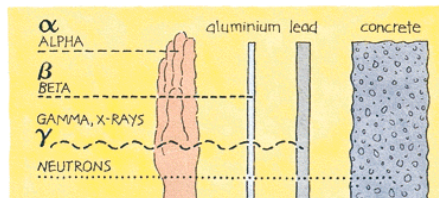


## A sugárzás kölcsönhatása az anyaggal



**Az elnyelődés mértéke/az áthatolóképesség mitől függ?**

**Mi történik, miközben a sugárzás áthalad az anyagon**

**1) az anyaggal; 2) a sugárzással ?**

**Előállíthatók-e mesterséges radioaktív magok?**

**= radioaktív lesz-e egy anyag, ha nukleáris sugárzás éri?**

24

## A sugárzások osztályozása

**Részecskék (m, töltés)**

	<u>I.</u>	<u>II.</u>	<u>III.</u>
<b>a</b>	<b>b</b>		
p	$e^+$	n	$\gamma$
$\alpha$	$e^-$		X
ion			

1. Magaktív töltött részecskék (p, d, t, alfa:  $m_0 > m_e$ )
2. Magidegen töltött részecskék ( $e^+$ ,  $e^-$ )
3. Töltés nélküli (n:  $m_0 > 0$ )
4. Töltés és nyugalmi tömeg nélküli (elektromágneses sugárzások)

25

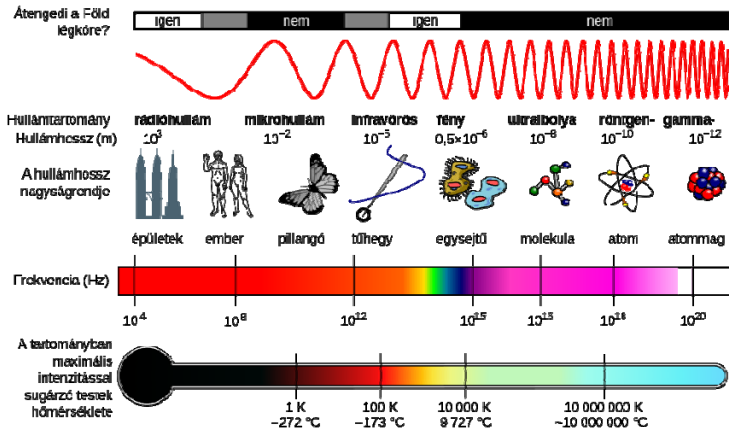
## A sugárzások és az anyag fizikai kölcsönhatásai

A kölcsönhatásban résztvevő partner	Mechanizmus
1. Atommag	a., Elnyelődés (abszorpció) s: $\Delta I, \Delta E$ ; a: $E_{kin} + E^*$
2. Az atommag erőtere	
3. Elektron (szabad, kötött)	b., Koherens szórás (nincs energia átadás) s: $\Delta I$
4. Elektromos erőtér	c., Inkoherens szórás s: $\Delta I, \Delta E$
5. Molekulák	(van energiaátadás) --> rugalmas, a: $E_{kin}$
6. Makroszkopikus rendszerek	(nincs gerjesztés) --> rugalmatlan a: $E_{kin} + E^*$ (gerjesztés is van)

**1,2 abc: magreakciók**  
**3,4 abc: ionizáló sugárzások khatásai**  
**5,6 abc: nem ionizáló sugárzások khatásai**

## Elektromágneses sugárzások kölcsönhatása az anyaggal

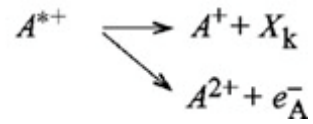
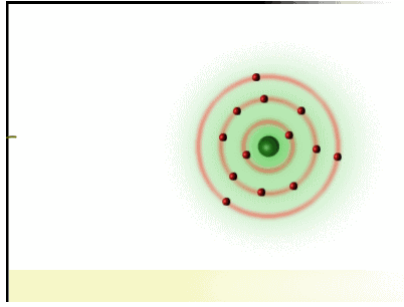
## Elektromágneses sugárzások



(közvetlenül) ionizáló  
gamma, röntgen, UV  
nem ionizáló  
UV, VIS, IR, mikro, rádió- és hanghullámok<sup>8</sup>

## A $\gamma$ -sugárzás kölcsönhatásai

# 1. Fotoeffektus



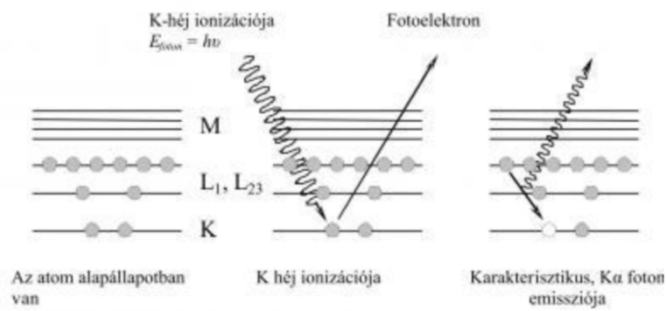
$$E_e = E\gamma - E_i$$

$$\sigma_f \approx \text{konst.} \frac{Z^n}{(h\nu)^3}$$

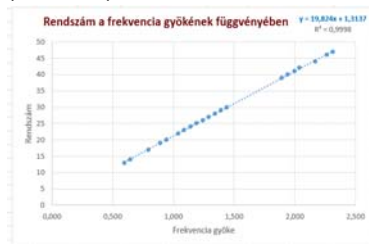
$$n(E) = 4 - 5$$

30

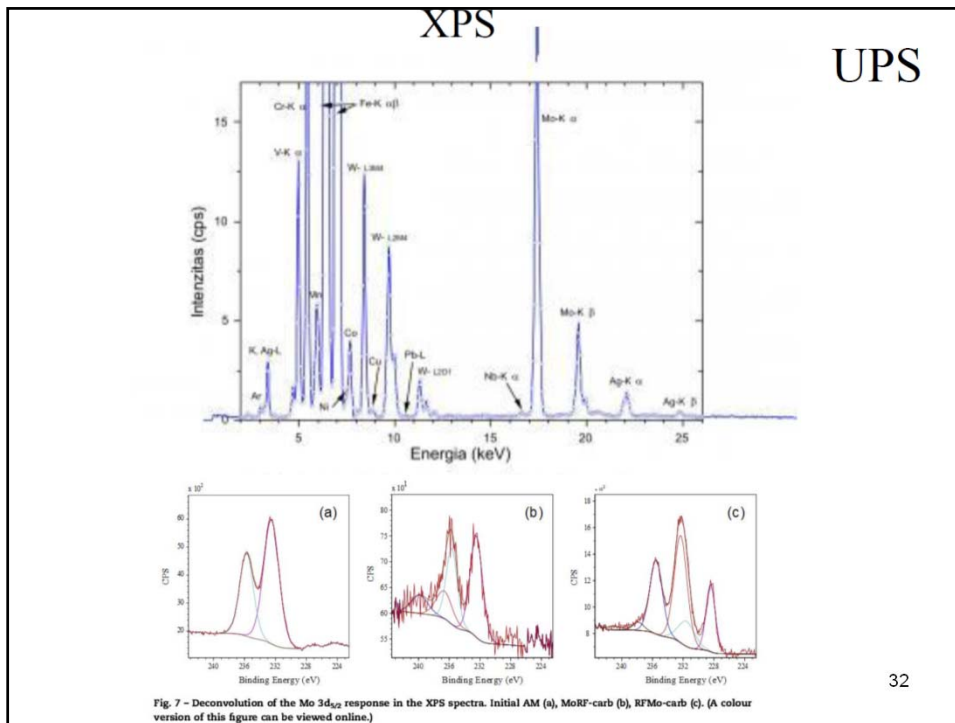
## Karakterisztikus röntgensugárzás (XPS)



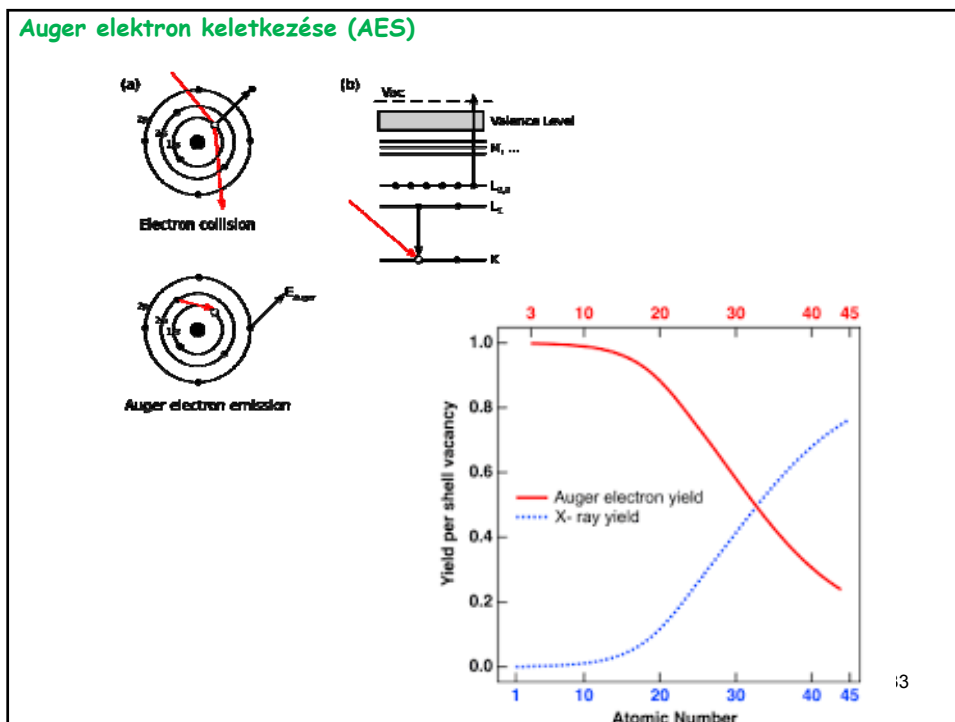
### Moseley-törvény

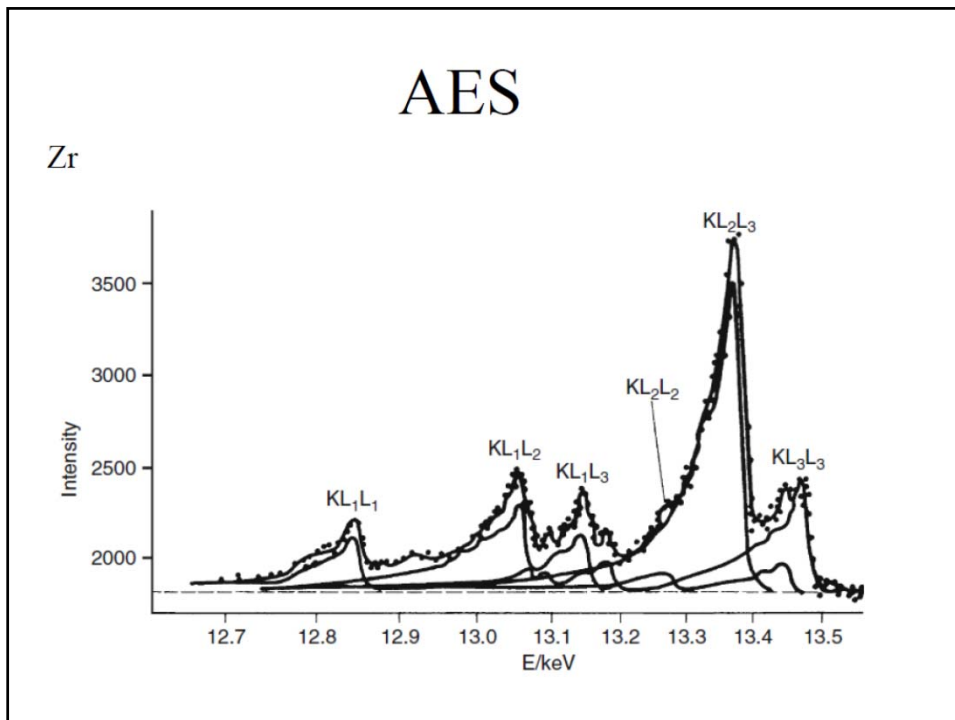


31



32





## 2. Compton-szórás

$100 \text{ keV} < E_\gamma < 1.02 \text{ MeV}$

Az egyenletekben szereplő  $\theta$  a foton eltérülésének szöge (az ábrán v).

$E_C$

$$E_C = E_\gamma - E'_\gamma = \Delta E = \frac{E_\gamma E'_\gamma}{0,51} (1 - \cos \theta) \text{ MeV}$$

$N_e$

$\phi$

$$E'_\gamma = \frac{E_\gamma}{\frac{E_\gamma}{0,51} (1 - \cos \theta) + 1} \text{ MeV}$$

$N_r$

$\theta$

**Nagy  $\gamma$  energia: kisebb eltérülési szög preferált**

35

$$\sigma_C = \sigma_s + \sigma_a$$

szórás + abszorpció

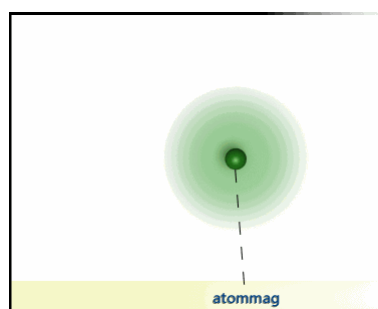
$$\sigma_s = \frac{8\pi r^2}{3} (1 - 3a + 9,4a^2 - 28a^3) \quad a = \frac{E_\gamma}{0,51}$$

$$\sigma_a = \frac{8\pi}{3} r^2 (a - 4,2a^2 + 14,7a^3)$$

$$\mu_C = \frac{\mu'_C}{\rho} = \sigma_C \frac{\rho_k}{\rho} = \sigma_C \frac{N_k Z}{A}$$

34

### 3. Párképzés



$$\sigma_P = K(E_\gamma - 1,02)^{2,2} Z^2$$

Pozitron    Pozitrónium

$e^+$



$e^+ e^-$



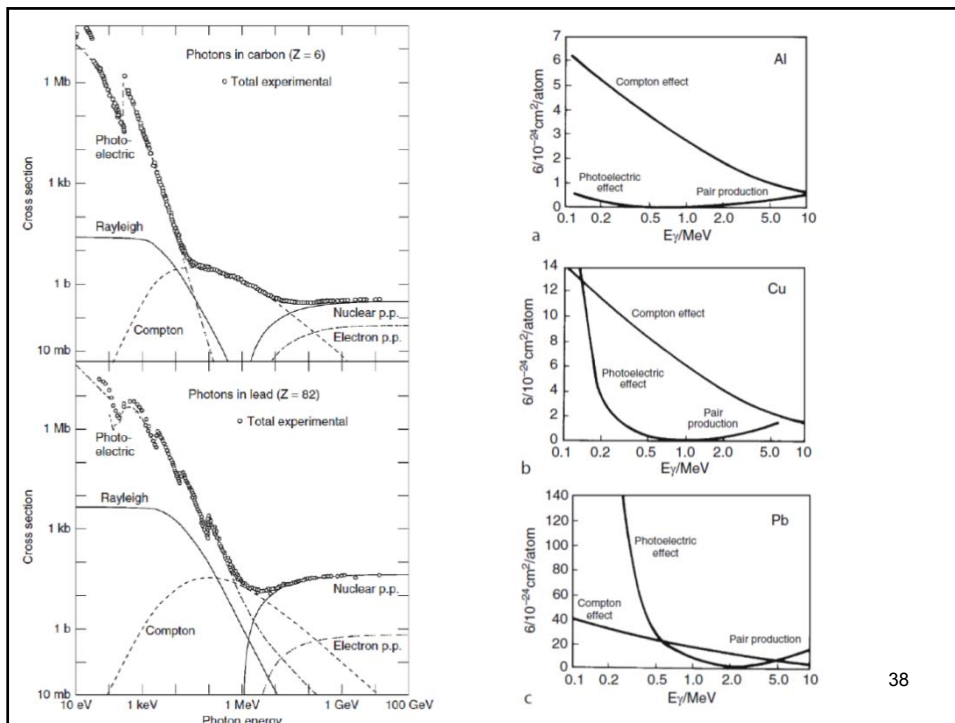
Foton  $E_\gamma = 511\text{keV}$



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

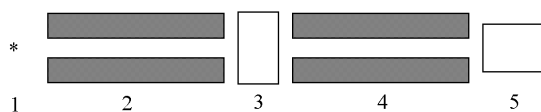
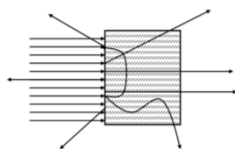
**ANNIHILÁCIÓ**

37



## Gamma-sugárzás elnyelődése

### A méréselrendezés



- 1 Pontszerű sugárforrás (a tér minden irányába lép ki a sugárzás)
- 2,4 Kollimátor (a sugárzás párhuzamosítására)
- 3 Az ANYAG  
vastagsága  $x$   
rendszáma  $Z$   
atomai sűrűsége  $\rho_A$ : az atomok száma egységnyi térfogatban
- 5 Detektálás



Az anyagba  $t$  idő alatt bejutó részecskék száma  $n$

Az  $x$  úton  $\rho_A$ -nak megfelelő számú részecskével léphetnek kölcsönhatásba

Nem minden „találkozás” eredményes:

a valószínűséget a  $\sigma$  HATÁSKERESZTMETSZET veszi figyelembe

$\sim 10^{-28} \text{ m}^2$  nagyságrendű

függ a részecske (sugárzás) energiájától

Így a tényleges kölcsönhatások száma  $v = \sigma(E)n\rho_A$

A  $dx$  úthosszon elnyelődő részecskék száma  $-dn = \sigma(E)n\rho_A dx$

Ha  $x=0$ , minden részecske eljut a detektorig:  $n = n_0 e^{-\sigma(E)\rho_A x}$

$$I = n/t$$

$$I = I_0 e^{-\mu' x}$$

$\mu' = \sigma(E)\rho_A$  lineáris gyengülési együttható, pl.  $1/\text{cm}$

$x_{1/2} = \ln 2 / \mu'$  Felezési rétegvastagság