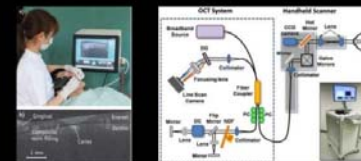


Biofizika

Csik Gabriella

csik.gabriella@med.semmelweis-univ.hu

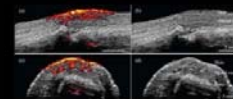
A. Handheld Optical coherence Tomography (OCT)



Diagnosis and monitoring in Dentistry



C. Improved Photoacoustic Ultrasound imaging



Improves minimally invasive surgery by fusion of intraoperative ultrasound (IOUS) images with the video from endoscopic cameras, and preoperative CT or MRI images

Root Canal... Infection

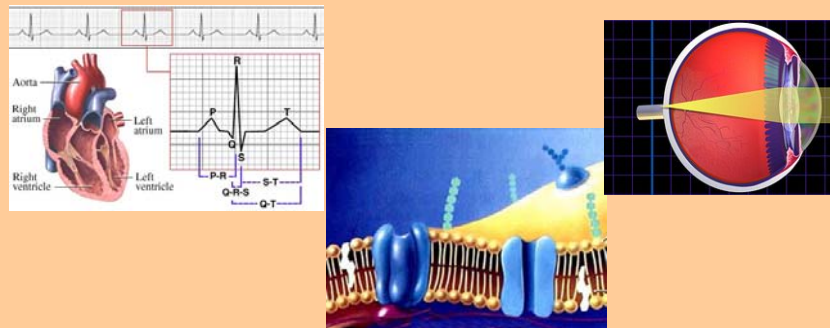


This female had no concerns regarding her oral health. Note the significant heat/thermal finding at "B", which is consistent with an active lymph node, among other things. In the event of an underlying tooth infection, she sought dentistry to determine the cause of this finding. Dental xray of tooth #18 indicated abnormality at "C", consistent with infection. This tooth had previously undergone root canal and was crowned. Months of treatment to improve the health of the tooth proved unsuccessful, and the tooth was extracted. After extraction, a contributing factor/likely cause of infection was observed: a long/vertical fracture/crack at "D". Note the soft tissue infection between the roots on the opposite side of the tooth at "E".

Mi a biofizika tárgya?

Biológiai jelenségek fizikai leírása/értelmezése

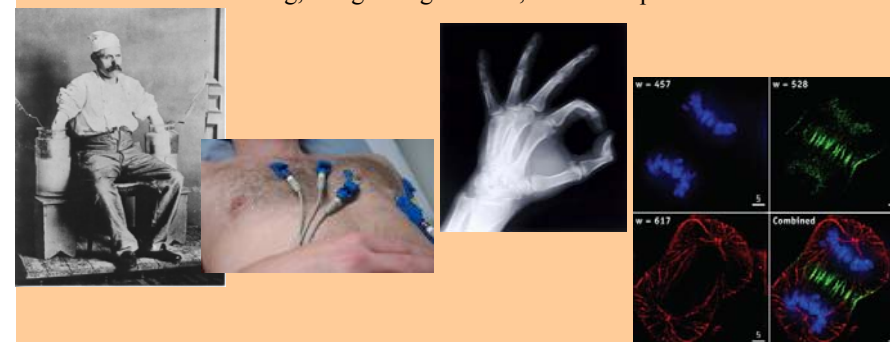
Pl. szívműködés, membránok szerkezete és működése, érzékelés stb.



Mi a biofizika tárgya?

A biológiában és orvostudományban alkalmazott fizikai módszerek tárgyalása

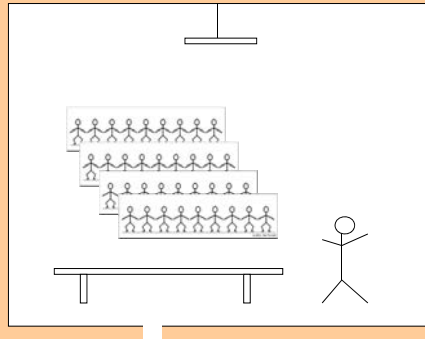
Pl. ekg, röntgendiagnosztika, mikroszkópos technikák stb.



Sugárzások

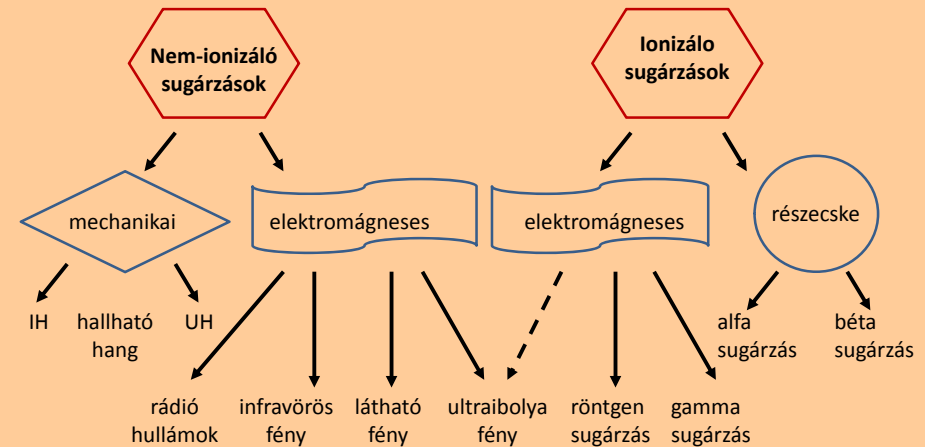
Milyen példákat tapasztalunk magunk körül?

hang
fény
rádióhullámok
magsugárzások



Sugárzás: energia kibocsátás és terjedés

Sugárzások



A fény természete

Hullám?



Christiaan Huygens

(1629 - 1695)

Traité de la lumière
1690

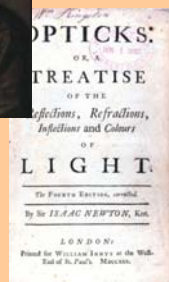
Részecske?



Isaac Newton

(1642 - 1727)

Opticks
1704



Hullámok általános leírása

Rezgés v. oszcilláció következtében kialakuló, térben és időben periódikus jelenség, amelyben energia terjed



de a hullámok különbözhetnek
az energia fajtája
az energia mennyisége
a terjedés mechanizmusa szerint

Jellemző mennyiségek

Térbeli periodicitás - hullámhossz

λ [m] vagy [nm]

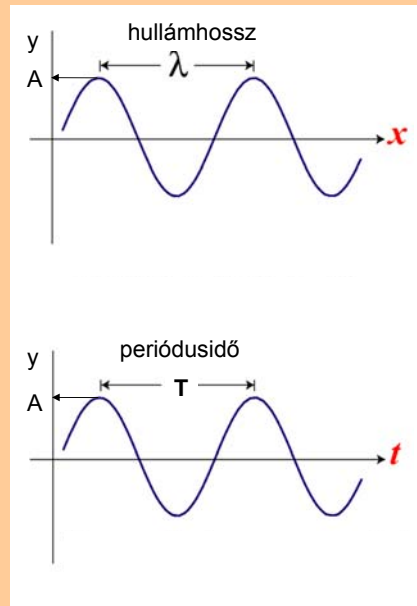
Maximális kitérés - amplitúdó

$$E \sim A^2$$

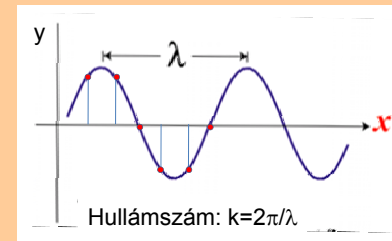
Időbeli periódicitás

- periódusidő
- frekvencia

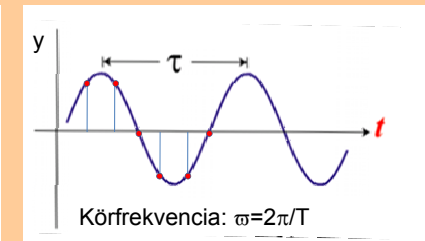
$$f = \frac{1}{T} \left[\frac{1}{s} \right]$$



Fázis : kitérés állapot



$$\phi(x) = kx + \phi_0$$

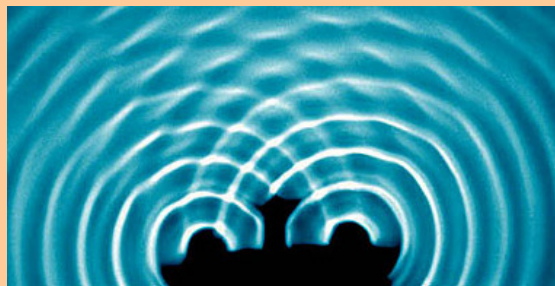


$$\phi(t) = \omega t + \phi_0$$

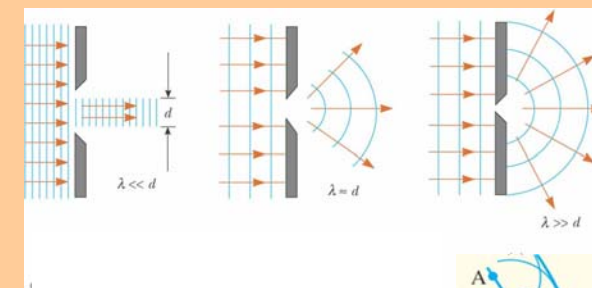
$$\phi = \omega t + kx + \phi_0$$

Hullámtermészetet bizonyító jelenségek:

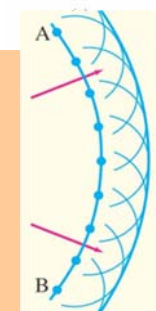
- elhajlás
- szuperpozíció/interferencia
- polarizáció



Elhajlás

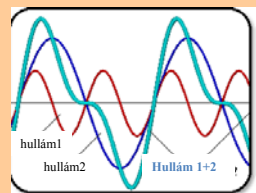


Huygens-elv : egy hullámfelület minden pontjából elemi hullámok indulnak ki. Az új hullámfelület ezen hullámok burkolófelülete.

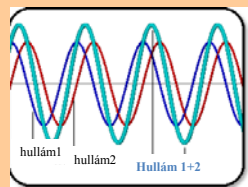


Szuperpozíció: az eredő kitérés a találkozó

hullámok kitéréseinek összege, azaz a tér egyes pontjaiban a jelenlevő rezgések összeadódnak



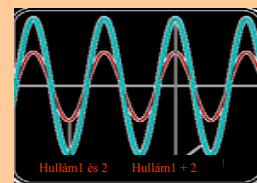
nem azonos frekvencia



azonos frekvencia

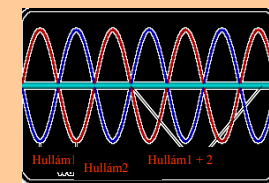
Interferencia - koherens hullámok szuperpozíciója

A két hullám összegződése időben állandó hullámképet (intenzitáseloszlást) hoz létre



azonos fázis
pozitív interferencia

$$\Phi = 0^\circ$$



ellentétes fázis
negatív interferencia

$$\Phi = 180^\circ$$



Thomas Young
(1773-1829)

A fény hullám vagy részecske?

1. Young kísérlete két réssel

Mit látunk az ernyőn?

ha részecske

ha hullám



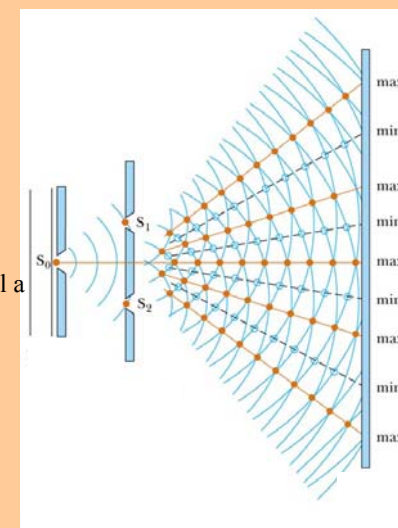
Young kísérletének magyarázata

S_1 és S_2 rések elemi hulláforrások

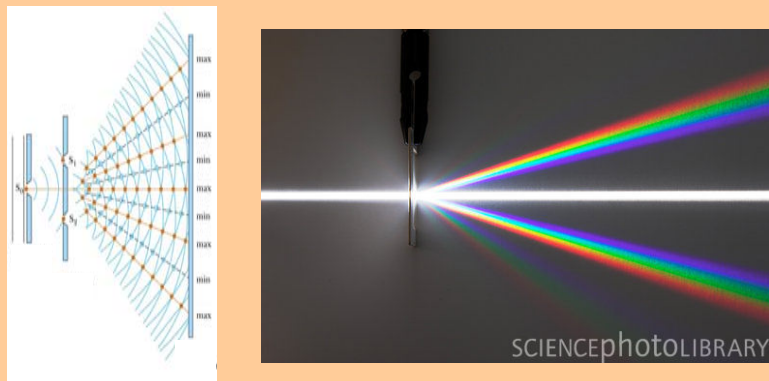
A résekből kiinduló **hullámok** ugyanabból a hullámfrontból származnak, tehát azonos fázisban vannak



interferencia



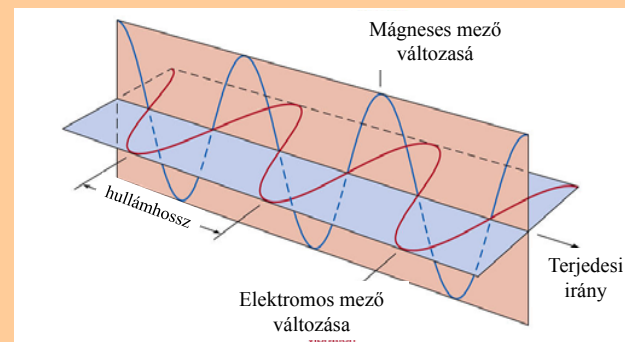
Fehér fény felbontása ráccsal



A fény kettős természetű

Hullám – transzverzálisan, szinuszosan változó elektromos és mágneses tér

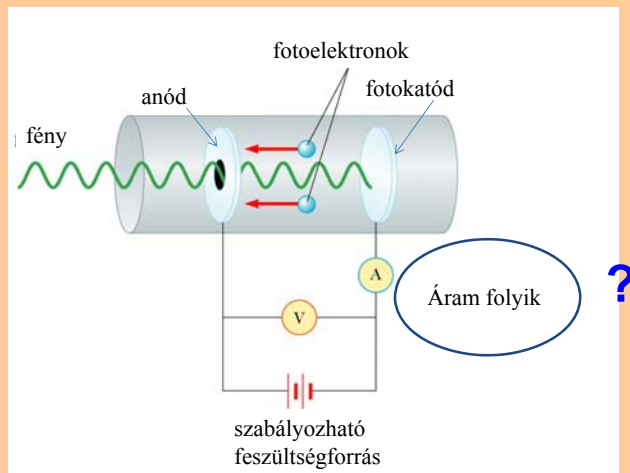
Elektromágneses sugárzás



2. Hertz - kísérlete a fotoelektromos hatásról



Heinrich Hertz
1887

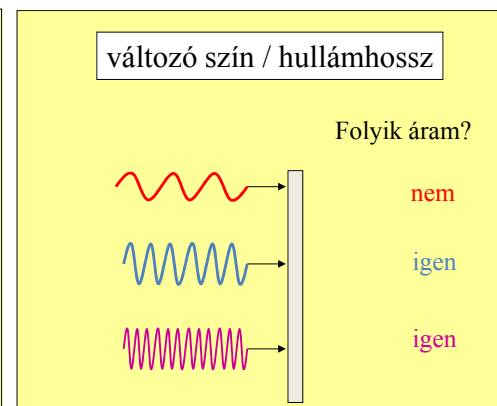
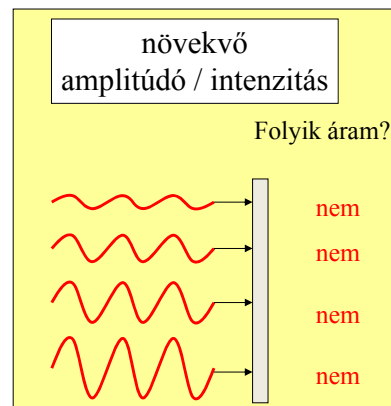


Fotoelektromos effektus

Megvilágító fény

azonos szín / hullámhossz

azonos amplitúdó



Nincs elektronkilépés, amíg a frekvencia nem halad meg egy kritikus értéket

Fotoelektromos effektus értelmezése?

	Mit kell tapasztalnunk		
	ha hullám	ha részecske	kísérleti eredmény
Növekvő intenzitás, de azonos frekvencia			
Kilépő elektronok száma	nő	nő	nő
Elektronok mozgási energiája	nő	változatlan	változatlan
Növekvő frekvencia			
Kilépő elektronok száma	változatlan	változatlan	változatlan
Elektronok mozgási energiája	változatlan	nő	nő

Magyarázat ?

-A jelenség értelmezése a hullámtermészettel nem lehetséges

-Plank – a kvantumfizika kezdetei - hullámoknak az energiája csak diszkrét értékeket vehet fel

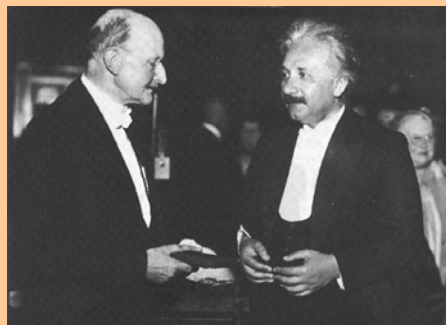
$$E = hf$$

- Einstein – magyarázata a kvantumelmélet alapján

"Én úgy vagyok, hogy már száz ezer éve nézem, mit meglátok hirtelen"

József Attila

Max Planck



Albert Einstein

Fizikai Nobel-díj 1918
a kvantumelméletért

*"in recognition of the services he rendered to the advancement of Physics by his **discovery of energy quanta**".*

Fizikai Nobel-díj 1921
a fotoelektromos hatás magyarázatáért

*for his services to Theoretical Physics, and especially for his **discovery of the law of the photoelectric effect**".*

Einstein magyarázata

- A fény kvantált természetű, energia csomagokban terjed
- A foton energiája: $E = hf$
- A foton az elektronnal való ütközéskor annak átadja teljes energiáját, ha ez az energia *legalább akkora*, mint az elektron kilépési munkája (A).
- Ha az energia kisebb, mint a kilépési munka (v. ionizációs energia), nincs kölcsönhatás
- 1 foton – 1 elektron kölcsönhatás
- A kilépő elektron mozgási energiája: $E_{kin} = hf - A$

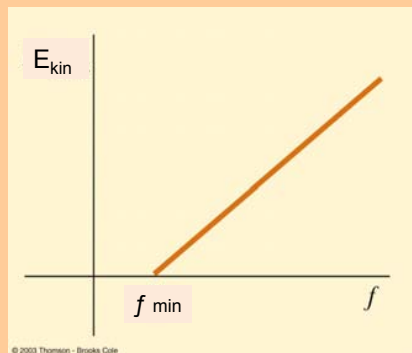
Einstein magyarázata és a határfrekvencia

A kilépő elektron mozgási energiája egyenesen arányos a sugárzás frekvenciájával

Metszete az x tengellyel kijelöli a kölcsönhatáshoz szükséges legkisebb frekvenciát

Ez az érték a fotokatód anyagára jellemző:

$$A = hf$$



A fény kettős természetű

Részecske – energiája kvantált, egy “csomagja” a foton

Egy foton energiája: $E = hf = h \frac{c}{\lambda}$

Planck állandó: $h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ Joule} \cdot \text{s}$

Nincs nyugalmi tömege

Vákuumban is terjed

Fotonenergia kiszámítása

$$E = h \times \frac{c}{\lambda}$$

Ha $\lambda = 400 \text{ nm}$

$$E = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js} \times \frac{3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{4 \times 10^{-7} \text{ m}} = 4.95 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = \frac{4.95 \times 10^{-19} \text{ J}}{1.6 \times 10^{-19}} = 3.1 \text{ eV}$$

$$E_{\text{VIS}} = 1.6 - 3.1 \text{ eV}$$

Mennyi is.....?

- 1 TeV: a repülő szúnyog mozgási energiája
- 200 MeV: ^{235}U atom maghasadásakor felszabaduló energia
- 13.6 eV: hidrogén atom ionizációs energiája
- 2.5 eV: kékeszöld színű fény fotonenergiája
- 1/40 eV: kT energia szobahőmérsékleten

A fogászati amalgám fémek ötvöze. Képzhet-e az amalgámból elektron látható fény hatására, ha a legalacsonyabb ionizációs energia az ötvözetben 703 kJ/mol?

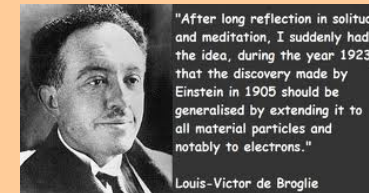
Miért csak a fény lenne kettős természetű?

De Broglie hipotézise: *minden* anyagnak van hullámtermészete

Az elektron impulzusa:

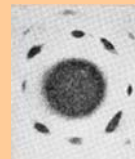
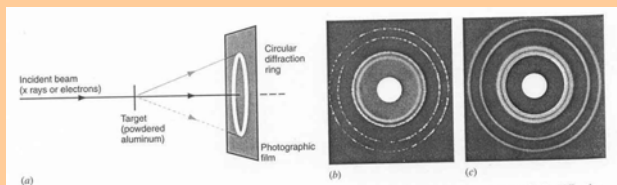
$$p = m_e v$$

$$\lambda = h / p$$



$$E = hf = h \frac{c}{\lambda}$$

A részecskék hullámtermészete



Az elektronnyaláb szóródik (elhajlás és szuperpozíció), elhajlási képet hoz létre, mint a fény

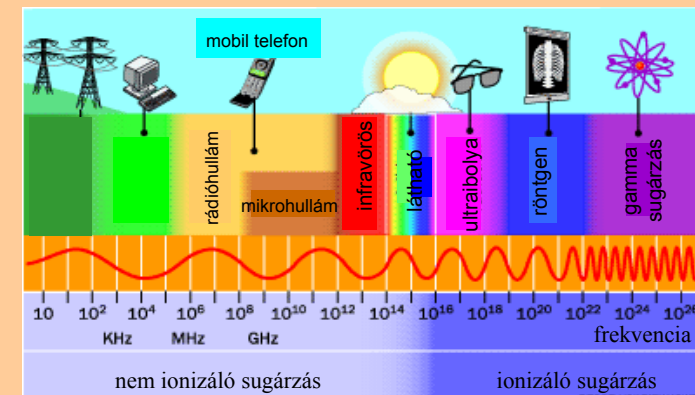


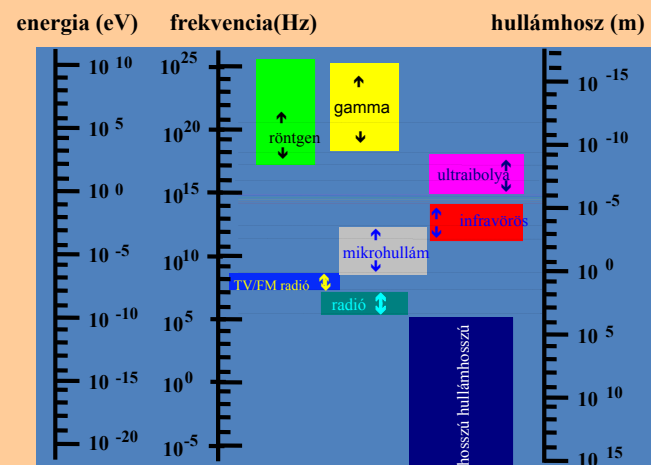
Clinton Joseph Davisson George Paget Thomson

Nobel Prize in Physics 1937

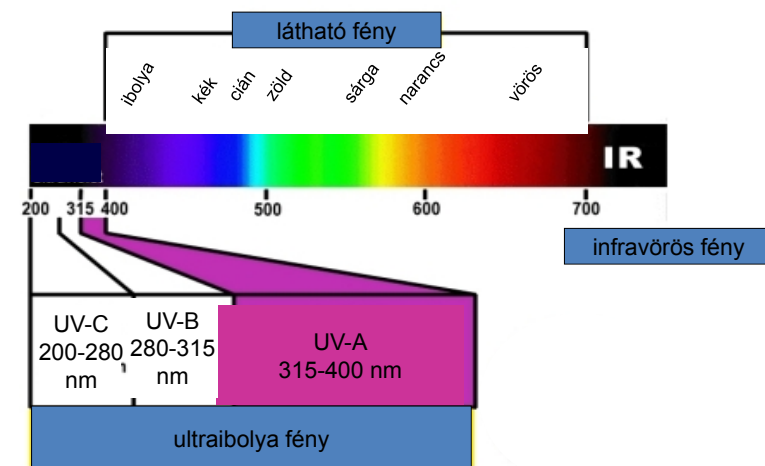
"for their experimental discovery of the diffraction of electrons by crystals"

Az elektromágneses spektrum





Az optikai tartomány



Kapcsolódó fejezetek:

Damjanovich, Fidy, Szöllősi: Orvosi Biofizika

II. 2. 1.

- 2.1.1
- 2.1.2
- 2.1.3
- 2.1.4
- 2.1.5
- 2.1.8