

## НОВЕ БЕЗРАДІАЦІЙНЕ ДЖЕРЕЛО ТЕРМОЯДЕРНОЇ ЕНЕРГІЇ ${}^3\text{He}$ НТУ «Дніпровська політехніка»

**Васько Анастасія Віталіївна**

**Науковий керівник: к.т.н., доц. Олішевський Геннадій Сергійович**

### Актуальність

Вже понад 40 років вчені працюють над створенням ядерної енергії з ядерного синтезу, а не поділу ядер. У сучасних термоядерних реакторах ізотопи водню тритій і дейтерій використовуються як паливо, при цьому атомна енергія вивільняється, коли їх ядра зливаються з утворенням гелію та нейтрону. Ядерний синтез ефективно використовує те саме джерело енергії, яке живить Сонце та інші зірки, і не виробляє радіоактивності та ядерних відходів, які є побічним продуктом сучасного виробництва енергії ядерного поділу. Однак так звані «швидкі» нейтрони, які вивільняються термоядерними реакторами, що працюють на тритії та дейтерії, призводять до значних втрат енергії, і їх надзвичайно важко стримати. Одним з можливих рішень може бути використання гелію-3 та дейтерію, як паливо в «анейтронних» (енергія без нейтронів) термоядерних реакторах. Пов'язана ядерна реакція, коли гелій-3 і дейтерій зливаються, створює звичайний гелій і протон, який витрачає менше енергії і його легше утримувати. Таким чином, термоядерні реактори, що використовують гелій-3 можуть забезпечити високоефективну форму ядерної енергетики практично без відходів і без випромінювання. [1]

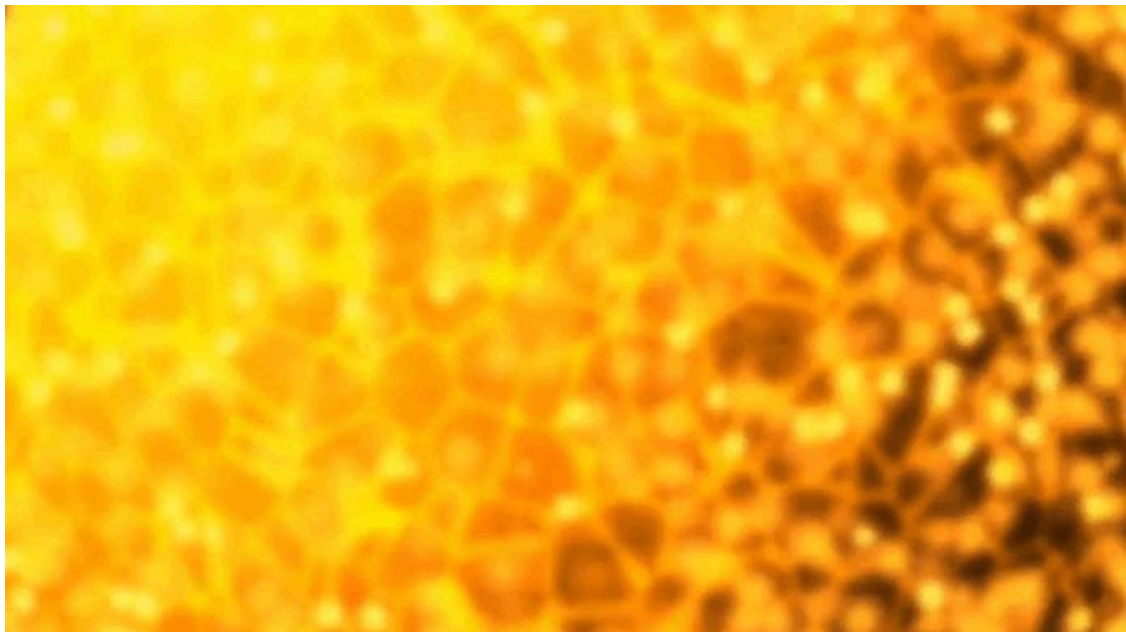


Рис.1 Ядерні реакції з ураном та гелієм

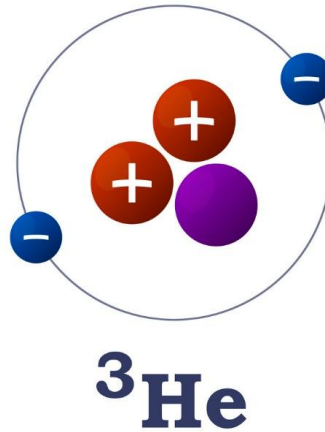


Рис.2 Атомний склад гелію-3

Гелій-3 – легкий стабільний ізотоп гелію з двома протонами та одним нейтроном. Крім протію, гелій-3 є єдиним стабільним ізотопом будь-якого елемента, в якому протонів більше, ніж нейтронів. Гелій-3 було відкрито у 1939 році.

Нейтрони: 1

Протони: 2

Атомна маса: 3,016029

Період напіврозпаду: стабільний

Символ: <sup>3</sup>He

Стан речовини: газ

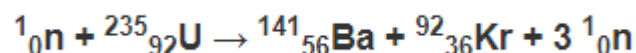
Батьківські ізотопи: <sup>3</sup>H (бета-розпад тритію)

Маса ізотопу: 3,0160293 од. [2].

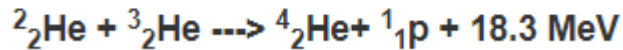
### Ефективність

Розподіл одного атома U-235 генерує 202,5 MeV = 3,24 × 10<sup>-11</sup> Дж, що відповідає 19,54 ТДж/моль або 83,14 ТДж/кг. Це приблизно в 2,5 мільйона разів більше енергії, що виділяється при спалюванні вугілля. Коли нукліди <sup>235</sup>92-U бомбардуються нейтронами, одна з багатьох реакцій поділу, яким він може зазнати, виглядає наступним чином.

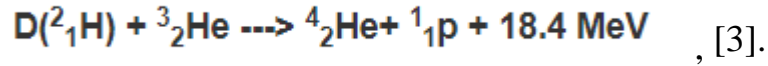
РЕАКЦІЯ ДІЛЕННЯ УРАНУ-235, БОМБАРДОВАНОГО НЕЙТРОНАМИ:



РЕАКЦІЯ СИНТЕЗУ ДВОХ АТОМІВ ГЕЛІЮ-3:



ЗЛИТТЯ ДЕЙТЕРІЯ І He-3:



**Видобуток гелію-3 на Місяці**

Одна з багатьох проблем, пов'язаних з використанням гелію-3 для отримання енергії шляхом ядерного синтезу, полягає в тому, що принаймні на Землі гелій-3 дійсно дуже і дуже рідкісний. Гелій-3 виробляється як побічний продукт технічного обслуговування ядерної зброї, що може становити близько 15 кг на рік. Проте гелій-3 випромінюється Сонцем у його сонячних вітрів. Наша атмосфера запобігає попаданню гелію-3 на Землю. Однак, оскільки він не має атмосфери, ніщо не перешкоджає попаданню гелію-3 на поверхню Місяця та його поглинанню місячним ґрунтом. В результаті було підраховано, що на поверхні Місяця до глибини кількох метрів знаходиться близько 1 100 000 тонн гелію-3. Цей гелій-3 може бути вилучений шляхом нагрівання місячного пилу приблизно до 600 градусів за Цельсієм. [4]

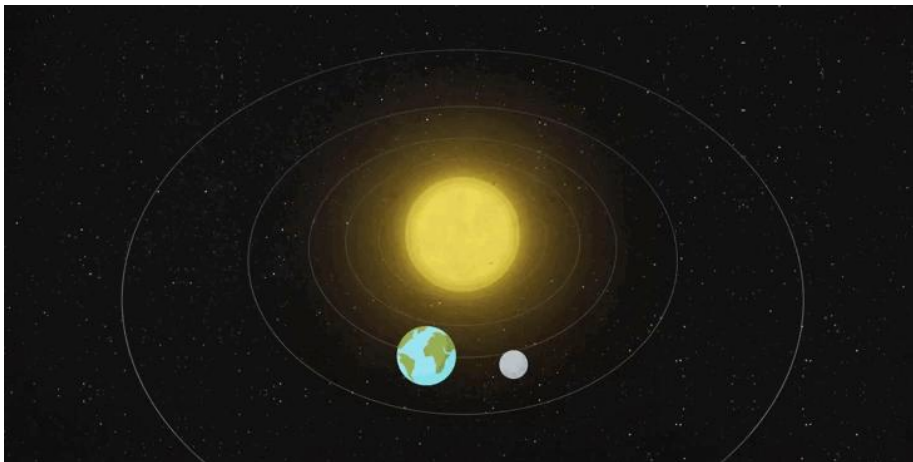


Рис. 3 Бомбардування сонячним вітром землі та місяця

**Перелік посилань**

1. <https://www.explainingthefuture.com/helium3.html>
2. <https://www.linkedin.com/pulse/real-reason-why-we-going-moon-hint-helium-3-francesco-sebastian>
3. [https://www.edinformatics.com/math\\_science/what-is-helium-3.html](https://www.edinformatics.com/math_science/what-is-helium-3.html)
4. <http://www.spacesafetymagazine.com/space-on-earth/everyday-life/china-helium-3-program/>