приставки к, М, Г?
- які сили називають ядерними?
- характеристики ядерних сил?
- визначення $\Delta E_{зв.}$
- хто записав формулу для визначення енергії зв'язку?

3. Вивчення нового матеріалу:

Ядерні реакції - це перетворення атомних ядер внаслідок їх взаємодії з елементарними частками або між собою. Ядерні реакції відбуваються

переважно при бомбардуванні ядер якоїсь речовини потоком прискорення частинок.

Символічні ядерні реакції записують у вигляді:

$$A + a \rightarrow B + в \text{ , або } A(a,в)\,B, \text{ де}$$

A- початкове ядро;

a- частинка,яка викликає ядерну реакцію;

B-нове ядро;

в- частинка, що виникає при реакції.

При ядерній реакції справджується закон збереження імпульсу,моменту імпульсу, енергії, електричного заряду, кількості нуклонів.

Але ядерна реакція в залежності від енергії частинки a може проходити і так

$$A + a \rightarrow \begin{cases} A + a - \text{пружне розсіяння} \\ A^* + a - \text{непружне розсіяння} \\ B + в - \text{ядерна реакція} \end{cases}$$

Всього відомо науці 10000 реакцій. У зв'язку з цим виникає необхідність класифікації ядерної реакції. Розглянемо різні види класифікацій в залежності від різних ознак.

I. За значенням **енергії частинок,** що викликають реакції:

а) при малих енергіях $E \leq 1$кеВ),

б) низьких $1\text{кеВ} \leq E \leq 1\text{МеВ}$

в) середніх $1\text{МеВ} \leq E \leq 100\text{МеВ}$

г) значних $100\text{МеВ} \leq E \leq 1$ ГеВ

д) високих $1\text{ГеВ} \leq E \leq 500\text{ГеВ}$

є) надвисоких $E > 500$ГеВ .

Для закріплення розв’яжемо завдання: Записати рівняння ядерної реакцій:

$$F_9^{19}\,F_9^{19} + n_0^1\,n_0^1 = \left\{\begin{array}{c} F_9^{20} + \quad \text{для}\ \ E = 1{,}5\text{МеВ} \\ O_8^{19} + \quad \text{для}\ \ E = 4-10\text{МеВ} \\ F_9^{18} + 2 \quad \text{для}\ \ E = 10-20\text{МеВ} \\ O_8^{15} + H_1^1 + 4 \quad \text{для}\ \ E = 20-40\text{МеВ} \\ N_7^{13} + 2\,H_1^1 + 5 \quad \text{для}\ \ E = 60-80\text{МеВ} \end{array}\right\}$$

$$\left\{\begin{array}{c} F_9^{20} + \quad \text{для}\ \ E = 1{,}5\text{МеВ} \\ O_8^{19} + \quad \text{для}\ \ E = 4-10\text{МеВ} \\ F_9^{18} + 2 \quad \text{для}\ \ E = 10-20\text{МеВ} \\ O_8^{15} + H_1^1 + 4 \quad \text{для}\ \ E = 20-40\text{МеВ} \\ N_7^{13} + 2\,H_1^1 + 5 \quad \text{для}\ \ E = 60-80\text{МеВ} \end{array}\right\}$$

Відповідь:

$$F_9^{19}\,F_9^{19} + n_0^1\,n_0^1 = \left\{\begin{array}{c} F_9^{20} + \gamma \quad \text{для}\ \ E = 1{,}5\text{МеВ} \\ O_8^{19} + H_1^1 \quad \text{для}\ \ E = 4-10\text{МеВ} \\ F_9^{18} + 2\,n_0^1 \quad \text{для}\ \ E = 10-20\text{МеВ} \\ O_8^{15} + H_1^1 + 4n_0^1 \quad \text{для}\ \ E = 20-40\text{МеВ} \\ N_7^{13} + 2\,H_1^1 + 5\,n_0^1 \quad \text{для}\ \ E = 60-80\text{МеВ} \end{array}\right\}$$

$$\left\{\begin{array}{c} F_9^{20} + \gamma \quad \text{для}\ \ E = 1{,}5\text{МеВ} \\ O_8^{19} + H_1^1 \quad \text{для}\ \ E = 4-10\text{МеВ} \\ F_9^{18} + 2\,n_0^1 \quad \text{для}\ \ E = 10-20\text{МеВ} \\ O_8^{15} + H_1^1 + 4n_0^1 \quad \text{для}\ \ E = 20-40\text{МеВ} \\ N_7^{13} + 2\,H_1^1 + 5\,n_0^1 \quad \text{для}\ \ E = 60-80\text{МеВ} \end{array}\right\}$$

II. Залежно від **природи часток**, які беруть участь у ядерних реакція:

а) під дією *нейтронів*. Вони найчисленніші і мають велике практичне застосування. Причина цього полягає в тому, що нейтрон з будь-якою енергією вільно проникає в усі ядра атомів. Ряд наймасивніших ядер (U_{92}^{233}, U_{92}^{235}, Pu_{94}^{239}) зазнає поділу при захопленні повільних нейтронів. Ці ядерні реакції лежать в основі роботи ядерних реакторів на повільних нейтронах. Ядра U_{92}^{239} Th_{90}^{232} та інші важкі ядра зазнають поділу тільки під

дією швидких нейтронів. На таких реакціях грунтується робота реакторів на швидких нейтронах.

б) *заряджених частинок*. При наявності великої власної енергії зарядні частинки можуть підійти близько до ядра і викликати ядерну реакцію. Якщо енергія мала, то ядро почне відштовхувати зарядні частки (d –частки, протони)

в) *фотонів: γ –квантів*. Такі реакції можуть відбуватись, коли енергія γ - квантів більша за енергію зв'язку нуклона в ядрі. Вони називаються *фотоядерними реакціями.* Ядро може "вибухнути", роздробившись на велику кількість осколків, що нагадує зірку. Тому такий процес називають утворенням "зірок".

III . За **масовим числом**:

а) на легких ядрах (A<50)

б) на середніх ядрах (50 < A < 100)

в) на масивних ядрах (A< 100)

IV. В залежності від проходження ядерної реакції **енергія**:

а) поглинається, Q < 0 то реакція називається *ендотермічною;*

б) виділяється, Q > 0 то реакція називається *екзотермічною.*

V. В залежності від участі **людини**:

а) *некеровані* – людина не може вплинути на процес проходження реакції.

Поділ важкого ядра являє собою процес його перетворення в два або кілька ядер. Вимушений поділ відбувається під дією нейтронів, тому і являє собою ядерну реакцію.

Початок вивчення був покладений у 1934р Фермі

Розглянемо поділ масивних ядер при бомбардуванні їх нейтронами. Після проникнення нейтрона в ядро утворюється складене ядро. Його енергія збільшиться на суму енергії зв'язку і кінетичної енергії нейтрона. При захопленні ядром нейтрона воно приходить у збуджений стані відбувається відхилення його форми від сферичної (деформується і набирає форми еліпсоїда обертання → набуває форми гантелі → розпадається на два осколки) (слайд).

Отже, під час поділу ядер урану при захопленні ними нейтронів виділяється значна енергія (~200МеВ) і виникають 2-3 нейтрони, які здатні за певних умов викликати поділ наступних ядер урану.

Ядерні реакції поділу важких ядер нейтронами, в результаті яких число нейтронів зростає і стає можливим само підтримуючий процес поділу, називається *ланцюговою ядерною реакцією.* Характеризується коефіцієнтом розмноження К-число,що визначає відношення кількості нейтронів одного покоління до кількості нейтронів попереднього покоління. В залежності від значення коефіцієнта розмноження, реакція може бути:

К < 1 – реакція згасає;

К = 1 – керована;

К > 1 – вибуховий характер.

Енергію можна діставати не тільки при поділі важких ядер,але й синтезом ядер з масовим числом А ≤ 50 із легких ядер. Такі реакції називаються *реакціями термоядерного синтезу.* Згідно з сучасними уявленнями термоядерні реакції є джерелом енергії Сонця і зірок. В земних умовах здійснюється поки що у вигляді вибуху водневої бомби.

б) *керовані* – відбуваються за допомогою впливу людини в атомних реакторах, які досить складні, як в технічному, так і в технологічному відношенні установки.

Будова *ядерного реактора*:

- Ядерне паливо (U^{235}, U^{238}, PU^{239}, Th^{232}), яке міститься у активній зоні у вигляді вертикальних стрижнів. Мінімальні розміри активної зони, при яких К ≥ 1, називають критичними розмірами. Мінімальна маса речовин, що ділиться в активній зоні критичними розмірів, називають критичною масою.
- Сповільнювачі і відбивач. Активна зона оточена шаром речовини, яка не захоплює нейтрони, а повертає їх в активну зону – відбивач. Керування реактором здійснюється за допомогою стрижнів. Які містять кадмій чи бор. Вводячи стрижні в середину активної зони, можна у будь-який момент часу призупинити розвиток ланцюгової ядерної реакції – сповільнювачі.
- Теплоносій –вода, рідкий натрій.
- Захисна оболонка з бетону.

Всі процеси в ядерному реакторі автоматизовані .

Застосування : ядерні реактори - складова частина АЕС. За допомогою анімації давайте розглянемо принцип роботи атомної електростанції.

4. *Підведемо підсумки вивчення нового матеріалу.* Дайте відповіді на питання:

- який процес називаємо ядерною реакцією?
- які закони фізики виконуються при проходженні ядерної реакції?
- за якими ознаками класифікують ядерні реакції?

- які типи реакції існують?

- яку реакцію використовують люди?

- де саме?