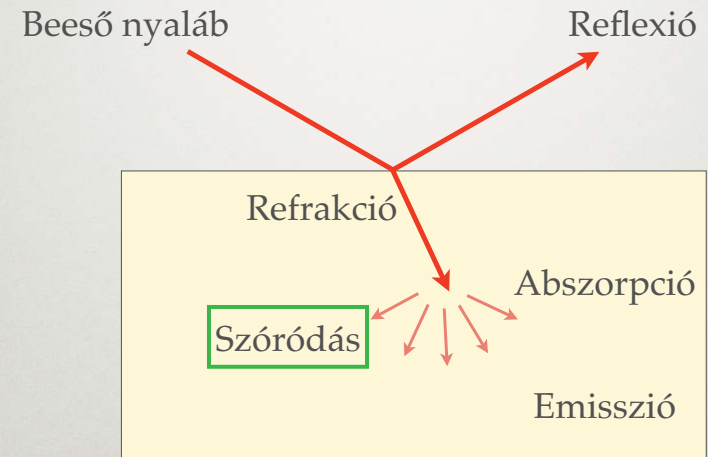


# FÉNY KÖLCSÖNHATÁSA AZ ANYAGGAL: SZÓRÁS, ABSZORPCIÓ, EMISSZIÓ

KELLERMAYER MIKLÓS

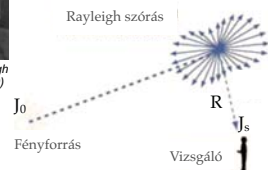
## FÉNY KÖLCSÖNHATÁSA AZ ANYAGGAL



## FÉNYSZÓRÁS



Lord Rayleigh  
(1842-1919)



- Emisszió rezonáló diopólusok által
- Szóró centrumok egymástól távol (nincs interferencia)
- Rugalmas ütközés: fotonenergia nem változik

$$J_s = J_0 \frac{8\pi^4 N \alpha^2}{\lambda^4 R^2} (1 + \cos^2 \Theta)$$

$J_s$  = szórt fény intenzitása  
 $J_0$  = beeső fény intenzitása  
 $N$  = szóró részecskék száma  
 $\alpha$  = polarizálhatóság  
 $\lambda$  = hullámhossz  
 $R$  = távolság a vizsgáló és szóróközeg között  
 $\Theta$  = szög

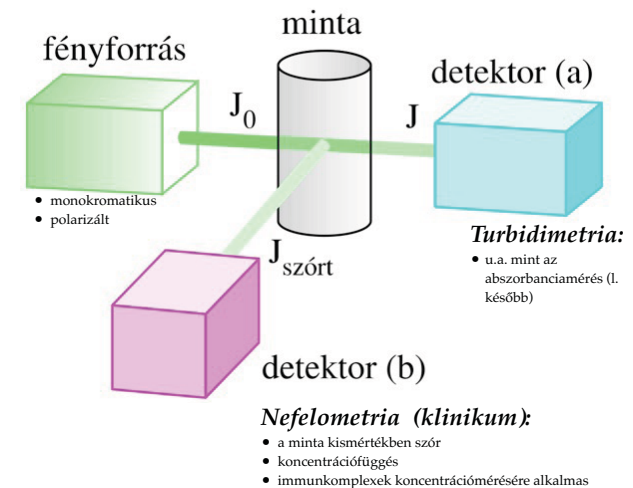


Erős hullámhosszfűggés → a szórt fényben a rövid hullámhosszak dominálnak → kék ég

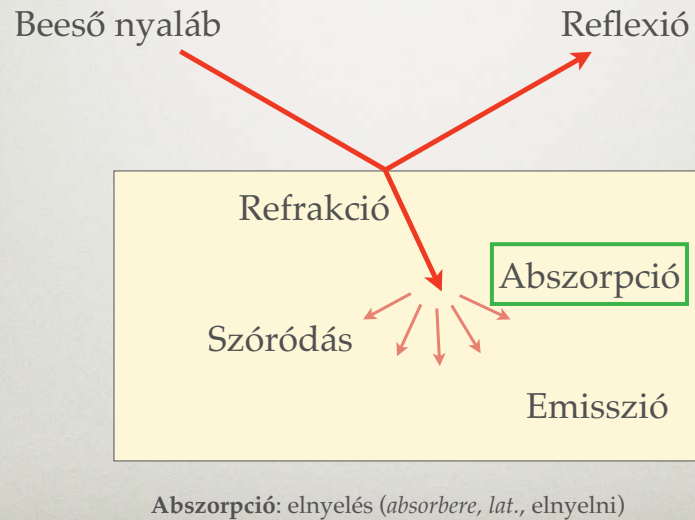


Ha a szóró centrumok egymással kölcsönható atomok hullámhossz-méretű halmazai → interferencia, kioltás → esőcseppek kiszűrülnek (felhők)

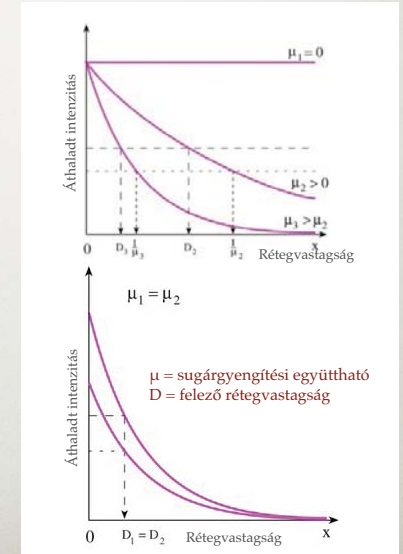
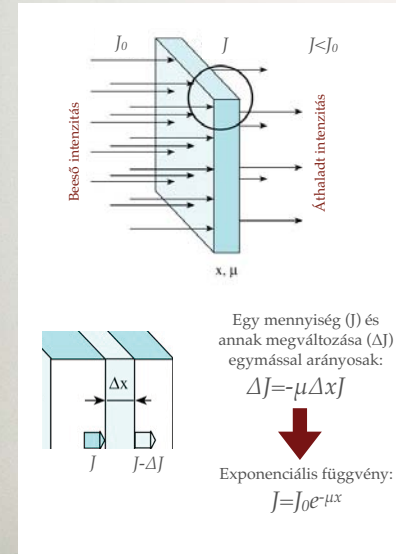
## A FÉNYSZÓRÁS MÉRÉSE, ORVOSI ALKALMAZÁSAI



# FÉNY KÖLCSÖNHATÁSA AZ ANYAGGAL



# ÁLTALÁNOS SUGÁRGYENGÍTÉSI TÖRVÉNY



# AZ ABSZORPCIÓ PARAMÉTEREI ÉS MÉRÉSE

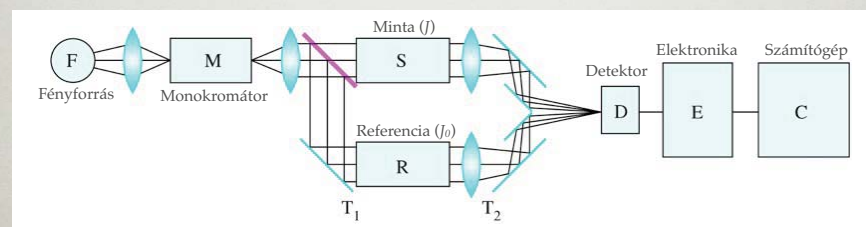
Abszorbancia (A):  $A = \lg \frac{J_0}{J} = \lg e \cdot \mu \cdot x$

Dimenzió nélküli szám  
 Színintézés: extinkció, optikai denzitás (OD), optikai sűrűség

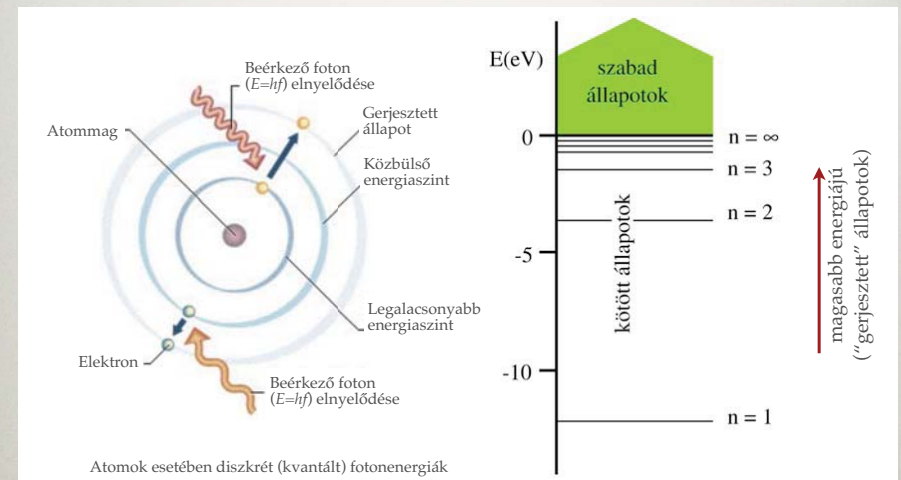
Transzmittivitás (T):  $T = \frac{J}{J_0} \cdot 100$

Százalékban (%) fejezzük ki  
 Színintézés: transzmissziós tényező

Fotometria ("fénymérés"):



# FÉNYABSZORPCIÓ ATOMI ÉS MOLEKULÁRIS MECHANIZMUSAI



# MOLEKULASZERKEZET

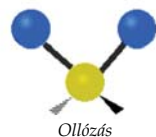
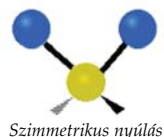
Molekula: kovalens kötéssel  
összekapcsolt atomok  
Legegyszerűbb eset: kétatomos  
molekula (pl., hidrogénmolekula)



A molekulák **vibrációs** és **rotációs** mozgásokat végeznek!

*Vibráció:* kovalens kötés *mentén* történő periodikus mozgás  
*Rotáció:* kovalens kötés *tengelye körüli* periodikus mozgás

Példák a vibrációs  
mozgásra háromatomos  
(metilén) csoportban  
(-CH<sub>2</sub>-):



# MOLEKULA ENERGIÁJA



Max Born  
(1882-1970)



J. Robert Oppenheimer  
(1904-1967)

Born-Oppenheimer - közelítés:

$$E_{total} = E_e + E_v + E_r$$

**Fontos megjegyzések:**

Energia állapotok egymástól függetlenek (csatolás elhanyagolható)

Állapotok energianívói kvantáltak

Átmenetek energia "csomag" elnyelésével/kibocsátásával járnak

Energiaszintek közötti különbségek nagyságrendje különbözik:

$$E_e \sim 100 \times E_v \sim 100 \times E_r$$

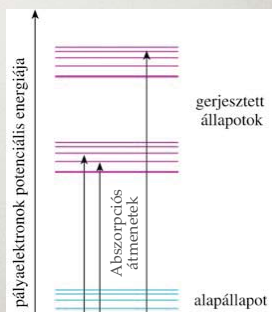
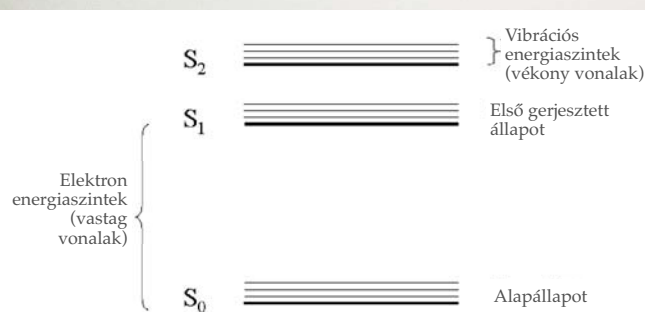
$$\sim 3 \times 10^{-19} \text{ J } (\sim 2 \text{ eV}) > \sim 3 \times 10^{-21} \text{ J} > \sim 3 \times 10^{-23} \text{ J}$$

# ENERGIA ÁLLAPOTOK ÁBRÁZOLÁSA

Jabłoński-féle termséma:  
egy molekula elektronállapotait, és a közöttük  
végbemenő átmeneteket (nyilakkal) mutatja

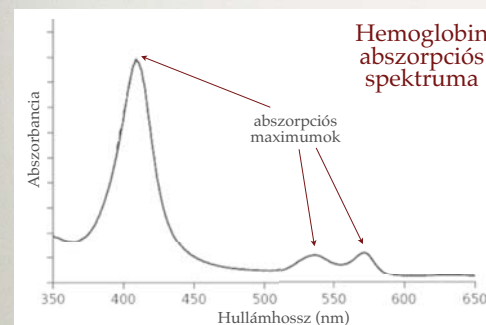


Alexander Jabłoński  
(1898-1980)



# A FÉNYABSZORPCIÓ HULLÁMHOSSZFÜGGŐ

Magyarázat: atom és és molekulaszervezet!



Általános sugárgyengítési törvény:

$$A = \lg \frac{J_0}{J} = \lg e \cdot \mu \cdot x$$

Híg oldatokra - Lambert-Beer törvény:

$$A_\lambda = \lg \frac{J_0}{J} = \epsilon_\lambda \cdot c \cdot x$$

$\epsilon_\lambda$  = moláris extinkciós együttható  
 $c$  = koncentráció

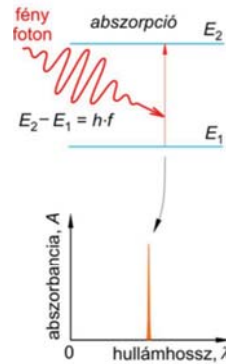
- A moláris extinkciós együttható ( $\epsilon_\lambda$ ) mértékegysége (SI): m<sup>2</sup>mol<sup>-1</sup>
- Koncentrációmérésre alkalmas módszer
- A hullámhossz alapján az energiaátmenet nagysága kiszámítható:

$$E_2 - E_1 = E_{foton} = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$



# A SÁVOS SZÍNKÉP EREDETE

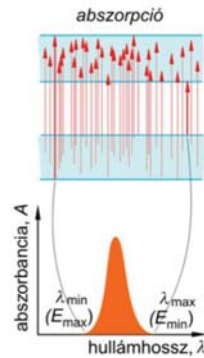
## Egyedülálló atomok



Vonalas abszorpciós színekép

A fényforrás spektrumában megjelenő keskeny eloszlású hiányok: abszorpciós vonalak

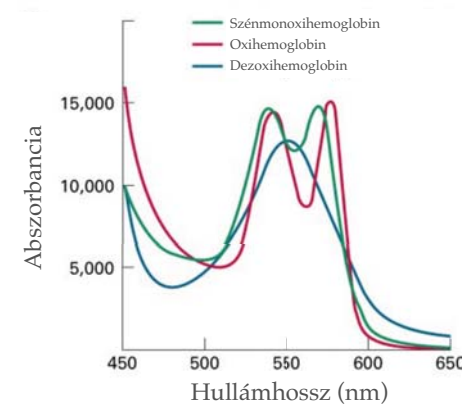
## Molekulák



Sávos színekép - eredete:

- kémiaiilag ugyanolyan molekulák eltérő energiaállapotban vannak
- hőmozgás
- oldatkörnyezet

# ABSZORPCIÓS SPEKTROSKÓPIA



- **Spektrum:** intenzitás (vagy származtatott mennyiségei, pl. OD) a fotonenergia (vagy származtatott mennyiségei, pl. frekvencia, hullámhossz) függvényében.
- **Spektroszkópia:** a spektrum kvalitatív elemzése.
- **Spektrometria, spektrofotometria:** a spektrum kvantitatív elemzése.
- **Alkalmazások:** kémiai szerkezetvizsgálat, koncentrációmérés, stb.

# FÉNY KÖLCSÖNHATÁSA AZ ANYAGGAL

Beeső nyaláb

Reflexió

Refrakció

Abszorpció

Szóródás

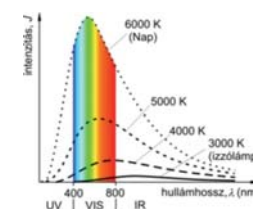
Emisszió

# A FÉNYEMISSZIÓ EREDETE

Emisszió: "kibocsátás"

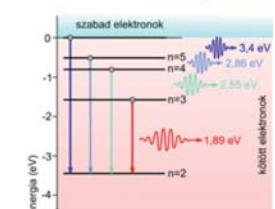
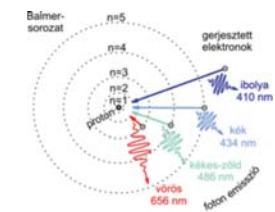
## 1. Termikus (feketetest) sugárzás

*Mechanizmus:* atomok, molekulák hőmozgása

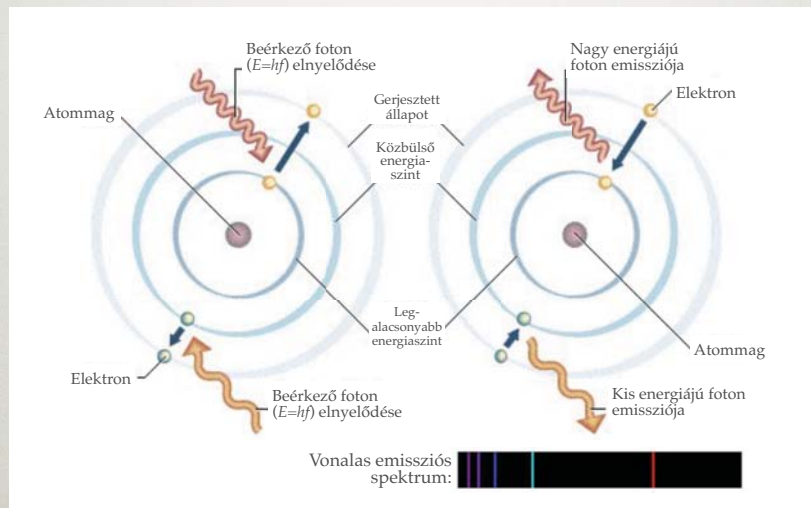


## 2. Lumineszcencia

*Mechanizmus:* gerjesztett állapotú energia kibocsátása



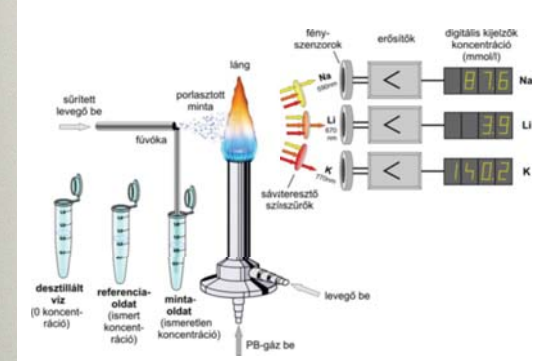
# FÉNYEMISSZÓ GERJESZTETT ATOM ÁLTAL



# EMISSZIÓS SPEKTROSZKÓPIA ALKALMAZÁSA

## Lángfotometria

### Alkáli fémek kvalitatív és kvantitatív meghatározása



### Klinikum: szérum ionok ( $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ ) meghatározása

