

Джерела іонізуючої радіації

- I. Природні джерела іонізуючих випромінювань
- II. Природний радіаційний фон
- III. Характеристика радіонуклідів
- IV. Іонізуючі випромінювання в Космосі
- V. Антропогенні зміни радіоактивного фону



Джерела іонізуючої радіації

Природні джерела:

- ✓ *радіоактивні елементи й ізотопи;*
- ✓ *космічні промені;*
- ✓ *ультрафіолетові промені;*

Природний радіаційний фон

зумовлений рівнем радіоактивності гірських порід і ґрунтів, який варіює у досить широких межах.

Це пов'язано з рівнем деструкційних процесів, сорбційними властивостями порід та ґрунтів, розчиненням та перенесенням радіоактивних ізотопів водою та іншими факторами.

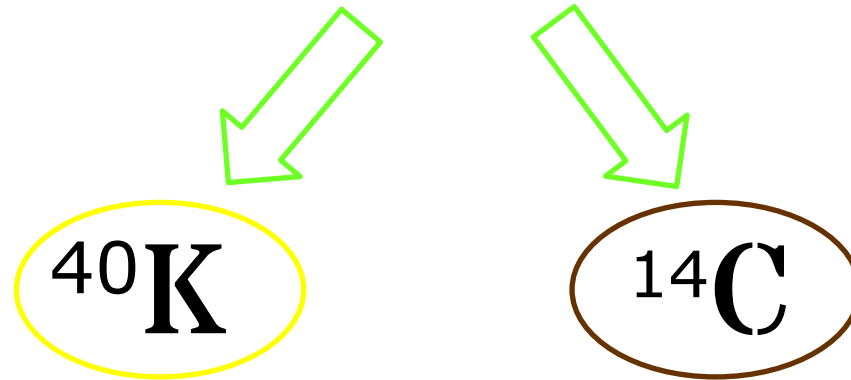
Природна радіоактивність(ПР) вод залежить від:

- місця знаходження;
- хімічного складу;
- оточуючих порід;
- кліматичних умов;
- тощо;

Як правило, підвищення радіоактивності води за рахунок ^{40}K , ^{238}U та ^{226}Ra зростає з підвищенням ступеня її мінералізації.

Радіоактивність повітря залежить насамперед від інтенсивністю космічного випромінювання. А саме ізотопами: ^{14}C , ^3H , ^{222}Rn , ^{220}Th

Радіоактивність живих організмів зумовлена



Середні рівні ПР у продуктах харчування і навколишньому середовищі коливаються в значних межах:

молоко - 50 Бк/л

риба - 50Бк/кг

Картопля або банан - 100 -150 Бк/кг

Горіхи - 300 -450 Бк/кг

морська вода - 2000 Бк/м³

Додаткове джерело опромінення людини - будівельні матеріали.

Їхня активність за ^{40}K може досягати 1500 Бк/кг (граніт),
за ^{226}Ra - близько 2000 Бк/кг (шлак силікату кальцію),
за ^{232}Th - до 230 Бк/кг (цегла).

Властивості радіоактивного природного випромінювання

Тип	Склад випромінювання	Іонізуюча здатність	Проникаюча здатність
α	Іони He^{++}	Дуже висока	Низька. Захист: 0,1 мм води, лист папера
β	Електрони	Висока	Висока. Захист: шар алюмінію до 0,5 мм.
γ	Електромагнітне випромінювання	Низька	Дуже висока. Захист: шар свинцю до декількох см.

Характеристика радіонуклідів

Усі елементи з атомним номером вищим за 80 є радіоактивними.

Виділяють три групи радіонуклідів, що містяться в земній корі:

- *радіоактивні елементи, поява яких зумовлена ядерними реакціями із зарядженими частинками космічних променів - космогенні природні радіонукліди;*
- *радіонукліди, походження яких не пов'язане з важкими радіоактивними елементами, - поодинокі природні радіонукліди;*
- *радіонукліди, що входять до радіоактивних сімейств.*

Космогенні радіонукліди

виникають унаслідок ядерних реакцій між ядрами елементів земного походження й частинками космічних променів.

Таблиця 1. Характеристика космогенних природних радіонуклідів, що виявляються в природних тілах

<i>Радіонуклід</i>	<i>Період напіврозпаду</i>	<i>Концентрація в тропосфері, Бк/кг</i>
^3H	<i>12 років</i>	$1,2 \cdot 10^{-3}$
^7Be	<i>53 доби</i>	$1,0 \cdot 10^{-2}$
^{10}Be	$1,6 \cdot 10^6$ <i>років</i>	$1,2 \cdot 10^{-9}$
^{14}C	<i>1.»</i>	$1,3 \cdot 10^{-1}$
^{22}Na	<i>2,6 »</i>	$1,0 \cdot 10^{-6}$
^{32}P	<i>14 діб</i>	$2,3 \cdot 10^{-4}$
^{33}P	<i>24 »</i>	$1,6 \cdot 10^{-4}$
^{35}S	<i>28 »</i>	$1,3 \cdot 10^{-4}$
^{36}Cl	$3,1 \cdot 10^5$ <i>років</i>	$2,5 \cdot 10^{-10}$

До поодиноких природних радіонуклідів

належить багато радіоізотопів різних хімічних елементів із масовими числами від 40 до 190.

Більшість елементів із такими масовими числами мають по кілька ізотопів, і деякі з них є радіоактивними.

Внаслідок біогеохімічних або геохімічних перетворень елементів з указаними значеннями масових чисел їхній ізотопний склад практично не змінюється.

Важкі природні радіоактивні елементи

відрізняються від поодиноких радіонуклідів тим, що вони пов'язані між собою як продукти послідовних радіоактивних перетворень у трьох групах елементів, що дістали назву радіоактивних сімейств.

Практичне значення в природі мають три радіоактивні сімейства:

- урану – радію, родоначальником якого є ^{238}U ,
- актиноурану (^{235}U), що розпочинається від цього ізотопу
- урану, й торію, родоначальником якого є радіонуклід ^{232}Th .

**Таблиця 2. Характеристика поодиноких радіонуклідів
земного походження**

<i>Радіонуклід</i>	<i>Період напіврозпаду, роки</i>	<i>Питома активність елемента, Бк/л</i>
^{40}K	$1,26 \cdot 10^9$	31,6
^{50}V	$6,0 \cdot 10^{15}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$
^{87}Rb	$4,8 \cdot 10^{10}$	$8,9 \cdot 10^2$
^{115}In	$6,0 \cdot 10^{14}$	0,18
^{123}Te	$1,2 \cdot 10^{13}$	0,08
^{138}La	$1,12 \cdot 10^{11}$	0,77
^{142}Ce	$>5,0 \cdot 10^{16}$	$0,9 \cdot 10^{-2}$
^{144}Nd	$2,4 \cdot 10^{15}$	$0,92 \cdot 10^{-2}$
^{146}Sm	$>1,0 \cdot 10^{15}$	129,5
^{147}Sm	$1,05 \cdot 10^{11}$	$5,07 \cdot 10^{-2}$
^{148}Sm	$>2,0 \cdot 10^{14}$	$1,22 \cdot 10^{-2}$
^{152}Gd	$1,1 \cdot 10^{14}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$
^{156}Dy	$>1,0 \cdot 10^{18}$	$4,4 \cdot 10^{-8}$
^{174}Hf	$2,0 \cdot 10^{15}$	$6,2 \cdot 10^{-5}$
^{176}Lu	$2,2 \cdot 10^{10}$	88,8
^{180}Ta	$>1,0 \cdot 10^{12}$	$0,9 \cdot 10^{-2}$
^{187}Re	$4,3 \cdot 10^{10}$	1036
^{190}Pt	$6,9 \cdot 10^{11}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$

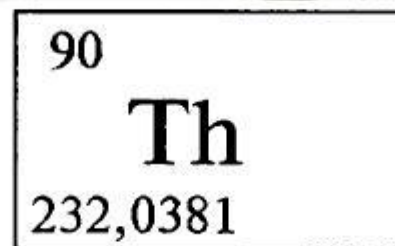
ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЕМЕНТІВ

Уран дуже поширений у земній корі й міститься в будь-яких породах і ґрунтах. Цей елемент входить до складу мінералів і утворює рудні родовища.

У ґрунтових розчинах і в природних водах він міститься в 4- та 6-валентних формах, існуючи у вигляді іона уранілу (UO^{+2}), який утворює комплексні сполуки з аніонами неорганічних та органічних кислот.



Торій також є водним мігрантом. У природі цей елемент міститься в 4-валентній формі.



Радій – 226 виявляється в будь-яких гірських породах, ґрунтах і природних водах.

За своїми хімічними властивостями радій подібний до кальцію, й тому подібні їхні поведінка в ґрунтах і участь у мінеральному живленні рослин.

Це зумовлює наявність радію в продуктах харчування людини.



*Серед природних джерел опромінення виділяють
компоненти :*

КЕРОВАНІ

НЕКЕРОВАНІ

*Джерела радіоактивності поділяють на **природні** та **штучні** залежно від того, існував нестійкий ізотоп у природі чи був утворений штучно.*

Нині відомо 1950 радіоактивних ізотопів. Але із них тільки 70 природні, а решта 1880 - штучні.

Всі відомі ізотопи є радіоактивними, тобто у стабільному стані відсутні взагалі.

Групи природних радіоактивних ізотопів, що утворюють родини, є природними радіоактивними елементами

Де кожний наступний (дочірній) ізотоп виникає в результаті α - або β - розпаду попереднього (материнського).

При цьому сума масових чисел α - і β -частинок в усьому ряді розпаду дорівнює різниці масових чисел першого й останнього членів радіоактивного ряду. Те ж саме стосується і зарядових чисел.

Кожний радіоактивний ряд має родоначальника ізотоп із найбільшим періодом напіврозпаду, за яким даний ряд одержує свою назву.

Усі природні радіоізотопи поділяють на три групи: ізотопи радіоактивних рядів **урану, актиноурану й торію**; ізотопи, які не утворюють родин, **космогенні природні радіоізотопи**.

Ряд урану ^{238}U : $^{238}\text{U}(\alpha) \rightarrow ^{234}\text{Th}(\beta, \gamma) \rightarrow ^{234}\text{Pa}(\beta, \gamma) \rightarrow ^{234}\text{U}(\alpha) \rightarrow ^{230}\text{Th}(\alpha) \rightarrow ^{236}\text{Ra}(\alpha) \rightarrow ^{222}\text{Rn}(\alpha) \rightarrow ^{218}\text{Po}(\alpha) \rightarrow ^{214}\text{Pb}(\beta, \gamma) \rightarrow ^{214}\text{Bi}(\beta, \gamma) \rightarrow ^{214}\text{Po}(\alpha) \rightarrow ^{210}\text{Pb}(\beta, \gamma) \rightarrow ^{210}\text{Po}(\beta, \gamma) \rightarrow ^{210}\text{Be}(\alpha) \rightarrow ^{226}\text{Po}$

Ряд актиноурану ^{235}U , AcU : $^{235}\text{U}(\alpha) \rightarrow ^{231}\text{Th}(\beta) \rightarrow ^{231}\text{Pa}(\alpha) \rightarrow ^{227}\text{Ac}(\alpha) \rightarrow ^{223}\text{Ra}(\alpha) \rightarrow ^{219}\text{Rn}(\alpha) \rightarrow ^{215}\text{Po}(\alpha) \rightarrow ^{211}\text{Bi}(\alpha) \rightarrow ^{207}\text{Tl}(\alpha) \rightarrow ^{207}\text{Pb}$

Ряд торію ^{232}Th : $^{232}\text{Th}(\alpha) \rightarrow ^{238}\text{Pa}(\beta) \rightarrow ^{228}\text{Ac}(\beta, \gamma) \rightarrow ^{228}\text{Th}(\alpha) \rightarrow ^{224}\text{Ra}(\alpha) \rightarrow ^{220}\text{Rn}(\alpha) \rightarrow ^{216}\text{Po}(\alpha) \rightarrow ^{212}\text{Pb}(\beta, \gamma) \rightarrow ^{212}\text{Bi}(\beta, \gamma) \rightarrow ^{212}\text{Po}(\alpha) \rightarrow ^{207}\text{Tl}(\beta, \gamma) \rightarrow ^{208}\text{Pb}$

Поля радіації в навколоземному космічному просторі складаються з :

- ▣ випромінювань сонячного походження;*
- ▣ випромінювань, захоплених геомагнітними полями навколоземного простору;*
- ▣ галактичного космічного випромінювання*

Первинне космічне випромінювання

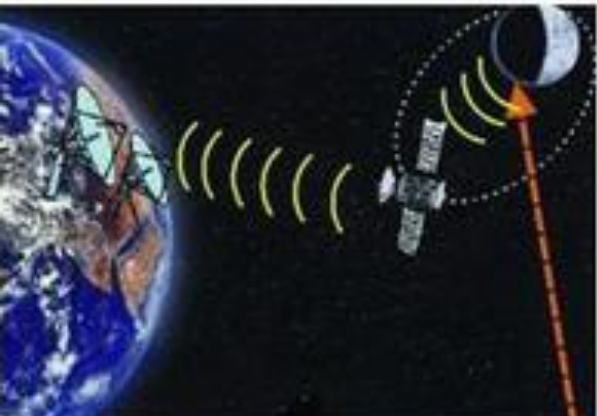
складається переважно з протонів (92%), альфа-частинок (7%), нейтронів і швидких ядер легких елементів (1%).

Вторинне космічне випромінювання виникає внаслідок взаємодії первинних променів з атомами речовин атмосфери й тропосфери.

Сонячне і галактичне випромінювання

Галактичне космічне випромінювання- космічні промені, які надходять з міжзоряного простору від джерел, що знаходяться в межах нашої Галактики.

Частина космічних променів надходить на земну поверхню від Сонця.



Вторинне космічне випромінювання

Взаємодіючи з ядрами атомів хімічних елементів атмосфери, високоенергетичні заряджені частинки космічного випромінювання втрачають свою енергію, породжуючи при цьому нову групу елементарних частинок у тропосфері на висоті 10-15 км. **Це вторинне космічне випромінювання.**

Розпад нейтральних π -мезонів супроводжується вивільненням фотонів. Кожний, утворений фотон у кулонівському полі ядер атомів дає пару "**електрон - позитрон**".

Випромінювання, до складу якого входять переважно позитрони, електрони та гамма-фотони, дістало назву "**м'якої**" компоненти вторинного космічного випромінювання.

Антропогенні зміни радіоактивного фону

1. У медицині опромінення відбувається під час проведення рентгенодіагностики, внаслідок вживання препаратів, до складу яких входять радіоактивні речовини, а також у ході радіаційної терапії при онкологічних та деяких інших захворюваннях. Щорічна середня доза опромінення, пов'язаного з методами медичного обстеження, становить 0,4...1 мЗв.
2. Випробування атомної зброї супроводжуються викидами великої кількості різних радіонуклідів, що виникають унаслідок поділу урану, а також у ядерних реакціях за участю нейтронів .

3. У разі виробництва та використання фосфорних добрив також відбувається концентрування природних радіоактивних елементів, бо фосфорити й апатити формувалися в процесі співосадження ортофосфатів із радієм, який унаслідок цього й міститься у фосфорних мінералах..

4. 26 квітня 1986 р. на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС) сталася аварія, яка за масштабами викиду з довкілля радіоактивних речовин не має аналогів у світі. В Україні підвищення потужності дози, що спричинене забрудненням ^{137}Cs у межах 4...20 кБк/м², спостерігається на більшій частині території .