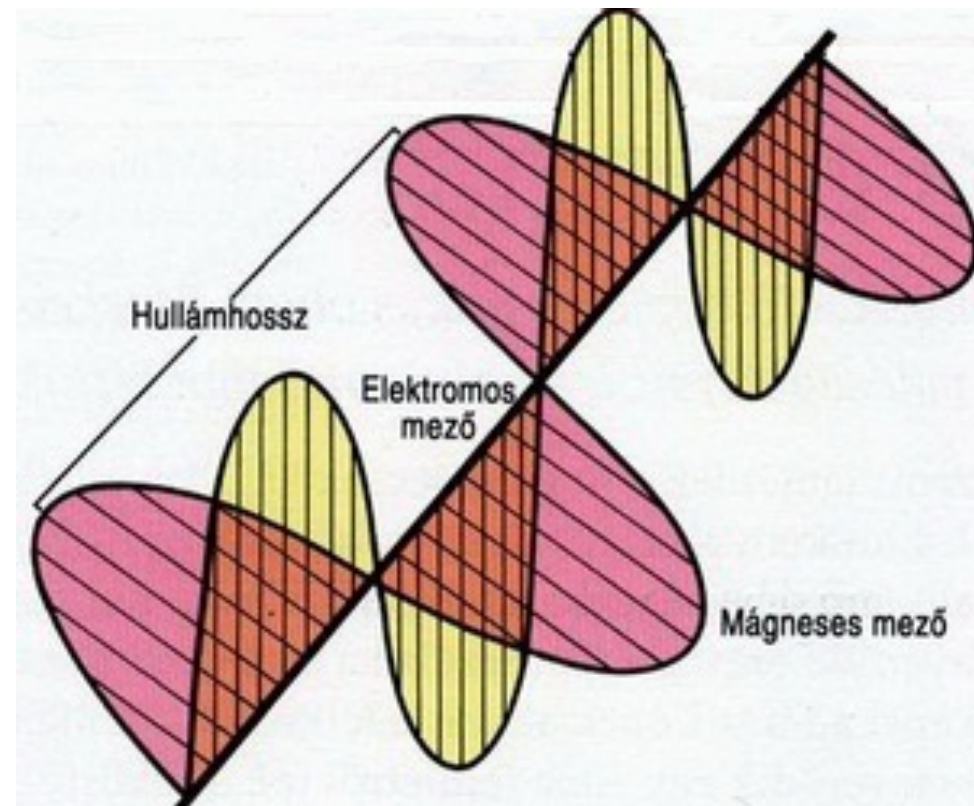


Elektromágneses sugárzások

- Energiaáramlás
- Hullám-részecske kettősség
- Vákumban is terjed (közvetítőközeg nélkül)
- Egymásra merőleges elektromos és mágneses tér
- Fénysebességgel terjed

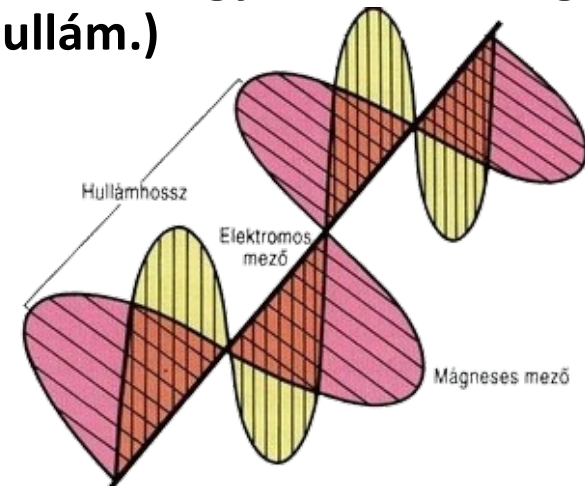


Elektromágneses sugárzások fizikai jellemzői

- Hullámhossz (m (méter))
 - a hullám két egymást követő, azonos fázisban lévő pontja közötti távolság. (pl. két egymás utáni hullámhegy vagy hullámvölgy)
- Frekvencia (Hz (Hertz))
 - egy másodperc alatt hány teljes hullámciklus (hullámhegy és hullámvölgy) halad át egy adott ponton. (Hányszor rezeg a hullám.)

$$\lambda = 1/\nu$$

Kis hullámhossz, nagy frekvencia= nagy energia



Elektromágneses sugárzások

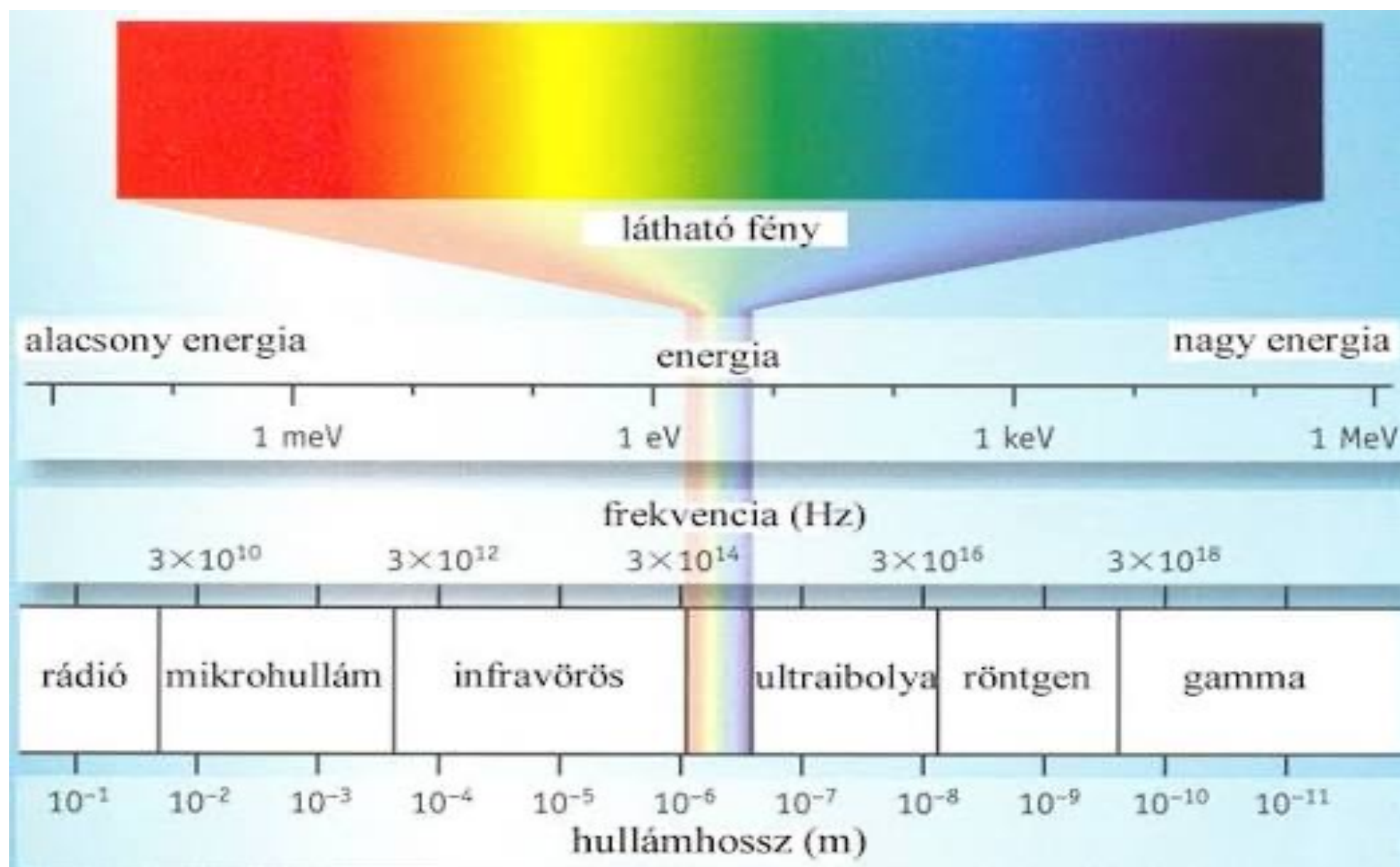
Hullám jelleg

- **Interferencia:** Ha két fényhullám találkozik, képesek erősíteni vagy teljesen kioltani egymást (ahogy a víz hullámok is).
- **Elhajlás (Diffrakció):** Ha a fény egy apró résen halad át, képes behatolni az árnyéktérbe, vagyis „behajlik” a sarok mögé.
- **Visszaverődés és fénytörés:** Amikor a fény tükörről visszaverődik, vagy a vízbe lépve megváltoztatja az irányát.

Elektromágneses sugárzások

Részecske jelleg

- **Fényelektromos jelenség (Fotocella):** Ha fény esik egy fémlemezre, abból elektronok szakadnak ki.
- **Compton-szórás:** Amikor egy röntgenfoton nekimegy egy elektronnak, úgy pattannak vissza egymásról, mint két biliárdgolyó



Ionizáló sugárzások

Ultraibolya sugárzás (UV)	1 nm – 380 nm	790 THz – 30 PHz	Napfény (UV-A, B, C), szoláriumok, sterilizálás.
Röntgensugárzás (X-ray)	10 pm – 1 nm	300 PHz – 30 EHz	Orvosi diagnosztika (csonttörések), biztonsági átvilágítás.
Gamma-sugárzás	< 10 pm	> 30 EHz	Nukleáris reakciók, csillagászati jelenségek, rákterápia.

- Képesek elektronokat kiszakítani az atomokból és molekulákból
- Inkább részecskeként viselkednek

Nem ionizáló sugárzások (inkább hullám)

Tartomány neve	Hullámhossz tartomány	Frekvencia tartomány	Jellemző alkalmazás / előfordulás
Rádióhullámok	1 mm – 100 000 km	3 Hz – 300 GHz	Rádió- és tévéműsor-szórás, mobilkommunikáció, Wi-Fi.
Mikrohullámok	300 μ m – 30 cm	1 GHz – 1000 GHz	Mikrohullámú sütők, radarok, műholdas kapcsolatok.
Infravörös sugárzás (IR)	780 nm – 1 mm	300 GHz – 400 THz	Hőszugárzás, éjjellátó készülékek, távirányítók.
Látható fény	380 nm – 780 nm	400 THz – 790 THz	Az emberi szem által érzékelhető egyetlen, igen szűk tartomány.

Foton és anyag kölcsönhatása

Elnyelődés (Abszorpció) és gerjesztés

- Ha a beérkező foton energiája **pontosan megegyezik** azzal az energiával, ami egy elektronnak kell ahhoz, hogy egy magasabb energiaszintre (pályára) ugorjon, a foton teljes egészében elnyelődik.
- A foton megszűnik létezni, az energia átadódik az elektronnak, az atom pedig **gerjesztett állapotba** kerül.

Az elektron hamarosan visszaugrik az alapállapotába. Eközben vagy kisugároz egy új (alacsonyabb energiájú) fotont (ez a *fluoreszkálás*), vagy az energia atomi rezgéssé, azaz **hővé** alakul.

Foton és anyag kölcsönhatása

Rugalmas szórás (Rayleigh-szórás)

- Ha a foton energiája **túl kevés** ahhoz, hogy gerjessze az elektront, a foton nem nyelődik el. Ehelyett az atom elektromos tere eltéríti a fotont.
- A foton irányt változtat (szóródik), de **az energiája és a frekvenciája teljesen változatlan marad** (nem veszít sebességéből vagy erejéből).

Foton és anyag kölcsönhatása

Fényelektromos jelenség (Fotoeffektus)

- Ha a foton energiája **elég nagy ahhoz, hogy kiszakítsa az elektront**, (de nem extrém magas) akkor a foton teljesen elnyelődik, és az összes energiáját átadja.
- A foton megsemmisül, az atomból pedig egy elektron (úgynevezett fotoelektron) repül ki. A foton energiájának egy része az elektron kiszabadítására fordul, a maradék pedig a kirepülő elektron mozgási energiájává válik.
- Gyakorlati haszna:
 - *napelemek* (a fényből elektromos áram lesz)
 - digitális képérzékelő *szenzorok* (CCD/CMOS).

Foton és anyag kölcsönhatása

Rugalmatlan szórás (Compton-szórás)

- **Közepesen nagy energiájú fotonoknál** (pl. röntgensugárzás) jellemző. Itt a foton energiája már jóval nagyobb, mint ami az elektron kötéséhez kell.
- A foton nekütközik egy elektronnak, és **átadja az energiája egy részét**. Az elektron kiszabadul és kirepül az atomból (ionizáció történik), a foton pedig csökkent energiával (alacsonyabb frekvenciával) és megváltozott irányban halad tovább. (biliárdgolyó-ütközés)

Foton és anyag kölcsönhatása

Párképződés

- **Legnagyobb energiájú fotonoknál** jellemző: a tiszta energia kézzelfogható anyaggá alakul át.
- Az extrém nagy energiájú foton egy atommag elektromos terének közelében haladva megsemmisül, és a helyén **egy anyag-antianyag részecskepár születik: egy elektron és egy pozitron**
 $E_{\min} = 2 \times 0,511 \text{ MeV} = 1,022 \text{ MeV}$
- A többlet energiából lesz a két részecske mozgási energiája
- A keletkezett elektrton beolvad a környezetbe
- A pozitron egyesül egy elektronnal, megsemmisülnek (**annihilizáció**) két, ellentétes irányba repülő gamma foton keletkezik ($2 \times 0,511 \text{ MeV}$) (PET vizsgálat alapja)

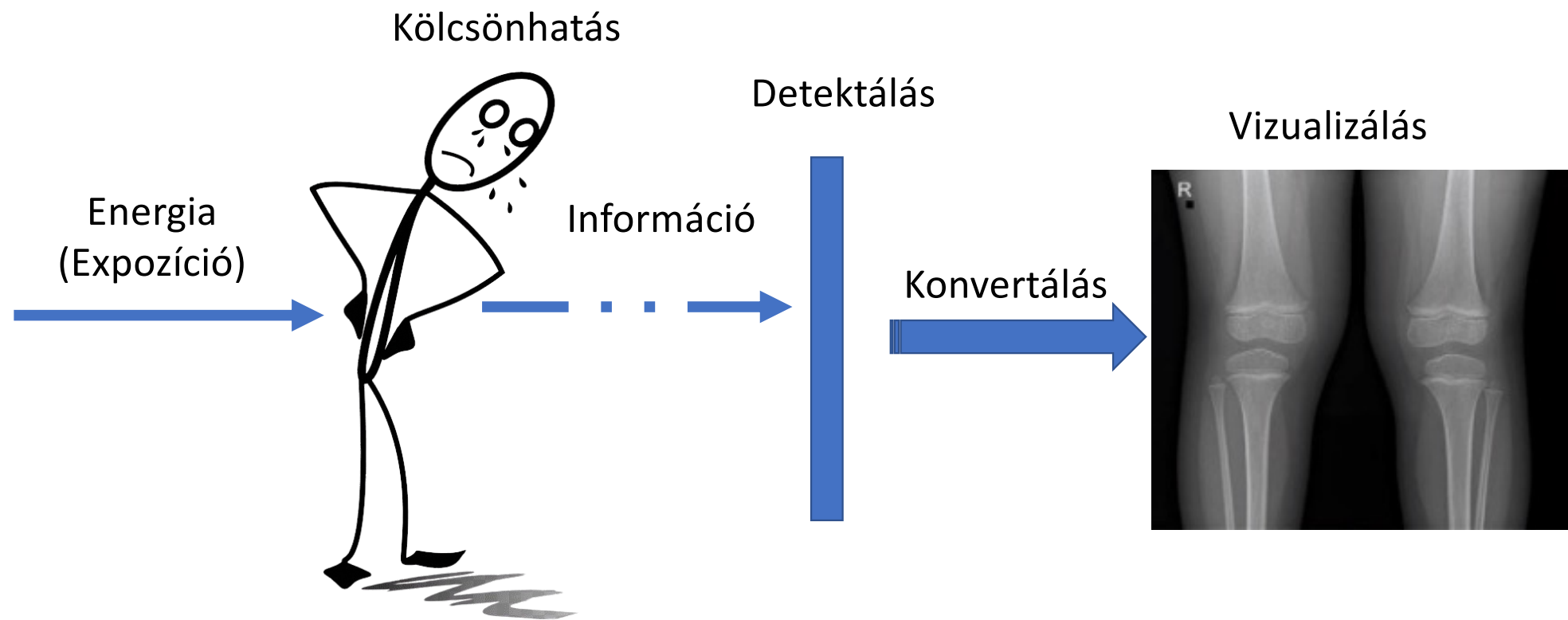
Sugárzás tartománya	Foton energiája	Tipikus kölcsönhatás az anyaggal	Mi történik az anyaggal?
Rádió / Mikrohullám	Nagyon alacsony	Molekulák forgása, dipólusok rezgése	Melegedés (pl. mikrohullámú sütő a vizet melegíti)
Infravörös	Alacsony	Kémiai kötések rezgése	Hőérzet, az anyag felmelegszik
Látható / UV fény	Közepes	Elektronok gerjesztése, fotoeffektus	Kémiai változások, színek látványa, napelem működése
Röntgen / Gamma	Nagyon magas	Compton-szórás, teljes ionizáció	Kémiai kötések felbomlása, DNS-sérülés, sejtroncsolás

Orvosi képalkotás

- Kép: az olyan intenzitáseloszlási minta, amihez a priori ismeretet tudunk kötni (anatómia, pathológia)
- (fizikus: minden optikai úton kijelzett 2D intenzitáseloszlási minta, függetlenül annak információtartalmától)



Orvosi Képképzés



Orvosi Képzalkotás

- Látható fénnnyel:
 - Kültakaró, üreges szervek
- Belső részek:
 - Rtg, UH, MRI, Izotóp