

§ 35*. ОТРИМАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ РАДІОАКТИВНИХ ІЗОТОПІВ

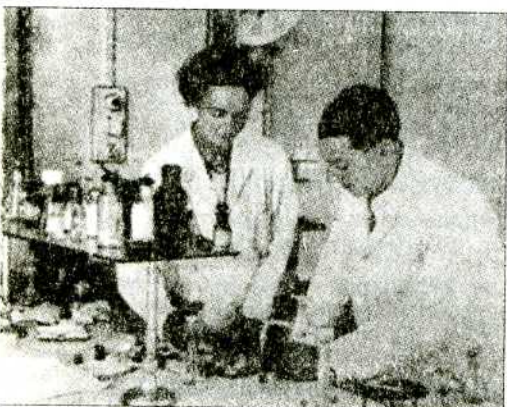
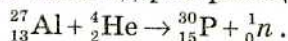


Усього років двадцять тому жителі України могли ласувати полуницею лише кілька днів на рік. До того ж, полежавши кілька годин на сонці, полуниця втрачала всю свою привабливість. Сьогодні у великих магазинах можна купити полуницю й пізньої осені, і взимку, і навесні. А ще згадайте, що на упаковках одноразових шприців можна прочитати: «Стерильно». З'ясуємо, як пов'язані наведені приклади один з одним та з темою параграфа.



Дізнаємося про відкриття штучних радіоактивних ізотопів

Перший штучний радіоактивний ізотоп був отриманий на початку 1934 р. *Фредеріком і Ірен Жоліо-Кюрі* (рис. 35.1). Опромінюючи α -частинками шматок алюмінію, вони спостерігали випромінювання нейтронів, отже, відбувалася така ядерна реакція:



Отриманий ізотоп Фосфору, по-перше, був радіоактивним, по-друге, такого ізотопу в природі не існувало. Таким чином, по-дружжя Жоліо-Кюрі відкрило *штучний радіоактивний елемент*.

Італійський фізик *Е. Фермі* (рис. 35.2) уславив своє ім'я кількома видатними відкриттями. Однак свою найвищу нагороду — Нобелівську премію — Е. Фермі одержав саме за відкриття штучної радіоактивності, спричиненої бомбардуванням речовини повільними нейтронами.

Улітку 1934 р. Е. Фермі розпочав дослідження штучної радіоактивності, що виникає при поглинанні ядрами нейтронів. Він був одним із перших, хто зрозумів, що саме *нейтрон є зручним інструментом для одержання нових*

Рис. 35.1. Ірен Жоліо-Кюрі (1897–1956), Фредерік Жоліо-Кюрі (1900–1958) — французькі фізики та радіохіміки. За синтез нових радіоактивних елементів отримали Нобелівську премію з хімії (1935 р.)

радіоактивних ізотопів. Справді, навіть «ломитись» усередину ядра за допомогою заряджених α -частинок, адже їх ядро відштовхує. Набагато легше проникнути в ядро нейтрону, оскільки він є електронейтральним. За короткий час групі вчених під керівництвом Фермі вдалося створити півсотні нових радіоактивних ізотопів.

Метод опромінювання нейтронами широко застосовується в промисловості для отримання радіоактивних ізотопів.

2 Дізнаємося про застосування радіоактивних ізотопів у медицині

Радіоактивні ізотопи широко використовують у медичних дослідженнях як *індикатори*. Річ у тім, що організм людини має властивість збирати у своїх тканинах певні хімічні речовини. Відомо, наприклад, що щитовидна залоза накопичує у своїй тканині йод, кісткова тканина — фосфор, кальцій і стронцій, печінка — деякі барвники тощо. При цьому якщо орган працює нормально, то процес накопичування речовин характеризується певною швидкістю; у разі ж порушення функції органу спостерігається відхилення від даного режиму. Наприклад, у випадку базедової хвороби активність щитовидної залози різко зростає і в результаті йод накопичується в ній занадто швидко. Під час деяких інших захворювань щитовидна залоза, навпаки, функціонує слабо і накопичення йоду в ній відбувається занадто повільно.

За цими особливостями накопичення йоду зручно стежити за допомогою його γ -радіоактивного ізотопу. Хімічні властивості радіоактивного і стабільного (тобто не радіоактивного) йоду не відрізняються, тому радіоактивний йод-131 буде накопичуватися щитовидною залозою за тими самими законами, що і його стабільний «побратим». Якщо щитовидна залоза в нормі, то через певний час після введення в організм радіоактивного йоду γ -випромінювання від нього матиме певну оптимальну інтенсивність. Радіоактивні атоми ніби посилають сигнал: «Ми тут, усе гаразд!». Але якщо щитовидна залоза функціонує з відхиленням від норми, то інтенсивність γ -випромінювання буде аномально високою або, навпаки, низькою, і сигнал «звучатиме» тривожно: «Ми тут, але нас забагато (замало)!». Аналогічний метод застосовують для досліджування обміну речовин в організмі, функцій нирок, печінки та ін.

Радіоактивні ізотопи (йод-131, Фосфор-32, Аурум-198 та ін.) використовують для виявлення в різних органах злоякісних пухлин. Діагностика базується на тому, що клітини пухлини і клітини здорової тканини по-різному накопичують радіоактивні препарати. Відомо, наприклад, що для пухлини властиве прискорене накопичення радіоактивного Фосфору.



Рис. 35.2. Енріко Фермі (1901–1954) — італійський фізик, лауреат Нобелівської премії (1938 р.). Один із засновників ядерної фізики. Під його керівництвом збудовано перший ядерний реактор, у якому вперше (1942 р.) було здійснено ланцюгову ядерну реакцію

Зрозуміло, що під час використання *ядерно-фізичного методу діагностики* необхідно ретельно дозувати кількість радіоактивного препарату, щоб внутрішнє опромінення спричиняло мінімально негативний вплив на організм людини.

3 Застосовуємо γ -випромінювання в техніці

γ -випромінювання застосовують також у техніці, наприклад у пристроях для автоматичного контролю рівня заповненості закритих ємностей.

Принцип дії цих пристроїв такий. На одну зі стінок ємності з речовиною спрямовують пучок γ -променів, а з протилежного боку вимірюють інтенсивність випромінювання. У місцях, де ємність заповнена, випромінювання буде слабшим, ніж у місцях, де є порожнини. Подібні пристрої використовують також для контролю витікання рідин, вимірювання густини, для лічби предметів та для інших потреб.

Особливе значення в техніці мають *гамма-дефектоскопи*. За допомогою цих приладів перевіряють, наприклад, якість зварених з'єднань. Якщо приварили петлі до воріт й майстер припустився браку, то через деякий час петлі відвалляться. Це, звичайно, неприємно, але ситуацію можна виправити. А як бути, якщо брак був допущений під час зварювання елементів конструкції моста або ядерного реактора? Неминуча трагедія. Завдяки тому що γ -промені по-різному поглинаються масивною сталлю і сталлю з порожнинами, гамма-дефектоскоп «бачить» тріщини всередині металу, а отже, виявляє брак ще на стадії виготовлення.

4 Знищуємо мікробів за допомогою радіації

За певних умов радіаційне випромінювання може бути й корисним. Наведемо приклади. Відомо, що певна доза опромінення вбиває організми. Але ж не всі організми корисні людині. Так, медики постійно працюють над тим, щоб позбутися хвороботворних мікробів. Згадайте: у лікарнях миють підлогу зі спеціальними розчинами, опромінюють приміщення ультрафіолетом, обробляють медичний інструмент. Такі процедури називають дезінфекцією та стерилізацією.

Величезні можливості γ -випромінювання дозволили поставити процес стерилізації на промислову основу. Наприклад, зараз наймасовішу медичну продукцію: шприци, системи переливання крові тощо — виготовляють у вигляді виробів одноразового застосування, які перед відправленням споживачеві ретельно стерилізують із використанням γ -випромінювання.

Центри стерилізації являють собою справжні промислові підприємства (рис. 35.3). По-перше, вони автоматизовані, щоб звести до мінімуму контакт персоналу з радіаційним випромінюванням. По-друге, їхні виробничі потужності дозволяють протягом робочого дня обробляти мільйони виробів. По-третє, і це найважливіше, доза випромінювання для стерилізації кожного конкретного виробу ретельно обґрунтована відповідно до рекомендацій Міжнародної організації охорони здоров'я. Як джерело

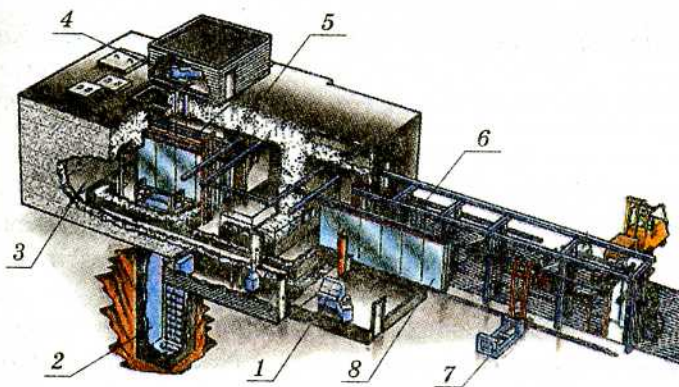


Рис. 35.3. Схематичне зображення промислового центру стерилізації: 1 — панель керування; 2 — шахта для зберігання джерела випромінювання; 3 — відсік для опромінення; 4 — пристрій для підйому джерела випромінювання; 5 — захист від випромінювання; 6 — конвеєр; 7 — навантажувач; 8 — контейнери з продукцією, що обробляється

γ -випромінювання в центрах стерилізації здебільшого використовують штучно створений ізотоп Кобальту — Кобальт-60.

Крім оброблення медичних виробів, центри стерилізації широко використовують для знищення певних бактерій у продуктах харчування. Неприємного вигляду й непридатних для споживання властивостей продукти харчування набувають у процесі гниття. А цей процес є не що інше, як розмноження деяких бактерій. Якщо ж ці бактерії знищити із самого початку, то процес гниття не відбуватиметься. Щодня такій очищувальній обробці піддають десятки тонн продуктів, насамперед м'ясо, птицю, рибу, а також полуницю, про яку йшлося на початку параграфа.

Таким чином, завдяки радіаційним технологіям, розробленим ученими, в багатьох сферах нашого життя радіаційне випромінювання зі смертельного ворога може перетворюватися на помічника.

Підбиваємо підсумки

За допомогою ядерних реакцій учені навчилися створювати штучні радіоактивні ізотопи. Такі ізотопи дозволяють діагностувати деякі захворювання за інтенсивністю γ -випромінювання з досліджуваних органів.

Технологію «просвічування» γ -випромінюванням використовують у техніці, зокрема для автоматичного контролю заповнення закритих ємностей, діагностики тріщин усередині металу та ін.

γ -випромінювання Кобальту-60 — штучно створеного радіоактивного ізотопу — широко використовують для промислової стерилізації одnorазових медичних виробів, а також для підвищення термінів зберігання продуктів харчування.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення ізотопів.
2. Ким і як було відкрито явище штучної радіоактивності?
3. Чим метод одержання радіоактивних ізотопів Е. Фермі відрізняється від методу подружжя Жоліо-Кюрі? Які переваги методу Е. Фермі?
4. Наведіть приклади використання радіоактивних ізотопів для діагностики захворювань.
5. Наведіть приклади використання γ -випромінювання для стерилізації.
6. Чому після оброблення харчів γ -випромінюванням збільшується термін їх зберігання?