

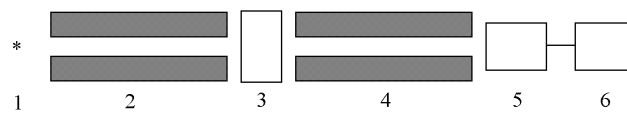
A nukleáris sugárzások detektálása

Nukleáris detektorok

61

Mit tudunk mérni?

$$\frac{1 \text{ bomlás}}{\text{másodperc}} = 1 \text{ becquerel} = 1 \text{ Bq}$$



$$I = \frac{n}{t} = k\eta A$$

62

Detektálási lehetőségek/igények:

igen/nem

sugárzás fajtája

sugárzás energiája/energiaeloszlása

integráló

azonnali

későbbi kiolvasás

(termo/kemo/foto/

pillanatnyi érték

(számlálási sebesség: ratemeter)

63

DETEKTÁLHATÓSÁG ALAPJA: **ionizációs** kölcsönhatások

1. Semleges gerjesztés



2. Külső ionizáció



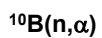
3. Belső ionizáció



4. Fékezési röntgensugárzás

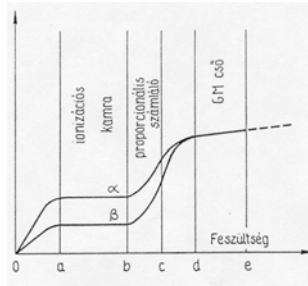
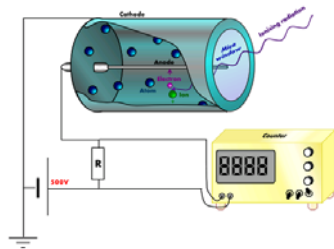


NEUTRON-DETEKTÁLÁS: **Közvetett ionizáció**



64

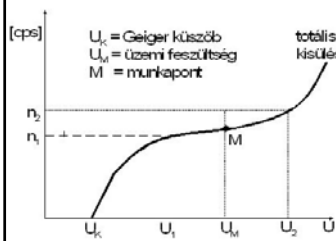
Gázionizációs detektorok



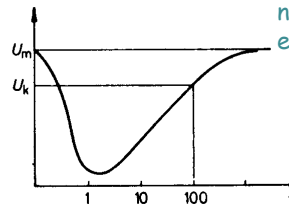
Ionizációs kamra:
energiaszелеktív
 pl. α -spektrométer

Prop. számláló:
energiaszелеktív
 nagy méret
 pl. sugárkapuk

Geiger-Müller számláló



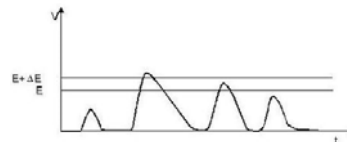
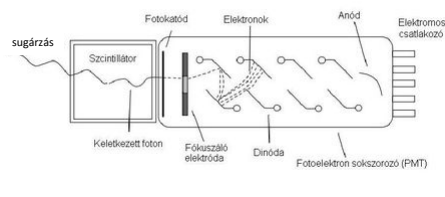
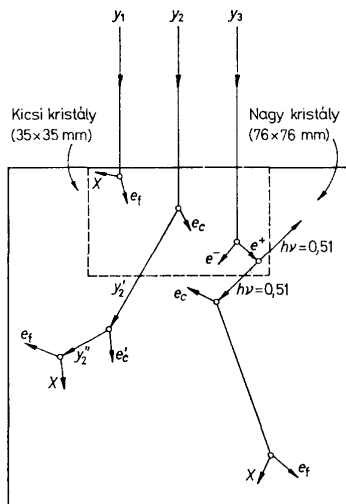
Holtidő



NEM energiaszelektív
 nagy holtidő
 elsősorban részecskeug.

65

Szcintillációs detektor



66

Leggyakoribb szcintillátor anyagok

A detektálandó sugárzástól függ

Pl.

NaI(Tl) gamma

Műanyag szcintillátor béta

ZnS alfa

A folyadékszscintillációs mérés technika

kis energiájú radioaktív izotópok mérésére (^3H , ^{14}C)
a szcintillátor és a mérendő anyag közös oldatban

jelkialakulás: a radioaktív izotóp az oldószert gerjeszti,
majd az gerjeszti a szcintillátor molekulát. A
látható foton jut majd el a fizikailag külön álló
PM-be.

67

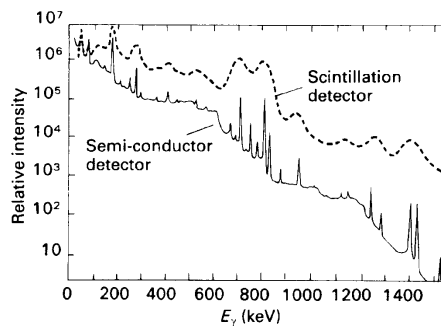
Félvezető detektor

Félvezetők tulajdonságai

	Si	Ge	CdTe
Rendszám, Z	14	32	48 - 52
A tiltott sáv szélessége, eV	1,12	0,74	1,47
Ionizációs energia, eV	3,61	2,98	4,43

Ge(Li)

HPGe, Si(Li)



68

A DETEKTOROK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

TULAJDONSÁG	GM cső	SZCINTILLÁCIÓS	FÉLVEZETŐ
Alkalmazási terület	Főleg részecske-sugárzás	bmilyen	bmilyen
Detektálási hatások	Részecskékre (α, β, n) közel 100 %, elmágn. sugárzásra 1-2%	Ált. jó	Ált. jó, esetenként erős T-függés
Holtidő	< 1 ms	<1 μ s	<0.1 μ s
Ár	Alacsony	Drága kiegészítő egységek	Drága (+üzemeltetés)
Egyéb	Hosszú élettartam	Magas számlálási seb.	A driftelt detektorokat használaton kívül is hűteni kell

69

Dozimetria

Az anyagban a sugárzás hatására bekövetkező változás az anyagnak átadott energia következménye

Az átadott energia mértéke a DÓZIS:

$$D = \frac{\Delta E}{m} \quad \frac{\text{J}}{\text{kg}}, \text{ Gray, Gy}$$

Pontszerű sugárforrás

$$D = k \frac{At}{R^2}$$

70

A biológiai változások mértéke azonos D esetén
 függ a sugárzás fajtájától: egyenértékdózis

$$H = w_R D \frac{J}{kg}, \text{ Sievert, Sv}$$

w_R : a sugárzás fajtájára, minőségére jellemző súlyozó tényező
 (a LET függvénye)

Sugárzás	w_R
Foton ($E > 200$ keV)	1
Elektron	1
Neutron	
< 1 MeV	$2,5 + 18,2e - [\ln(E_n)]^2 / 6$
$1-50$ MeV	$5,0 + 17,0e - [\ln(2E_n)]^2 / 6$
> 50 MeV	$2,5 + 3,25e - [\ln(0,04E_n)]^2 / 6$
Alfa, hasadvány, nehézion	20

71

Különböző szerveink sugárérzékenysége nem azonos:

$$H_E = \sum_T H_T w_T \quad [\text{Sv}] \quad \text{effektív dózisegyenérték}$$

$$\sum_T w_T = 1 \quad \text{súlyozó tényező}$$

Testszövet	w_T
Csontvelő	0,12
Vastagbél	0,12
Tüdő	0,12
Gyomor	0,12
Emlő	0,12
Egyéb szövetek (a)	0,12
Ivarmirigyek	0,08
Hólyag	0,04
Nyelőcső	0,04
Máj	0,04
Pajzsmirigy	0,04
Csontfelszín	0,01
Agy	0,01
Nyálmirigyek	0,01
Bőr	0,01

(2015)

72

A nukleáris háttérsugárzás

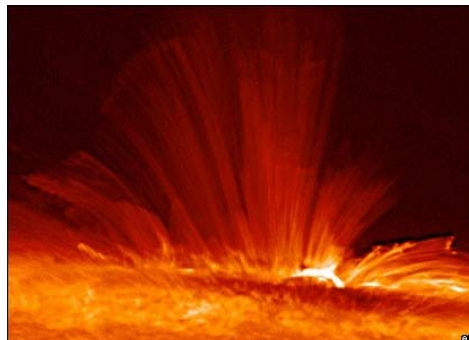
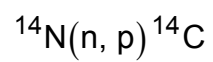
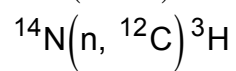
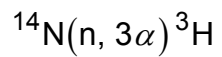
73

1) Természetes

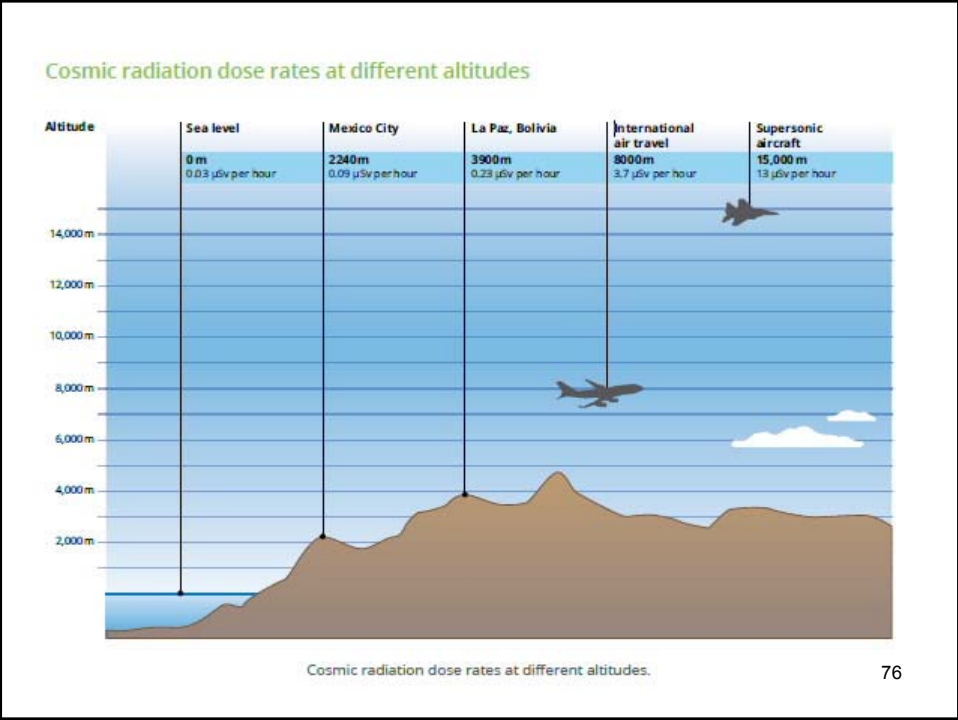
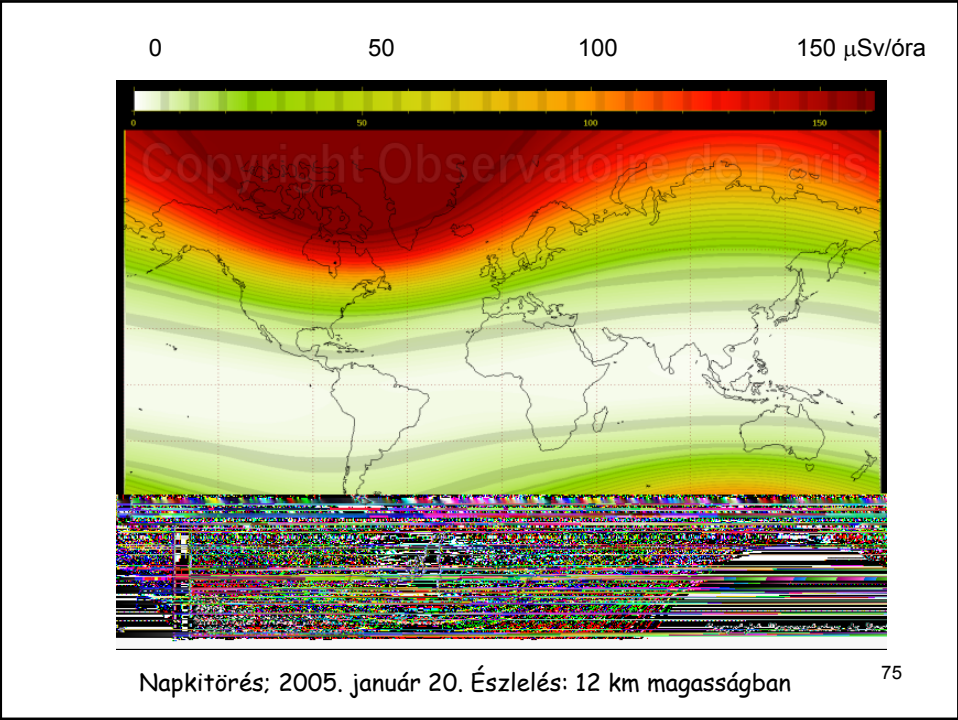
Kozmikus háttér

töltött részecskék (p, α) + levegő →

→ másodlagos részecskék → → sugárzás

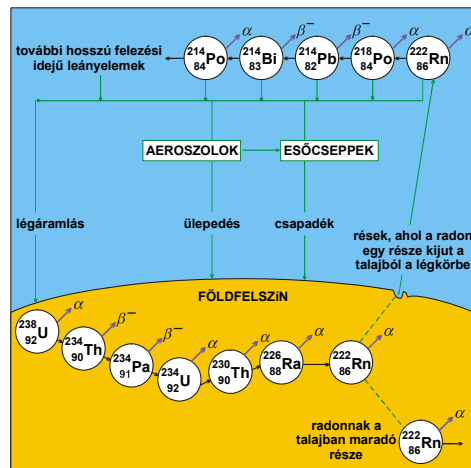


74



Földkéreg

A geológiai fejlődés során hosszú $T_{1/2}$ -ű nuklidok bányászható mértékben felszaporodtak ill. szétoszlának a talajban és az építőanyagokban.



^{40}K	1.3×10^9 év	β, γ
^{238}U	4.5×10^9 év	α
^{235}U	7.0×10^8 év	α, γ
^{234}U	2.4×10^5 év	α
^{226}Ra	1600 év	α, γ
^{222}Rn	3,8 nap	α
^{232}Th	1.4×10^{10} év	α
^{230}Th	7.5×10^4 év	α
^{228}Th	1.9 év	α

Radioaktív családok
 ^{232}Th , ^{237}Np , ^{238}U , ^{235}U
 (Tankönyv 78. oldal)

77

2. Mesterséges

Hosszú felezési idejű izotópok az üzemanyagciklusban

Transzurán izotópok

^{239}Pu	2.44×10^4 év	α
^{240}Pu	6600 év	α
^{241}Pu	14 év	β
^{238}Pu	86.4 év	α
^{237}Np	2.2×10^6 év	α
^{241}Am	432 év	α
^{244}Cm	7.9 év	α
^{242}Cm	163 nap	α

Hasadási termékek

^{137}Cs	30 years	β, γ
^{131}I	8 nap	β, γ
^{99}Tc	2.13×10^5 years	β
^{90}Sr	28 years	β
^{89}Sr	50 days	β
^{129}I	1.57×10^7 years	β

Nukleáris üzemanyag

^{238}U	$4.5 \cdot 10^9$ év	α
^{235}U	7.0×10^8 év	α
^{234}U	2.4×10^5 év	α
^{232}Th	1.4×10^{10} év	α
^{230}Th	7.5×10^4 év	α
^{228}Th	1.9 év	α

Aktiválási termékek

^{60}Co	5 év	β, γ
^{59}Ni	7.5×10^4 év	E.C.
^{63}Ni	100 év	β
^3H	12 év	β
^{14}C	5000 év	β

78

