

# Vizuális tér

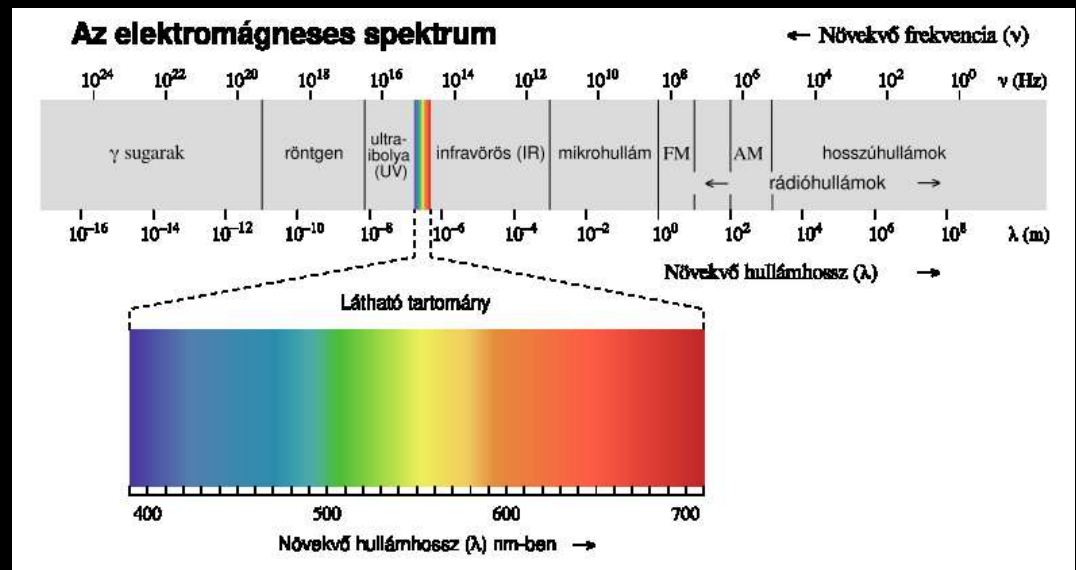


More light!  
[Mehr Licht!]

*(Johann Wolfgang Von Goethe)*

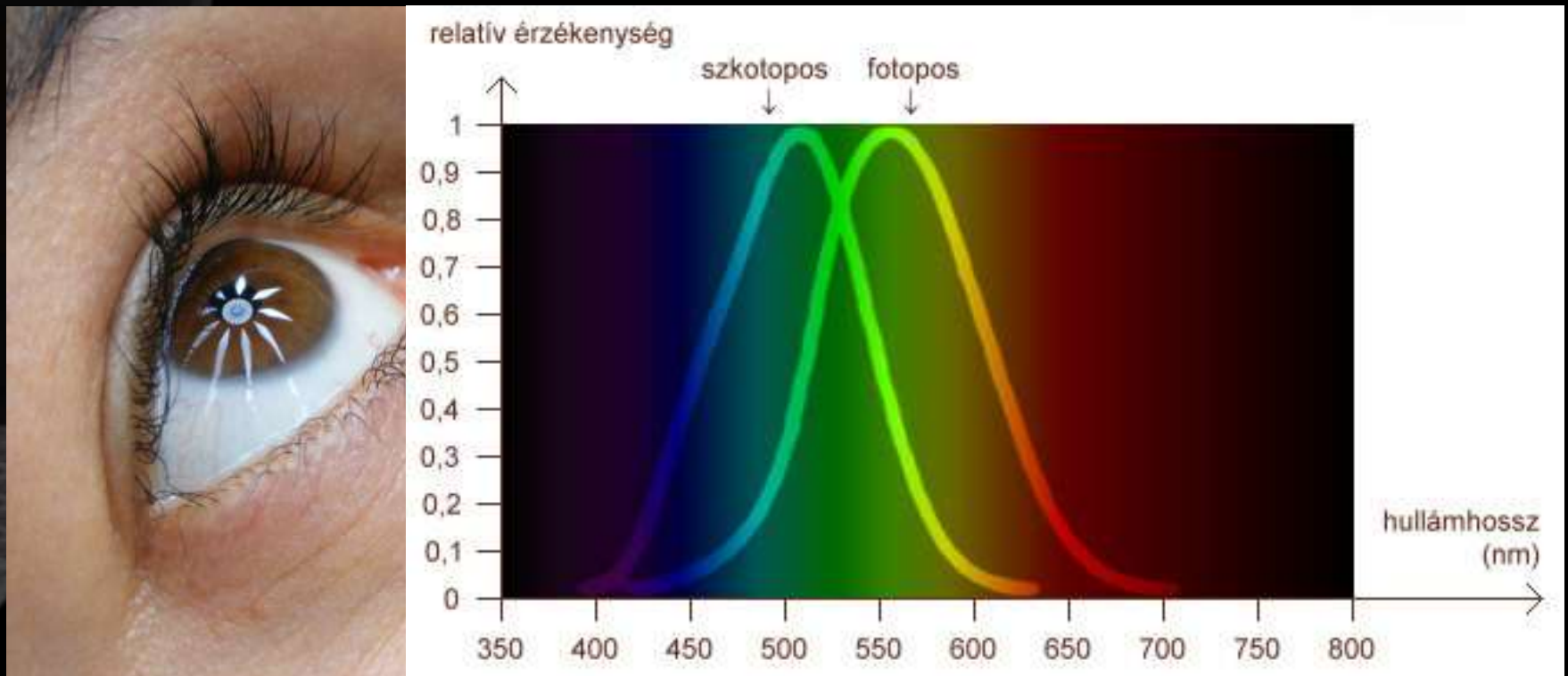
# A fény

- A FÉNY emberi szemmel érzékelhető elektromágneses sugárzás
  - **hullámhossz** (frekvencia)  $\sim$  szín
  - **amplitúdó** (nagyság)  $\sim$ erősség
  - polarizáció (rezgéssík) [nem látjuk]
- Kettős természet: hullám és részecske
- **FÉNY**: A fény az elektromágneses sugárzás szemünk által érzékelhető hányada. Az un. látható tartomány **380 nm-től 780 nm-ig** terjed



# Érzékelés

- Szem érzékenysége: láthatósági függvény
  - FOTOPOS látás  $v(\lambda)$  max: 555nm
  - SZKOTOPOS látás  $v'(\lambda)$  max: 507nm



# Ki mit lát?

## – FOTOPOS látás

- A néhány  $\text{cd}/\text{m}^2$ -nél nagyobb fénysűrűsége adaptált normális szem látása. Ilyenkor elsősorban a csapok működnek. Ilyenkor színlátás jó.

## – SZKOTOPOS látás

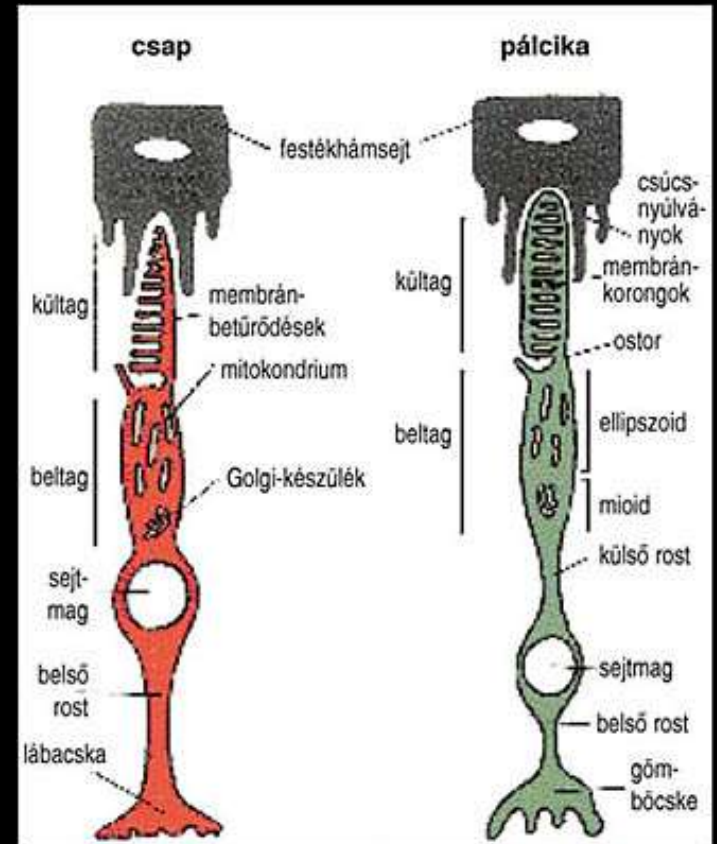
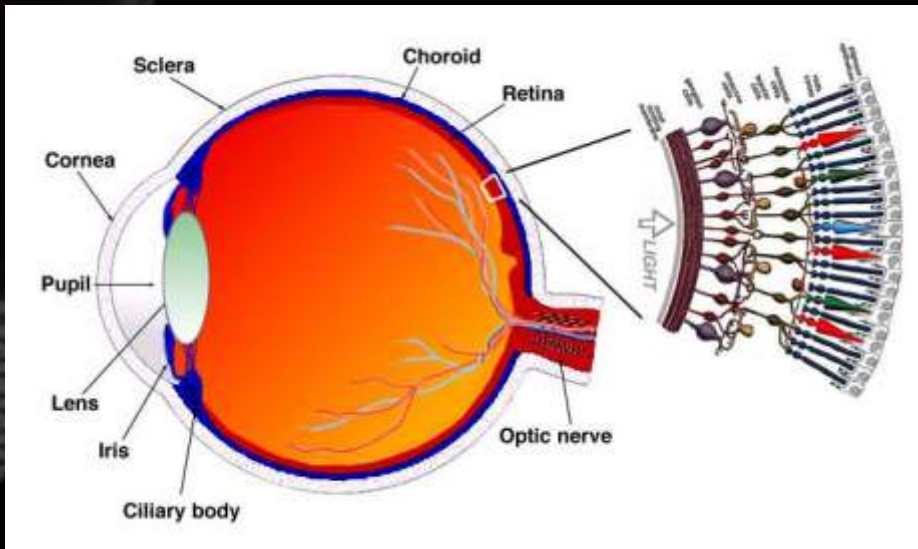
- A század  $\text{cd}/\text{m}^2$  nagyságrendnél kisebb fénysűrűsége adaptált normális szem látása. Ilyenkor elsősorban a pálcikák működnek. Szkotopos látás esetén színlátás gyakorlatilag nincs.

## – MEZOPOS látás

- A fotopos és szkotopos látás tartományai közötti látás. A mezopos látásban a csapok és pálcikákegyaránt működnek.
- Mezopos látás esetén színek még megkülönböztethetők, de már nem érik el a fotopos látásszínvilágát. A mezopos látás során a hosszabb hullámhossz tartományba tartozó meleg színek, pl. avörös tűnnek el először. A rövidebb hullámhosszúságú színek, pl. kék a mezopos – szkotopos látáshatáráig még felismerhetők. (Purkinje jelenség)

# Látásfiziológia

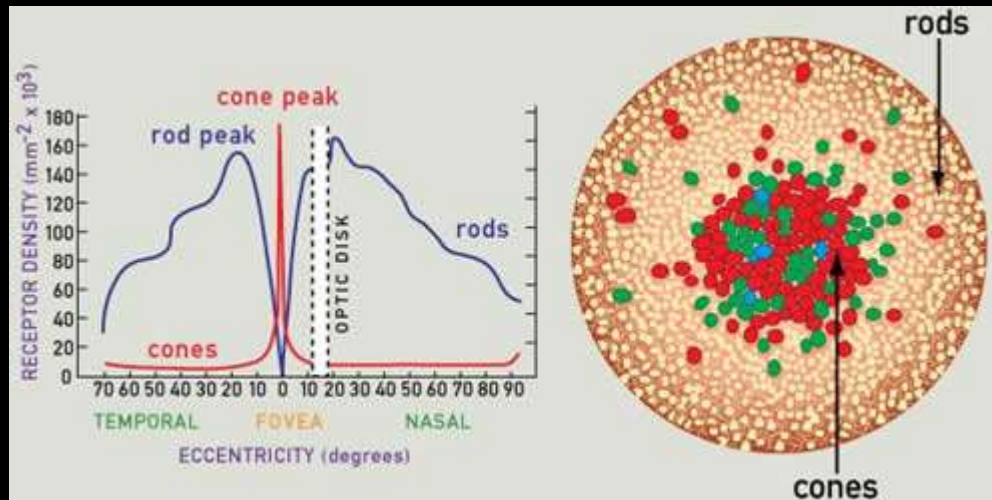
- Retina
  - CSAPOK – színeslátás
  - PÁLCIKÁK – sötétben látás



# Látásfiziológia

- Retina

- csapok ~8 millió – elsősorban a foveán
  - R csap – rövidhullám-érzékeny (420 nm, ibolya szín) ~1 millió szórványosan, fovea szélén több
  - K csap – középhullám-érzékeny (530 nm, zöld szín) ~4.5 millió
  - H csap – hosszuhullám-érzékeny (560 nm, sárga szín) ~2.5 millió K és H főleg a fovea középső részén
- pálcikák ~120 millió – perifériális és szkotopos látás

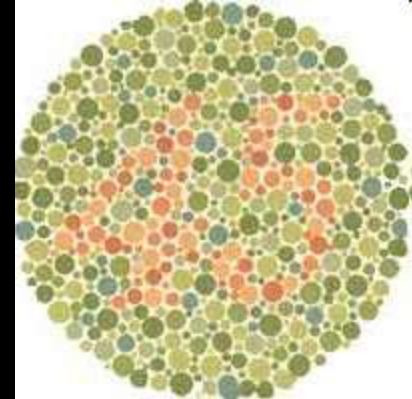
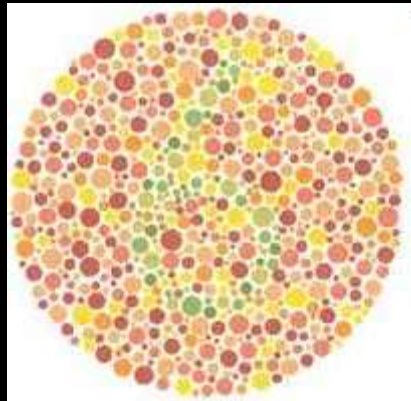
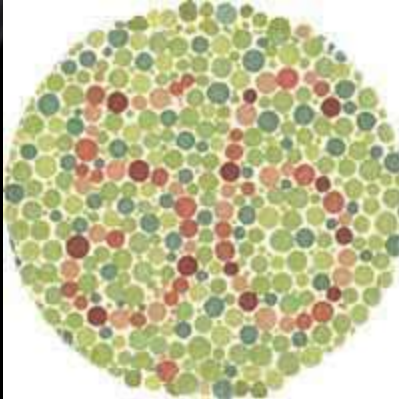


# Látásfiziológia

- SZÍN (–Világítástechnikai)
  - Normális látású (nem színtévesztő) emberekben a látható sugárzás a fényérzettel együtt és attól elválaszthatatlanul színérzetet is létrehoz. Ezt három jellemzővel lehet leírni:
    - 1. a színezet a szín jellegére utal (pl. kék, zöld, vörös);
    - 2. a színdússág a szín erősségére utal;
    - 3. a világosság a szemünkbe jutó fény mennyiségére utal.
  - Ezért a szín kifejezést általában nem lehet önmagában használni.
  - A színérzetet a szemünkbe jutó sugárzáson (színinger) kívül az észlelés körülményei és agyi folyamatok is befolyásolják.

# Látásfiziológia

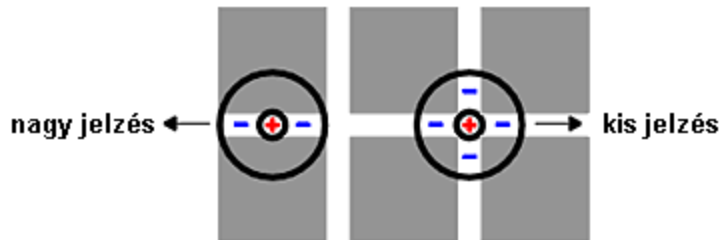
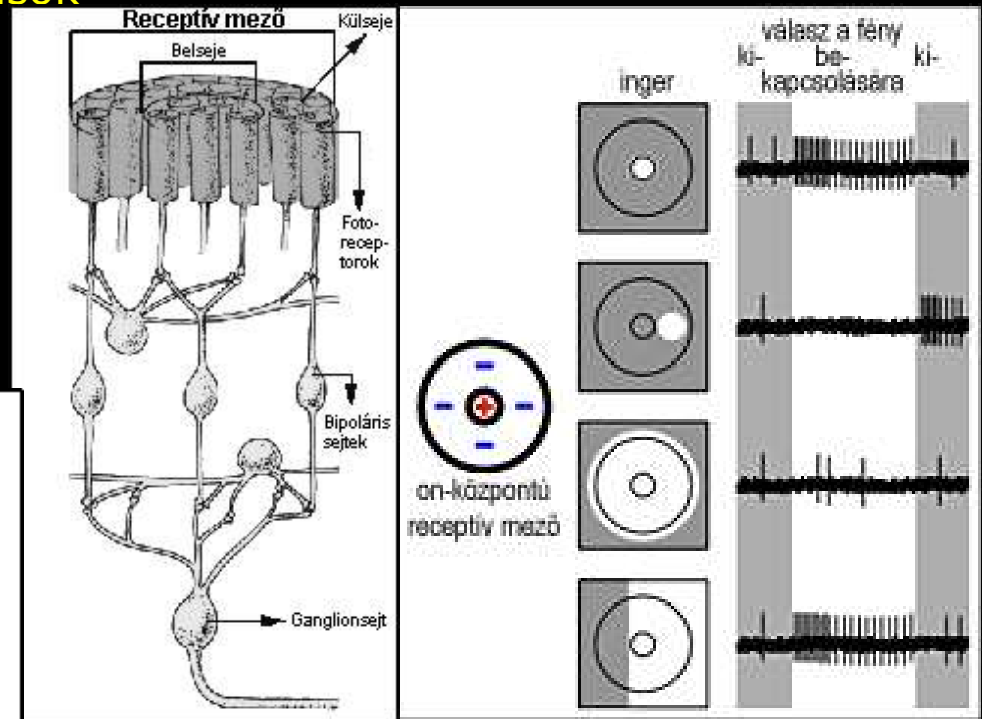
- Színtévesztés
  - egyik szín érzékelése hiányzik vagy nem teljes
  - magyar férfiak 8%, nők 0.2%
  - Ishihara teszt (pöttyös tábla)
  - korongválogatás





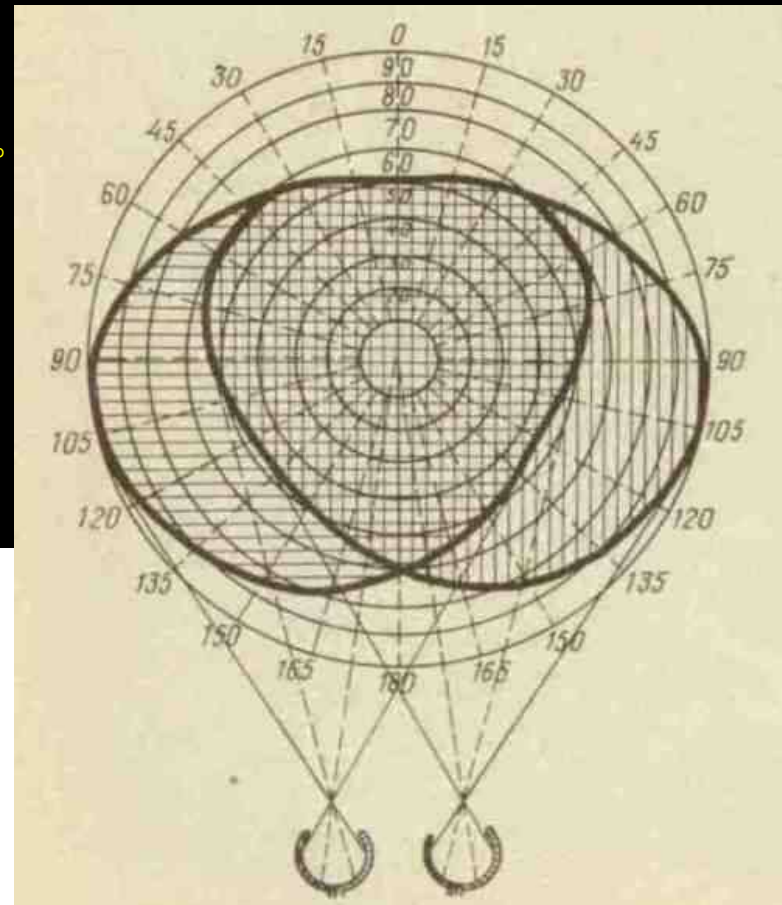
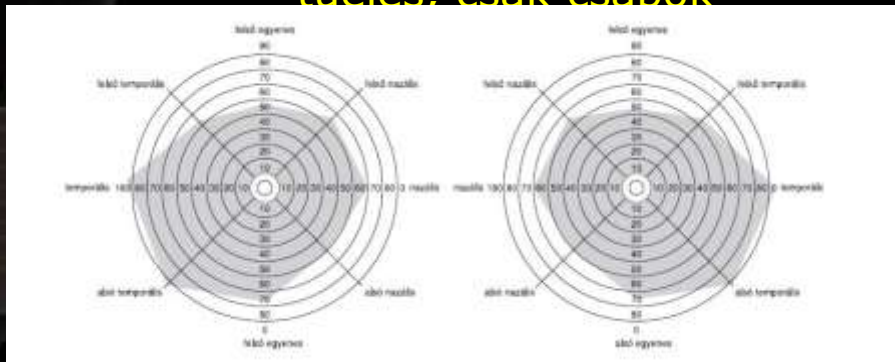
# Látásfiziológia

- Serkentő és gátló szinapszisok
  - fontos a mozgás iránya
  - serkentő és gátló szinapszisok
- On / off csapok
- Csak a mozgó a látható
- Jel és környezete
  - gátlás és erősítés
- Rácsok és raszterek
  - opart



# Látásfiziológia

- Látótér
  - perifériális látás (kb  $2 \times 90^\circ$ )
    - alacsony szín és részlet
  - kétszemes látás-térlátás  $\sim 115^\circ$
  - centrális tér  $\sim 30^\circ$
  - sárgafolti látás  $\sim 3^\circ \times 12^\circ$ 
    - éles és színes
    - letapogatás: pl. olvasás
  - látógödör  $\sim 1^\circ$ 
    - tűéles, csak csapok



# Látásfiziológia

- Térlátás
  - szem konvergenciája
  - retinális eltérés (2 kép közti eltérés)
  - szemlencse alakja (akkomodáció)
  - mozgási parallaxis (mozgó tárgy szögsebessége)
  - perpektivikus hatás
  - takarások
  - méretek (rövidülés)
  - relativ magasság (látószög függvénye)
  - árnyékok
  - részletgazdagság
  - fényszóródás (páráság, köd, főleg kék komponens)



# Látásfiziológia

- AKKOMODÁCIÓ
  - közelre nézéshez való alkalmazkodás
  - Távolra nézve akkor látunk élesen, ha a tárgy  $6m <$  van.
  - Ennél közelebbi tárgyak képe a retina mögé vetül → a szemnek alkalmazkodnia kell (növelni a fénytörést)
  - Emberben csak a lencse fénytörő képessége változtatható!
  - 30 éves korig kb. 10D-t is növelhető a lencse fénytörése → a szem közelpontja 10 cm
  - Presbyopia: a lencse rugalmassága csökken (idős korban)
  - Korrekció: gyűjtő lencsével
- Kromatikus aberráció (kivédhetetlen)
  - UV közeli kékre rövidlátás (a retina előtt lesz éles a kép)
  - IR közeli vörösre távollátás

# Látásfiziológia

- ADAPTÁCIÓ

- a folyamat, mely során a szem a látótér fényűrűségéhez és a színingerekhez alkalmazkodik
- pupilla és a retina játszik nagy szerepet.
- A szem  $10^{-6}$  cd/m<sup>2</sup> és  $10^5$  cd/m<sup>2</sup> közötti fényűrűséghez képes alkalmazkodik. (ez  $10^{11}$  tartomány!!!, hét nagyságrenddel nagyobb a hallás tartományánál)
- Az adaptáció ideje függ a kezdeti és az állandósult állapothoz tartozó fényűrűségtől
- a világosból sötét felé haladva sötétre adaptálás (5-30 perc)
- fordított esetben világosra adaptálás (5-30 másodperc)

# Látásfiziológia

- Fénytörési hibák

**Myopia (rövidlátó):** a távoli tárgyak képe a retina elé vetül

Oka: a szemtengely túl hosszú, normálisnál nagyobb törőképesség

Korrekció: homorú lencsével

**Hypermetropia (távollátó):** a távoli tárgyak képe a retina mögé vetül

Oka: a szemtengely túl rövid

Normálisnál kisebb törőképesség

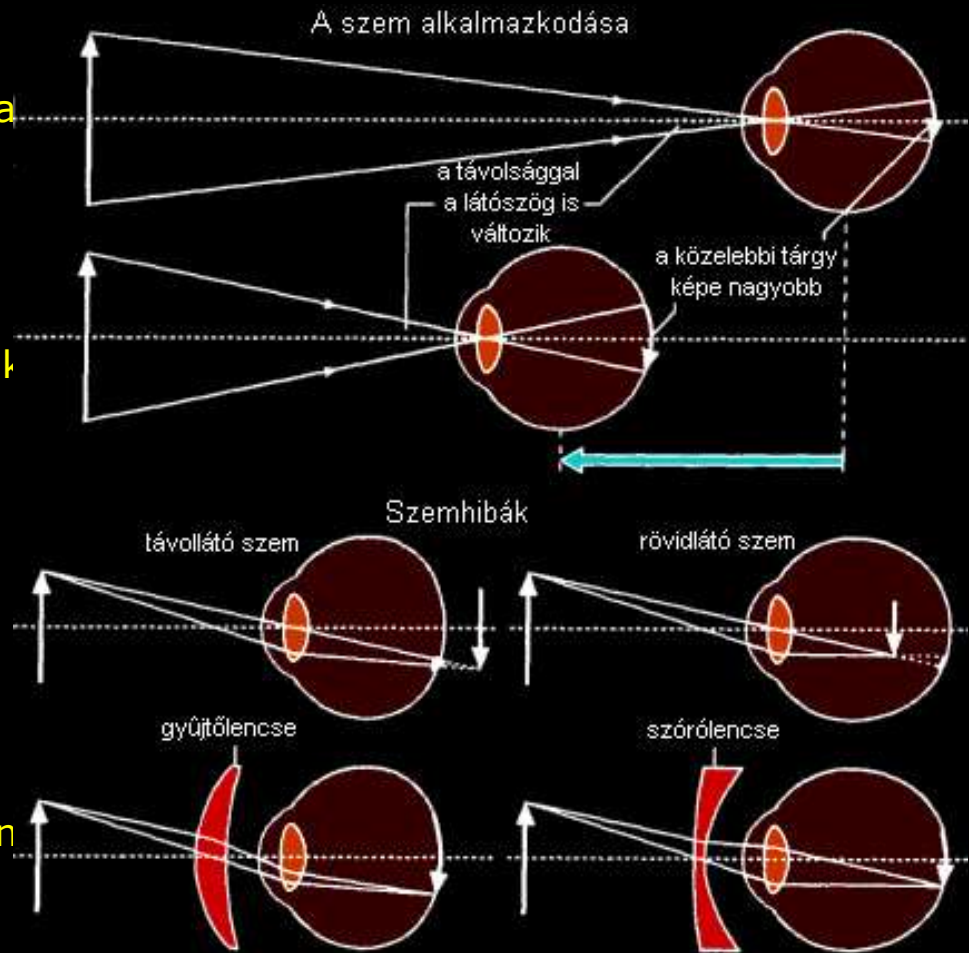
Korrekció: domború lencsével

**Astigmia:** a cornea felszínének görbületi sugara nem egyenletes, a tárgy egyes részei elmosódottnak látszanak

Korrekció: cilindres lencsével

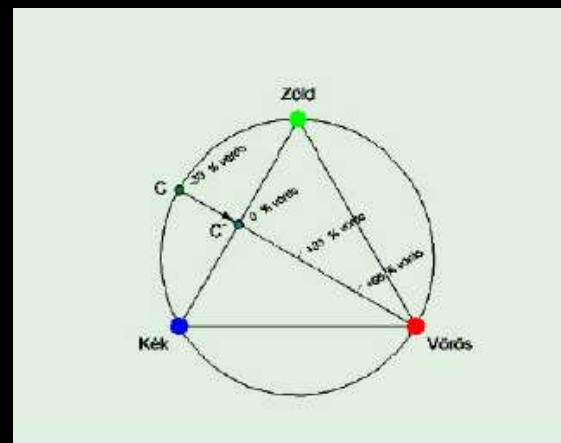
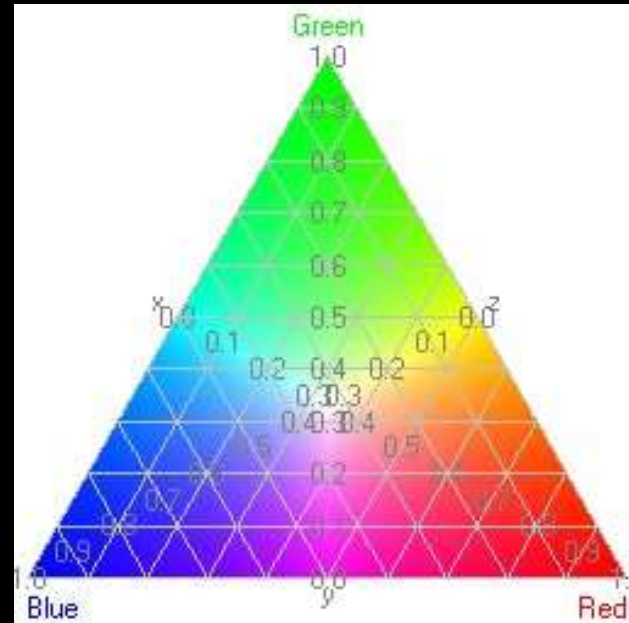
**Éjszakai rövidlátás:** szkotopos tartományban a szem fénytörő képességének megváltozása

Korrekció: éjjeli szemüveg



# Látásfiziológia

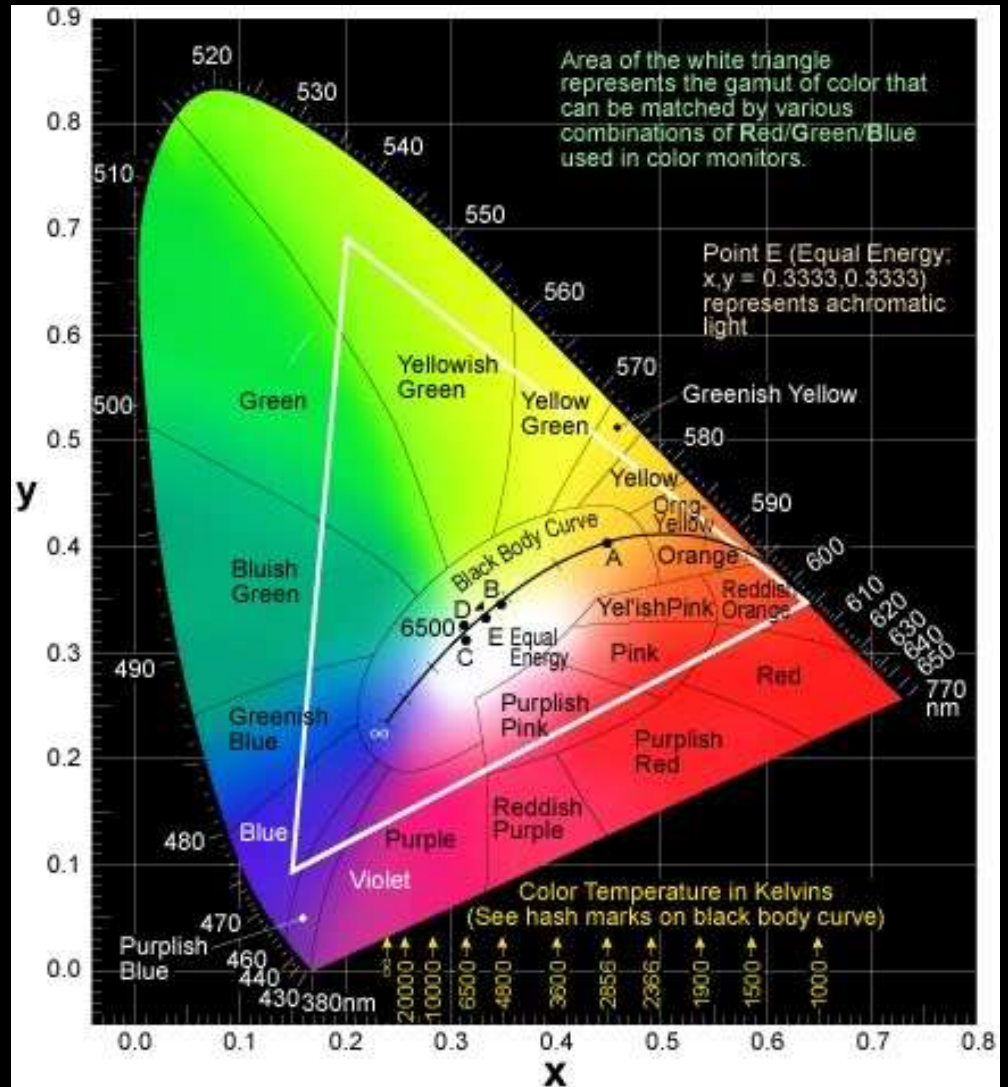
- Színek ábrázolása
  - 9 000 000 színt látunk
  - színháromszög
    - RGB telített színek
    - primer színek
    - szekunder színek
    - terciér színek
  - nem a szem érzékenységnek megfelelő
  - nem keverhető így ki minden látható szín





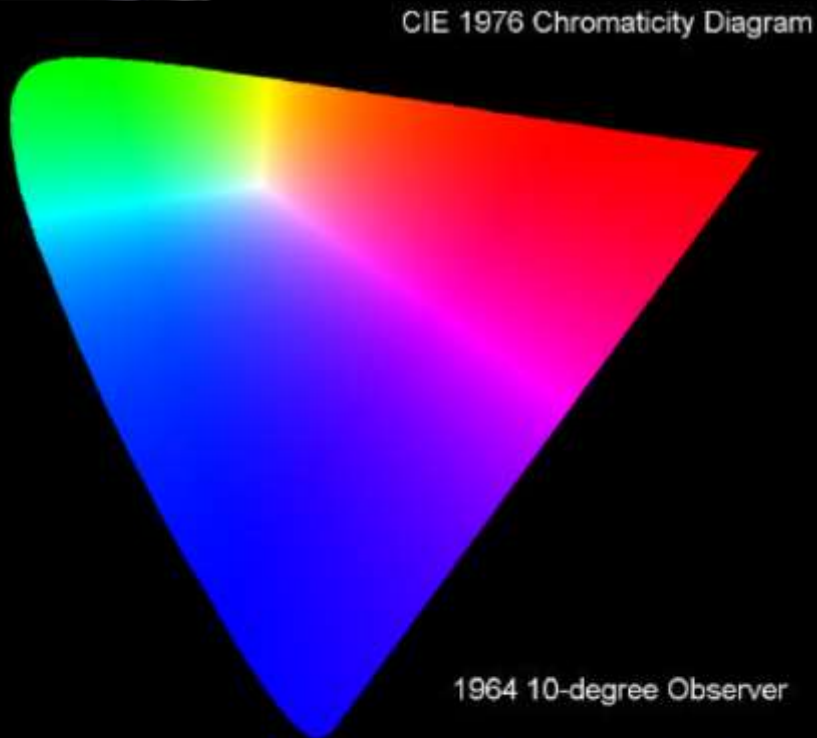
# Látásfiziológia

- CIE 1931 színdiagram
  - (Nemz. Vil. tech. Biz.)
  - spektrumszínek
  - bíborvonal
  - Planck-görbe
  - RGB



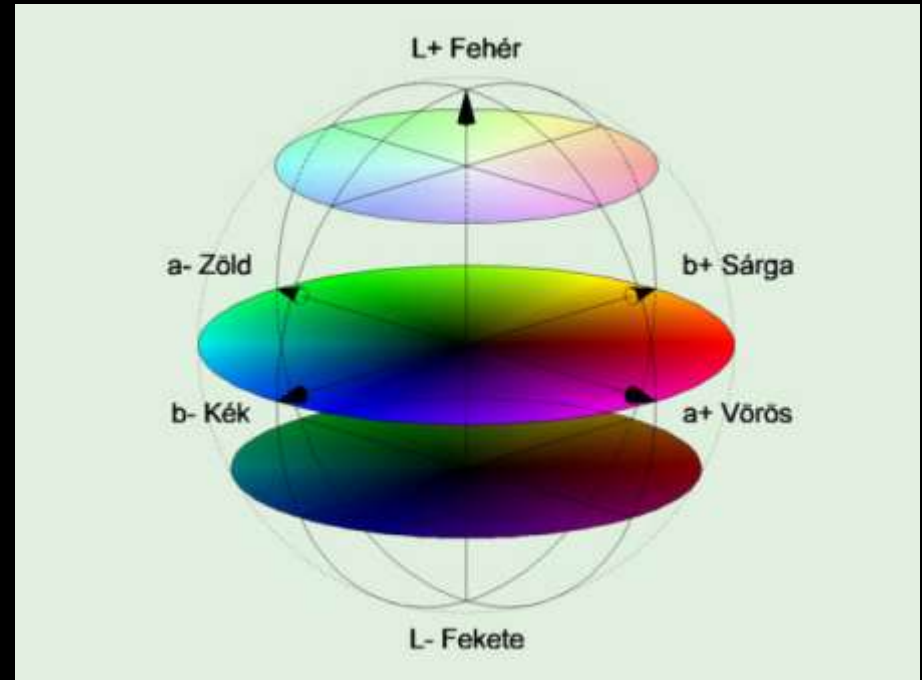
# Látásfiziológia

- CIE 1976 - CIELUV



efg's Computer Lab  
www.efg2.com/lab

- CIE 1976 - CIELAB



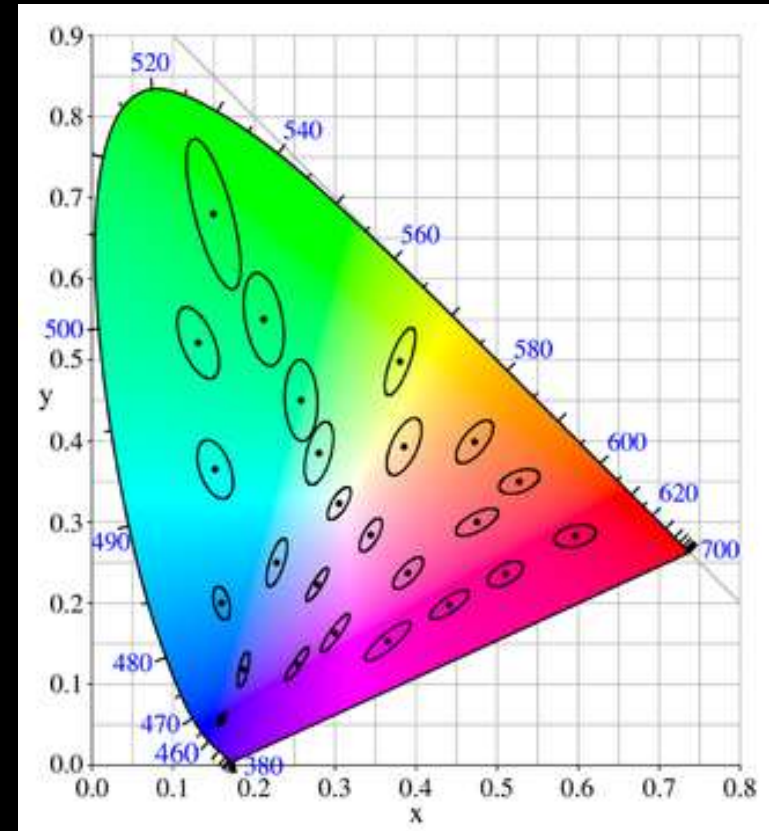
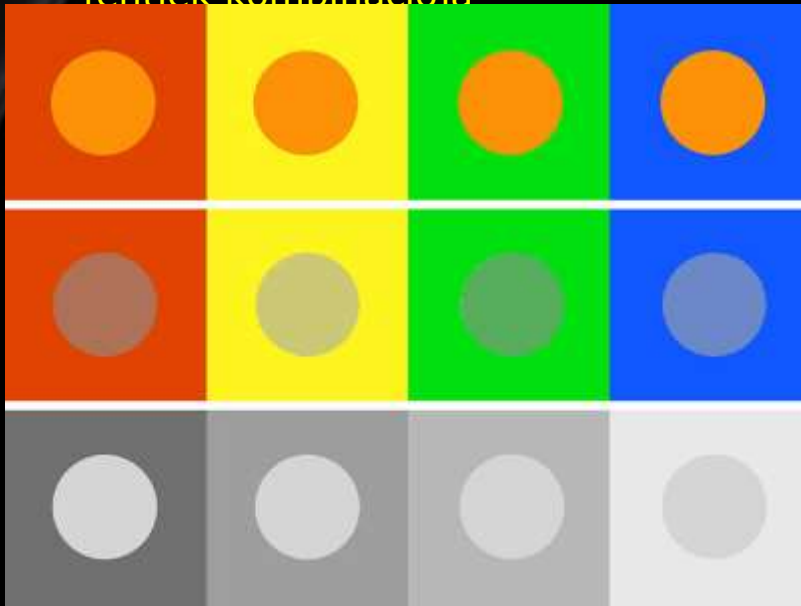
# Látásfiziológia

- FÉNYSRŰSÉG KONTRASZT
  - $K=(L1-L2)/(L1+L2) \leq 1$
  - Pozitív kontraszt:  
L háttér < L tárgy
  - Negatív kontraszt:  
L háttér > L tárgy
- Kontraszt érzékenység: valamely adaptációs szintnél a már érzékelhető legkisebb fénysűrűség különbség és az adaptációs fénysűrűség hányadosa.
  - $SC= L1/(L2-L1)_{min}=L1/\Delta L$



# Látásfiziológia

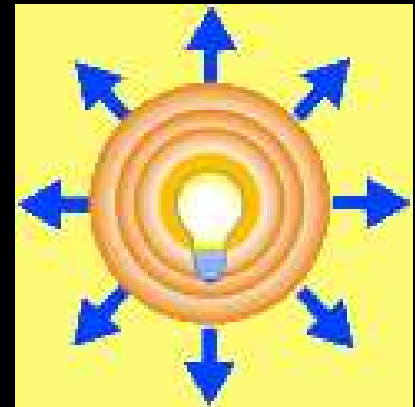
- SZÍNKONTRASZT
  - színek különbözősége meghatározható  $\Delta u$  és  $\Delta v$  különbségeként
  - CIE színdiagramon azonos különbségűek a McAdam ellipszisek
- Színkontraszt létrejön:
  - eltérő színezet
  - eltérő telítettség
  - eltérő világosság
  - fentiek kombinációja



# Fényáram

## FÉNYÁRAM

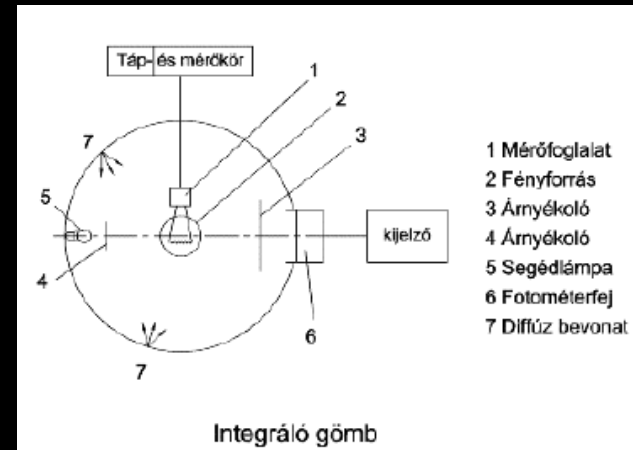
- egy adott térrészbe kisugárzott összes fény (az el. mágn. sugárzás fizikai teljesítmény és a láthatósági tényező szorzata)
- jele:  $\Phi$  mértékegysége: lumen [lm]
- elméleti maximum: 555nm hullámhosszúságú fény esetén 683lm, 1W felvett teljesítmény esetén
- egy 100W izzólámpa fényárama kb. 1300lm (hasonlóan egy 20W kompakt fénycsőhöz)
- hétköznapi értelemben egy fényforrás fényárama az őt körülvevő térbe kisugárzott összes fény,
  - irányfüggetlenül
  - de függ a fényforrás színeképétől (színétől) -  $V(\lambda)$



# Fényáram

## Fényáram mérése:

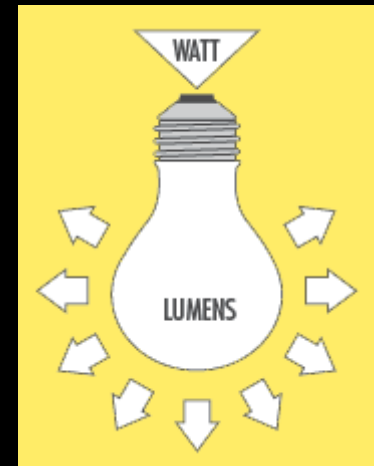
- Integráló fotométer (Ulbricht gömb): Teljes térbe kisugárzott fényáram mérésére szolgáló eszköz. A gömb belső felületét diffúz világosszürke (fehér) bevonat borítja, falába vágott ablakban helyezkedik el a fotométer, melyet árnyékolólemez fed el a fényforrás (lámpatest) közvetlen fényétől. A mérendő fényforrást alkalmas tartószerkezet tartja a gömb középpontjában. A mérés a „szubsztitúció” (helyettesítés) elven alapul, ismert fényáramú lámpát hasonlítunk össze a mérendő lámpával.



# Fényhasznosítás

## Fényhasznosítás

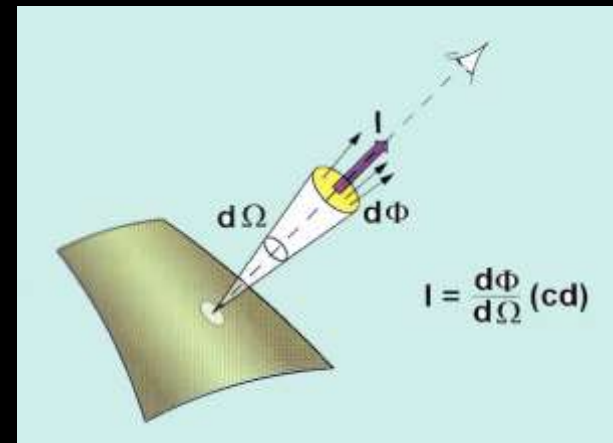
- A fényáram és a fényforrás által felvett teljesítmény hányadosa.
- Egysége: lumen/watt [ $\text{lm/W}$ ], jele:  $\eta$
- Néhány jellemző fényforrásfajta fényhasznosítása:
  - Normál izzólámpa 10...15  $\text{lm/W}$
  - Halogén izzólámpa 18...25  $\text{lm/W}$
  - Fénycső 80 - 90  $\text{lm/W}$
  - Higanylámpa 40 - 52  $\text{lm/W}$
  - Fémhalogénlámpa 60 - 90  $\text{lm/W}$
  - Nagynyomású Na lámpa 80 -120  $\text{lm/W}$
  - Kisnyomású Na lámpa 160...200  $\text{lm/W}$



# Fényerősség

## FÉNYERŐSSÉG

- A fényáram adott irányú elemi térszögbe sugárzott része a fényerősség
  - mértékegysége a kandela [cd] – SI alapegység





# Fényerősség

## FÉNYELOSZTLÁS

- Egy fényforrás vagy lámpatest a tér különböző irányában általában nem egyenletesen, hanem különböző erősséggel sugároz. Ha az optikai középpontból kiindulva felmérjük nagyság és irány szerint a fényerősségek vektorait, akkor azok végpontjai határozzák meg a fényeloszlást. A gyakorlatban a különböző katalógusokban a fényeloszlás síkmetszeteit, a fényeloszlási görbéket adják meg. A lámpatest katalógusokban a fényeloszlási görbéket relatív léptékben, 1000 lm fényáramra vonatkoztatva szokásos megadni.

Direct: 90-100% downward

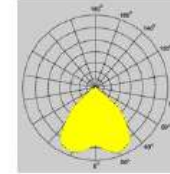


Photo: Courtesy of OSRAM SYLVANIA



Semi-direct: 60-90% downward; 10-40% upward

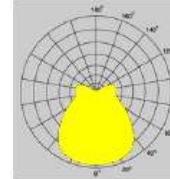


Photo: Randall Perry



Semi-indirect: 10-40% downward; 60-90% upward

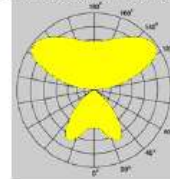


Photo: Courtesy of Lightolier



Indirect lighting: 90-100% upward

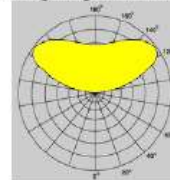


Photo: Courtesy of Litecontrol



General diffuse: 40-60% downward; 40-60% upward



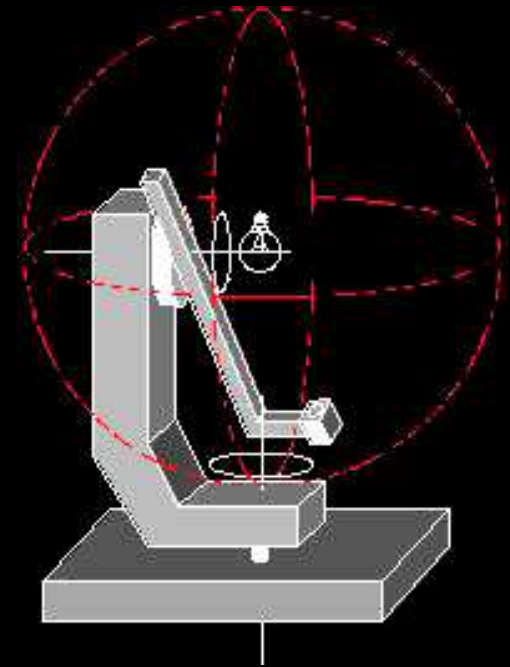
Photo: Courtesy of Kichler Lighting

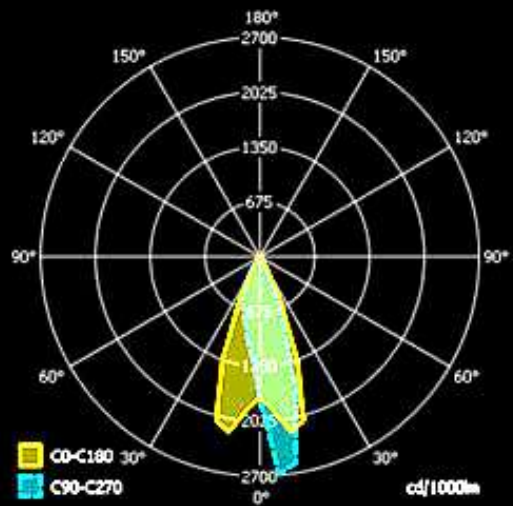
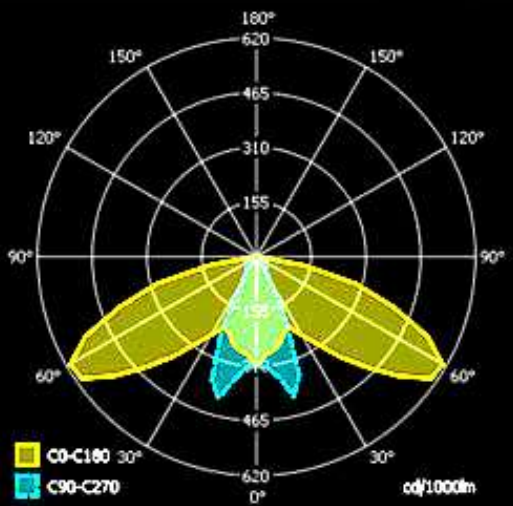
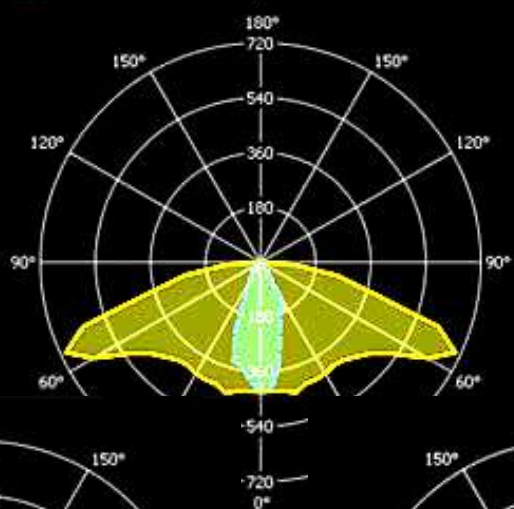
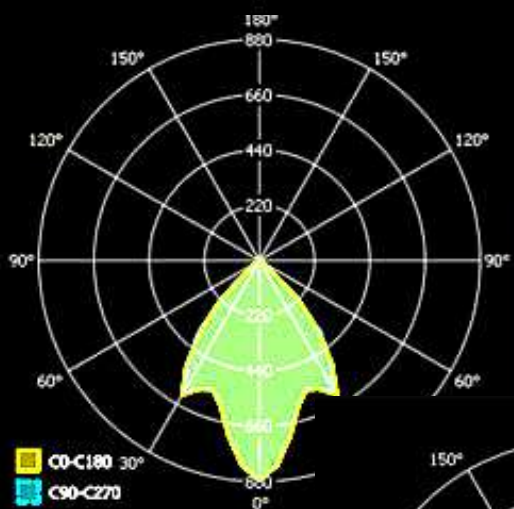
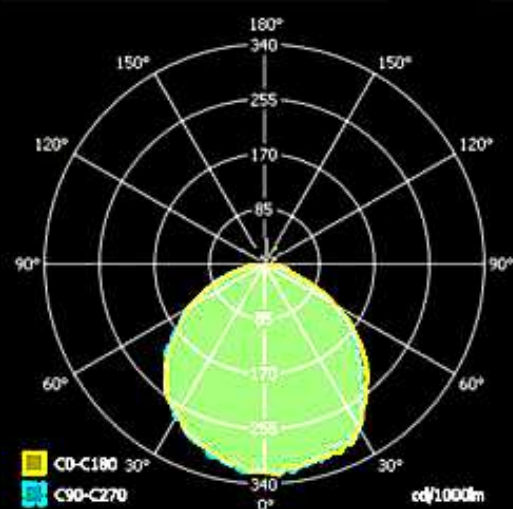
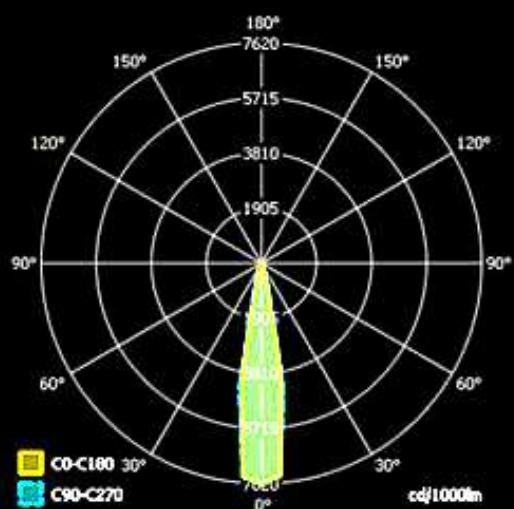
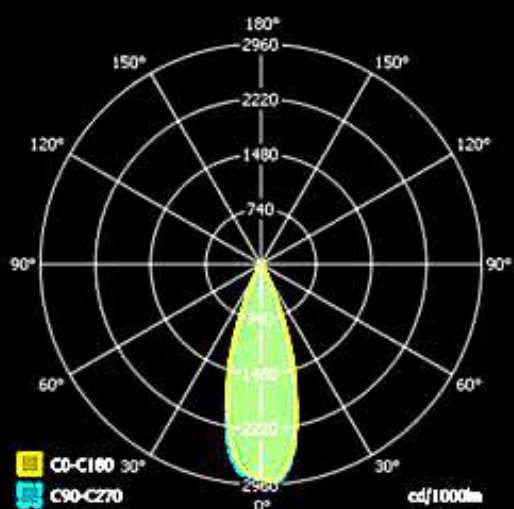


# Fényerősség

## Fényeloszlás mérése

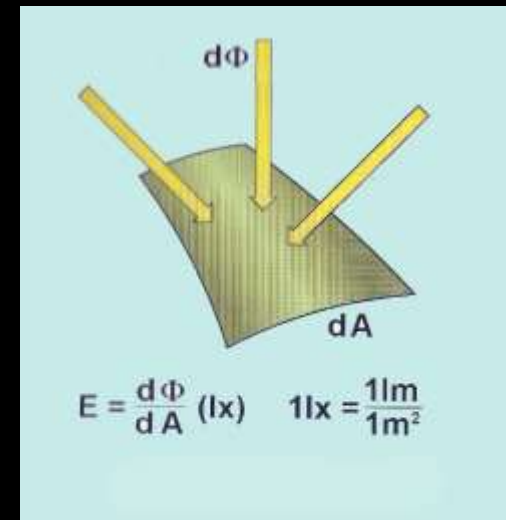
- Goniofotométer: Berendezés, fényforrások és lámpatestek térbeli fényeloszlásának meghatározásához. A goniofotométerben a fényforrás és a fotométer relatív helyzete oly módon változtatható, hogy a fotométer a teljes teret bejárja a fényforrás körül. A fotométer jelét általában számítógép dolgozza fel. Teljes fényáram, zónafényáramok, fényerősség és fénysűrűségeloszlás mérhető ily módon nagy pontossággal.





# Megvilágítás

- MEGVILÁGÍTÁS:
  - Az adott pontot tartalmazó felületelemre beeső fényáramnak és a felületelemnek a hányadosa.
  - Jele:  $E$ .
  - Mértékegysége: lux [lx]

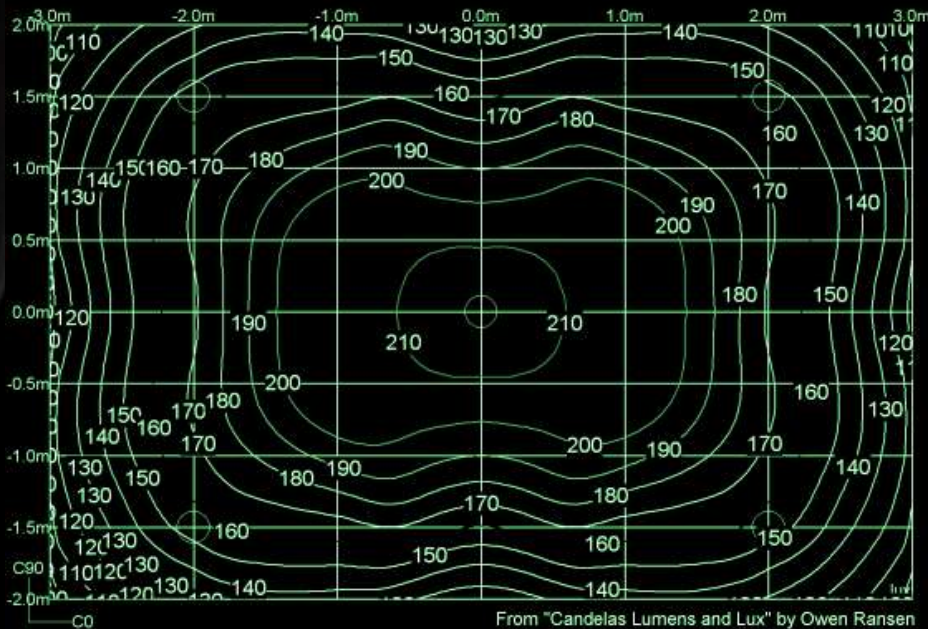


Tipikus megvilágítási értékek:

A világítás leírása	Megvilágítás, lx
100W-os izzólámpától 1 m távolságban	~ 100
Irodai munkahelyen	300 – 500
Felhős időben külső térben nyáron	~ 20.000
Déli napfényben nyáron	~ 150.000
Teliholdnál	~ 1

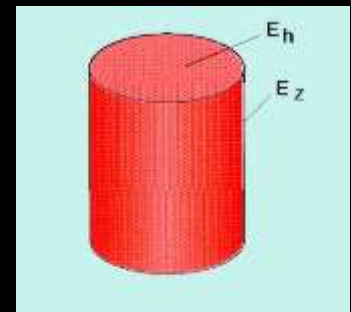
# Megvilágítás

- Mérése:
  - megvilágításmérővel
    - fénymérő szenzor
    - V-lambda érzékenység,  $\cos \alpha$
- Ábrázolás:
  - izolux diagramok



# Megvilágítás

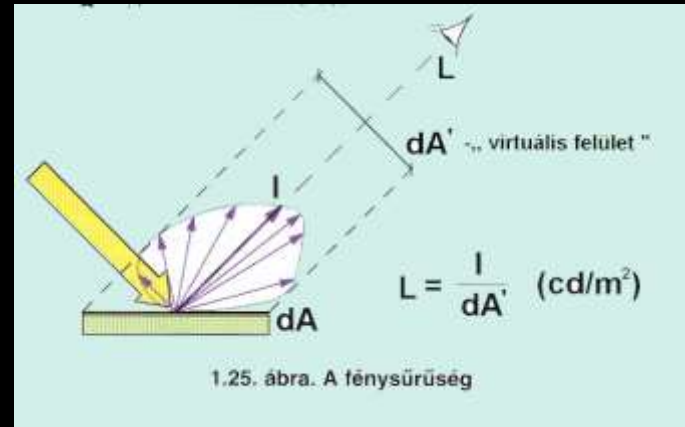
- horizontális
  - munkasík, padlósík
  - vonatkoztatási felület
  - munkaterület és annak környezete
  - mérési felület
- vertikális
  - függőleges sík
  - falak, szekrények
- cilindrikus
  - hengerpaláston
  - plasztikusság, alakfelismerés
- szférikus
  - gömbfelületen
  - térérzet, térbeli kiterjedés



# Fénysűrűség

## FÉNYSŰRŰSÉG

- A legfontosabb: csakis ezt látjuk!
- A fényerősség és a felület nézési irányra merőleges vetületének hányadosa
- A felület egészen kicsi is lehet (pl. egy kápráztató fényforrás)
- Mértékegysége: kandela / négyzetméter [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]
- A korszerű szemléletű világítástechnika legfontosabb egysége



# Fénysűrűség

- Fénysűrűségmérő
- Olyan műszer, amely optika segítségével meghatározott térszöget metsz ki, ezt egy  $V(\lambda)$  függvényhez illesztett érzékelőre vetíti. Az érzékelő megvilágítása arányos a leképezett felület átlagos fénysűrűségével.





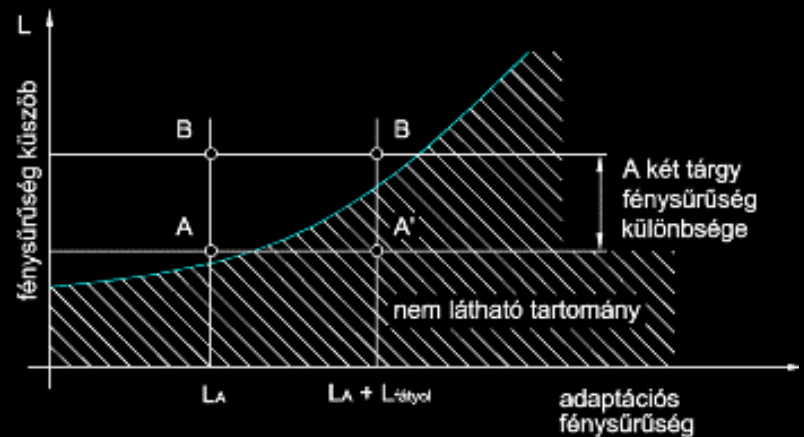
# Káprázás

- Káprázás
  - Látási zavar vagy kényelmetlenség, amelyet nagy fényűrűségek, és/vagy fényűrűség különbségek okoznak
- Típusai:
  - zavaró káprázás
    - A káprázató hatások közül az, amely látási kényelmetlenséget okoz anélkül, hogy rontaná a látást. (pl. egy nagy fényűrűségű tárgy vagy fényforrás a perifériás látótérben)
  - rontó káprázás
    - A káprázató hatások közül az, amely látásromlást eredményez vagy csökkenti a látóteljesítményt. (Pl. fátolfényűrűség)

# Káprázás

- Fátyolfénysűrűség

- Az a fénysűrűség, amelyet, mind a szem adaptációs állapotát meghatározó háttér fénysűrűségéhez, mind a tárgy fénysűrűségéhez hozzá kell adni ahhoz, hogy a rontó káprázás nélküli fénysűrűségkülönbség küszöbértéke megegyezzen a rontó káprázás állapotát jellemző tényleges küszöbértékkel.
- Más megfogalmazás szerint a fátyolfénysűrűségről akkor beszélhetünk, amikor a káprázás forrása a látási irányon kívül esik, ekkor képe a retina perifériális részén jelenik meg. A fény szemben belüli szóródása miatt csaknem a teljes retinára kiterjedő fényfátyol alakul ki, aminek következtében a szem érzékenysége és a látási teljesítmény csökken (ez Schober elmélete).

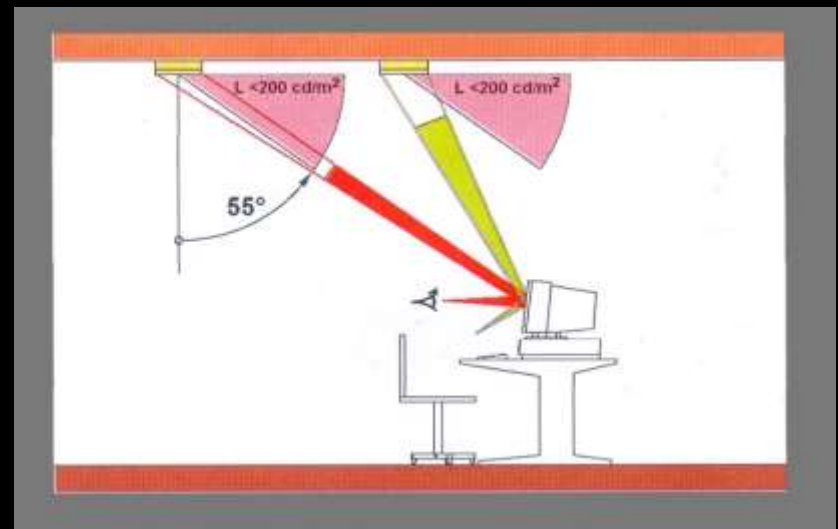
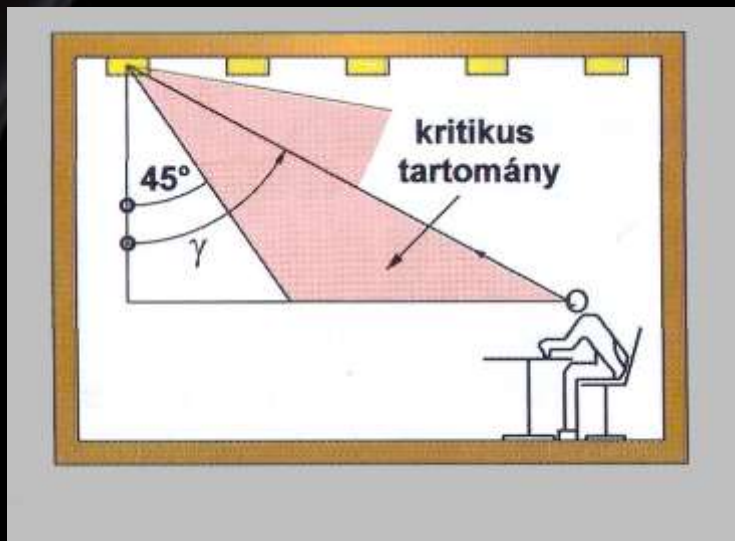


## A "fátyol fénysűrűség" okozta látásromlás

A és B tárgy fénysűrűség különbségét tudjuk érzékelni. A' -t azonban nem érzékeljük, ha a káprázató forrás miatt az adaptációs fénysűrűség megnövekszik. (A növekmény a fátyol fénysűrűség)

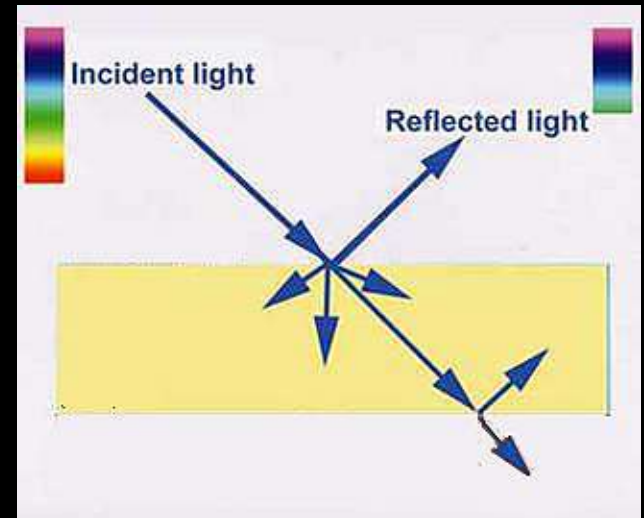
# Káprázás

- Eredete szerint:
  - közvetlen
    - a nézési irányban levő önvilágító tárgy, fényforrás (pl. lámpa, Nap)
  - közvetett
    - nézési irányon kívül fekvő nagy fénysűrűségű felület tükörképe, mely a látótérben a kontrasztot számottevően rontja



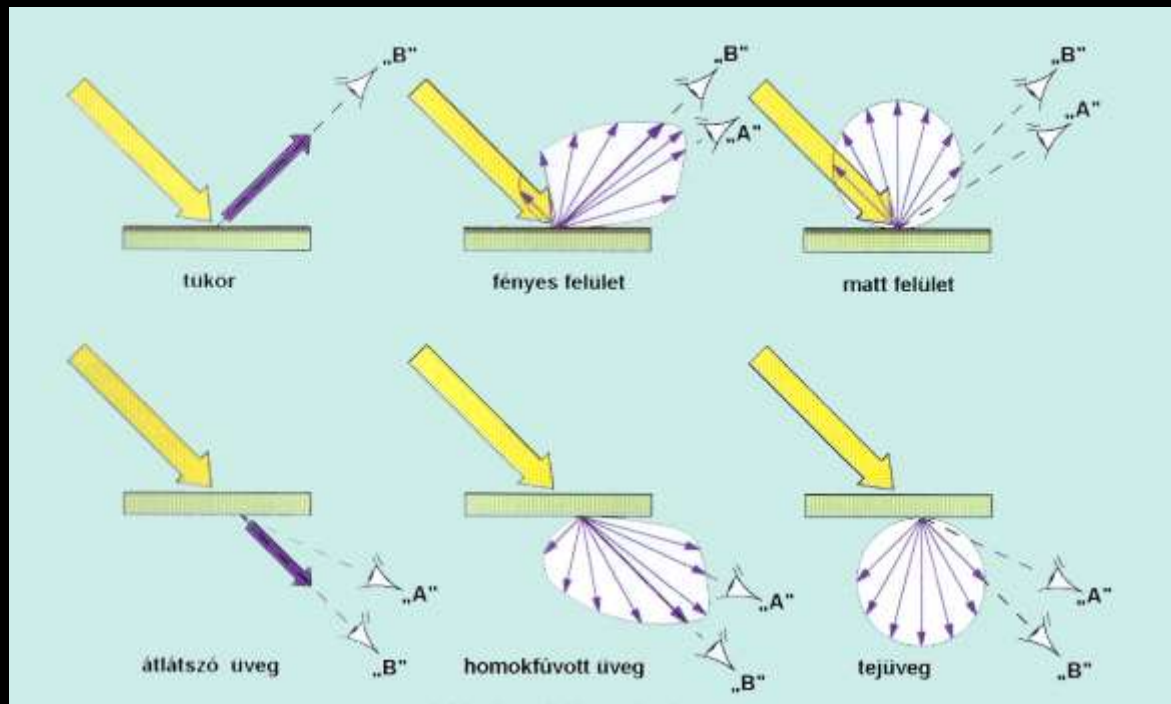
# Anyagok

- Optikai anyagjellemzők
  - fény visszaverődik vagy elnyelődik vagy áthalad
  - energiamegmaradás:  $\Phi = \Phi\rho + \Phi\alpha + \Phi\tau$ 
    - $\rho$  : reflexió
    - $\alpha$  : abszorpció
    - $\tau$  : transzmisszó
  - függ:
    - hullámhosszúságtól (spektrális  $\sim$ )
    - beesési szögtől
      - ❖ szórási indikatrix
      - ❖ totálreflexió (opt. törésmutatók)



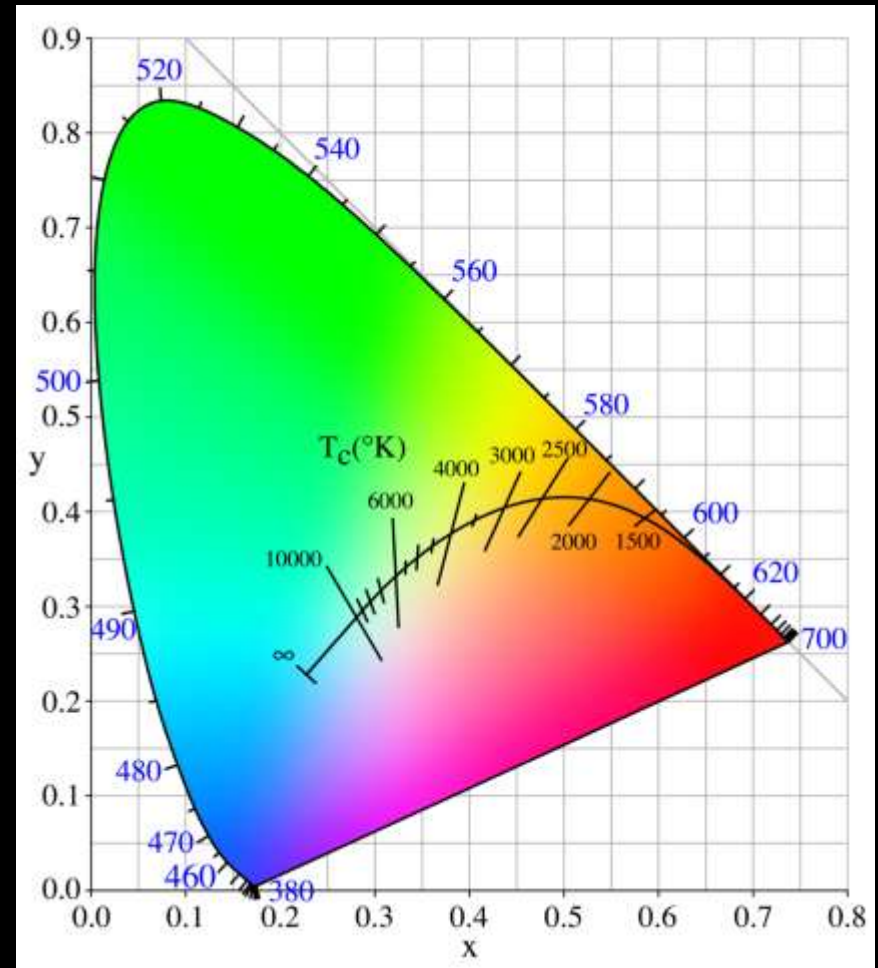
# Felületek

- Visszaverődésnél vagy áteresztésnél a két anyag határfelülete (felület) a gyakorlatban nagyon eltérően viselkedhet:
  - irányított
  - irányítottan szórt
  - szórt
  - vegyes



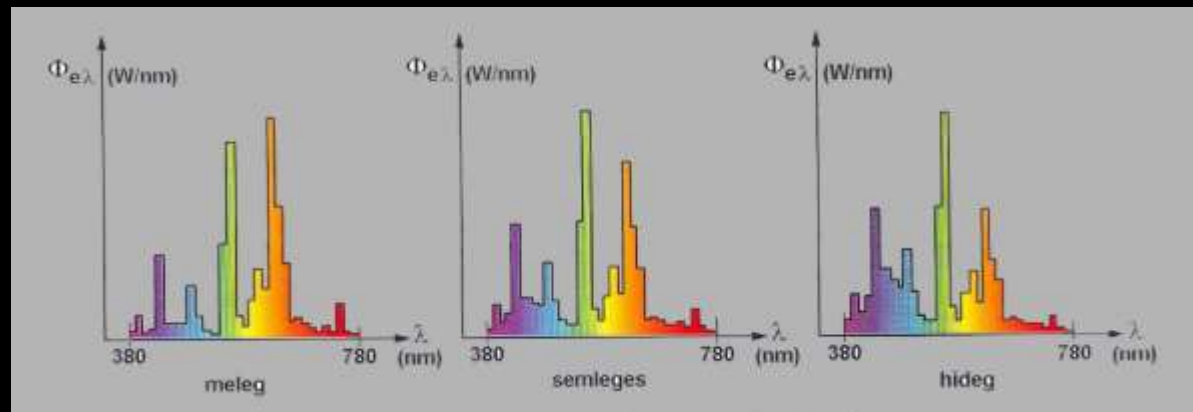
# Színhőmérséklet

- SZÍNHŐMÉRSÉKLET
  - az abszolút fekete test izzási hőmérséklete
  - hőmérsékleti sugárzó fényének színe, mely megegyezik egy fekete test izzási hőmérséklettel
  - Planck-görbe!
- Korrelált színhőmérséklet
  - A fekete test azon valóságos abszolút hőmérséklete, amelynek a fekete test színe a legjobban hasonlít a kérdéses sugárzó színére.



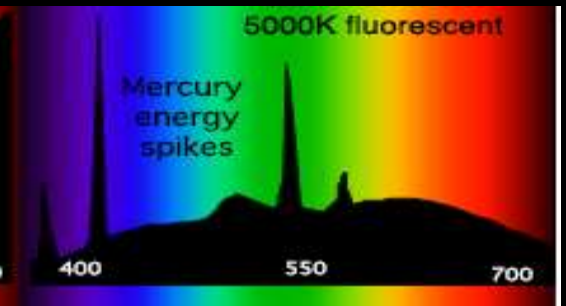
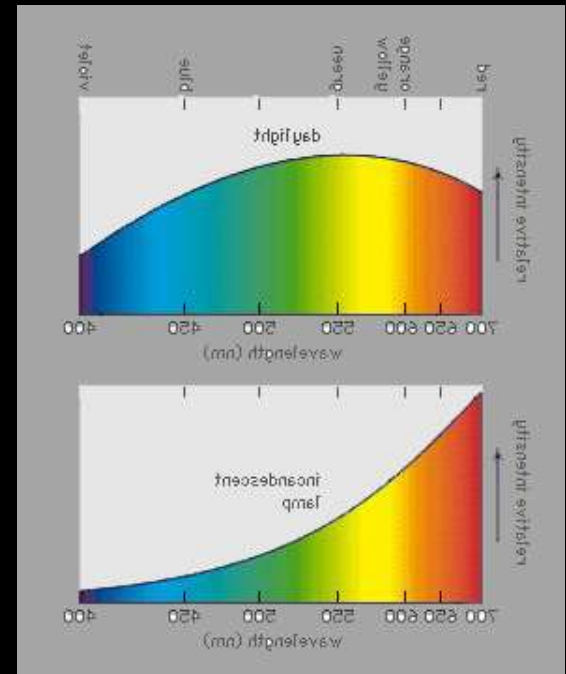
# Színhőmérséklet

- A színhőmérsékleti csoportok jellemzően:
  - Meleg <3300K
  - Semleges 3300-5300K
  - Hideg >5300K
- Színi áthangolódás
  - gyakorlatilag színadaptáció eltérő színhőmérsékletű/színű fényekre



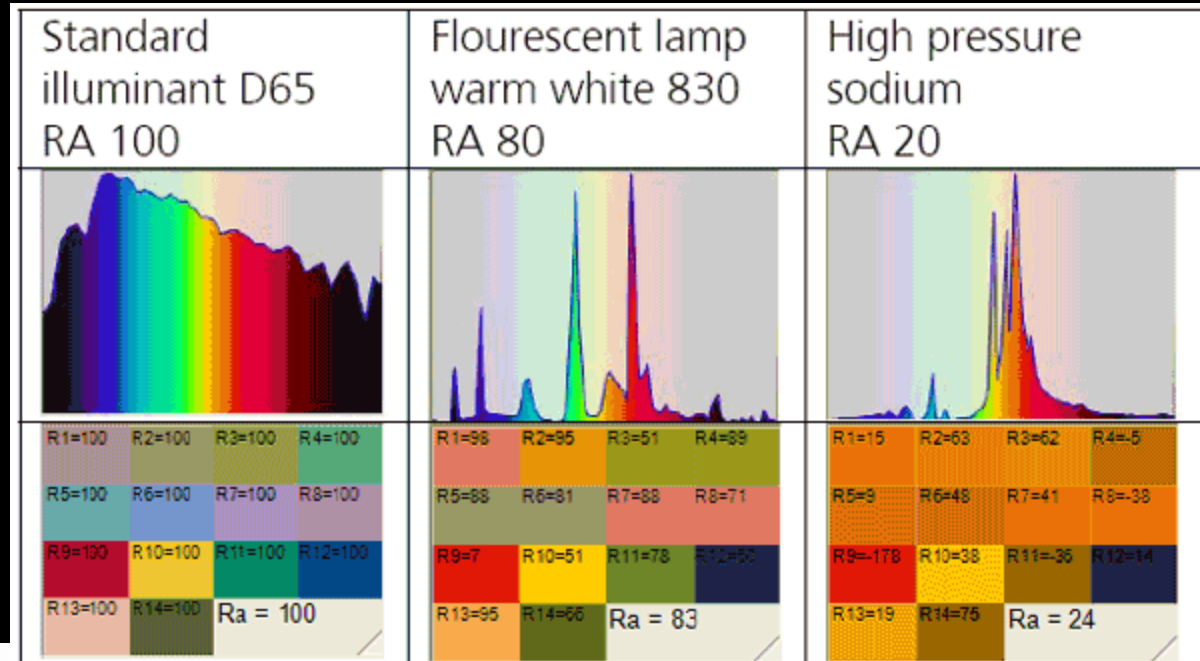
# Színvisszaadás

- Színvisszaadási index:  $R_a$ 
  - értéke  $1 \div 100$  közötti
  - jelzi, hogy az adott fényforrással megvilágítva valamit, annak színe mennyire tér el a referenciától
  - a referencia a természetes fény vagy hőmérsékleti sugárzó
- Általános esetekben:
  - jó színvisszaadású a 80 feletti
  - kitűnő (például helyekre, ahol a színárnyalatok megkülönböztetése vagy azonossága különösen fontos) 90 feletti
- A színvisszaadás nem jellemzi a spektrális arányokat (kékben szegény izzólámpa=100, de egy kitűnő fénycső is csak 95-98)





# Színvisszaadás



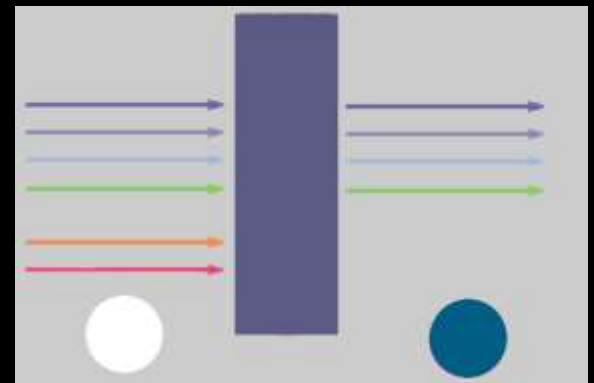
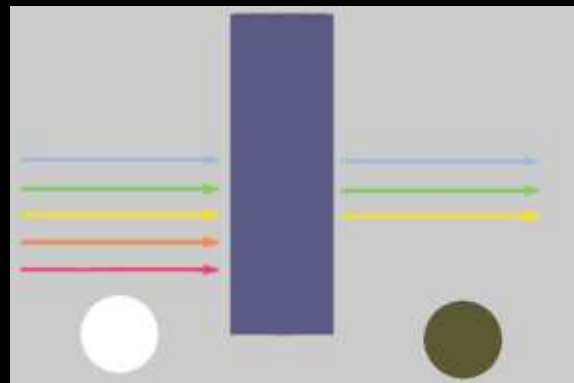
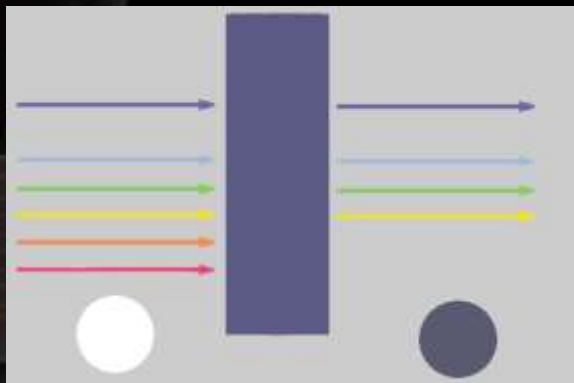
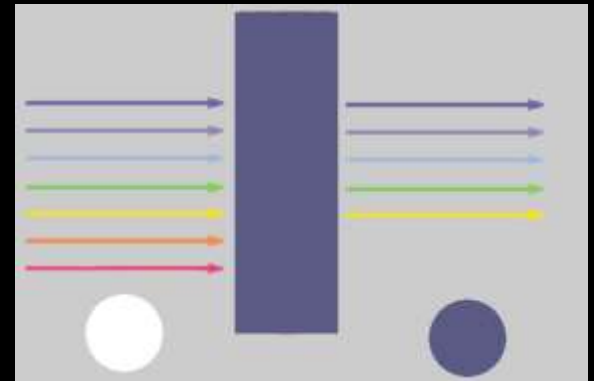
CRI 91



CRI 70

# Színvisszaadás

- Felületszín
  - Olyan színinger, amely másodlagos sugárzóról indul ki. A felületszínnek a visszaverő és áteresztő felületeken érzékelhető színeket foglalják magukban. Csak akkor láthatók, ha a visszaverő vagy áteresztő felületekre elsődleges fényforrás fénye esik. A felületek színét azok anyagi minőségétől és felületi kiképzésétől függő spektrális visszaverési tényezőjük (áteresztési tényezőjük) és a beeső sugárzás spektrális összetétele  $S(\lambda)$  együttesen határozza meg.



# Színvisszaadás



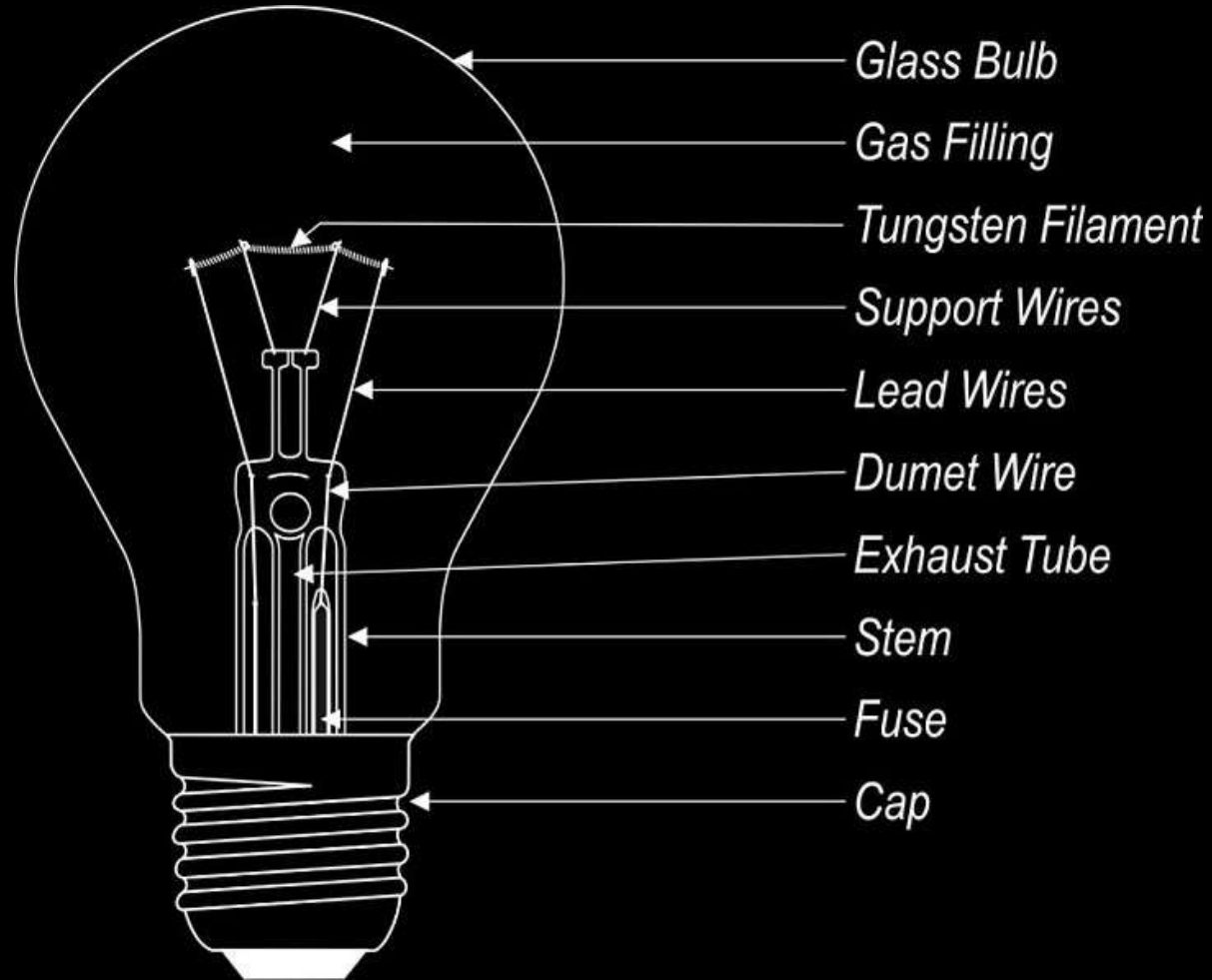
„Csak látszólag van a dolgoknak színe...”

Démokritosz ie. 460- 370

# Izzólámpa részei

- Részei

- búra
- gáztöltés (Ar, Kr) (vákuum)
- W spirál
- segéd tartók
- árambevezetők
- getter
- leszívócső
- állvány
- olvadóbiztosító
- kittmassza
- fej



# Lámpa részei

FEJ ≠ FOGLALAT!!!

## Fej

- A fényforrásnak az a része, amely a fényforrást (lámpát) a tápáramkörrel összeköti, és a foglalatban tartja. Az általános világítási lámpáknál a villamos kontaktust a menetes vagy hengeres palást (hüvely) és a tőle elszigetelt érintkező lemez hozza létre. A lámpafejek kialakítása igen sokféle lehet, megkülönböztetésükre nemzetközi betűjel szolgál.

## Foglalat

- Az alkatrészek mechanikai rögzítését szolgáló eszköz, amely az esetek többségében az áramellátást is biztosítja. Főbb fajtái a menetes, csapos és bajonettzárás.

# Fényáramszabályozás (Dimmelés)

## Fény(áram)szabályozás (**DIMMELÉS**)

- A fényáram változtatás (vezérlés, szabályozás; mert a berendezést vezéreljük, amelyik változtatja, vagy szabályozunk, ha van referenciaérték [természetes világítás kiegészítésére]),
- amellyel a névleges fényáram fokozatokban, vagy folyamatosan meghatározott értékig csökkenthető. A fényforrások nagyobb része megfelelő berendezéssel szabályozható. Nem változtatható azonban a beépített gyűjtőjú fényforrások, pl. a kétcsapos kompakt fénycsövek fényárama, általában a fémhalogén lámpák fényárama (vagy csak kismértékben).

### Izzólámpa dimmelése:

- Egyszerűen kapcsol feszültség csökkentéssel (pl. fázishasításos dimmer)
- dimmelve
  - élettartam nő
  - fényhasznosítás csökken

# Halogén lámpa

- Felépítése:
  - bura (kvarc, keményüveg)
    - leszívócsonk (helye)
    - halogén gáz
  - wolfram spirál
  - árambevezető (molibdén fólia, huzal)
  - fej (molibdén huzal, kerámia+bronz)
  - külső bura (lágýüveg) [opc.]
    - E## fej
    - refraktor bura (préselt üveg ld. PAR lámpa)
    - pozícionáló gallér (ld autófényszóró lámpa, + keskenyensug. par. hal.)

Tungsten-Halogen Lamp Anatomy

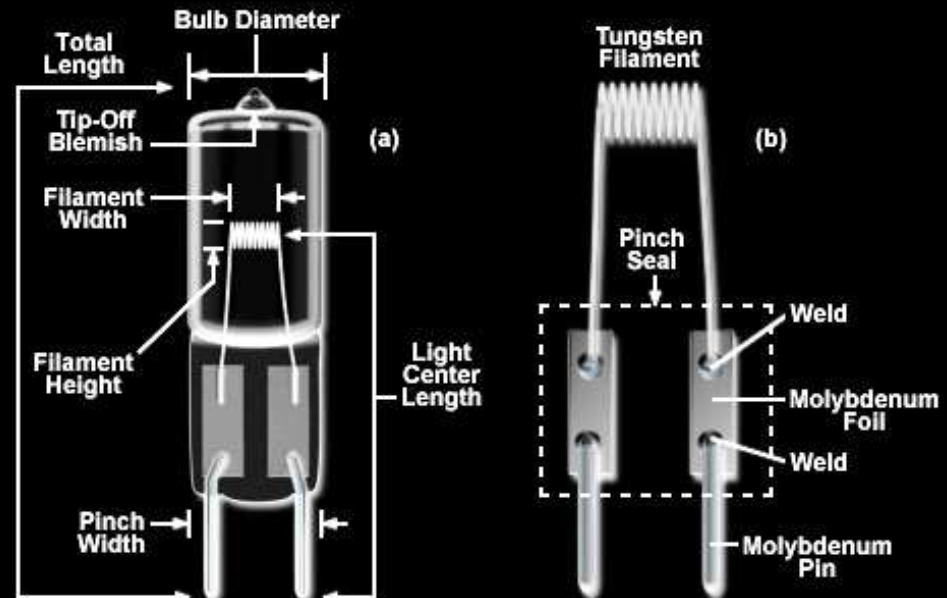


Figure 5

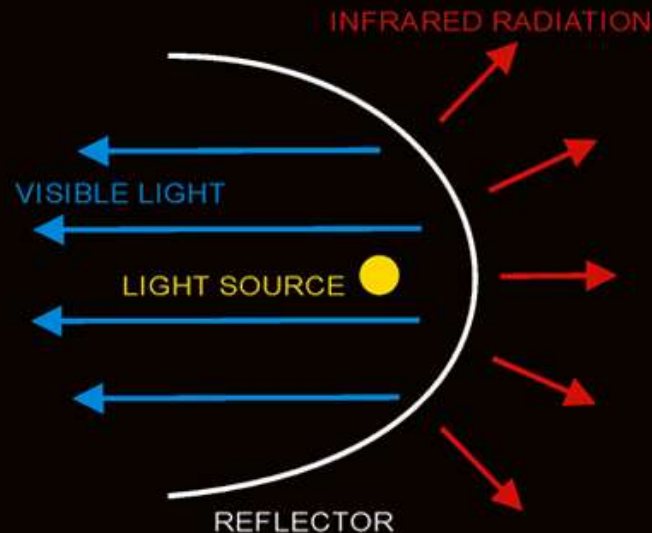


# Halogén lámpa



## Hidegtükör

- rétegrendszer,
- az elektromágneses sugárzást szelektíven veri vissza, illetve engedi át;
- a látható fényt reflektálja, a hő (infravörös) sugárzást nagymértékben átengedi.
- Egymástól erősen különböző törésmutatójú anyagokból meghatározott vastagságú rétegeket visznek fel felváltva
- Használata elsősorban ott előnyös, ahol a világítandó céltárgyat meg kívánjuk védeni a fényt kísérő hőszugárzástól (pl. diavetítőben a diapozitívet).





# Halogén lámpa

## Érintésvédelmi törpefeszültség

Olyan törpefeszültség, amelynél kellő biztonságú táplálással és megfelelő elválasztással gátolják meg azt, hogy a törpefeszültségnél nagyobb feszültség az érintésvédelmi törpefeszültségű rendszerbe áthatolhasson.

- Működtetés

- hálózati feszültségű
- törpefeszültségű
  - biztonsági transzformátorról
    - ❖ géplámpák, megérinthető helyeken (pl. sodronyos rendszer)
    - ❖ asztali lámpák, állólámpák, stb.
    - ❖ **megérinthető fémrészek esetén csak biztonsági transzformátor alkalmazható**
  - nem biztonsági transzformátor
    - ❖ álmennyezeti halogének
    - ❖ mennyezeti lpt.
    - ❖ sínes rendszerek (230V)
    - ❖ vegyes fényforrással szerelt lámpatestek

Biztonsági jel:



**SELV**  
SELV EQUIVALENT

# Kisülő fényforrások

Közös tulajdonságok:

atom gerjesztése -> magasabb energiaállapot

alacsonyabb szintre való visszatéréskor energia kisugárzása

- látható hullámhosszúságon
- nem látható hullámhosszúságon -> át kell alakítani

gázban (fémek gőzében) ívkisülés keletkezik (plazma)

működtetéséhez mindig kell áramkorlátozó eszköz

## **Kisülőlámpa**

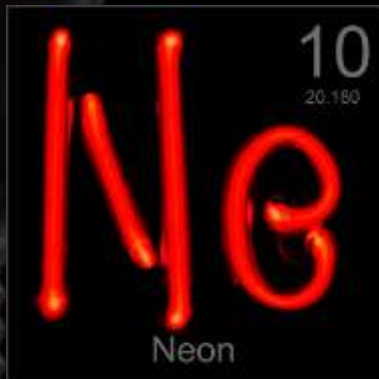
•Olyan fényforrás, amelyben a fény villamos kisülés következményeként, közvetlenül vagy lumineszkálás közbeiktatásával jön létre. A kisülés lejátszódhat gáz(ok)ban (pl. xenonlámpa), valamint fémgőz(ök) és gáz keverékében (higanylámpa, nátriumlámpa). Mivel a gáz- és gőznyomás nagymértékben befolyásolja a kisülési folyamatot és a gerjesztett optikai sugárzást, megkülönböztetünk kisnyomású (pl. fénycső) és nagynyomású (pl. higanylámpa) ~-t.

# Fénycső

- **FÉNYCSŐ ≠ NEON!**

Reklámvilágítás:

különböző gázok plazmái más-más színű fénnel világítanak  
viszonylag kis fényhasznosítás, sötétben kellő fényűrűségű  
üzemeltetése speciális (szórótranszformátor)  
jellemzően egyedileg (megrendelésre) gyártják



# Fénycső

Fénycső működése

cső terében kisnyomású higanygőz található

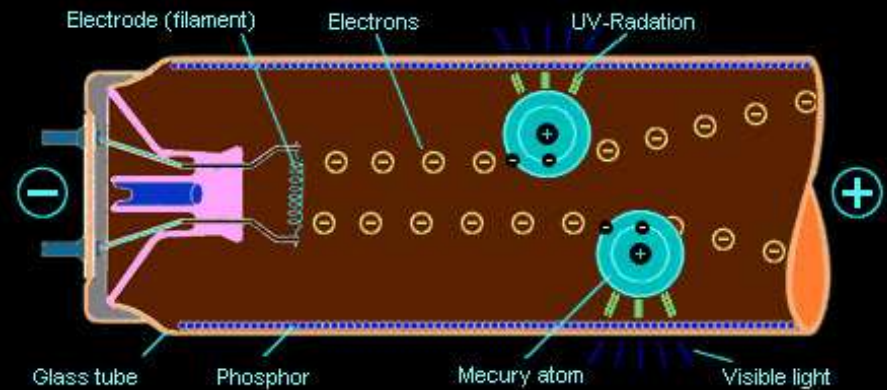
elektronemisszió hatására Hg atomok gerjesztése

magasabb energiaállapotból  
visszalépés -> emisszó ->  
UV sugárzás

fénypor -> láthatóvá alakítja a  
sugárzást

félperiodusonként felépül egy kisülés  
-> 100Hz

foszfor -> utánvilágítás ->  
hullámosság (vibrálás) csökkentése



# Kompakt fénycső



Beépített működtető egységgel (retrofit) kompakt fénycsövek

Előnyei:

kiváló fényhasznosítás 60-70 lm/W

kiváló színvisszaadás  $R_a > 80$

működtetéséhez nem szükséges külön működtető egység, a fényforrásba van integrálva  
színhőmérséklete jellemzően 2700K (~izzólámpáé)

közvetlenül az izzólámpa helyett alkalmazható (E27 vagy E14 fej)

számtalan kivitel, széles teljesítmény választék

az izzólámpánál lényegesen hosszabb, 5-20 000 órás élettartam

alacsony működési hőmérséklet

Hátrányai:

az izzólámpánál lényegesen magasabb beszerzési ár

általában nem dimmelhető – van már kivétel

bemelegedési idő (teljes fényáram percek múltán) – van már kivétel

minőségben szélsőséges szórás -> biztonság, élettartam, fényhasznosítás, színvisszaadás

akadnak veszélyes példányok a kereskedelemben -> csak megbízható, neves gyártótól!

Javasolt alkalmazási területek:

lakásvilágítás

régi ipari és üzletvilágítás kiváltása



# Kompakt fénycső

Kompakt fénycsövek (beépített előtét nélkül)

Előnyei:

kiváló fényhasznosítás 70-80 lm/W

kiváló színvisszaadás  $R_a > 80$

színhőmérséklete széles tartományból választható (2700 ÷ 8000K)

számtalan kivitel, széles teljesítmény választék

alkalmas működtető egységgel dimmelhető 10-100% (spec. eszközzel 1-100%)

az izzólámpánál lényegesen hosszabb, 5-20 000 órás élettartam

alacsony működési hőmérséklet

kis méretű lámpatestek

Hátrányai:

az izzólámpánál lényegesen magasabb beszerzési ár

működtetéséhez külön működtető egység szükséges (ma már szinte csak elektronikus)

feje típusra és teljesítményre jellemző (működtető adott típushoz való)

bemelegedési idő (teljes fényáram percek múltán) – van már kivétel

minőségben szélsőséges szórás -> biztonság, élettartam, fényhasznosítás, színvisszaadás

Javasolt alkalmazási területek:

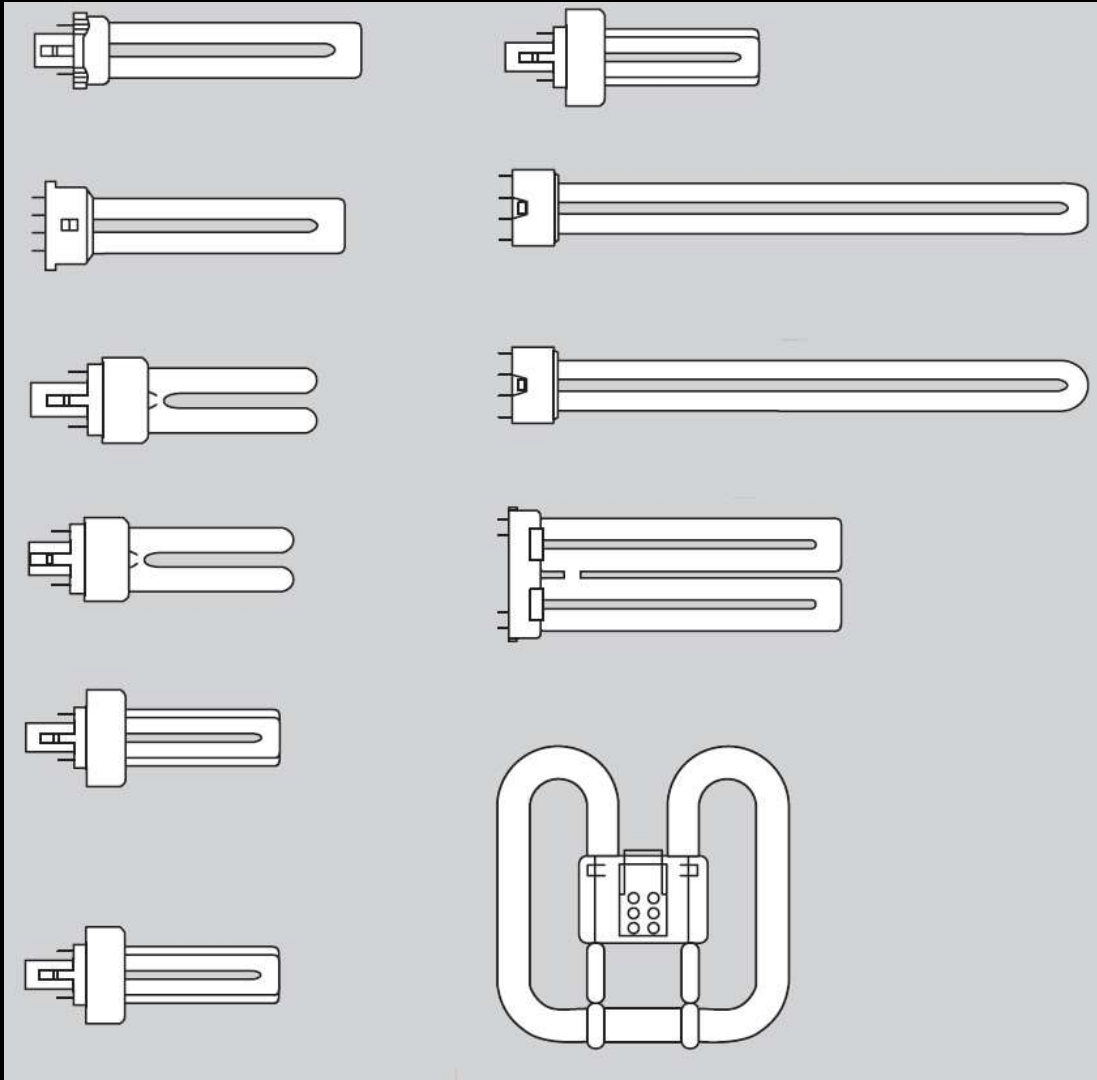
általános világítás, közlekedők, mellékhelyiségek – jellemzően mélysugárzók

ipari és üzletvilágítás



# Kompakt fénycső

Gyakoribb  
kivitelek



# Fémhalogén lámpa

Részei:

kisülőcső (kvarc / kerámia)

Hg, fém-halogenidek

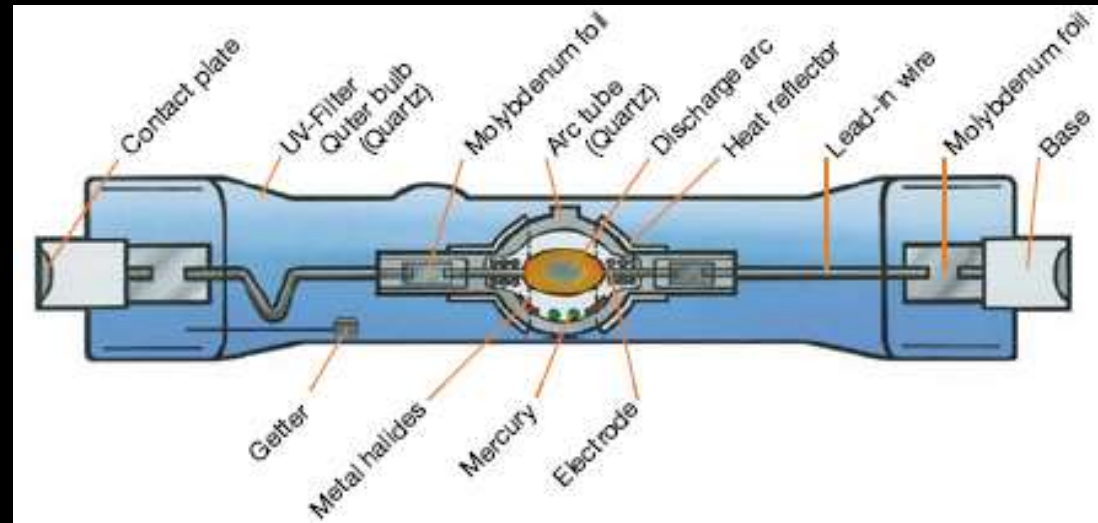
elektródok

árambevezetők (Mo)

getter

külső bura (kvarc)

fej



gyújtás után hosszú felfutási idő

visszagújtásához idő kell (kihűlés) 5-10 perc!



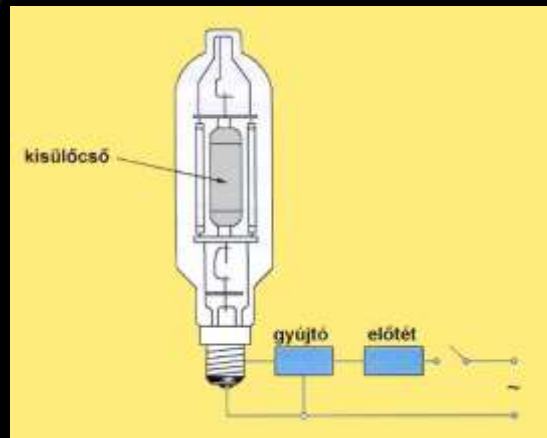
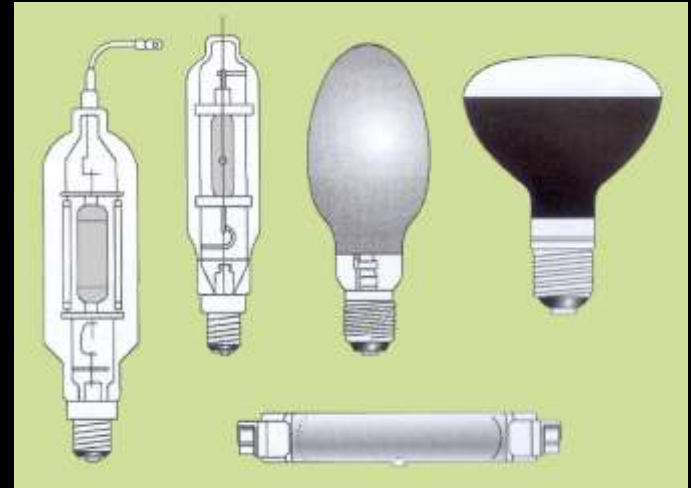
# Fémhalogén lámpa

Megjelenése

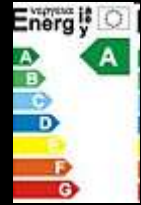
két végén / egy végén fejelt  
irányított fényű  
elliptikus /csőburás

Működése

előtét+gyújtó  
elektronikus működtető egység



# Nagynyomású nátriumlámpa



Elsősorban a közvilágításban elterjedt fényforrás kiváló fényhasznosítással, **120 lm/W**.

## Előnyei:

- kiváló fényhasznosítás (energiahatékonyság)
- számtalan kivitel, széles teljesítmény választék
- az izzólámpánál lényegesen hosszabb, 10-15 000 órás élettartam

## Hátrányai:

- **rossz színvisszaadás** (de van beltéri változat  $R_a > 80!$ )
- működtetéséhez működtető egység, illetve megfelelő lámpatest szükséges
- a teljes fényáram eléréséhez hosszabb idő (több perc) szükséges
- az izzólámpánál lényegesen magasabb beszerzési ár
- csak a fényforrás lehűlése után lehet újragyújtani
- nem (könnyen) fényáramszabályozható

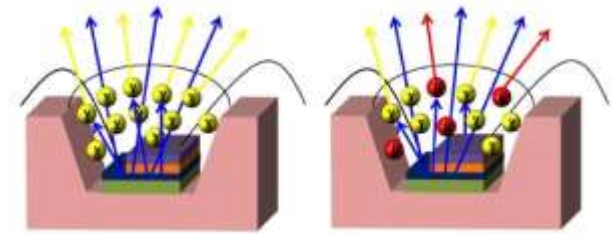


## Javasolt alkalmazási területek:

- kültéri és beltéri világítás, ahol hosszabb időszakokban működik és ritka a ki-bekapcsolás
- közvilágítás, épületek homlokzatvilágítása, ipari világítás

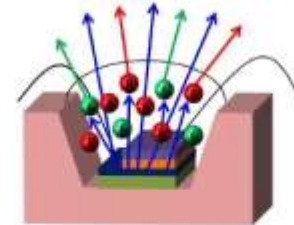
# Fehér fény előállítás LED-del

1. RGB LED (három chip)
2. RGB LED (integrált)
- 3. Kék LED sárga fényporral**
4. Kék LED sárga és vörös fényporral
5. Kék LED zöld és vörös fényporral
6. Kék LED sárga fénypor és InGaAlP félvezető réteg



(a) A blue LED – Yellow phosphors

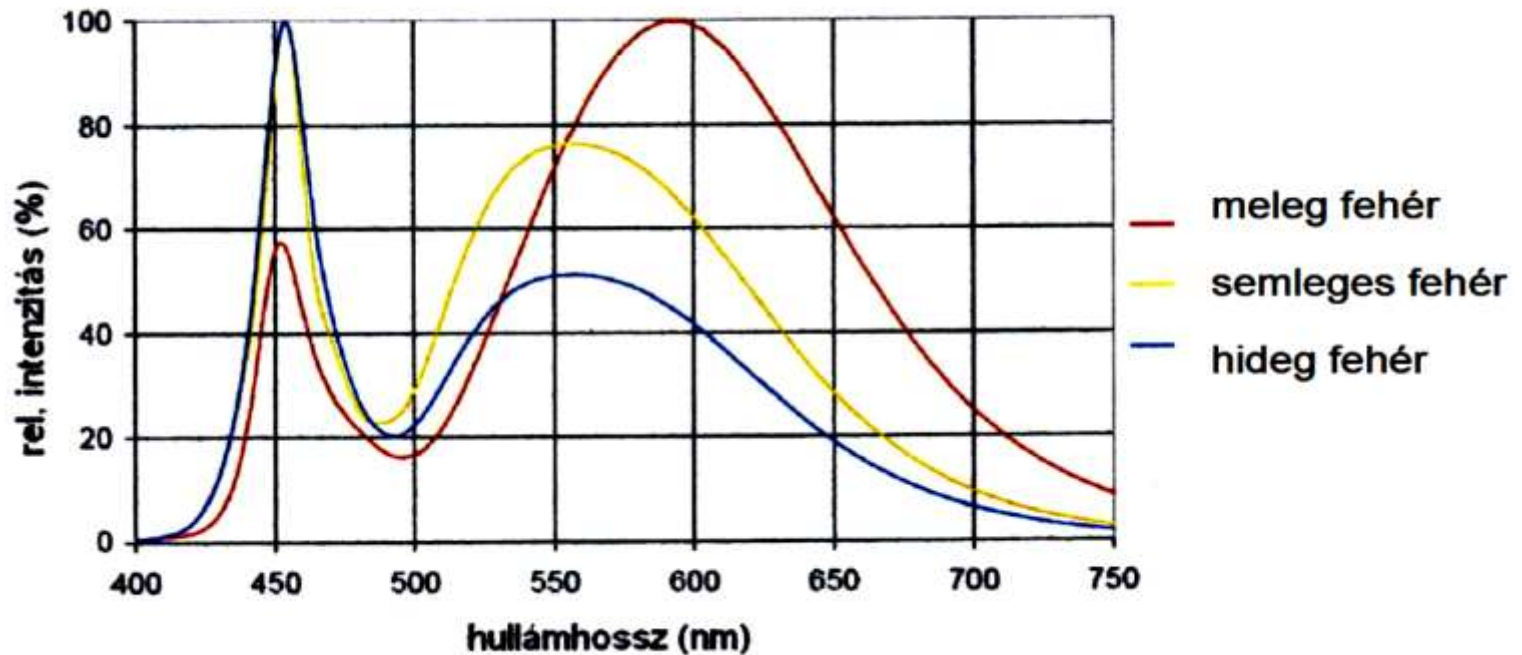
(b) A blue LED – Yellow phosphors + Red phosphors



(c) A blue LED + Green phosphors + Red phosphors

# Fehér fény előállítás LED-del

## 3. Kék LED sárga fényporral



# LED szalag



Fehér LED – fehér NYÁK  
P=4,8--43,2W /m  
U=12V;24V  
Profil: tart, véd, HŰT  
Tk=2700--6500K  
fehér, 2\*Tk; egyszínű, bicolor, RGB,  
RGBW  
IP00--65

# LED modul



# LED világítótest



# Retrofit LED fényforrás





# Retrofit LED

- LED fényforrás
- korábbi technológiájú fényforrás helyettesítésére szánt eszköz
- minden villamos és fénytechnikai paramétere azonos vagy kedvezőbb
- lámpatest kiegészítése, átalakítása vagy megbontása nélkül használható
- különösebb szakértelem nélkül kiválasztható és üzemeltethető



# Retrofit LED



## Lakossági:

- lakásvilágítás
- főként E27, E14, GU10, G9 fejű fényforrások
- elsősorban normálizzók, halogénlámpák helyett

## Nem lakossági:

- mélysugárzók kompakt fénycsövei
- fénycsöves lámpatestek
- ipari mélysugárzók
- közvilágítás
- térvilágítás, fényvetők



# Veszek egy LED-et : csomagolás

Fényáram

Színhőmérséklet

Színvisszaadás

Teljesítmény

Élettartam

Kapcsolási ciklus

Szabályozhatóság



# Fényáram



A 4W az hány W?

Előírt fényáram $\Phi$ [lm]			A feltüntetett egyenértékű izzólámpa teljesítménye
Kompakt fénycsövek	Halogén lámpa	LED és más lámpák	[W]
125	119	136	15
229	217	249	25
432	410	470	40
741	702	806	60
970	920	1 055	75
1 398	1 326	1 521	100
2 253	2 137	2 452	150
3 172	3 009	3 452	200

# Fényáram

Hálózati tükorbúrás izzó

„W”

egyenértékűség

<b>Hálózati feszültségen működő, tükrözött fényvető típusú fényforrások fűvott üvegből</b>		
<b>Típus</b>	<b>Teljesítmény (W)</b>	<b>Referencia <math>\Phi 90^\circ</math> (lm)</b>
R50/NR50	25	90
	40	170
R63/NR63	40	180
	60	300
R80/NR80	60	300
	75	350
	100	580
R95/NR95	75	350
	100	540
R125	100	580
	150	1000

# Fényáram

Törpefeszültségű  
halogén izzó

„W”

egyenértékűség

<b>Törpefeszültségű, tükrözött fényvető típusú fényforrások</b>		
<b>Típus</b>	<b>Teljesítmény (W)</b>	<b>Referencia <math>\Phi 90^\circ</math> (lm)</b>
MR11 GU4	20	160
	35	300
MR16 GU 5.3	20	180
	35	300
	50	540
AR111	35	250
	50	390
	75	640
	100	785

# Fényáram

Fénycső:

„ $\eta$ ”

egyenértékűség

T8 (26 mm Ø)		T5 (16 mm Ø) nagy hatékonyságú		T5 (16 mm Ø) nagy teljesítményű	
Utalásban szereplő egyenértékű teljesítmény (W)	Minimális fényhasznosítás (lm/W)	Utalásban szereplő egyenértékű teljesítmény (W)	Minimális fényhasznosítás (lm/W)	Utalásban szereplő egyenértékű teljesítmény (W)	Minimális fényhasznosítás (lm/W)
15	63	14	86	24	73
18	75	21	90	39	79
25	76	28	93	49	88
30	80	35	94	54	82
36	93			80	77
38	87				
58	90				
70	89				

# Miből készült?

## SMD LED -Surface Mounted Light-Emitting Diodes - felületszerelt eszköz

Tulajdonságok: P=100-500mW, If: 10-120mA, Élettartam ta<sub>25°C</sub> 30-60.000h

Alkalmazás: nagy méretű homogén világító felületek létrehozása, (flat panelek, fénycsövek, merev és hajlékony fényszalagok)

LED hatásfok: 70-110lm/W

Lencse: Nincs

Burkolat csillapítása látható fénytartományban: ~15- 40%



## HP LED -High Power Light Emitted Diodes

Tulajdonságok: P=1000;3000mW, If: 350;700mA, Élettartam ta<sub>25°C</sub> 50-70.000h

Alkalmazás: kiemelkedő fényáram, (közvilágítási lámpatestek, PAR 16-38 fényvetők, reflektorok )

LED hatásfok: 90-160lm/W

Lencse csillapítása (380-800nm): ~15-35%

Burkolat csillapítása (380-800nm): ~8-15%



## COB LED - Chip On Board Light Emitted Diodes

Tulajdonságok: P= 5-100W

Alkalmazás: kiemelkedő fényáram, (közvilágítási lámpatestek, reflektorok )

LED hatásfok: 70-110lm/W

Lencse NINCS / 20-35%

Burkolat csillapítása (380-800nm): ~8-15%





# Fényforrások kivonása a forgalomból

1. szakasz: 2009. szeptember 1-jétől;  ~~$P \geq 100W$ ; összes homályos, opál~~
2. szakasz: 2010. szeptember 1-jétől;  ~~$P \geq 75W$ ;~~
3. szakasz: 2011. szeptember 1-jétől;  ~~$P \geq 60W$ ;~~
4. szakasz: 2012. szeptember 1-jétől;  ~~$P \geq 25W$ ;~~
5. szakasz: 2013. szeptember 1-jétől;  ~~$P \geq 8W$ ;~~
6. szakasz: 2016. szeptember 1-jétől; ~~hálózati fesz. halogének~~

# Fényforrások kivonása a forgalomból



1. szakasz: 2009. szeptember 1-jétől;  ~~$P \geq 100W$ ; összes homályos, opál~~
2. szakasz: 2010. szeptember 1-jétől;  ~~$P \geq 75W$ ;~~
3. szakasz: 2011. szeptember 1-jétől;  ~~$P \geq 60W$ ;~~
4. szakasz: 2012. szeptember 1-jétől;  ~~$P \geq 25W$ ;~~
5. szakasz: 2013. szeptember 1-jétől;  ~~$P \geq 8W$ ;~~
6. szakasz: 2016. szeptember 1-jétől; ~~irányított fényű izzó és halogén~~  
(halogének elhalasztva)
6. szakasz: 2018. szeptember 1-jétől ~~hálózati fesz. halogének~~

2015. ápr.: elfogadva a halasztás  
2015. aug.: tervezet az irányított fényű lámpák módosításból kivételére  
2015 okt.: döntés az irányított fényű lámpák kivonásáról

# Fényforrások kivonása a forgalomból

6. szakasz\_1: 2016. szeptember 1. napján kivezetett fénnyű izzó és halogén



# Fényforrások kivonása a forgalomból

6. szakasz\_2: 2018. szeptember 1. napjától tilos használni a következő típusú fényforrásokat: halogénlámpák



# Fényforrások kivonása a forgalomból

6. szakasz\_2: 2018. szeptember 1-jétől (

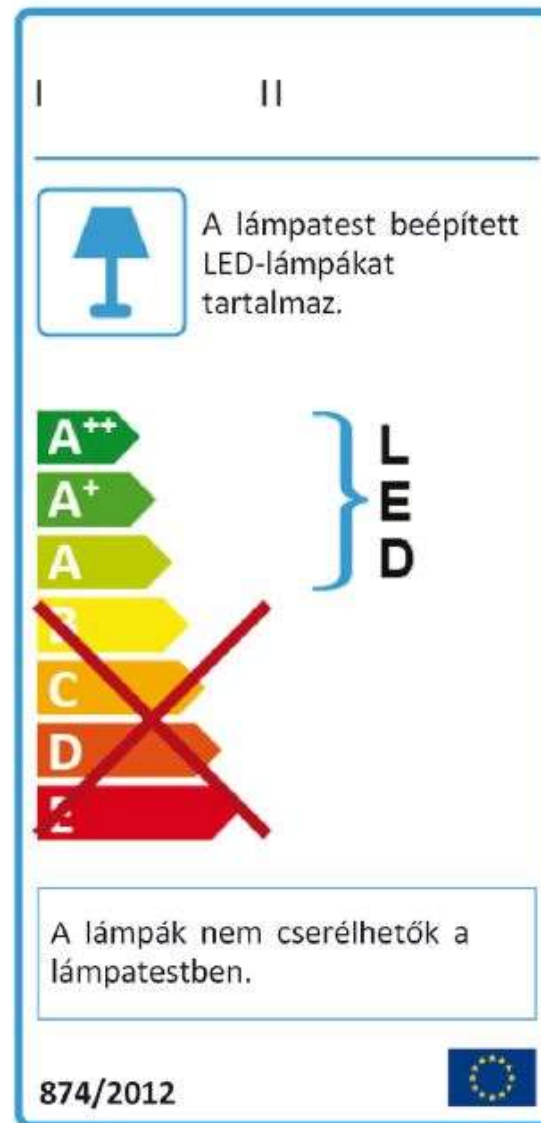


# Fényforrás kivonása a forgalomból

LED csak A; A+; A++  
lehet

Hálózati halogén lámpák:  
C; D

Normálizzók: E



# Fényforrások kivonása a forgalomból

Lámpák energiahatékonysági osztályai

Energiahatékonysági osztály	Nem irányított fényű lámpák energiahatékonysági mutatója (EEI)	Irányított fényű lámpák energiahatékonysági mutatója (EEI)
A++ (leghatékonyabb)	136 lm/W EEI ≤ 0,11	EEI ≤ 0,13
A+	88 lm/W 0,11 < EEI ≤ 0,17	0,13 < EEI ≤ 0,18
A	62 lm/W 0,17 < EEI ≤ 0,24	0,18 < EEI ≤ 0,40
B	0,24 < EEI ≤ 0,60	0,40 < EEI ≤ 0,95
C	0,60 < EEI ≤ 0,80	0,95 < EEI ≤ 1,20
D	0,80 < EEI ≤ 0,95	1,20 < EEI ≤ 1,75
E (legkevésbé hatékony)	EEI > 0,95	EEI > 1,75

# Fényforrások kivonása a forgalomból

Lámpák energiahatékonysági osztályai

Energiahatékonysági osztály	Nem irányított fényű lámpák energiahatékonysági mutatója (EEI)		Eco label 2018- (2015-ös terv)		
			EE Class	lm/W	
				min	max
A++ (leghatékonyabb)	136 lm/W	$EEI \leq 0,11$	<b>A</b>	210	-
A+	88 lm/W	$0,11 < EEI \leq 0,17$	<b>B</b>	185	210
A	62 lm/W	$0,17 < EEI \leq 0,24$	<b>C</b>	160	185
B		$0,24 < EEI \leq 0,60$	<b>D</b>	135	160
C		$0,60 < EEI \leq 0,80$	<b>E</b>	110	135
D		$0,80 < EEI \leq 0,95$	<b>F</b>	85	110
E (legkevésbé hatékony)		$EEI > 0,95$	<b>G</b>	0	85



# Fényforrások kivonása a forgalomból

Lámpák energiahatékonysági osztályai

Energiahatékonysági osztály	Nem irányított fényű lámpák energiahatékonysági mutatója (EEI)		Eco label 2018- (2015-ös terv)		
A++ (leghatékonyabb)	136 lm/W	$EEI \leq 0,11$		<b>lm/W</b>	
A+	88 lm/W	$0,11 < EEI \leq 0,17$	<b>EE Class</b>	min	max
A	62 lm/W	$0,17 < EEI \leq 0,24$	<b>A</b>	210	-
B		$0,24 < EEI \leq 0,60$	<b>B</b>	185	210
C		$0,60 < EEI \leq 0,80$	<b>C</b>	160	185
D		$0,80 < EEI \leq 0,95$	<b>D</b>	135	160
E (legkevésbé hatékony)		$EEI > 0,95$	<b>E</b>	110	135
			<b>F</b>	85	110
			<b>G</b>	0	85

# Fényforrások kivonása a forgalomból

**Energiahatékonysági  
címkék  
2021. szept. 1-től**

Lámpák energiahatékonysági osztályai

Eco label 2018-  
-ös terv)










Energiahatékonysági osztály

Teljes hálózati hatékonyság  $\eta_{TM}$  (lm/W)

lm/W

Energiahatékonysági osztály	Teljes hálózati hatékonyság $\eta_{TM}$ (lm/W)	Eco label 2018-ös terv)	
		min	max
A	$210 \leq \eta_{TM}$	min	max
B	$185 \leq \eta_{TM} < 210$	210	-
C	$160 \leq \eta_{TM} < 185$	185	210
D	$135 \leq \eta_{TM} < 160$	160	185
E	$110 \leq \eta_{TM} < 135$	135	160
F	$85 \leq \eta_{TM} < 110$	110	135
G	$\eta_{TM} < 85$	85	110
		0	85

# Energiahatékonysági címke

Energiahatékonysági címke	SUPPLIER'S NAME MODEL IDENTIFIER	Ózati hatékonyság $\eta_{TM}$ (lm/W)
A		$210 \leq \eta_{TM}$
B		$185 \leq \eta_{TM} < 210$ 
C		$160 \leq \eta_{TM} < 185$
D		$135 \leq \eta_{TM} < 160$
E		$110 \leq \eta_{TM} < 135$
F		$85 \leq \eta_{TM} < 110$
G		$\eta_{TM} < 85$
Fényforrás	WXYZ kWh/1000h  2019/XXX	<b>FTM együttható</b>
Nem irányított, hálózatról működő		1,000
Nem irányított, nem hálózatról működő		0,926
Írányított, hálózatról működő		1,176
Írányított, nem hálózatról működő		1,089

$$\eta_{TM} = (\Phi_{use} / P_{on}) \times F_{TM} (lm/W)$$

Javasolt további kivonások:

7. szakasz: 2018-;  $\eta \leq 60 \text{ lm/W}$  minden hőmérsékleti sugárzó ( $\approx 6.$  sz.)

8. szakasz: 2021-;  $\eta \leq 80 \text{ lm/W}$  retrofit kompakt fénycsövek

9. s (kiv)

<b>Piacvezetők legkorszerűbb termékeinek átlaga</b>	<b>2015</b>	<b>2020 cél</b>
Fényporos LED-ek fényhasznosítása	143 lm/W	242 lm/W
Világítótestek fényhasznosítása	125 lm/W	196 lm/W

LED

# Elérhetőség

## Nádas József

Óbudai Egyetem

Kandó Villamosmérnöki Kar

Mikroelektronikai és Technológia Intézet

1084 Budapest, Tavaszmező u. 15. B. ép. 014.

[nadas.jozsef@kvk.uni-obuda.hu](mailto:nadas.jozsef@kvk.uni-obuda.hu)

Tel.: +36 1 666 5073

Mobil: **+36 20 999 3355**

## FĒNYMÉRĒS BT.

([fenymeres@fenymeres.hu](mailto:fenymeres@fenymeres.hu))

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!