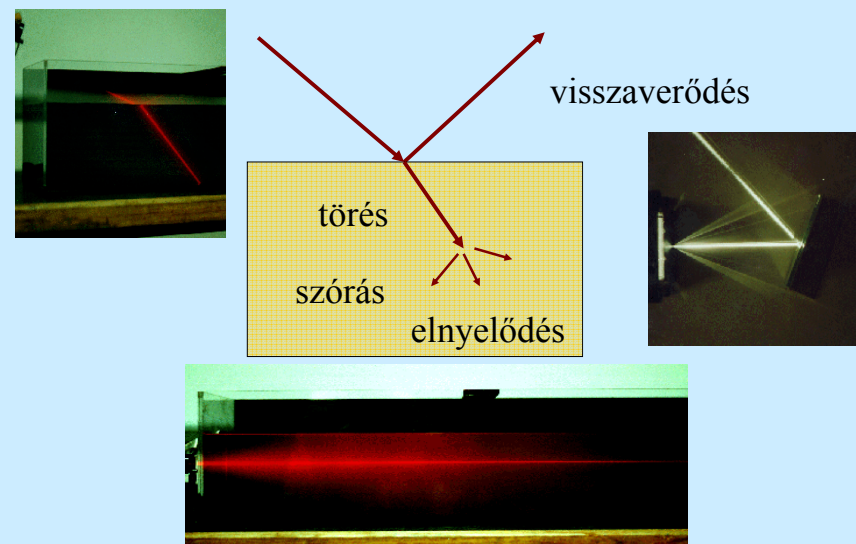


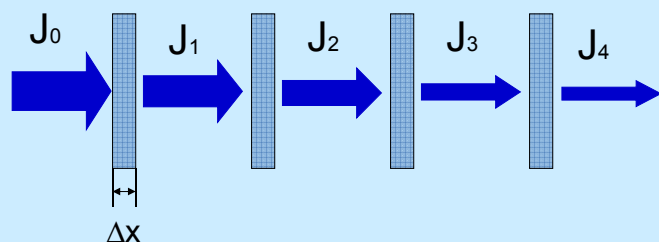
Az elektromágneses sugárzás kölcsönhatása az anyaggal

A fény kölcsönhatása az anyaggal 2.

A fény kölcsönhatása az anyaggal



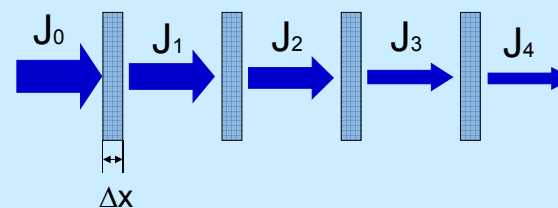
Elnyelődés



A közegen áthaladó sugárzás intenzitása csökken

Az intezitás gyengülésének törvénye

$$\Delta J = J_0 - J_1 = J_1 - J_2 = \dots$$



$$\frac{\Delta J}{\Delta x} = -\mu \times J$$

Differenciális alak

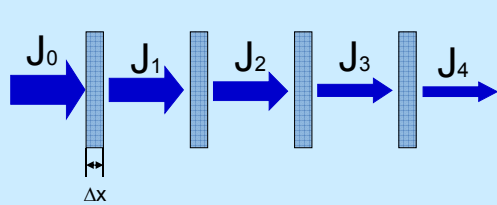
J : a közegbe belépő sugárzás intenzitása [W/m^2]

ΔJ : az intenzitás megváltozása Δx rétegen való áthaladáskor

μ : gyengítési állandó [$1/\text{m}$]

A közegen áthaladó sugárzás intenzitásának megváltozása arányos a közegbe belépő intenzitással

Az intezitás gyengülésének törvénye

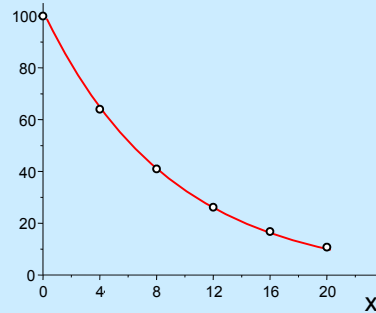


$$\frac{\Delta J}{\Delta x} = -\mu \times J$$

megoldása

$$J = J_0 e^{-\mu x}$$

Integrált alak



$$J = J_0 e^{-\mu x}$$

A közegen áthaladó sugárzás intenzitása a rétegvastagság exponenciális függvénye

J_0 : a rétegbe belépő intenzitás [W/m^2]

J : intenzitás x [m] rétegvastagság után

μ : gyengítési állandó [$1/\text{m}$]

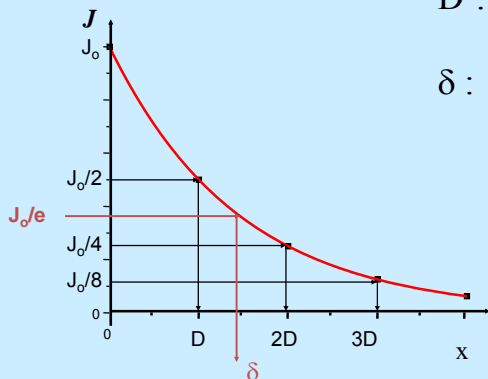
A gyengítési állandó függ: a foton energiájától
az abszorbens anyagi minőségétől
az abszorbens sűrűségétől

Grafikus megoldás

$$J = J_0 e^{-\mu x}$$

D : felező rétegvastagság

δ : e -edelő rétegvastagság



Mind a kettő
-jellemző az adott sugárzás és az
adott anyag kölcsönhatására
-függ a sugárzás frekvenciájától,
az abszorbens anyagi minőségétől
és aktuális sűrűségétől

A gyengítési állandó definíciója

$$J = J_0 e^{-\mu x}$$

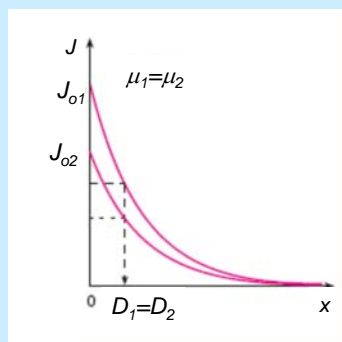
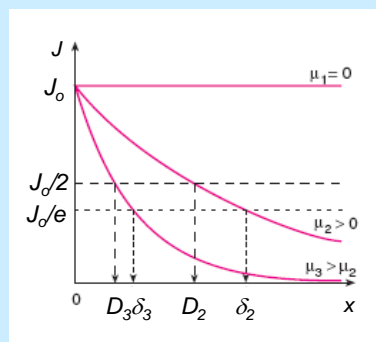
$$\text{Ha } x = D \longrightarrow J_0 / 2 = J_0 e^{-\mu D}$$

$$\mu = \frac{\ln 2}{D} = \frac{0.693}{D}$$

$$\text{Ha } x = \delta \longrightarrow J_0 / e = J_0 e^{-\mu \delta}$$

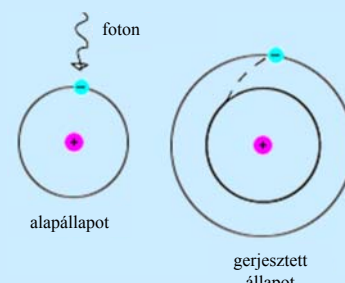
$$\mu = \frac{1}{\delta}$$

μ függ mindazoktól a tényezőktől, amelyektől D és δ .



A fényabszorpció mechanizmusa

(Ismétlés: atomszerkezet)

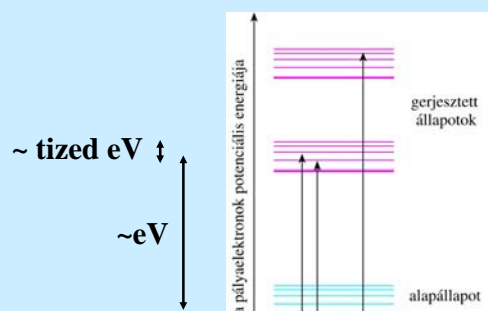


$$hf = \Delta E = E_{n+1} - E_n$$

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

külső héjon lévő elektronok gerjesztési energiáját fedezheti

Molekula pályaelektronok energiaállapotai a rezgési szintekkel



Egy adott molekula különböző, egymáshoz „közeli” energiával rendelkező fotonokat is képes elnyelni

A gerjesztett elektronok további sorsára még visszatérünk

A fényabszorpció gyakorlati alkalmazása

$$J = J_0 \cdot e^{-\mu x}$$

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

Híg oldatok esetén:
 $\mu \sim$ koncentráció

$$\mu \lg e = \varepsilon_{(\lambda)} c$$

$$\lg \frac{J_0}{J} = \varepsilon_{(\lambda)} \cdot c \cdot x$$

Lambert – Beer törvény

Abszorbancia
v.
Optikai denzitás

dekadikus
molaris extinkciós állandó
[l mol⁻¹cm⁻¹]

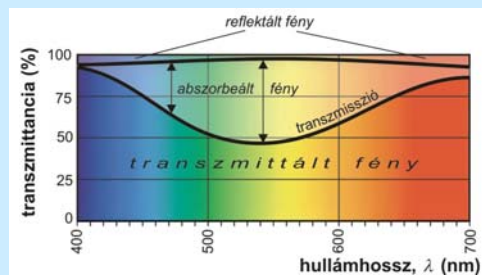
moláris koncentráció

Abszorbancia
v.
Optikai denzitás

$$\lg \frac{J_0}{J} = \varepsilon_{(\lambda)} \cdot c \cdot x$$

Transzmisszió

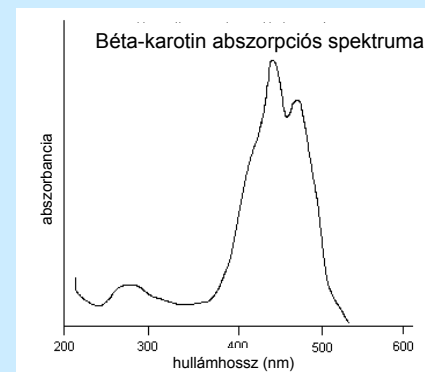
$$\tau = \frac{J_{\text{transmittált}}}{J_{\text{beeső}}}$$



Vörös színű üveg spektrumi

$$\lg \frac{J_0}{J} = \varepsilon_{(\lambda)} \cdot c \cdot x$$

Abszorbancia – függ a hullámhossztól



Abszorpciós spektrum:

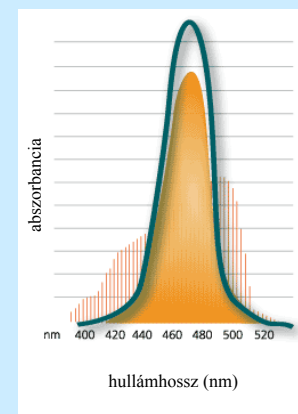
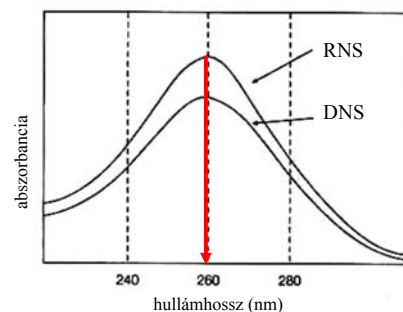
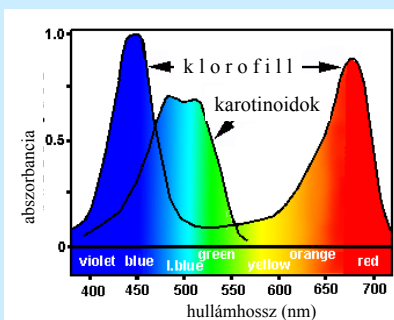
az abszorbancia a hullámhossz
függvényében

“Sávos” spektrum

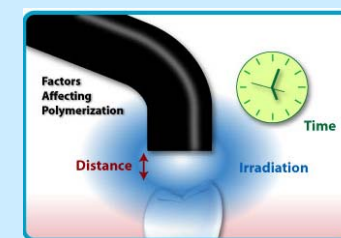
*Elhelykedése, alakja jellemző az
elnyelő anyag elektronszerkezetére*

Biológiailag fontos molekulák

abszorpciós spektruma



Példa a fogászati alkalmazásra

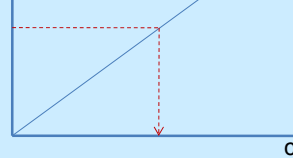


Kámfor-kinon
fényabszorpció hatására keményedő fogászati kötőanyag

$$\lg \frac{J_0}{J} = \varepsilon_{(\lambda)} \cdot c \cdot x$$

Az abszorbancia – híg oldatok esetén –
egyenesen arányos a koncentrációval

$$\lg \frac{J_0}{J}$$

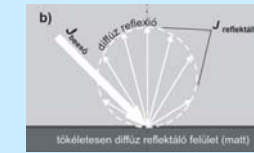
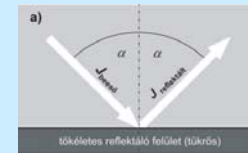


Abszorbancia mérése koncentráció
meghatározását teszi lehetővé



Visszaverődés

diffúz visszaverődés



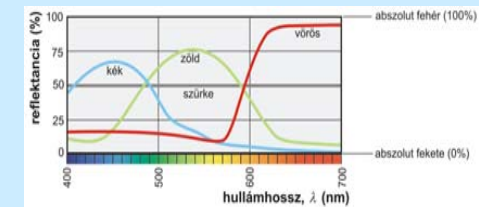
reflexiós tényező vagy reflektancia
spektrális reflektancia

$$\rho(\lambda) = \frac{J_{\text{reflektált}}}{J_{\text{beeső}}}$$

$$\rho = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \right)^2$$



reflexiós spektrum



Szóródás

Spektrális szóródási tényező

$$\sigma(\lambda) = \frac{J_{\text{szórt}}}{J_{\text{beeső}}}$$

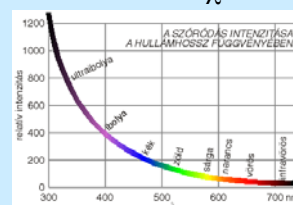


Rugalmas szóródás: λ , f , ε változatlan

Rayleigh-szóródás

$$d \ll \lambda$$

$$\sigma(\lambda) \sim \frac{d^6}{\lambda^4}$$



Mie-szóródás

$$d \geq \lambda$$

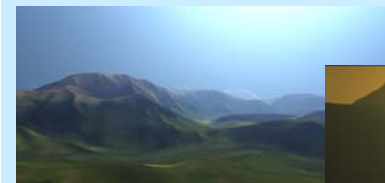
σ független λ



Szóródás

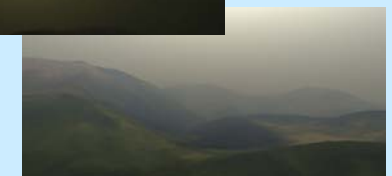
Rayleigh-szóródás

$$d \ll \lambda$$

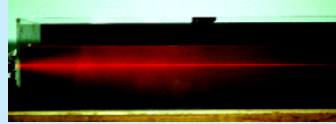


Mie-szóródás

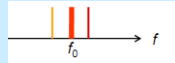
$$d \geq \lambda$$



Szóródás



Rugalmatlan szóródás: λ , f , ε változik



Raman-szóródás



Sir Chandrasekhara Venkata Raman

Fizikai Nobel-díj 1930

a fényszórással kapcsolatos munkájáért és a róla elnevezett hatás felfedezéséért

Fény és anyag közötti energiaátadás

A szín kialakulása

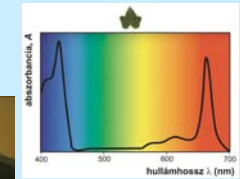
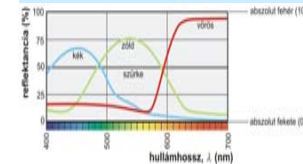
Komplex folyamat

Visszaverődés

Szóródás

Elnyelődés

$$\rho(\lambda) + \sigma(\lambda) + \alpha(\lambda) = 1$$



Pl. vörös reflexió
↓
vörös

Befolyásolja a fényforrás és szemlélő relatív helyzete, szóró részecskék mérete stb.

Pl. vörös abszorpció
↓
átmenő fényben zöld

A hét kérdése:

Grafikus úton határozza meg, hogy a bemutatott kísérletben hány darab fólia adja a felezési rétegvastagságot! (Az eredmény lehet nem egész szám is.)

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