

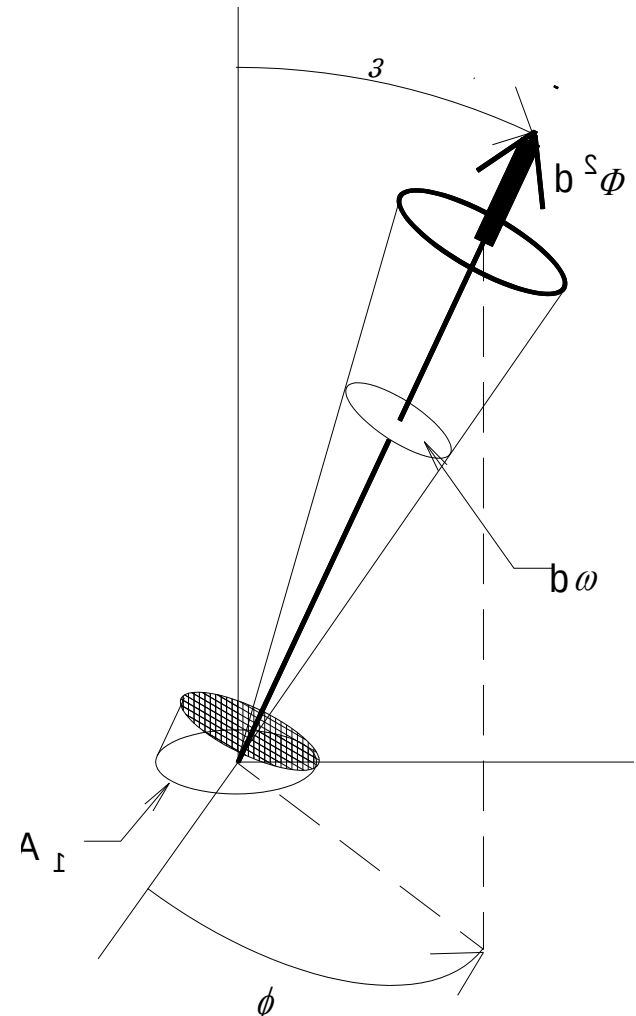
2. gyakorlat

Példák alapfogalmakhoz

- a dA_1 felületelemet elhagyó (azon áthaladó vagy arra beeső) és adott irányt tartalmazó $d\Omega$ térszögben sugárzott $d\Phi$ fényáramnak, valamint az elemi térszögnek és a felületelem adott irányra merőleges vetülete szorzatának hányadosa:

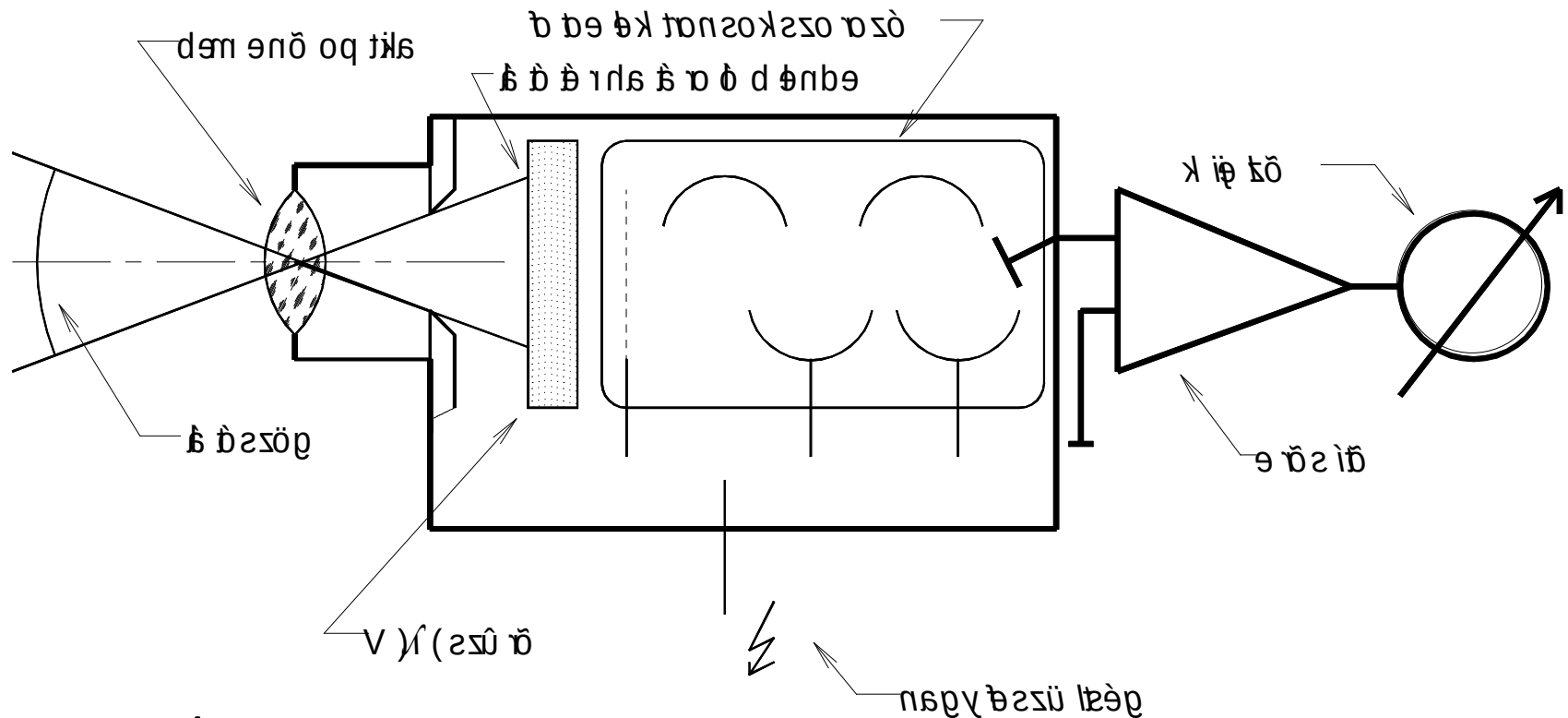
$$L_v = \frac{d^2\Phi_v}{d\Omega dA_1 \cos \varepsilon_1}$$

egysége: cd/m^2 , jele: L_v



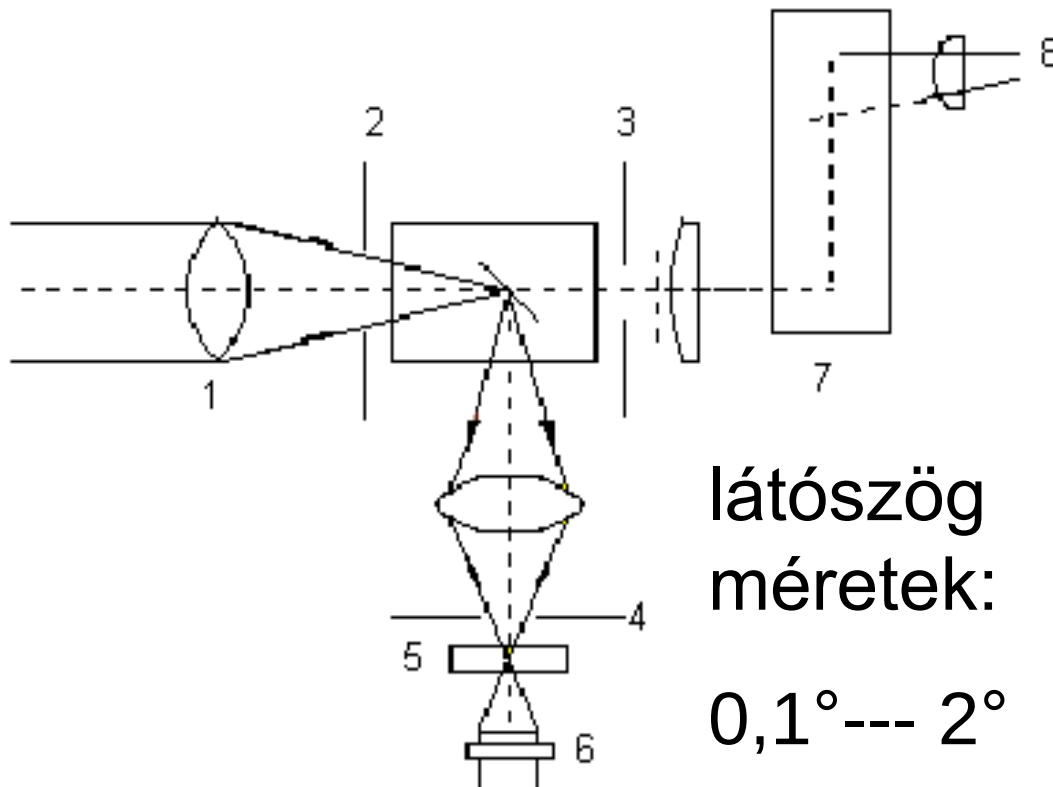
$$L = \frac{dI}{dA \cos \vartheta} = \frac{dE}{d\Omega \cos \alpha}$$

Sugár- & fénysűrűségmérő



Kis L és/vagy kis Ω mérése esetén nagy érzékenységű detektor kell, Si fénylelem helyett elektronsokszorozó.

Sugár- & fénysűrűségmérő bemenő optikája



1. Bemenő optika
2. Látómezőt határoló blende (fényterelő tükörrel)
3. Blende (a teljes kép fénye idejut és innen a távcsőbe)
4. Blende (a kiválasztott kép elem elválasztása a környezettől)
5. $V(\lambda)$ illesztő szűrő
6. Fotodetektor
7. Távcső (kép részlet beállításhoz)
8. A megfigyelő szeme

Példa:

Vizsgáljuk meg

egy 230V feszültségű, 40W teljesítményű, opálburájú lámpa fénysűrűségét, amelynek névleges fénysűrűsége: $\Phi = 400\text{lm}$, átmérője 45mm.

$$L = \frac{dI_{\vartheta}}{dA(\cos \vartheta)} \quad (I = d\Phi/d\Omega \Rightarrow) \quad L = \frac{31,83}{\left(\frac{45 \cdot 10^{-3}}{2}\right)^2 \pi} = \frac{31,83}{0.00158} \sim \mathbf{20000\text{cd/m}^2}$$

Tegyük be ezt a lámpát egy 20 cm átmérőjű ugyancsak opálburás lámpatestbe:

$$L = \frac{31,83}{\left(\frac{0,2}{2}\right)^2 \pi} \approx \mathbf{1000\text{cd/m}^2}$$

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

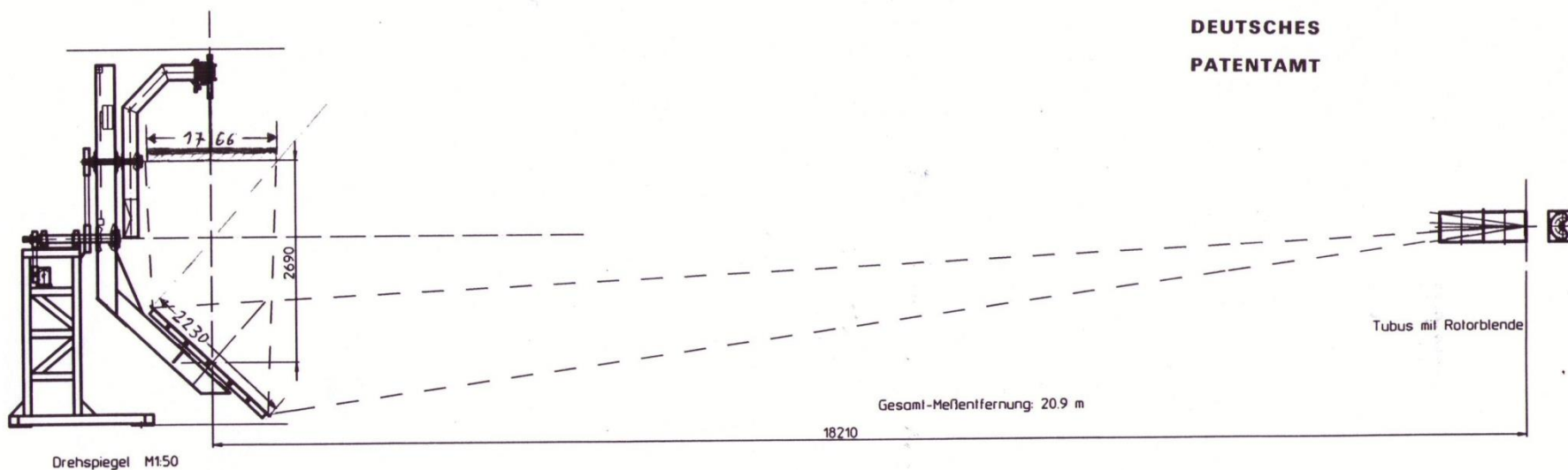
A NEW ECCENTRIC MIRROR GONIOPHOTOMETER
FOR OPTIMAL ROOM UTILIZATION

GERMAN-PATENT-N°: P 38 02 115.3 / 1995
PATENT-OWNER: PROF. DR.-ING. PETER MARX

BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT



MANUFACTURER:

MX-ELEKTRONIK

Prof. Dr.-Ing. Peter Marx

Am Kleinen Wannsee 12 J

D-14109 BERLIN (GERMANY)

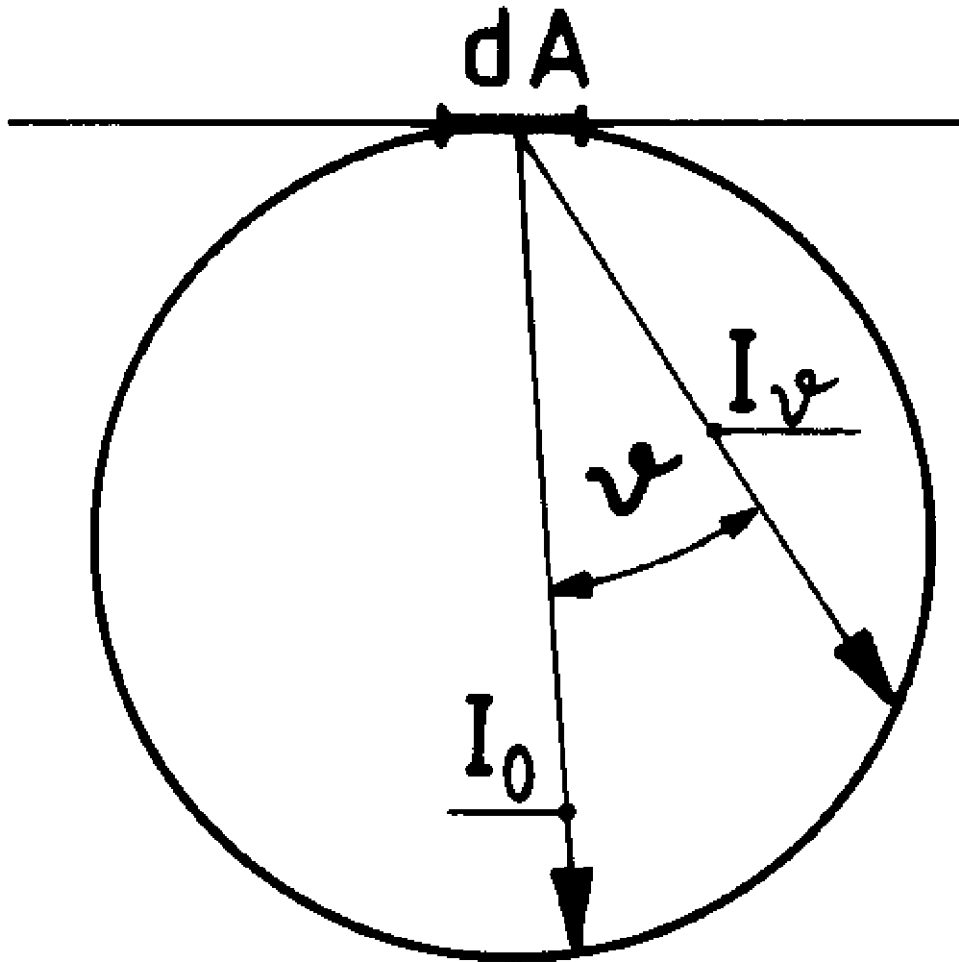
PHONE: 030-8051980 // 030-45042315

FAX: 030-4504-2284

TELEX: 1631

Ismétlés 2.

Lambert féle koszinusz törvény



$$I_{\vartheta} = I_0 \cos \vartheta$$

$$L = \frac{I_{\vartheta}}{A \cos \vartheta}$$

$$L = \frac{I_0}{A}$$

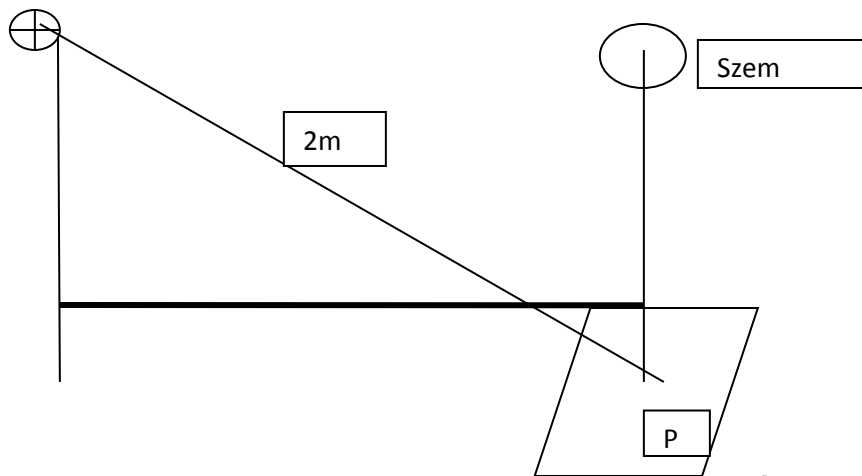
$$L = \rho \frac{E}{\pi}$$

Pontszerű fényforrásunk össz fényárama 1000 lm.

Határozza meg a fényforrástól 2,0 m távolságban lévő fehér lap középpontjának megvilágítását. A lap területe 10 cm² és a fényforrás a középponttól 60°-ra helyezkedik el.

A lap reflexiós tényezője 0,8. Lambert felület.

Határozza meg a szemünket érő fénysűrűség nagyságát is, ha merőlegesen nézünk a lapra.



Tíh a fényforrás a tér minden irányába egyformán sugároz!

$$I_p = \Phi / \Omega = 1000 / 4\pi = 79,5 \text{ cd}$$

$$E_p = I_p \times \cos 60 / r^2 = 79,5 \cdot 0,5 / 4 = 9,947 \sim 10 \text{ lx}$$

$$L = \rho \times E / \pi = 0,8 \cdot 10 / \pi = 2,5 \text{ cd/m}^2$$

Ismétlés 3.

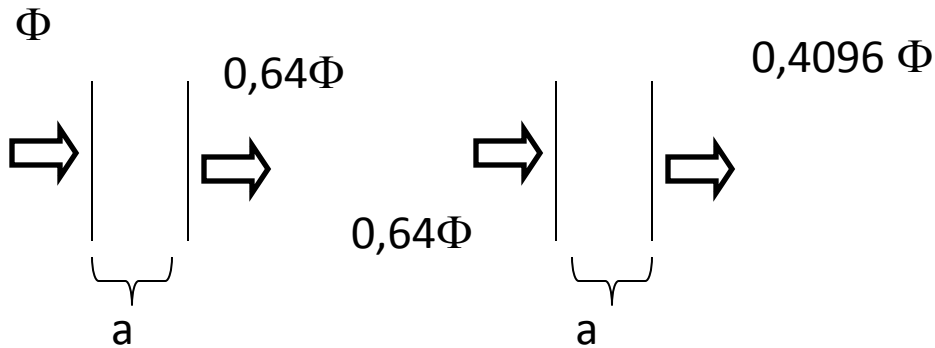
$$\rho_v = \frac{\int \Phi_{e\lambda} V(\lambda) \rho(\lambda) d(\lambda)}{\int \Phi_{e\lambda} V(\lambda) d\lambda}$$

$$\rho + \alpha + \tau = 1$$

Példa:

Egy meghatározott anyagú opálüveg reflexiója elhanyagolható. Az “a” vastagságú üveg abszorpció tényezője $\alpha = 0,36$. Számítsa ki a

$b = 2a$ és a $c = 0,5a$ vastagságú azonos optikai tulajdonságú üvegek abszorpció tényezőit.



$$\tau_{2a} = \tau_a^2 \quad \alpha_{2a} = 1 - \tau_{2a} = 1 - 0,4096 = 0,59$$

$$\tau_{a/2} = \sqrt{\tau_a} \quad \alpha_{a/2} = 0,4$$

Ismétlés 4.

A színhőmérséklet a fényforrás spektrális eloszlását jellemzi, a színérzetet meghatározó fogalom

Korrelált színhőmérséklet

A fekete test azon valóságos hőmérséklete, amelyen a fekete test színe a legjobban hasonlít a kérdéses sugárzó színére.

„legjobban hasonlít” csak olyan színpontokra igaz, ahol a távolság nem nagyobb 10 megkülönböztethető árnyalatnál.

Jele: CCT , mértékegysége: K

845-03-49 Színhőmérséklet (K)

Egy olyan Planck-sugárzónak a hőmérséklete, amely sugárzásának ugyanaz a színessége, mint a kiválasztott színingeré

Egysége: K

Forrás: MSZ 9620-3:1990

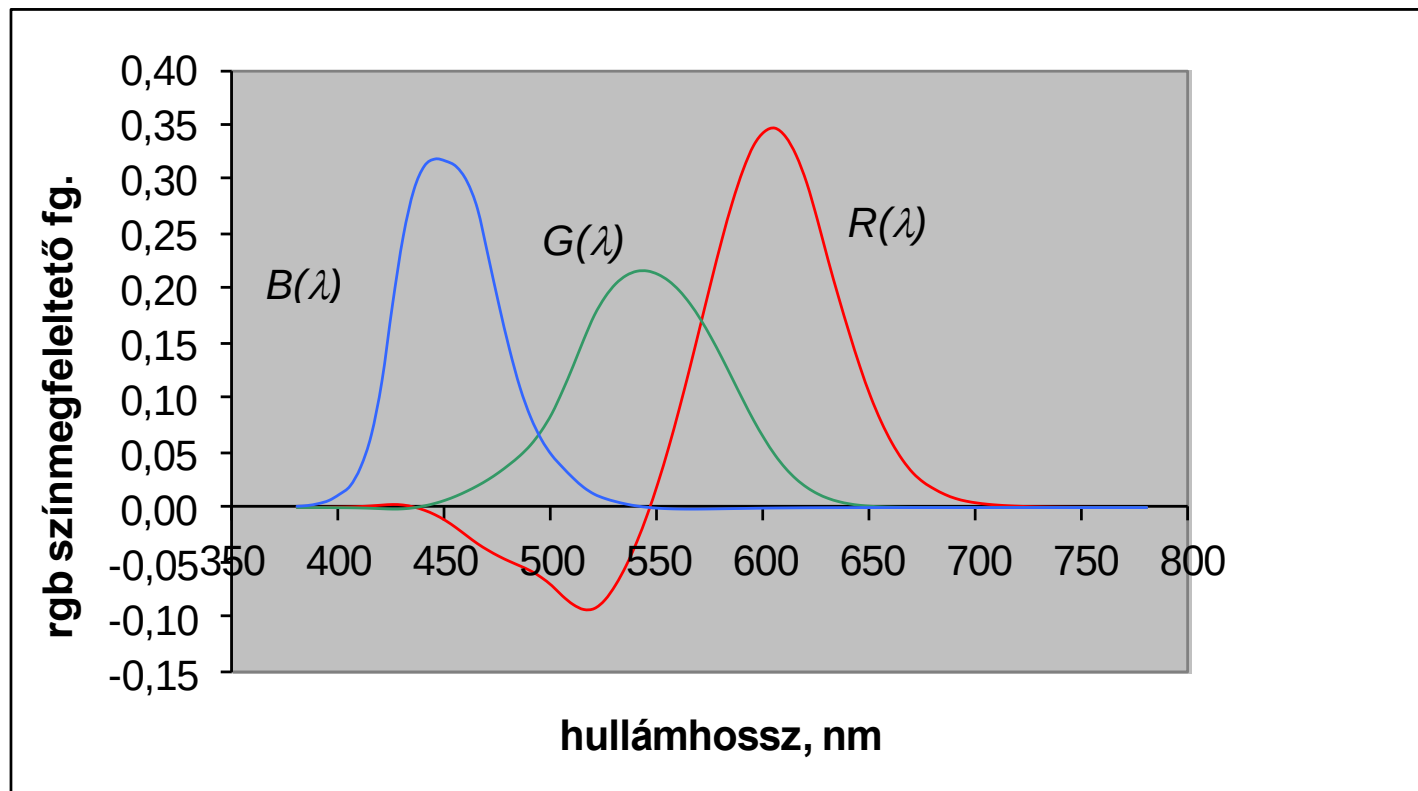
Mi kell tehát a színhőmérséklet meghatározásához?

1. Ismerni a Planck sugárzók színpontját a színességi diagramban
2. Színinger megfelelő függvények
3. Teszt fényforrás spektrális eloszlása

CIE színingermetrika, 1

- A színinger-egyenlet feltételei:
 - Színegyenlet: $C \equiv R(\mathbf{R}) + G(\mathbf{G}) + B(\mathbf{B})$
 - 2° osztott látómező, központi fixálás, sötét környezet.
 - $R=G=B=1$ esetén legyen fehér a szín
 - Alapszíningerek (megfeleltető, referencia, primér ingerek, -stimulusok):
 - vörös ($\mathbf{R}$): 700 nm, 1 cd/m²
 - zöld ($\mathbf{G}$): 546,1 nm, 4,5907 cd/m²
 - kék ($\mathbf{B}$): 435,8 nm, 0,0601 cd/m²

Színingermegfeleltető függvények



X,Y,Z színinger tér: CIE 1931 szabványos színinger-észlelő

1. Az equienergetikus színek színinger-összetevői azonosak legyenek.
2. A fotometriai információt egyetlen színinger-összetevő, (Y), hordozza (ha sugársűrűséget mértünk, úgy a fénysűrűséget kapjuk). Azaz az $Y(\lambda) = V(\lambda)$.
3. Az összes reális színinger színinger-összetevői a színingertér első negyedében fekszenek, s lehetőleg érintsék a tengelyeket.

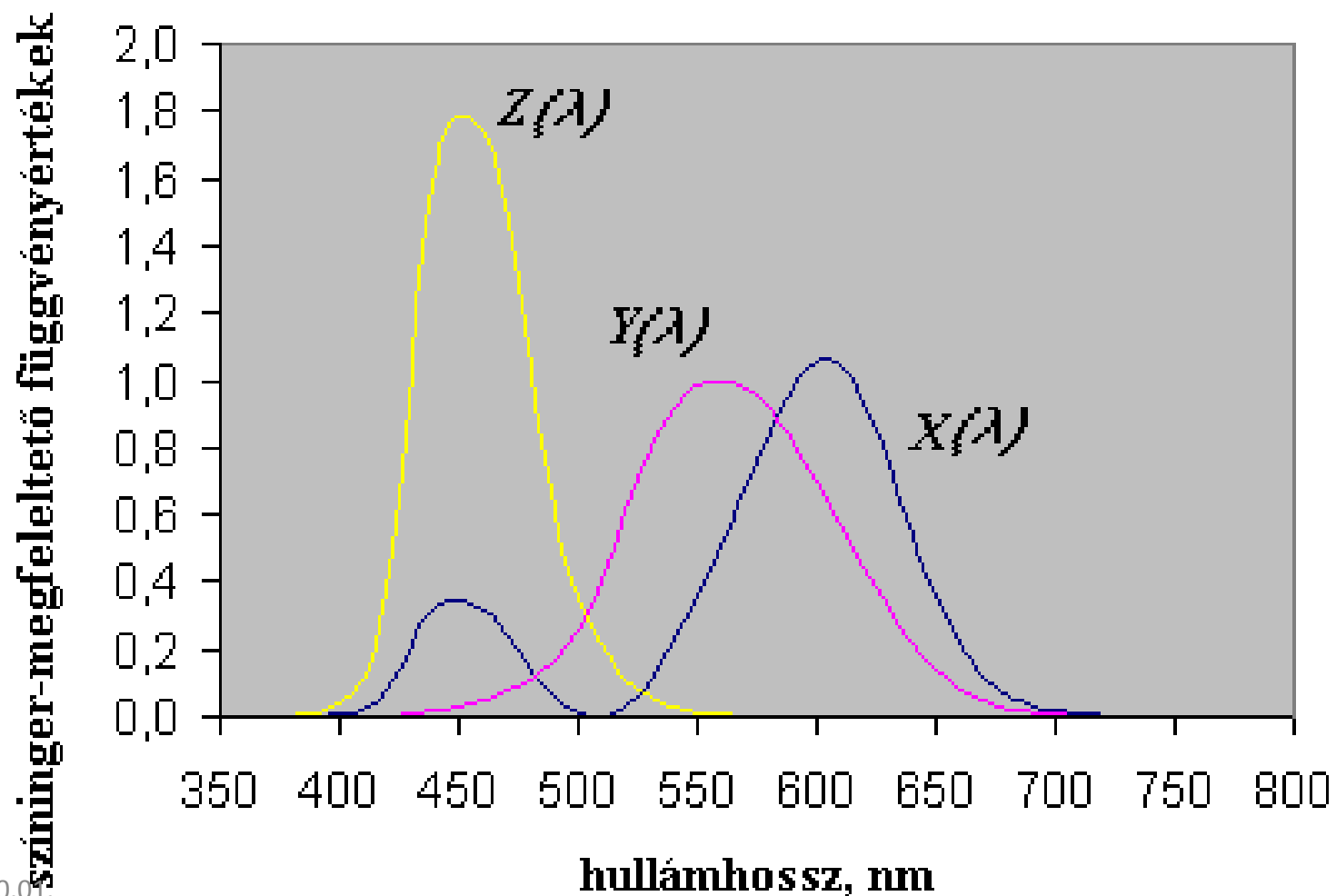
RGB - XYZ matrix transformáció

$$\begin{vmatrix} X \\ Y \\ Z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2,76888 & 1,75175 & 1,13016 \\ 1,00000 & 4,59070 & 0,06010 \\ 0,00000 & 0,05651 & 5,59427 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} R \\ G \\ B \end{vmatrix}$$

Az inverse transformáció:

$$\begin{vmatrix} 0,41846 & -0,15866 & -0,08283 \\ -0,09117 & 0,25243 & 0,01571 \\ 0,00092 & -0,00255 & 0,17860 \end{vmatrix}$$

A CIE 1931 színinger-megfeleltető függvények



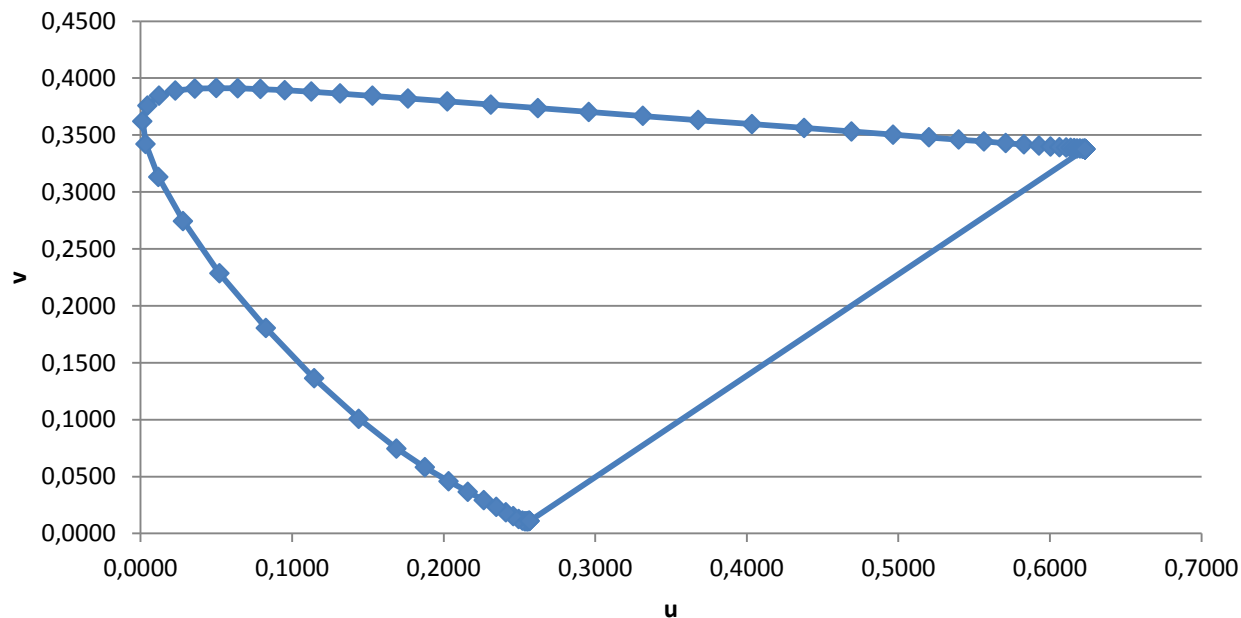
Színességi koordináták

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}, \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z}, \quad z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

ahol $x + y + z = 1$

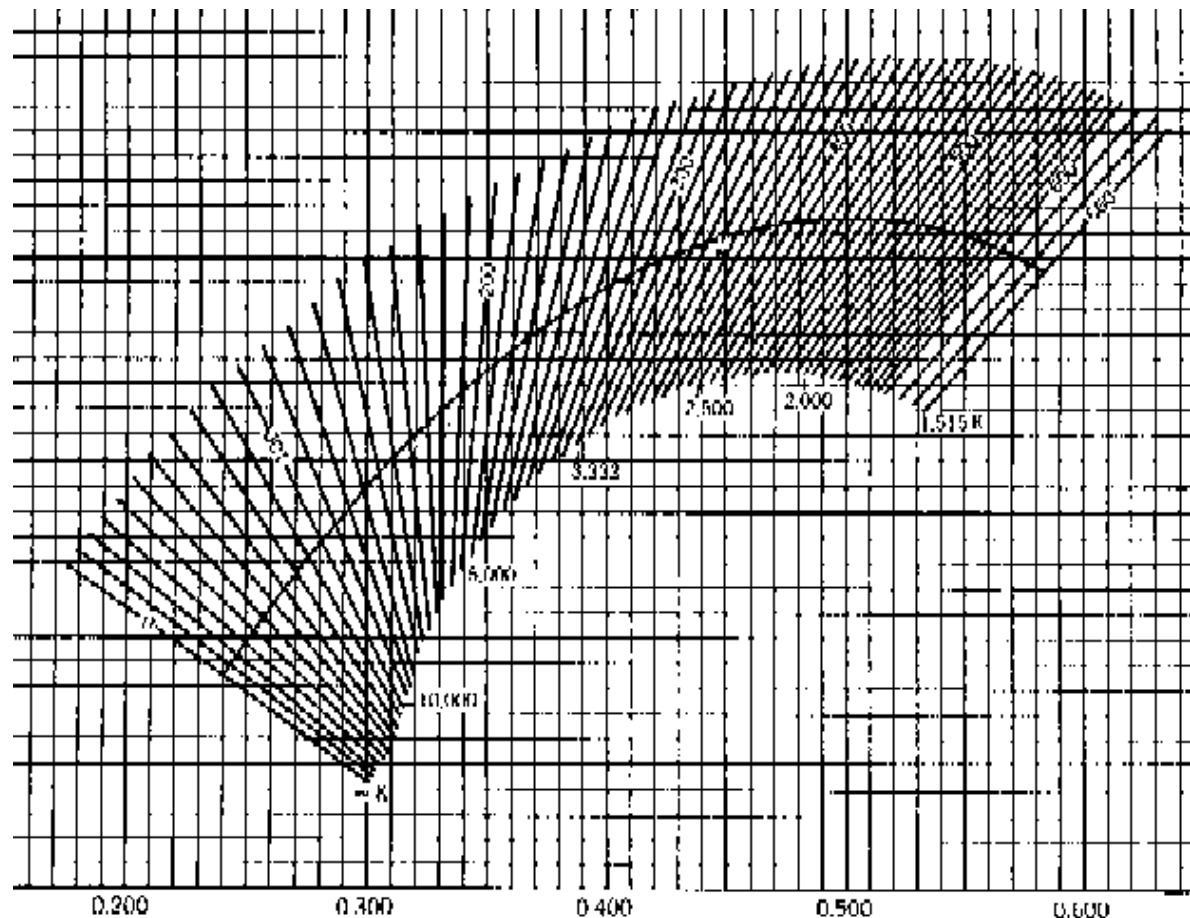
1. CIE 1931 2° szabványos színinger megfeleltető függvényeket konvertáljuk u, v-be

$$u = \frac{4X(\lambda_i)}{X(\lambda_i) + 15Y(\lambda_i) + 3Z(\lambda_i)} \quad v = \frac{6Y(\lambda_i)}{X(\lambda_i) + 15Y(\lambda_i) + 3Z(\lambda_i)}$$



Korrelált színhőmérséklet

- Azonos korrelált színhőmérsékletű vonalak (az u,v-diagramban merőlegesek a Planck görbére)

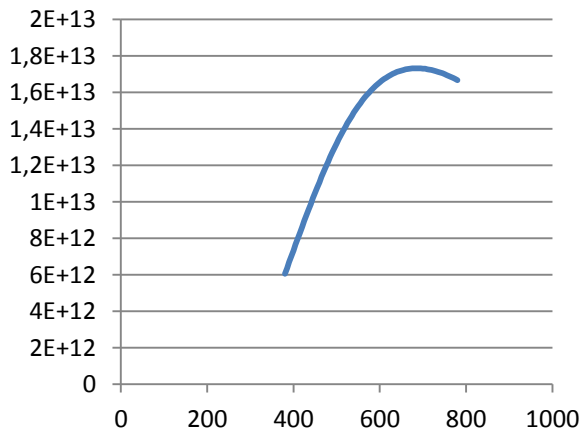


A látható tartományban, minden hullámhosszra meg kell határozni a Planck sugárzó kisugárzott teljesítményét egy adott hőmérsékletre, mint paraméterre.

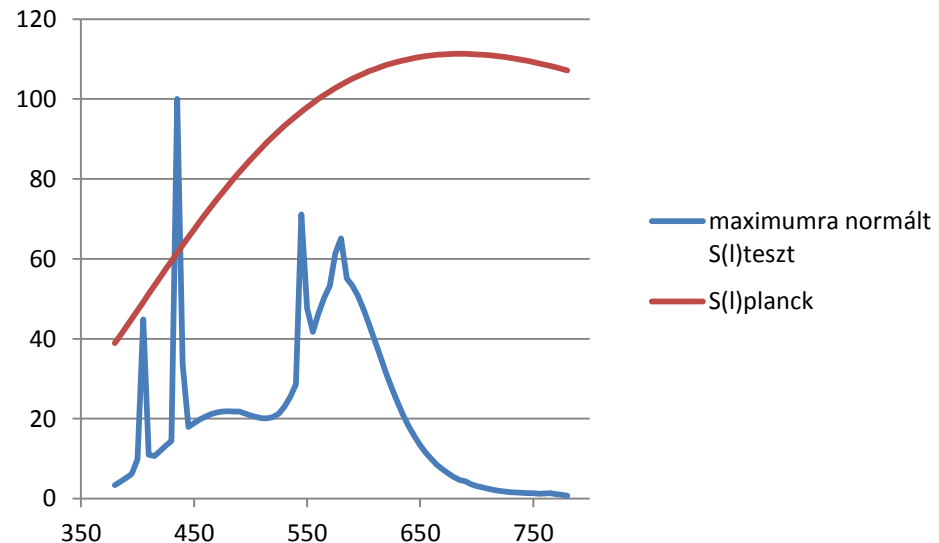
$$L_e(\lambda, T) = c_1 \lambda^{-5} (e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1)^{-1}$$

Választok egy T hőmérsékletet és azzal számolok

Planck görbe T= 4224K



Planck görbe T= 4224K



Szín pont meghatározásához el kell végezni a szorzat integrált
Az „érzékelő” a CIE színmegfeleltető függvény

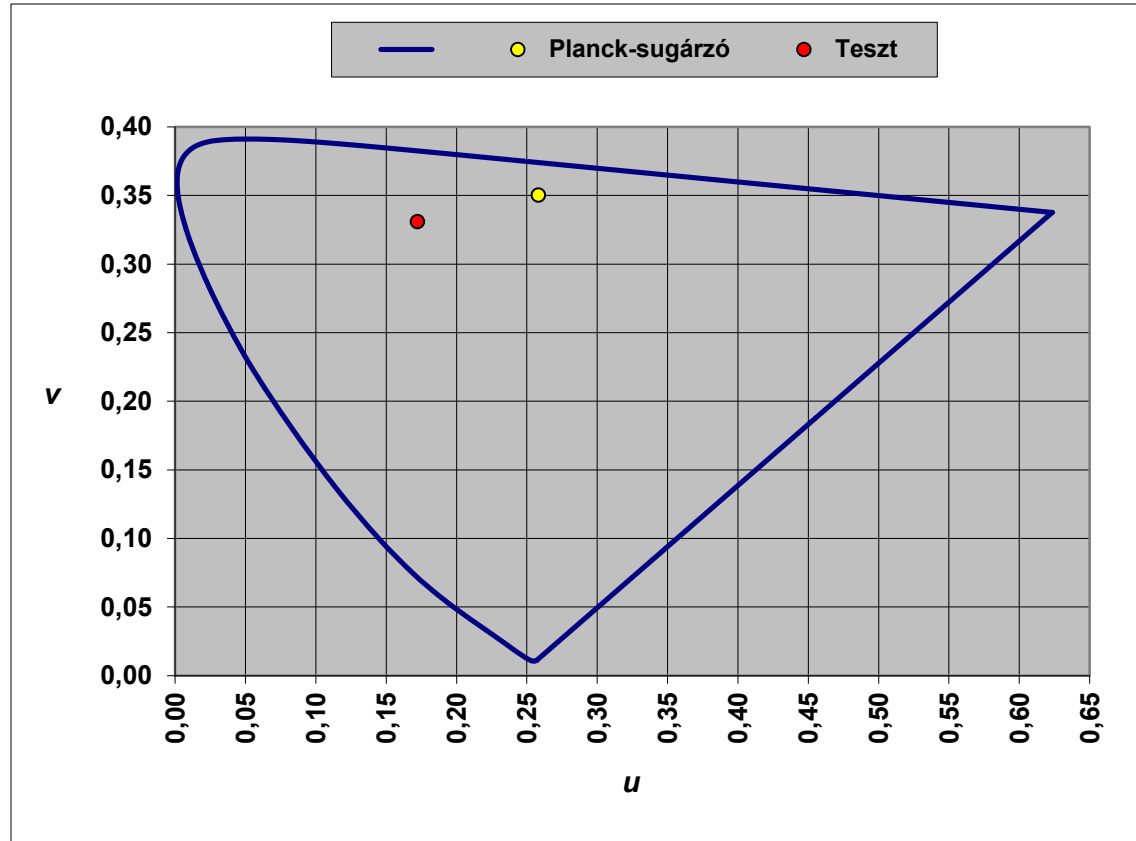
$$F = \int M(\lambda) S(\lambda) d\lambda$$

$$X = \int M(\lambda) X_2(\lambda) d\lambda$$

$$Y = \int M(\lambda) Y_2(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \int M(\lambda) Z_2(\lambda) d\lambda$$

X, Y, Z –ből u, v meghatározása



$u =$ 0,2582 0,1722

$v =$ 0,3503 0,3309

Útmutató:

¹⁾ Annak a Planck-sugárzónak a hőmérséklete, melynek *CIE-uv* színessége a legközelebb

van az ismeretlen korrelált színhőmérsékletű sugárforrás színességéhez.

Az Excel Solver-e ezen cella módosításával "keresi meg" a kívánt hőmérsékletű Planck-sugárzót.

²⁾ Ebbe az oszlopba kell beillesztenünk az ismeretlen korrelált színhőmérsékletű sugárforrás relatív

spektrális teljesítményeloszlását. Követelmény: **380 nm - 780 nm, 5 nm-es lépésköz.**

³⁾ Az ismeretlen korrelált színhőmérsékletű sugárforrás és az adott hőmérsékletű Planck-sugárzó

CIE-uv színességi koordinátáinak 1 000 000-szoros távolsága.

Az Excel Solver-e ezt a cellát mint célfüggvény-értéket minimalizálja.

LED

x: 0,304320

y: 0,389800

T ¹⁾ = 2800 K

$10^6 \cdot \Delta_{uv}^{3)} = 88171,9279$

c₁ = 3,74183E-16Wm²

c₂ = 0,014388mK

T = 2800K

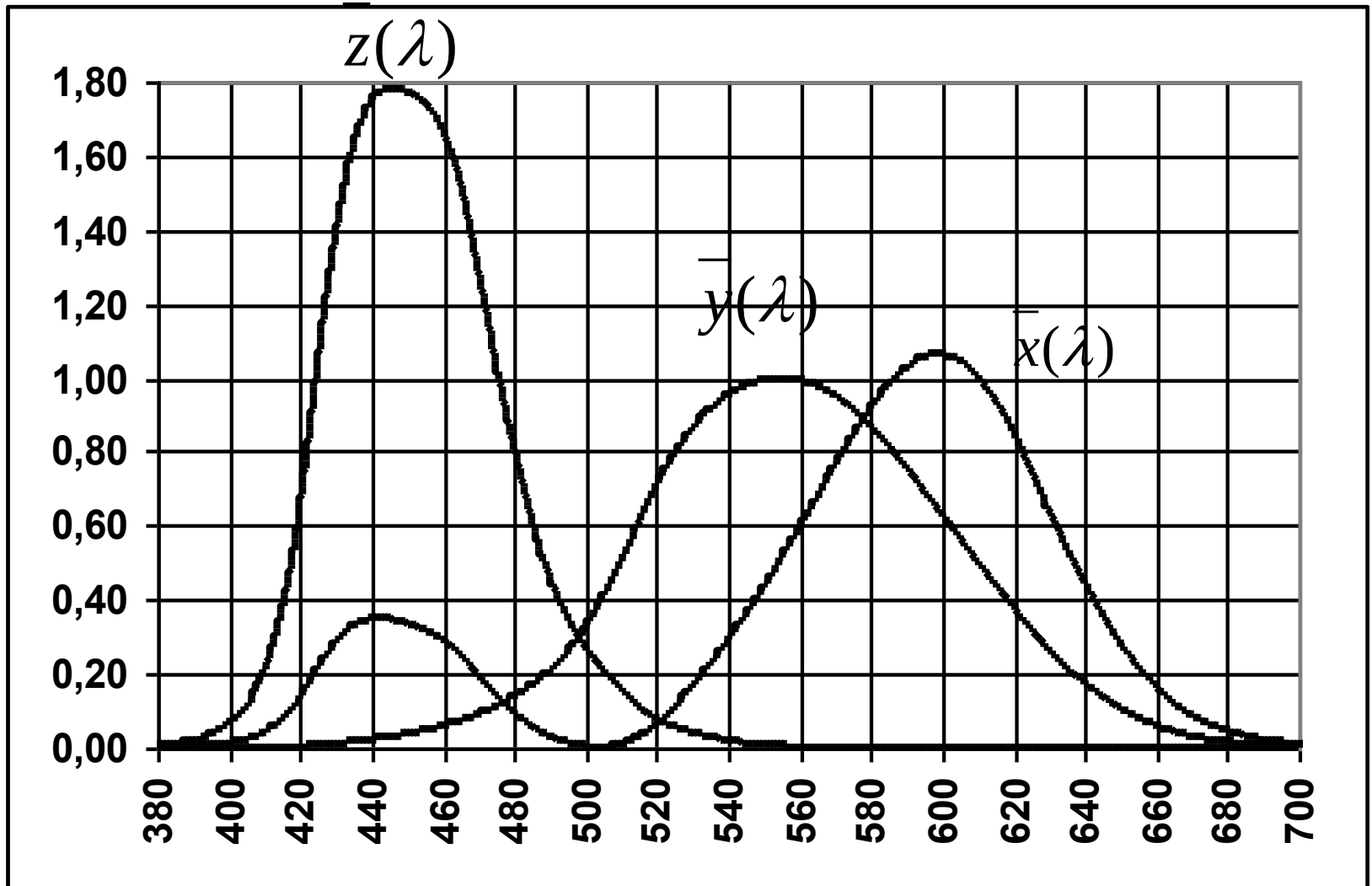
λ (nm)	$M_{e,\lambda}(\lambda, T)$ (W/m ³)	$S(\lambda)$	Teszt ²⁾
LED			
380	63298734842	9,00121620	0,000
385	70677184148	10,05044756	0,000

•Egy *pontszerűnek* tekinthető sugárzó a hálózathoz 60 W teljesítményt vesz fel. Sugárzási hatásfoka 0,5. A sugárforrás színeképében mindössze két vonal található, az egyik 500 nm, a másik 600 nm hullámhossznál. A sugárzott teljesítmény 1/3 részét az 500 nm-nél található vonal, 2/3 részét a 600 nm-nél található vonal képviseli.

- Mekkora a sugárforrás *összfényárama*?
- Mekkora a *sugárforrás fényhasznosítási tényezője*?
- Mekkora a sugárforrás *fényerőssége*, ha az a *teljes térbe* egyenletesen sugároz?
- Mekkora egy kis felület *megvilágítása* a sugárforrástól 2 m távolságra, ha a sugárzás a felületre merőlegesen érkezik?
- Mik a sugárforrás *CIE-xy* színességi koordinátái?

$$V(\lambda) = \bar{y}(\lambda)$$

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



$$\Phi = K_m \int \Phi_e(\lambda) V(\lambda) d\lambda$$

$$\Phi_e = \eta * P$$

$$V(\lambda) = \bar{y}(\lambda)$$

$$\eta^* = \frac{\Phi}{P}$$

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

$$E = \frac{I}{r^2}$$

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}, \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z}, \quad z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

$$\text{ahol } x + y + z = 1$$