

## § 32. РАДІОАКТИВНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ

**?! У** XXI ст. навряд чи знайдеться людина, яка хоча б раз у житті не робила рентгенівський знімок. Наприкінці ж XIX ст. зображення кисті людини з видимою структурою кісток (рис. 32.1) обійшло шпальти газет усього світу й стало справжньою сенсацією для фізиків. Учені розпочали дослідження рентгенівських променів та пошук їхніх джерел. Одним із цих учених був французький фізик А. Беккерель (рис. 32.2). Якими несподіваними висновками закінчилися його дослідження, ви дізнаєтесь із цього параграфа.

### **1** Дізнаємося про історію відкриття радіоактивності

З відкриття рентгенівських променів почалася історія відкриття радіоактивності, й допоміг у цьому випадок.

Поштовхом до досліджень стало припущення вчених, що рентгенівські промені можуть виникати під час короткочасного світіння деяких речовин, опромінених перед тим сонячним світлом\*. До таких речовин належать, наприклад, деякі солі Урану. Одною з них і скористався А. Беккерель, щоб перевірити зазначене припущення.

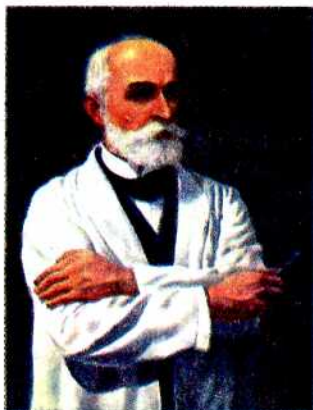
Учений узяв крупинки уранової солі, поклав їх на загорнуту в чорний папір фотопластинку\*\* й на кілька годин виніс увесь пристрій на яскраве сонячне світло. Після проявлення на фотопластинці з'явилися темні плями саме в тих місцях, де лежала уранова сіль. Тобто з'ясувалося, що уранова сіль дійсно випускає випромінювання, яке проходить крізь чорний папір і діє на фотопластинку.

\* Таке світіння називають *флуоресценцією*.

\*\* Відмінність фотопластинки від фотоплівки полягає в тому, що в першому випадку чутливу до випромінювання речовину наносять на скло, а в другому — на пластик.



**Рис. 32.1.** Перший рентгенівський знімок кисті руки людини



**Рис. 32.2.** Анрі Антуан Беккерель (1852–1908) — французький фізик, який у 1896 р. відкрив радіоактивне випромінювання солей Урану





**Рис. 32.3.** Марія Склодовська-Кюрі (1867–1934) — французький фізик і хімік, лауреат двох Нобелівських премій. Такої честі за всю історію були удостоєні тільки три дослідники



**Рис. 32.4.** П'єр Кюрі (1859–1906) — французький фізик, лауреат Нобелівської премії. Подружжя Кюрі зробило значний внесок у вивчення радіоактивності

Беккерель вирішив продовжити свої дослідження й підготував дослід, який депо відрізнявся від попереднього. Проте вченому завадила похмура погода, і він з жалем поклав готову до дослідження фотопластинку з урановою сіллю та мідним хрестом між ним у шухляду стола. Через кілька днів, так і не дочекавшись появи сонця, учений вирішив на всяк випадок проявити фотопластинку. Результат виявився несподіваним: на пластинці з'явився контур хреста. Тож сонячне світло тут ні до чого і сім'я Урану сама, без впливу зовнішніх факторів, випускає невидиме випромінювання!

Пізніше таке випромінювання назвуть *радіоактивним випромінюванням*; здатність деяких речовин до радіоактивного випромінювання — *радіоактивністю*; хімічні елементи, ядра яких мають таку здатність, — *радіоактивними елементами* або *радіонуклідами*.

## 2 Вивчаємо радіоактивні елементи

«Чи тільки Уран випускає “промені Беккереля”?» — саме з пошуку відповіді на це запитання почала свою роботу з вивчення радіоактивності *М. Склодовська-Кюрі* (рис. 32.3).

Ретельно перевіривши на радіоактивність практично всі відомі на той час елементи, вона виявила, що радіоактивні властивості має також Торій. Крім того, *М. Склодовська-Кюрі* та її чоловік *П. Кюрі* (рис. 32.4) відкрили й нові радіоактивні елементи, зокрема Полоній і Радій. Зазначені елементи були виділені з природних мінералів, тому їх назвали *природними радіоактивними елементами*.

Згодом навчилися одержувати *штучні радіоактивні ізотопи*. Зараз майже для кожного елемента (навіть не радіоактивного) одержано кілька радіоактивних ізотопів.

## 3 Поділяємо радіоактивне випромінювання на складові

Під час проведення дослідів з вивчення природи радіоактивного випромінювання було з'ясовано, що воно не є однорідним. На рис. 32.5 зображено схему одного з таких дослідів. У свинцевому контейнері (1) з невеликим отвором розміщували



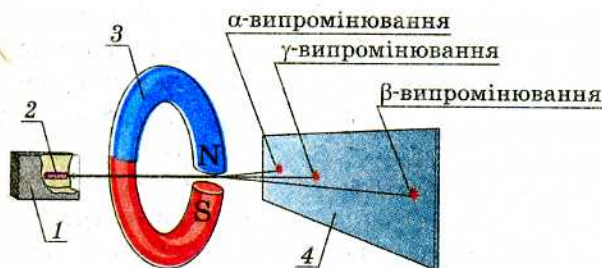


Рис. 32.5. Схема дослідження природи радіоактивного випромінювання: 1 — свинцевий контейнер; 2 — радіоактивна речовина; 3 — постійний магніт; 4 — фотоплівка

радіоактивну речовину (2). Пучок радіоактивного випромінювання, що виходив з отвору, спочатку потрапляв у сильне магнітне поле постійного магніту (3), а потім на фотоплівку (4), розміщену напроти отвору.

На фотоплівці після проявлення було виявлено три темні плями. Це означає, що у магнітному полі радіоактивне випромінювання розділилося на три складові. Їх було названо  $\alpha$  (альфа)-випромінювання,  $\beta$  (бета)-випромінювання та  $\gamma$  (гамма)-випромінювання.

#### 4 З'ясовуємо природу $\alpha$ -випромінювання

Найбільший внесок у вивчення  $\alpha$ -випромінювання зробив Е. Резерфорд (див. рис. 31.3). Учений одним із перших з'ясував, що  $\alpha$ -випромінювання — це потік позитивно заряджених частинок (так званих  $\alpha$ -частинок). Було також з'ясовано, що модуль заряду  $\alpha$ -частинки вдвічі більший за модуль заряду електрона.

Щоб встановити природу  $\alpha$ -частинок, Резерфорд використав спеціальний пристрій (рис. 32.6). Основний елемент пристрою — колба А, заповнена радоном — газом, який випромінює  $\alpha$ -частинки. Колбу А було виготовлено з високоякісного і дуже тонкого скла (його товщина приблизно дорівнювала діаметру людської волосини). Скло з такими характеристиками, з одного боку, надавало можливість  $\alpha$ -частинкам «протиснутись» у колбу В, а з іншого — було надійною перешкодою для молекул газу радону. Зробивши аналіз речовини, яка з часом накопичилася у колбі В, Резерфорд з'ясував, що це гелій. Знаючи, що до колби В могли потрапити тільки  $\alpha$ -частинки і що вони мають позитивний заряд, учений зробив висновок, що  $\alpha$ -частинки — це позитивні йони Гелію.

Після того як була запропонована ядерна модель будови атома, стало зрозумілим, що  $\alpha$ -частинки — це ядра атомів Гелію.

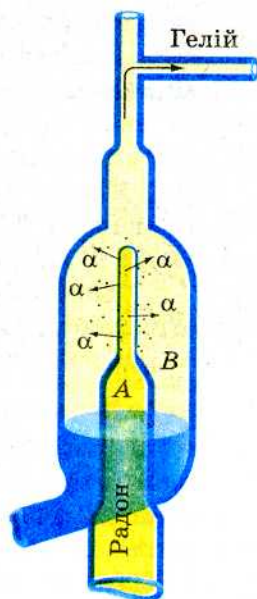


Рис. 32.6. Схема елемента пристрою, за допомогою якого Е. Резерфорд встановив природу  $\alpha$ -частинок



**5 З'ясовуємо природу  $\beta$ -випромінювання**

$\beta$ -складова радіоактивного випромінювання, як і  $\alpha$ -складова, відхиляється магнітним полем, але у протилежний бік. З цього можна зробити висновок, що  $\beta$ -випромінювання — теж потік заряджених частинок (так званих  $\beta$ -частинок), але таких, що мають негативний заряд. Для ідентифікації цих частинок були визначені їхні заряд і маса. Виявилося, що  $\beta$ -випромінювання — *це потік електронів, які летять із величезною швидкістю (наближеною до швидкості світла)*.

Важливо, що в результаті експериментів із  $\beta$ -променями було отримано дані для побудови квантової механіки, на якій ґрунтуються сучасні уявлення про структуру речовини.

**6 Дізнаємося про зв'язок між світлом і  $\gamma$ -випромінюванням**

Вивчення  $\gamma$ -випромінювання показало, що  $\gamma$ -, рентгенівське, ультрафіолетове, інфрачервоне випромінювання й видиме світло — «близькі родичі»: усі ці види випромінювання — *електромагнітні хвилі*. До того ж виявилося, що ці види випромінювання можна розглядати як потік нейтральних частинок, які рухаються у просторі зі швидкістю світла. Однак енергія частинок кожного типу випромінювання відрізняється за значенням. Найменшу енергію мають частинки інфрачервоного випромінювання; енергія частинок видимого світла дещо більша. Частинки ультрафіолетового випромінювання мають досить велику енергію і можуть навіть почати руйнувати поверхню, на яку падають. Тому, наприклад, опромінювати шкіру ультрафіолетом можна тільки протягом невеликого часу.

Набагато більшу енергію, ніж частинки ультрафіолетового світла, мають частинки рентгенівського випромінювання. Відповідно більші його проникаюча та руйнівна властивості. Тому рентгенівські обстеження, які тривають усього кілька секунд, не рекомендують проводити частіше одного разу на рік.

$\gamma$ -випромінювання за рахунок великої енергії може вільно проникати не тільки крізь людське тіло, але й крізь метали. Цією

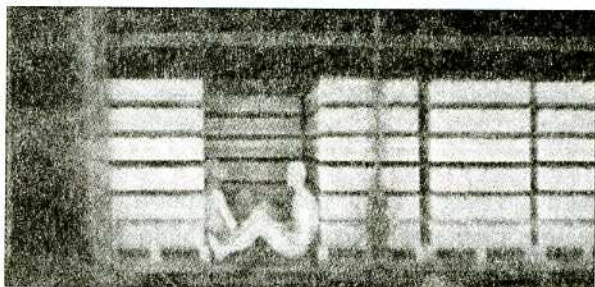
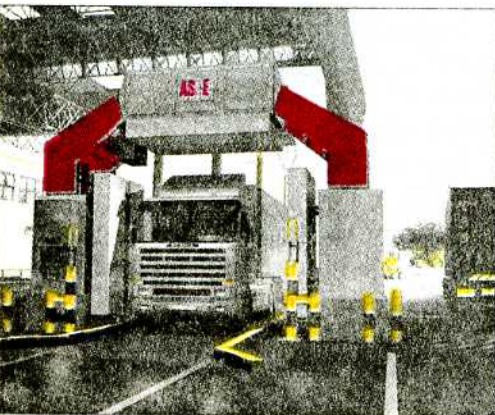


Рис. 32.7. Використання  $\gamma$ -випромінювання у пристрої, за допомогою якого дізнаються про вміст контейнерів: а — зовнішній вигляд пристрою; б — зображення на моніторі вмісту контейнера



обставиною скористалися конструктори, створивши пристрої для просвічування, наприклад, автомобілів (рис. 32.7). Такі пристрої використовують прикордонники та митники для виявлення наркотиків, вибухівки та ін.

### **7 Захищаємося від радіоактивного випромінювання**

У більшості людей слово «радіація» асоціюється з небезпекою. І це, безумовно, правильно. Радіоактивне випромінювання не фіксується органами чуття людини, проте відомо, що воно може призвести до згубних наслідків. Від шкідливого впливу радіації можна захиститися, побудувавши на шляху випромінювання перешкоду.

Простіше за все захиститися від  $\alpha$ - і  $\beta$ -випромінювань. Хоча  $\alpha$ - і  $\beta$ -частинки летять із величезною швидкістю, їх потік легко зупиняє навіть тонка перешкода. Як показали експерименти, достатньо тонкого аркуша паперу (0,1 мм), щоб зупинити  $\alpha$ -частинки;  $\beta$ -випромінювання повністю поглинається алюмінієвою пластинкою завтовшки 1 мм.

Найбільш небезпечним є  $\gamma$ -випромінювання. Як впливає з рис. 32.7, воно проникає крізь доволі товсті шари матеріалів. В окремих випадках для захисту від  $\gamma$ -випромінювання необхідні бетонні стіни завтовшки кілька метрів.

### **! Підбиваємо підсумки**

Радіоактивне випромінювання було відкрито у 1896 р. французьким фізиком А. Беккерелем. Значний внесок у його вивчення зробили також Е. Резерфорд, М. Склодовська-Кюрі, П. Кюрі та ін.

Уран, Торій, Радій і низка інших елементів мають природну радіоактивність. Учені навчилися створювати й штучні радіоактивні ізотопи.

Розрізняють кілька видів радіоактивного випромінювання, серед яких  $\alpha$ -,  $\beta$ - і  $\gamma$ -випромінювання.  $\alpha$ -випромінювання — це потік ядер Гелію, які виникають унаслідок розпаду ядер радіоактивного елемента й вилітають із них з величезною швидкістю;  $\beta$ -випромінювання — це потік електронів, що летять зі швидкістю, близькою до швидкості світла;  $\gamma$ -випромінювання — це електромагнітні хвилі (і водночас потік нейтральних частинок), які поширюються зі швидкістю світла.

Для запобігання шкідливому впливу різних видів радіоактивного випромінювання на організми використовують захисні перешкоди різної товщини, виготовлені з різних матеріалів.

### **? Контрольні запитання**

1. Як було відкрите явище радіоактивності?
2. Який внесок зробили П. Кюрі і М. Склодовська-Кюрі у вивчення радіоактивного випромінювання?
3. Наведіть приклади природних радіоактивних елементів.
4. Опишіть дослід із поділу радіоактивного випромінювання на складові.
5. Які види радіоактивного випромінювання ви знаєте?
6. Якою є фізична природа  $\alpha$ -частинок?  $\beta$ -частинок?  $\gamma$ -випромінювання?
7. Опишіть дослід Е. Резерфорда зі з'ясування природи  $\alpha$ -випромінювання.
8. Як захиститися від радіоактивного випромінювання?