

## PROBLEMA 1

Una luminaria vial LED fue ensayada en un goniómetro C-gama. La luminaria es simétrica; los patrones de emisión del hemisferio izquierdo son simétricos respecto del hemisferio derecho.

Se cuenta con la matriz de datos de iluminancia tal como es medida en el ensayo por el luxómetro. Los ángulos C y gama se indican en grados.

La distancia desde el corte de los ejes del gonio (en donde se hace coincidir el centro fotométrico de la luminaria) hasta el luxómetro es **4200 mm**.

*Nota:* En todo el ejercicio es válido tomar los valores mas próximos en la tabla. **No realizar interpolaciones.**

		ángulos C													
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	90
ángulos gama	0	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6
	10	103.2	103.7	104.1	104.5	104.8	105.1	105.1	104.3	103.9	103.6	103.2	102.8	101.8	105.5
	20	110.6	111.7	112.8	113.4	114.3	114.6	114.6	113.4	112.3	111.4	110.7	109.3	106.9	106.7
	30	122.8	124.6	125.7	126.0	125.8	124.6	122.5	118.9	115.5	112.8	110.3	104.6	96.4	89.4
	40	142.3	143.7	143.9	143.0	140.4	135.6	128.4	119.0	109.8	101.9	94.8	80.4	66.4	55.0
	45	154.2	156.3	156.1	154.0	149.2	139.3	126.5	112.1	100.1	90.1	80.2	64.0	48.6	38.2
	50	143.6	145.1	143.7	139.9	134.2	125.5	112.3	98.9	86.4	74.4	63.9	46.0	32.9	26.1
	55	131.3	133.0	132.9	128.4	121.9	110.8	97.1	83.1	66.9	54.0	44.9	31.3	22.5	18.4
	60	114.9	118.2	118.3	114.1	108.0	97.7	84.4	67.3	50.9	38.7	30.2	20.0	15.7	13.5
	65	84.4	88.1	89.4	86.7	83.8	77.3	65.4	49.9	35.2	26.3	20.1	13.4	11.2	9.9
	70	52.8	53.7	53.4	51.9	49.9	44.5	36.2	30.3	22.7	16.6	11.9	8.8	7.7	6.4
	75	21.3	20.9	20.3	20.9	19.5	17.3	16.0	14.0	10.1	7.5	5.9	5.0	4.4	3.5
	80	4.6	4.4	4.4	4.3	4.2	4.1	3.9	3.6	3.4	2.7	2.3	2.0	1.8	1.3
	85	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.1
	90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

		ángulos C													
		270	285	300	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355	360
ángulos gama	0	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6
	10	87.7	90.2	93.4	95.3	96.2	97.0	98.0	98.9	99.7	100.7	101.4	102.0	102.6	103.2
	20	70.9	75.5	83.5	89.2	91.8	94.3	97.2	99.8	102.4	104.4	106.3	107.9	109.4	110.6
	30	52.4	56.9	67.9	78.1	83.4	88.2	93.8	99.3	104.7	109.8	114.6	118.0	120.6	122.8
	40	36.7	39.8	49.9	60.6	67.9	76.6	87.6	97.5	107.7	117.4	126.2	133.8	139.2	142.3
	45	31.3	32.7	39.0	49.6	56.8	65.8	79.2	93.4	107.3	120.7	132.0	142.2	150.1	154.2
	50	27.0	28.1	31.5	39.5	46.1	53.4	64.0	76.9	91.5	105.0	118.4	128.9	138.8	143.6
	55	24.1	25.4	26.5	29.5	34.1	39.8	48.9	59.7	74.3	91.1	105.0	116.0	125.7	131.3
	60	20.0	20.4	21.1	22.6	23.9	28.4	36.4	46.9	59.6	75.6	90.6	101.5	109.3	114.9
	65	15.4	15.9	16.5	17.3	17.6	19.1	24.2	32.4	43.4	55.4	66.6	74.1	80.4	84.4
	70	11.2	11.3	12.1	12.6	12.7	12.7	13.6	17.5	24.1	31.1	38.3	44.3	49.3	52.8
	75	7.1	7.1	7.8	7.8	7.9	8.0	8.1	8.5	9.6	12.2	15.5	18.1	20.7	21.3
	80	3.7	3.7	3.8	3.9	3.8	3.8	4.1	4.2	3.6	3.7	4.1	4.5	4.8	4.6
	85	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6
	90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla de iluminancias medidas

Parte 1 – 3 puntos

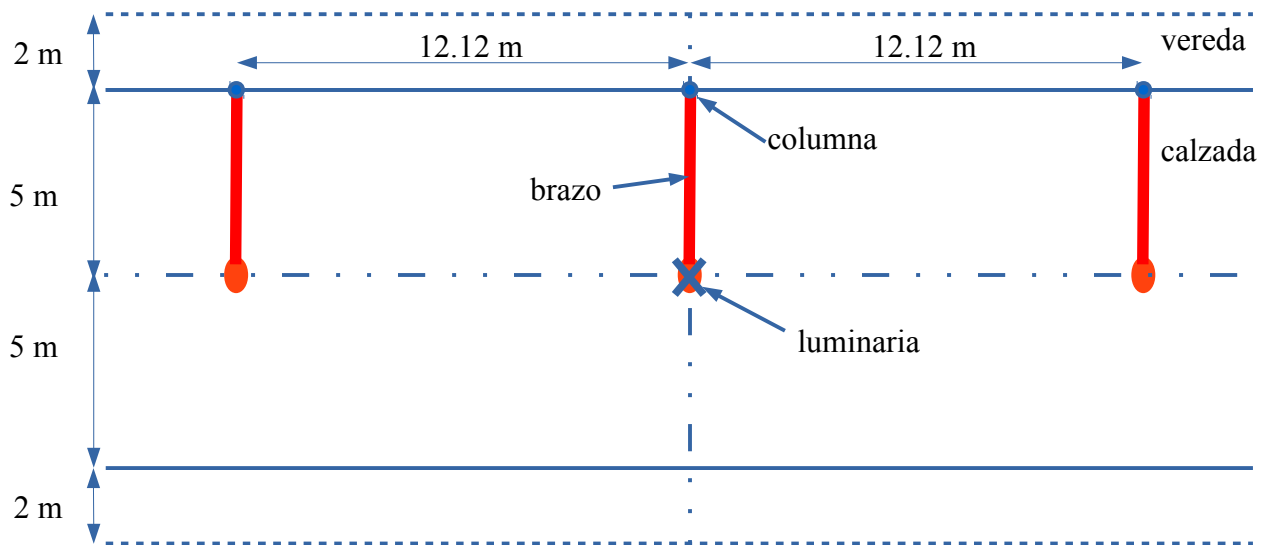
Hallar la intensidad emitida por la luminaria en su dirección principal (gama = 0°). Justificar brevemente el cálculo realizado.

Solución:

$$I(\text{gama}=0^\circ) = 92.6 * 4.2^2 = 1633 \text{ Cd}$$

Parte 2 – 3 puntos

La luminaria será instalada con inclinación 0° y de acuerdo al escenario siguiente:



La altura de instalación es de 7 metros.

Hallar el nivel de iluminación en la calzada justo debajo de una luminaria, a nivel del piso en el punto marcado con X en la figura anterior.

Solución:

Aporte luminaria central:

$$E_{\text{central}} = 1633/7^2 = 33.34 \text{ lx}$$

Aporte luminaria lateral:

$$d = \sqrt{12.12^2 + 7^2} = 14.00 \text{ m}$$

$C = 180^\circ$ ,  $C = 0^\circ$  (ambas direcciones tienen igual aporte por simetría, en la tabla se muestra  $0^\circ$ )

$$\text{gama} = \arctg(12.12/7) = 59.99^\circ$$

$$\text{tabla } \{C=0^\circ, \text{ gama}=60^\circ\}, E_{\text{ensayo}} = 114.9 \text{ lx}, I = 114.9 * 4.2^2 = 2027 \text{ Cd}$$

$$E_{\text{lateral}} = 2027/14^2 * \cos(59.99^\circ) = 5.175 \text{ lx}$$

Opcionalmente se puede resolver con la fórmula de  $\cos^3$  en forma mas breve:

$$\text{gama} = \arctg(12.12/7) = 59.99^\circ$$

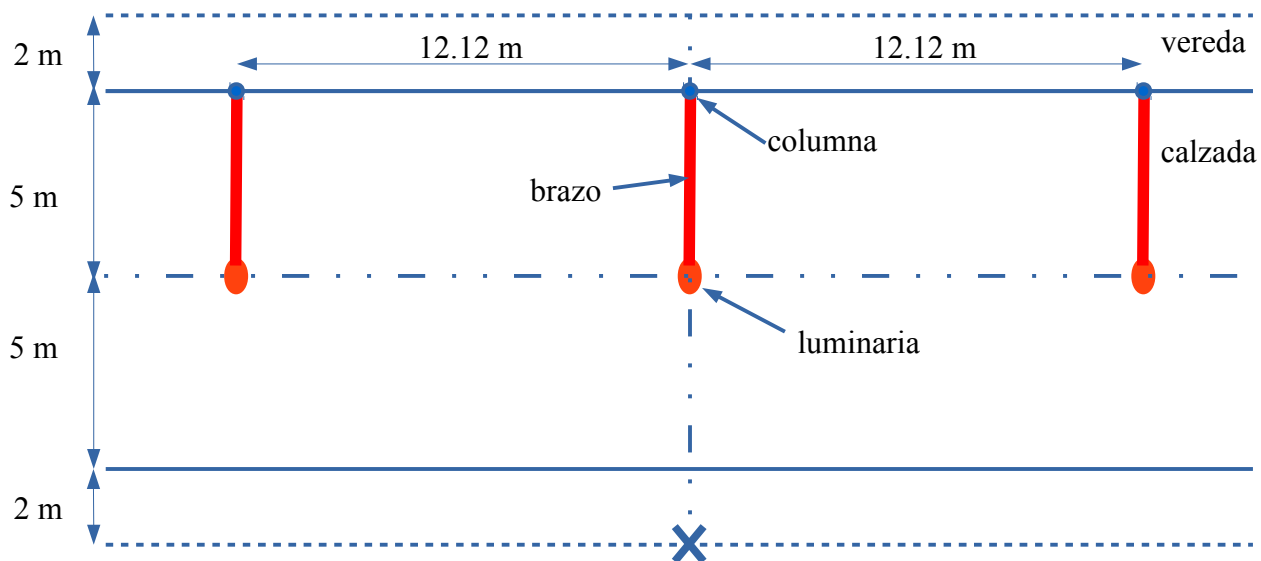
$$\text{Elateral} = 2027/7^2 * \cos^3(59.99^\circ) = 5.175 \text{ lx}$$

Por último, por la simetría de las luminarias:

$$\text{Etotal} = 2*\text{Elateral} + \text{Ecentral} = \mathbf{43.69 \text{ lx}}$$

Parte 3 – 7 puntos

Sabiendo que las fachadas de las construcciones existentes no tienen retiro, hallar el nivel de iluminación sobre la fachada (plano vertical) en el punto marcado con una X en la figura siguiente, a 2.10 metros de altura.



Solución:

Aporte luminaria central:

$$C = 90^\circ$$

$$\text{gama} = \arctg( (5+2)/(7-2.10) ) = 55.01^\circ$$

$$\text{Etabla} = 18.4 \text{ lx}, I = 18.4*4.2^2 = 324.6 \text{ Cd}$$

$$\text{ángulo de incidencia sobre plano vertical} = 90^\circ - 55.01^\circ = 34.99^\circ$$

$$d = \sqrt{(5+2)^2 + (7-2.10)^2} = 8.545 \text{ m}$$

$$\text{Ecentral} = 324.6/8.545^2 * \cos(34.99^\circ) = 3.642 \text{ lx}$$

Opcionalmente se puede resolver con la fórmula de  $\cos^3$  en forma mas breve:

$$\text{Ecentral} = 324.6/(5+2)^2 * \cos^3(34.99^\circ) = 3.642 \text{ lx}$$

Aporte luminaria lateral:

$$C = \arctg( (5+2)/12.12 ) = 30.01^\circ$$

$$d0 = \sqrt{(5+2)^2 + 12.12^2} = 14.00 \text{ m} \quad // \text{ distancia del rayo proyectada sobre piso}$$

$$\text{gama} = \arctg( d0/(7-2.10) ) = 70.71^\circ$$

$$\text{Etabla} = 36.2 \text{ lx}, I = 36.2*4.2^2 = 638.6 \text{ Cd}$$

$$d1 = \sqrt{d0^2 + (7-2.10)^2} = 14.83 \text{ m} \quad // \text{ distancia del rayo al punto de interés}$$

$$\text{Elateral} = 638.6/d1^2 * \cos(90^\circ - \text{gama}) * \cos(90^\circ - C) = 1.371 \text{ lx}$$

*Opcionalmente se puede resolver en forma mas breve utilizando un solo triángulo rectángulo perpendicular a la fachada y con un cateto sobre ella:*

$$d1 = \text{sqrt}(d^2 + 12.12^2) = 14.83 \text{ m}$$

$$\text{ángulo de incidencia} = \arccos((5+2)/d1) = 61.83^\circ$$

$$\text{Elateral} = 638.6/d1^2 * \cos(61.83^\circ) = 1.371 \text{ lx}$$

*También se puede resolver con la fórmula de  $\cos^3$  en forma mas breve aún:*

$$\text{Elateral} = 638.6/(5+2)^2 * \cos^3(61.83^\circ) = 1.371 \text{ lx}$$

Por último:

$$\text{Etotal} = 2 * \text{Elateral} + \text{Ecentral} = \mathbf{6.383 \text{ lx}}$$

#### *Parte 4 – 3 puntos*

*Nota:* En esta parte no se pide realizar ningún cálculo.

Se desea que el nivel sobre ambas fachadas a la altura calculada sea 5 lx. Se sabe que el nivel de iluminación calculado en la parte anterior es representativo del comportamiento sobre ambas fachadas.

4.1.- Sin cambiar el modelo de luminaria, o las condiciones de alimentación eléctrica de la misma, proponga una solución sencilla manteniendo la ubicación de las columnas.

**Solución:**

**Aumentar la altura de instalación.**

4.2.- ¿Cómo se vería afectado el nivel promedio sobre la calzada?

**Solución:**

**Disminuirá.**

4.3.- ¿Qué pasaría con la uniformidad sobre la calzada?

**Solución:**

**Seguramente Aumentará.**