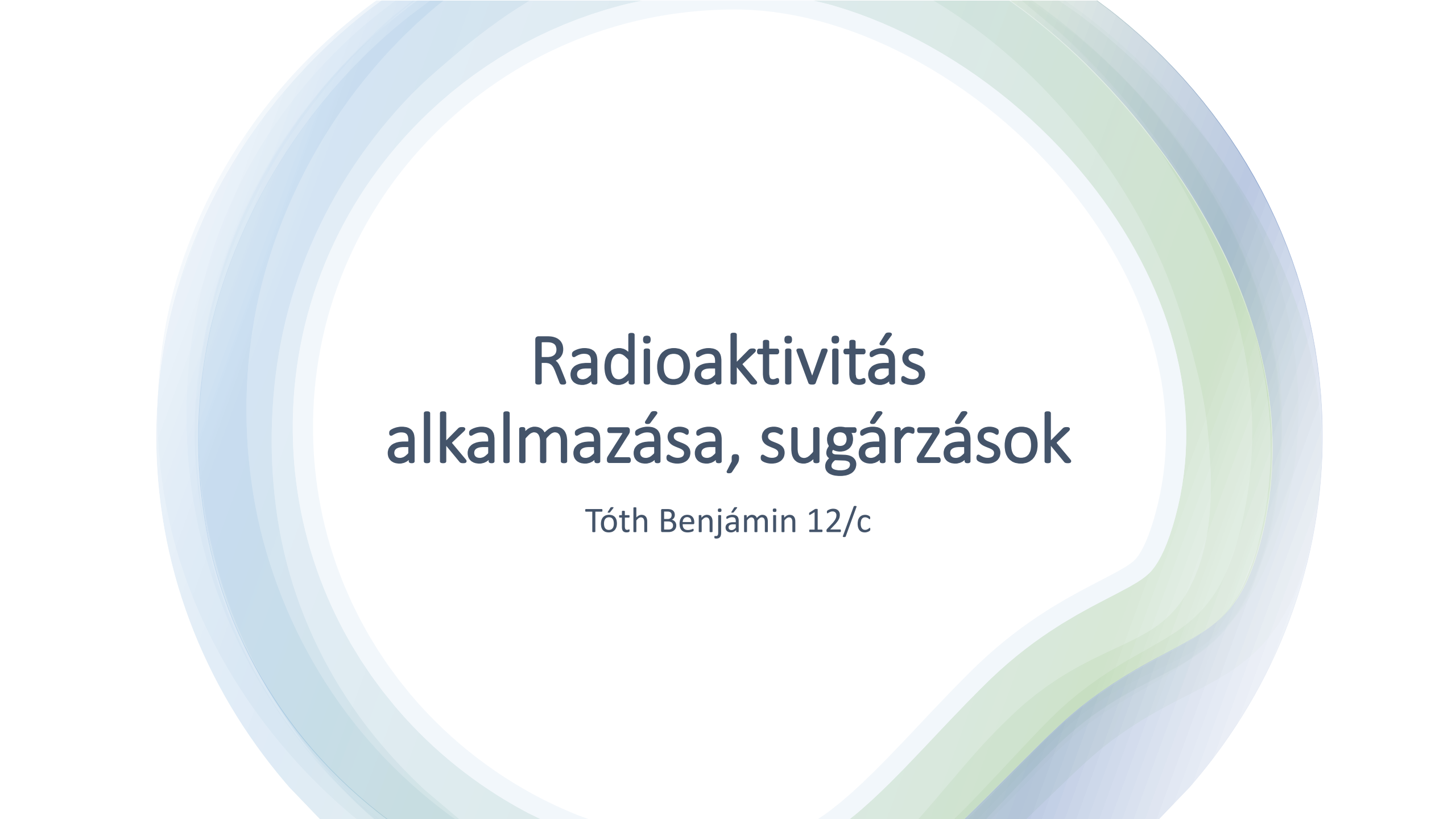




Radioaktivitás alkalmazása, sugárzások

Tóth Benjámín 12/c



Sugáregészségügyi fogalmak

- Sugárzások energiát hordznak ($E = hf$)
- Sugárterhelés mértékére jellemző fizikai mennyiségek:
 - Elnyelt dózis
 - Egyenértékdózis



Az elnyelt dózis

- Ionizáló sugárzásokra vonatkozóan a besugárzott anyagban elnyelt energia és a besugárzott anyag tömegének hányadosa
- Jele: D
- Számolása: $D = \frac{\Delta E}{\Delta m}$
- Mértékegysége: $[D] = 1\text{Gy} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$

Az egyenértékdózis

- A sugárzásokat károsító hatásuk alapján egy W_R sugárzási tényezővel súlyozzuk.
- Jele: H
- Számítása: $H = W_R \cdot D$
- Mértékegysége: $[H] = 1Sv = 1 \frac{J}{kg}$

Sugárfajta	W_R
Röntgen	1
γ	1
β	1
Lassú neutron	2,5
Gyors neutron	10
α	20



Ionizáló sugárzások környezeti hatásai

- Környezetbe jutáskor bekerül az ott élő állat, növényfajokba ezáltal a táplálékláncba és az emberekbe is
- Súlyosabb mértékben teljes fajok pusztulásához is vezethet az adott területen
- Szervezetünkbe jutásakor biológiai, belső hatása is lehet

Ionizáló sugárzások biológiai hatásai

- Káros hatásai lehetnek a mértékétől függően és az érintett sejtek sugárérzékenységétől függően.
- Ezek a káros hatások lehetnek:
 - DNS károsodás
 - Sejtpusztulás
 - Mutációk
 - Daganatos betegségek

Különböző szövetek sugárérzékenysége

- nyirokszövet
- csontvelő
- gyomor-bél rendszer nyálkahártyája
- ivarsejtek
- bőr-proliferáló sejtrétege (stratum basale)
- erek-endothelsejtek
- mirigyszövetek, máj
- kötőszövet
- izomszövet
- idegszövet



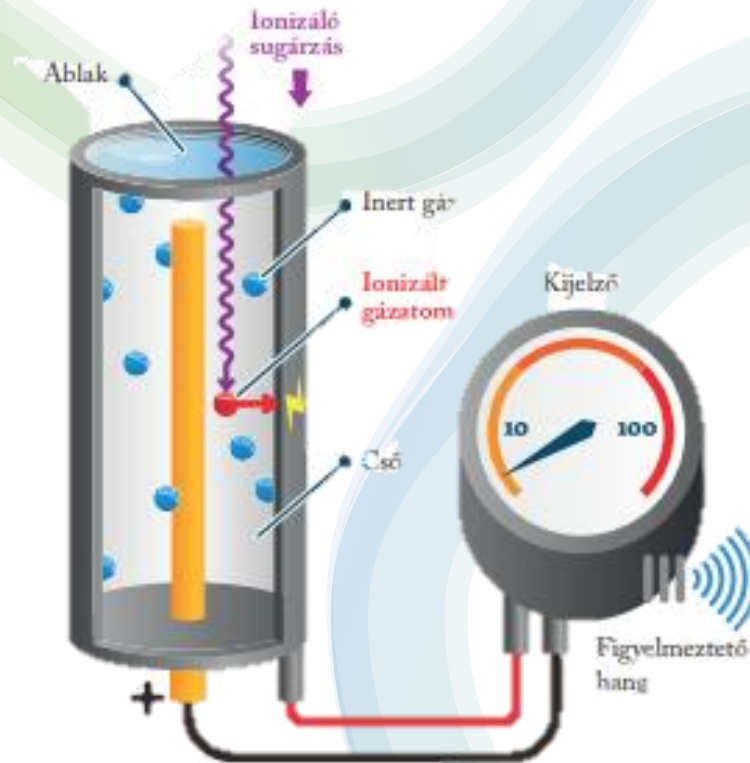


A dózisteljesítmény

- Háttérsugárzás értékének meghatározására alkalmas
- A dózisteljesítmény az eltelt Δt idő alatt kapott ΔH egyenértékű dózis és az eltelt idő hányadosa, azaz $\frac{\Delta H}{\Delta t}$.
Mértékegysége: $\frac{Sv}{h}$, a háttérsugárzás mértékéhez igazodva $\frac{nSv}{h}$
- A háttérsugárzás hazánkban átlagosan $90 \frac{nSv}{h}$

Sugárzásmérő műszerek: Geiger–Müller csövek

- A legelterjedtebb sugárzásmérő műszer



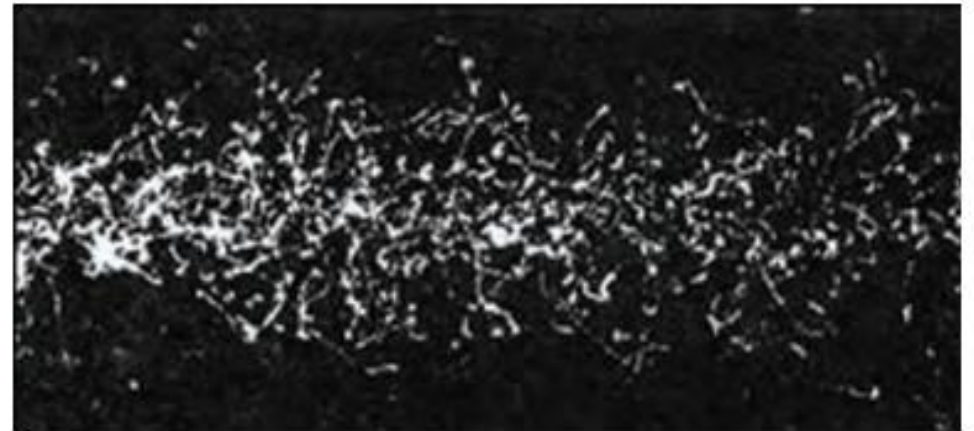
Egy G-M-cső működési elve

Sugárzásmérő műszerek: Wilson-kamra

kirajzolta egy töltéssel rendelkező részecske pályáját



Wilson eredeti ködkamrája



Gamma-sugárzás ködkamrafelvétele



A radioaktív sugárforrások biztonságos kezelése

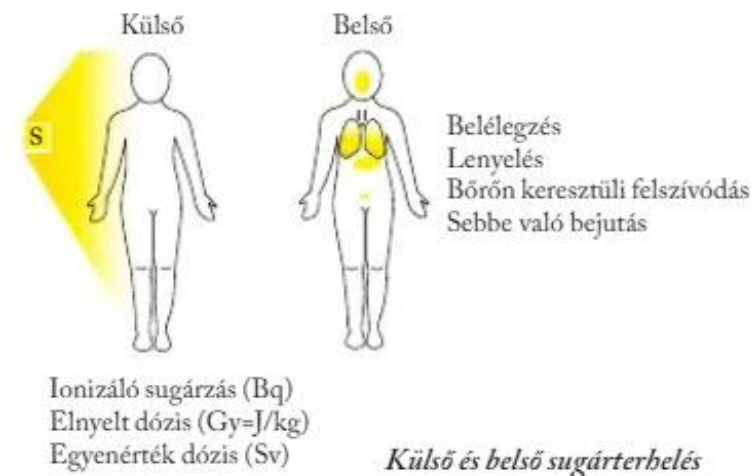
- Három alapelv:
 - a sugárvédelmet okozó tevékenység indokoltsága
 - több haszonnal jár, mint amennyi kárt okoz.
 - az egyének belső sugárterhelésének csökkentése.
 - elkerüljük a sugárzó anyagok szervezetünkbe való bekerülését.
 - a védelem optimalizálása:
 - távolságvédelem
 - idővédelem
 - árnyékoló anyagok alkalmazása

Az embert érő Radioaktív sugárzások forrásai



A háttérsugárzás külső és belső sugárterhelése

- Szervezetünket érő sugárzás
- Két fajtája: Belső és külső
- Lehet természetes és mesterséges





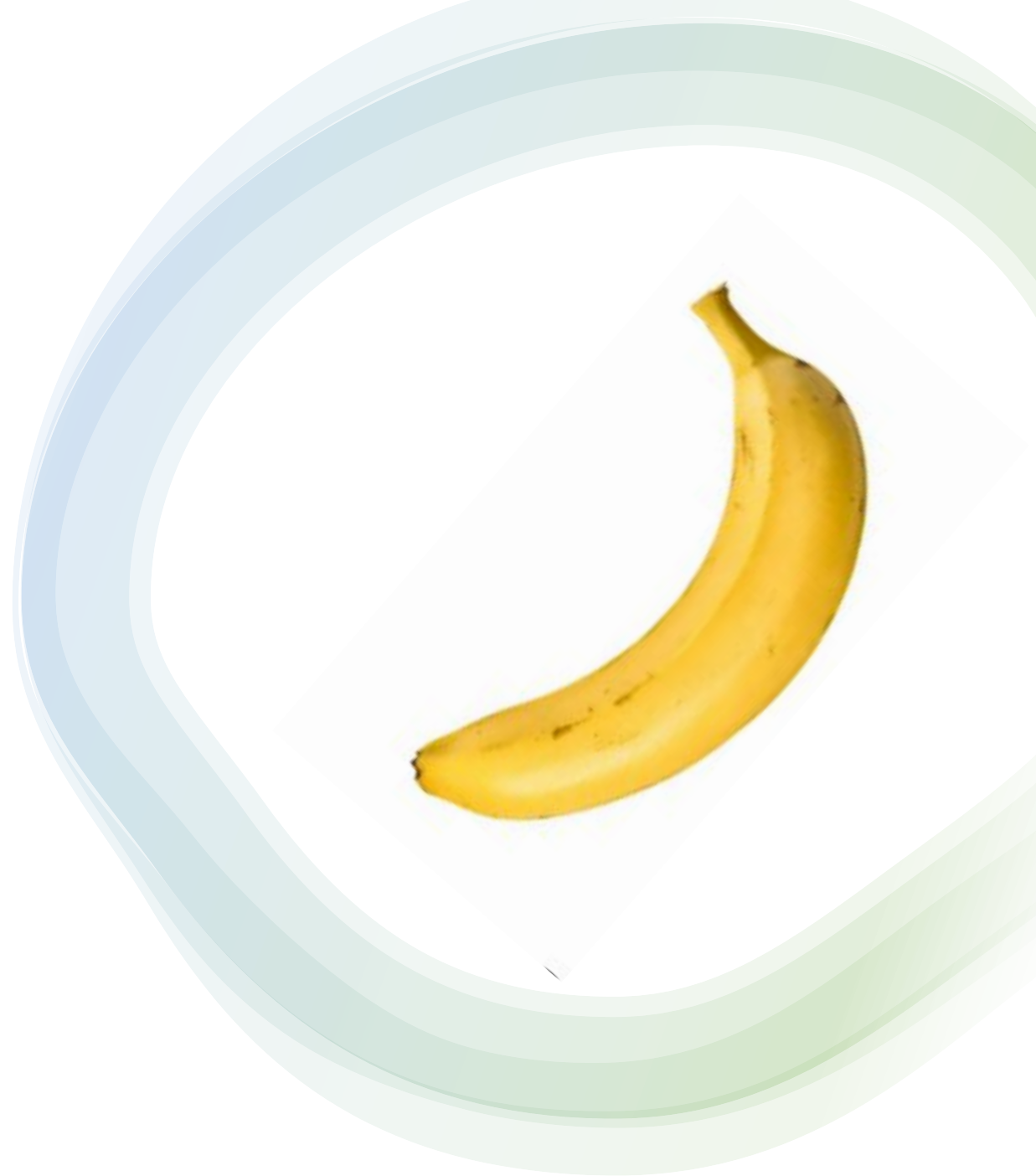
Földkérgi eredetű sugárzások

- Földérgi belső:
 - radon (^{222}Rn): talaj, kőzetek, víz, levegő
 - kálium (^{40}K): élelmiszerben, műtrágya
 - szén radioaktív izotópja ($^{14}_6\text{C}$): élőlényekben lévő szén egy része

Az emberi szervezetben minden órában kb. 16 millió radioaktív részecske bomlik el ezek ártalmatlanok.
- Földkérgi külső:
 - urán (^{238}U), tórium (^{232}Th) és a kálium (^{40}K), valamint a rubídium (^{87}Rb) és még néhány hosszú felezési idejű természetes radioaktív izotóp
 - ezek épített kőzetekben, talajban
 - A Föld belső magjának magas hőfokát és olvadt állapotát ezeknek a hosszú felezési idejű radioaktív izotópoknak a bomlása okozza.

A banán tényleg radioaktív?

- A banán tartalmaz természetes kálium-40 izotópot, ami béta-bomló
- 1 banán $\approx 0,1$ mikrosievert
- Ezt hívják tréfásan Banana Equivalent Dose (BED)-nek
- Egy mellkasröntgen kb. 1000 banánnak felel meg
- Nem veszélyes, mert a szervezet szabályozza a káliumszintet



A dohányzás is radioaktív

- A cigarettában található polónium-210 és ólom-210 a tüdőbe jut.
- Egy erős dohányos éves sugárterhelése a tüdejében összevethető több száz mellkasröntgennel.
- A radioaktivitás is hozzájárul a tüdőrákhoz





Kozmikus eredetű sugárzások

- Naprendszeren kívülről érkezik hozzánk
- a tengerszint feletti magasság növekedésével növekszik
- A szervezetünkbe kerülő radioaktív izotópok közül a legjelentősebbek: a trícium (^3H), a szén (^{14}C), továbbá a berillium (^7Be), a nátrium (^{22}Na)
- A Föld mágneses tere a töltött részecskéket a sarkok felé tereli, ezért a kozmikus sugárzás által okozott dózisterhelés a sarkok közelében nagyobb és az egyenlítő felé csökken.

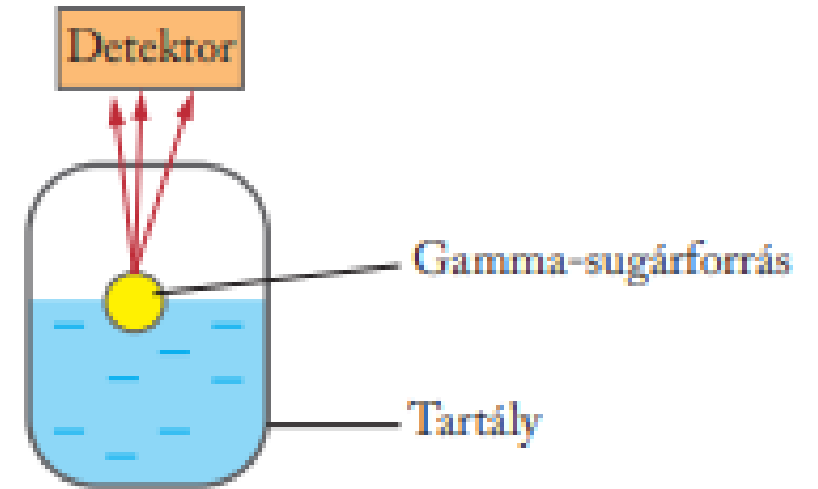


Mesterséges eredetű háttérsugárzások

- orvosi diagnosztikában és a terápiában használt berendezések
- nukleáris energia termelés csak igen kis mennyiség kerül be a légkörbe vagy a vizekbe
- Ezek az ember teljes sugárterhelésének mintössze 14%-át teszik ki

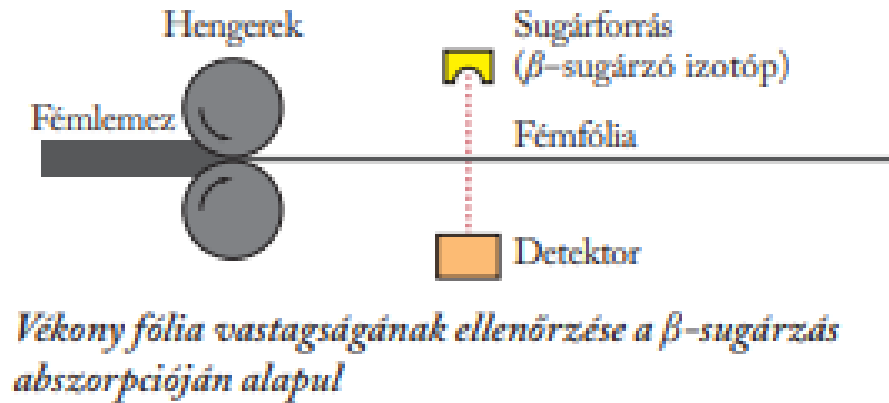
Radioaktív izotópok ipari alkalmazásai

- Zárt sugárforrások
- Gamma-sugárforrások felhasználása:
 - rétegvastagság mérése
 - lezárt forgórészek fordulatszámának ellenőrzése
 - nagyméretű tartályokban a szintmérés
 - élelmiszeripari fertőtlenítés, tartósítás
 - mezőgazdaságban pusztító rovarok ellen



A szintmérő működési elve

Radioaktív izotópok ipari alkalmazásai



- Béta-sugárforrás felhasználása (β -sugárzás abszorpcióján alapul)
 - fémfóliák gyártásához hasznos vastagságméréshez
- Egy α -sugárzást teljesen elnyelne a fólia, míg a γ -sugárzás abszorpció nélkül, szinte akadálytalanul haladna át a fólián.
- Alfa sugárzás:
 - füstérzékelők



Radioaktív izotópok orvosi alkalmazása

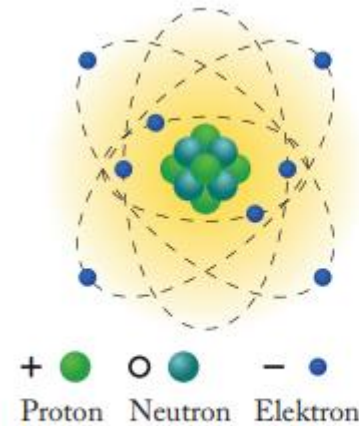
- Nyomjelzés (Hevesy György, F. Paneth 1913)
 - Egy elem radioaktív izotópját építik be a molekulába, azzal a céllal, hogy megjelöljék
 - a "megjelölt" atomok a reakciótermékekben a sugárzás mérésével azonosíthatók, nyomon követhetők
- Sugárterápia
 - a daganatos megbetegedések egyik fő kezelési módszere, amely nagy energiájú ionizáló sugárzással célozza és pusztítja el a rákos sejteket, illetve gátolja azok osztódását

Anyag és antianyag, kölcsönhatások

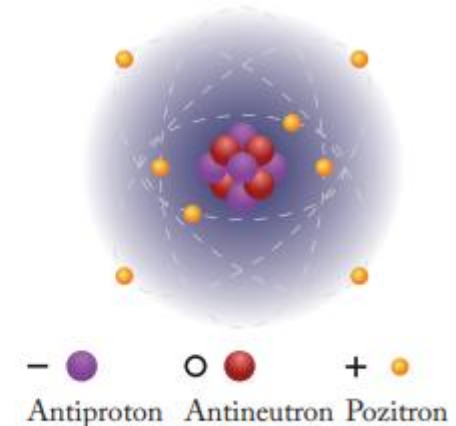
- Paul Dirac: megsejtette hogy léteznie kell az elektron pozitív párjának, ezt 1932-ben fel is fedezték: pozitron
- antiproton
- Ma már bizonyított hogy minden részecskének van antirészecskéje
- Antihidrogén, azóta több más antianyag megfigyeltek



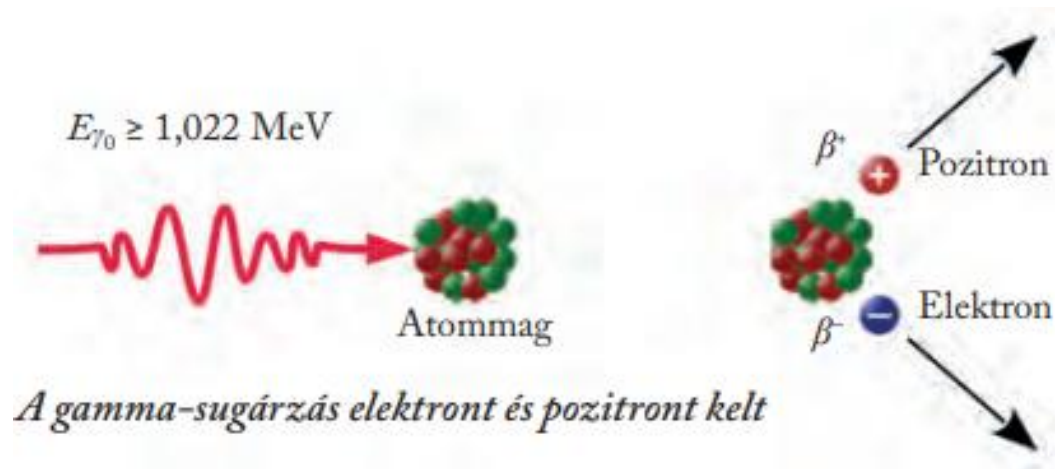
Paul Dirac



Anyag és antianyag



Párkeltés

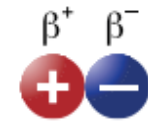


- olyan jelenség, amelynek során részecskeantirészecske pár keletkezik
- foton/gamma sugárzás kelti
- $\gamma \rightarrow e^- + e^+$

Szétsugárzás

- Párkeltés ellentétes folyamata
- Elektron-pozitron párnál két gamma-foton keletkezik, ritkábban esetleg három
- $e^+ + e^- \rightarrow 2\gamma$

$$e^- + e^+ \Rightarrow 2\gamma$$



$$E_{\gamma 1} = 511 \text{ keV}$$

$$E_{\gamma 2} = 511 \text{ keV}$$



Elektron és pozitron találkozásánál két gamma-foton keletkezik



Stabil és instabil részecskék

Stabil részecskék

- Elektron
- Proton
- Foton
- Neutrínók

Instabil részecskék

- Szabad neutronok
- Müonok
- Higgs-bozon

A négy alapvető kölcsönhatás

Kölcsönhatás típusa	Hatás	Erőhatás relatív nagysága	Ható-távolság
Erős magerő	nukleonokra hat	1	$\sim 10^{-15}$ m
Elektro-mágneses erő	statikus és mozgó töltött részecskék	10^{-3}	végtelen
Gyenge nukleáris erő	β -bomlásért felelős	10^{-5}	$\sim 10^{-18}$ m
Gravitációs erő	minden tömeggel rendelkező részecskére hat	10^{-40}	végtelen

A négy alapvető kölcsönhatás és a fellépő erőhatások



Erős és gyenge kölcsönhatások

Stabil atommagok esetén erős kölcsönhatás az összetartó erő más nevén erős magerő:

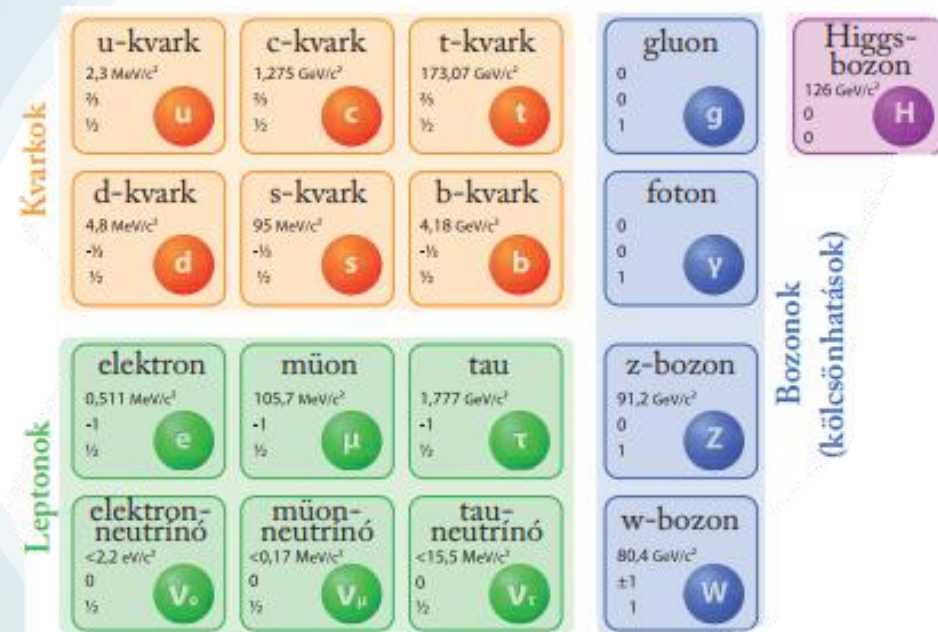
- legyőzi a protonok elektrosztatikus taszítóerejét és együtt tartja azokat
- Hatótávolsága nem haladja meg a 3-4 fm-t

Instabil atommagok esetén gyenge kölcsönhatás más nevén gyenge magerő:

- Ez nem lép fel stabil atommagokban
- Felelős a proton neutronná alakulásáért (β^+ bomlás) és a neutron protonná alakulásáért (β^- bomlás)

Elemi részecskék

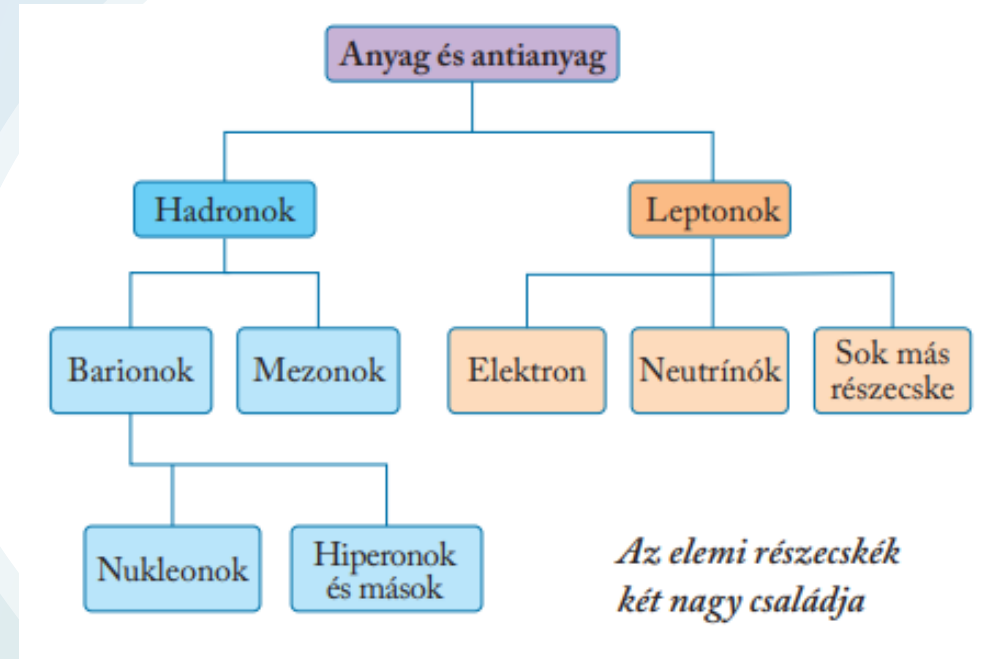
- azok a részecskék lehetnek, amelyeknek nincs felépítése, és ezért nem oszthatók fel kisebb részekre
- Standard Modell
 - Anyagi részecskék: kvarkok, leptonok
 - Közvetítő részecskék: bozonok
 - Higgs-bozon
- A felállított elmélet helyességét a részecskegyorsítókban később végzett kísérletekkel igazolták



Az elemi részecskék Standard Modellje

Hadronok és leptonok

- A hadronok és a leptonok az elemi részecskék két nagy családja.
- Hadronoknak nevezzük azokat a részecskéket, amelyek erős kölcsönhatásban vesznek részt. Ilyenek például a protonok, a neutronok
- Leptonoknak nevezzük azokat a részecskéket, amelyek a gyenge kölcsönhatásban vesznek részt. Az erős kölcsönhatásban nem vesznek részt. Ilyenek az elektronok, a müonok, a neutrínók és azok antirészecskéi.



Források

- https://www.tankonyvkatalogus.hu/storage/pdf/OH-FIZ1112E_teljes.pdf
- https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/erettsegi/vizsgakövetelmények2024/fizika_2024_e.pdf
- <https://nnk.gov.hu/index.php/orszagos-radon-program/a-radioaktivitasrol-diohejban.html>

The background features decorative curved lines in shades of green and blue, positioned in the top-left and bottom-right corners.

Köszönöm a Figyelmet!