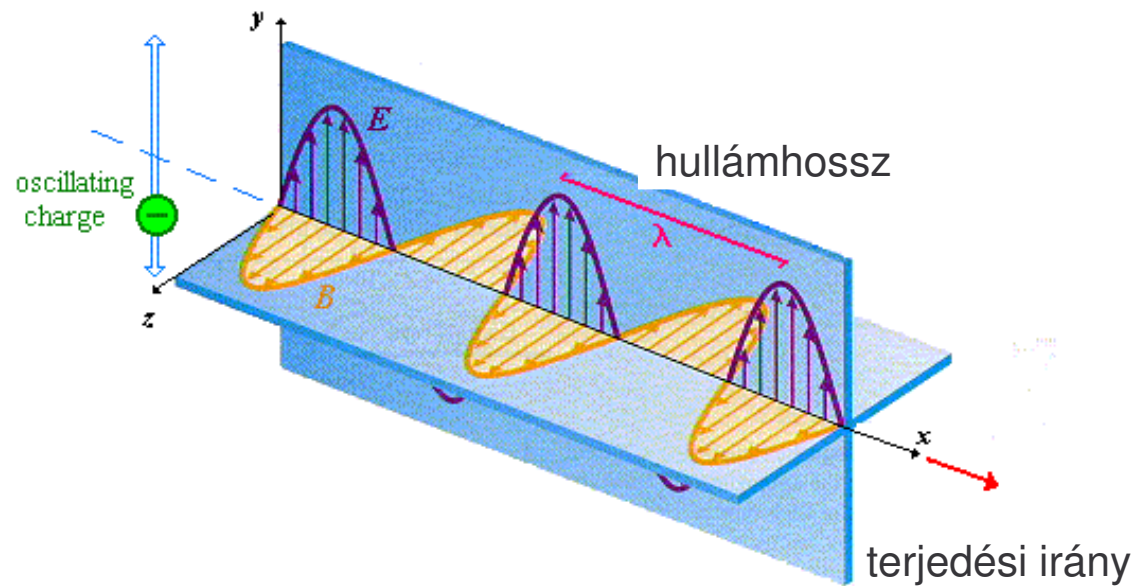


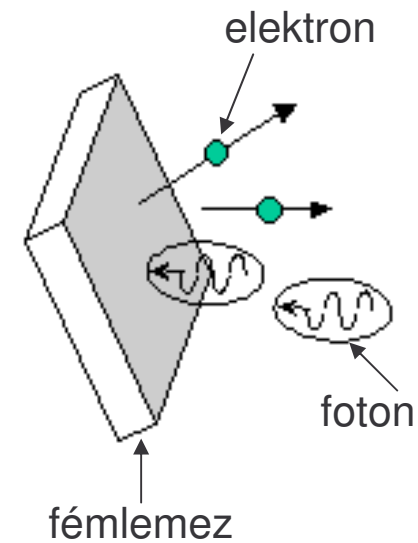
# A fény: elektromágneses hullám

## Hullám

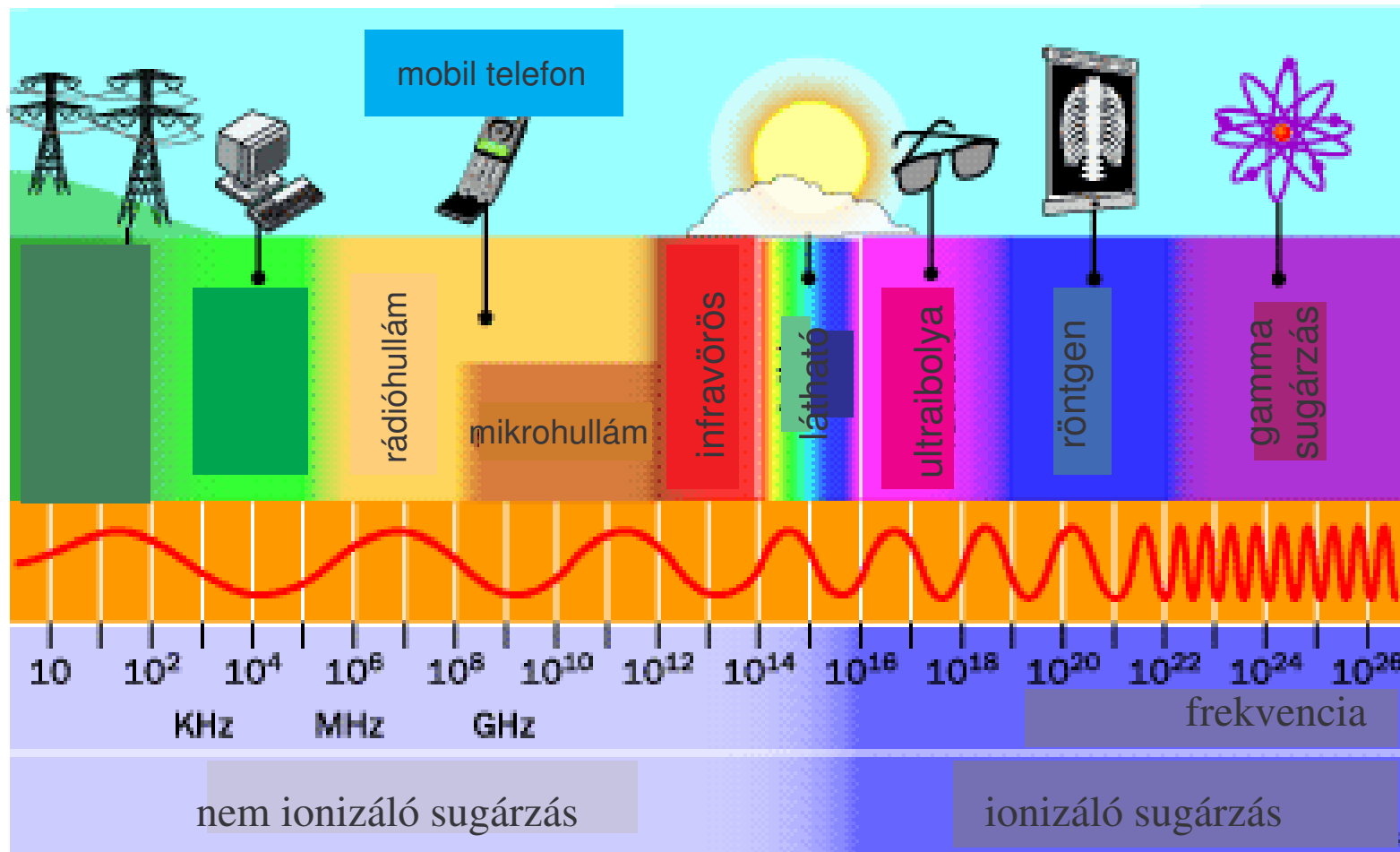


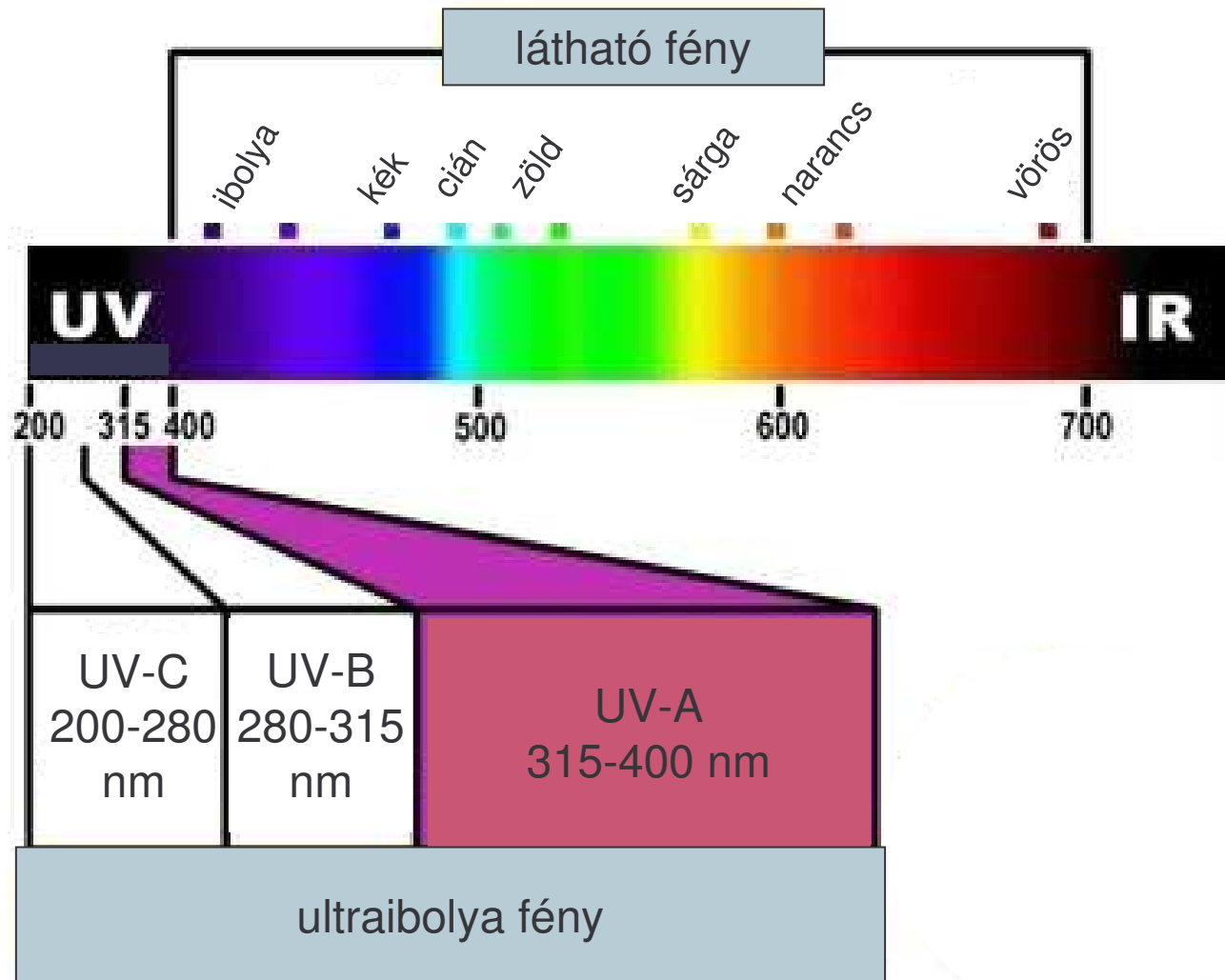
## Foton

$$E=hf$$

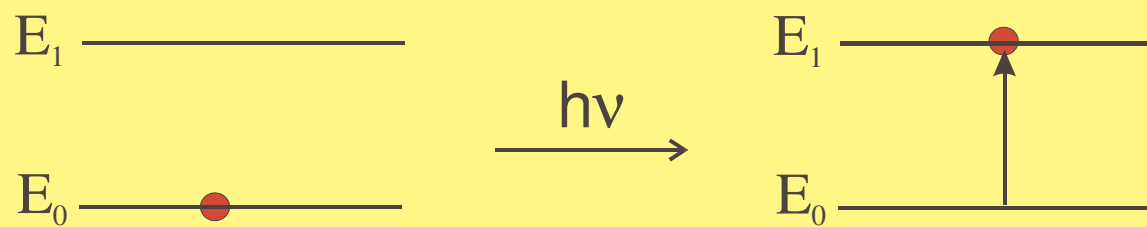
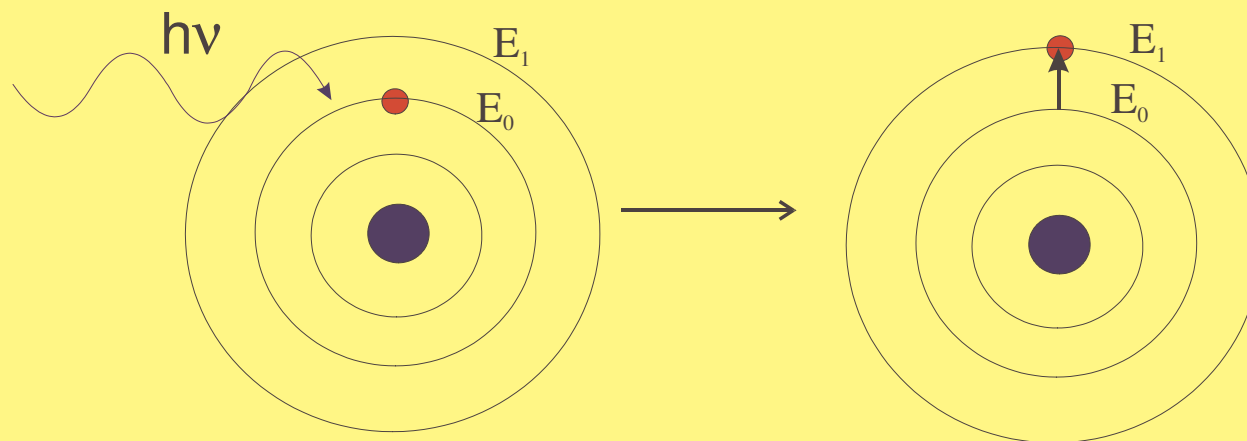


fotoelektromos  
hatás

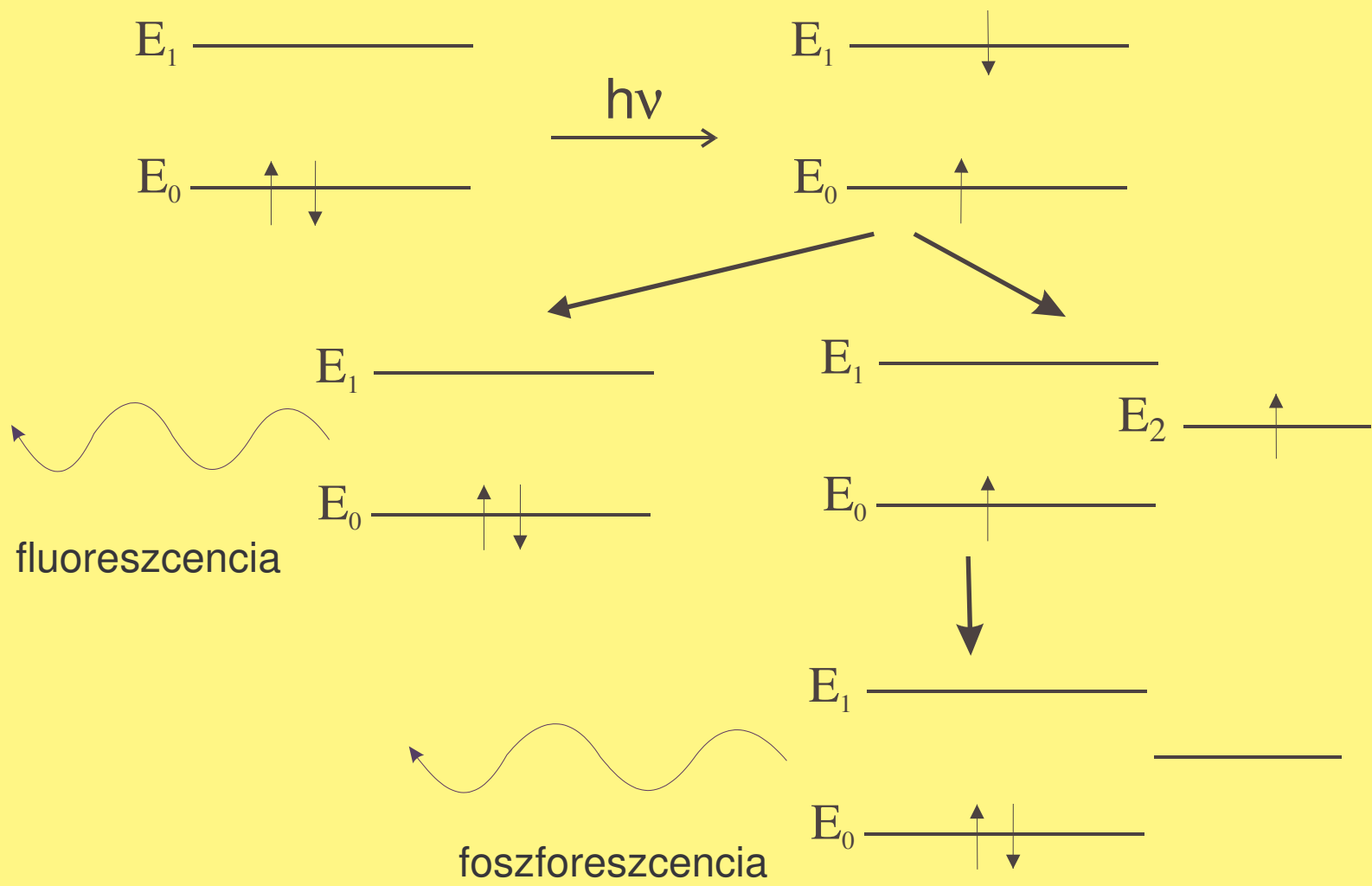




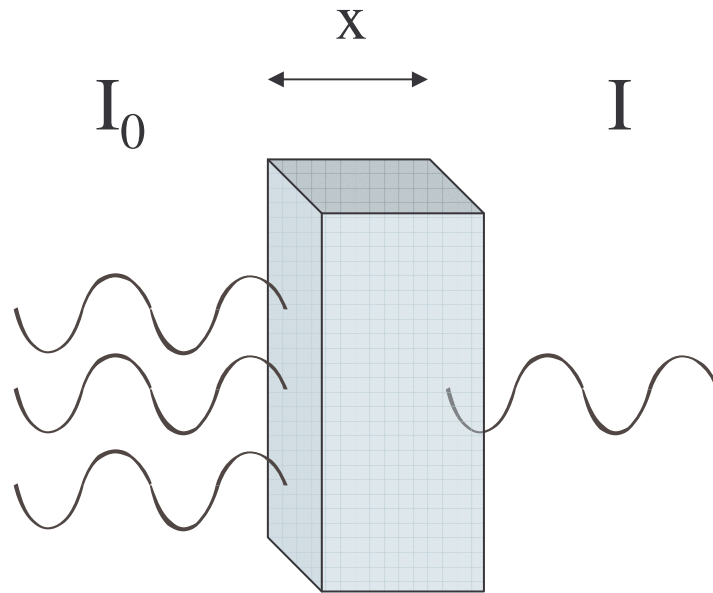
# A fény kölcsönhatása az anyaggal: fényabszorpció



$$h\nu = E_1 - E_0$$

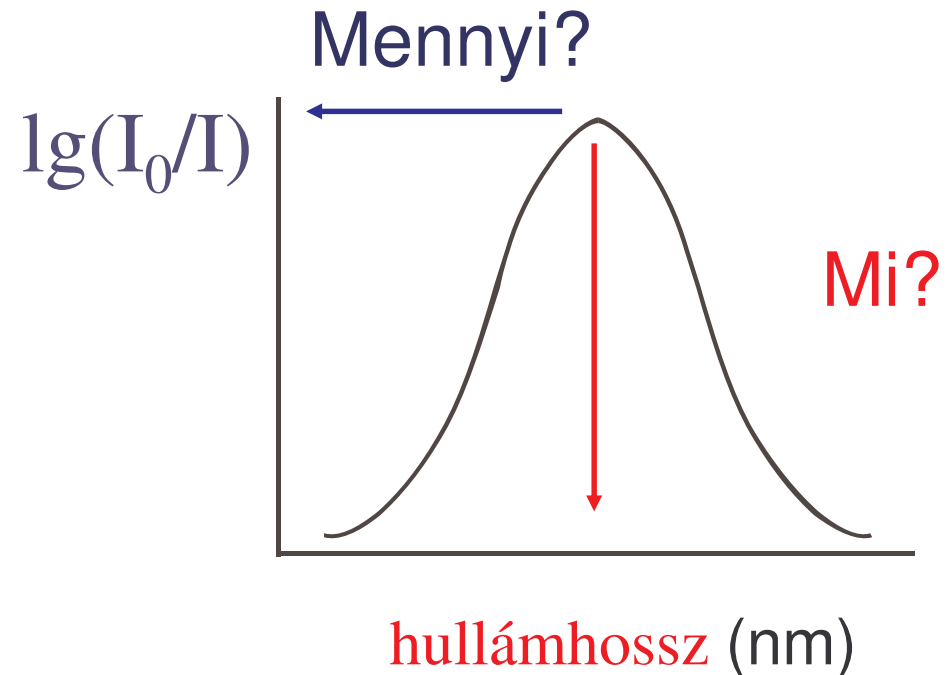


# A fény kölcsönhatása az anyaggal: fényabszorpció



$$\lg(I_0/I) = \epsilon_{(\lambda)} c x$$

Lambert-Beer törvény



abszorpciós spektrum



## A biológiai hatás kialakulásának lépései

Fotofizikai folyamat  
(fényabszorpció)



Fotokémiai reakció



Fotobiológiai következmény

*A fény elnyelődése  
a fotobiológiai hatás kialakulásának feltétele*



## Fényabszorpció feltétele

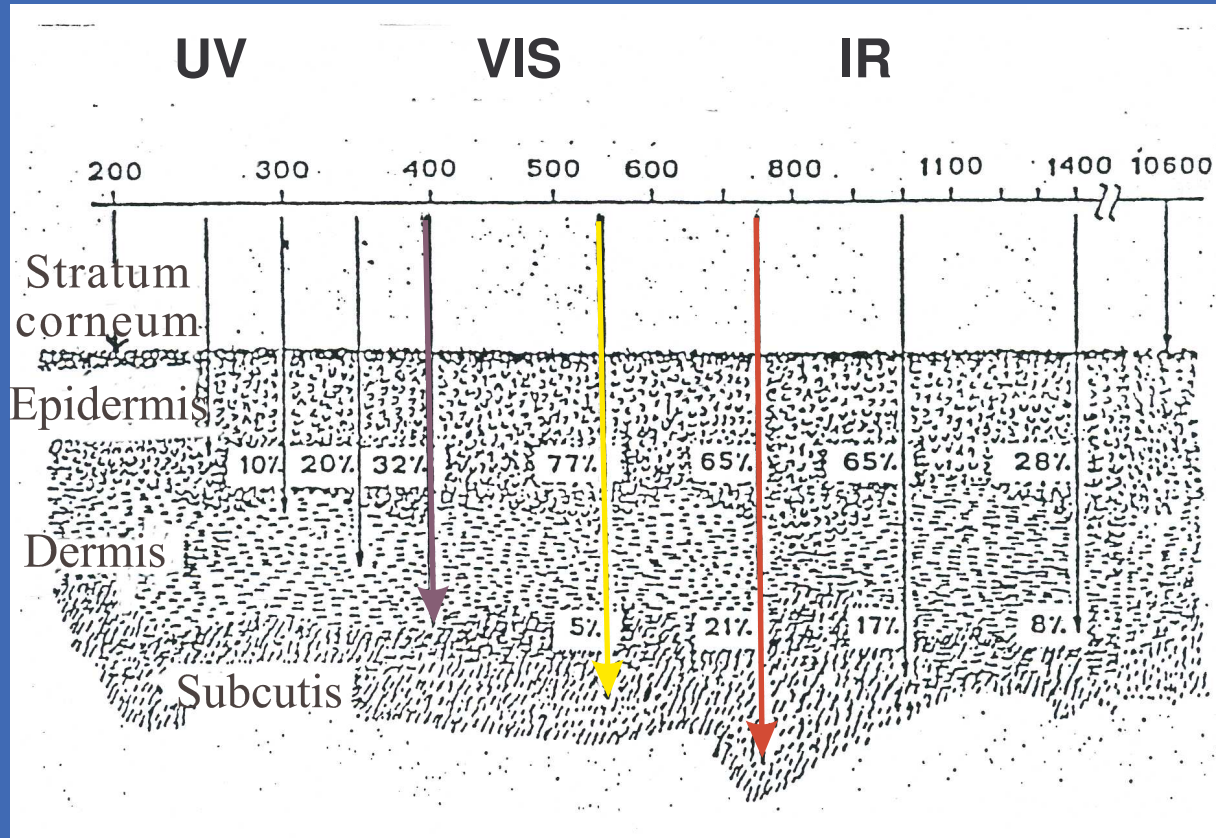
elnyelő atom/molekula

megfelelő hullámhosszúságú  
fény



a kettő találkozása

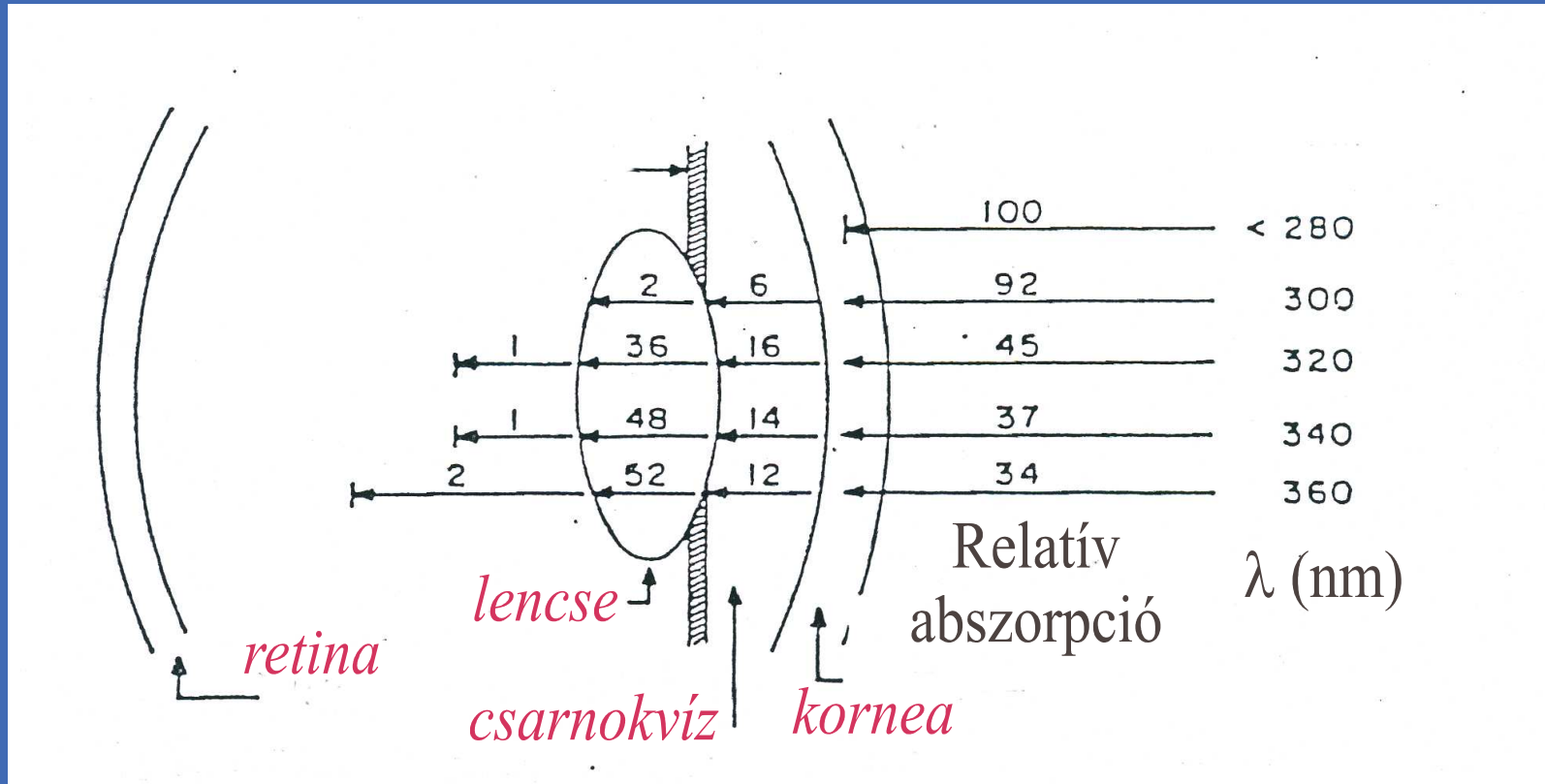
## A fény behatolási mélysége a bőrben



*A behatolási mélység hullámhosszfüggő  
(abszorpció, reflexió)*

*A legnagyobb a vörös tartományban*

## A fény behatolási mélysége a szemben



*A behatolási mélység hullámhosszfüggő  
(abszorpció, reflexió)*

## Fényt elnyelő molekulák (kromofórok) az emberi szervezetben

### Endogén kromofórok

pl. nukleinsavak

fehérjék

melanin

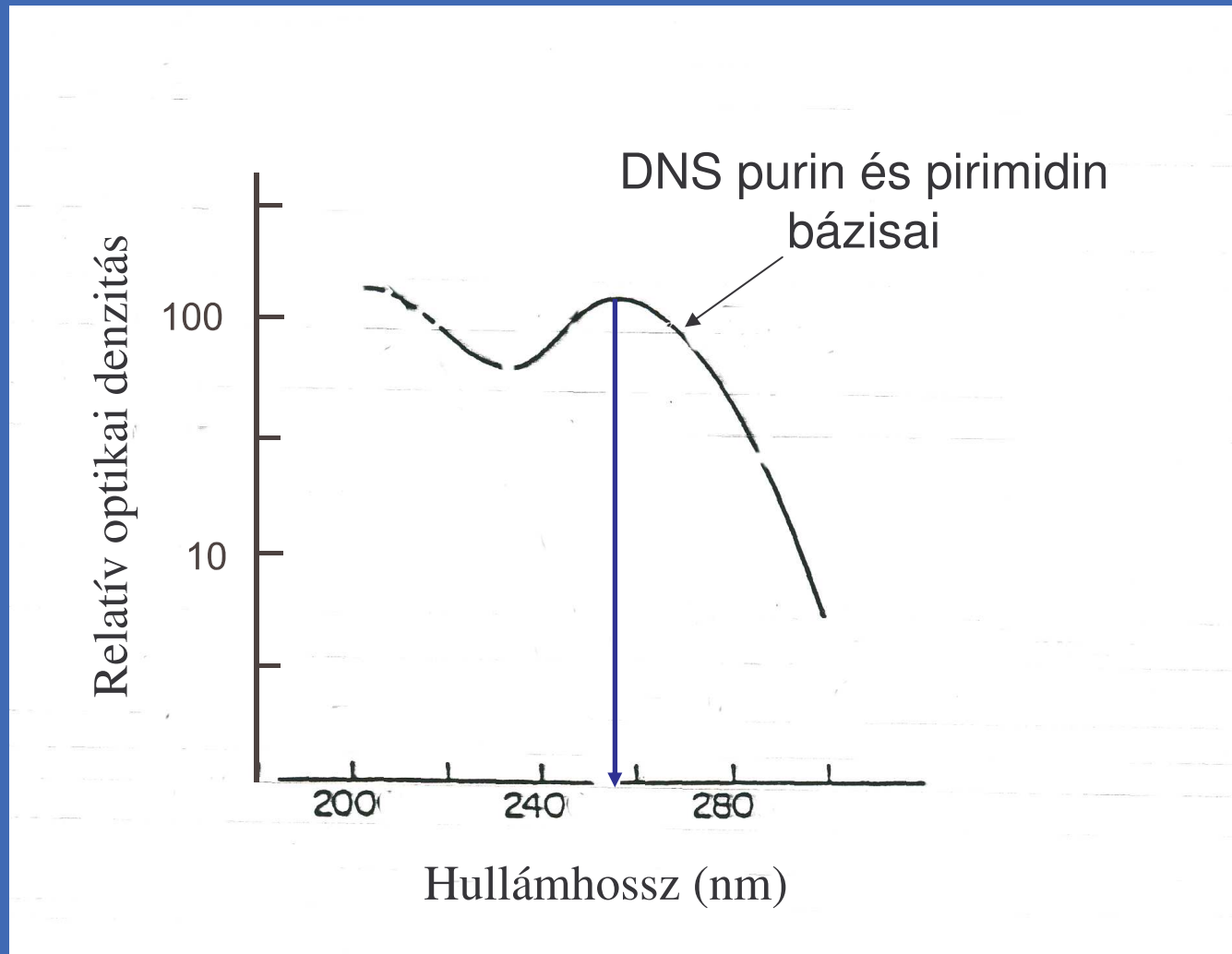
### Exogén kromofórok

pl. ételfestékek

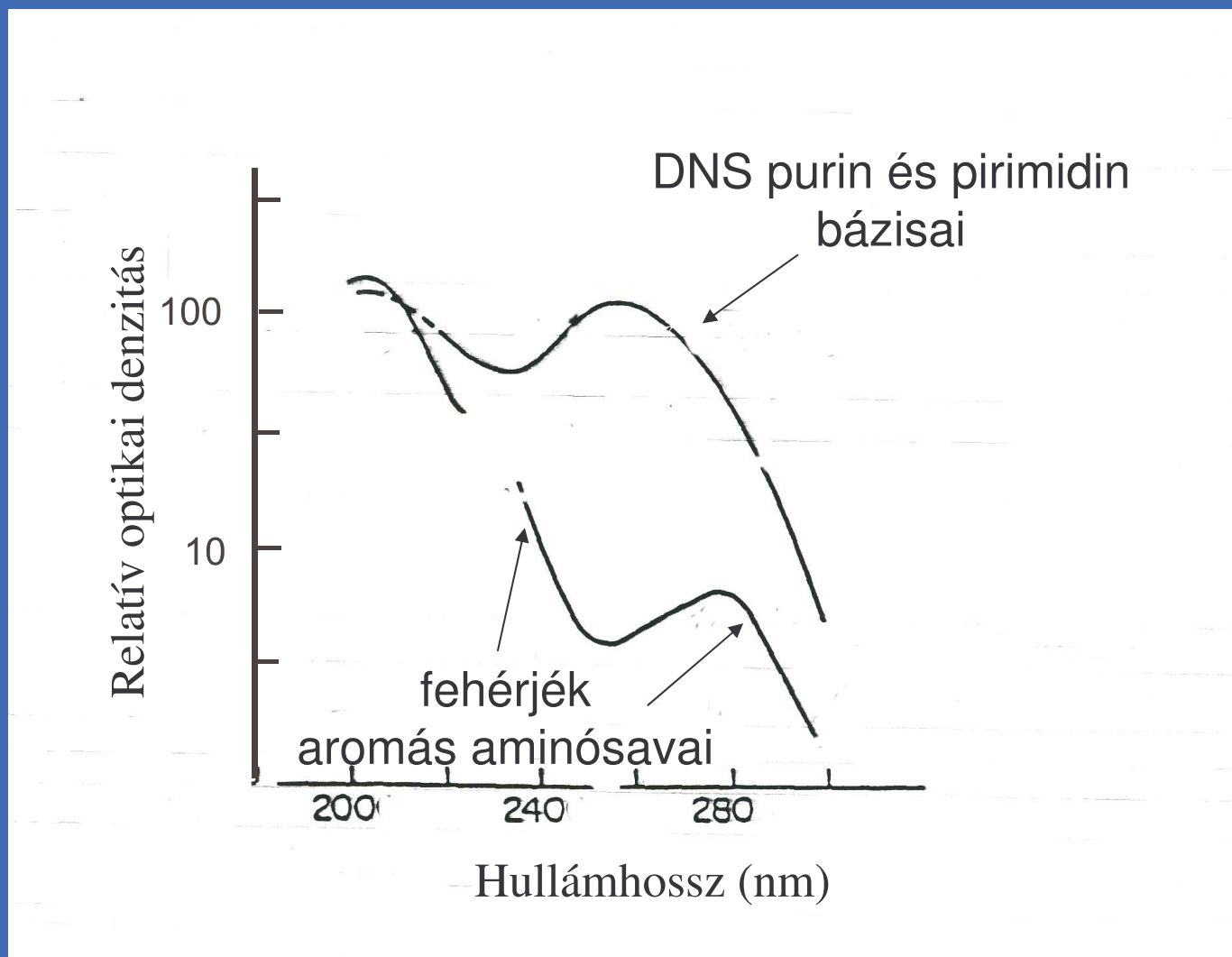
kozmetikumok

gyógyszerek

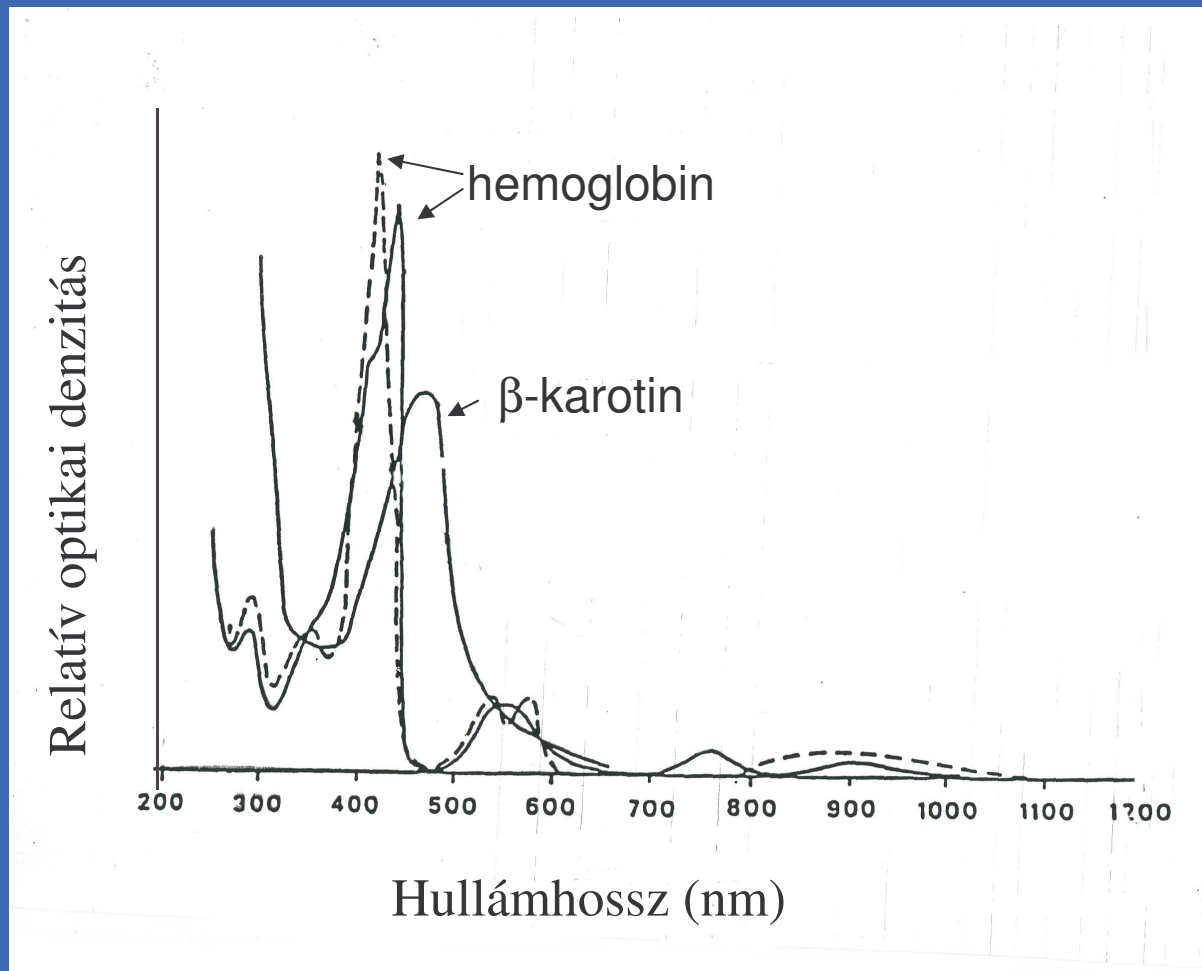
## Endogén kromofórok abszorpciós spektruma (1)



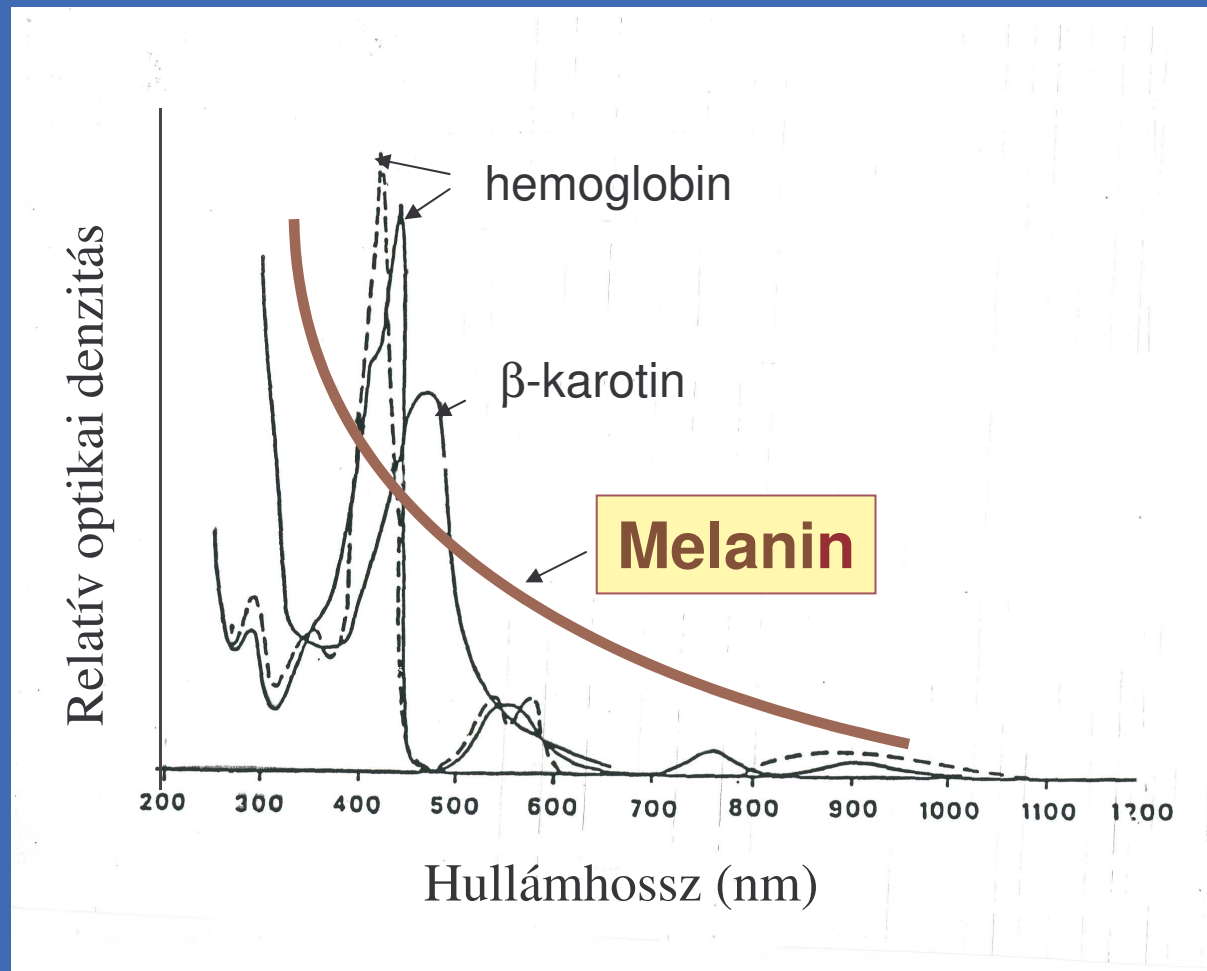
## Endogén kromofórok abszorpciós spektruma (2)



## Endogén kromofórok abszorpciós spektruma (3)



## Endogén kromofórok abszorpciós spektruma (4)





Fényabszorpció következménye:  
gerjesztett állapot



a gerjesztett állapot megszűnése

Fényemisszió

Fotokémiai reakció

Termikus átmenet



Kvantumhatásfok ( $\Phi$ ) : az egy "B" keletkezéséhez szükséges elnyelt fotonok számának a reciproka

$$\Sigma\Phi=1$$

# Fotokémiai reakciók

Direkt

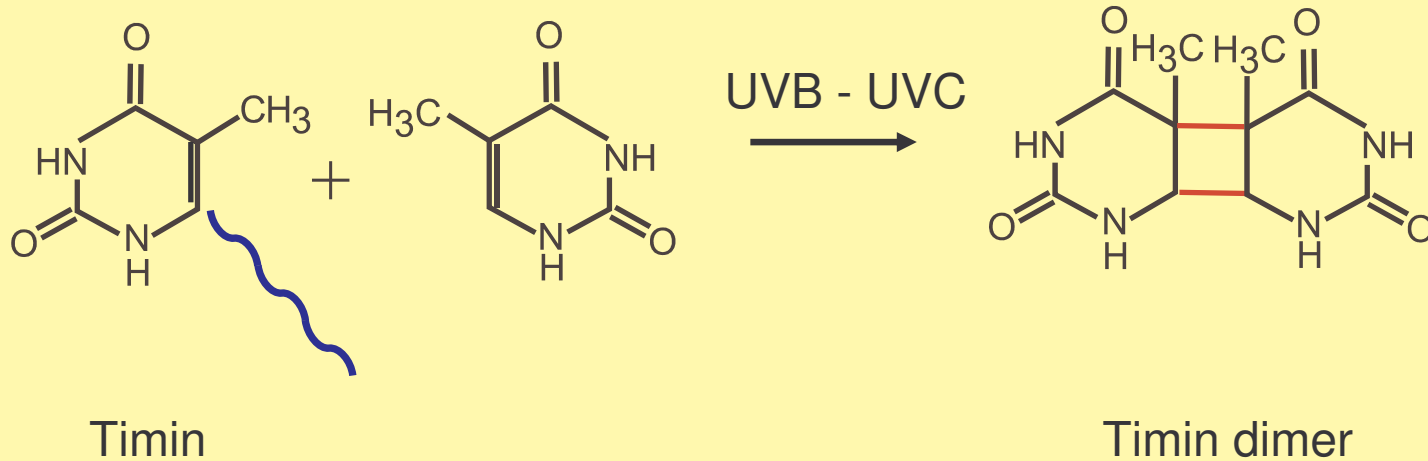
Az elnyelő molekula  
*új kémiai kötések*  
*kialakításában*  
vesz részt

Indirekt vagy  
szenzibilizált

Az elnyelő molekula  
*elektron vagy energia*  
*átadásában*  
vesz részt

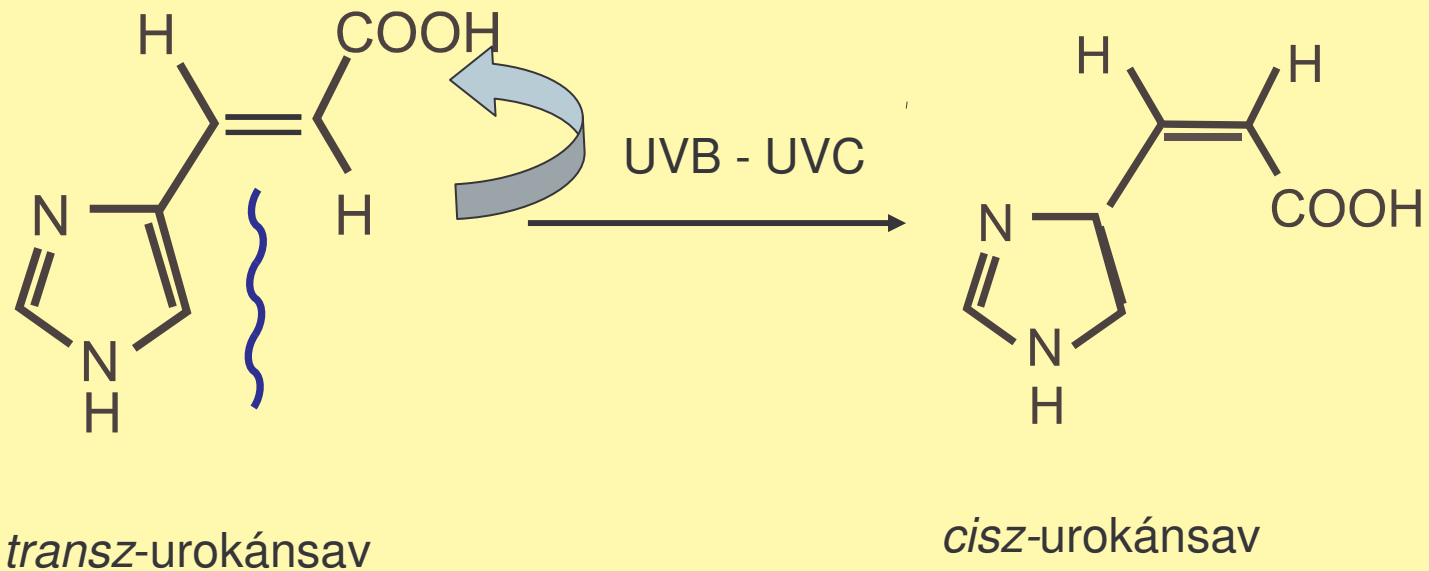
## Direkt fotokémiai reakció (1)

Cikloaddíció - pl. pirimidin dimerek kialakulása a DNS-ben



## Direkt fotokémiai reakció (2)

Izomerizáció - pl. urokánsav transz - cisz izomerizációja



## A PDT mechanism of action (1)

### Indirekt photochemical reaction

Elektronátadás



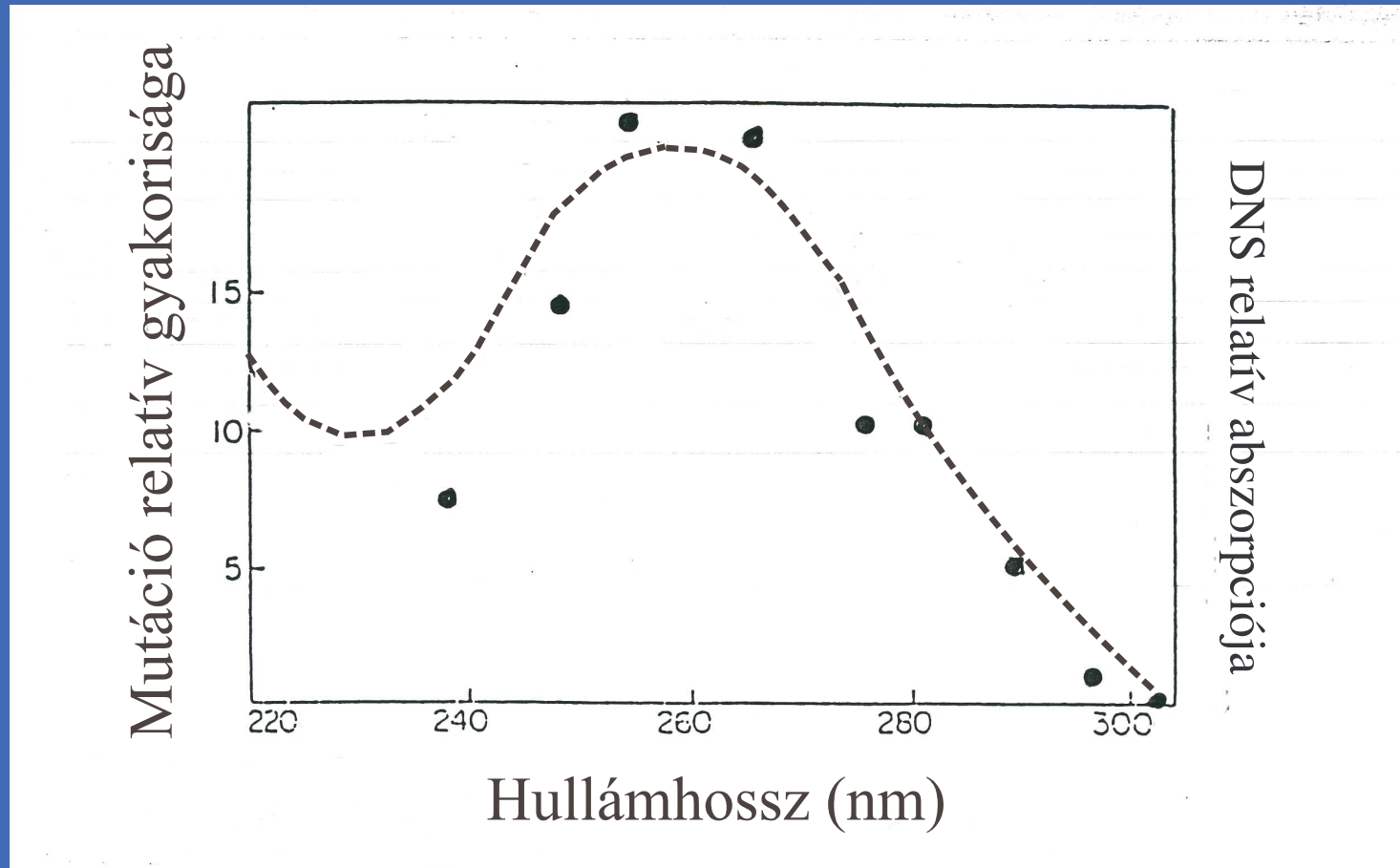
Termék : reaktív szabadgyök

Energiaátadás



Termék: szinglet oxigén

## Ultraibolya fény mutagén hatása az E. coli baktériumon



*A hatásosság hullámhosszfüggő*

*A hatást feltehetően a DNS-ben elnyelődő fotonok okozzák*

Hatásspektrum: egy adott biológiai folyamat kiváltásának hullámhossz szerinti eloszlása

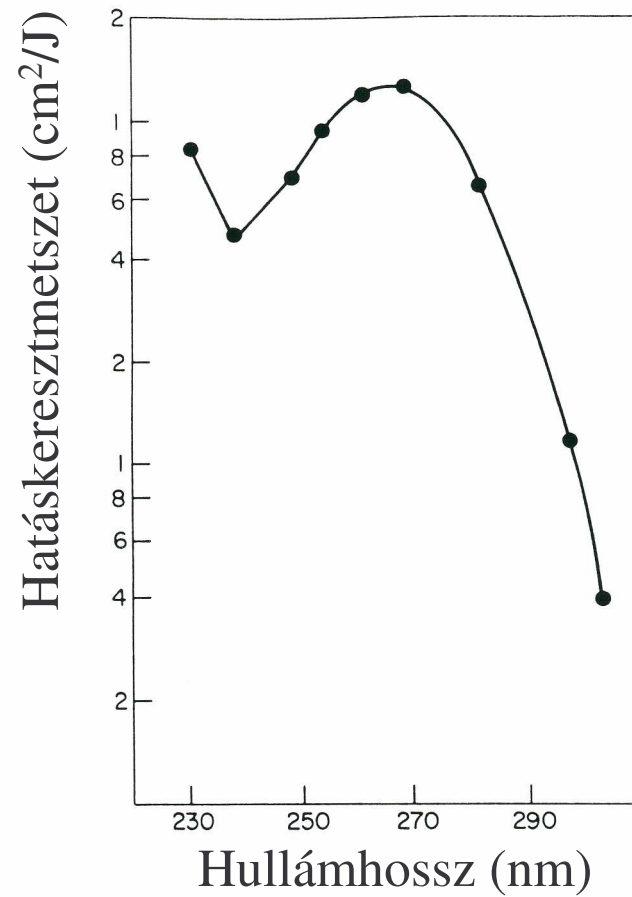
-a hatás mértéke a hullámhossz függvényében – felületegységre eső *azonos energia* esetén

-*azonos hatás* kiváltásához szükséges, felületegységre eső energia reciproka\* a hullámhossz függvényében

\*Hatáskeresztszmetzet:  $\sigma$  [m<sup>2</sup>/J ]

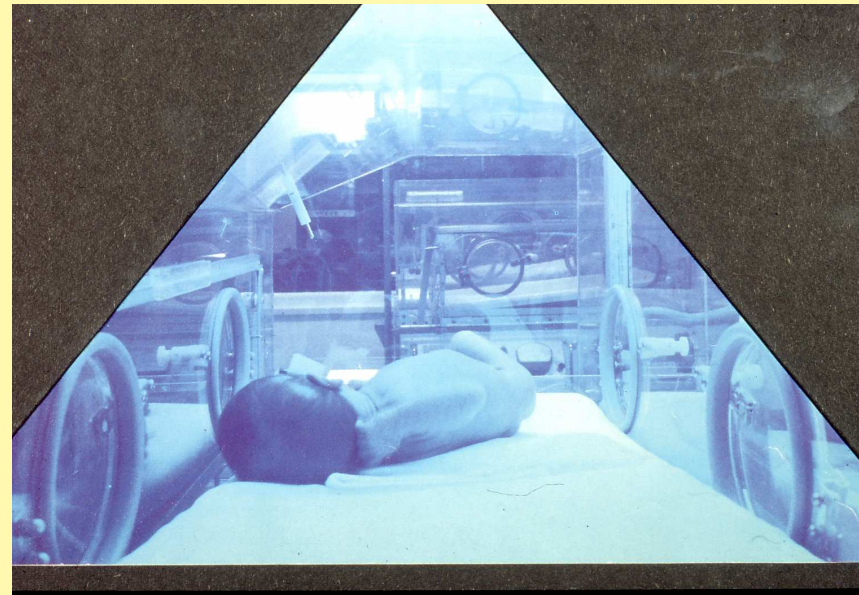
Ha a kvantumhatásfok független a hullámhossztól, akkor egy molekula *abszorpciós spektruma* és az általa kiváltott fotobiológiai folyamat *hatásspektruma párhuzamos egymással*

## Az *E. coli* baktériumon fotoinaktivációjának hatásspektruma



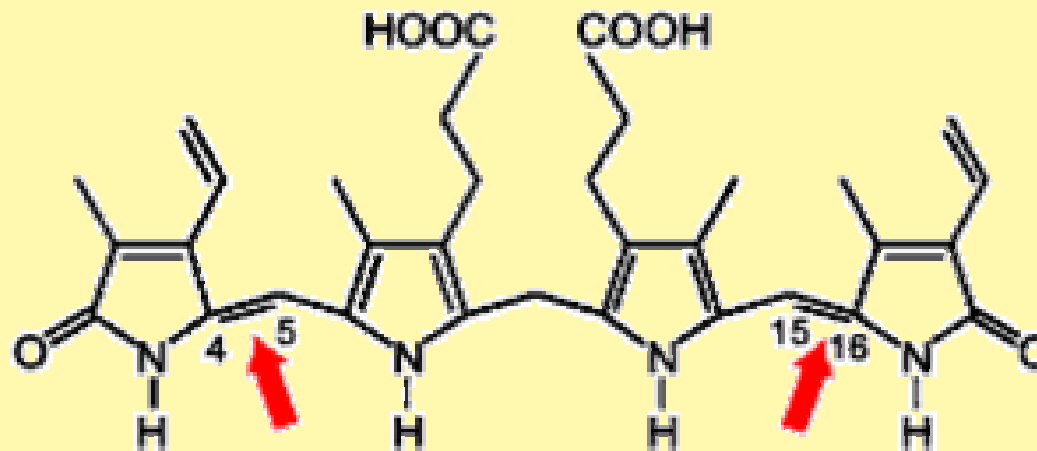


# Újszülöttkori sárgaság (hiperbilirubinémia) kezelése



Kék fény terápia

## Fotokémiai reakció



*fotoizomerizáció*

bilirubin



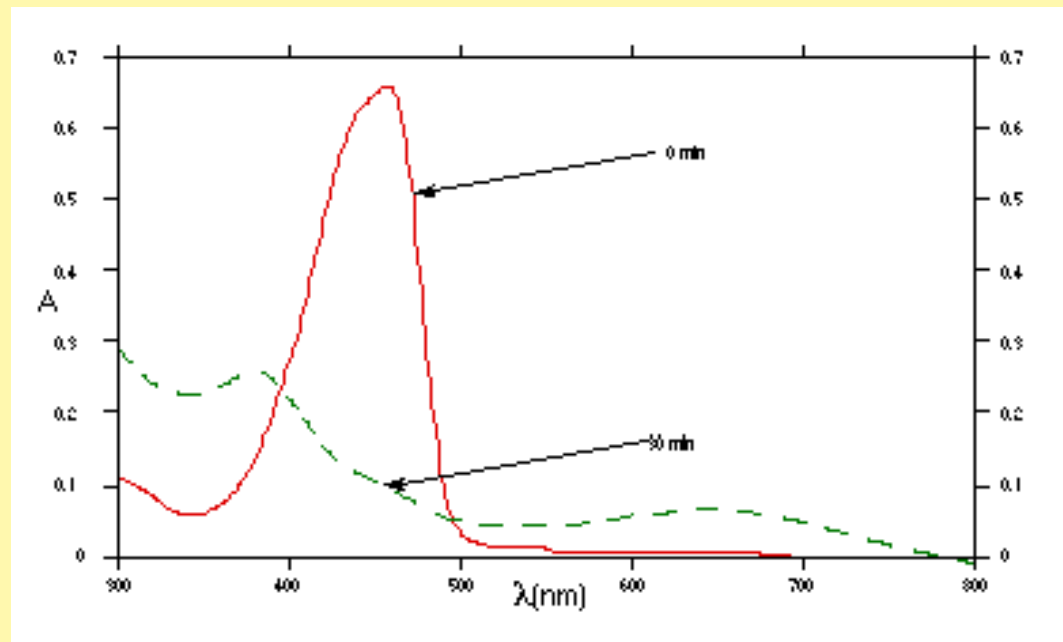
lumirubin

cisz



transz

## A bilirubin abszorpciós spektruma



Maximális elnyelés  
a kék tartományban

## Kezelési körülmények:

Hullámhossz: 400-500 nm

Intenzitás: 40 – 200  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

Pediatrics 1985 Mar;75(3):519-22

## Mellékhatások:

Retina sérülés

Hipertermia

Kiszáradás

Kellő körültekintéssel  
elkerülhetők

Acta Paediatr 1994 Jan;83(1):7-12

## A fény szerepe az életrciklusok szabályozásában (3)

### Seasonal Affective Disorder (S.A.D.)



# Seasonal Affective Disorder (S.A.D.)

## Kezelése

**Fényforrás:** 5000 K hőmérsékletű sugárzó ( $\lambda_{\max} = 580 \text{ nm}$ )

UV szűrővel

*(Nap: kb 6000 K,  $\lambda_{\max} = 480 \text{ nm}$ )*



### **A megvilágítás erőssége:**

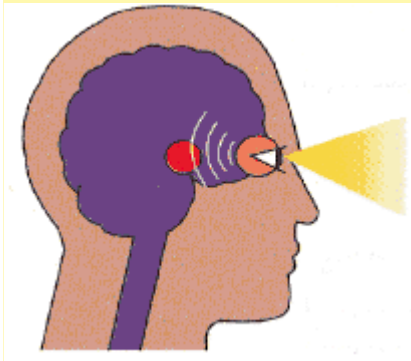
max . 5 - 10 ezer lux

*(normál munkahelyi világítás kb 50-100 lux)*

*tűző napsütés kb  $10^5$  lux)*

**Kezelési idő:** 10 – 15 perc / nap

## U.K. – napi SAD jelentés

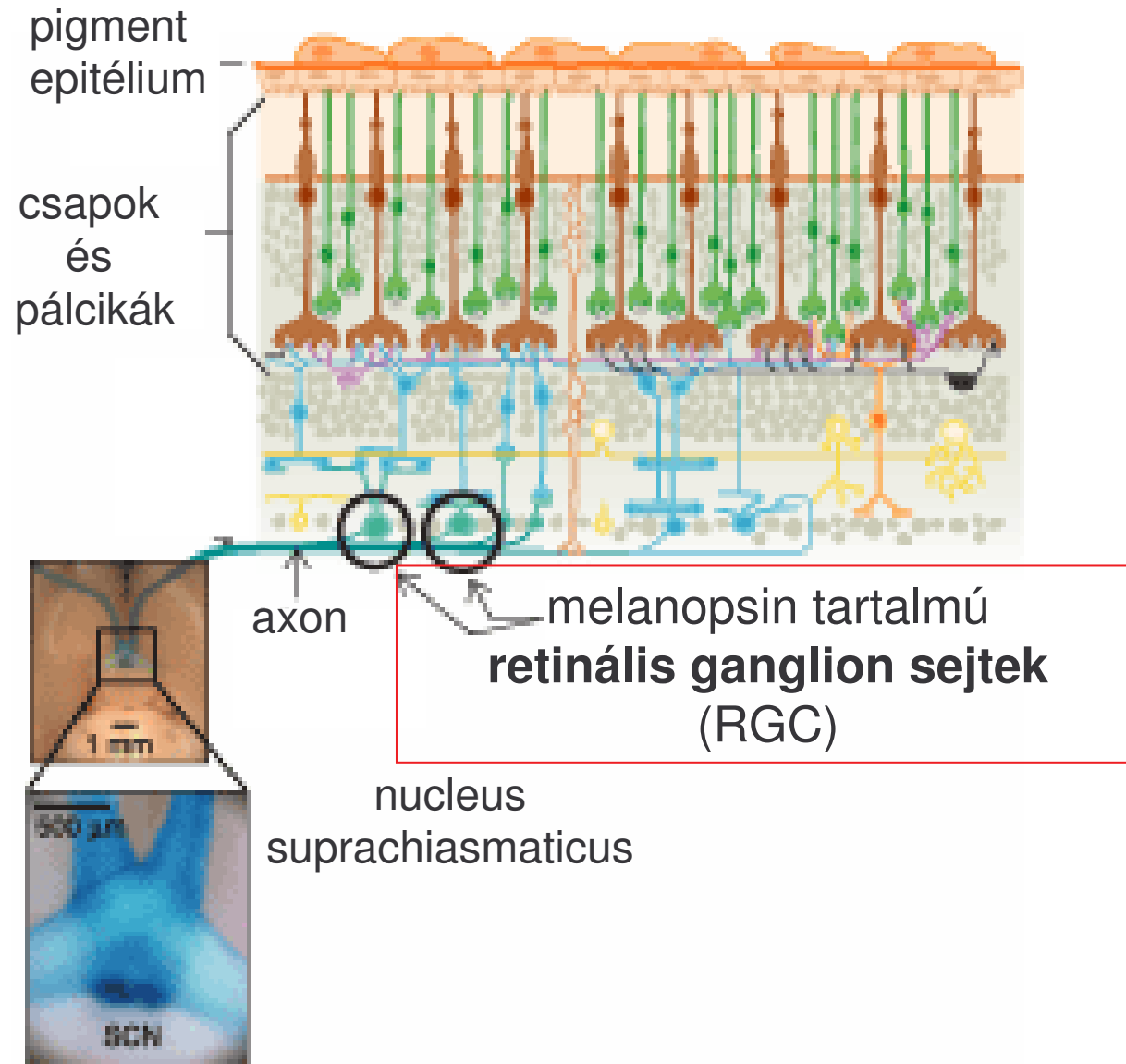


A melatoninszint szabályozásában a **szembe** jutó fény  
intenzitásának, időtartamának van szerepe

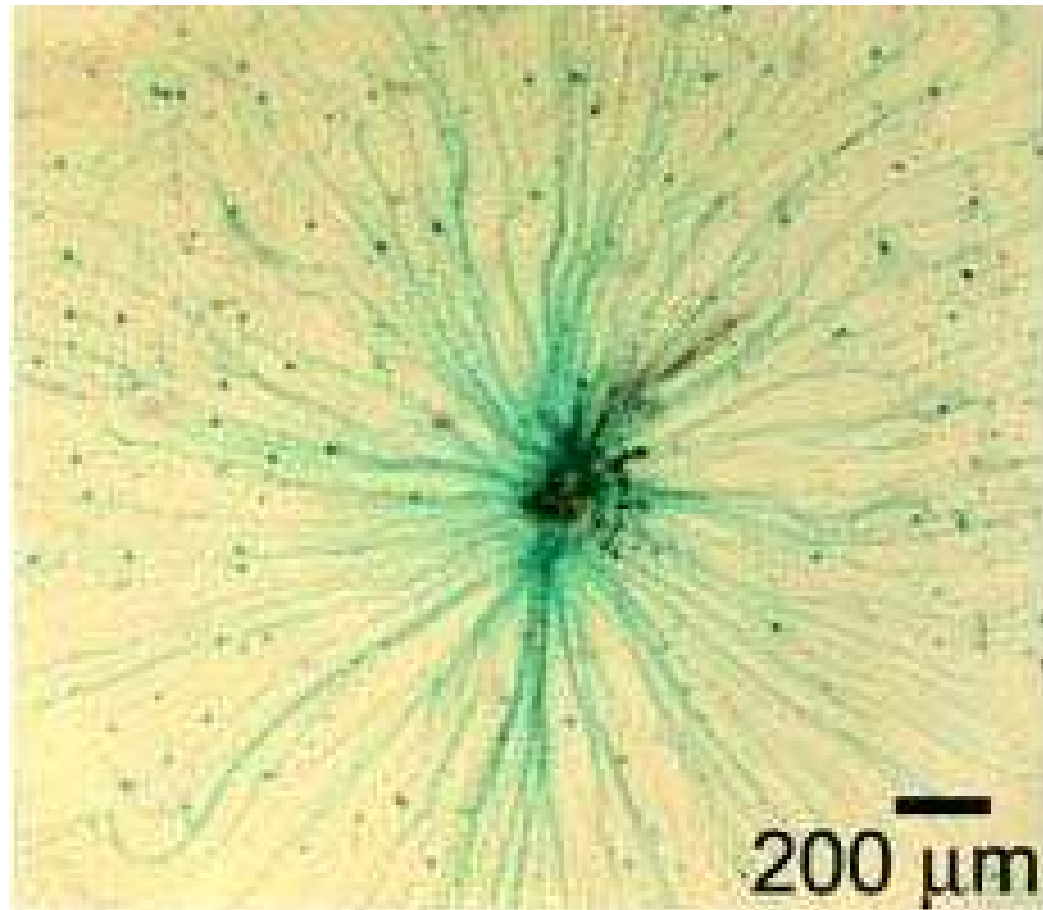
A melatonin-szabályozás **független a látástól** – a vakság  
nem akadályozza a működését

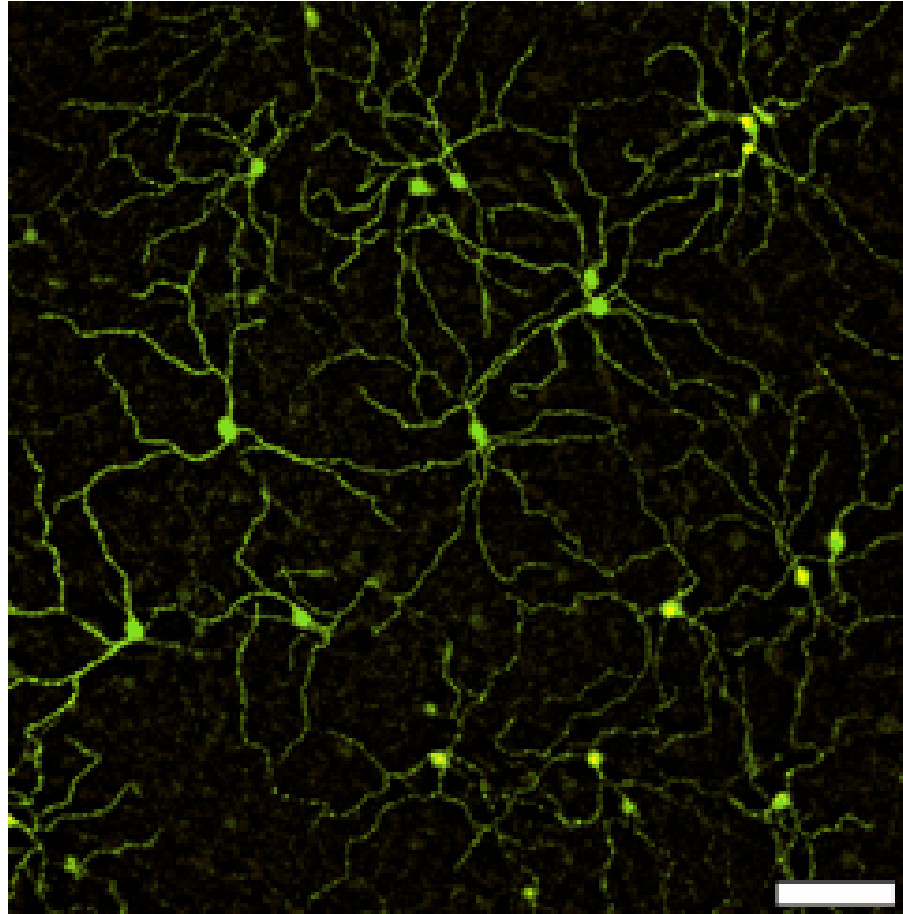


# A harmadik fényérzékelő sejtípus a szemben



**Melanopszin,**  
a retinális ganglionsejtek színanyaga





Retinális ganglionsejtek  
hálózata  
egér retinában

