

# **ФІЗИЧНІ ПАРАМЕТРИ РАДІОБІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

1. Іонізуюче випромінювання
2. Вплив випромінювання на речовину
3. Методи радіометрії.

# Іонізуюча радіація

Корпускулярна  
(має масу спокою)

- ✓ Альфа-випромінювання
- ✓ Бета-випромінювання
- ✓ Потік частинок (протонів, нейтронів)
- ✓ Випромінювання-т-мезонів

Електромагнітні хвилі  
(фотонна)

- ✓ Гама-випромінювання
- ✓ Рентгенівське випромінювання
- ✓ Ультрафіолетове випромінювання

$$v = 0,693 / \lambda$$

**Електромагнітне випромінювання** являє собою сукупність змінних електричного й магнітного полів, які поширюються в просторі у формі хвиль.

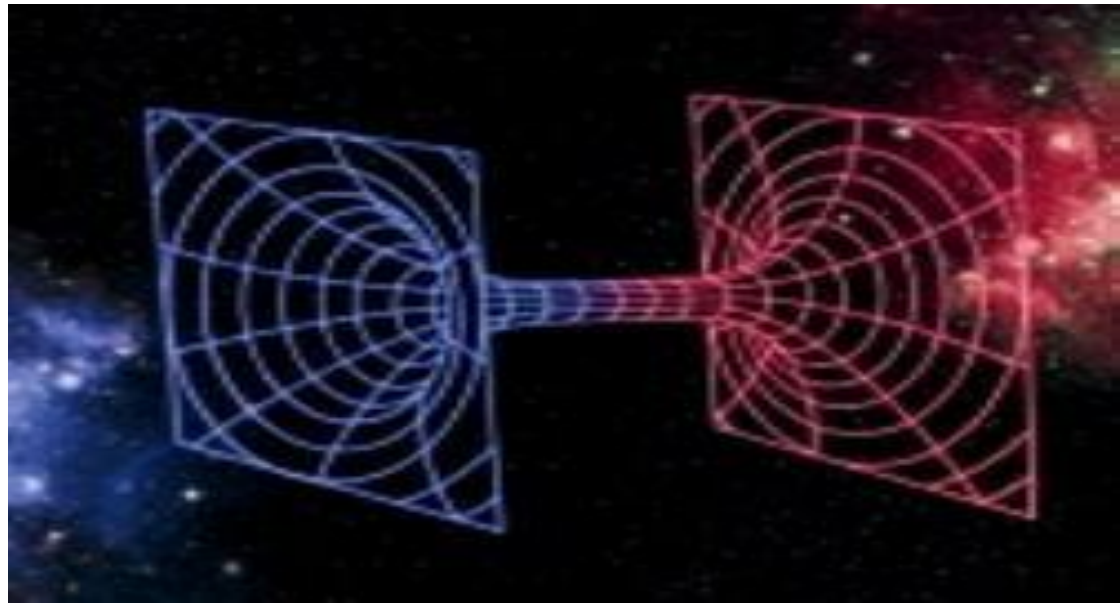
- Електромагнітні хвилі характеризуються трьома векторними величинами – напруженостями електричного й магнітного полів і швидкістю, а також скалярними – частотою коливань  $\nu$  або довжиною хвилі  $\lambda$ . Останні величини пов'язані між собою таким співвідношенням:
  - $\nu = 0,693 / \lambda$

Швидкість поширення електромагнітних хвиль у вакуумі становить  $2,998 \cdot 10^8$  м/с.

Електромагнітні хвилі можна описувати як потік квазічастинок – фотонів, енергія яких  $E$  пропорційна частоті коливань  $\nu$ :

$$E = h\nu$$

де  $h$  – стала Планка (квант дії),  $h = 6,626176 \cdot 10^{-34}$  с.



**Рентгенівські промені** – це електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі 50...0,01 нм, чому відповідають значення енергії фотонів 0,12...1237 кеВ. Енергія фотонів рентгенівського випромінювання пов'язана з довжиною хвилі таким співвідношенням:

$$h\nu = 1,237/\lambda$$



## **Ультрафіолетові промені**

– отримуються від об'єктів які мають дуже високу температуру (сонце).



# Гамма випромінювання

- це короткохвильове (завдовжки від 0,1 до 0,001 нм ( $10^{-12}$ ... $10^{-10}$  см)) електромагнітне випромінювання, яке виникає у випадку зміни енергетичного стану атомних ядер, що утворюються в результаті радіоактивного розпаду. Джерелами його є енергетичні переходи збуджених дочірніх ядер при альфа – та бета – перетвореннях ядер атомів, анігіляції електрон – позитронних пар, гальмуванні електронів високих енергій у речовині

# Корпускулярне випромінювання

- **це потік частинок, які мають ненульове значення маси спокою. До цього випромінювання належать потоки елементарних частинок (електронів, протонів), ядер різних елементів (гелію, кисню тощо), а також нейтронів – незаряджених елементарних частинок**



# *радіоактивний розпад - це*

- Здатність ядер із збуджених станів переходити в інші стани, з меншою енергією, випускаючи частки
- У результаті радіоактивного розпаду можуть випускатися  $\gamma$ -кванти ( $\gamma$ -розпад), електрони ( $\beta$ -розпад), позитрони ( $\beta^+$ -розпад),  $\alpha$ -частки ( $\alpha$ -розпад).

- При  $\gamma$  - розпаді відбувається спонтанне випусщення  $\gamma$  - кванта і перехід з одного збудженого стану ядра в інше, менш збуджене, чи основне.
- При  $\beta^-$  - розпаді один з нейтронів ядра переходить у протон з утворенням електрона й антинейтрино.
- При  $\beta^+$  - розпаді один із протонів ядра переходить у нейтрон з утворенням позитрона й нейтрино

- **Бета-випромінювання** є потоком прискорених електронів ( $\beta^-$ -частинок) або античастинок електрона – позитронів ( $\beta^+$ -частинок), які виникають під час розпаду відповідних радіоактивних ізотопів
- **Альфа-промені.** Випромінювання, що складається з альфа-частинок ( $\alpha$ -частинок), які утворюються під час альфа-розпаду радіоактивних ізотопів, називають альфа-промені. Альфа-частинки – це ядра атомів гелію, що складаються з чотирьох нуклонів – двох протонів і двох нейтронів.
- **Мезони** – нестабільні заряджені чи нейтральні частки, що виникають при взаємодії первинного космічного випромінювання з атмосферою Землі чи прискорених часток з нуклідами.

- Енергію, витрачену зарядженою частинкою або фотоном електромагнітного випромінювання на одиницю довжини їх пробігу в речовині, називають лінійною передачею енергії (ЛПЕ). В системі СІ її виражають в джоулях на метр, або в кілоелектронвольтах (кеВ) на мікрометр шляху у воді ( $1\text{кеВ/мкм}=0,16\text{нДж/м}$ ).
- Довжина пробігу залежить від енергії фотонного випромінювання, заряду, маси і швидкості частинок; причому ця залежність різко збільшується із зниженням швидкості і збільшенням маси частинки.

Для дослідження дії іонізуючих випромінювань потрібна точна специфікація радіаційного поля, тобто простору, в якому реєструється випромінювання. Цю специфікацію визначають методами **радіометрії**.

### *До головних радіометричних параметрів належать:*

- *число частинок  $N$ , випромінених, перенесених або поглинутих опромінюваним об'єктом;*
- *потік іонізуючих частинок  $J_p$  – відношення числа  $dN$  іонізуючих частинок, що проходять крізь дану поверхню за інтервал часу  $dt$ , до цього інтервалу:  $J_p = dN/dt$ ;*
- *енергія іонізуючого випромінювання  $E$  (без урахування енергії спокою частинок);*

- *потік іонізуючого випромінювання*  $J_r$  – відношення енергії  $dE$  іонізуючого випромінювання, що проходить крізь дану поверхню за інтервал часу  $dt$ , до цього інтервалу:  $J_r = dE/dt$ ;
- *перенесення (флюенс) іонізуючих частинок*  $\Phi_r$  – відношення числа  $dN$  іонізуючих частинок, що проникають в елементарну сферу, до площі  $dS$  центрального перерізу цієї сфери:  $\Phi_r = dN/dS$ ;
- *перенесення (флюенс) енергії іонізуючого випромінювання*  $\Phi_r$  – відношення енергії  $dE$  іонізуючого випромінювання, що проникає в елементарну сферу, до площі  $dS$  центрального перерізу цієї сфери:  $\Phi_r = dE/dS$ ;  $[\Phi_r] = 1 \text{ Дж/м}^2$ ;

- *щільність потоку іонізуючих частинок*  
 $\rho$  – відношення потоку  $dJ\rho$  іонізуючих частинок, що проникають в елементарну сферу, до площі  $dS$  центрального перерізу цієї сфери:
- $\varphi\rho = d\Phi\rho/dS = d\Phi\rho/dt = d^2N(dSdt)$ ;
- $[\varphi\rho] = 1 \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ ;
- *щільність потоку іонізуючого випромінювання*  $\Gamma$  – відношення потоку енергії  $Jr$  іонізуючого випромінювання, що проникає в елементарну сферу, до площі  $dS$  центрального перерізу цієї сфери: