

Fényforrások

Schanda János professzor úr ,
Schmidt Gábor (GE) képeinek,
Borsányi tanár úr jegyzetének
felhasználásával

Fényforrások csoportosítása

- Hőmérsékleti sugárzók
 - Izzók
 - Halogén izzók
- Gázkisülő lámpák
 - Kisnyomású gázkisülőlámpák
 - kisnyomású nátriumlámpa
 - Fénycsövek
 - ❖ Kompakt fénycsövek
 - indukciós lámpák

- Nagynyomású gázkisülő lámpák
 - Higanylámpa
 - Fémhalogénlámpa
 - (nagynyomású) nátriumlámpa
 - Kevertfényűlámpa
- Szilárdtest sugárzók - Félvezető alapú fényforrások
 - Elektrolumineszcens lámpák (vékonypanelek, háttérvilágítók)
 - Világító diódák - LED

Fénykeltés lényege: gerjesztett részecskék
visszatérve alapállapotba fotont emittálnak.

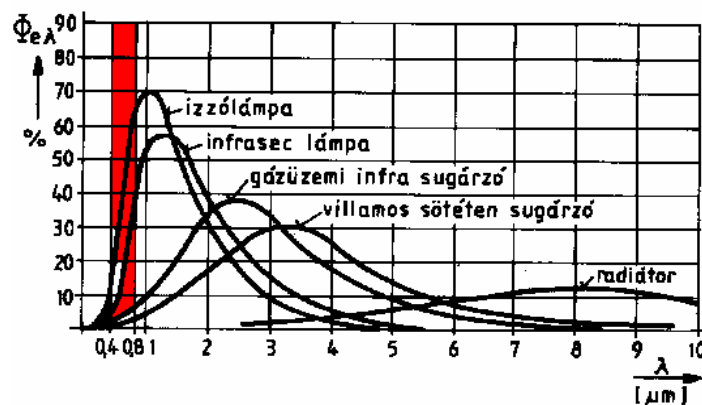
Gerjesztés módjai: hevítés

elektromos

kémiai

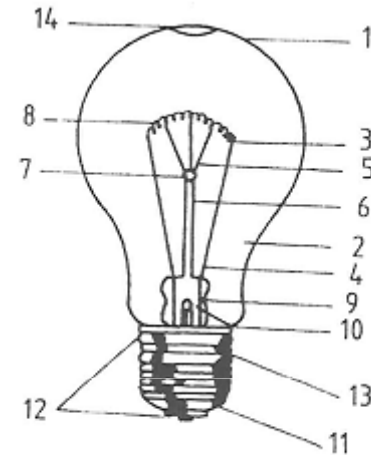
besugárzás stb.

Izzítás hatása:



Izzólámpa felépítés

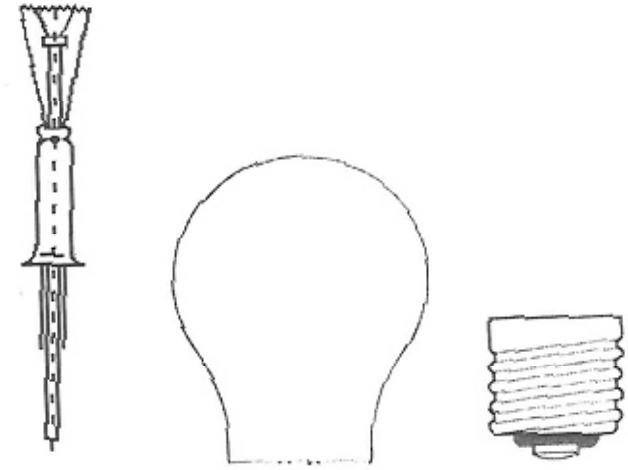
- 1 – üvegből készült bura
- 2 – légmentes tér (10^{-3}Pa)
- 3 – egyszeresen v. kétszeresen spirálozott szál
- 4 – árambevezetők
- 5 – tartók rögzítik, izzószálak megtartsák alakjukat magas
- 6 – üvegpálca
- 7 – lencsébe ültetik a tartókat
- 8 – gyűrű alakban hajlítják a spirálra
- 9 – állvány
- 10 – szívónyílás
- 11 – fej biztosítja a mechanikus és villamos kontaktust a foglalathoz
- 12 – elszigetelt árambevezetők pontjai
- 13 – fej buráéhoz rögzítés normál lámpáknál ún. kitt-masszával
- 14 - bélyegzés



Izzólámpa részei

- Állvány(izzószál), bura, fej
- Állvány részei:
 - ólomüveg, ami tartja a fém-
üveg kötéssel az
áramvezetőket,
 - volfrámspirált és a tartókat
tartalmazza

Ólomüveg akadályozza meg az
áramvezetők közötti elektrolízis
létrejöttét (veszteség)



9-6. ábra
Az izzólámpa főalkatrészei: szerelt állvány, bura, fej.

Izzólámpa részei - izzószál

- Volfrámból készül, viszont tartalmaz egyéb adalékokat, a jobb tulajdonságok elérése érdekében
 - Kálium – legfontosabb (65 ppm)
 - Szilícium
 - Alumínium
- Volfrám technológia
 1. Érc -> W-por (főként kémiai eljárások)
 2. W-por -> W-rúd (zsugorítás)
 3. W-rúd -> W-szál (körkovácsolás, durva és finom dróthúzás)
 4. W-szál -> W spirál (spiralizálás)

Az izzószál geometriai méreteinek meghatározása

Milyen lámpát szeretnénk? $P; \Phi; \eta^*$

P esetén, spirál geometriai méretei $R(I, A, \rho)$
 Φ esetén, izzószál T, m a meghatározó

Speciális lámpák

Izzólámpa részei - Spirál

- Tervezési adatok:

- Fonalhossz – l
- Fonal átmérő – d
- Spirál hossz – L
- Spirál átmérő – D
- Menetszám – N
- Menetemelkedés – E



9-9. ábra
A spirál geometriai adatai

- Két összefüggés írható fel $l = (D + d) * \pi * N$ $L = N * E$
- A 6 alapadatból 4 szabadon választható és a spirált egyértelműen meghatározza

$$M = \frac{D}{d} \quad S = \frac{E}{d} \quad R = \frac{l}{L}$$

- További 3 adatot határozunk meg:
magviszony (M), spirálsűrűség (S), rövidülés (R)
- A spirálsűrűség befolyásolja a kisugárzott fényáram nagyságát
- A rövidülés szimpla spirál esetében 9..10 lehet

2015.10.06.

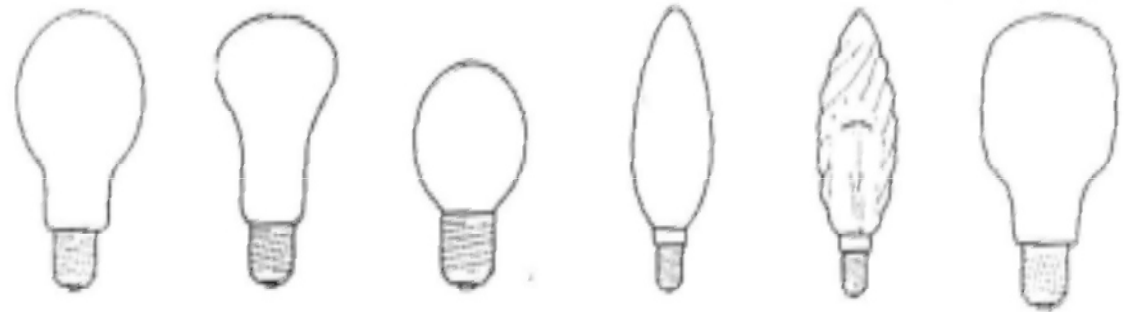
BME-VIK

9

- Duplaspirálnál: fonalátmérője $d_2 = 2d_1 + D_1$ (ahol 1 és 2 jelöli a spirál sorszámát)

Izzólámpa részei - Bura

- Mész-magnézia lágyüveg
- 15-100 W izzóknak a bura átmérője 60 mm
- Alakja lehet:
 - „körte”-alak
 - „gomba”-alak
 - Gömb
 - Gyertya
 - Csavart gyertya
 - Cső
 - Soft
 - Stb.

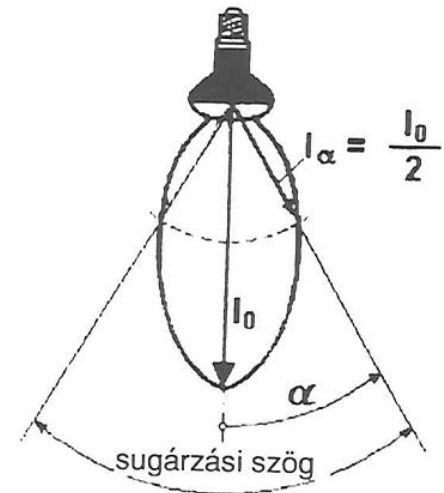


9-10. ábra
*Általános rendeltetésű izzólámpák
leggyakoribb formái*

Izzólámpa részei – Bura 2.

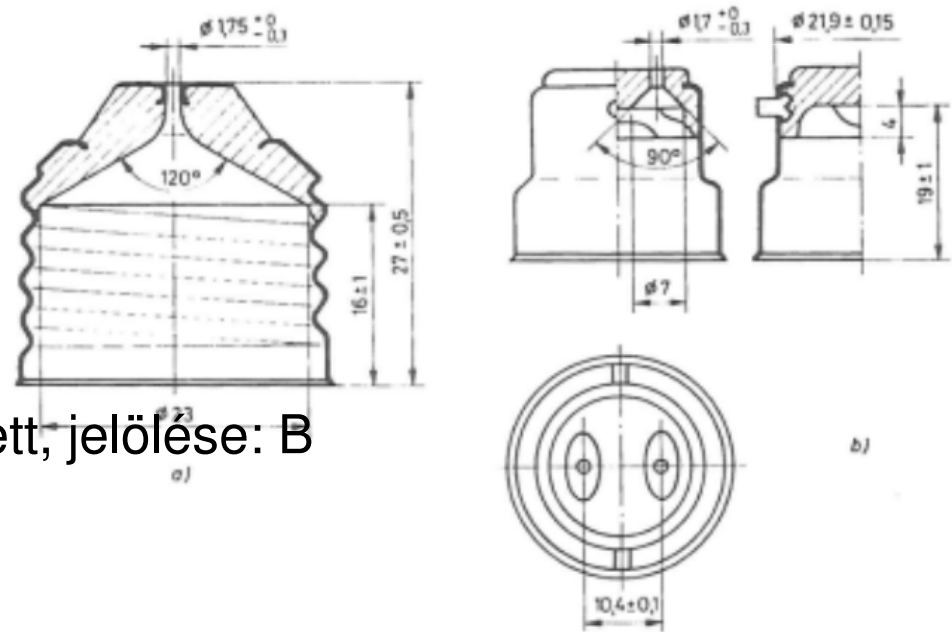
Festés, színezés, tükrösítés

- Festés, homályosítás
 - Célja a fénysűrűségnek- és így a kápráztató hatás csökkentése
 - A homályosítás 2%-al csökkenti csak a fényáramot, de a fénysűrűséget egy nagyságrenddel csökkenti.
 - Belső felület maratásával érik el, tejüveg alkalmazásával, festéssel
- Színezés
 - Célja dekoráció (színes lámpák)
- Tükrösítés
 - Irányított fényű lámpák gyártásánál alkalmazzák

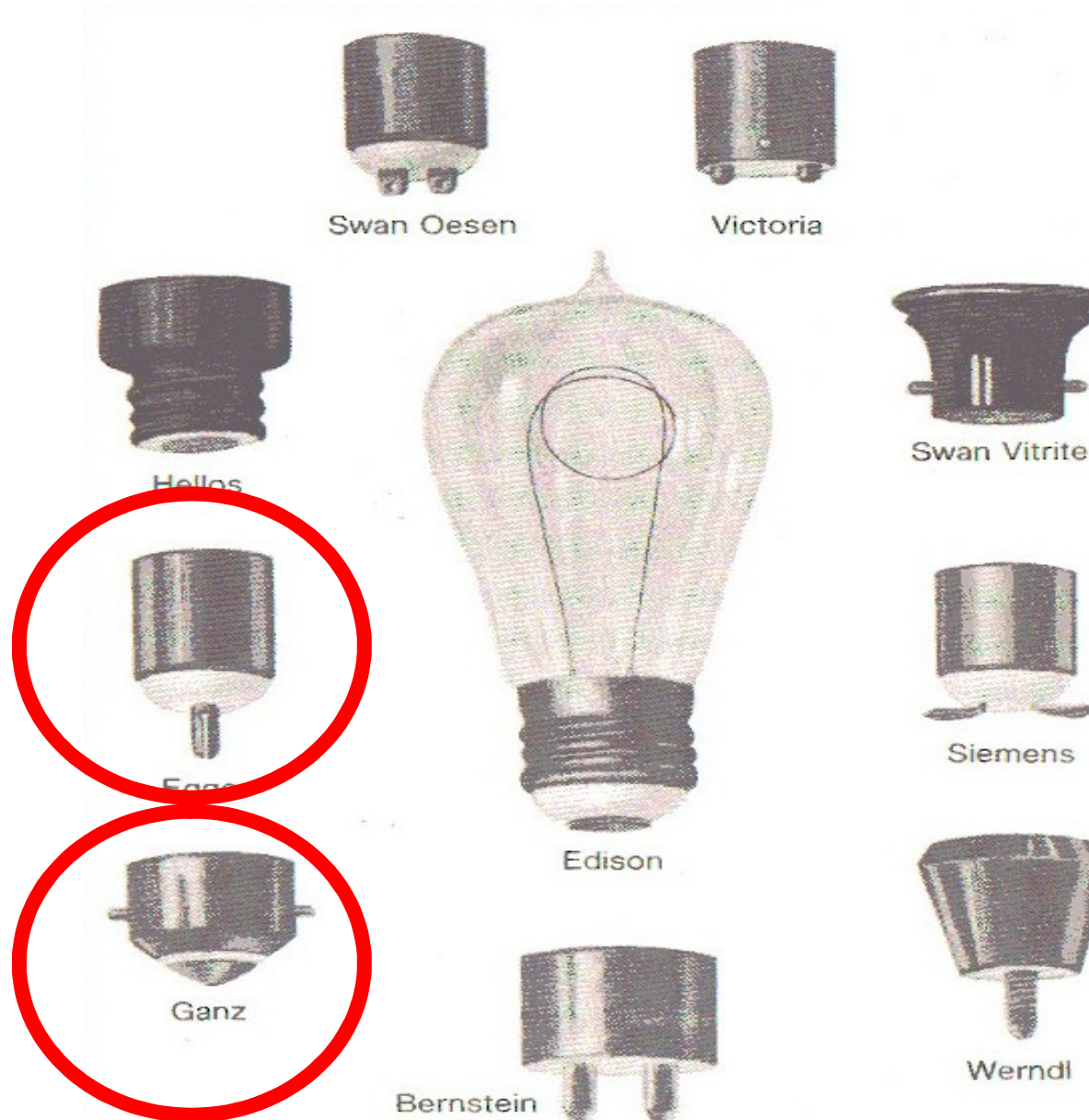


Izzólámpa részei – Fej

- Mechanikai és villamos funkciója van
- Foglalatba rögzítés, esetenként a spirál pozíciójának meghatározása
- Villamos kontaktus a lámpa és a foglalat érintkezői között
- Magyarországon E(dison) betűjelű lámpákat alkalmaznak, a foglalat miatt fontos
 - E10 törpe vagy miniatűr
 - E14 mignon
 - E27 normál
 - E40 góliát vagy nagylámpa
- Menetes kialakítású
- Másik alkalmazott fejtípus a bajonett, jelölése: B
 - Autólámpa-fejről van szó, akkor BA



Fej típusok



Vákuumlámpa – gáztöltésű lámpa

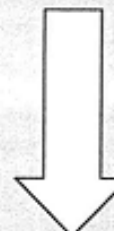
- Miért nem jó a levegő?
 - 2000 K-en volfrám eloxidálódna, sárga lepedék keletkezik a bura felületén
- Nem teljesen légüres tér, csak oxidálódás ne induljon meg -> 10^{-3} Pa nyomású „vákuum”
- Így is a lámpa térbe kijutó volfrámatomok a kisebb hőmérsékletű bura falára csapódnak le („bura feketedés”) -> fényáramcsökkenés
 - Gáz betöltésével csökken a bura feketedés és a párolgási sebesség, de hőt von el az izzószáltól és a bura falára vezeti el a hő egy részét vagyis fényáramcsökkenés következik be
- Melyik a jobb?

Vákuumlámpa – gáztöltésű lámpa melyik a „jobb”?

- Nobel-díjas amerikai kémikus, Irving Langmuir foglalkozott a témával
- Spirálozással lehet a hőveszteséget csökkenteni (azonos spirálhossz esetén) – spirálátmérő növekszik
- A spirálmenetek hőenergiájukat egymásnak adják, ↓ a veszteség,
- Rövidebb hossz, → kisebb hőleadó felület
- Dupla spirálozással a veszteség tovább csökkenthető, kevésbé párolog, jobb sugárzási tulajdonság ->gáz töltésű lámpák esetén
- Fő kérdés milyen gáz kell? Kémiaileg semleges, kis hővezetésű

Gáztöltésű lámpa - gázok

- Gázok hővezetési képessége fordítottan arányos a molekulatömeggel, de mégsem xenon-t és kriptont használunk (csak a nyomtató és superbalux esetében)
 - Drága gázok és nagyobb méret esetén az ionizáció is könnyebben megy végbe -> villamos ív
 - N_2 -t adnak az ívképződés elkerülése érdekében
 - „Ma” leginkább az összetétel: 93% Ar és 7% N_2

A szóbajöhető gázok	Relatív molekulatömeg	Hővezetőképesség	Ivképződés veszélye
Hélium	4,0	Csökken 	Nő 
Neon	20,2		
Nitrogén	28,2		
Argon	39,9		
Kripton	83,8		
Xenon	131,3	BME-VIK	

Gáztöltésű lámpa - gázok

- Mekkora nyomással?
- Nyomással nő a hővezetés és így a veszteség is, de csökken a párolgás és így nő az élettartam
- „Mai” normál lámpákat 80-90 kPa nyomásra töltik fel (autófényszórók esetében ez többszörös is lehet)

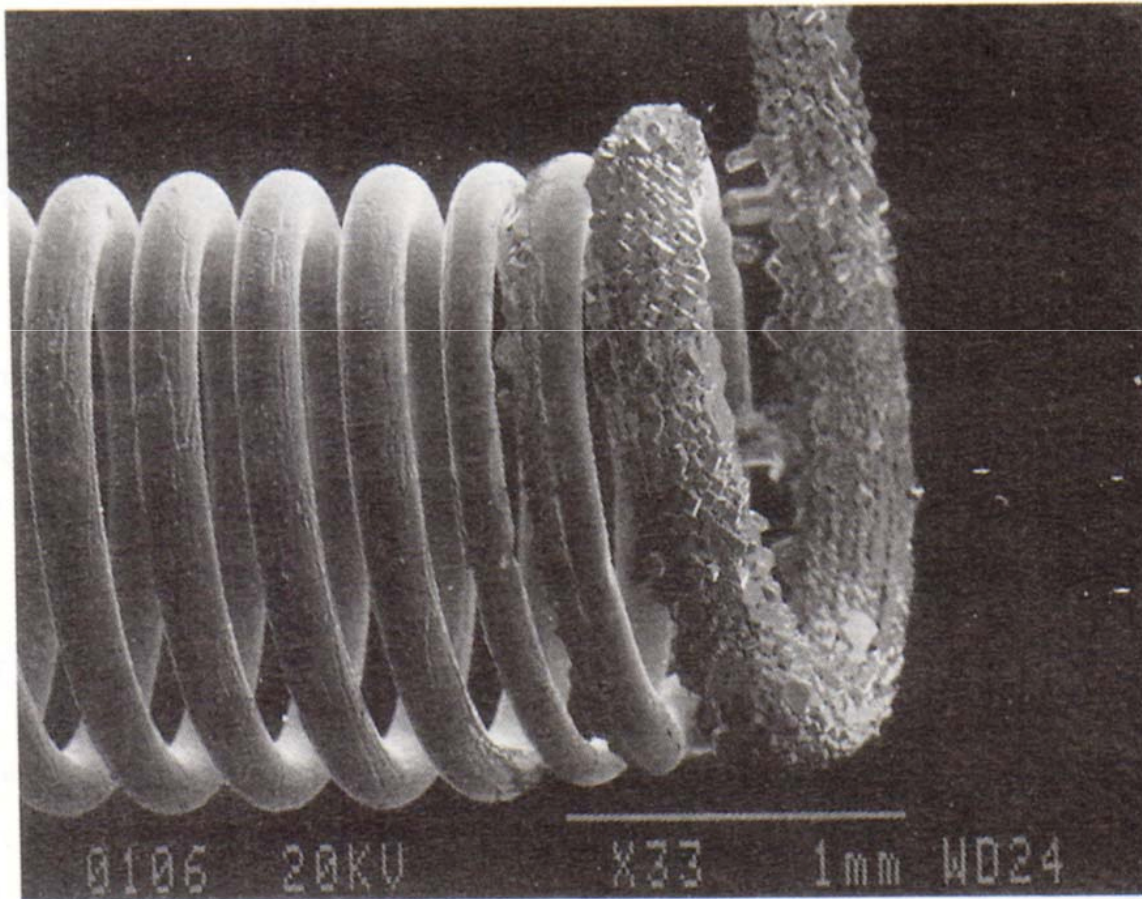
Vákuumlámpa

- 25 W alatt alkalmazták, mert kisebb volt az izzási hőmérséklet
- Hosszú, egyszeresen spirálozott szálak

Volfrám szál ellensége

- 2000 K fölött a fő ellenség a vízgőz, vagyis a bomlásából származó hidrogén és oxigén
- Az oxigén oxidálja a volfrámot, ami a hideg falra tapad, ahol a hidrogén a WO_3 -t elemi volfrámmá redukálja és újra vízgőz keletkezik
- Szépen lassan elfogyasztja a volfrámot az izzószálról, így rövidítve meg az élettartamát

Erózió



W-szál
erózió és
dendrit
kristályok
növekedése
maradék
vízgőz
hatására

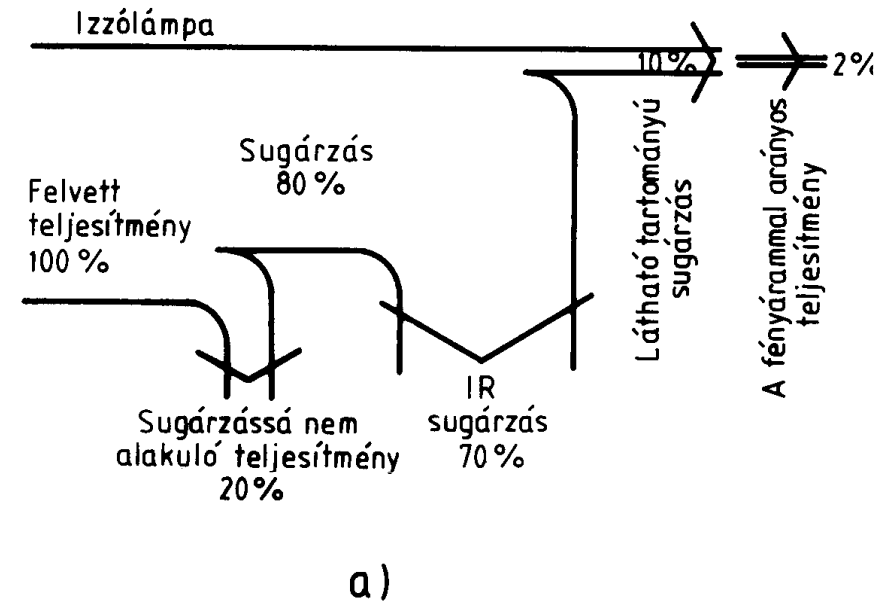
Volfrám szál ellensége - megoldás

- A bura üvegéhez kémiai kötéssel kapcsolódik a nedvesség, amit nem lehet teljesen eltávolítani a falról
- Getterekkel lehet a vízgőzt „befogni”/”kikapcsolni”
 - Vörösfoszfor – régen, volfrám szálát belemártották első használatnál elpárolog és reakcióba lép az oxigénnel
 - Gáztöltés esetében a foszfort magnézium-oxiddal keverik

Izzólámpák tulajdonságai 1.

- Fényhasznosítás

- Energiamérleg:
- 100W-os normállámpa: 13,5lm/W
- Burafestés csökkenti
- Öregedéssel romlik
- Teljesítménnyel nő
- Spirálhőmérséklettel nő



- Élettartam

- Spirálhőmérséklet
- Feszültség

Lámpatípus	Fényhasznosítás	Élettartam
Közl. jelzőlámpa, 100 W	8,3 lm/W	3000 h
Tungslaglobe, 100 W	8,9 lm/W	2500 h
Vonalizzó, 60 W	7,0 lm/W	2500 h
Normál lámpa 100 W	13,5 lm/W	1000 h
Vetítőlámpa, 100 W	19,0 lm/W	300 h

Izzólámpák tulajdonságai 2.

- Színhőmérséklet

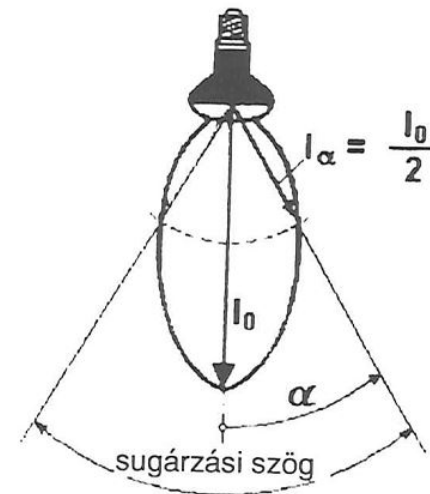
- Nem teljesen fekete test: nem a tényleges izzási hőm (1-200K)
- hagyományos izzólámpák: 2400-2800K (melegfehér)
- napfényizzók: 5500K (közelebb van a természetes világításhoz)

- Sugárzási szög

- irányított fényű izzólámpáknál
- a max. fényerősséget képviselő irány és a max. fényerősség felének megf. irány közti szög kétszerese

- Felfutási idő

- Bekapcsolás – állandósult fényáram 95%
- Rövid felfutási idő <6s



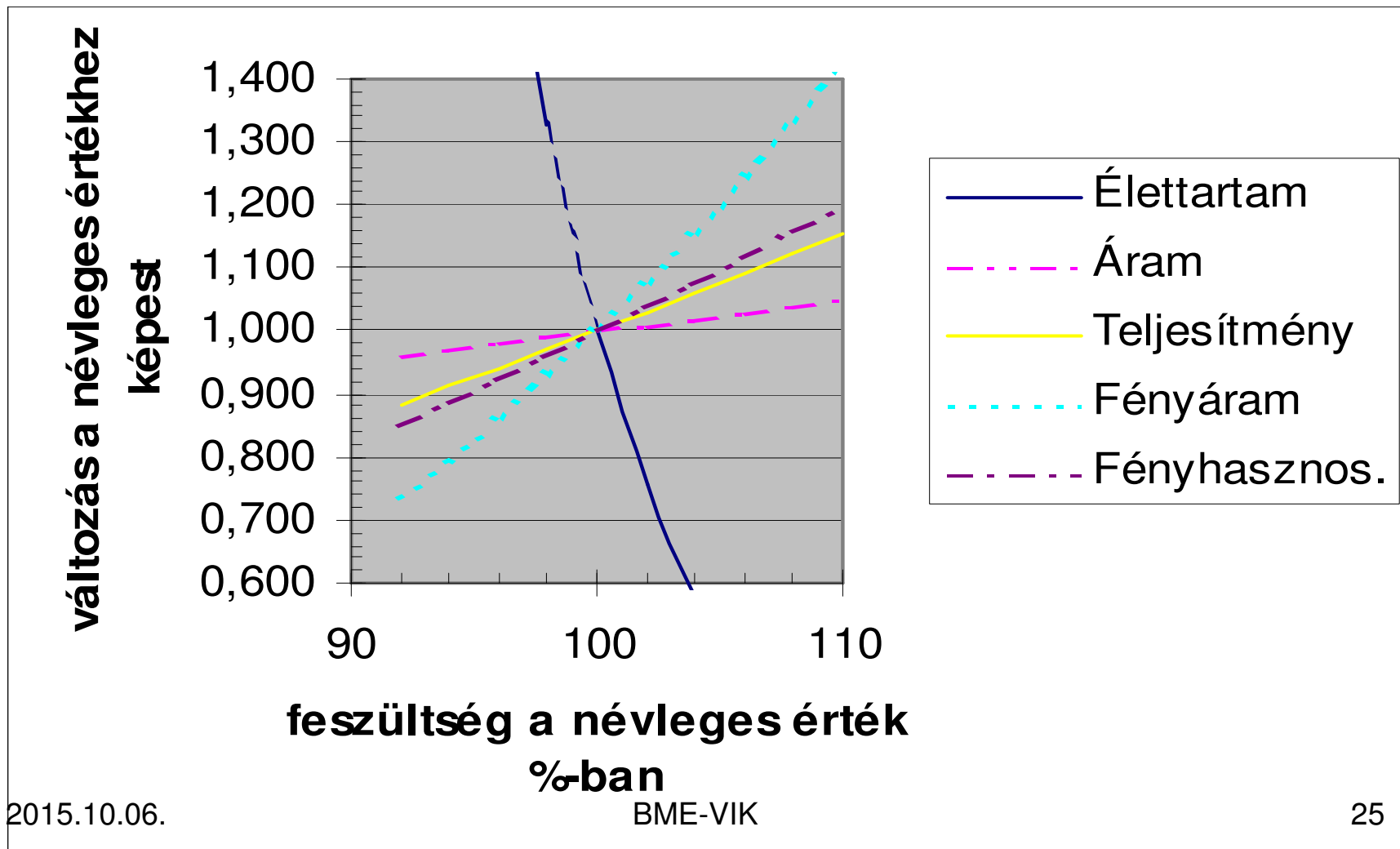
Izzólámpák tulajdonságai 3.

- Tápfeszültség változásának hatása

$$\frac{\eta}{\eta_0} = \left(\frac{U}{U_0} \right)^g \quad \frac{P}{P_0} = \left(\frac{U}{U_0} \right)^y \quad \text{és} \quad \frac{\Phi}{\Phi_0} = \left(\frac{U}{U_0} \right)^n$$

$$\frac{T_0}{T} = \left(\frac{U}{U_0} \right)^c \quad C=13,5$$

Izzólámpa karakterisztikák



Kiegészítés

- fonaltörés vagy szálszakadás miatt
- Izzószál párolog – nem egyenletesen!
- Ívképződés
- Bekapcsolási tranziens

Izzólámpa történet főbb évszámai

- Edison és Swan, 1879
- Juszt és Hanaman, W techn., 1903
W olv. pont: 3410°C
- Langmuir, gáztöltés, 1912
- Bródy, Kripton 1931
- Halogén töltés 1959
- 2009-2012 fokozatos kivonás Európában

Halogén izzók



II. A halogén izzólámpa 1, Kialakulása

- Megoldandó problémák:
 - spirál párolgásának csökkentése
 - volfrám burára rakódásának megállítása
- Halogén adalék ötlete: 1881 megvalósítás: 1959
 - lágy üveg, magas üzemi hőm., vízgőz
- Nagy ütemben fejlődött, új anyagok és technológiák
 - Kvarc -> VYCOR üveg -> keményüveg
- Fényhasznosítás kétszeresére nőtt

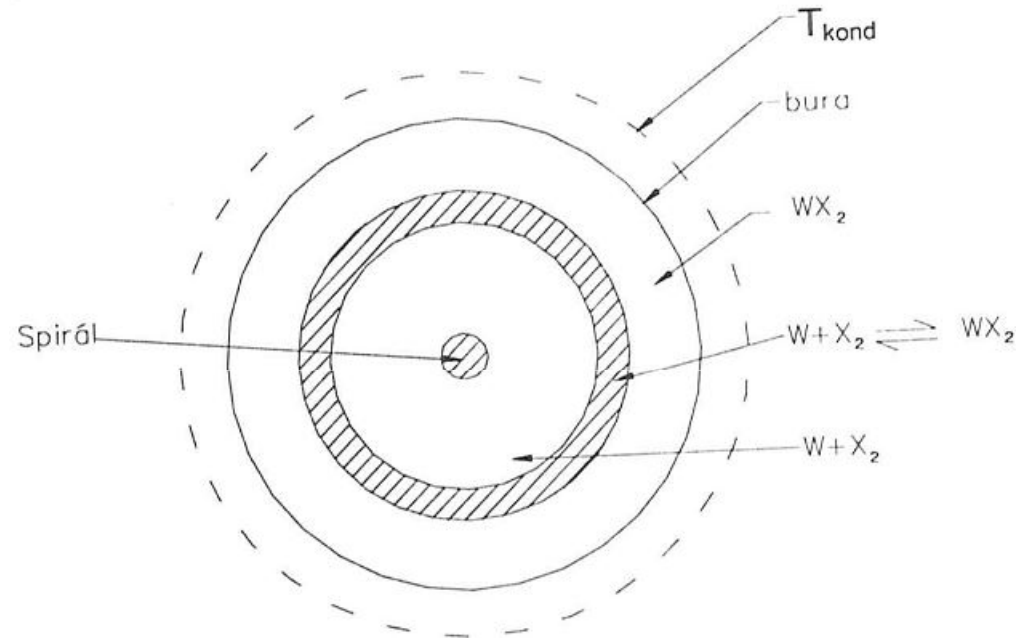
II. A halogén izzólámpa 2, Felépítése

- bura: keményüveg
- Izzószál: különleges tisztaságú, alaktartó
W
- halogén: adagolása szénhidrogének
halogénszármazékaként (CH_3Br)
- töltőgáz: kripton (xenon)

II. A halogén izzólámpa

3, Volfrám – halogén körfolyamat

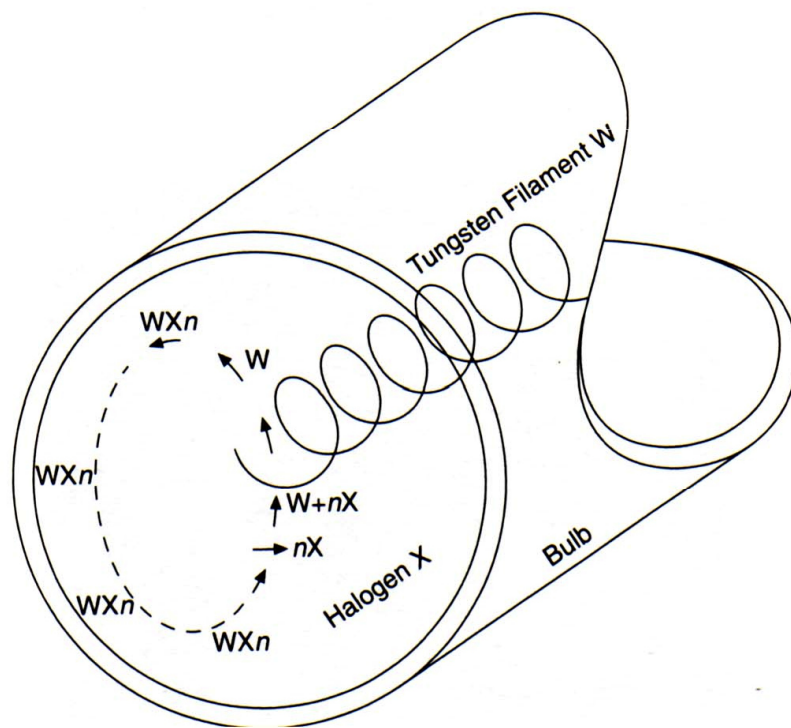
- 3 zóna:
 - Legbelső
(külön atomok, nagy hőm)
 - Középső
(reakcióegyensúly)
 - Külső
(W-halogenid molekulák,
Konc.grad: visszaáramlás)



- Hidegebb helyek védelme:
 - Passzív: bevonat, védőspirál
 - Aktív: hidrogén

Wolfram-Halogén izzólámpa

- (izzószál közelben) $W + n X \rightleftharpoons WX_n$ (ballon közelében)



Fő alkalmazási
területek:

- Autólámpa
- Vetítő lámpa
- Kiemelő világítás
(kirakat, kiállítás)
- Retrofit általános
felhasználásra
(GSL: General
Service Lamp)

Halogénlámpa

1959 Zubler és Mosby (fluor, klór, **bróm, jód**)

Körfolyamat: $W + 2X \leftrightarrow WX_2$

Hőmérséklet viszonyok

$T_{\text{spirál}} > T_{\text{disszociációs}} > T_{\text{bura}} > T_{\text{lecsapodási}}$

Párolgás
befogja a
halogén
elemet



$\geq 500 \text{ K}$



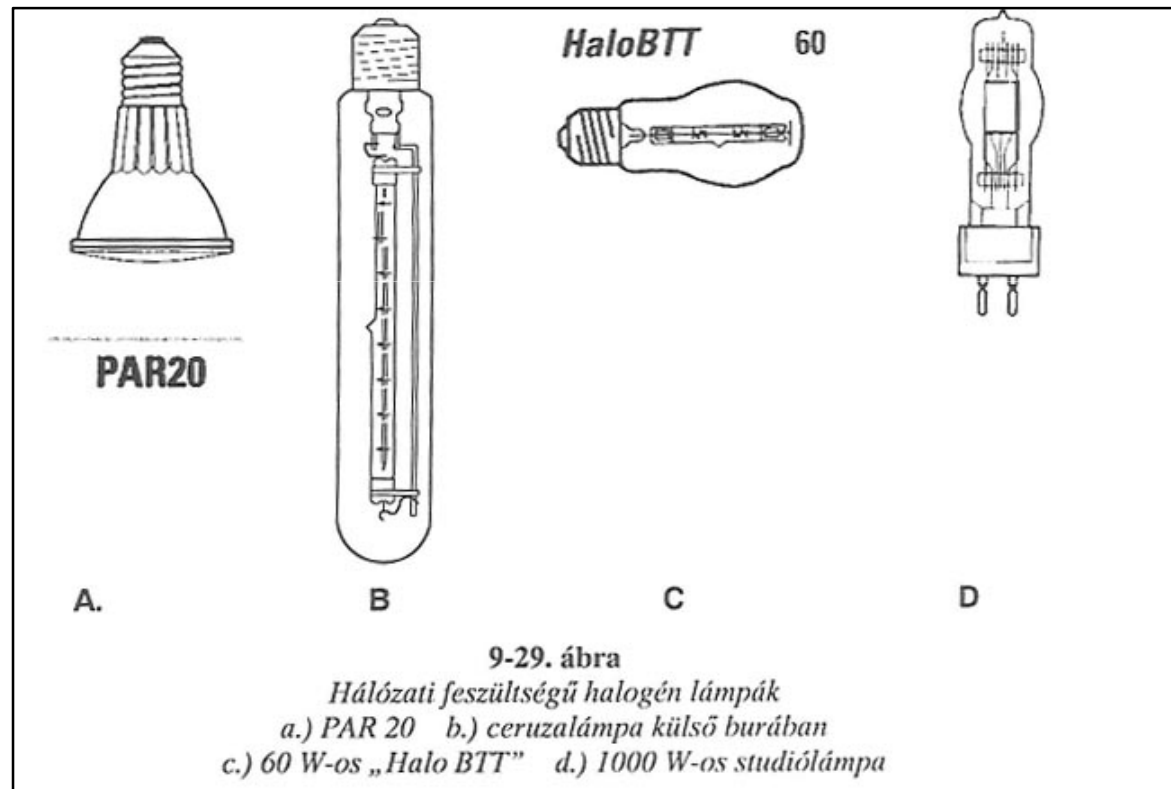
Más alakú
bura kell

II. A halogén izzólámpa

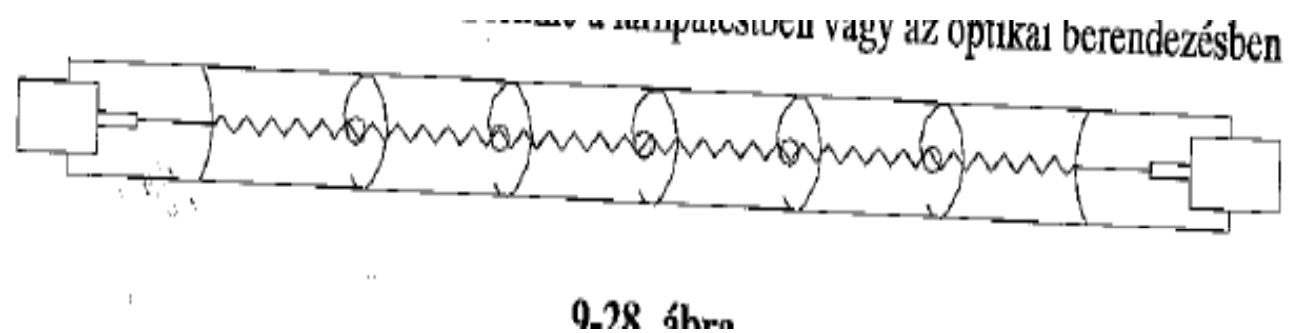
4, Típusok

- Csoportosítás:
 - Tápfesz. szerint: törpefesz, hálózati feszültségűek
 - Konstrukció szerint: egy- és két végen fejelt
- Törpefeszültségű 1 végen fejelt: autófényszóró lámpák
- Törpefeszültségű 1 végen fejelt, reflektorburás:
 - belső terek, kirakatok, eredetileg: keskenyfilm vetítőlámpa
 - 20-75W, 3000 óra élettartam, 12V
- Hálózati feszültségen működő halogénlámpák:
 - optikai eszközökben, stúdiókban, szabadtéren
 - két végen fejelt ceruzalámpa: 60-2000W, 16-22lm/W, 2000h
 - egy végen fejelt: PAR, hagyományosba szerelt, nagyteljesítményű

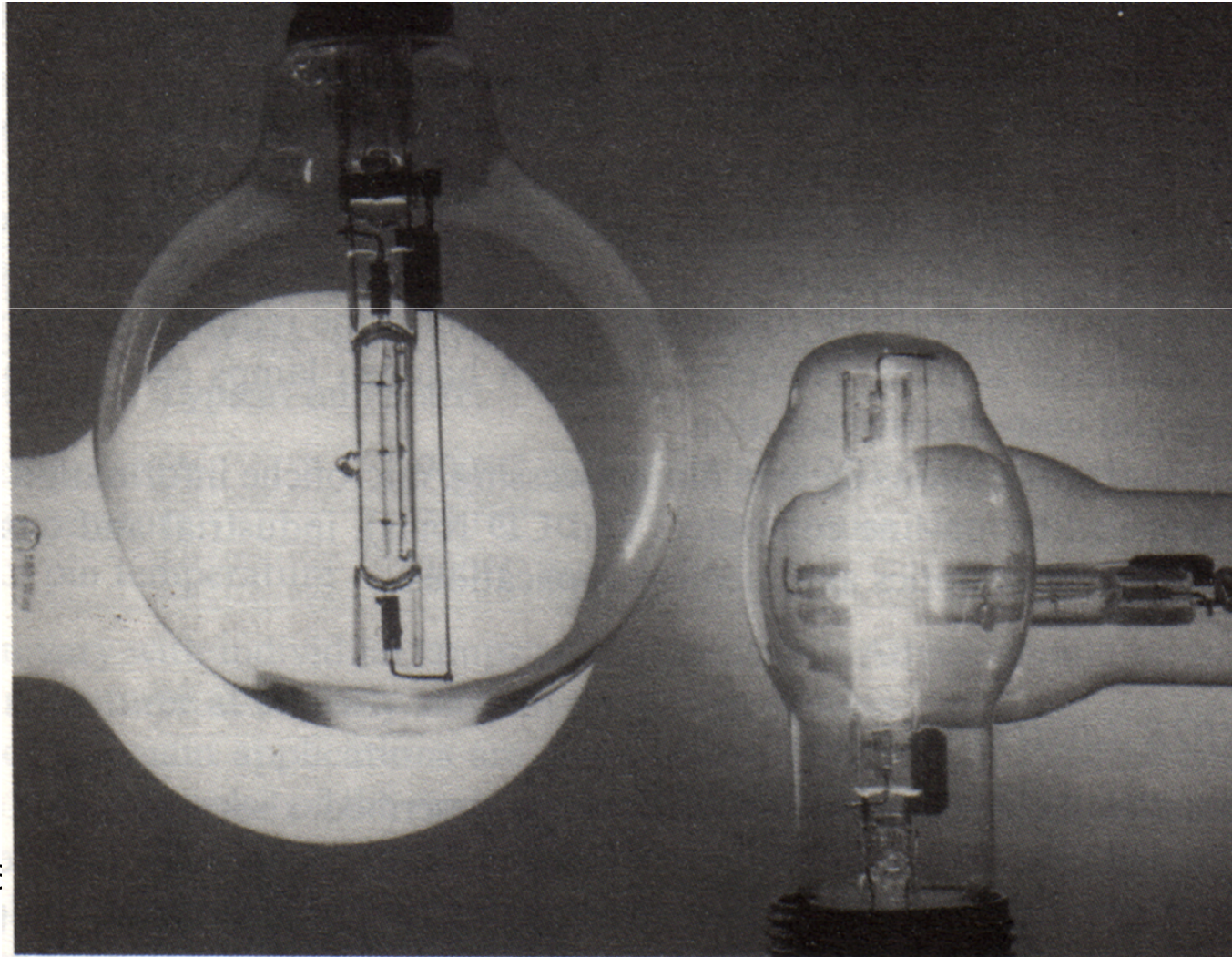
II. A halogén izzólámpa 4, Típusok



Ceruza lámpa

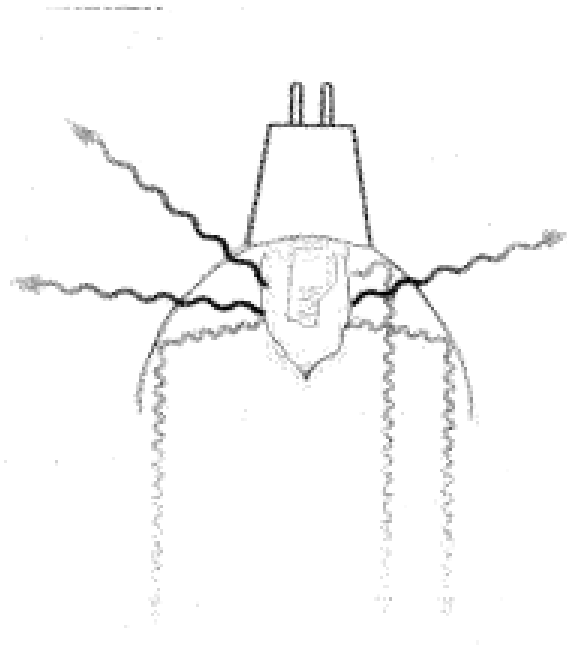


Quarz-halogén retrofit lámpa

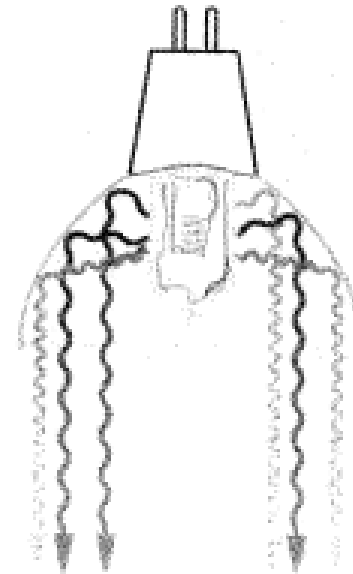


2015.10.06

Hideg tükör



Hidegtükör működése.
A hőt hátra, a fényt előre vetíti.



Hagyományos tükör működése.
A fényt és a hőt is előre vetíti.

Fényforrás mögött

Hőmérsékleti sugárzók jellemzői

- Széles választék, mind teljesítményben, mind formában
- Kis fényhasznosítás → kisebb egység fényáram
- Rövid felfutási idő
- Rövid újragyújtási idő
- Rövid élettartam max. 1-2000 h
- Kiváló színvisszaadás
- Meleg színhőmérséklet
- Folytonos spektrum

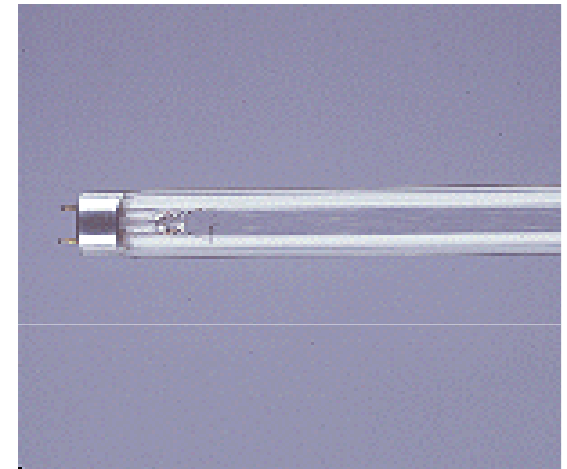
Kisülőlámpák

- Kisnyomású
- nagynyomású

Kisnyomású	Nagynyomású
Fénycső	Higany
•„hagyományos”	Nátrium
•Kompakt	Fémhalogén
Nátrium	•„hagyományos”
Indukciós	•Kerámia kisülőcsöves
	Kevertfényű

Fénycső felépítése

Fénycső def:lágyüveg cső;fénypor bevonattal;Hg-al és nemesgázzal;kis nyomás;két végén W elektródákkal.



Fej
Árambevezető
Beforrasztás
Állvány

Méretetek

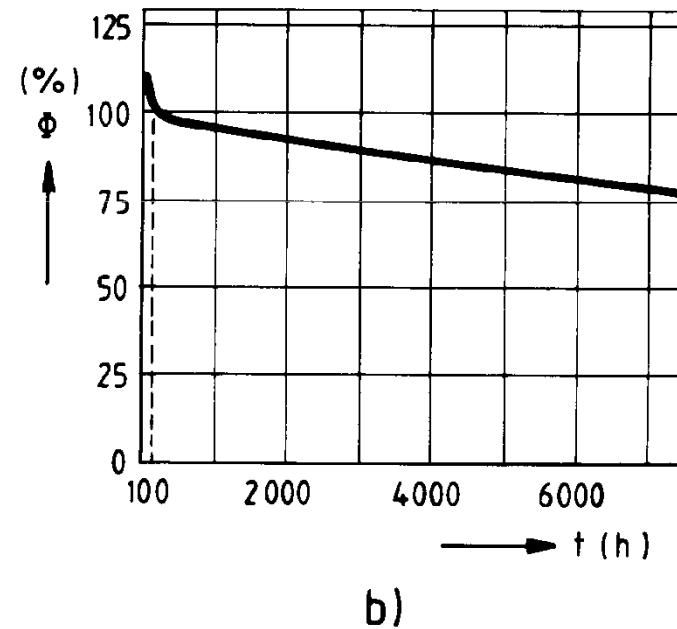
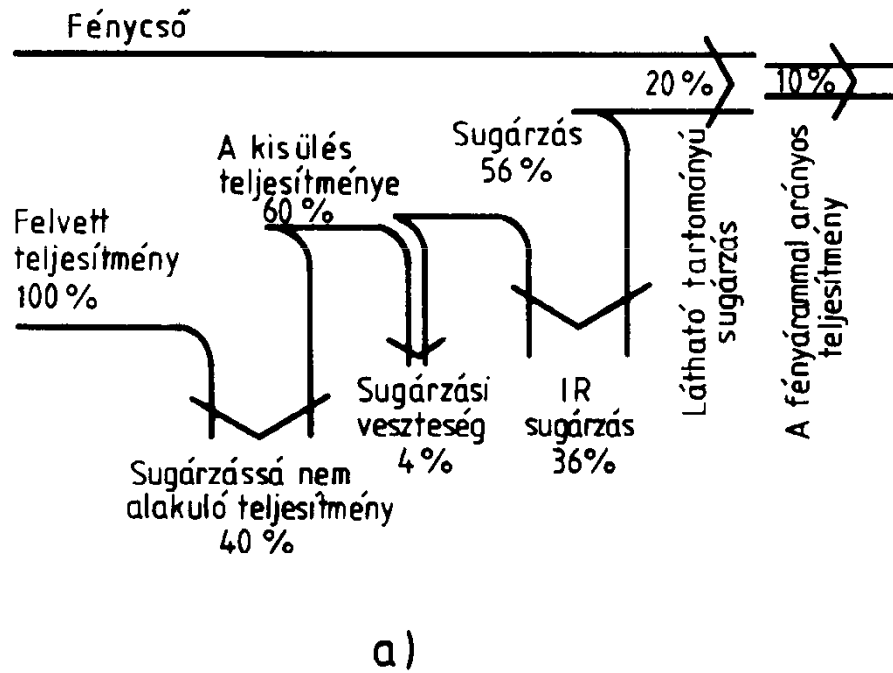
Átmérő meghatározója: áramsűrűség (I/A) [ív a teljes csőkeresztmetszetre kiterjed]

≈ 35 mm

**Hossz meghatározója: térerősség ≈ 1 V/cm
munkapontnak megfelelően I fv-
ében $> 1\text{m} \rightarrow 1200\text{mm}$**

Jellemző átmérők: 38 mm (T12); 26 mm (T8); 16mm (T5); 8 mm (T2)

Fénycső energiatartó-ábra és fényáram-tartása



Fénycsövek főbb jellemzői

Teljesítmény: 4 – 80 W; Fényáram: 200 – 7000 lm

$\eta^* \cong 100 \text{ lm/W}$

Rövid felfutási és újragyújtási idejű

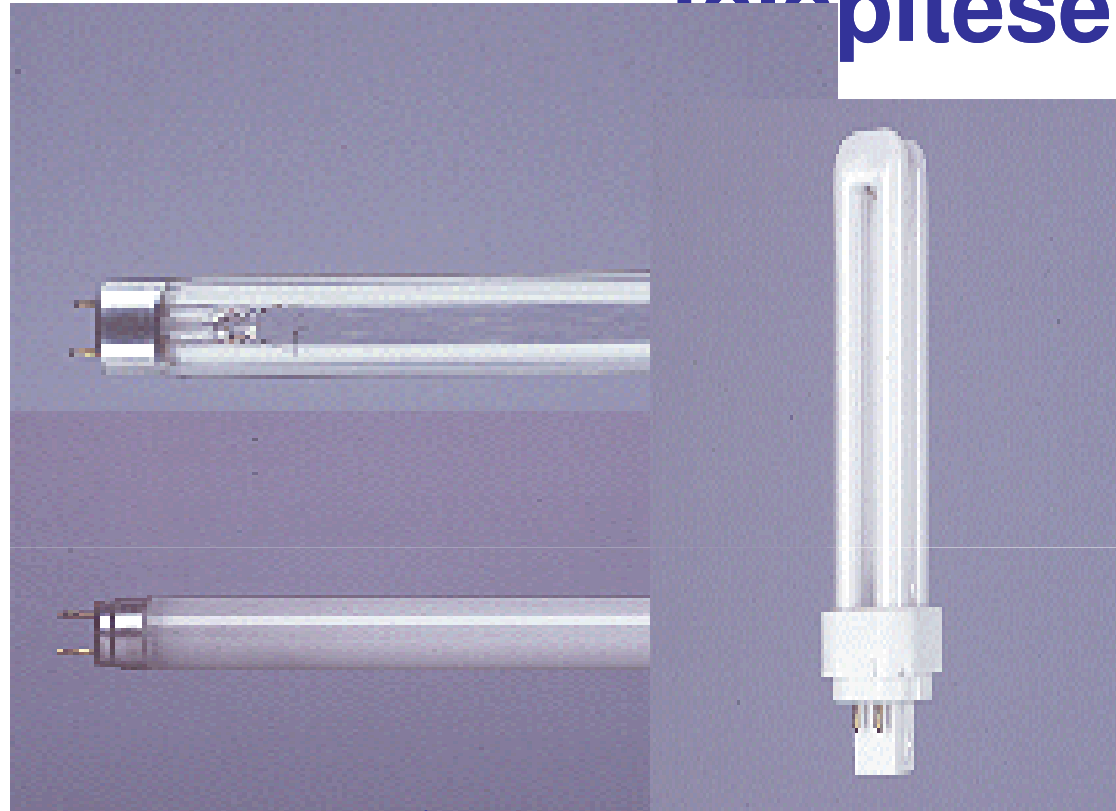
Élettartamuk: 10-15 kh (átlagos égési időtartam 3 h,
tápfeszültség ingadozás max. –10%, környezeti hőmérséklet
megfelelő előtét és gyújtó esetén)

Színhőmérséklet: 2700-6500 K

Színvisszaadás (fénypor függő) 65-85

Vonalas színekép

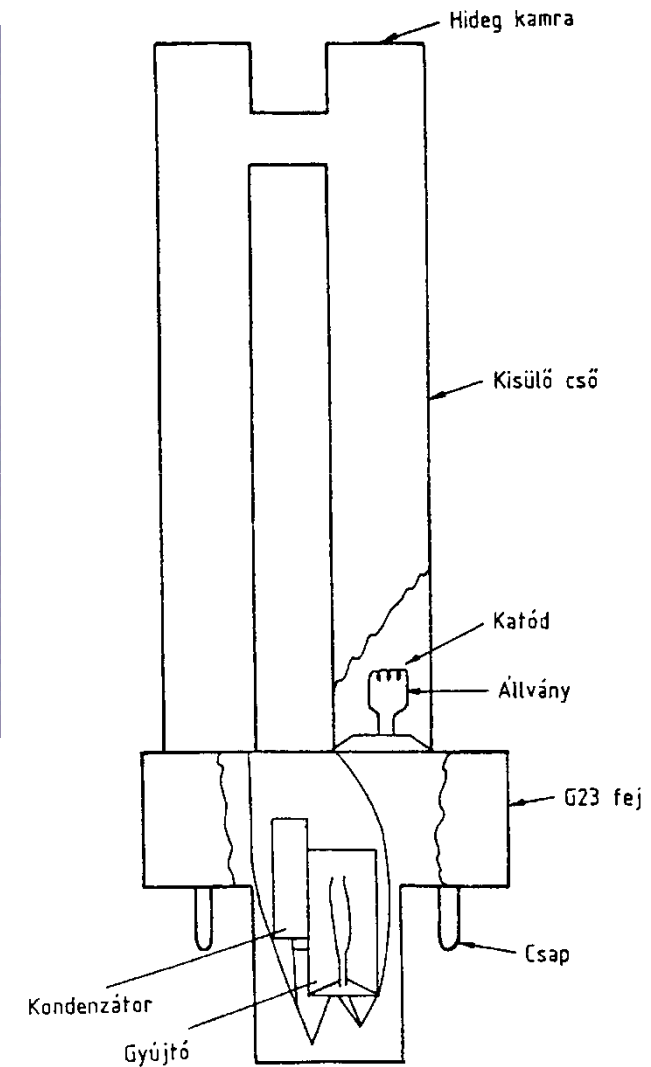
Fénycsövek és kompakt fénycsövek felépítése



- **Kisülőcső:** magnéziaüveg
- **Állványok:** ólomüveg (jó fém-üveg kötés)
- **Elektródok-katódmassza**
- **Fénypor** (kompakt fénycsöveknél 3-szoros UV-terhelés)
- **Méretek:** 15, 10, 2-3 mm csőátmérő

2015.10.06.

BME-VIK



Kompaktfénycsövek főbb jellemzői

Teljesítmény: 5 – 36 W; Fényáram: 200 – 3000 lm

$\eta^* \cong 80-90 \text{ lm/W}$

Rövid felfutási és újragyújtási idejű (gyártó és élettartam függő)

Élettartamuk: 10-12 kh (gyártó függő)

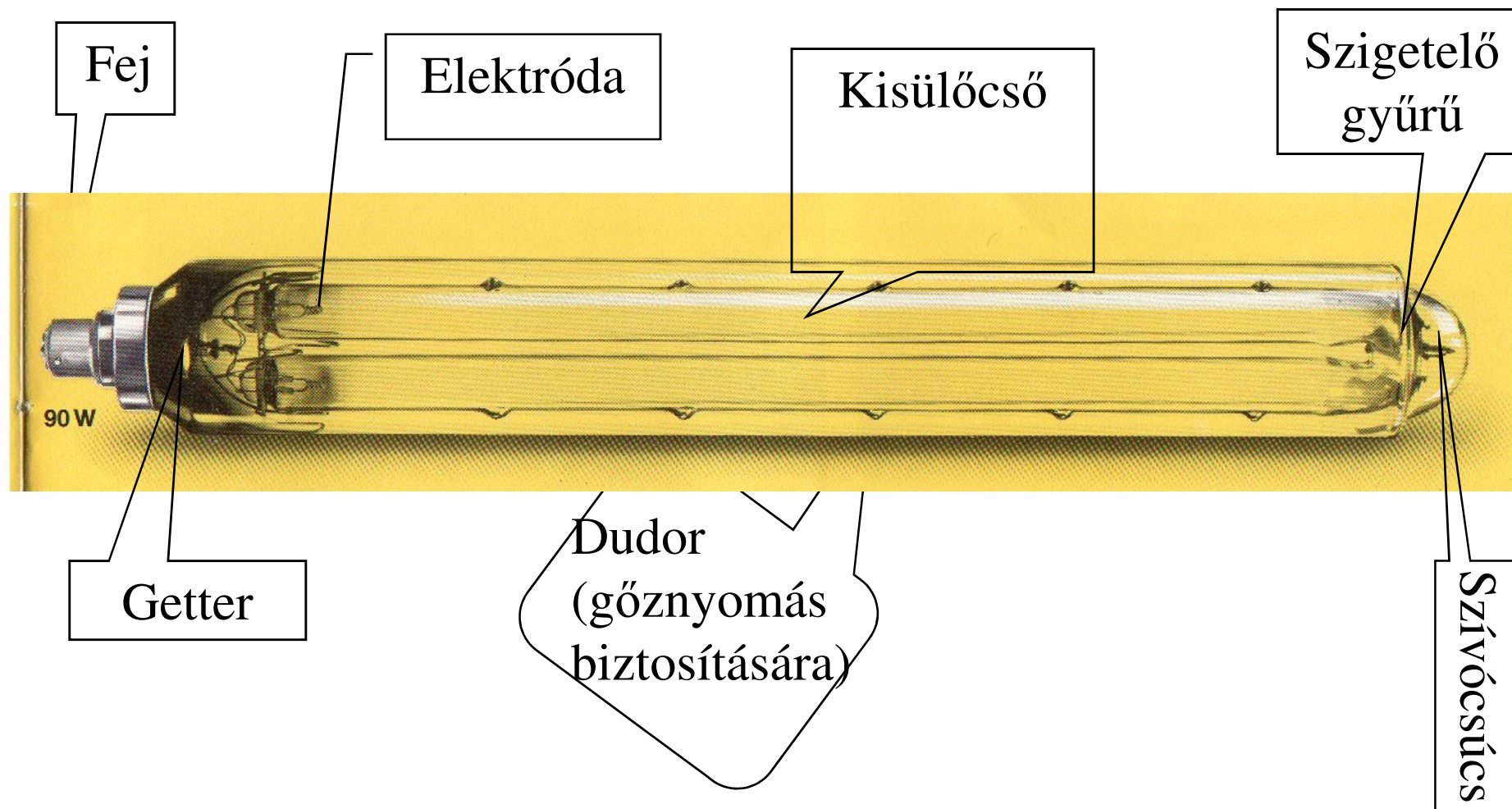
Színhőmérséklet: 2700-6500 K

Színvisszaadás (fénypor függő) 65-85

Vonalas színekép

Kompakt fénycső kialakítások



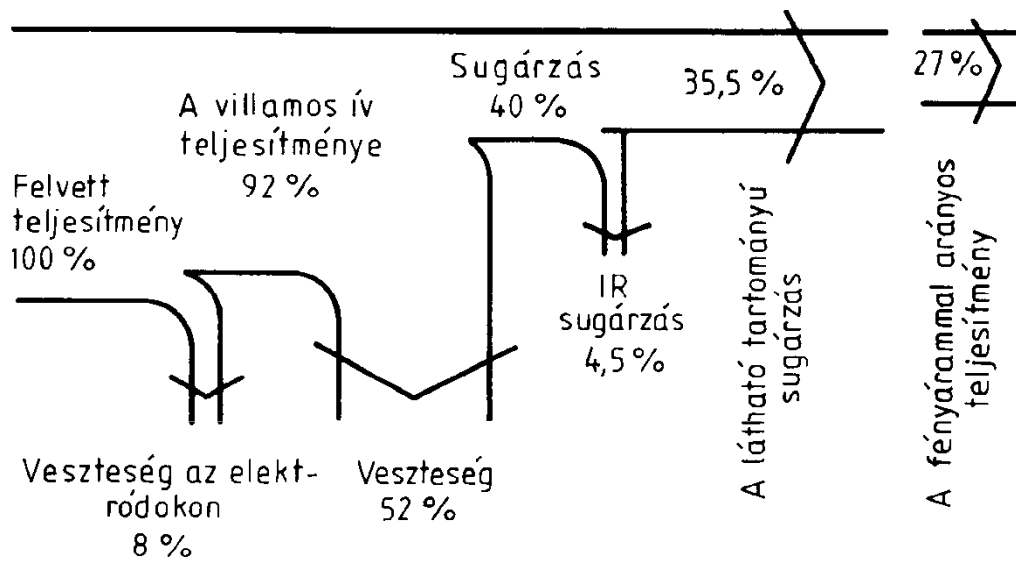


Kisnyomású nátriumlámpa

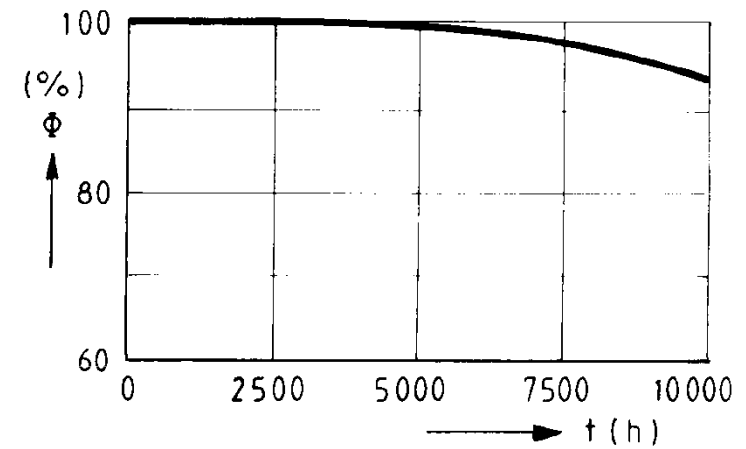
BME-VIK

2015.10.06.

49



a)



b)

Kisnyomású nátriumlámpa

Kis nyomású nátriumlámpák főbb jellemzői

Teljesítmény: 35 – 55-(200) W; Fényáram: 40 klm-ig

$\eta^* \cong 200 \text{ lm/W}$

Hosszú felfutási és rövid újragyújtási idejű

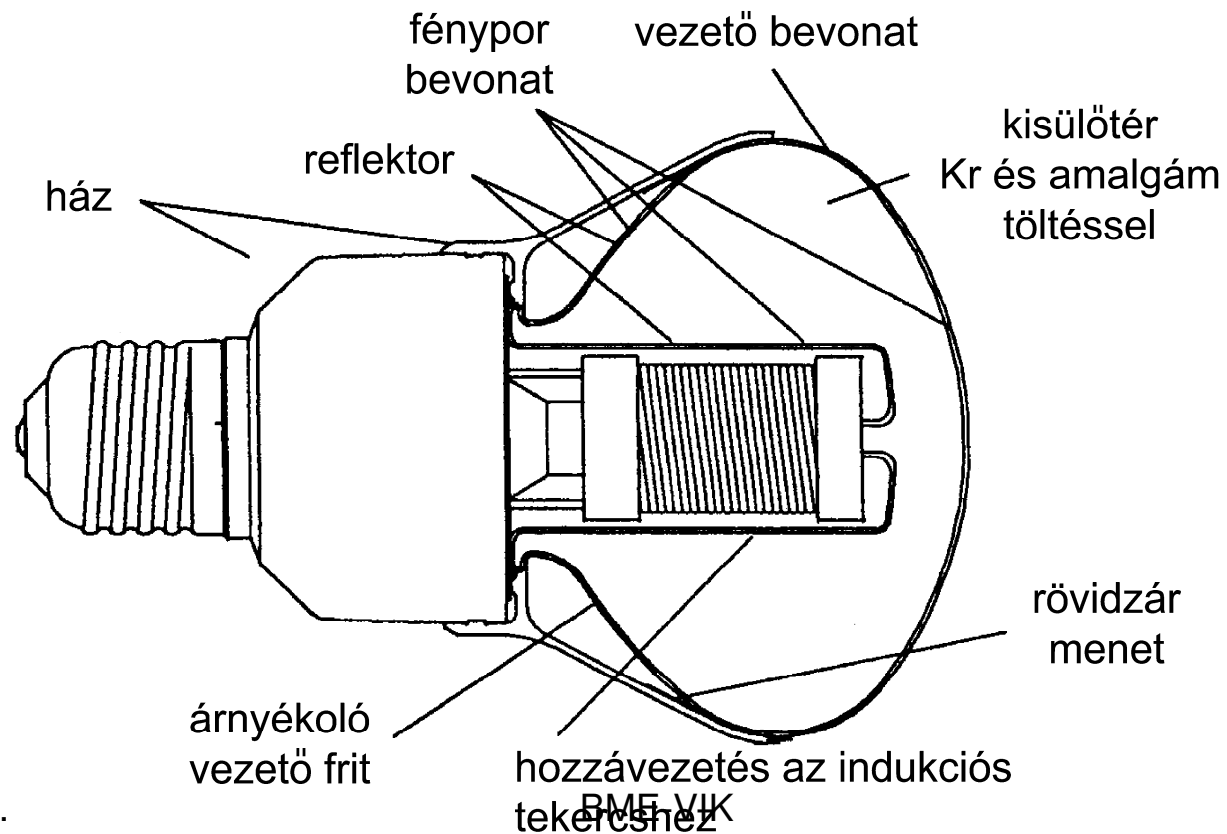
Élettartamuk: 10-15 kh

Színhőmérséklet: kisebb 2000 K

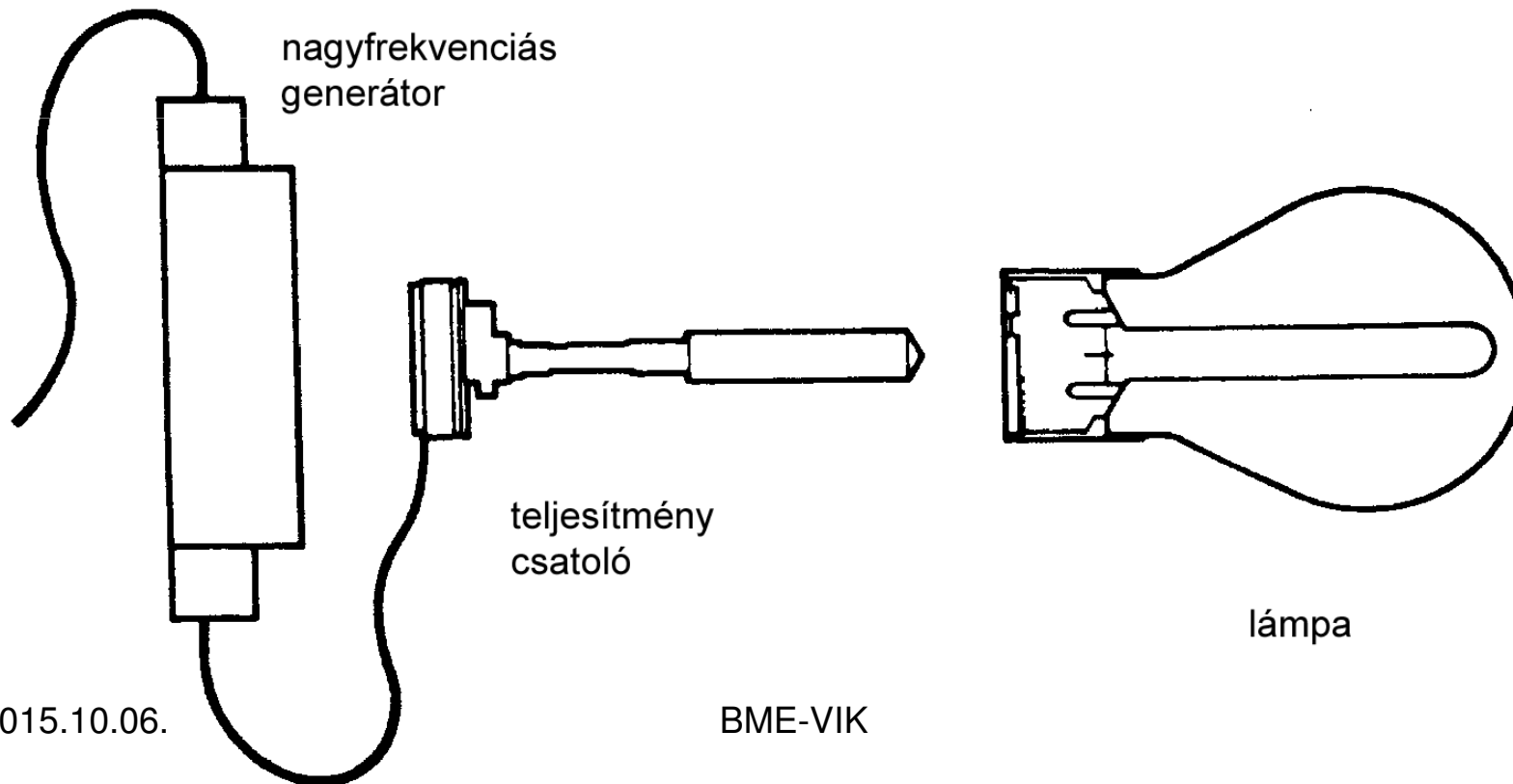
Színvisszaadás rossz

Gyakorlatilag monokromatikus sugárzó

Indukciós lámpák



QL-lámpa



Indukcióslámpák főbb jellemzői

Teljesítmény; Fényáram: gyártó függő, kevés típus

$\eta^* \cong 30-50 \text{ lm/W}$

Hosszú felfutási és újragyújtási idejű

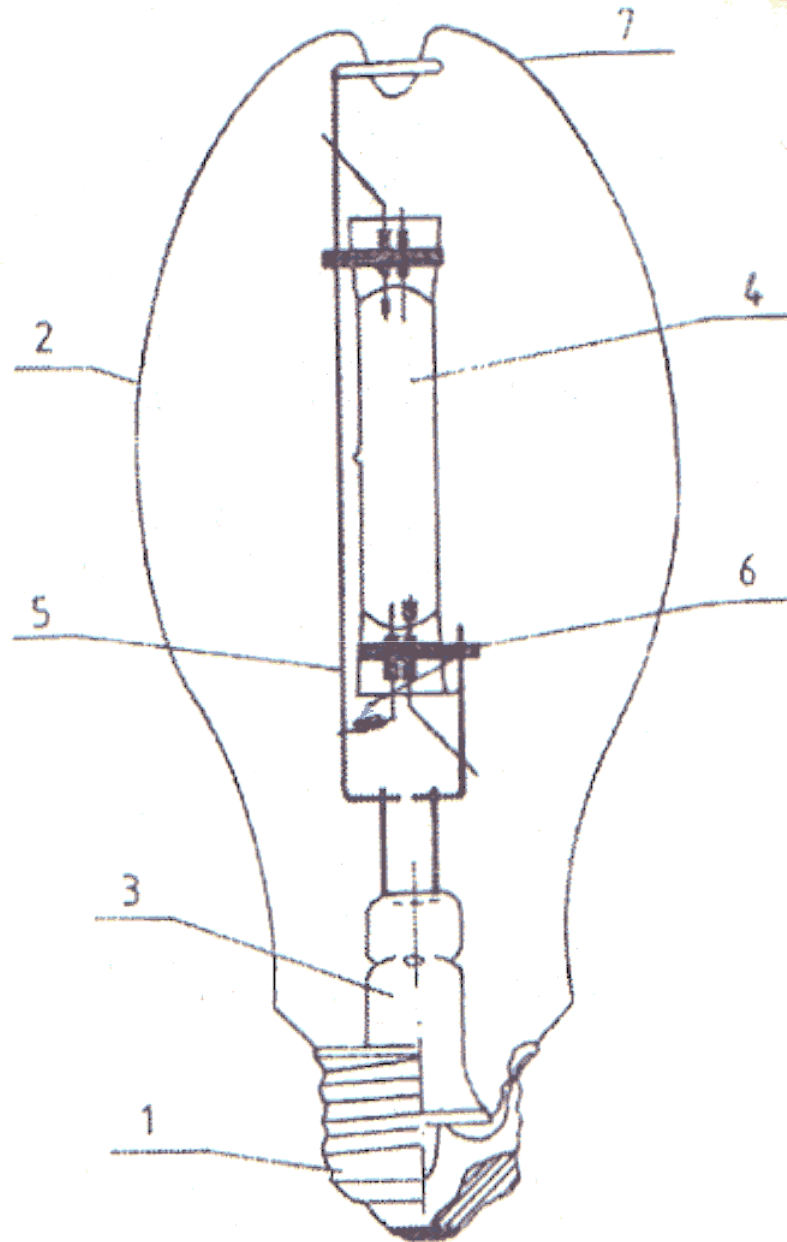
Élettartamuk: gyártó függő 60kh is lehet

Színhőmérséklet: S

Színvisszaadás (fénypor függő) jó

Vonalas színek

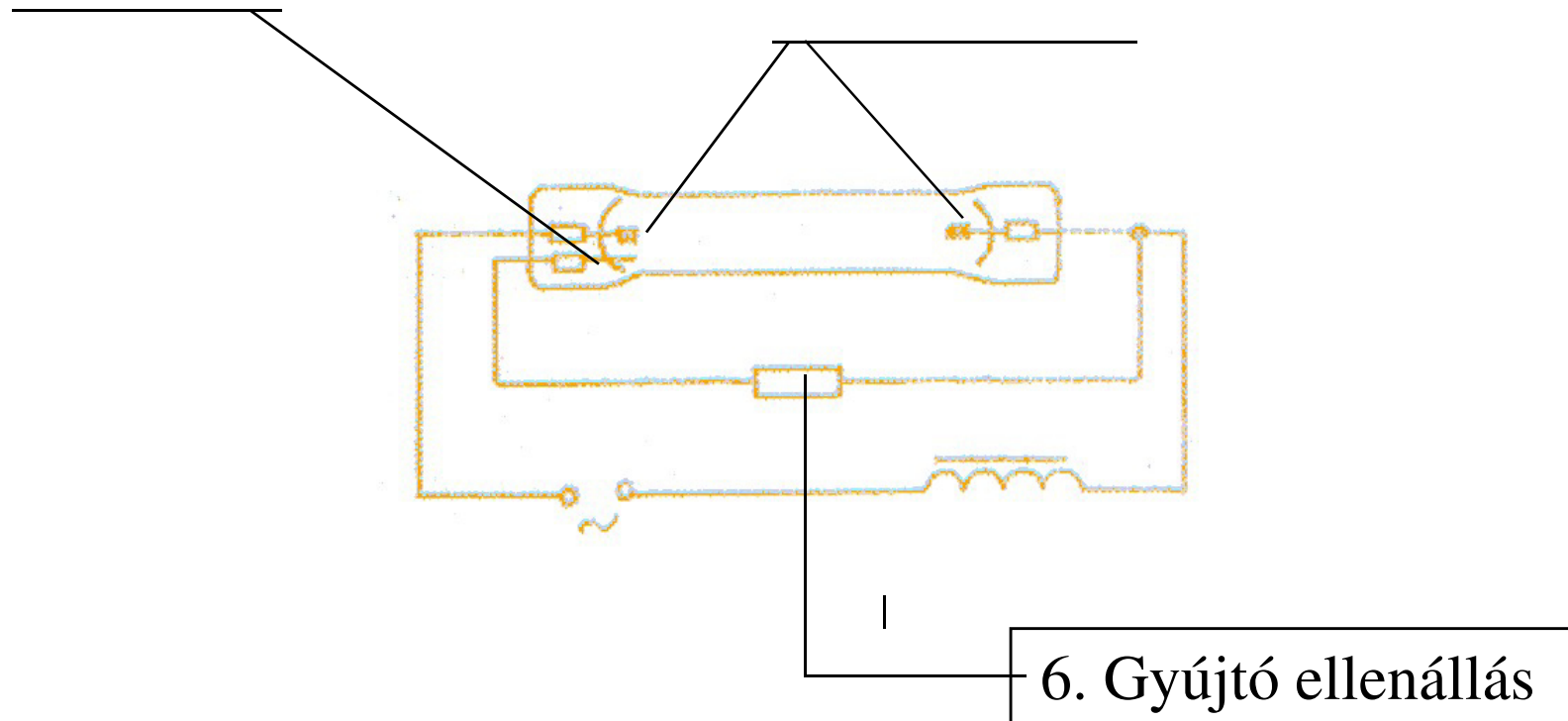
Higanylámpa



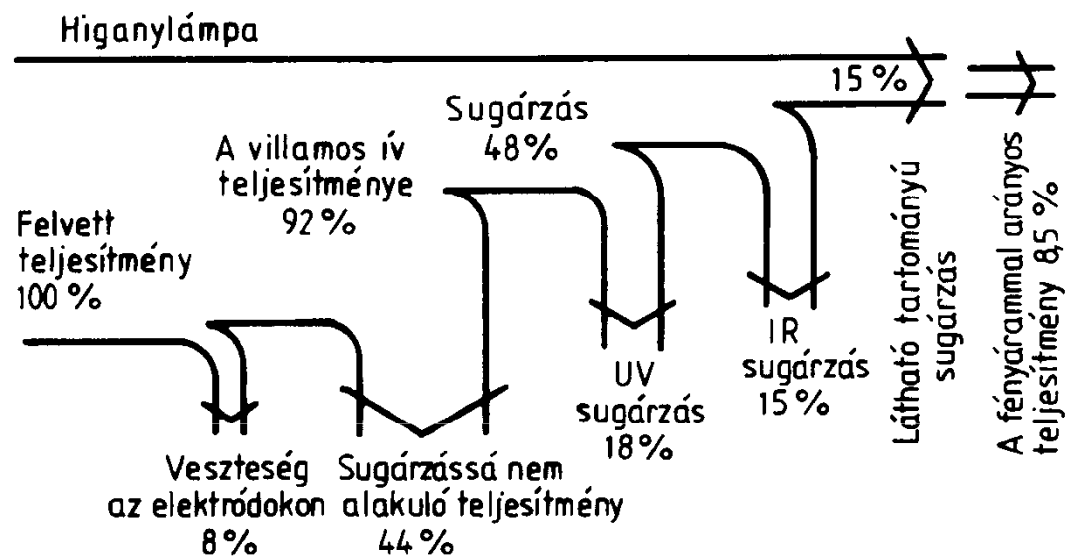
1. Fej
2. Bura
3. Állvány
4. Kisülő cső
5. Áramvezető és tartó
6. Gyújtó ellenállás
7. Fénypor

Segédelektóda

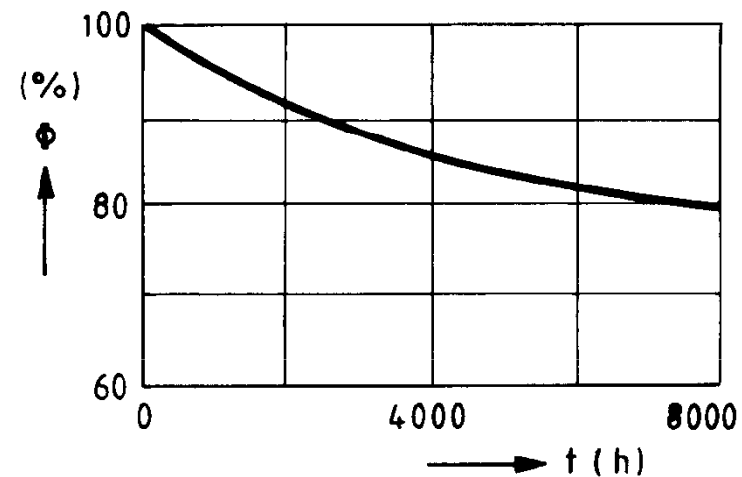
Fő elektródák



Higanykisülőcső



a)



b)

Higanylámpa

Higanylámpák főbb jellemzői

Teljesítmény: 80-400 (1000) W; Fényáram: 1,8 – 22(50) klm

$\eta^* \cong 36-55 \text{ lm/W}$

hosszú felfutási és újragyújtási idejű Élettartamuk: 16 kh (fényhalál)

Színhőmérséklet: 3300-5300 K

Színvisszaadás (fénypor függő) 40-50

Vonalas színekép