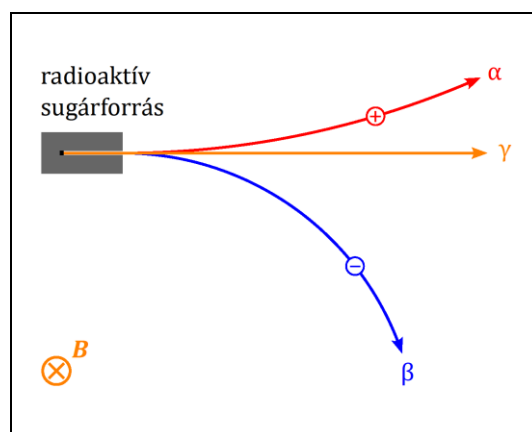
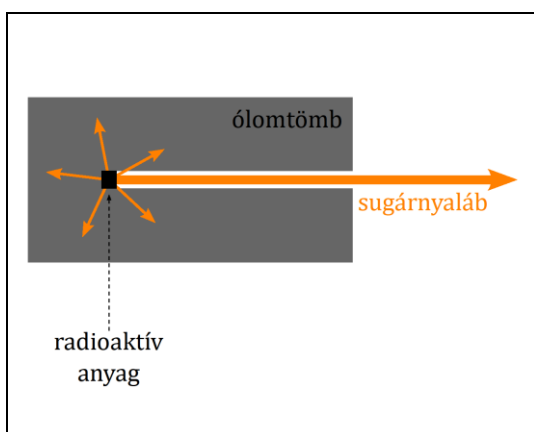


◀	Tartalom	Fogalmak	Törvények	Képletek	Lexikon	▶
---	----------	----------	-----------	----------	---------	---

A radioaktív sugárzások fajtái

Egy ólomtömbbe kis átmérőjű lyukat fúrva, és a radioaktív anyagot a furat mélyére helyezve egy keskeny sugárnyaláb hozható létre. Az ólom ugyanis elnyeli a radioaktív sugarakat, így a sugárzás csak a furaton keresztül juthat ki a szabadba.

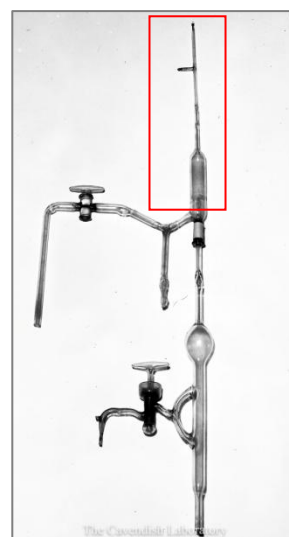
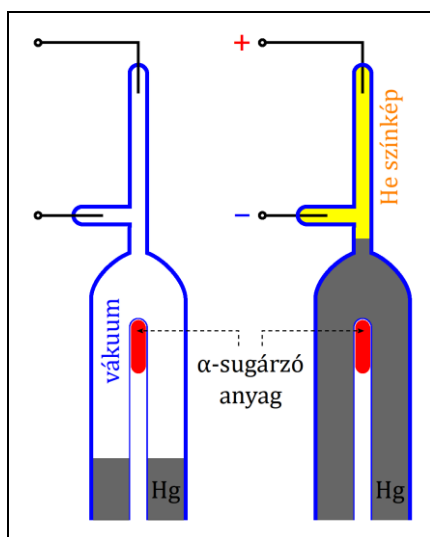


A kísérletek szerint az így létrehozott *radioaktív sugárnyaláb elektromos, illetve mágneses mezőben három részre bomlik*. A sugárzás egyik része ugyanolyan irányban térül el, mint a pozitív töltésű részecskék; ezt az összetevőt *α -sugárzásnak* nevezzük. A másik összetevő ellenkező irányba és az α -sugárzásnál nagyobb mértékben térül el. Ezt *β -sugárzásnak* hívjuk. A sugárzás harmadik része egyenesen halad tovább, ezt *γ -sugárzásnak* nevezzük. A következőkben áttekintjük e háromféle sugárzás jellemzőit.

Az *α -sugárzás* áthatolóképessége kicsi, levegőben néhány centiméter. Ködkamrában készített fényképeken jól látható, hogy az α -sugarak hatótávolsága gyakorlatilag ugyanakkora, tehát ugyanabból a sugárforrásból származó minden részecskének nagyjából ugyanakkora az energiája. Az α -sugárzásnak jelentős ionizáló hatása van.



Rutherford eltérítési kísérletekkel és közvetlen töltésméréssel kimutatta, hogy az α -sugárzást He^{++} ionok (${}^4_2\text{He}$ héliumatommagok) alkotják. 1908-ban sikerült azt is igazolnia, hogy az α -részecskékből (elektronfelvétel során) héliumgáz képződik. Ehhez egy vékony falú üvegcsőbe α -sugárzó anyagot zárt. A cső falán a kisméretű α -részecskék (héliumatommagok) átjuthattak, a kb. százezerszer nagyobb átmérőjű héliumatomok azonban már nem. A lezárt csövet egy nagyobb üvegedénybe helyezte, amelyből a levegőt kiszivattyúzta. Néhány nap után az edénybe helyezett elektródok között szikrakisülést hozott létre. A keletkező fény színe megegyezett a hélium színeével. Eszerint az α -sugárzás héliumatommagokból áll. (A vázlatrajzon ábrázolt részt a Rutherford által használt eredeti eszközről készült jobb oldali fényképeken piros keret jelzi. Az teljes méretre nagyított képeken az α -sugárzó anyagot tartó 0,01 mm falvastagságú belső cső is látható.)



A β -sugárzás áthatolóképessége nagyobb, mint az α -sugaraké. (Levegőben például néhány méter.) Ködkamrában készített fényképeken azonban jól látható, hogy a β -sugarak hatótávolsága különbözik egymástól, tehát az egyes β -részecskék energiája eltérő nagyságú. A β -sugárzásnak gyengébb az ionizáló hatása, mint az α -sugárzásnak. Eltérítési kísérletekkel Becquerel igazolta, hogy a β -sugarakat elektronok alkotják.

A γ -sugarak áthatoló képessége a legnagyobb a radioaktív sugárzás összetevői közül, levegőben néhányszor száz méter is lehet. Ionizáló hatása viszont lényegesen kisebb, mint az α - vagy a β -sugárzásnak. Kristályrácsan elhajlanak, és jellegzetes interferenciaképet hoznak létre. Az interferenciakép alapján megállapítható, hogy a γ -sugarak hullámhossza $5 \cdot 10^{-11} \text{ m} \dots 5 \cdot 10^{-13} \text{ m}$ között van, tehát kisebb, mint a

röntgensugaraké. Részletesebb vizsgálatok kimutatták, hogy a γ -sugárzás nagyon rövid hullámhosszúságú elektromágneses hullám.

Egy táblázatban összefoglaltuk az α -, β - és γ -sugarak legfontosabb tulajdonságait.

	α -sugárzás	β -sugárzás	γ -sugárzás
Alkotórészek	${}^4_2\text{He}$ atommagok	elektronok	γ -fotonok
Ionizáló hatás	erős	közepes	gyenge
Áthatolóképesség	kicsi	közepes	nagy
Sebesség (10^8 m/s)	0,1 ... 0,2	2 ... 2,97	2,99 792 458

A radioaktív testek adott idő alatt általában különböző számú részecskét bocsátanak ki. Két sugárforrás közül azt tekintjük aktívabbnak, amelyik adott idő alatt több részecskét sugároz ki, illetve amelyik ugyanannyi részecskét rövidebb idő alatt bocsát ki. A kibocsátott részecskék számának és a közben eltelt időnek a hányadosát a sugárforrás aktivitásának nevezzük. Jele: A , képlettel:

$$A = \frac{N}{\Delta t}.$$

Az aktivitás SI-mértékegysége:

$$[A] = \frac{[N]}{[\Delta t]} = \frac{1}{s} = \text{becquerel} = \text{Bq}.$$

(A képen látható forrás aktivitása 3300 Bq.)

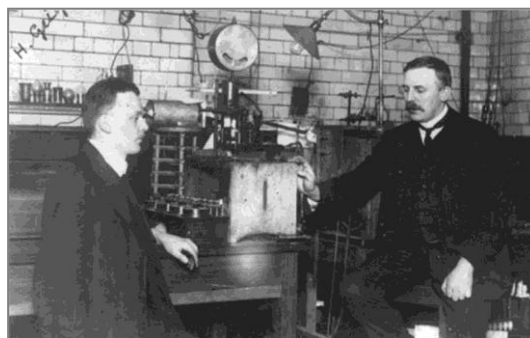


Kiegészítés

1. Ernest Rutherford (1871–1937) angol fizikus 1908-ban kémiai Nobel-díjat kapott a radioaktivitással kapcsolatos vizsgálataíért.

2. A test által elnyelt sugárzási energia és a test tömegének hányadosát elnyelt sugárdózisnak nevezzük. Jele: D , képlettel:

$$D = \frac{E}{m}.$$



Az elnyelt sugárdózis SI-mértékegysége:

$$[D] = \frac{[E]}{[m]} = \frac{\text{J}}{\text{kg}} = \text{gray} = \text{Gy}. \quad (\text{A Gy kiejtése g-ipszilon.})$$

Ez az egység Louis Harold *Gray* (1905–1965) angol fizikus nevét őrzi.

Biológiai szempontból az is lényeges, hogy milyen jellegű sugárzás érte az élő szervezetet. Ugyanolyan hatás kiváltásához a sugárzás fajtájától függően többkevesebb elnyelt sugárdózis szükséges. A különféle sugárzások biológiai hatását a röntgensugárzáshoz hasonlítják. *Egy adott hatást okozó röntgensugárzás elnyelt dózisának (D_{rtg}) és az ugyanilyen hatást kiváltó sugárzás elnyelt dózisának (D) a hányadosát a sugárzás relatív biológiai hatékonyságának nevezzük.* Jele: Q , képlettel:

$$Q = \frac{D_{\text{rtg}}}{D}.$$

A relatív biológiai hatékonyság mértékegysége:

$$[Q] = \frac{[D_{\text{rtg}}]}{[D]} = \frac{\text{Gy}}{\text{Gy}} = 1.$$

A definíció szerint a röntgensugárzás relatív biológiai hatékonysága 1. Megfigyelések szerint a relatív biológiai hatékonyság értéke α -sugarakra 20, β - és γ -sugarakra 1, lassú neutronokra 2, gyors neutronokra 10.

A relatív biológiai hatékonyság és az elnyelt dózis szorzatát dózisegyenértéknek vagy hatásos dózissnak nevezzük. Jele: D_e , képlettel:

$$D_e = Q \cdot D.$$

A dózisegyenérték SI-mértékegysége:

$$[D_e] = [Q] \cdot [D] = 1 \cdot \text{Gy} = \text{sievert} = \text{Sv}.$$

Ezt a mértékegységet Rolf Maximilian *Sievert* (1896–1966) svéd fizikusról nevezték el 1979-ben. A sievert ezredrésze a millisievert, jele mSv.

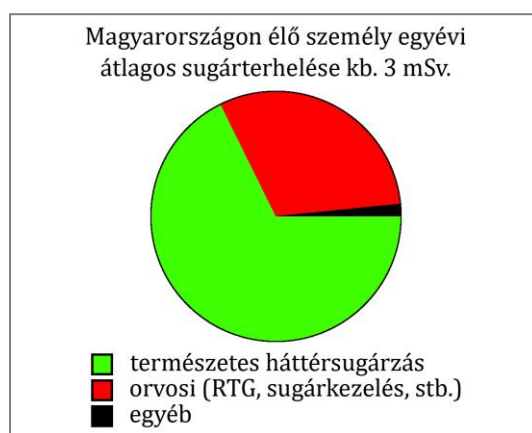


A következő táblázatban összefoglaltuk, hogy a különböző sugárdózisok milyen közvetlen hatásokat okoznak az emberi szervezetben.

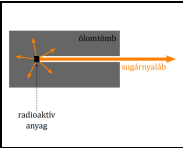
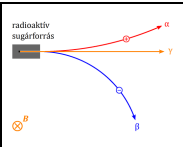
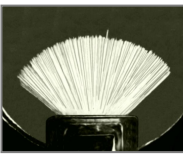
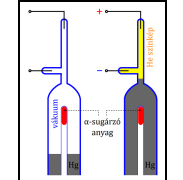
D_e (mSv)	HATÁSOK AZ EMBERRE
200	Küszöbdózis: Orvosiilag kimutatható, de tünetmentes.
750–1000	Kritikus dózis: Múló rosszullét, fáradékonyság.
1000-2000	Hosszabb ideig tartó zavarok a vérképző sejtek működésében.
4000	Félhalálos dózis: Az emberek 50%-a orvosi kezelés hiányában meghal.
6000	Halálos dózis: Speciális orvosi kezelés hiányában két héten belül halál.

A késői következményeknek (rák, öröklődési rendellenességek) nincs küszöbdózisa, de a dózis csökkenésével a betegség kialakulásának valószínűsége csökken.

Környezetünkben mindenütt előfordul valamilyen ionizáló sugárzás. Ennek nagy része a Föld radioaktív elemeinek bomlásából, illetve a kozmikus sugárzásból származik (háttérsugárzás). Jelentős az orvosi eredetű sugárzás is (röntgensugárzás, sugárkezelés). Ezekhez képest az atomrobbantásokból és az atomerőművekből származó sugárterhelés elenyésző. A diagram a magyarországi lakosság átlagos sugárterhelésének megoszlását mutatja.



Képek jegyzéke

	Radioaktív sugárforrás © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0706.svg
	Az alfa-, béta- és gammasugárzás © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0707.svg
	Alfa-részecskék pályája ködkamrában (1926) © http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0360.jpg
	Az alfa-részecskéket azonosító Rutherford-kísérlet vázlatrajza © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0708.svg
	Az alfa-részecskéket azonosító kísérletben használt eredeti eszköz © https://cudl.lib.cam.ac.uk/view/PH-CAVENDISH-P-02002/1
	Az alfa-részecskéket azonosító kísérletben használt eredeti eszköz © https://cudl.lib.cam.ac.uk/view/PH-CAVENDISH-P-00037/1 <i>Rutherford eredeti cikke az eszköz rajával:</i> © https://journals.scholarsportal.info/details/19415982/v17i0098/281_xtnotpfrs.xml
	Rádium–226 sugárforrás ($A = 3300 \text{ Bq}$) © http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0778.jpg
	Geiger (balra) és Rutherford (jobbra) W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geiger-Rutherford.jpg

	Sievert arcképe W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rolf_Sievert_1896-1966.jpg
 Magyarországon élő személy egyévi átlagos sugárterhelése kb. 3 mSv: természetes háttérsugárzás orvosi (RTG, sugárkezelés, stb.) egyéb	A magyarországi éves sugárterheles megoszlása © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0709.svg <i>További információk a radioaktív sugárzás kockázatairól:</i> © http://fizikaiszemle.hu/old/archivum/fsz9005/mgy9005.html

Jelmagyarázat:

- © **Jogvédett anyag**, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.
- W A **Wikimedia Commons**-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.

◀	Tartalom	Fogalmak	Törvények	Képletek	Lexikon	▶
---	--------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	-------------------------	---