

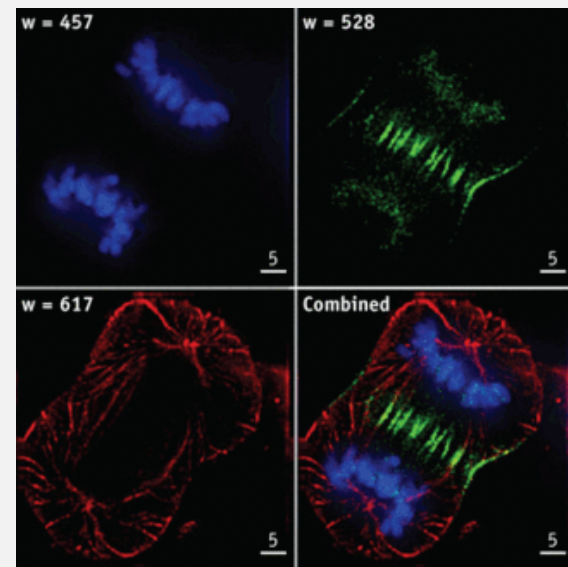
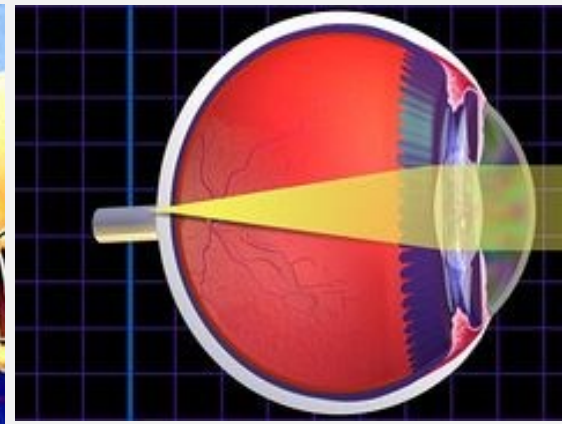
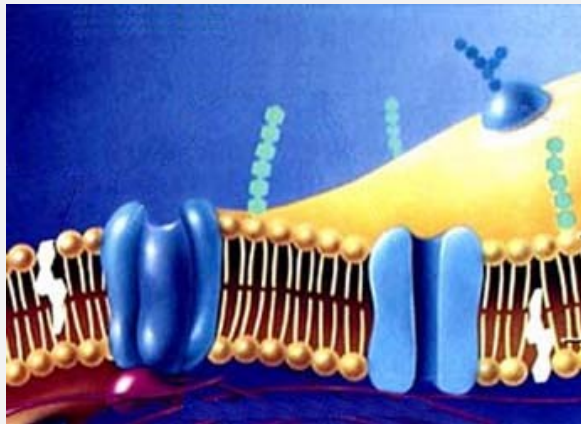
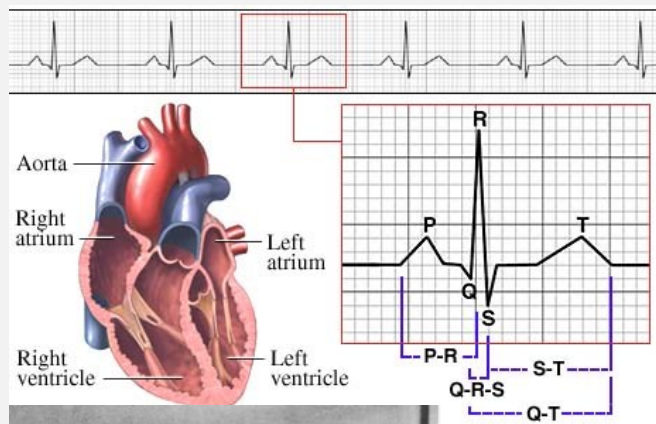
# Biofizika I

## 1. Bevezetés, sugárzások

Schay G

# Mi a biofizika tárgya?

Biológiai jelenségek fizikai leírása/értelmezése



A biológiában és orvostudományban alkalmazott fizikai módszerek tárgyalása

Adatok gyűjtése = megfigyelés, kísérlet (tervezett megfigyelés)

Adatok elemzése = kapcsolatok keresése a megfigyelt jelenségekben

Kapcsolat = modell (függvény) alkotása, amely leírja az ismert jelenségek (függő változó) tulajdonságait adott körülmények (független változó) mellett

Tudományos ismeretek  $\approx$  a rendelkezésünkre álló modellek együttese

# Sugárzás: energia kibocsátása és terjedése

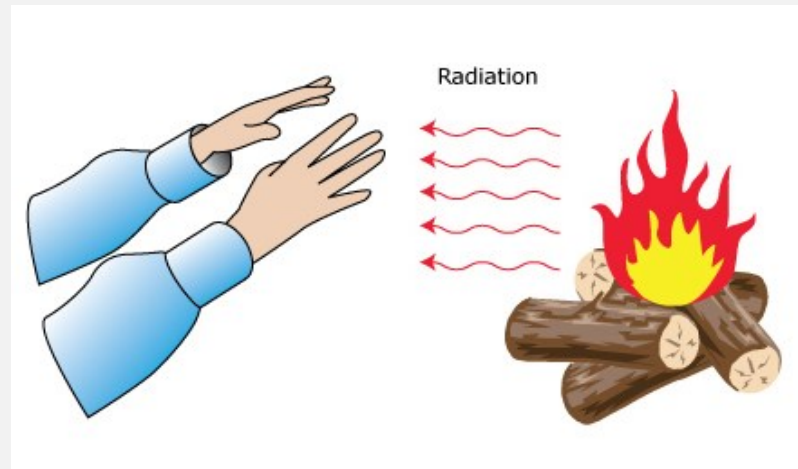
Milyen példákat tapasztalunk magunk körül?

hang

fény

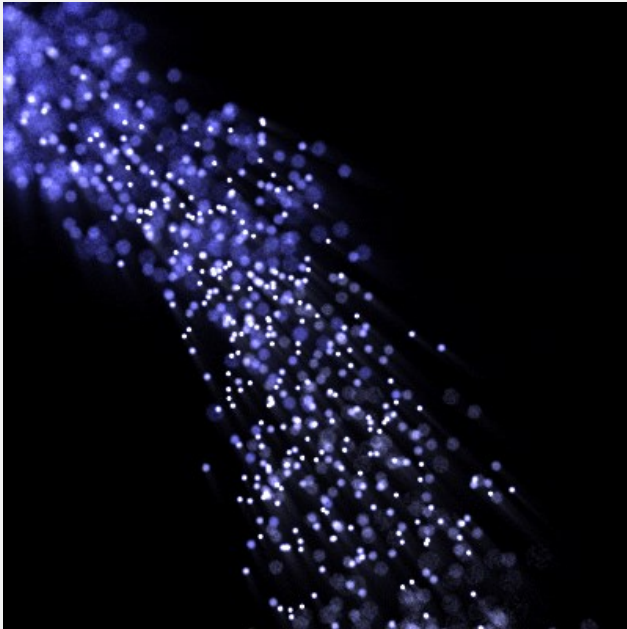
rádióhullámok

magsugárzások



## Az energia adagokban terjed

részecskék



fény

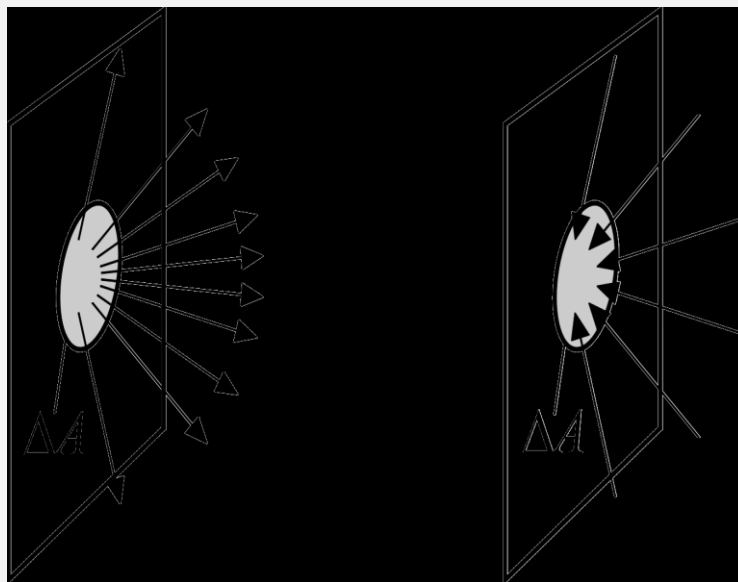


Az energia-adagok **eloszlását** szeretnénk meghatározni  
**Spektrum**

# Sugárzásokat jellemző mennyiségek

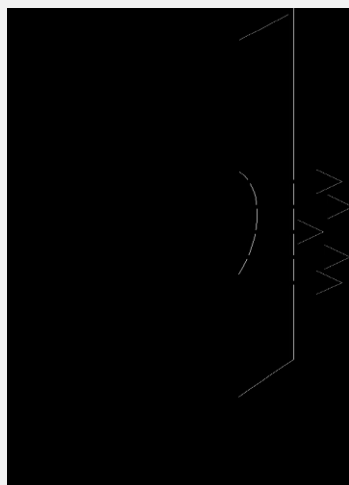
kisugárzott felületi teljesítmény:

$$M = \Delta P / \Delta A = \Delta E / \Delta t \Delta A$$



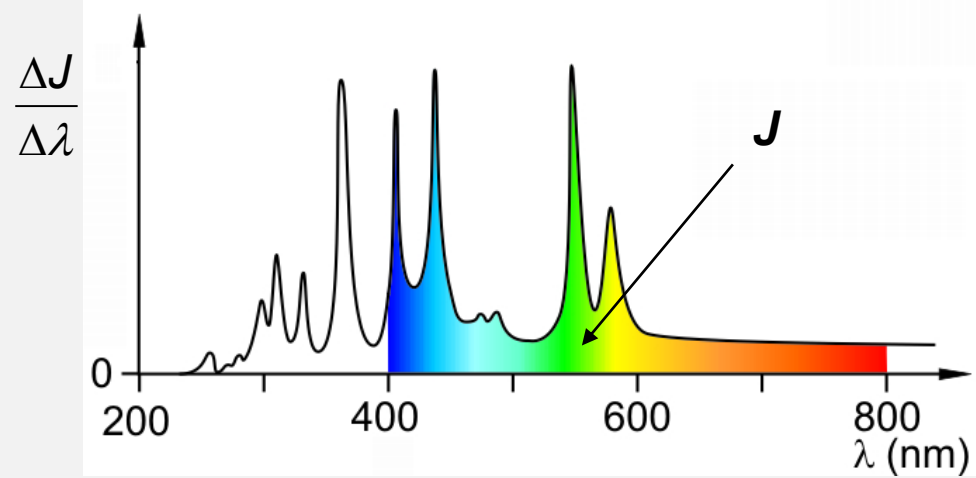
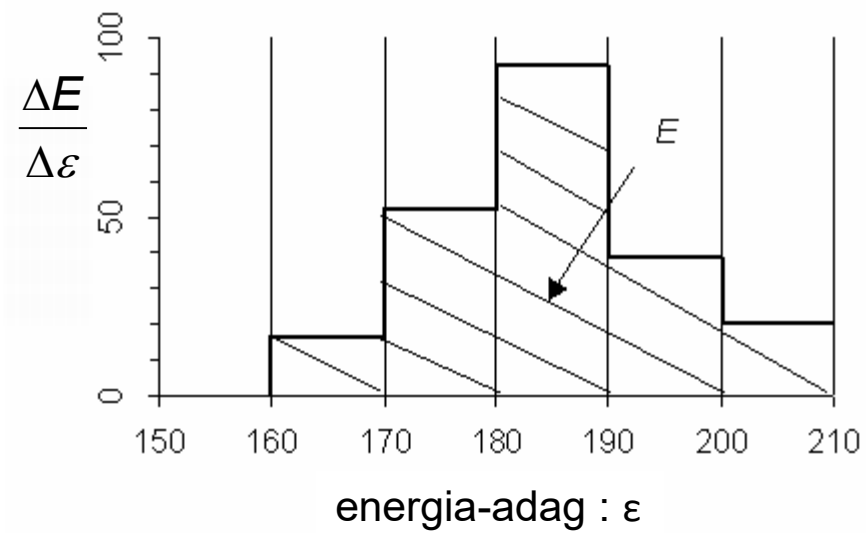
besugárzott felületi teljesítmény:

$$E_{be} = \Delta P / \Delta A \text{ (W/m}^2\text{)}$$

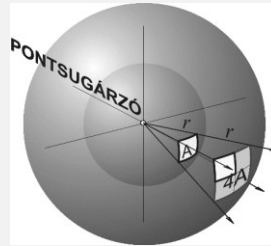


sugárzás intenzitása = sugárzásra  
merőleges irányban egységnyi  
felületen egységnyi idő alatt  
átáramló energia

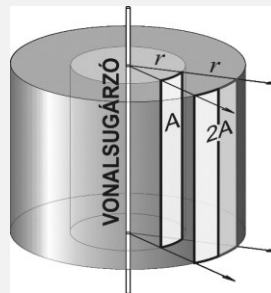
$$J_E = \Delta E / \Delta t \Delta A$$



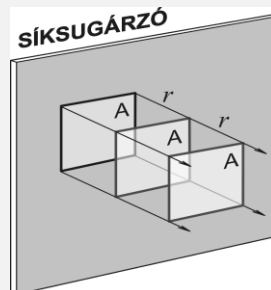
# Sugárforrások osztályozása



Pontsugárzó forrás:  
 $A \sim r^2 \rightarrow J \sim 1/r^2$



Vonalsugárzó forrás:  
 $A \sim r \rightarrow J \sim 1/r$



Síksugárzó forrás:  
 $A \sim \text{állandó} \rightarrow J \sim \text{állandó}$



# Hullámok általános leírása

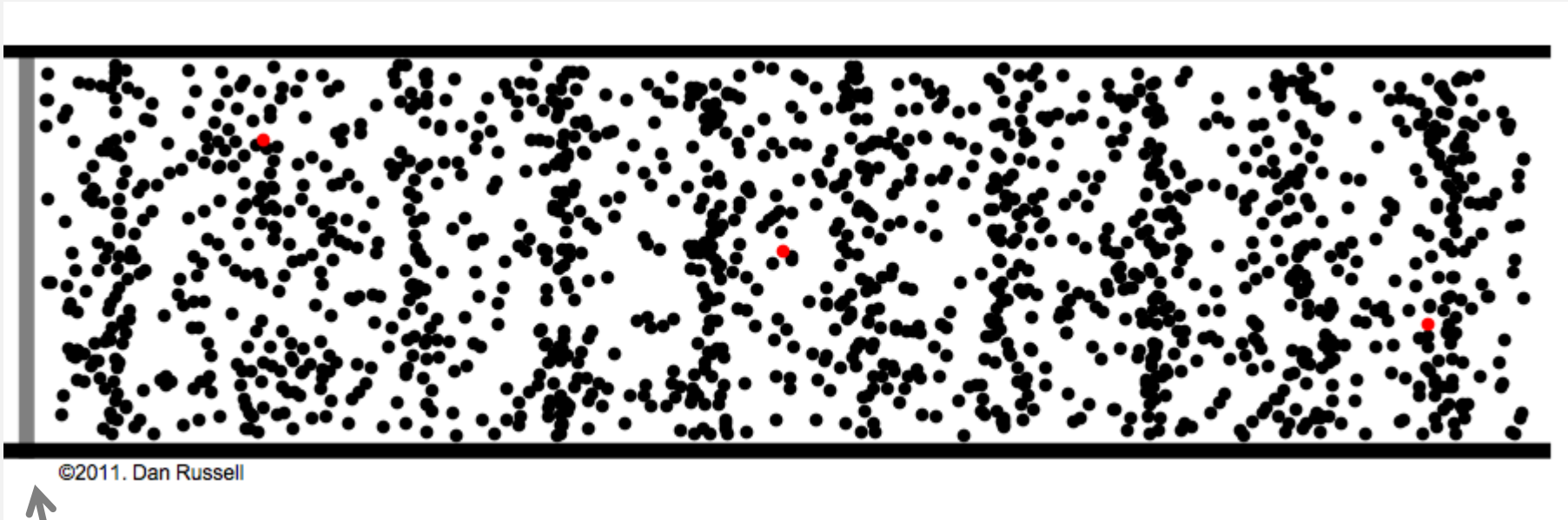
Rezgés (oszcilláció) következtében kialakuló, térben és időben periodikus jelenség, amelyben energia terjed



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

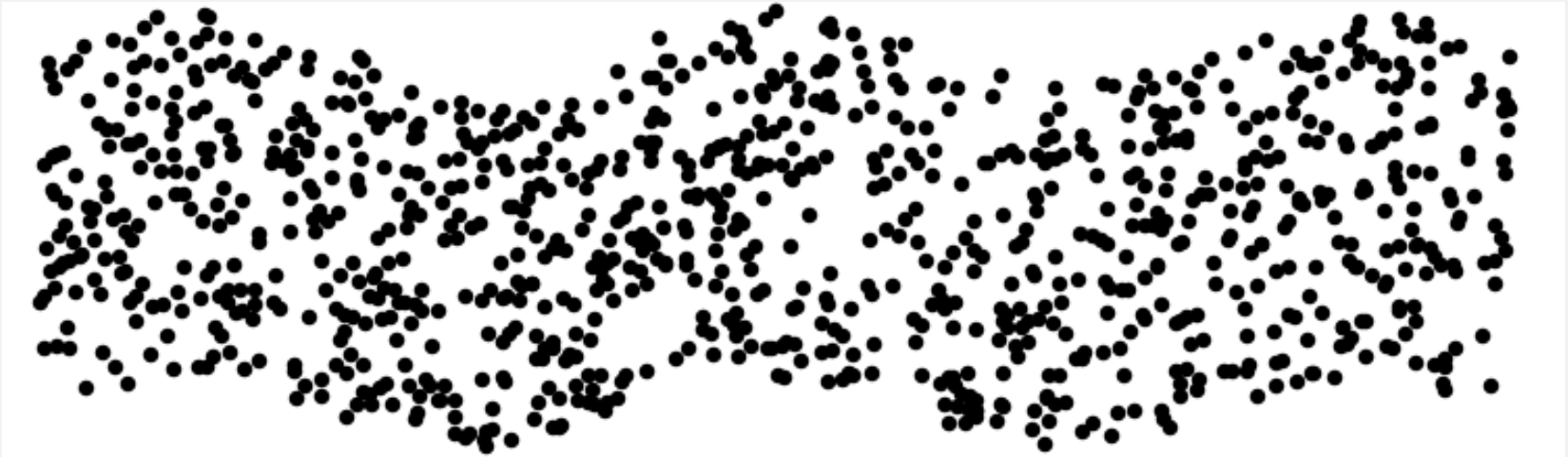
Longitudinális hullámok:

A hullámfront haladási iránya párhuzamos a részecskék mozgásával

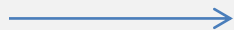


A hullám forrása (itt egy mozgó felszín)

## transzverzális hullám



A hullámfront haladási iránya merőleges a részecskék mozgására



# Jellemző mennyiségek:

Térbeli periodicitás - *hullámhossz*  
 $\lambda$  [m]

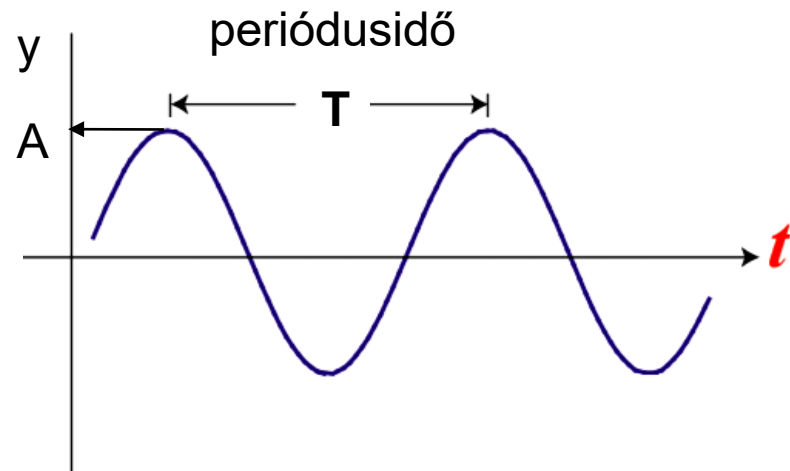
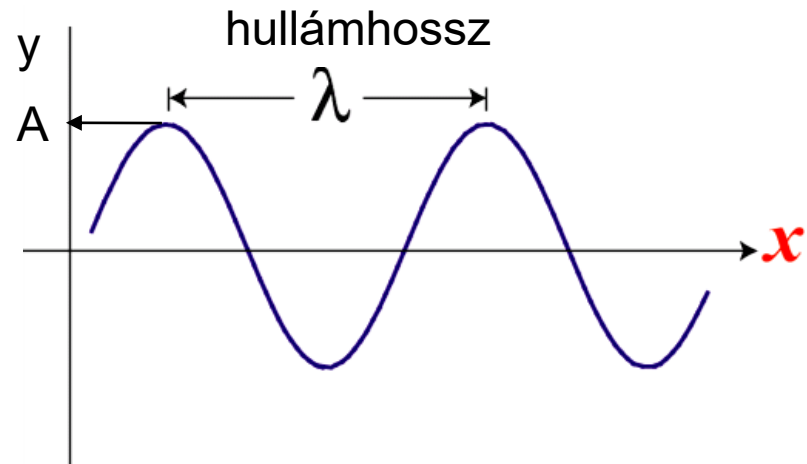
Maximális kitérés - *amplitúdó*

$$E \sim A^2$$

Időbeli periodicitás

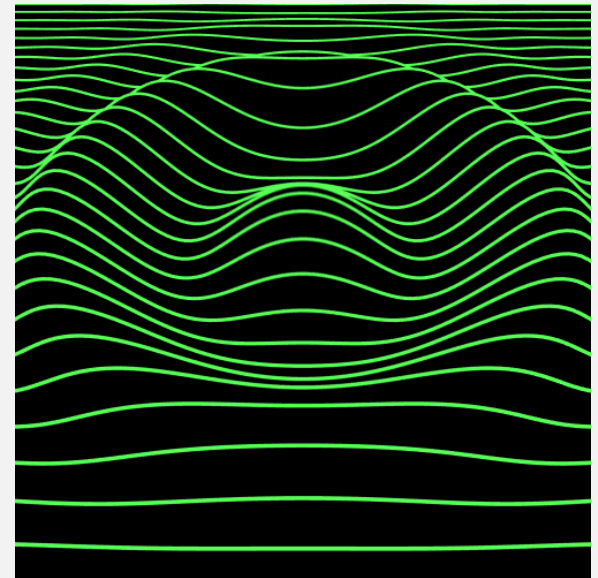
$$f = \frac{1}{T} \left[ \frac{1}{s} \right] \quad \begin{array}{l} - \text{periódusidő} \\ - \text{frekvencia} \end{array}$$

hullámsebesség:  $c = \lambda/T = \lambda f$

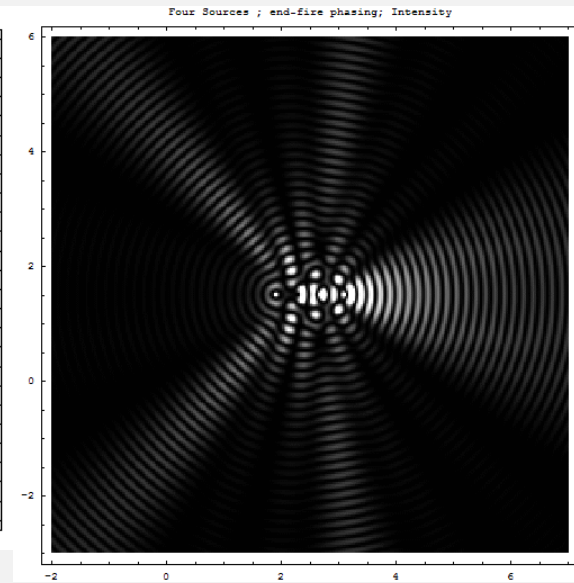
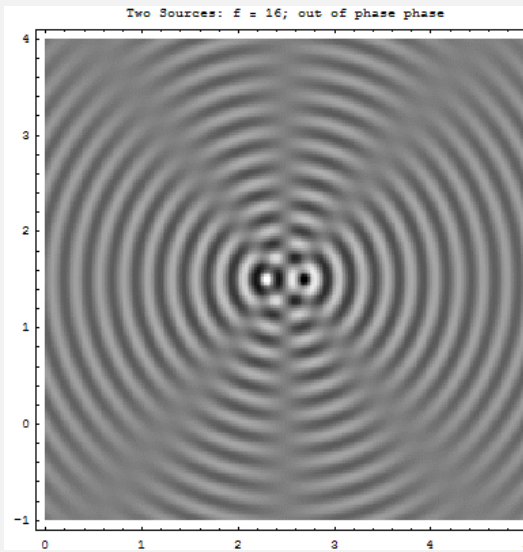
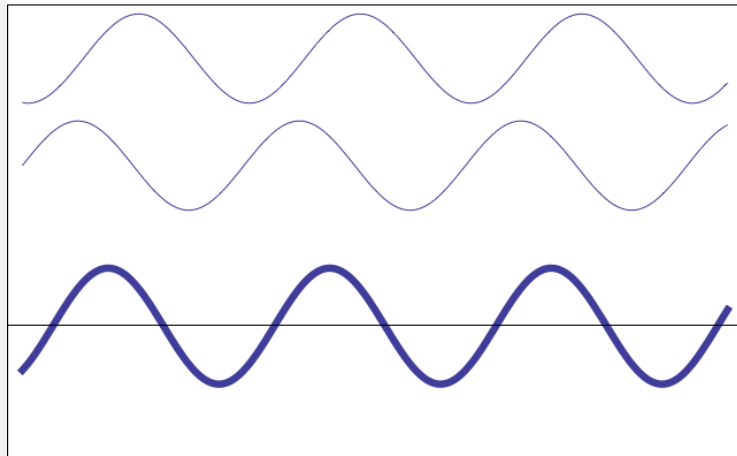
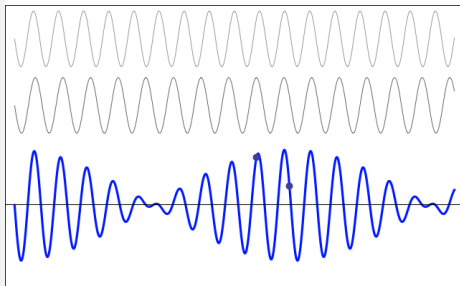
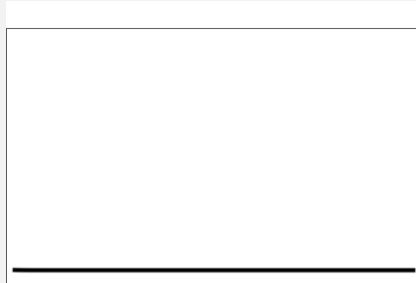


# Hullámtermészetet bizonyító jelenségek:

- elhajlás
- interferencia
- polarizáció (rezgésnek iránya van)



# Hullámok szuperpozíciója: a „kitérés”ek amiket az egyes hullámok okoznak összeadódnak.

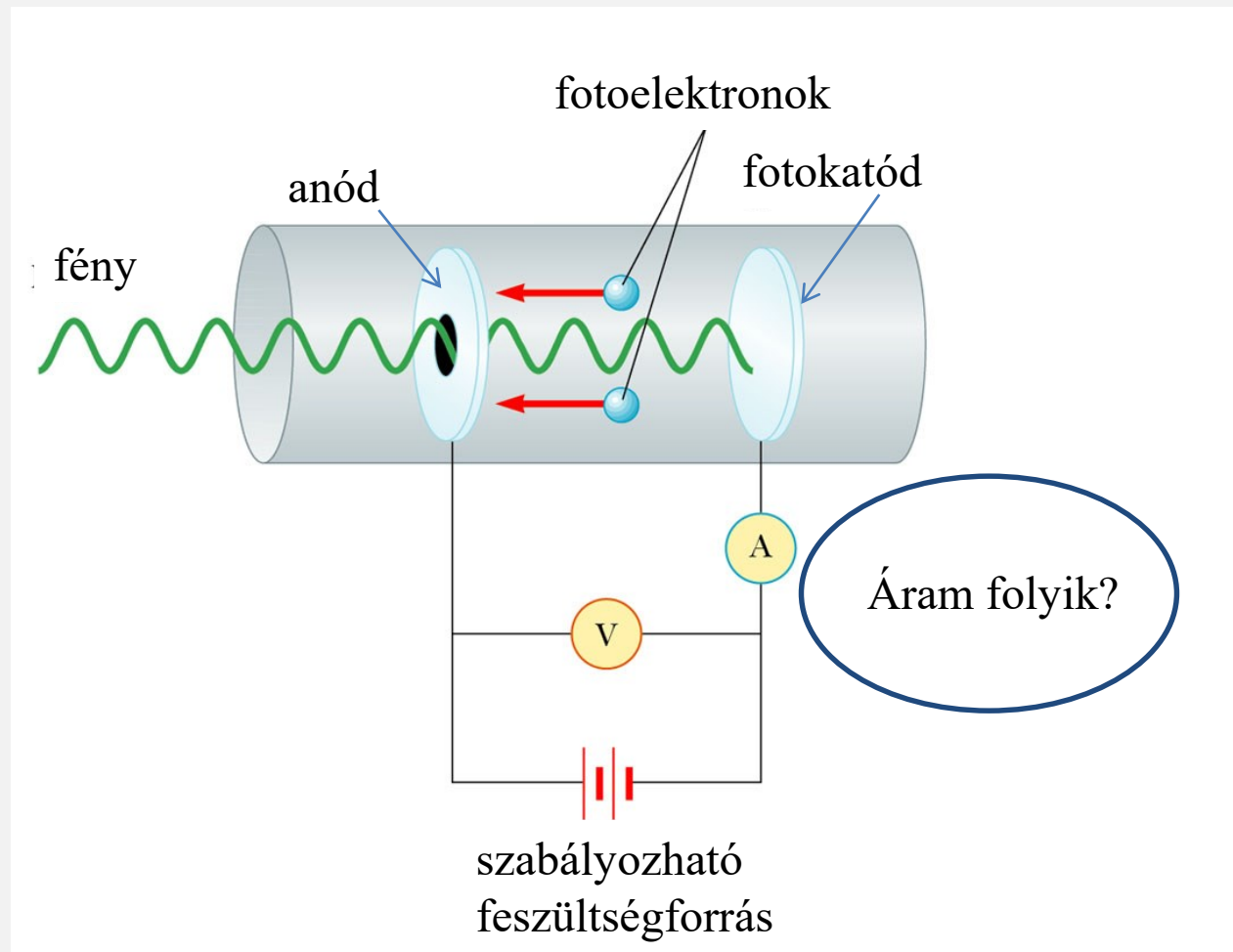


# A fény hullám vagy részecske?

## Hertz kísérlete



**Heinrich Hertz**  
**1887**



## Fotoelektromos effektus

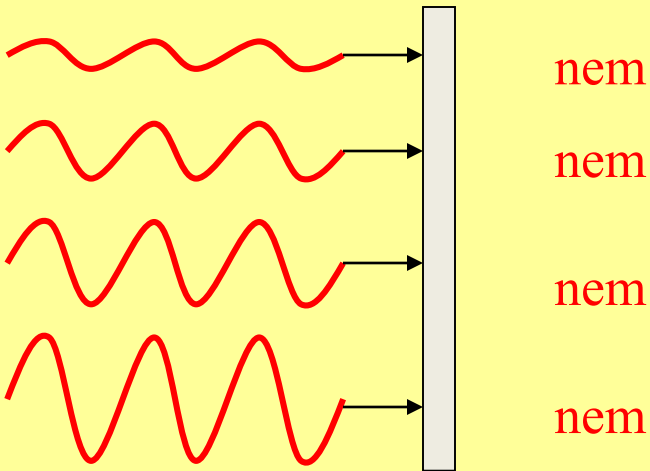
# Megvilágító fény

azonos szín / hullámhossz

azonos amplitúdó

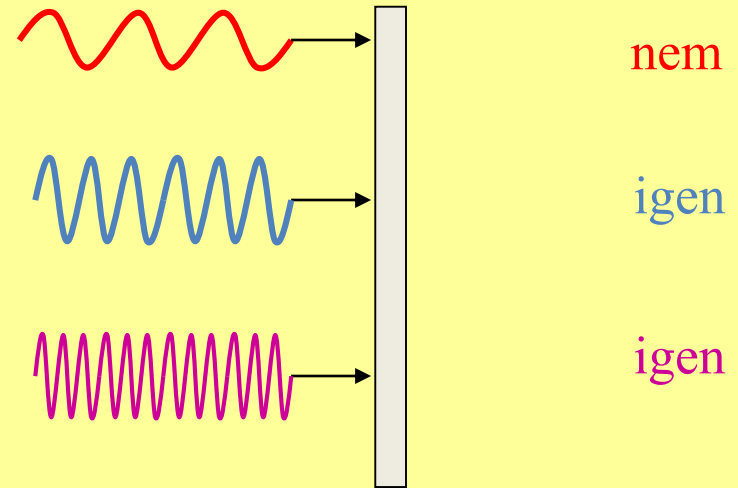
növekvő  
amplitúdó / intenzitás

Folyik áram?



változó szín / hullámhossz

Folyik áram?



Nem folyik áram, amíg a frekvencia nem halad meg egy kritikus értéket !



# Mi a jelenség magyarázata?

- A jelenség értelmezése a hullámtermészettel nem lehetséges
- Plank (1900): az elektromágneses hullámok energiája csak adott értékeket vehet fel:

$$E = hf$$

*(Plank fenti hipotézisét tekintjük a kvantumelmélet születésének)*

- Einstein (1905) – magyarázat a kvantumelmélet alapján

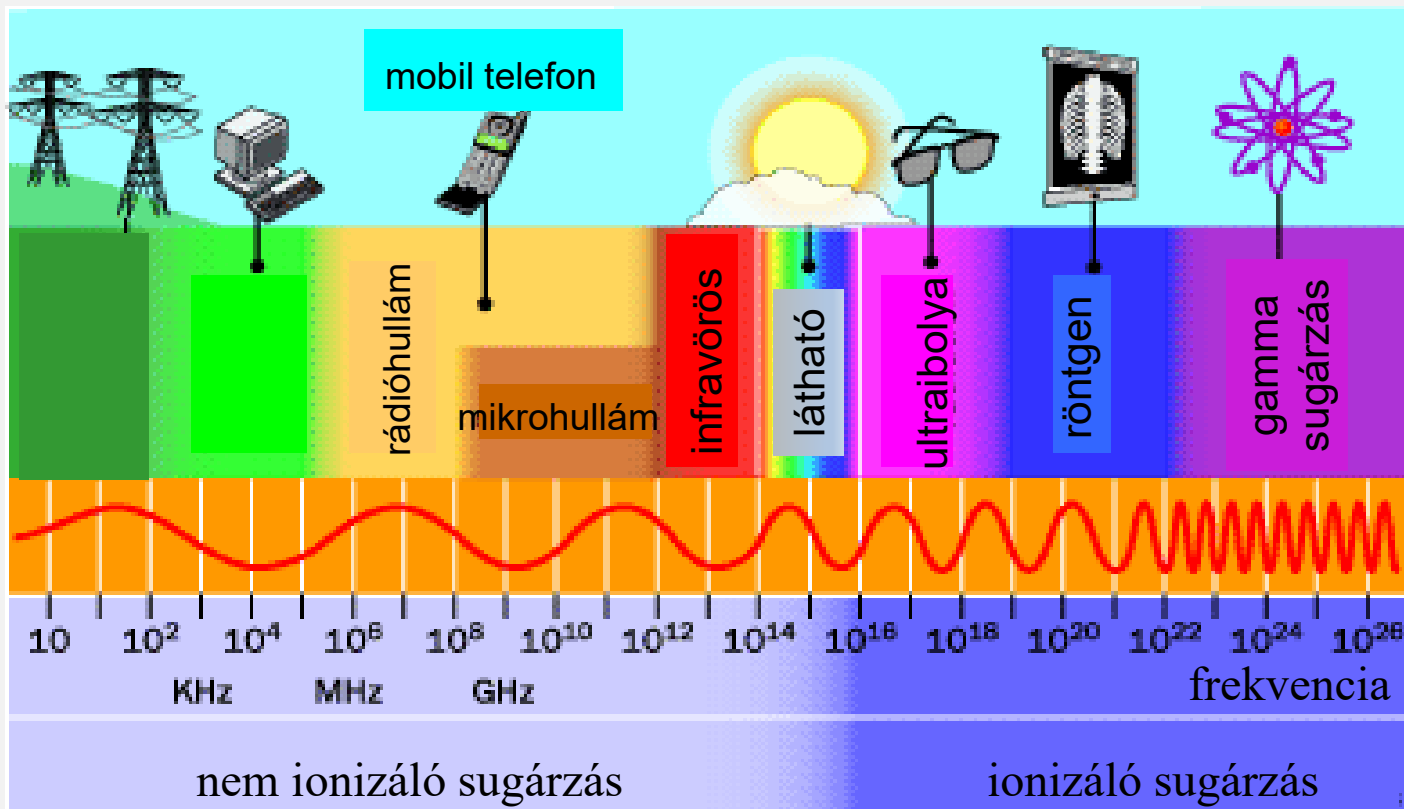
# A fény kettős természetű

**Részecske** – energiája kvantált, “adagja” a foton

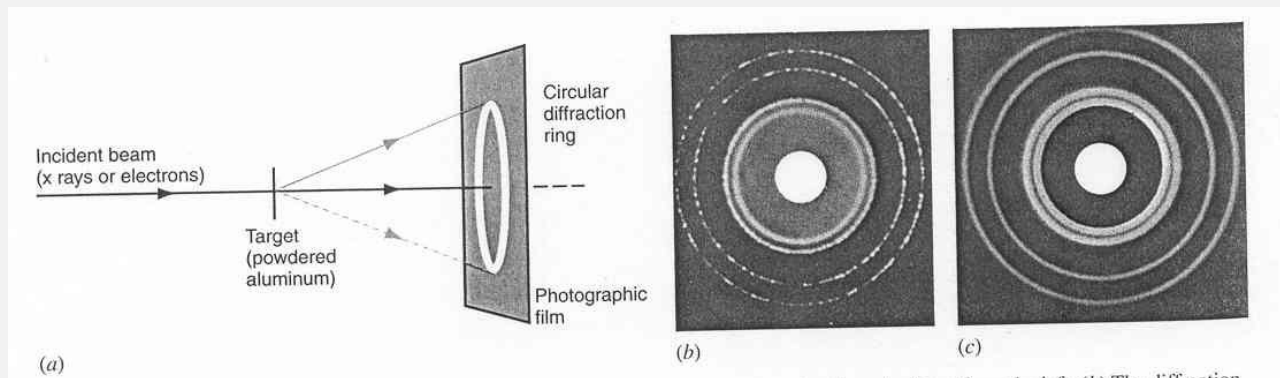
Egy foton energiája:  $E = hf = h \frac{c}{\lambda}$

Nyugalmi tömege nincs!

# Az elektromágneses spektrum



# A részecskék hullámtermészete



Az elektronnyaláb olyan elhajlási vagy interferencia képet hoz létre, mint a fény.



**Clinton Joseph  
Davisson**



**George Paget  
Thomson**

fizikai Nobel-díj, 1937

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

# Ellenőrző kérdések

Mi a sugárzás?

A hullámok jellemző paraméterei

**A fény kettős természete**

Fizikai mennyiségek és mértékegységük

hullámhossz

frekvencia

energia

intenzitás

momentum/lendület

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