

План уроку 68

Тема: Квантова фізика.

Тема уроку: Атомне ядро. Радіоактивність.

Мета уроку: ознайомити учнів з відкриттям явища природної радіоактивності.

Історична довідка Відкриття, зроблені наприкінці 19-го і на початку 20-го століття, заклали основу нових і зовсім несподіваних уявлень про будову нашого світу. Для фізики найбільш важливим з них було відкриття радіоактивності 1896 року. Послідовне вивчення радіоактивності дозволило вченим «зазирнути» усередину атомів, відкрити закони, що діють у світі атомів, і запропонувати наочні моделі, що дають уявлення про склад і будову атома. У результаті відкрилася можливість створити нові джерела енергії, матеріали з незвичайними властивостями та сучасні комп'ютери; установити вік Землі, хімічний склад зірок і причину їхнього тривалого випромінювання; висунути гіпотези про походження й майбутнє Всесвіту. У сучасній фізиці є рік, що називають «роком чудес». Це 1932-й рік. Одним з таких «чудес» цього року було відкриття нейтрона й створення нейтронна-протонної моделі атомного ядра. У результаті відбулося виділення з атомної фізики самостійного напрямку, що й досі бурхливо розвивається, — ядерної фізики. Ядерна фізика вивчає структуру й властивості атомних ядер. Вона досліджує також взаємоперетворення атомних ядер, що від- Ядерна фізика. Атомне ядро. Ядерна енергетика 217 збуваються в результаті як радіоактивних розпадів, так і різних ядерних реакцій. З ядерною фізикою тісно пов'язана фізика елементарних частинок, фізика і техніка прискорювачів заряджених частинок, ядерна енергетика. 2. Будова атома Історію виникнення найзагальніших уявлень про атом зазвичай ведуть з часів грецького філософа Демокрита (близько 460— 370 до н.е.), що багато розмірковував про найменші частинки, на які можна було б поділити будь-яку речовину. Атоми, що спочатку вважалися неподільними, являють собою складні системи. Вони мають масивне ядро, що складається з протонів і нейтронів, навколо якого в порожньому просторі рухаються електрони. Атоми дуже малі — їхні розміри близько 10^{-10} м, а розміри ядра приблизно ще в 100 000 разів менше (10^{-15} – 10^{-14} м). Тому атоми можна «побачити» тільки у непрямий спосіб, на зображенні з дуже великим збільшенням (наприклад, за допомогою автоелектронного проектора). Але й у цьому випадку атоми не вдається розглянути детально. Наші знання про їхню внутрішню будову засновані на величезній кількості експериментальних даних, що опосередковано, але переконливо свідчать на користь сказаного вище. Атомне ядро складається з нуклонів — позитивно заряджених протонів і нейтральних нейтронів, що зв'язані між собою сильною взаємодією. Для характеристики атомних ядер вводиться ряд позначень. Число протонів, що входять до складу атомного ядра, позначають символом Z і називають зарядовим числом або атомним номером (це порядковий номер у періодичній таблиці Менделєєва). Заряд ядра дорівнює Ze , де e — елементарний заряд. Число нейтронів позначають символом N . Загальне число нуклонів (тобто протонів і нейтронів) називають масовим числом A : $A = Z + N$. 3. Радіоактивність як свідчення складної будови атомів Наприкінці XIX століття з'явилися факти, які свідчили про те, що атом має складну будову. Особливо це стало очевидно після того, як французький вчений Анрі Беккерель 1896 р. знайшов, 218 Кирик Л. А. • «Усі уроку фізики. 9 клас» що солі урану є джерелом невідомого на той час випромінювання. Випробувавши різні хімічні сполуки урану, він установив, що солі урану випускають невидимі промені, які сильно іонізують повітря, діють на фотопластинку, проникають через папір, картон і навіть метал і викликають деякі інші явища. 1898 р. учені П'єр Кюрі та Марія Кюрі-Складовська відкрили два нових хімічних елементи (Радій і Полоній), у яких випромінювання, аналогічне випромінюванню урану, було значно сильнішим. $\frac{3}{4}$ Радіоактивність — здатність атомів деяких хімічних елементів до мимовільного випромінювання. Хімічні елементи, що володіють радіоактивністю, називаються радіоактивними елементами. Явище радіоактивності завжди супроводжується виділенням енергії. Виявилося, що 1 г радію виділяє 600 Дж енергії. Експериментальні дослідження довели, що на явище радіоактивності не мають впливу такі

зовнішні чинники, що могли б подіяти на електронну оболонку атома (нагрівання, електричні й магнітні поля, хімічні сполуки, агрегатний стан і т. ін.). Отже, радіоактивність обумовлена лише структурою атома. З'ясувалося, що радіоактивність — властивість деяких атомних ядер мимоволі перетворюватися в інші ядра з випускненням частинок. 1903 р. Є. Резерфорд і його співробітник Ф. Содді відзначили, що явище радіоактивності супроводжується перетворенням одного хімічного елемента на інший, наприклад, Радію на Радон. Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу? Перелічіть факти й явища, що підтверджують складність будови атома. ? Як стали називати здатність атомів деяких хімічних елементів до мимовільного випромінювання? ? Про що свідчило явище радіоактивності? Радіоактивний розпад Чим же пояснюється радіоактивність? Яке походження радіоактивних променів? І, нарешті, що ж відбувається з речовиною під час радіоактивного розпаду? У 1902–1903 рр. Ернест Резерфорд і його співробітник, англійський хімік Фредерик Содді, припустили, що радіоактивність пов'язана з перетвореннями атомів радіоактивної речовини на інші атоми. Розрахунки показували, що радіоактивні речовини безупинно протягом тисячоліть випромінюють незначні кількості енергії, практично не змінюючись. Так, 1903 р. П'єр Кюрі визначив, що 1 г радію виділяє за 1 рік близько 582 Дж енергії. Звідки ж береться енергія, на виділення якої не здійснюють жодного впливу всі відомі чинники? Очевидно, радіоактивна речовина зазнає якихось глибоких зміни, цілком відмінних від звичайних хімічних перетворень. Було зроблене припущення, що перетворень зазнають самі атоми. Після того як 1911 р. Резерфордом була запропонована ядерна модель атома, стало очевидним, що саме ядро зазнає змін під Ядерна фізика. Атомне ядро. Ядерна енергетика 225 час радіоактивних перетворень. Дійсно, якби зміни стосувалися тільки електронної оболонки атома (наприклад, втрата одного чи кількох електронів), то атом перетворювався б на йон того ж самого хімічного елемента, а зовсім не на атом іншого елемента з іншими фізичними й хімічними властивостями. До того ж а-частинок узагалі немає в електронній оболонці. Таким чином, було виявлено, що в результаті атомного перетворення утворюється речовина абсолютно нового виду, цілком відмінна за своїми фізичними й хімічними властивостями від первинної речовини. Ця нова речовина, однак, сама також нестійка і зазнає перетворень з випускненням характерного радіоактивного випромінювання. ¾ Радіоактивність являє собою мимовільне перетворення одних атомних ядер на інші, що супроводжується випускненням різних частинок. 2. Масове й зарядове числа Як одиниця маси в атомній і ядерній фізиці використовується атомна одиниця маси (а. о. м.). Атомна одиниця маси дорівнює 1/12 маси атома вуглецю атомною масою 12. 1 а. е. м. = 1,66057·10⁻²⁷ кг Ціле число, найближче до атомної маси, вираженої в а. о. м., називається масовим числом і позначається буквою А. Наприклад, для заліза А = 56, для азоту А = 14. Число протонів у ядрі називається зарядовим числом і позначається буквою Z. Наприклад, для заліза Z = 26, для азоту Z = 7. Зарядове число чисельно дорівнює заряду ядра, вираженому в елементарних електричних зарядах. Для кожного хімічного елемента зарядове число дорівнює атомному (порядковому) номеру в таблиці Д. І. Менделєєва. Якщо під X мається на увазі символ хімічного елемента, то ядро будь-якого хімічного елемента в загальному вигляді позначається так: Z AX. Наприклад, для заліза: 26 56Fe , для азоту: 7 14N , для урану: 92 235U і т. ін. 226 Кирик Л. А. • «Усі уроки фізики. 9 клас» Число нейтронів у ядрі позначають буквою N. Оскільки масове число А являє собою загальне число протонів і нейтронів у ядрі, то число нейтронів у ядрі можна знайти в такий спосіб: N = A – Z. 3. а-розпад Перетворення атомних ядер, що супроводжується випускненням а-частинок, називаються а-розпадом. Схема а-розпаду така: Z A Z 2 A 4 2 4 X → Y + He . ¾ Альфа-розпад зменшує масове число на 4, а зарядове число на 2, тобто переміщує елемент на дві клітинки до початку періодичної системи. Наприклад, 88 226 86 222 2 4 Rd → Rn + He. 4. b-розпад Перетворення атомних ядер, що супроводжуються випускненням b-частинок, називаються b-розпадом. При b-розпаді: Z A Z+1 A 1 0 X → Y + e . ¾ Бета-розпад не змінює масового числа, а зарядове число збільшує на 1, тобто зміщує елемент на одну клітинку ближче до кінця періодичної системи. Наприклад, 1 3 2 3 1 0 H → He + e. Правило зміщення для а- і b-розпадів сформулювали незалежно один від одного

американський фізик Казиміж Фаянс і англійський хімік Фредерик Содді 1913 р. α -розпад і β -розпад є наслідками двох законів збереження, що виконуються під час радіоактивних перетворень,— збереження електричного заряду і масового числа: $\frac{3}{4}$ сума зарядів (масових чисел) продуктів розпаду дорівнює заряду (масовому числу) вихідного ядра.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу.

Яка частина атома —ядро чи електронна оболонка — зазнає змін під час радіоактивного розпаду?

Чому ви так вважаєте?

Ядерна фізика. Атомне ядро. Ядерна енергетика 227 ? Як пов'язані між собою масове число, зарядове число та число нейтронів у ядрі? ? Які з відомих вам законів збереження виконуються під час радіоактивного розпаду? ? Яким видом випромінювання часто супроводжується α - і β -розпад?