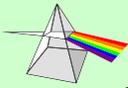


SISTEMAS ELECTRÓNICOS PARA ILUMINACIÓN

PRÁCTICAS





COMENTARIOS:

Se incluyen sesiones de prácticas de laboratorio y prácticas de ordenador (pequeños ejercicios prácticos).

La parte práctica de ordenador se realiza principalmente con programas de diseño electrónico y programas matemáticos (*MathCAD 2001 profesional*).

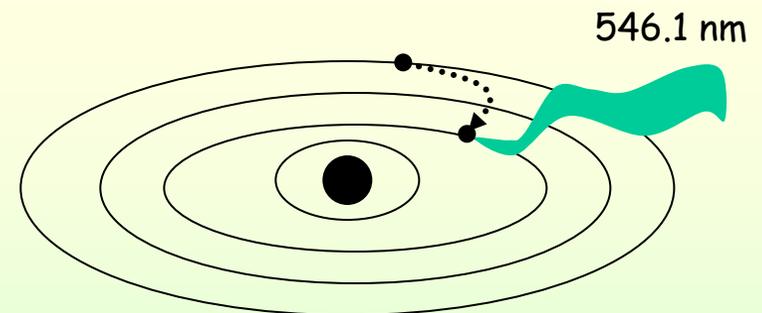
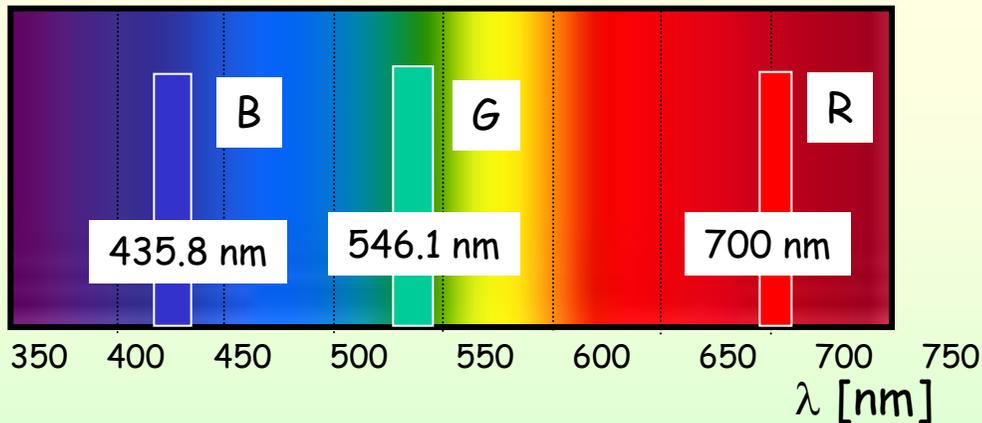
Para las prácticas de laboratorio se describe brevemente el equipamiento a utilizar y el objetivo de cada práctica.

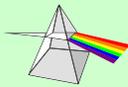


PRÁCTICA 1:

¿A QUE FRECUENCIA CORRESPONDE LA LUZ ROJA (R) DE 700 nm, LA LUZ VERDE (G) DE 546.1 nm Y LA LUZ AZUL (B) DE 435.8 nm EN EL VACIO?.

UN ELECTRÓN EXCITADO QUE RETORNA A SU NIVEL ENERGÉTICO DE REPOSO EMITE LUZ VERDE DE 546.1 nm ¿QUE SALTO DE ENERGÍA TENEMOS ENTRE EL NIVEL EXCITADO Y EL DE REPOSO?. DAR LA SOLUCIÓN EN JULIOS Y EN eV.





PRÁCTICA 1: RESULTADOS

UNIVERSIDAD DE OVIEDO
GEI-Grupo de Electrónica Industrial
Manuel Rico Secades
Febrero 2003

SEPI: Práctica 1

¿A QUE FRECUENCIA CORRESPONDE LA LUZ ROJA (R) DE 700 nm, LA LUZ VERDE (G) DE 546.1 nm Y LA LUZ AZUL (B) DE 435.8 nm EN EL VACIO?.

UN ELECTRÓN EXCITADO QUE RETORNA A SU NIVEL ENERGÉTICO DE REPOSO EMITE LUZ VERDE DE 546.1 nm ¿QUE SALTO DE ENERGÍA TENEMOS ENTRE EL NIVEL EXCITADO Y EL DE REPOSO?. DAR LA SOLUCIÓN EN JULIOS Y EN eV.

$$1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$c := 2.99810^8$$

$$h := 6.62310^{-34}$$

$$f(\lambda) := \frac{c}{\lambda}$$

$$\frac{f(700 \cdot 10^{-9})}{10^{12}} = 428.286$$

R emite en 428.3 THz

$$\frac{f(546.1 \cdot 10^{-9})}{10^{12}} = 548.984$$

G emite en 548.9 THz

$$\frac{f(435.8 \cdot 10^{-9})}{10^{12}} = 687.93$$

B emite en 687.93 THz

El nivel energético es:

$$E(\lambda) := \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

$$\frac{E(546.1 \cdot 10^{-9})}{10^{-20}} = 36.359$$

$$eV(\lambda) := \frac{E(\lambda)}{1.6 \cdot 10^{-19}}$$

$$eV(546.1 \cdot 10^{-9}) = 2.272$$

MathCAD 2001 profesional



PRÁCTICA 2: Representar el estándar fotópico y escotópico y calcular el error que se comete con su aproximación matemática.

Los datos están en una hoja excel SEPI_1.xls

UNIVERSIDAD DE OVIEDO
GEI-Grupo de Electrónica Industrial
Manuel Rico Secades
Febrero 2003

SEPI: Práctica 1

Representar el estándar fotópico y escotópico y calcular el error que se comete con la aproximación matemática.

Los datos están en la hoja excel SEPI_1.xls.
columna 0 = longitud de onda en nm
columna 1 = estándar fotópico (diurno)
columna 2 = estándar escotópico (nocturno)

A :=



C:\...sepi_1.xls

m := rows(A) m = 80

n := cols(A) n = 9

i := 0, 1..(m - 1)

$$V(\lambda) := 1.0e^{-257.42 \left(\frac{\lambda}{1000} - 0.555 \right)^2}$$

$$\text{error}_i := V(A_{i,0}) - A_{i,1}$$

$$VN(\lambda) := 1.0e^{-351.7 \left(\frac{\lambda}{1000} - 0.505 \right)^2}$$

$$\text{errorN}_i := VN(A_{i,0}) - A_{i,2}$$

MathCAD 2001 profesional



PRÁCTICA 2: DATOS EN SEPI_1.XLS

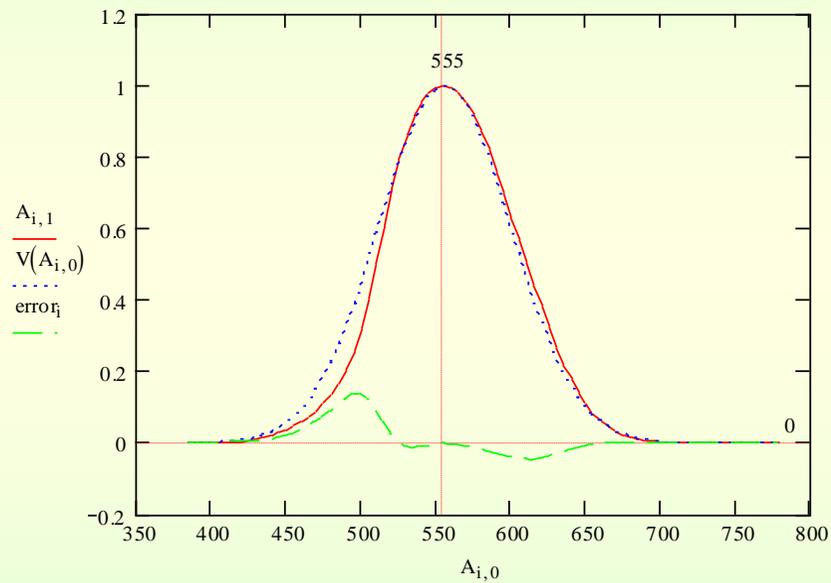
L[nm]	V(L)	VN(L)
380	0,00000	0,00059
385	0,00010	0,00111
390	0,00010	0,00221
395	0,00020	0,00453
400	0,00040	0,00929
405	0,00060	0,01852
410	0,00120	0,03484
415	0,00220	0,06040
420	0,00400	0,09660
425	0,00730	0,14360
430	0,01160	0,19980
435	0,01680	0,26250
440	0,02300	0,32810
445	0,02980	0,39310
450	0,03800	0,45500
455	0,04800	0,51300
460	0,06000	0,56700
465	0,07390	0,62000
470	0,09100	0,67600
475	0,11260	0,73400
480	0,13900	0,79300
485	0,16930	0,85100
490	0,20800	0,90400
495	0,25860	0,94900
500	0,32300	0,98200
505	0,40730	0,99800
510	0,50300	0,99700
515	0,60820	0,97500
520	0,71000	0,93500
525	0,79320	0,88000
530	0,86200	0,81100
535	0,91490	0,73300
540	0,95400	0,65000
545	0,98030	0,56400
550	0,99500	0,48100
555	1,00020	0,40200
560	0,99500	0,32880
565	0,97860	0,26390
570	0,95200	0,20760
575	0,91540	0,16020

580	0,87000	0,12120
585	0,81630	0,0899
590	0,75700	0,06550
595	0,69490	0,04690
600	0,63100	0,03315
605	0,56680	0,02312
610	0,50300	0,01593
615	0,44120	0,01088
620	0,38100	0,00737
625	0,32100	0,00497
630	0,26500	0,00334
635	0,21700	0,00224
640	0,17500	0,00150
645	0,13820	0,00101
650	0,10700	0,00068
655	0,08160	0,00046
660	0,06100	0,00031
665	0,04470	0,00021
670	0,03200	0,00015
675	0,02320	0,00010
680	0,01700	0,00007
685	0,01190	0,00005
690	0,00820	0,00004
695	0,00570	0,00003
700	0,00410	0,00002
705	0,00290	0,00001
710	0,00210	0,00001
715	0,00150	0,00001
720	0,00100	0,00000
725	0,00070	0,00000
730	0,00050	0,00000
735	0,00040	0,00000
740	0,00030	0,00000
745	0,00020	0,00000
750	0,00010	0,00000
755	0,00010	0,00000
760	0,00010	0,00000
765	0,00000	0,00000
770	0,00000	0,00000
775	0,00000	0,00000
780	0,00000	0,00000

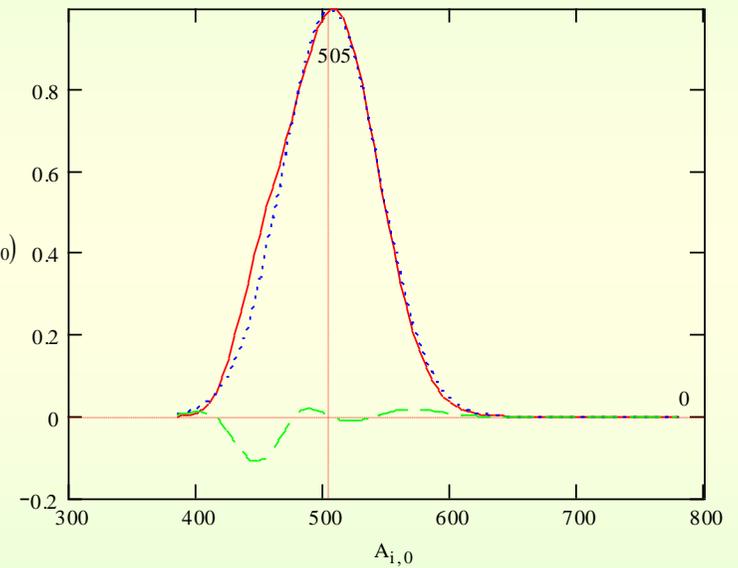


PRÁCTICA 2: RESULTADOS

Estandar fotópico y su aproximación (visión diurna)



Estandar escotópico y su aproximación (visión nocturna)



PRÁCTICA 3: Medida de Lúmenes totales de una lámpara.



Equipos a utilizar:

- 1.- Esfera integradora de 1 m de radio
- 2.- Fotómetro J18 de Tektronix con sensor J1811 (medida de iluminación)
- 3.- Lámpara halógena patrón.
- 4.- Fuente de alterna. HP-6812-A. 300 Vrms - 750 VA.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICA J1811

UNIDADES DE MEDIDA lx (Lm/m^2)
RANGO DE MEDIDA DE 0.01 - 5000 [lx]
RESPUESTA ESPECTRAL: CIE ESTÁNDAR FOTÓPICO (error < 3%)
ANGULO DE ACEPTACIÓN: 180° (CORRECCIÓN COSENO)





PRÁCTICA 3:

HALÓGENA

PATRÓN



75 W
220 V_{RMS}
327.6 mA - 919 Lm

HP 6812A
AC POWER SOURCE
300 V_{rms} / 750 VA



LÁMPARA



PANTALLA

SENSOR
J1811



FOTÓMETRO
J18



PRÁCTICA 3: RESULTADOS

LUX PATRÓN =

LÚMENES PATRÓN = 919 lm

POTENCIA PATRÓN = 72 W

LUX LÁMPARA =

LÚMENES LÁMPARA =

POTENCIA LÁMPARA =

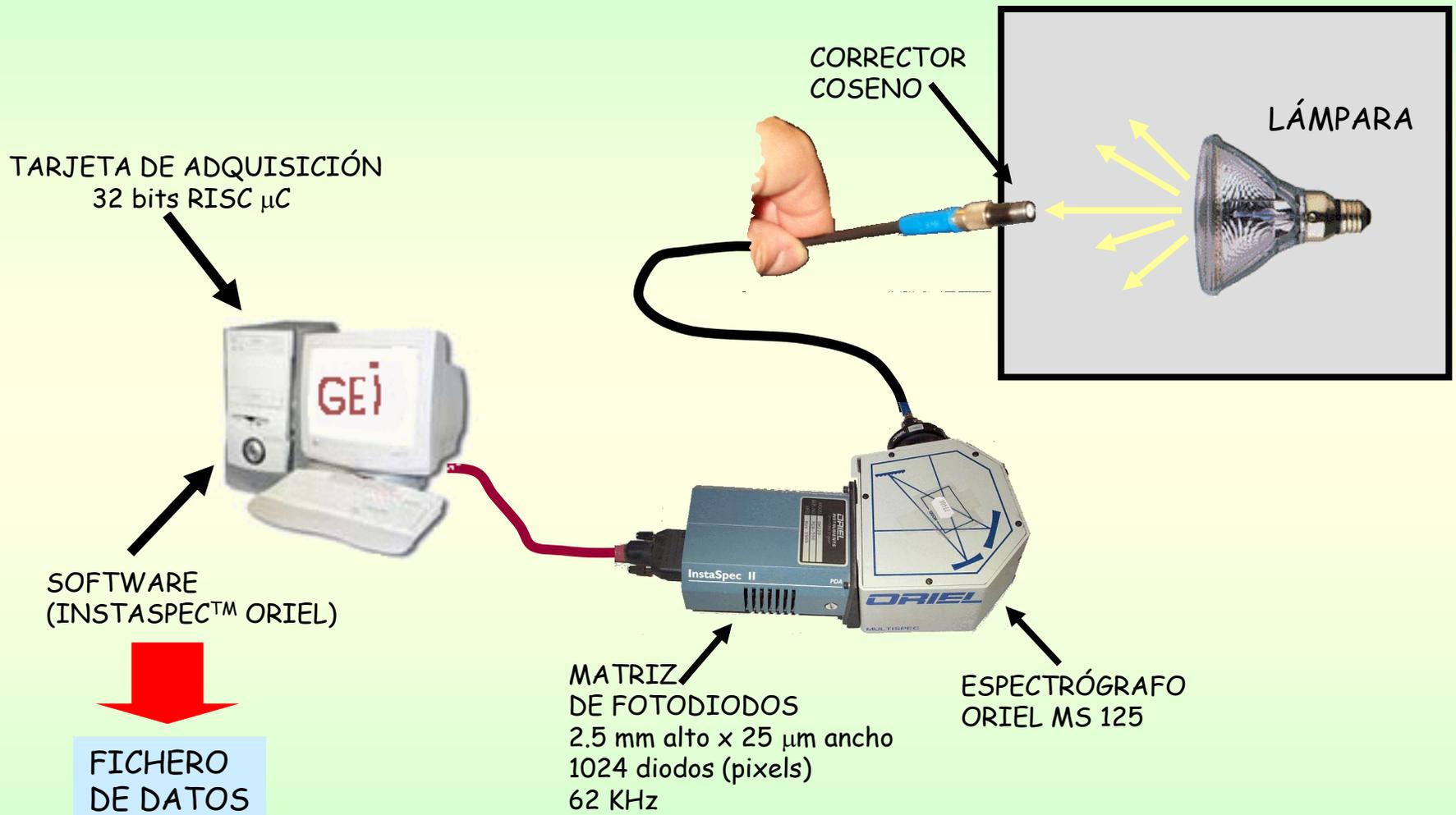
$$\Phi = I \cdot 4 \cdot \pi \cdot R^2$$

$$lm_{LÁMPARA} = lx_{LÁMPARA} \cdot \frac{lm_{PATRÓN}}{lx_{PATRÓN}}$$

$$\eta_{LÁMPARA} = \frac{lm_{LÁMPARA}}{W_{LÁMPARA}}$$

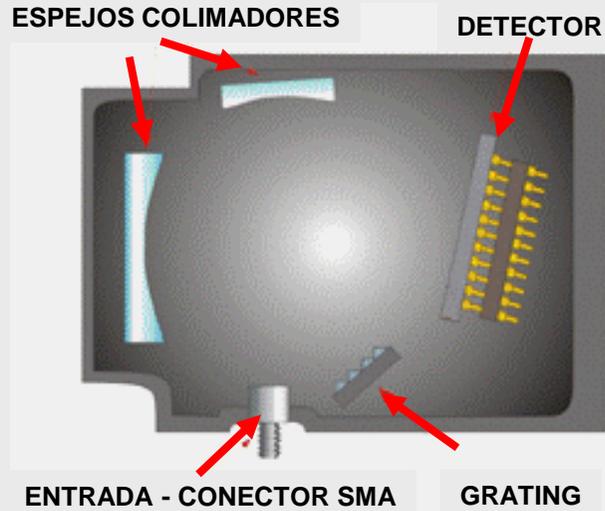
LÁMPARA	LÚMENES [lm]	RENDIMIENTO [lm/W]
Halógena 75 W (patrón)	919	12.7

PRÁCTICA 4: ESPECTRO DE UNA LÁMPARA

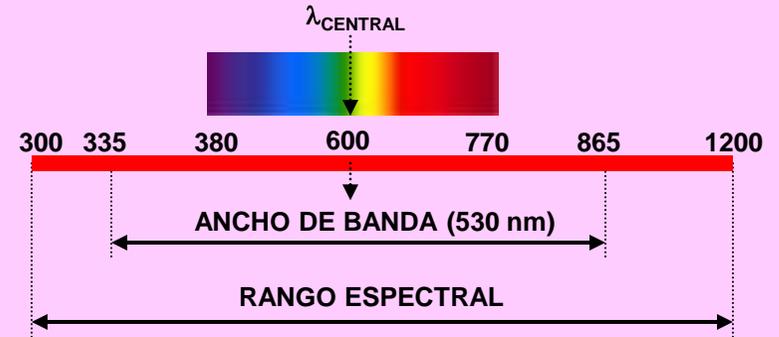




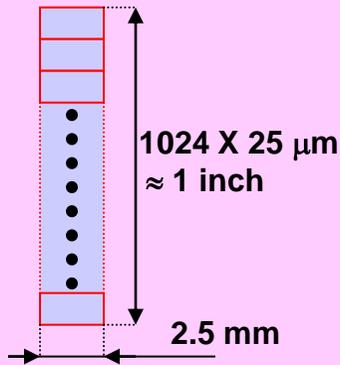
PRÁCTICA 4: DETALLE ESPECTRÓMETRO



DATOS PARA GRATING 77417



MATRIZ DE DIODOS



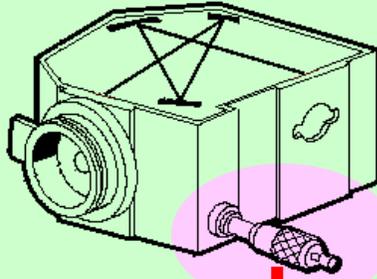
GRATING

MODELO	RANURAS (l/mm)	ANCHO DE BANDA (mm/inch)	RESOLUCIÓN (nm)	RANGO (nm)
77411	1200	180	0.4	300 - 1250
77413	600	350	0.7	180 - 500
77415	600	350	0.7	450 - 2500
77417	400	530	1.0	300 - 1200
77422	300	670	1.5	200 - 750

RESOLUCIÓN Y ANCHO DE BANDA PARA MATRIZ DE 1024 DIODOS DE 25 μm Y ENTRADA (SLIT) DE 25 μm DE ANCHO



PRÁCTICA 4: AJUSTE DEL TORNILLO MICROMÉTRICO



El tornillo micrométrico centra el haz de luz sobre la matriz de diodos



TORNILLO MICROMÉTRICO

CADA DIVISIÓN DEL TORNILLO MICROMÉTRICO VALE 50 nm (AJUSTE GRUESO).

CADA DIVISIÓN DEL TORNILLO VERNIER (AJUSTE FINO) VALE 1 nm.

DATOS

$$\lambda_{\text{CENTRAL}} = 600 \text{ nm}$$

$$\text{RANURAS} = 400 \text{ l/mm}$$

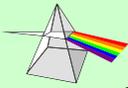
$$\text{FACTOR}_{\text{ESCALA}} = \frac{1200}{400} = 3$$

$$\text{MICRÓMETRO} = \frac{600}{3} = 200$$

4 VUELTAS DEL TORNILLO MICROMÉTRICO.
(4 x 50 nm)

AJUSTE FINO A CERO.
(0 x 1 nm)

NOTA: Se puede ajustar con precisión utilizando una lámpara patrón.
(p.e. Neon 6031 o Hg (Ar) 6035. icuidado con el UVA-C!)



PRÁCTICA 4: INSTASPEC SOFTWARE

SELECCIONAR ESPECTRÓGRAFO Setup Spectrograph

MS125
RS232 - COM1

COMENTARIO: La tarjeta de control viene configurada por defecto para trabajar con la interrupción 5 y dirección de E/S 330 h.

La tarjeta dispone de puentes (**jumper**) en la placa para cambiar estos valores.

CALIBRACIÓN Setup Spectrograph - Hardware

Center wavelength = 600 nm
offset = 0
Grating = 400

Nota: El propio programa te calcula donde tienes que poner el tornillo micrométrico

TEMPERATURA Temperature

Cooler = ON
Degress = 1

IMPORTANTE: Tomar las medidas a baja temperatura reduce notablemente el ruido de fondo



PRÁCTICA 4: INSTASPEC SOFTWARE

ADQUISICIÓN

SEÑAL (Signal)

FONDO (Background)

MEDIDA QUE NOS INTERESA Counts (Bg corrected)

$$CUENTAS_{CORREGIDAS} = SEÑAL - FONDO$$

UNIDADES DEL EJE X

Change Units

Wavelength units = nm

TIPO DE ADQUISICIÓN Single Scan

Exposure Time = 0.3 S

TIPO DE ADQUISICIÓN Real Time

Exposure Time = 0.3 S

Delay = 1 S

GUARDAR DATOS A FICHERO

Export As

Fichero ASCII (.asc)

Tipo de datos:

Señal (sig)

Fondo (bg)

TIPO DE ADQUISICIÓN Accumulate

Exposure Time = 0.3 S

Accumulate Cycle Time = 10 S

Number of accumulations = 20



PRÁCTICA 5: Lúmenes, Luxes y Candelas

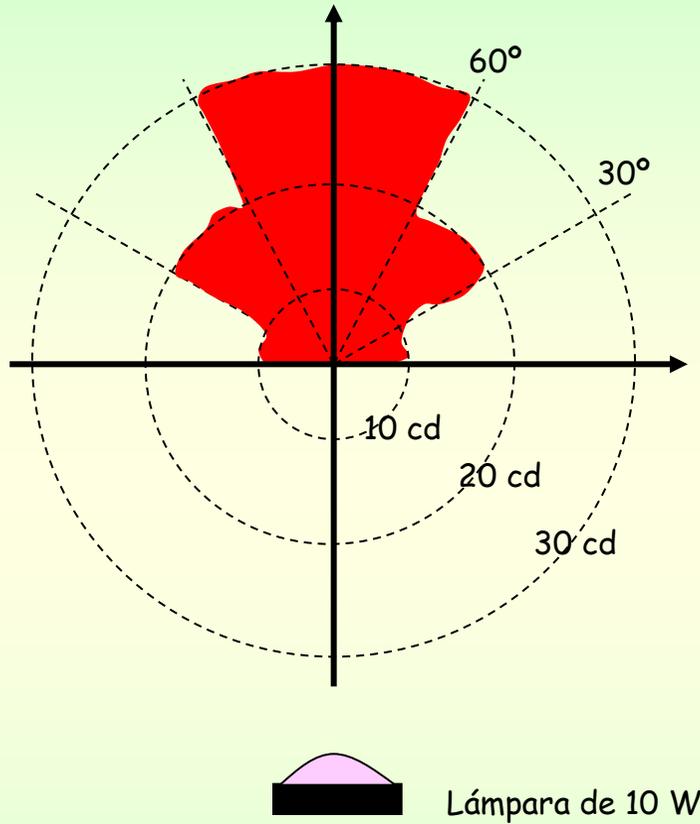
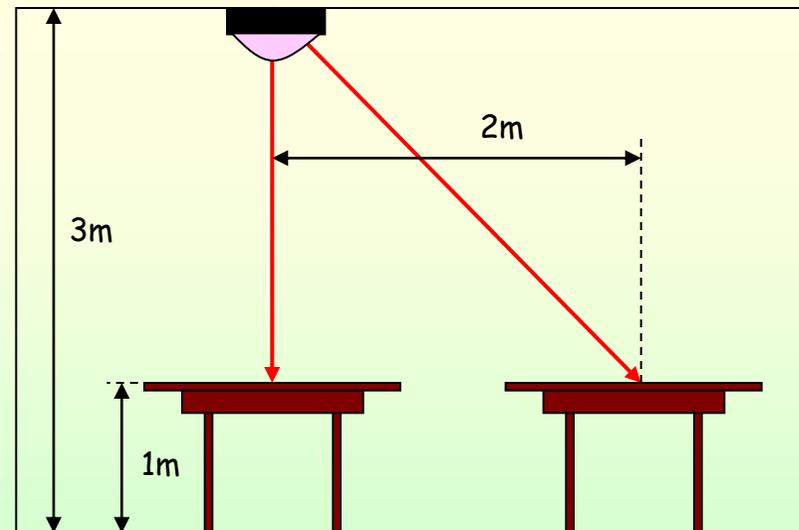


DIAGRAMA DE RADIACIÓN
(Candelas)
LÁMPARA HIPOTÉTICA DE 10 W

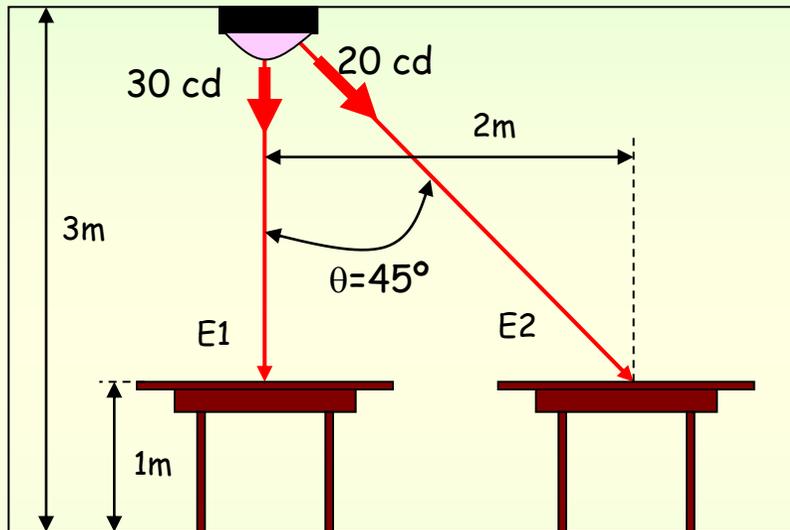
Preguntas:

- 1.- De cuantos lúmenes es la lámpara?
- 2.- ¿Cual es el rendimiento luminoso?
- 3.- Colocada en el techo (3 m de altura) y mirando hacia abajo. ¿Cual es el nivel de luz (Lux) en una mesa de 1 m de altura colocada justamente debajo de ella?
- 4.- Nivel de luz en la mesa si la alejamos 2 m del eje de la lámpara





PRÁCTICA 5: Lúmenes, Luxes y Candelas



Iluminación debajo de la lámpara

$$E1 = \frac{I}{d^2} = \frac{30}{2^2} = 7.5 \text{ lx}$$

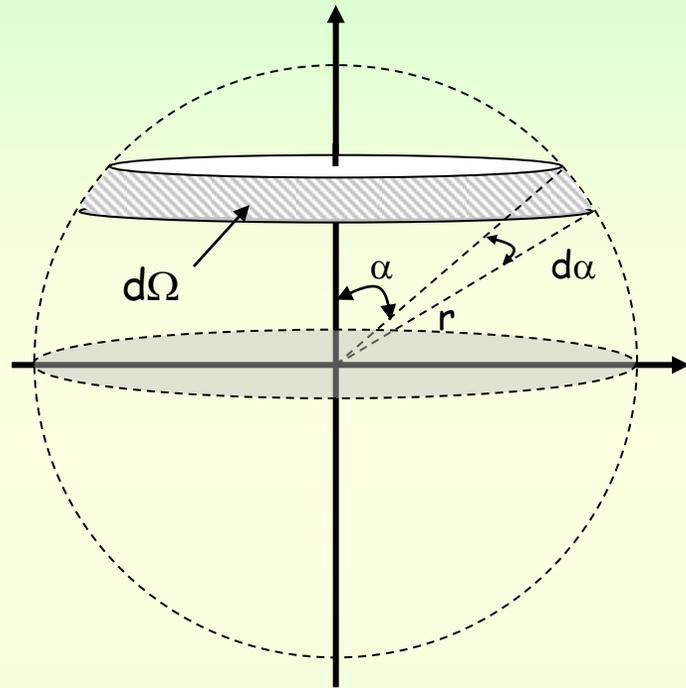
Iluminación apartados 1 m

$$E2 = \frac{I}{d^2} \cdot \cos \alpha = \frac{20}{2^2 + 2^2} \cdot \cos 45^\circ \approx 1.7 \text{ lx}$$

ILUMINACIÓN DIRECTA



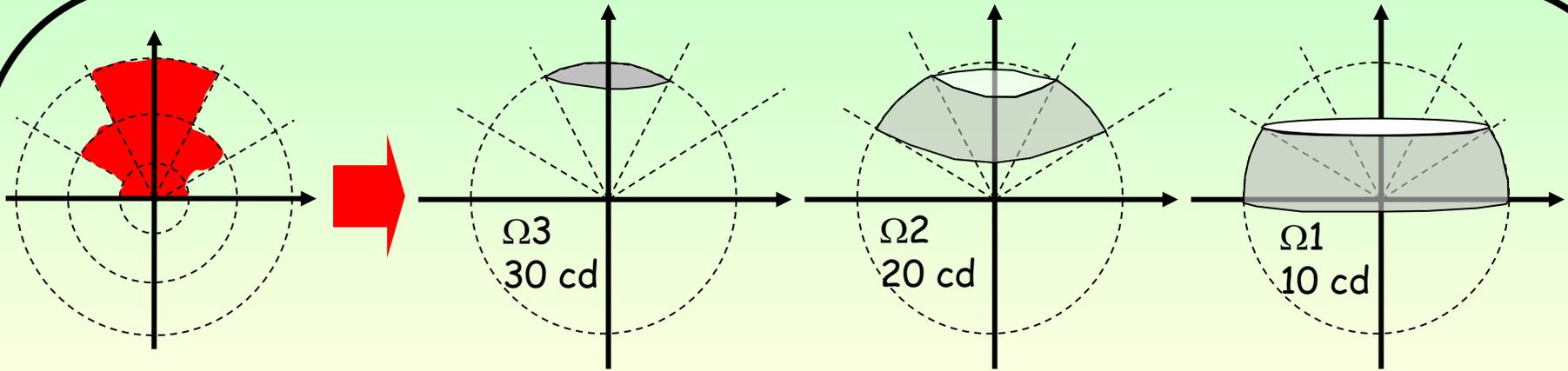
PRÁCTICA 5: Lúmenes, Luxes y Candelas



Obtención del Angulo sólido con simetría axial.

(Muy usual en iluminación)

$$d\Omega = \frac{dA}{r^2} = \frac{(2\pi \cdot r \cdot \text{sen}\alpha) \cdot r \cdot d\alpha}{r^2} = 2\pi \cdot \text{sen}\alpha \cdot d\alpha$$



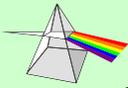
$$\Omega_1 = 2\pi \cdot \int_{\alpha=2\frac{\pi}{6}}^{\alpha=\frac{\pi}{2}} \text{sen } \alpha \cdot d\alpha = \pi(2 - \sqrt{3}) \approx 0.84 \text{ sr}$$

$$\Omega_2 = 2\pi \cdot \int_{\alpha=\frac{\pi}{6}}^{\alpha=2\frac{\pi}{6}} \text{sen } \alpha \cdot d\alpha = \pi(\sqrt{3} - 1) \approx 2.3 \text{ sr}$$

$$\Omega_3 = 2\pi \cdot \int_{\alpha=0}^{\alpha=\frac{\pi}{6}} \text{sen } \alpha \cdot d\alpha = \pi \approx 3.14 \text{ sr}$$

$$\Phi = \Omega_1 \cdot I_1 + \Omega_2 \cdot I_2 + \Omega_3 \cdot I_3 = 0.84 \cdot 10 + 2.3 \cdot 20 + 3.14 \cdot 30 \approx 148.6 \text{ lm}$$

$$\eta = \frac{148.6}{10} = 14.86 \text{ lm/W}$$



PRÁCTICA 6:

Obtener los lúmenes, rendimiento luminoso (Lm/W), rendimiento radiométrico (W_{visible}/W) y coordenadas cromáticas XYZ de los LED: rojo, verde, azul, ambar y blanco.

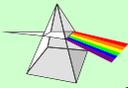
Dibujar el diagrama XY CIE 1931.

$$V(\lambda) = 1 \cdot e^{-285(\lambda - 0.555)^2} \quad \lambda \text{ en } [\mu\text{m}] \quad \lambda \text{ desde } 0.380 \mu\text{m} \text{ hasta } 0.780 \mu\text{m}$$

$$x(\lambda) = x1(\lambda) + x2(\lambda) \quad \begin{cases} x1(\lambda) = 0.3483 \cdot e^{-1200(\lambda - 0.445)^2} & \lambda \text{ en } [\mu\text{m}] \\ x2(\lambda) = 1.060 \cdot e^{-450(\lambda - 0.600)^2} & \lambda \text{ en } [\mu\text{m}] \end{cases}$$

$$y(\lambda) = V(\lambda)$$

$$z(\lambda) = 1.7741 \cdot e^{-800(\lambda - 0.450)^2} \quad \lambda \text{ en } [\mu\text{m}]$$



ESPECTROS DE RADIACIÓN

$$P_{AZUL}(\lambda) = 0.180 \cdot e^{-3000(\lambda-0.470)^2} \quad \lambda \text{ en } [\mu\text{m}] \quad 3.4 \text{ V y } 20 \text{ mA}$$

$$P_{AMBAR}(\lambda) = 0.017 \cdot e^{-5000(\lambda-0.590)^2} \quad \lambda \text{ en } [\mu\text{m}] \quad 2 \text{ V y } 20 \text{ mA}$$

$$P_{VERDE}(\lambda) = 0.151 \cdot e^{-3000(\lambda-0.520)^2} \quad \lambda \text{ en } [\mu\text{m}] \quad 3.3 \text{ V y } 20 \text{ mA}$$

$$P_{ROJO}(\lambda) = 0.2 \cdot e^{-10000(\lambda-0.615)^2} \quad \lambda \text{ en } [\mu\text{m}] \quad 2 \text{ V y } 20 \text{ mA}$$

$$P_{BLANCO}(\lambda) = 0.038 \cdot e^{-3000(\lambda-0.461)^2} + 0.02 \cdot e^{-140(\lambda-0.575)^2} \quad \lambda \text{ en } [\mu\text{m}] \quad 3.6 \text{ V y } 20 \text{ mA}$$



$$X = \int_{0.380}^{0.780} P(\lambda) \cdot x(\lambda) \cdot d\lambda$$

$$Y = \int_{0.380}^{0.780} P(\lambda) \cdot y(\lambda) \cdot d\lambda$$

$$Z = \int_{0.380}^{0.780} P(\lambda) \cdot z(\lambda) \cdot d\lambda$$

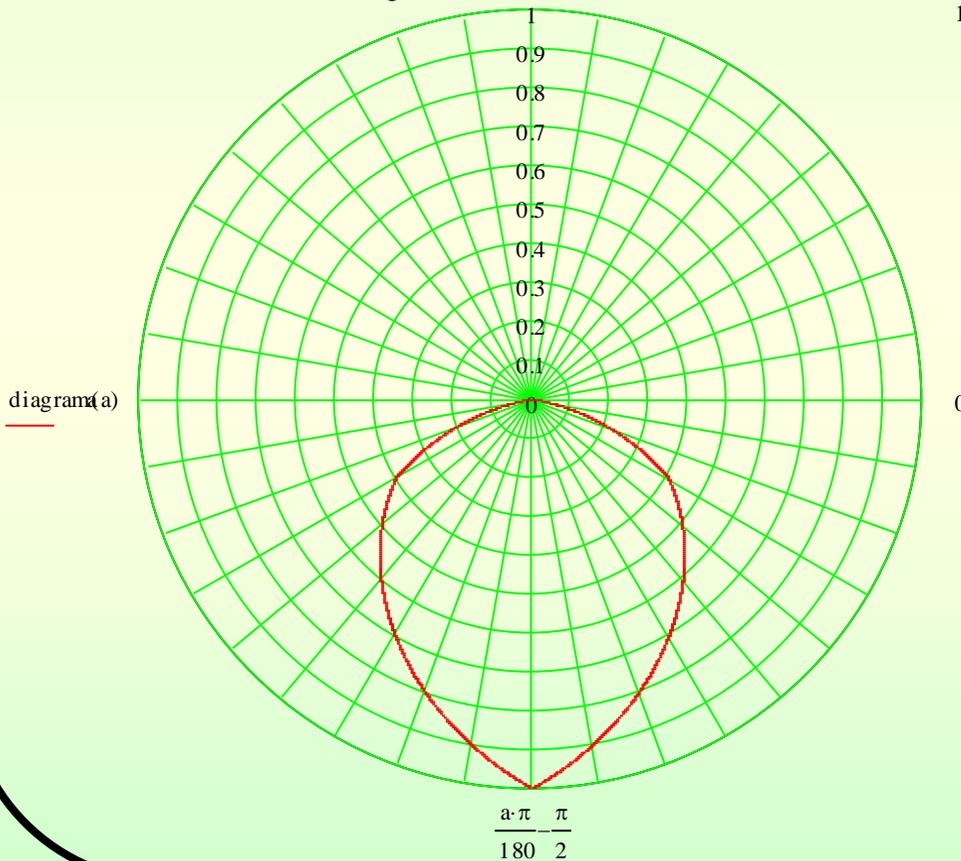
$$\text{Lúmenes} = 683 \cdot Y = 683 \cdot \int_{0.380}^{0.780} P(\lambda) \cdot y(\lambda) \cdot d\lambda$$



PRÁCTICA 7:

A partir del diagrama de radiación de un determinado diodo LED, se pide obtener sus lúmenes.

Diagrama de radiación en Candelas



$$\text{Lumenes} := \frac{\pi}{180} \cdot \int_0^{180} I(a) \cdot 2 \cdot \pi \cdot \sin\left(\frac{a \cdot \pi}{180}\right) da$$

$$\text{Lumenes} = 0.67$$