

Biofizika

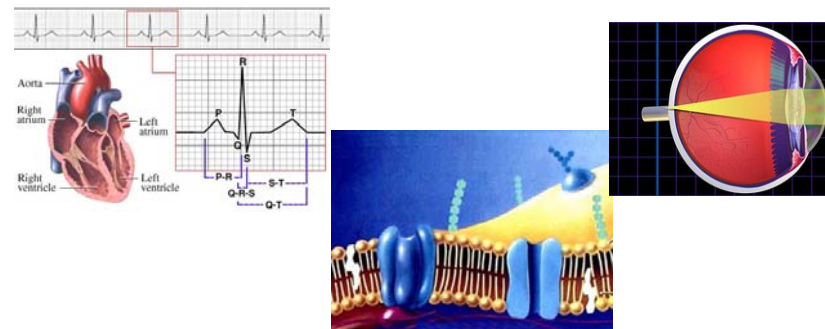
Csik Gabriella

csik.gabriella@med.semmelweis-univ.hu

Mi a biofizika tárgya?

Biológiai jelenségek fizikai leírása/értelmezése

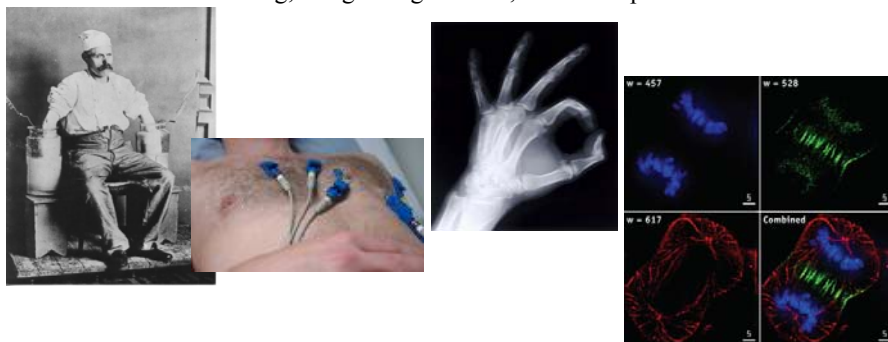
Pl. szív működés, membránok szerkezete és működése, érzékelés stb.



Mi a biofizika tárgya?

A biológiában és orvostudományban alkalmazott fizikai módszerek tárgyalása

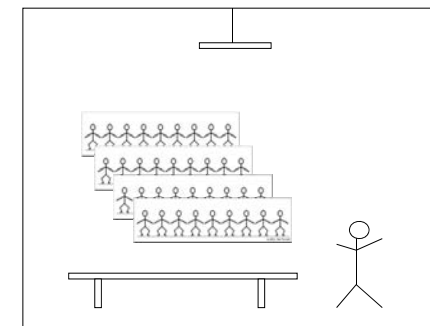
Pl. ekg, röntgendiagnosztika, mikroszkópos technikák stb.



Sugárzások

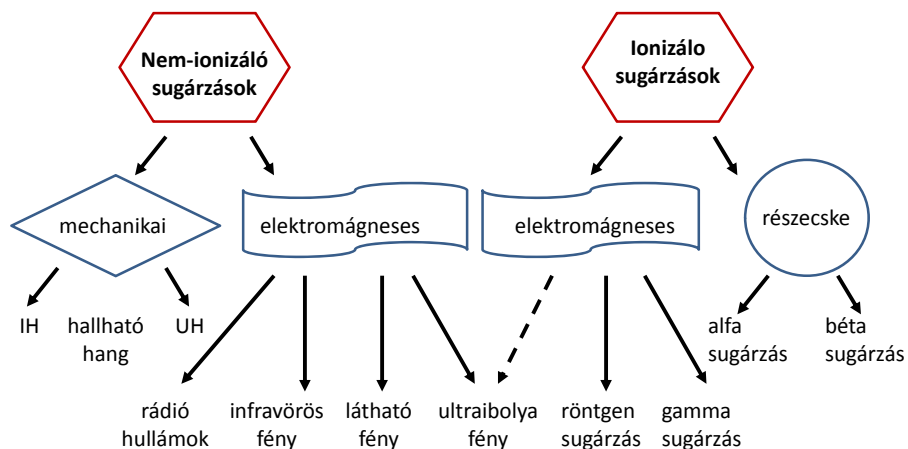
Milyen példákat tapasztalunk magunk körül?

hang
fény
rádióhullámok
magsugárzások



Sugárzás: energia kibocsátás és terjedés

Sugárzások



A fény természete

Hullám?



Christiaan Huygens

(1629 - 1695)

Traité de la lumière
1690

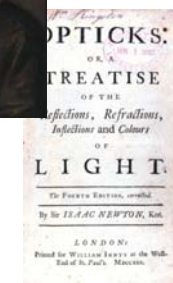
Részecske?



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]

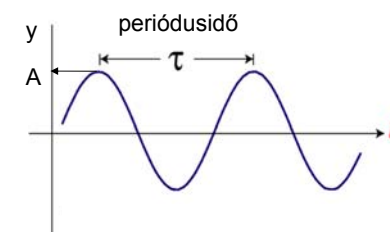
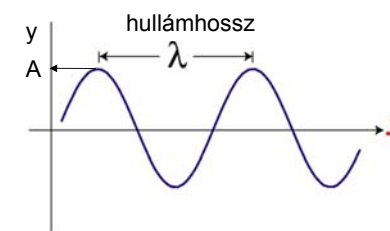
Maximális kitérés - amplitúdó

$$E \sim A^2$$

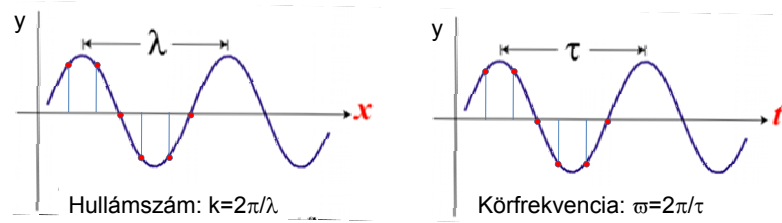
Időbeli periodicitás

- periódusidő
- frekvencia

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



Fázis : kitérési állapot



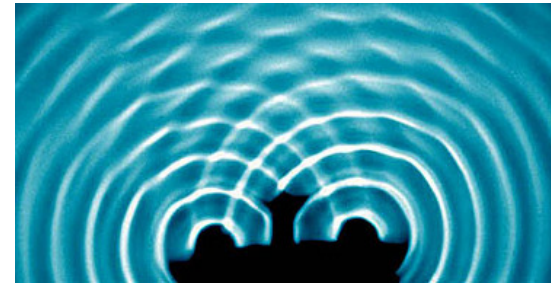
$$\phi(x)=kx+\phi_0$$

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

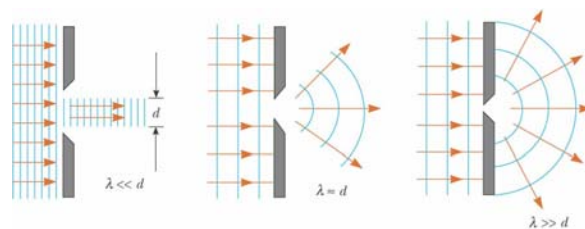
$$\phi=\omega t+kx+\phi_0$$

Hullámtermészetet bizonyító jelenségek:

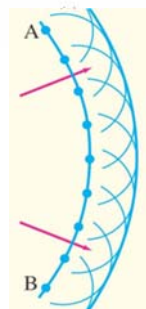
- elhajlás
- szuperpozíció/interferencia
- polarizáció



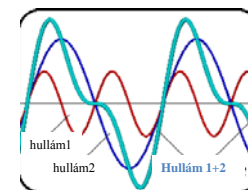
Elhajlás



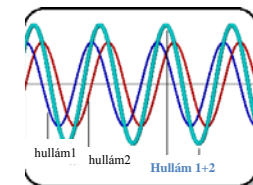
Huygens-elv : egy hullámfelület minden pontjából elemi hullámok indulnak ki. Az új hullámfelület ezen hullámok burkolófelülete.



Szuperpozíció:

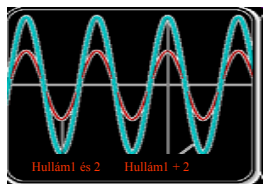


nem azonos frekvencia



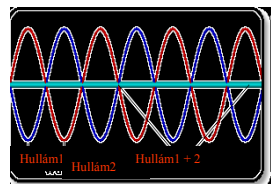
azonos frekvencia

Interferencia - koherens hullámok szuperpozíciója



azonos fázis
pozitív interferencia

$$\Phi = 0^\circ$$



ellentétes fázis
negatív interferencia

$$\Phi = 180^\circ$$

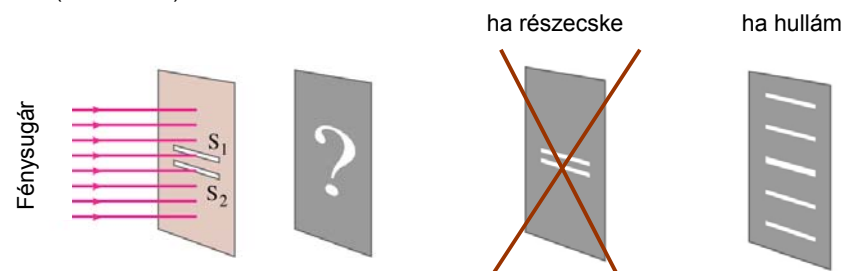


Thomas Young
(1773-1829)

A fény
hullám vagy részecske?

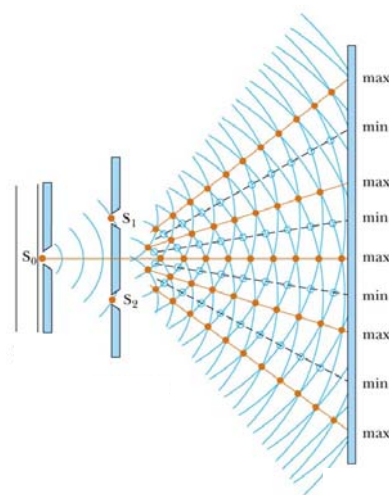
Kísérlet két réssel

Mit látunk az ernyőn?



Young kísérletének magyarázata

S_1 és S_2 rések elemi hulláforrások

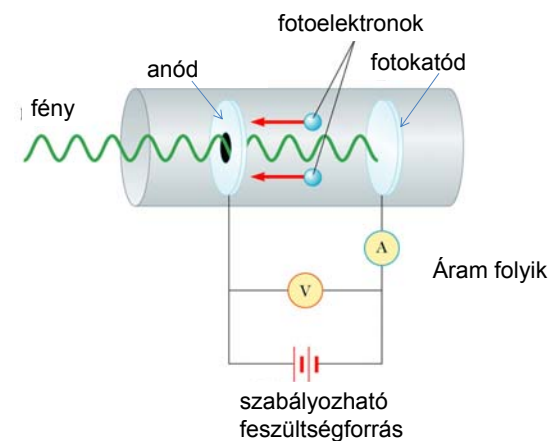


interferencia

Részecsketermészetet bizonyító jelenség:



Heinrich Hertz
1887

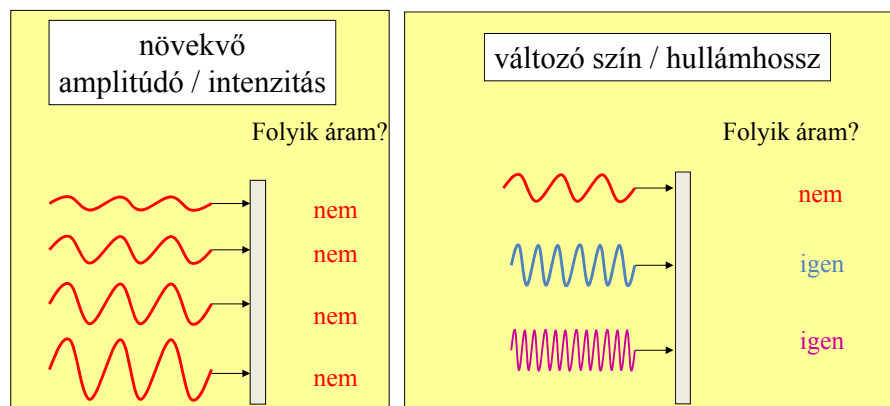


Fotoelektromos effektus

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			
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 ?

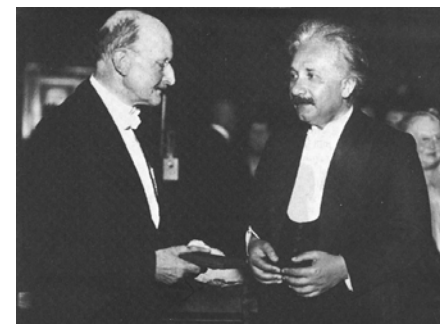
-A jelenség értelmezése a hullámtermészettel nem lehetséges

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

$$E = hf$$

- Einstein – magyarázata a kvantumelmélet alapján

Max Planck



Albert Einstein

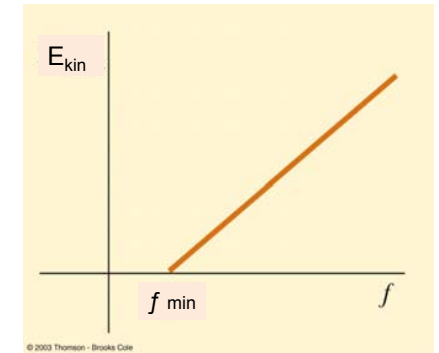
Fizikai Nobel-díj 1918
a kvantumelméletért

Fizikai Nobel-díj 1921
a fotoelektromos hatás magyarázatáért

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 kilepő foton mozgási energiája: $E_{kin} = hf - A$

Einstein magyarázata és a határfrekvencia



$$A = hf$$

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 $\lambda = 400 \text{ nm}$

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

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

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

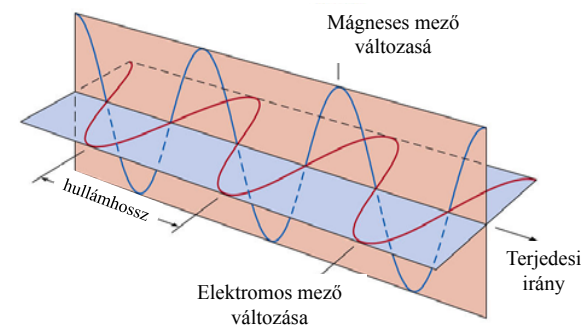
Mennyi is.....?

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

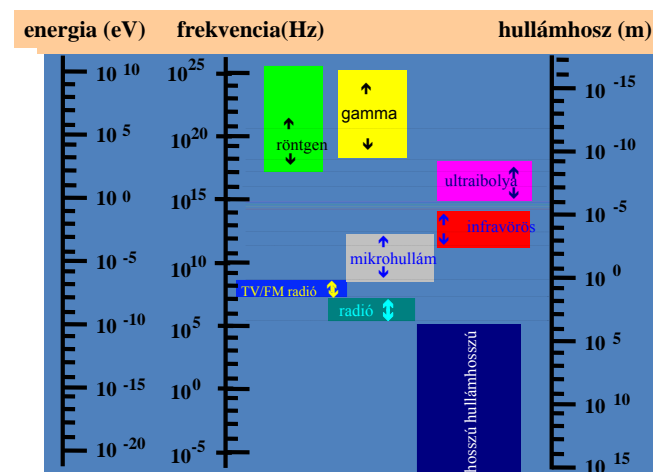
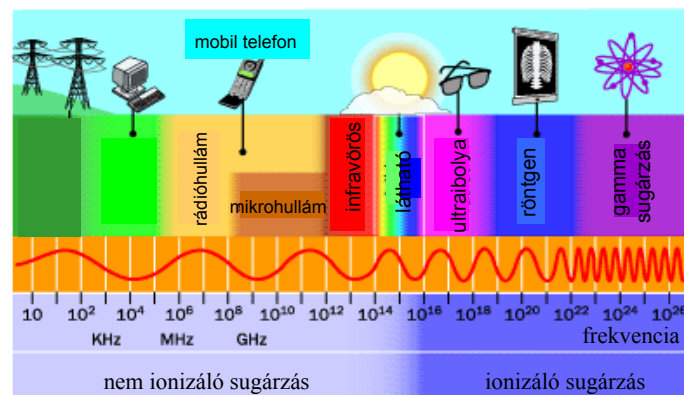
A fény kettős természetű

Hullám – transzverzálisan, szinuszosan változó elektromos és mágneses tér

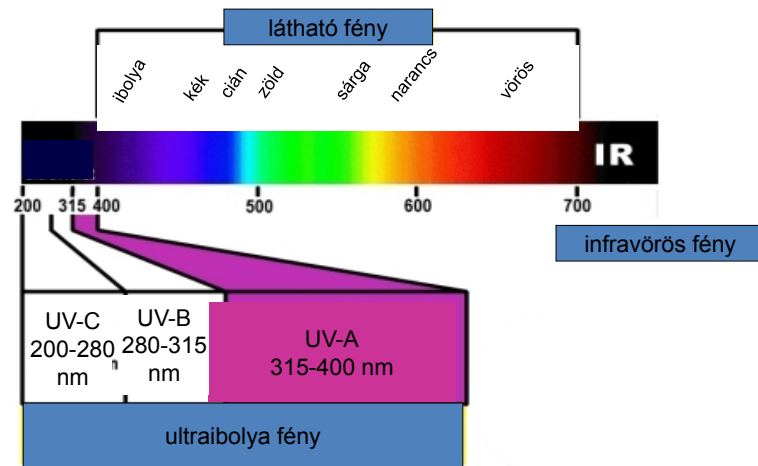
Elektromágneses sugárzás



Az elektromágneses spektrum



Az optikai tartomány



Kapcsolódó fejezetek:

Damjanovich, Fidy, Szöllősi: Orvosi Biofizika

II. 1.1.

1.1.1

1.1.3

II. 2. 1.

2.1.1

2.1.2

2.1.3

2.1.4

2.1.5

2.1.8

VI.3

3.1.1

3.1.2