

УДК 539.1+621.121.039

Л. П. Скібінський,

В. Г. Петрук, д. т. н., проф.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА МОДЕЛЬ РОЗПАДУ НЕЙТРОНА

Запропонована модель розпаду нейтрона дає можливість створення теорії елементарних частинок і нових типів екологічно чистих реакторів-дезактиваторів бета-радіоактивних відходів і реакторів синтезу легких ядер у водні та гідридах і вуглеводнях з пониженим потенціальним бар'єром, які дадуть людству практично невичерпне джерело енергії.

Вступ

З [1] відомо, що природну радіоактивність урану відкрив А. Беккерель у 1896 році, а в 1898 році М. Складовська-Кюрі встановила, що вона складається з α -, β - та γ -променів. γ -промені виникають внаслідок повернення дочірніх ядер від збудженого до основного стану. Однак механізми збуджень дочірніх ядер у цих процесах суттєво відрізняються один від одного. β -розпад — це процес, що відбувається в нейтронах і дочірніми ядрами тут є протони, які виникають у збуджених станах після розпаду нейтронів. Явище збудження протонів ще зовсім не вивчене.

З [2] відомо, що електронний розпад ядер талію відбувається за схемою ${}^{182}_{73}\text{Tl} \rightarrow {}^{182}_{74}\text{W} + e$ і супроводжується випромінюванням електрона з енергією 0,9 МеВ і γ -фотона 1,22 МеВ, але γ -фотон відсутній у схемі розпаду. Цій енергії електрона відповідає швидкість $v_1 = 2,8 \cdot 10^8$ м/с. За законом збереження імпульсу швидкість і кінетична енергія ядра віддачі мають дорівнювати $v_2 = m_e v_1 / m_n = 8,4 \cdot 10^2$ м/с, $W_{k,n} = m_n v_2^2 / 2 = 0,67$ еВ, де $m_n = 182 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 3,02 \cdot 10^{-25}$ кг — маса ядра вольфраму; 182 — масове число; 1 а. о. м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг. Отже, вихід електрона з енергією 0,9 МеВ не може привести до збудження дочірнє ядро вольфраму із середньою енергією зв'язку нуклонів у ньому ~ 7 МеВ до енергії 1,22 МеВ. Таке збудження може мати тільки протон після розпаду нейтрона, який має складну внутрішню будову [3, 4, 5]. З цих розрахунків випливає: закон збереження енергії в цьому процесі виконується, порушенням закону збереження імпульсу можна нехтувати, порушення закону збереження моменту імпульсу є цілком природним явищем у мікросвіті.

В [3] також було показано, що в процесі синтезу дейтрона з протона й нейтрона порушується закон збереження моменту імпульсу. Порушується цей закон і в процесі анігіляції $e - \bar{e}$ пари, і що виконання Х. Бетте [6] закону збереження моменту імпульсу в процесі протон-протонного синтезу дейтрона приводить до парадокса, що в дейтроні немає енергії зв'язку, немає ядерних сил, не повинно бути і сонячного циклу і його випромінювання. Якщо дописати у схему цього процесу енергію зв'язку — γ -фотон, а це ми зобов'язані зробити, то це приведе до порушення відразу двох законів збереження — енергії й моменту імпульсу. Сьогодні до цього переліку проблем із застосуванням закону збереження моменту імпульсу потрібно додати весь електронний і позитронний розпад ядер, поглинання електронів ядрами, ядерний синтез та інші процеси за участю усіх видів нейтрино. З цього випливає висновок, що застосування закону збереження моменту імпульсу в мікросвіті приводить до численних парадоксів, і що немає ніяких підстав стверджувати, що в електронному розпаді радіоактивних ядерних нейтронів повинен виконуватися закон збереження моменту імпульсу.

Однак із [7] відомо, що В. Паулі в 1929 році зробив висновок, що в електронному розпаді ядер радію за схемою ${}^{210}_{83}\text{RaE} \rightarrow {}^{210}_{84}\text{RaF} + e$ порушуються відразу три закони збереження: енергії, імпульсу та моменту імпульсу. Це дійсно так, але всі проблеми відразу зникають, якщо в цю схему

розпаду дописати γ -фотон, який був відкритий М. Складовською-Кюрі ще в 1898 році. Паулі нехтував цим відкриттям і припустився методичних і метрологічних помилок.

Висновок В. Паулі про порушення закону збереження енергії в електронному розпаді ядер ${}^{210}_{83}\text{RaE}$ робився тільки на підставі бета-спектрометричних вимірювань енергетичного спектра електронів. Енергія кожного електронного розпаду визначалася різницею енергій між материнським та дочірнім ядрами за умови, що їхні енергії є величинами сталими. Однак таке припущення потребує експериментальної перевірки тому, що радіоактивні нейтрони у материнських ядрах можуть знаходитися в різних енергетичних станах і розпадатися з різними енергіями електронів, і за різні проміжки часу. Дочірні ядра після утворення також знаходяться у збуджених станах і мають якісь надлишки енергії, що випромінюються у вигляді γ -фотонів. Отже, висновок про сталість енергій материнських і дочірніх ядер можна зробити лише на підставі їх мас-спектроскопічних і γ -спектрометричних вимірювань. На жаль, комплекс таких вимірювань не проводився. Отже, висновок про порушення законів збереження в електронному розпаді ядер ${}^{210}_{83}\text{RaE}$ робився без γ -спектрометричних вимірювань. З цього випливає, що В. Паулі не мав підстав для висування нейтринної гіпотези. Не було підстав і для відкриття слабкої взаємодії й її експериментальної перевірки. Вона не могла дати позитивних результатів. Щодо позитивних результатів серії нейтринних експериментів 1953—56 років К. Коуена, Ф. Рейнеса, Ф. Харрісона [8], то в них, напевно, спостерігали розщеплення протонів γ -фотонами природного тла.

Більше того, в [5] було показано, що в теорії електронного розпаду нейтронів Е. Фермі порушується закон збереження енергії. За цією теорією розпад нейтрона відбувається внаслідок взаємодії двох заряджених струмів — позитивного адронного $\bar{p}n$, що перетворює нейтрон у протон, і негативного лептонного $\bar{\nu}_e e$, що народжує $e - \bar{\nu}_e$ пару, де $\bar{\nu}_e$ — антинейтрино. За цією теорією вільний нейтрон мав розпадатися за схемою $n \rightarrow p + e + \bar{\nu}_e$ з повною енергією розпаду 1,29 МеВ. Однак, якщо врахувати, що народжений електрон для подолання кулонівського бар'єра протона повинен витратити 0,78 МеВ і стільки само на утворення неперервних енергетичних $e - \bar{\nu}_e$ спектрів, то повна енергія розпаду нейтрона повинна дорівнювати 2,07 МеВ і він повинен бути важчим і розпадатися за схемою $n \rightarrow p + e + \bar{\nu}_e + A$, де A — робота виходу електрона із протона. Це означає, що в цій теорії порушується закон збереження енергії.

Сьогодні до недоліків цієї теорії потрібно додати ще й порушення закону збереження заряду [9]. Народження нової зарядженої частинки за цим законом можливе лише у парі з іншою частинкою, що має протилежний заряд, наприклад, e і \bar{e} й т. п. Отже, за цим законом нейтрон не може перетворитися на протон і $e - \bar{\nu}_e$ пару.

З цього випливає, що електромагнітна модель електронного розпаду нейтрона не повинна будуватися на підставі теорії електронного розпаду нуклонів Е. Фермі. Її побудову потрібно починати з такого аналізу.

За співвідношенням невизначеностей Гейзенберга (СНГ) [10] $\Delta p \cdot \Delta x \geq \hbar$ електрон не може бути в нуклоні з діаметром $\Delta x \sim 2 \cdot 10^{-15}$ м, оскільки його невизначеність в імпульсі $p \geq \Delta p \approx \hbar / \Delta x \approx 2 \cdot 10^{-20}$ кг·м/с, а в кінетичній енергії $W_k = (p^2 c^2 + m_e^2 c^4)^{1/2} \approx 94$ МеВ. Через це експериментальний факт їхнього виходу з нуклонів із кінетичними енергіями у 300 разів меншими розглядали, як народження електронів за їх межами. Однак ця версія суперечить закону збереження заряду. Отже, залишається єдина можлива версія, що дозволяється цим законом, — електрон і позитрон знаходяться за межами комптонівської довжини хвилі нейтрона $2,1 \cdot 10^{-16}$ м у віртуальних станах із меншими спінами, магнітними моментами, та комптонівськими довжинами хвиль. За цією версією СНГ «координата-імпульс» для віртуальних процесів має бути перенормоване

$$\Delta p \cdot \Delta x \geq \hbar_\nu, \quad (1)$$

де \hbar_ν — спін віртуальної частинки. Якщо підставити в (1) величину спіна віртуального електрона, що знаходиться в нейтроні, $\hbar_{en} = m_e c \lambda_{en} = 2,7 \cdot 10^{-37}$ Дж·с, де $\lambda_{en} = r_{en} = \hbar_{en} / m_e c = 10^{-15}$ м; m_e — маса електрона; c — електромагнітна стала, то його кінетична енергія буде становити $\sim 0,26$ МеВ, що точно збігається із середньою кінетичною енергією електронів, які вилітають при розпаді вільних нейтронів. Отже, віртуальний електрон із таким спіном може знаходитися за межами компто-

нівської довжини хвилі нейтрона. За цією версією поглинання електронів із K -оболонки ядрами (Л. У. Альварес, 1937 рік) пояснюється переходом їх до віртуального стану, що супроводжується зміною зарядів ядер та їх магнітних моментів. Таке саме пояснення має й «воднева катастрофа».

За СНГ електрона не повинно бути й у водневому атомі з радіусом $5 \cdot 10^{-11}$ м, тому що його невизначеність в імпульсі повинна становити $p \geq \Delta p \approx \hbar/\Delta x \approx 5 \cdot 10^{-24}$ кг·м/с, а в кінетичній енергії

$W_k = p^2/2m_e = 17$ еВ. Енергія зв'язку водневого атома має 13,6 еВ. З цього випливає, що електрон із таким імпульсом, кінетичною енергією і спіном не може утворити стабільний водневий атом.

Тому заборона квантової статистики на складну будову нейтрона, на яку вказував Д. Д. Іваненко [11], має бути скасована.

Відомо також, що до квантових законів відносяться тільки закони, що мають експериментально вимірювані величини, і що співвідношення невизначеностей Гейзенберга (СНГ) [1] регламентують точність, із якою можна проводити вимірювання цих величин. Поза межами можливості вимірювання цих величин їх не можна застосовувати. Однак вони активно застосовуються для створення фізичних і математичних моделей дії основних фундаментальних законів. Фізичними моделями фундаментальних взаємодій є віртуальні обмінні процеси, що відбуваються з порушенням законів збереження енергії й імпульсу. Виправданням такого підходу є те, що процес обміну віртуальними квантами полів сил відбувається настільки швидко, що навіть у принципі не можна визначити, чи мали в дійсності місце які-небудь зміни маси, імпульсу, поглинання й взаємодія. Жоден із параметрів віртуальних обмінних процесів не може бути експериментально вимірний і встановлена дія фундаментальних законів природи. Отже, ми маємо парадокс, що потребує розв'язання.

Фізичною моделлю сильної взаємодії між нуклонами є процес обміну віртуальними квантами або, за визначенням Х. Юкави [12], важкими фотонами. У 1935 році він у якості математичної моделі обмінних ядерних сил уперше застосував СНГ $(mc^2)(R/c) \geq \hbar$, де $\Delta E = mc^2$ — невизначеність енергії протягом проміжку часу $\Delta t \geq R/c$, що дорівнює енергії важкого фотона; $R = 1,5 \cdot 10^{-15}$ м — радіус дії ядерних сил; $c = 3 \cdot 10^8$ м/с — швидкість руху важкого фотона; $\hbar = 1,0545 \cdot 10^{-34}$ Дж·с — стала Планка. Мінімальна маса важкого фотона для цих параметрів моделі дорівнює $m \geq \hbar/Rc \geq 2,4 \cdot 10^{-28}$ кг. З цього було зроблено висновок, що оскільки маса віртуального важкого фотона точно збігається з масою спокою π^0 -мезона, то вони і є носіями ядерних сил.

Однак такий висновок забороняється релятивістською динамікою тому, що частинки з масою спокою, рухаючись із швидкістю світла, мають нескінченно великі маси. Вона дозволяє переносити взаємодії тільки частинкам без маси спокою. З цього випливає, що гіпотеза обмінних ядерних сил не містить передбачення про те, що носіями сильної взаємодії можуть бути частинки з масою спокою, і що відкриття π^0 -мезона в 1947 році ні яким чином не зв'язане з цією гіпотезою. Проте, у 1949 році Х. Юкава був відзначений Нобелівською премією за передбачення π^0 -мезонів. Так виник черговий міф у ядерній фізиці, що носіями ядерних сил є віртуальні π^0 -мезони, що гіпотеза ядерних сил експериментально підтверджена, що в ній немає протиріч, і що є всі умови для створення хромодинаміки, здатної вирішити проблему невизначеності ядерних сил. Однак ця проблема не вирішена й сьогодні й її неможливо вирішити у майбутньому з такої причини.

За релятивістською динамікою у процесі обміну віртуальними мезонами повинні виникати тільки нескінченно великі сили відштовхування. Це обумовлено тим, що випромінювання й поглинання мезонів супроводжується віддачею випромінювача, а під час руху мезонів між нуклонами, що взаємодіють, вони рухаються за інерцією зі швидкістю світла і мають енергію $\Delta E = m_\pi c^2 \rightarrow \infty$.

З цього аналізу випливає, що на основі обмінних процесів не можна створити досконалих фізичних і математичних моделей фундаментальних взаємодій, і що потрібно шукати якісь нові їх носії.

На проблему статистичного визначення спіна частинок указував Л. Б. Окунь [13]: «Спін є ключовим і до кінця ще незрозумілою властивістю матерії». За визначенням [14]: «Спін — внутрішньо властивий мікрочастинці момент імпульсу, який має квантову й релятивістську природу й не пов'язаний з обертанням частинки як цілого». За цим визначенням спіни частинок взагалі не

зв'язані з рухом матерії, а що вони мають квантову й релятивістську природу, які не зв'язані між собою точними співвідношеннями, не можуть бути визначені точно й повинні визначатися статистично. Перше таке визначення спінів електрона та протона зробив В. Паулі. Мабуть, саме це визначення спіна й мав на увазі Л. Б. Окунь під незрозумілою властивістю матерії. Цей парадокс був пояснений у [4].

Вирішення вищевказаних проблем дозволяє створити й електромагнітну модель розпаду нейтрона.

В цій статті описується нова електромагнітна модель розпаду нейтрона, яка пояснює його електронний розпад й дозволяє підійти до створення теорії елементарних частинок, математичних моделей ядер, атомів та вирішення проблеми дезактивації радіоактивних відходів й енергетичної проблеми керуваного синтезу легких ядер із пониженим електронами потенціальним бар'єром.

Постановка задачі

Створення електромагнітної моделі розпаду нейтрона має враховувати такі чинники.

В [4] було показано, що еквівалентність квантового й релятивістського рівнянь Планка й Ейнштейна є математичною моделлю електрона в основному його стані

$$W_e = \hbar_e \omega_e = m_e c^2, \quad (2)$$

де \hbar_e — спін електрона; ω_e — власна циклічна частота електрона; m_e — маса спокою електрона. З цієї математичної моделі електрона випливає, що маси спокою електрона й позитрона мають квантову й релятивістську природу й зв'язані з їх власним внутрішнім рухом якихось електромагнітних мас із швидкістю світла. На це вказує процес анігіляції, в якому зникають їхні маси спокою. З (2) випливає й співвідношення для визначення спіна електрона в основному його стані. Якщо поділити ліву і праву частини (2) на циклічну частоту $\omega_e = c/r_e$, то отримаємо точне значення спіна електрона в основному його стані

$$\hbar_e = m_e c r_e = m_e c \lambda_e = 1,055812 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}, \quad (3)$$

де $\lambda_e = r_e = \hbar_e / m_e c = 3,866 \cdot 10^{-24} \text{ м}$ — комптонівська довжина хвилі електрона в основному стані.

З (2) випливає, що власні значення для циклічних частот кільцевих електрона й позитрона повинні дорівнювати $\omega_e = m_e c^2 / \hbar_e = 7,7634 \cdot 10^{20} \text{ с}^{-1}$, а лінійні частоти й періоди γ -фотонів, що народжуються при анігіляції $e - \bar{e}$ пари, повинні бути $\nu_e = 1/T_e = \omega_e / 2\pi = 1,2356 \cdot 10^{20} \text{ с}^{-1}$. Тоді кільцеві електричні струми електрона й позитрона в основних їх станах мають відрізнятись тільки знаками. Для електрона він дорівнює

$$I_e = e/T_e = e\omega_e / 2\pi = e\nu_e = -19,774 \text{ А}. \quad (4)$$

У віртуальному стані електрон, що входить до складу нейтрона, має знаходитися у радіусі дії ядерних сил, брати в них участь і змінювати свої квантово-механічні характеристики.

Електромагнітна модель розпаду нейтрона має виходити з того, що кільцевий віртуальний електрон та позитрон знаходяться за межами комптонівської довжини хвилі або радіуса нейтрона $\lambda_n = r_n = \hbar / m_n c = 2,1 \cdot 10^{-16} \text{ м}$ і утворювати його кільцеву електронну оболонку і знаходяться в межах експериментально виміряного середнього радіуса нуклона $0,7 \cdot 10^{-15} \text{ м}$. За цією моделлю віртуальні позитрон і електрон у складі нейтрона мають такі квантово-механічні характеристики: спін

$$\hbar_{\tilde{e}n} = m_{\tilde{e}} c \lambda_{\tilde{e}n} = 1,60406338 \cdot 10^{-37} \text{ Дж}\cdot\text{с}, \quad (5)$$

де $m_{\tilde{e}}$ — маса позитрона; c — швидкість світла; $\lambda_{\tilde{e}n} = r_{\tilde{e}n}$ — комптонівська довжина хвилі або радіус позитрона, що визначаються за формулою

$$\lambda_{\tilde{e}n} = r_{\tilde{e}n} = \hbar_{\tilde{e}n} / m_{\tilde{e}} c = 0,586954 \cdot 10^{-15} \text{ м}; \quad (6)$$

лінійна частота

$$\nu_{\tilde{e}n} = c / 2\pi r_{\tilde{e}n} = 0,812899 \cdot 10^{23} \text{ Гц}; \quad (7)$$

електричний струм

$$I_{\tilde{e}n} = e^+ v_{\tilde{e}n} = 1,3024185 \cdot 10^4 \text{ А.} \quad (8)$$

Квантово-механічні характеристики електрона:
спін

$$\hbar_{en} = m_e c \lambda_{en} = 2,7028756 \cdot 10^{-37} \text{ Дж}\cdot\text{с}; \quad (9)$$

комптонівська довжина хвилі або радіус

$$\lambda_{en} = r_{en} = \hbar_{en} / m_e c = 0,989028 \cdot 10^{-15} \text{ м}; \quad (10)$$

лінійна частота

$$\nu_{en} = c / 2\pi r_{en} = 0,4824277 \cdot 10^{23} \text{ Гц}; \quad (11)$$

електричний струм

$$I_{en} = e v_{en} = 0,7729404 \cdot 10^4 \text{ А.} \quad (12)$$

Експериментально виміряти квантово-механічні характеристики цих віртуальних частинок неможливо через те, що вони, виходячи з нуклонів, миттєво змінюють свої величини.

Електромагнітна модель розпаду нейтрона

З попереднього аналізу випливає, що електрон та позитрон є кільцевими електричними струмами, які входять до складу нуклонів і створюють їхні заряди й магнітні моменти.

У нейтроні ці струми течуть назустріч один одному й між ними повинні діяти сили відштовхування, що визначаються за законом Ампера. Діаметрально протилежні частини кільцевих струмів також спрямовані назустріч один одному і між ними повинні діяти сили відштовхування. Ці сили приводять до збільшення радіусів електронів, якщо на них зменшуються дії сил, які компенсують сили відштовхування.

Ці внутрішні сили й приводять до зміни квантово-механічних характеристик електрона й позитрона. Однак, між електроном і позитроном діє ще й кулонівська сила тяжіння, яка виникає внаслідок взаємодії між елементами струмів. У нейтроні електронний струм створює навколо себе електричне поле, яке еквівалентне заряду, що міститься у його центрі. Електронний струм можна розглядати, і як елементарний заряд, що рівномірно розподілений по кільцевому контуру.

В основному стані нейтрона сили відштовхування між електронним і позитронним струмами діють радіально у площині, перпендикулярній до напрямку його спіна, й не виконують роботи. Нейтрон буде знаходитися у стані рівноваги допоки якась стороння сила не виведе електронний струм із стану рівноваги. Цією будовою нейтрона добре пояснюється ширина діапазону його періоду напіврозпаду.

Силу тяжіння, із якою діють два концентричні кільцеві електрони та позитрон у нейтроні в основному його стані, можна визначити за законом Кулона

$$F_{e \leftrightarrow \tilde{e}} = e E_{\tilde{e}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2}, \quad (13)$$

де $E_{\tilde{e}} = e / 4\pi\epsilon_0 r^2$ — напруженість електричного поля, що створює позитронний струм на відстані r від його центра; $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ К}$ — елементарний заряд; $\epsilon_0 = 8,8542 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ — електрична стала; \leftrightarrow — символ, що означає силу тяжіння.

Тоді повна робота, яку потрібно виконати над електроном, щоб він подолав потенціальний бар'єр і вийшов із нейтрона, повинна визначатися за формулою

$$A = \int_0^S dA = \int_0^S F_{e \leftrightarrow \tilde{e}}(s_i) \cos \alpha ds = \lim_{\Delta s_i \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n F_{e \leftrightarrow \tilde{e}}(\xi_i) \cos \alpha_i \Delta s_i, \quad (14)$$

де $F_{e \leftrightarrow \tilde{e}}(s)$ — кулонівська сила тяжіння між електроном та позитроном на кінці відрізка; $F_{e \leftrightarrow \tilde{e}}(\xi_i) = [F_{e \leftrightarrow \tilde{e}}(\xi_0) + F_{e \leftrightarrow \tilde{e}}(\xi_1)] / 2$ — сила Кулона всередині елементарного відрізка траєкторії руху електрона; $\cos \alpha_i = (a_i - \Delta s_i / 2) / c_i = (a_i - \Delta s_i / 2) / \sqrt{(a_i - \Delta s_i / 2)^2 + (b_i - \Delta r_0 / 2)^2}$ — косинус

кута між напрямом дії сили й напрямом руху електрона всередині елементарного відрізка траєкторії руху; $\Delta s_1 = a_1 - 0$, $\Delta s_2 = a_2 - a_1$ — елементарні відрізки траєкторії руху електрона. Їхню довжину задаємо такою, щоб забезпечити достатню точність у визначенні повної роботи виходу; $c_i = \sqrt{a_i^2 + b_i^2}$ — відстань між електроном та позитроном; b_i — радіус електрона. Збільшення радіуса електрона внаслідок дії внутрішніх сил Ампера відштовхування здійснюється підбором, але за умови найкращого збігання обчисленої величини роботи виходу електрона з експериментально вимірюваною величиною потенціального бар'єра. Обчислення роботи виходу електрона з кулонівського поля сил протона проводилися за формулою (14) і було встановлено, що на пересування електрона на відстань 10^{-14} м від позитрона, потрібно виконати роботу, яка наближається до величини 0,8 MeV. Ця величина потенціального бар'єра добре збігається з вимірюваною експериментально.

Силу відштовхування, із якою діють два концентричних кільцевих електронних та позитронних струми в нейтроні в основному його стані, можна визначити за законом Ампера

$$F_{e \leftrightarrow \bar{e}} = I_e B_e = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I_e I_{\bar{e}} 2\pi r_e}{c} = \frac{\mu_0 I_e I_{\bar{e}} r_e}{c}, \quad (15)$$

де $B_e = \mu_0 2I_e / 4\pi c$ — магнітна індукція електронного струму на відстані c від позитронного струму; $\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6}$ Гн/м — магнітна стала; $I_e = 0,77294 \cdot 10^4$ А — кільцевий електронний струм; $I_{\bar{e}} = 1,3024185 \cdot 10^4$ А — кільцевий позитронний струм; $2\pi r_e = 6,282 \cdot 10^{-15}$ м — довжина електронного струму; $b = c = 0,4 \cdot 10^{-15}$ м — різниця радіусів кільцевих електронного та позитронного струмів в основному стані нейтрона, або відстань між струмами.

Тоді повна робота сил відштовхування кільцевих заряджених зустрічних електронного та позитронного струмів повинна визначатися за формулою

$$A = \int_0^S dA = \int_0^S F_{e \leftrightarrow \bar{e}} \cos \alpha ds = \lim_{\Delta s_i \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n F_{e \leftrightarrow \bar{e}}(\xi_i) \cos \alpha_i \Delta s_i, \quad (16)$$

де $F_{e \leftrightarrow \bar{e}}(s)$ — сила відштовхування між зустрічними струмами електрона та позитрона в кінці відрізка; $F_{e \leftrightarrow \bar{e}}(\xi_i) = [F_{e \leftrightarrow \bar{e}}(\xi_0) + F_{e \leftrightarrow \bar{e}}(\xi_1)]/2$ — сила Ампера всередині елементарного відрізка траєкторії руху електрона; $\cos \alpha_i = (a_i - \Delta s_i/2)/c_i = (a_i - \Delta s_i/2) / \sqrt{(a_i - \Delta s_i/2)^2 + (b_i - \Delta r_0/2)^2}$ — косинус кута між напрямом дії сили й напрямом руху електрона всередині елементарного відрізка траєкторії руху. Елементарні відрізки траєкторії руху електрона задаємо так само, як і у попередньому випадку. $c_i = \sqrt{a_i^2 + b_i^2}$ — відстань між електронним та позитронним струмами; b — різниця радіусів електронного та позитронного струмів. Обчислення роботи виходу електрона під дією сил Ампера відштовхування між антипаралельними позитронним й електронним струмами проводилися за формулою (16) і було встановлено, що при пересуванні електрона на відстань 10^{-14} м від позитрона повна робота буде наближатися до величини 2,04 MeV.

Ця робота у процесі розпаду нейтрона витрачається на подолання електроном кулонівського потенціального бар'єра 0,78 MeV, на утворення неперервного енергетичного електронного та фотонного спектрів також 0,783 MeV. Звідси випливає, що розпад нейтрона повинен відбуватися за схемою $n \rightarrow p + e + \gamma + A_n$. Отже, релятивістський енергетичний баланс процесу розпаду нейтрона повинен бути таким:

$$m_n c^2 = m_p c^2 + m_{oe} c^2 + \gamma + \left(m_{oe} c^2 / \sqrt{1 - (v/c)^2} - m_{oe} c^2 \right) = 940,3496 \text{ MeV}, \quad (17)$$

де $m_n c^2 = 940,3496$ MeV — енергія спокою нейтрона; $v = 2,752 \cdot 10^8$ м/с — максимальна швидкість електронів у електронному спектрі. Цій швидкості відповідає кінетична енергія електрона 0,783 MeV та найменша енергія γ -фотона. Отже, енергія спокою вільного нейтрона потребує більш точного додаткового експериментального визначення. Звідси випливає, що всі схеми ядерних перетворень повинні узгоджуватися з енергетичним балансом, що складається з урахуванням релятивістських законів збереження імпульсу та енергії.

Отже, визначеність сил, що діють на електрон у процесі розпаду нейтрона дозволяє визначити і

його релятивістський закон руху. Якщо вважати, що початкова швидкість електрона дорівнює ($u_0 = 0$), то релятивістський закон його руху під дією сил Ампера та Кулона можна записати у скалярному вигляді:

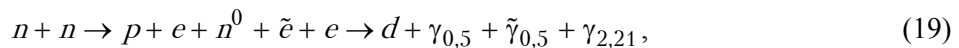
$$d\left(m_0 u / \sqrt{1 - u^2/c^2}\right) / dt = I_e B_e - e E_e. \quad (18)$$

Застосування теорії

Електромагнітна модель розпаду нейтрона веде до вирішення найактуальнішої проблеми сучасної ядерної енергетики — проблеми дезактивації ядерних відходів [15].

Принцип керування процесом електронного розпаду нейтронів у ядрах має полягати у такому. Якщо радіонуклід, що є джерелом електронного та γ -випромінювань, рухається у певному поперечному магнітному полі, то на всі його заряди, у тому числі й на заряди радіоактивних нейтронів, що знаходяться на зовнішніх оболонках ядер, буде діяти сила Лоренца, яка приведе їх до збудженого стану, миттєвого розпаду, утворення неперервних електронних і фотонних спектрів і стабільних ядер із наступним порядковим номером у періодичному законі хімічних елементів. γ -фотони випромінюються протонами, що повертаються до основного стану. Ці фотони, поглинаючись певною речовиною, перетворюються в теплову й електричну енергію, яка може використовуватися на відновлення з води екологічно чистого водневого палива, підтримання процесу дезактивації та інші потреби.

Електромагнітна модель розпаду нейтрона передбачає й низькобар'єрний ядерний синтез дейтрона із двох повільних зарядово-скомпенсованих віртуальними електронами протонів, які входять до складу нейтронів, за схемою



де d — дейтрон; $\gamma_{0,5}$, $\tilde{\gamma}_{0,5}$ — антиполяризовані фотони; n^0 — нейтрон із нульовим магнітним моментом. Потенціальний бар'єр цієї реакції ще не встановлений експериментально, але він мав би бути на декілька порядків меншим, ніж при поглинанні повільного нейтрона ядрами (він становить 0,025 еВ). Такий низький потенціальний бар'єр має таке пояснення. Якщо концентричні кільцеві струми віртуального електрона та позитрона з'єднати електричними силовими лініями, то отримаємо елементарний конденсатор, у якому майже вся енергія їхнього електричного поля зосереджена у площині, що обмежена їх кільцями. Наближення таких нейтронів паралельно один одному майже не вплине на розподіл електричного поля у кожному з них. Отже, зіткнення зарядово-скомпенсованих протонів у нейтронах у напрямку їх спінів повинно привести до реакції протон-протонного синтезу дейтрона з пониженим потенціальним бар'єром до $\sim 0,001$ еВ й навіть нижче. З цієї моделі випливає, що в природі не існують подвійні нейтрони і протони. Мабуть, з цієї ж причини не повинні існувати у Всесвіті й нейтронні зорі.

Атоми водню нагадують структуру нейтронів за розподілом їхньої енергії електричного поля і здатні викликати при зіткненні реакції протон-протонного синтезу дейтрона з потенціальним бар'єром, що не перевищує й $1 \dots 2$ еВ. Такі самі реакції можуть відбуватися у гідридах та вуглеводнях. Мабуть, саме ці реакції і є джерелом випромінювання Сонця [6] тому, що для протікання термоядерного протон-протонного синтезу дейтронів у його центрі немає температури $\sim 4 \cdot 10^9$ К.

Висновки

Теоретичні дослідження показали, що електромагнітна модель електронного розпаду нейтрона має суттєві переваги перед теорією розпаду нейтрона Е. Фермі. Вона розглядає нейтрон, як складну частинку й передбачає можливість керування її електронним розпадом й створення реакторів-дезактиваторів радіоактивних відходів та реакторів синтезу легких ядер в ізотопах водню з пониженим електронами потенціальним бар'єром, що не перевищує температури 10^5 К.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Савельев И. В. Курс общей физики: В 3 т. — М.: Наука, 1987. Т. 3 — 317 с.
2. Линденбратен Л. Д., Лясс Ф. М. Медицинская радиология. — М.: Медицина, 1979. — 369 с.
3. Скібінський Л. П., Петрук В. Г. Аналіз проблем енергії зв'язку у протон-протонному синтезі дейтрона та визначення спінів ядер й ядерних лептонів // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2004. — № 6. — С. 98 — 103.

4. Skibinskiy L. Quantum-Dynamics Modeling of Elementary Particles and Hydrogen Atom // Current Research in Optics and Photonics. Proceedings of SPIE/Ukraine. — 2002. — Vol. 2. — P. 91–102.
5. Скібінський Л. П., Петрук В. Г. Синтез легких атомных ядер у гідридах механічною активацією зі зниженим електронами потенціальним бар'єром // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2005. — № 4. — С. 110–115.
6. Бетте Х. Источники энергии звезд // УФН. — 1968. — № 96. — 393 с.
7. Ахизер А. И., Рекало М. П. Биография элементарных частиц. — К.: Наукова думка, 1983. — 21 с.
8. Понтекорво Б. М. Детство и юность нейтринной физики // Семь путешествий в микромир. — М.: Наука, 1986. — 68–94 с.
9. Физический энциклопедический словарь / Под ред. А. М. Прохорова. — М.: Сов. энциклопедия. — 1983. — 195 с.
10. Heisenberg W. Uber den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik // Zs. f. Phys. — 1927. — Vol. 43. — P. 172.
11. Iwanenko D. The neutron hypothesis // Nature. — 1932. — Vol. 129. — P. 798.
12. Yukawa H. On the Interaction of Elementary Particles // Proc. Phys. Math. Soc. Japan. — 1935. — Vol. 17. — P. 48.
13. Окунь Л. Б. Физика элементарных частиц. — М.: Наука, 1988. — 271 с.
14. Біленко І. І. Фізичний словник. — К.: Наукова думка, 1979. — 286 с.
15. Деклараційний патент 12104 України, G21F9/00, G21G1/10. Спосіб отримання тепла у процесі дезактивації бета-радіоактивних нуклідів у змінних електромагнітних полях / Л. П. Скібінський, С. Л. Скібінський. Опубл. 18.01.06. Бюл. № 1.

Рекомендована кафедрою хімії та екологічної безпеки

Надійшла до редакції 8.05.07
Рекомендована до друку 15.05.07

Скібінський Леонтій Петрович — інженер; **Петрук Василь Григорович** — завідувач кафедри.

Кафедра хімії та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет