

## **PRÁCTICA Nº 1**

### ***Fotometría de fuentes extensas: leyes básicas.***

#### **OBJETIVO:**

Medida de la intensidad luminosa de una fuente. Comprobación de la ley del coseno en el fotómetro. Medida de la luminancia de una fuente extensa, ya sea simétrica o asimétrica.

#### **MATERIAL NECESARIO:**

- Fuente luminosa
- Banco óptico
- Soportes
- Goniómetro
- Fotómetro

#### **FUNDAMENTO TEÓRICO:**

Las leyes de la Fotometría se basan en el concepto de fuente lambertiana, o fuente completamente difusora en todas las direcciones del espacio. De entre las relaciones que existen entre las magnitudes fotométricas, la intensidad luminosa  $I$  [cd] representa para fuentes puntuales lo mismo que la luminancia  $L$  [cd/m<sup>2</sup>] para fuentes extensas. Siempre que las dimensiones de la fuente extensa sean inferiores a un 5 % de la distancia de observación, podremos considerar la fuente extensa como puntual, es decir, si  $l$  es el tamaño de la fuente, y,  $d$  es la distancia de observación, debe verificarse que  $l < 0.05d$  para considerar la fuente extensa como puntual.

Las leyes básicas de la Fotometría son dos: la ley de la inversa del cuadrado de la distancia, y, la ley del coseno. A lo largo de esta sesión comprobaremos estas leyes con fuentes cuasipuntuales, y, simultáneamente, estimaremos también la luminancia de fuentes extensas.

## **REALIZACIÓN PRÁCTICA:**

### **1. Comprobación de la ley de la inversa del cuadrado de la distancia**

Colocando adecuadamente el fotómetro, apunta sus valores  $E$  [lx] procedentes de una fuente luminosa y la distancia  $d$  correspondiente para el siguiente grupo de distancias {20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, 300} cm.

Toma tres medidas en cada caso y calcula el valor medio y el error estándar correspondientes.

Representa gráficamente los datos obtenidos como  $\log E$  [lx] vs.  $\log d$  [m], y, aplica un ajuste de regresión lineal para estimar la intensidad  $I$  [cd] de la fuente.

¿Qué pasa con los puntos correspondientes a las distancias más cercanas a la fuente?

¿A partir de qué distancia  $d$  podemos considerar que la fuente se comporta como puntual?

### **2. Comprobación de la ley del coseno**

Fija una distancia  $d$  en la que podemos considerar la fuente puntual. Con la ayuda del goniómetro, gira el fotómetro de 5 en 5 grados desde el valor inicial ( $\theta = 0$ ) hasta 90.

Toma tres medidas en cada caso y calcula el valor medio y el error estándar correspondientes.

Normaliza cada valor  $E(\theta)$  por  $E(\theta = 0)$  y representa este cociente en función del ángulo  $\theta$ . Representa en la misma gráfica la función  $\cos(\theta)$  vs.  $\theta$ , y, compara con los datos experimentales.

¿Cuál es la desviación porcentual media entre las medidas experimentales y las teóricas?

¿Podemos considerar que el fotómetro incorpora la corrección del coseno?

### 3. Medida de la luminancia de una fuente extensa simétrica

Mide el radio  $R$  del disco circular luminoso. Coloca el fotómetro en el rango de distancias  $d$  de la sección 1 y mide la iluminación  $E$  correspondiente.

Toma tres medidas en cada caso y calcula el valor medio y el error estándar correspondientes.

Representa gráficamente la iluminación  $E$  vs.  $\sin^2(\alpha)$ , siendo  $\alpha$  el ángulo subtendido por la mitad del disco circular luminoso (Fig. 1).

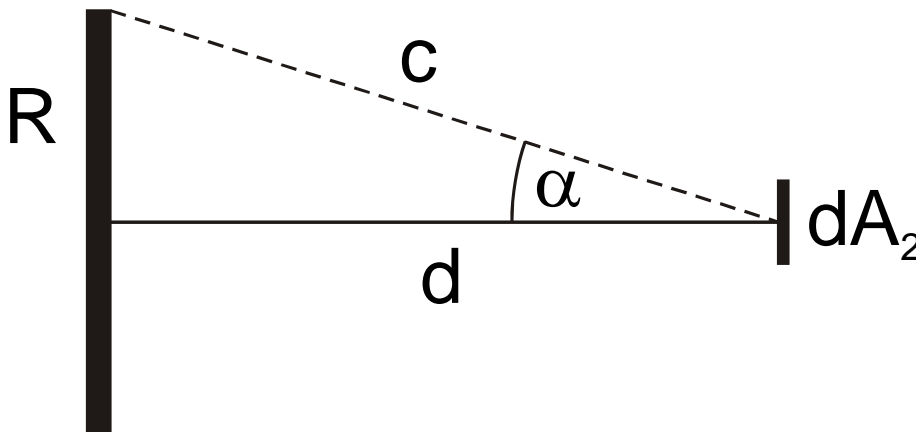


Figura 1: Esquema de la emisión luminosa de un disco circular. ( $dA_2$  representa la superficie del fotómetro.)

Aplica un ajuste de regresión lineal a los datos anteriores para estimar la luminancia  $L$  [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ] de la fuente (Ec. 1).

$$E = \frac{\pi L R^2}{R^2 + d^2} = \pi L \sin^2 \alpha = \frac{I}{c^2} \quad (1)$$

Compara la intensidad  $I$  que resultaba de la sección 1 con la que obtienes de esta sección, ¿encuentras alguna diferencia significativa entre ambos valores?

## CUESTIONES

1) La luminancia de tubos fluorescentes se puede estimar a partir del siguiente esquema:

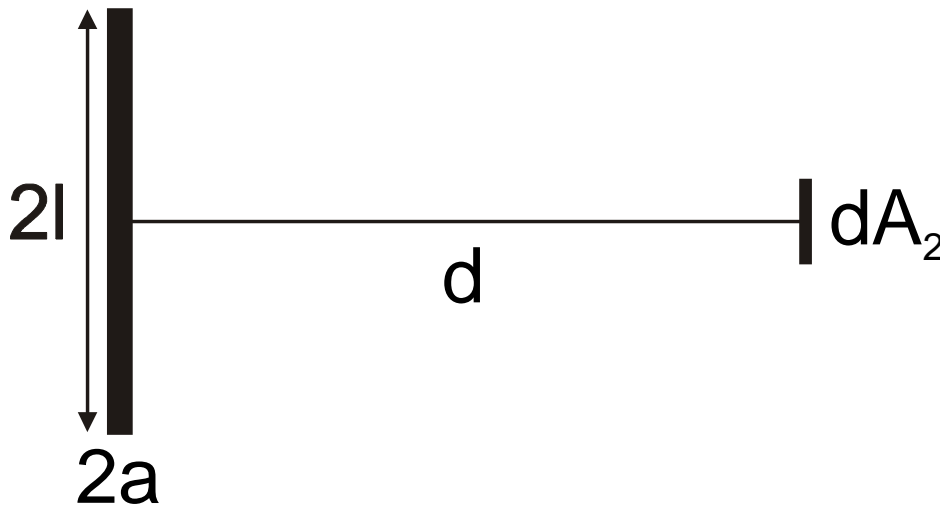


Figura 2: Esquema de la emisión luminosa de un tubo luminoso ( $a \ll d$ ).

Considerando que la longitud  $2l$  del tubo luminoso es mucho mayor que su anchura  $2a$ , y, que ésta es mucho menor que la distancia de observación, se cumple:

$$E = \frac{2aL}{d} \left[ \operatorname{tg}^{-1} \left( \frac{l}{d} \right) + \frac{ld}{l^2 + d^2} \right] \quad (2)$$

Si  $a = 14 \text{ mm}$  y  $l = 1500 \text{ mm}$ , con  $d = 3 \text{ m}$ , ¿cuál es la luminancia de este tubo fluorescente si medimos  $300 \text{ lx}$  con el fotómetro?

- 2) Todos los fotómetros están basados en un fotodiodo de Si, cuya sensibilidad espectral  $s(\lambda)$  se tabula a continuación. Antes del fotodiodo de Si se inserta un filtro de color  $\tau(\lambda)$  para que globalmente el fotómetro se comporte como un sistema fotodetector cuya sensibilidad espectral global sea la curva de visibilidad fotópica  $V(\lambda)$ . Si tienes tabuladas  $s(\lambda)$  y  $V(\lambda)$ , ¿cuál sería el perfil espectral del filtro de color?

$\lambda$ (nm)	$s(\lambda)$	$V(\lambda)$	$\lambda$ (nm)	$s(\lambda)$	$V(\lambda)$
400	0.18	0.0004	560	0.71	0.9950
410	0.22	0.0012	570	0.72	0.9520
420	0.26	0.0040	580	0.73	0.8700
430	0.30	0.0116	590	0.74	0.7570
440	0.34	0.0230	600	0.75	0.6310
450	0.38	0.0380	610	0.76	0.5030
460	0.42	0.0600	620	0.77	0.3810
470	0.46	0.0910	630	0.79	0.2650
480	0.50	0.1390	640	0.81	0.1750
490	0.54	0.2080	650	0.83	0.1070
500	0.59	0.3230	660	0.85	0.0610
510	0.62	0.5030	670	0.87	0.0320
520	0.65	0.7100	680	0.89	0.0170
530	0.67	0.8620	690	0.90	0.0082
540	0.69	0.9540	700	0.91	0.0041
550	0.70	0.9950	710	0.92	0.0021