

Alapfogalmak 1.

Ismétlés:

Miért foglalkozunk világítástechnikával?

- Az információ 90 %-a szemünkön keresztül érkezik
- Több tudomány határterülete és ezért érdekes
- Sok még a kutatható terület, fejlődik
 - LED technológia,
 - Biológiai ritmus és fény,
 - Láthatóság és káprázás,
 - Világosság és munkavégzőképesség stb.

Mi a fény?

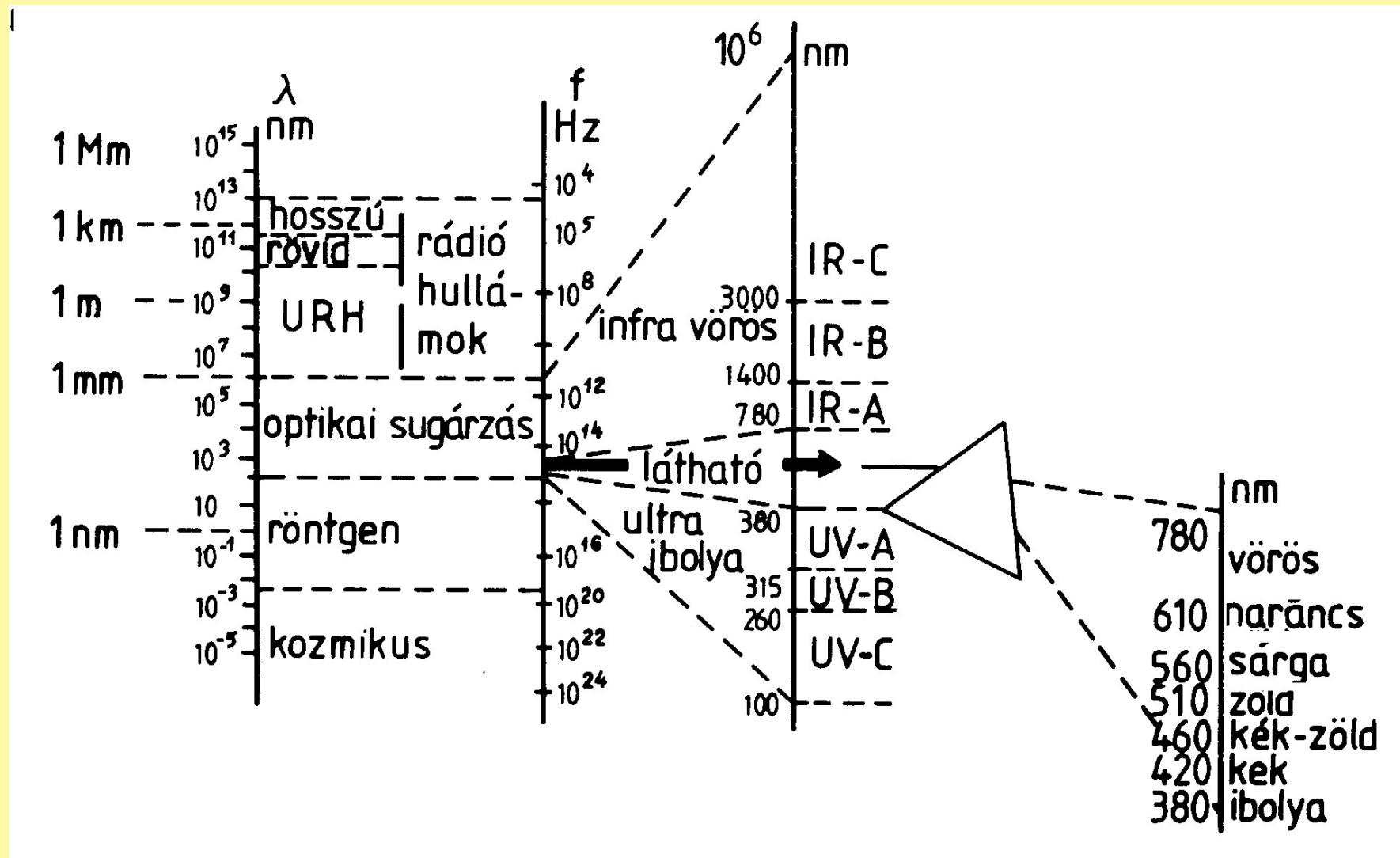
A fény: hatás szerint a közvetlenül látás érzetet keltő sugárzás

Fizikai szempontból elektromágneses hullám

Világítástechnikában csak az emberi szem által érzékelt sugárzás.

~~Uvfény, infrafény nem használatos~~

Elektromágneses sugárzás



Hogyan kelthető fény?

A fény kibocsátása és anyagi részecskékkel történő kölcsönhatása meghatározott energiájú adagokban, kvantumokban valósul meg. Ezeket a fénykvantumokat nevezzük fotonoknak.

$$E = h \nu, \quad h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

Planck törvény (1900)

A fekete sugárzó spektrális sugársűrűségét adja meg.

$$L_e(\lambda, T) = c_1 \lambda^{-5} \left(e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1 \right)^{-1}$$

ahol: λ - hullámhossz légüres térben

T- hőmérséklet K

$$c_1 = 2hc_0^2$$

h- Plank állandó ($6,626 \cdot 10^{-34}$ Js)

c_0 - fénysebesség (299792458 m/s)

$$c_2 = \frac{hc_0}{\lambda}$$

κ - Boltzmann állandó

$$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

Példa:

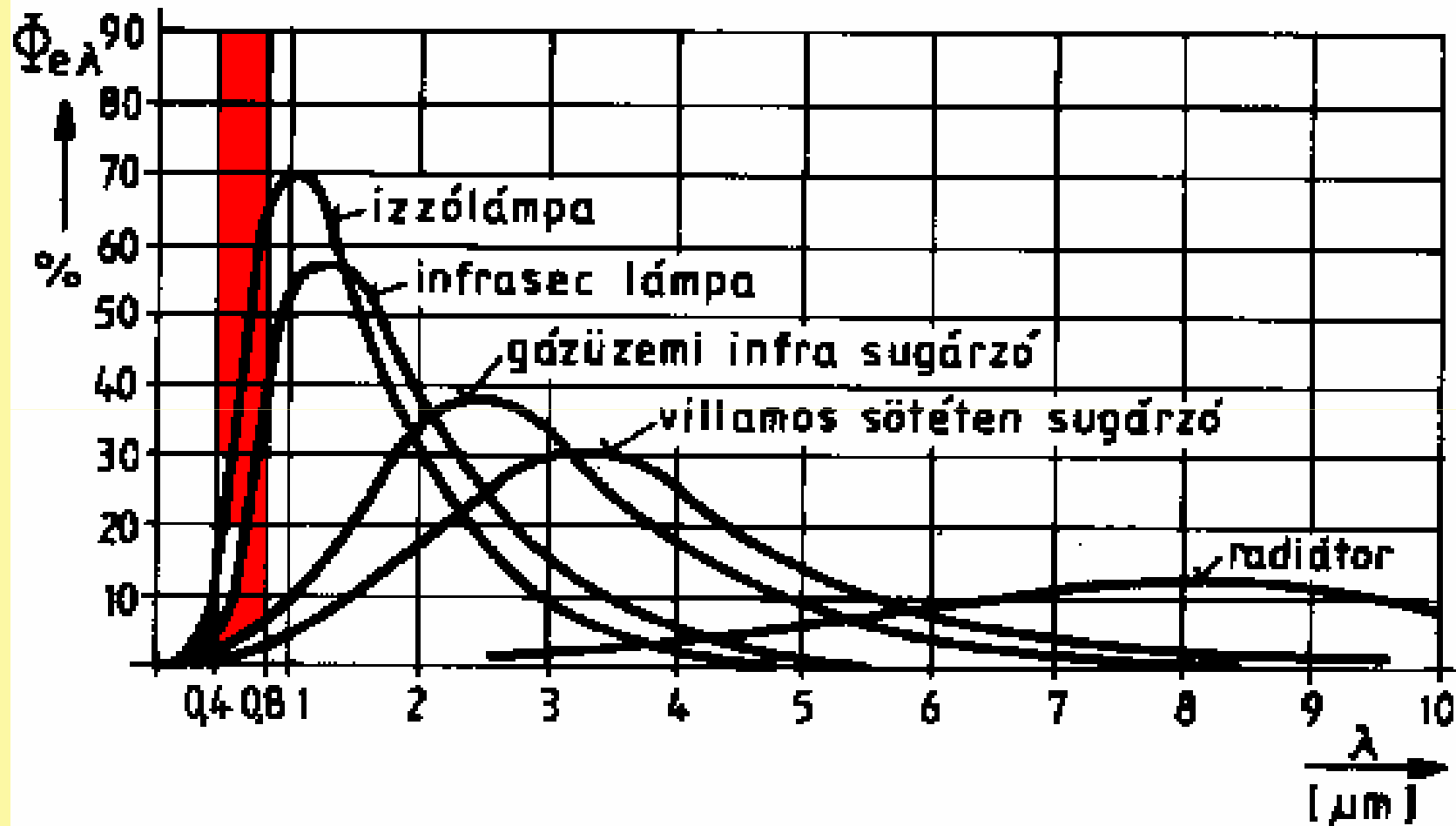
Határozzuk meg egy 500 nm
hullámhosszúságú foton energiáját!

Állandók:

$$c_0 = 300 \cdot 10^6 \text{ m/s};$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\begin{aligned} E &= h\nu = h \frac{c_0}{\lambda} = \\ &= 6,62610^{-34} 30010^6 \frac{1}{50010^{-9}} = \\ &3,975610^{-19} \text{ J} \\ &\cong 2,48 \text{ eV} \end{aligned}$$



Sugárzási törvények

Stefan – Boltzmann tv.

$$M_e = \sigma T^4$$

M_e felületi teljesítmény,

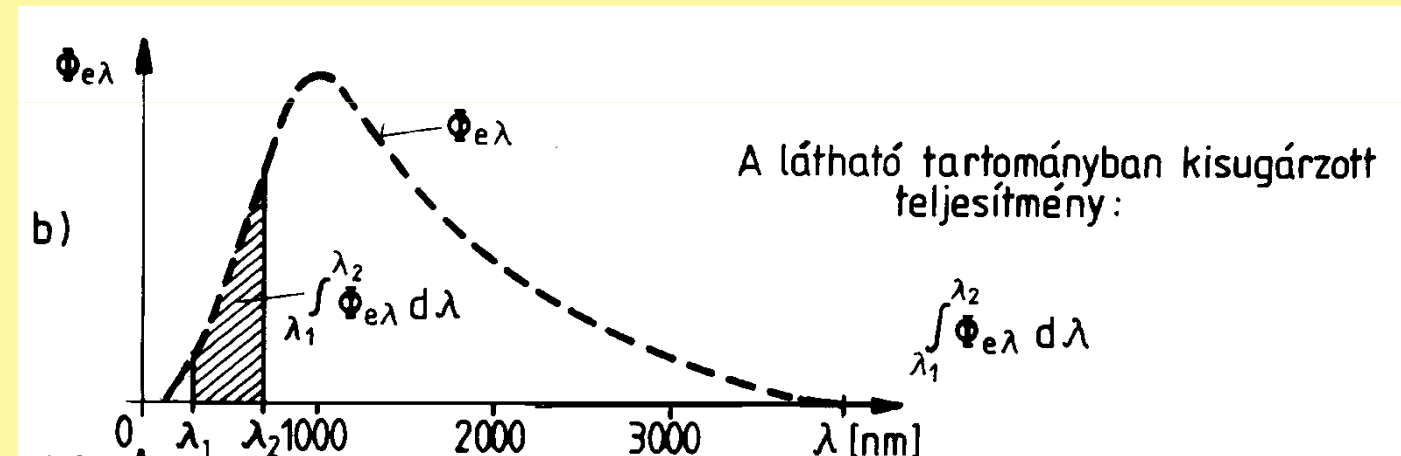
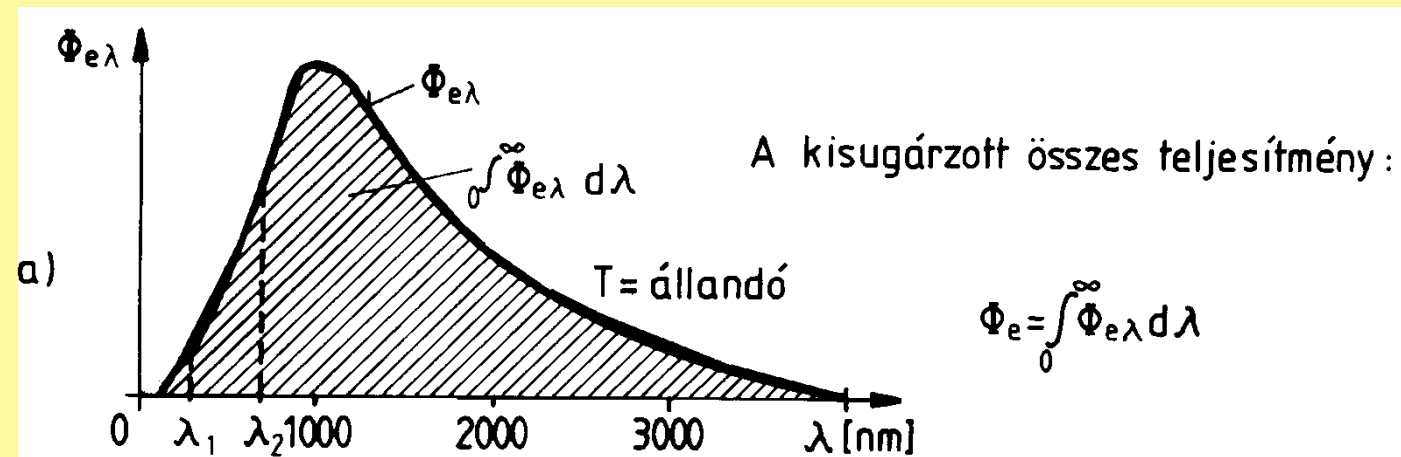
σ Stefan-Boltzmann állandó

Értéke: $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$

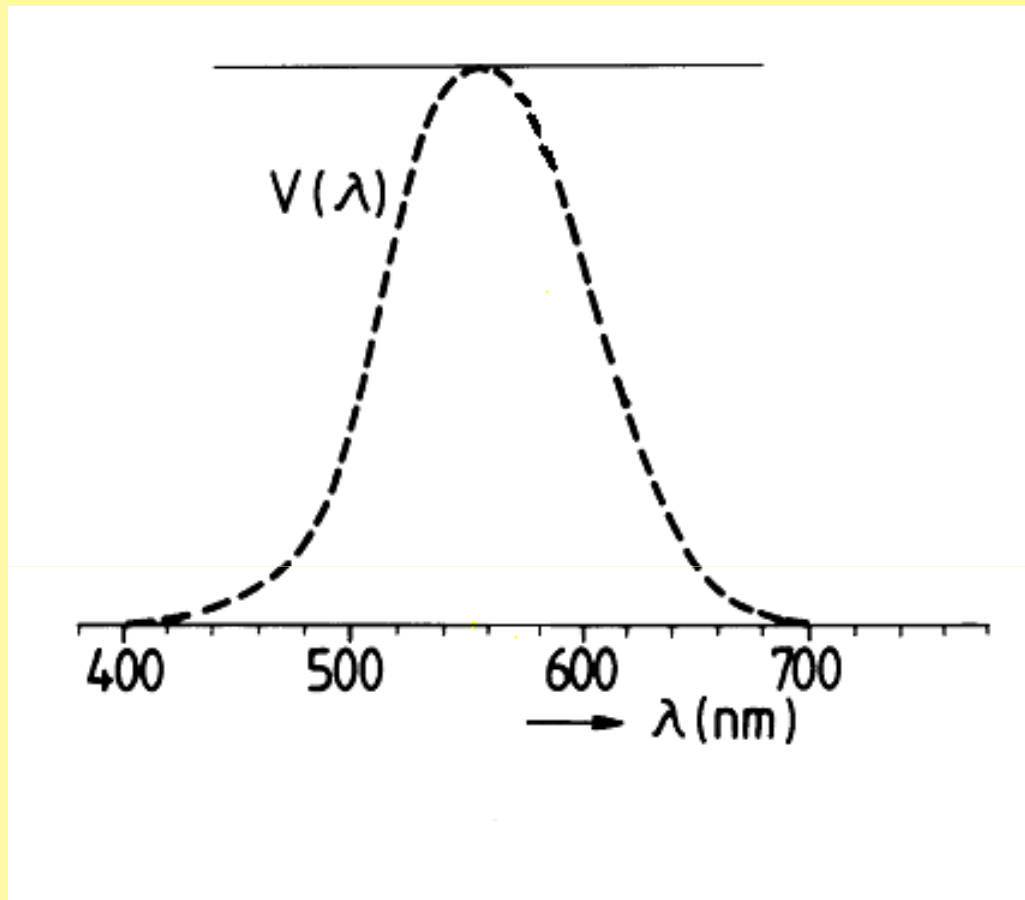
Wien féle eltolódási tv

$$\lambda T = \text{áll.}$$

Sugárzás- technikai alapok



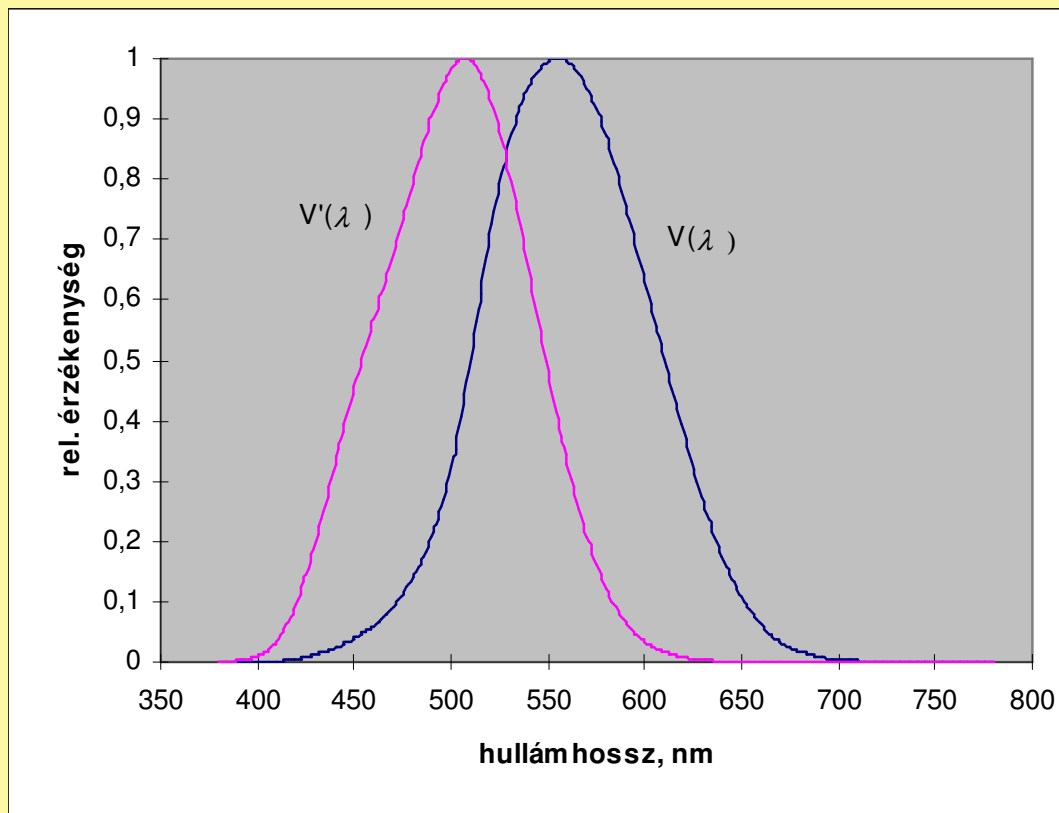
Láthatósági függvény



Emberi szem érzékenységi görbéje

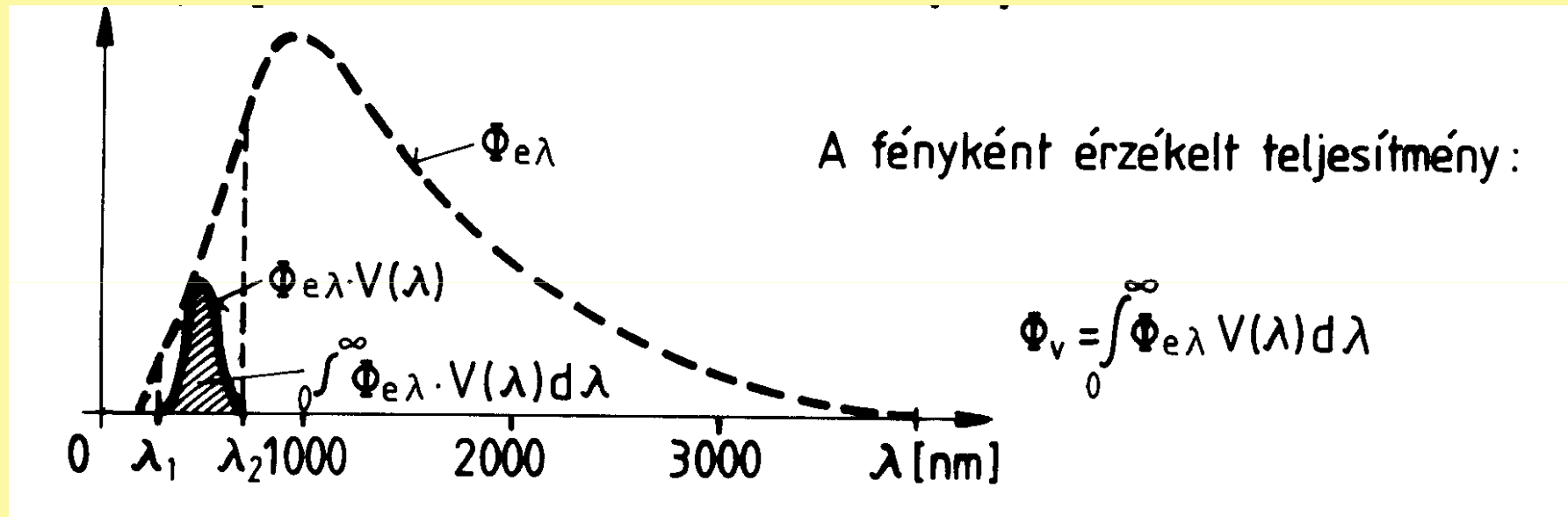
λ nm	$V(\lambda)$
380	0,000.001
400	0,000 4
420	0,004
450	0,038
480	0,139
500	0,323
550	0,995
555	1,0
560	0,995
620	0,381
640	0,175
660	0.061
700	0,004
780	0,000.015

Láthatósági függvények



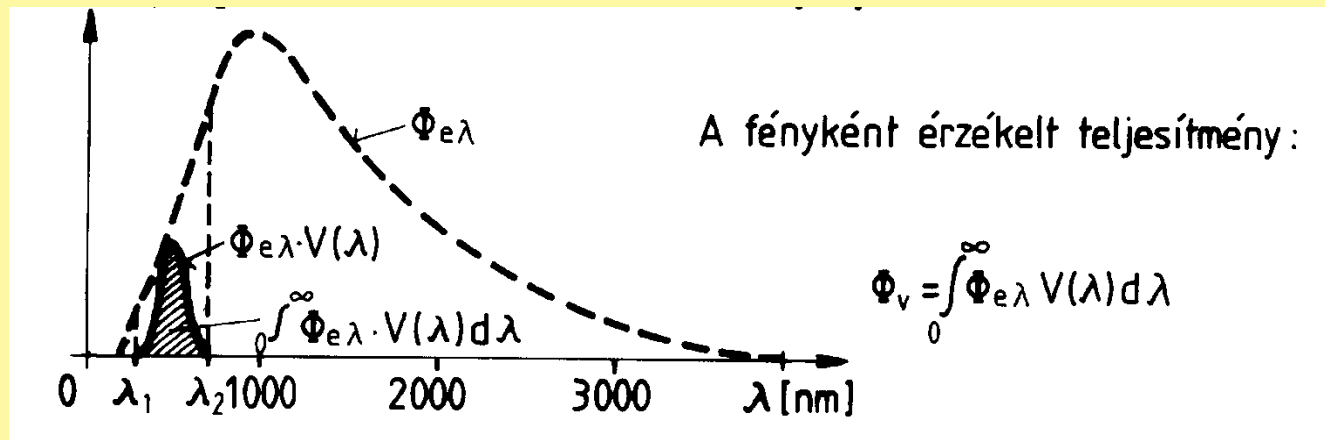
λ nm	$V'(\lambda)$
380	0,000.589
480	0,793
505	1,0
660	0.000.312.9
780	0,000.000.139

Vizuális teljesítmény



Mi a fény?

A fény az optikai sugárzásnak az emberi szem által érzékelt része.



Fizikai $\Phi_e(\lambda) \Rightarrow V(\lambda) \Rightarrow \Phi_v(\lambda)$ pszicho-fizikai
mértékrendszer

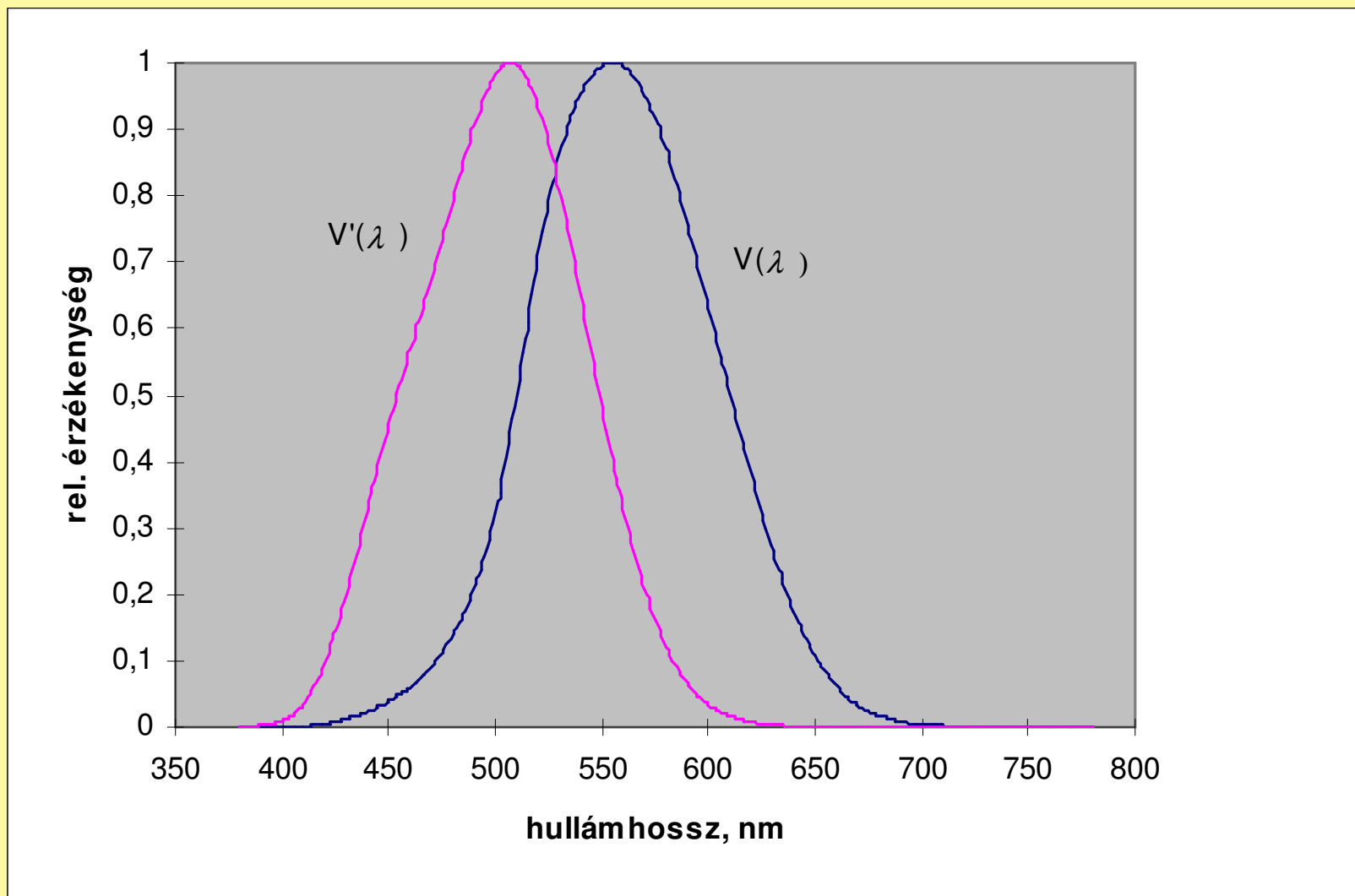
Fényáram:

$$\Phi = K_m \int_0^{\infty} \Phi_e(\lambda) V(\lambda) d\lambda; \text{ lm}$$

$$\mathbf{K_m = 683 \text{ lm/W}}$$

$$\mathbf{K_m' = 1700 \text{ lm/W}}$$

Láthatósági függvények



A fényáram mértékegysége: lumen; lm

Nagyságrendek: 100W-s izzólámpa 1380 lm
36 W-s fénycső ~3000lm
70 W-s nátriumlámpa 6000 lm

Nagyteljesítményű LED, 5 W

Luxeon III

140 – 190 lm

1400 mA

20.000 h

2005 április



Példa:

Határozzuk meg a fényáramát egy 560 nm hullámhosszon sugárzó monokromatikus fényforrásnak. A sugárzott teljesítmény 4W.

A $V(\lambda=560) = 0,995$ a $V(\lambda)$ táblázatból.

$$K_m = 683 \text{ lm/W}$$

$$\Phi = K_m \int_{380}^{780} \Phi_e(\lambda) V(\lambda) d\lambda; \text{ lm}$$

$$\Phi = 683 * 0,995 * 4 =$$

$$2718,34 \quad \text{lm}$$

Alapfogalmak folytatása

Fényáram



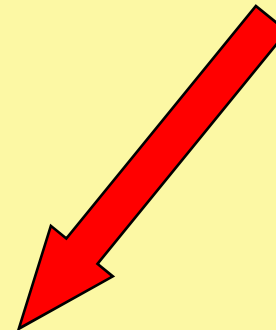
Megvilágítás
környezetre



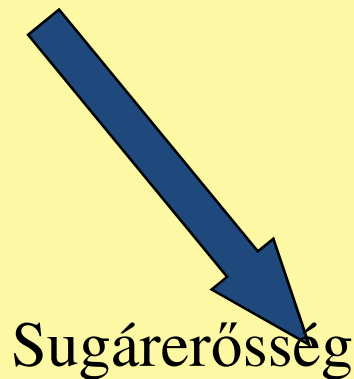
Fényerősség
térbeli eloszlásra

Sugárzott teljesítmény

Φ_e



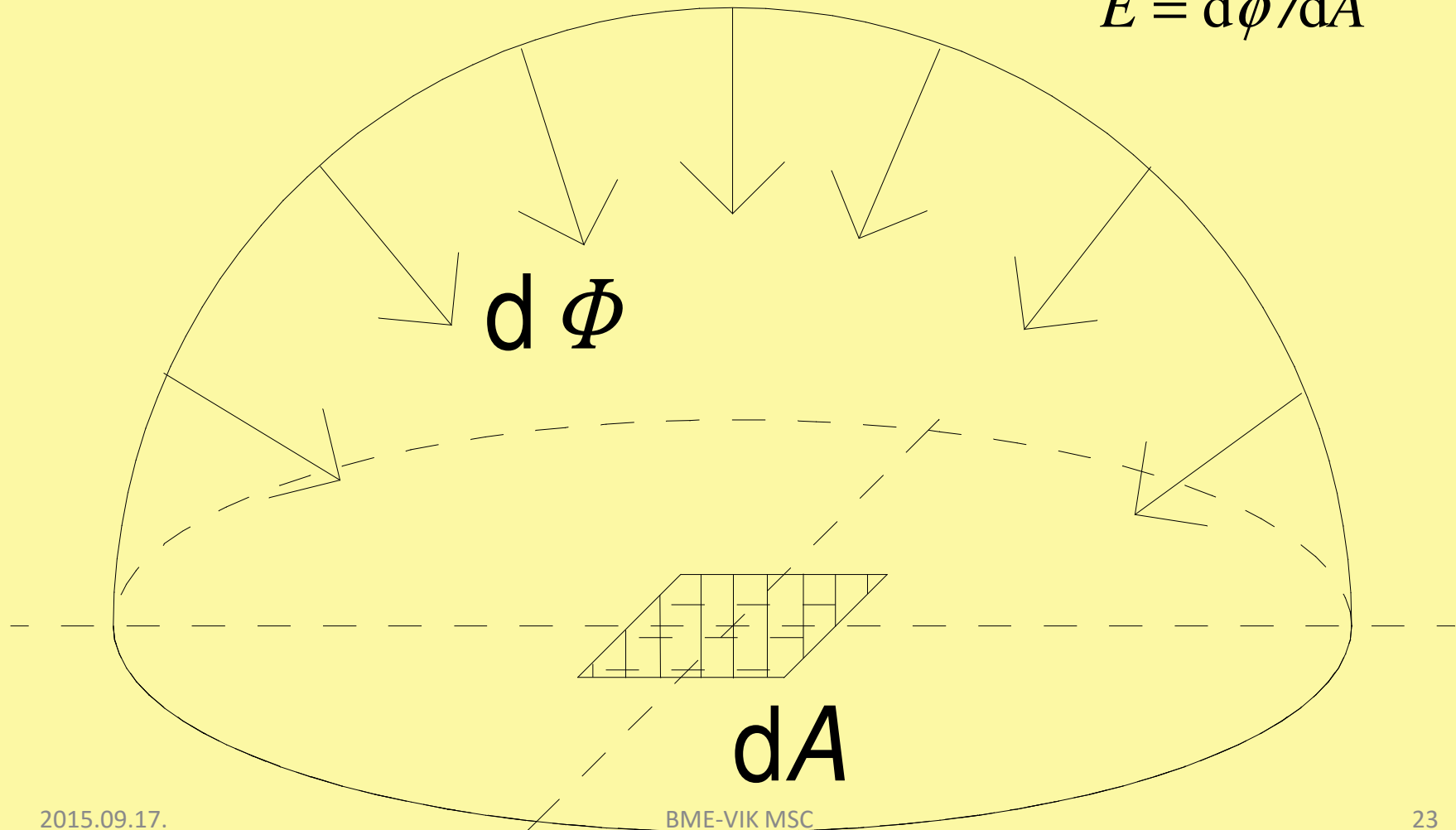
Besugárzott
felületi
teljesítmény



Sugárerősség

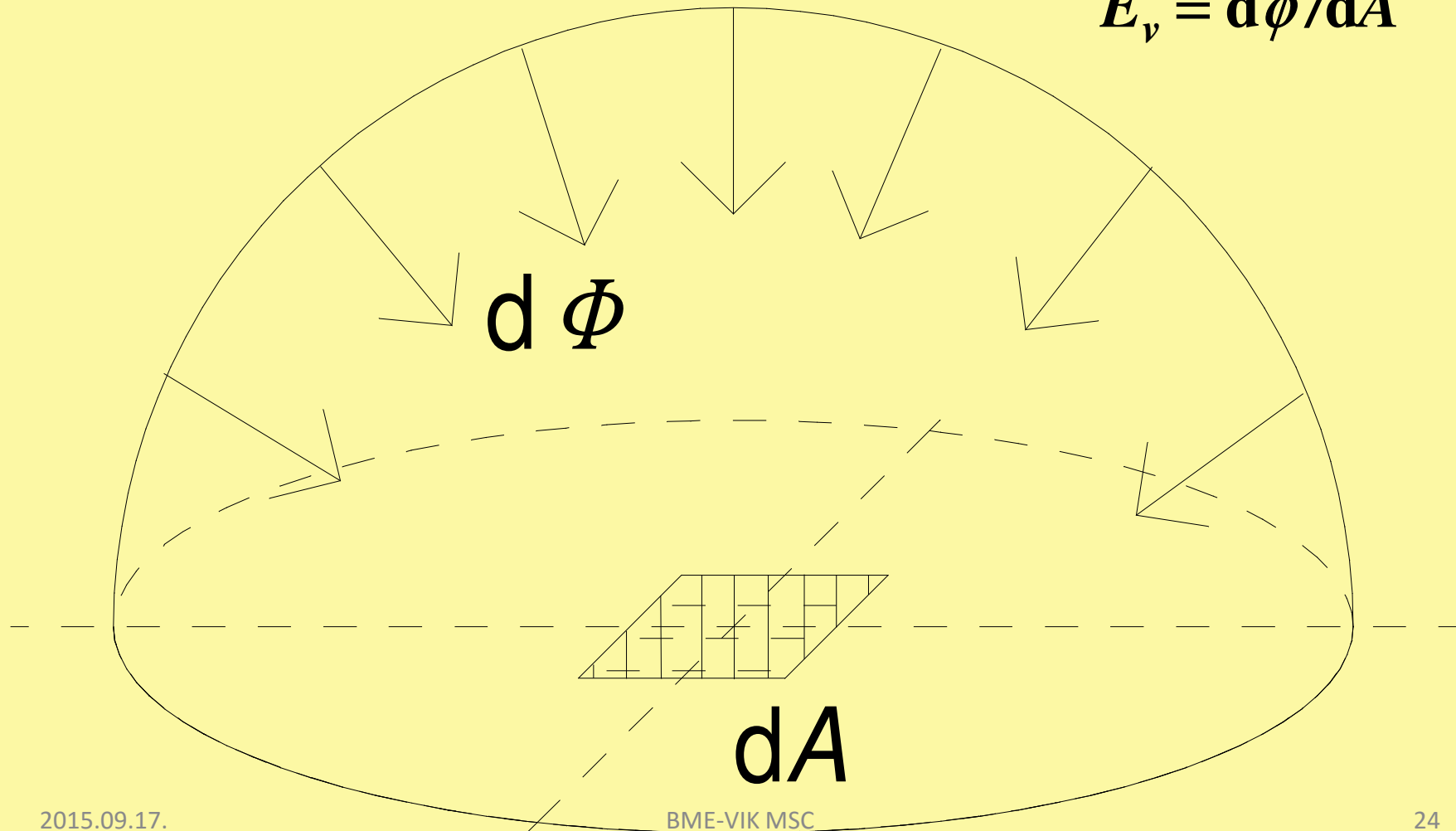
Besugárzás

$$E = d\phi / dA$$



Megvilágítás

$$E_v = d\phi/dA$$



Néhány érdekes adat:

Fényforrás, környezet	A megvilágítás lx
Napsütéses tiszta égbolt	
Délben – nyáron	100.000
Délben – télen	10.000
Alkonyat	100 – 300
Holdtölte, tiszta égbolt	0,2
Tiszta égbolt holdfény nélkül	0,001
Közvilágítás régebbi	0,5 – 10
Közvilágítás újabb	10 --- 30
Irodavilágítás	300 --- 500

Alapfogalmak folytatása

Fényáram



**Megvilágítás
környezetre**



**Fényerősség
térbeli eloszlásra**

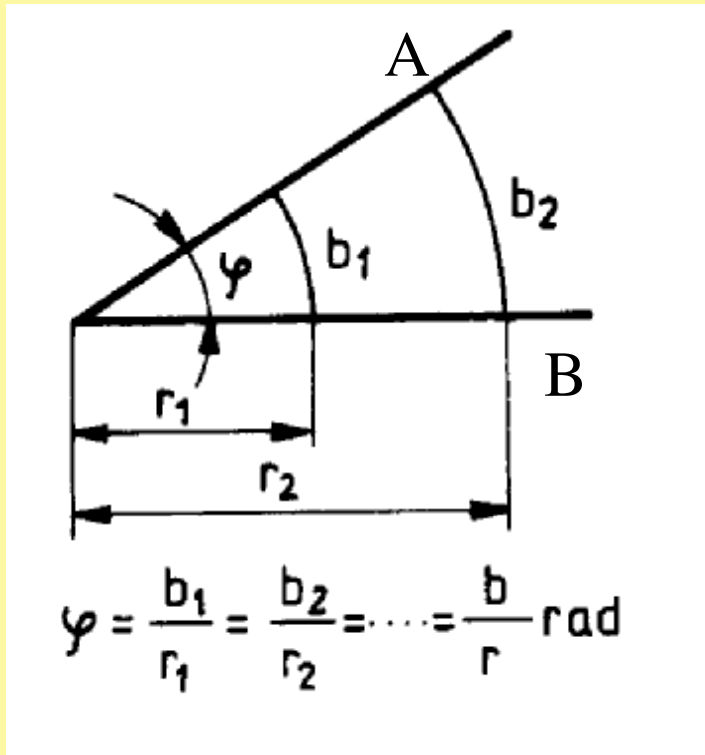
Emlékeztető: az SI mértékegység alapjai:

- Hosszúság; m (Bay Zoltán)
- Tömeg; kg
- Idő; s !
- Áramerősség; A
- Termodinamikai hőmérséklet; K !
- Anyagmennyiség; mol
- Fényerősség ;cd

Kiegészítő egységek:

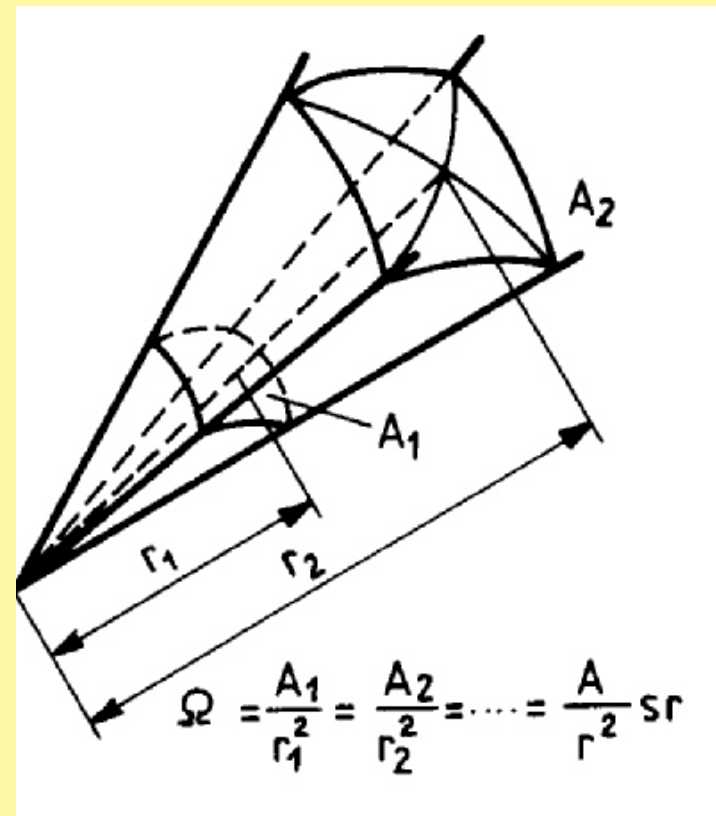
- Radián
- Szteradián

Síkszög



$$\varphi = \frac{AB}{r}$$


Térszög



A merőleges vetület:

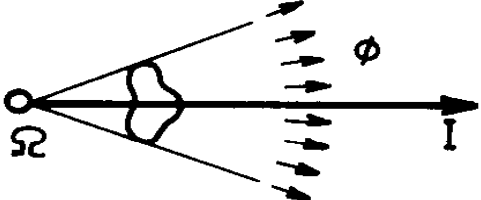
$$d\Omega = \frac{dA \cos \alpha}{r^2}$$

Fényerősség értelmezése



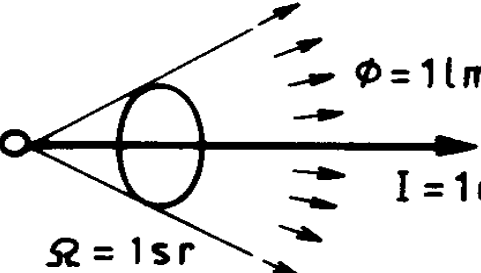
A diagram showing a point source on the left. A small solid angle $d\Omega$ is indicated by two lines forming a narrow cone. Within this cone, a small area $d\phi$ is shown with several arrows pointing to the right, representing light rays. A larger arrow labeled I points to the right along the central axis.

$$I = \frac{d\phi}{d\Omega}$$



A diagram showing a point source on the left. A larger solid angle Ω is indicated by two lines forming a wider cone. Within this cone, a shaded area ϕ is shown with several arrows pointing to the right. A larger arrow labeled I points to the right along the central axis.

$$I = \frac{\phi}{\Omega}$$



A diagram showing a point source on the left. A solid angle $\Omega = 1 \text{ sr}$ is indicated by two lines forming a cone. Within this cone, a shaded area $\phi = 1 \text{ lm}$ is shown with several arrows pointing to the right. A larger arrow labeled $I = 1 \text{ cd}$ points to the right along the central axis.

$$1 \text{ cd} = \frac{1 \text{ lm}}{1 \text{ sr}}$$

Fényerősség: Kandela; Candela; Candela

A fotometria SI mértékegység-rendszerének (System International) hetedik alapegysége a kandela (cd), a fényerősség egysége. A Nemzetközi Súly és Mértékügyi Bizottság (CGPM) 1979-es határozata alapján:

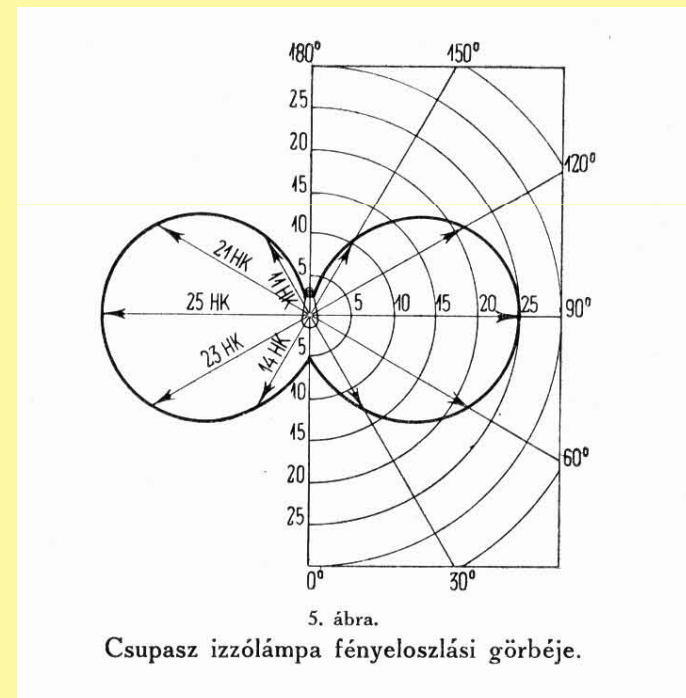
A kandela olyan sugárzó fényerőssége adott irányban, amely 540 THz frekvenciájú monokromatikus sugárzást bocsát ki, amelynek sugárerőssége ebben az irányban $1/683$ W/sr. Az 540 THz frekvenciának normál levegőben 555,016 nm hullámhosszúság felel meg.

Ez igaz, mind fotopos, mind szkotopos, mind mezopos tartományra.

Határozza meg a 60 W-s izzólámpa fényerősségét, ha a fényárama 710 lm.

Megfontolások: Az izzólámpa gyakorlatilag a tér minden irányába azonosan sugároz.

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega} = \frac{710}{4\pi} = 56,5\text{cd}$$



Forrás: Pillitz Dezső: **A korszerű világításgazdaság, a villamos izzólámpák és szerelvények fejlődése.**
Elektrotechnika 1928.08.15.

Fényáram

dA



$$d\Omega = \frac{dA(\cos \alpha)}{r^2}$$

Besugárzott
felületi
teljesítmény

Megvilágítás
környezetre

Fényerősség
térbeli eloszlásra

Sugárerős-
ség

$$E = \frac{d\Phi}{dA}$$

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$$

Van-e kapcsolat az előbbiek között?

$$E = \frac{d\Phi}{dA}$$

$$I_{\vartheta} = \frac{d\Phi}{d\Omega}$$

$$d\Omega = \frac{dA(\cos \alpha)}{r^2}$$

$$E = \frac{I_{\vartheta} d\Omega}{dA} \Rightarrow$$

$$\frac{cd * sr}{m^2} = \frac{\frac{lm}{sr} * sr}{m^2} = lx$$

$$E = \frac{I_{\vartheta}(\cos \alpha)}{r^2}$$

Távolság törvény

A kapcsolat az előbbiek között a távolság törvény

$$E = \frac{I_{\vartheta}(\cos \alpha)}{r^2}$$

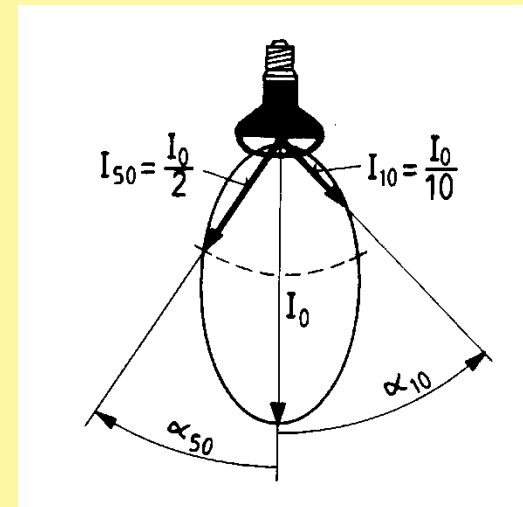
Optikai határ távolság

Írányított fényforrás esetén mekkora megvilágítás lesz a fényforrástól tengelyirányban 2,0 m távolságban?

Adatok: 1. fényforrás 60 W tungsráflex lámpa:
sugárzási szög 80° ; $I_0=240$ cd

2. fényforrás 60 W tungsráflex lámpa:

Sugárzási szög 35° ; $I_0=750$ cd



1. lámpa

$$E = \frac{I_0 \cos \alpha}{r^2} = \frac{240 \cos 0^\circ}{2^2} = 60 \text{ lx}$$

2. lámpa 187,5 lx

