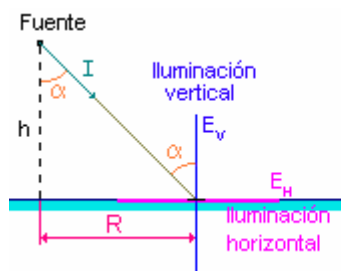


PROBLEMAS DE ERGONOMÍA VISUAL (CURSO 09-10)

Hoja 2: Luminotecnia y color

- 1) Una superficie está iluminada por una fuente puntual de $I = 80$ cd a 2 m de altura. Calcula la iluminación horizontal E_H y vertical E_V para los valores siguientes de inclinación α : 0, 30, 45, 60, 75 y 80 deg.



$$E_H = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{h^2}$$

$$E_V = \frac{I \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha}{h^2}$$

$$E = \sqrt{E_H^2 + E_V^2}$$

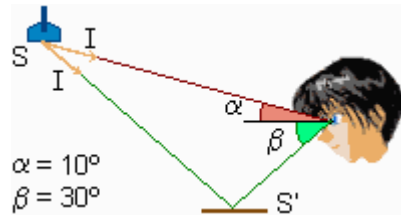
Solución:

α [deg]	E_H [lx]	E_V [lx]
0	20	0
30	12.99	7.50
45	7.07	7.07
60	2.50	4.33
75	0.35	1.29
80	0.10	0.59

- 2) Una mesa circular de 3 m de radio está iluminada por una fuente puntual centrada de $I = 50$ cd a 2 m de altura. Calcula la iluminación máxima y mínima sobre la mesa si la fuente está centrada.

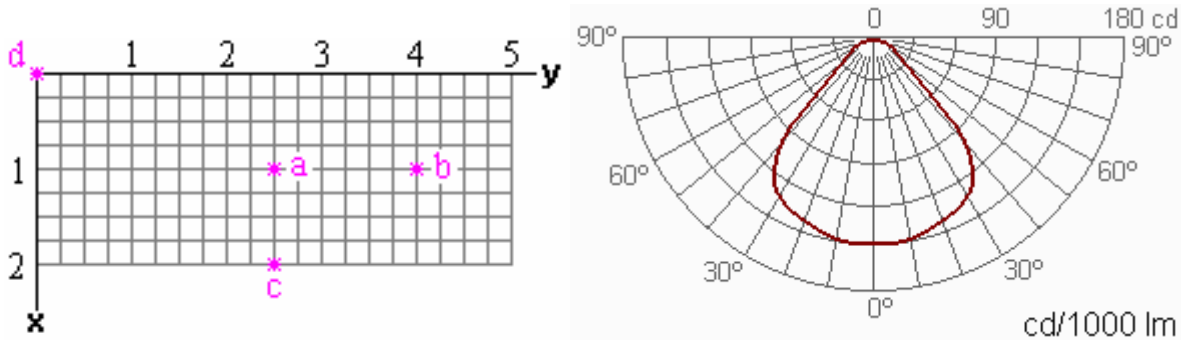
Solución: $E_{\text{máx}} = 12.5$ lx ; $E_{\text{mín}} = 2.13$ lx.

- 3) Un proyector, de área $S = 0.04$ m² y de intensidad $I = 100$ cd, se empotra en el techo para iluminar una mesa de 0.5 m² de superficie S' . La mesa puede considerarse una superficie especular de reflectancia $\rho = 0.8$. Calcula la luminancia de la fuente y la luminancia de la mesa para un observador situado tal como marca la figura siguiente.



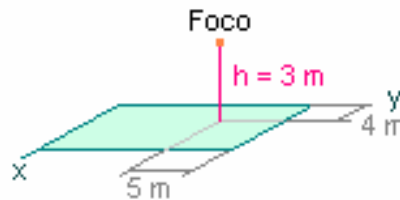
Solución: $L = 14397 \text{ cd/m}^2$; $L(\text{mesa}) = 320 \text{ cd/m}^2$.

- 4) Se dispone de una luminaria simétrica en el centro de una habitación de $5 \times 2 \text{ m}$ a 3 m de altura del suelo. Calcula la iluminación sobre los puntos marcados en el dibujo siguiente a partir de la curva polar de la luminaria. Considera que el flujo luminoso de la lámpara es $\Phi = 500 \text{ lm}$.



Solución: $E(a) = 8.33 \text{ lx}$; $E(b) = 5.56 \text{ lx}$; $E(c) = 6.64 \text{ lx}$; $E(d) = 2.29 \text{ lx}$.

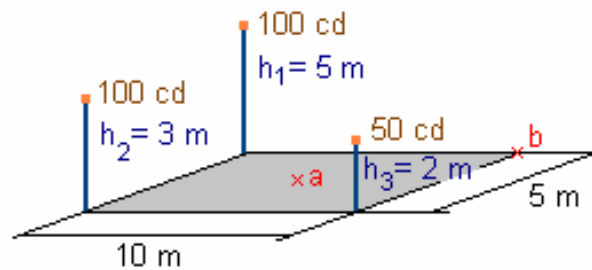
- 5) Sea una fuente puntual de $I = 100 \text{ cd}$ situada sobre una plataforma rectangular de $20 \times 10 \text{ m}$ como indica la figura adjunta. Calcula la iluminación máxima y mínima sobre la superficie y la iluminación en los puntos $(3, 10)$, $(0, 15)$, $(7, 20)$ y $(10, 15)$.



Solución:

Coordenadas	d [m]	α [deg]	E [lx]
(15, 4)	0	0	11.10
(10, 0)	16.16	79.48	0.07
(3, 10)	5.10	59.53	1.45
(0, 15)	4.00	53.13	2.40
(7, 20)	5.83	62.77	1.06
(10, 15)	6.00	63.43	0.99

- 6) Teniendo en cuenta la disposición de luminarias de la figura adjunta, calcula el nivel de iluminación en centro de la superficie (a) y en el punto b.



Solución:

Punto a	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3	E total [lx]
d [m]	5.59	5.59	5.59	
α [deg]	48.19	61.78	40.31	
E [lx]	1.19	1.17	0.48	2.84

Punto b	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3	E total [lx]
d [m]	10	11.18	5	
α [deg]	63.43	74.98	68.20	
E [lx]	0.36	0.19	0.64	1.19

- 7) Se pretende iluminar una oficina de $3 \times 6 \text{ m}^2$ y de 3 m de altura para un área de trabajo que se encuentra a 85 cm del suelo. Según las normativas la iluminación de la tarea debe ser al menos de 300 lx con un sistema de alumbrado directo empotrado en el techo. Considerando que has elegido luminarias fluorescentes cuyo flujo es de 6750 lm cada una, calcula el número total de luminarias que necesitas y su disposición espacial en la oficina para conseguir el nivel exigido de iluminación. Considera que el factor de utilización del local $\eta = 0.5$ y el factor de mantenimiento $f_m = 0.8$.

Solución: $\Phi_{\text{TOTAL}} = 13500 \text{ lm}$, $N = 2$, simétricamente situadas en medio de la oficina.

- 8) Se dispone de una oficina vacía, de $3 \times 6 \text{ m}^2$ y 3 m de altura, con dos fuentes puntuales ($I = 800 \text{ cd}$), dispuestas simétricamente y suspendidas 50 cm del techo. Las paredes de la habitación presentan un factor de reflexión $\rho = 0.8$, el suelo un factor $\rho = 0.2$ y el techo un factor $\rho = 0.7$. Calcula el nivel total (directo + indirecto) de iluminación horizontal E_H en el centro geométrico del suelo.

Solución: $E_{\text{DIR}} = 204.9 \text{ lx}$, $E_{\text{IND}} = 433.6 \text{ lx}$, $E_H = 638.5 \text{ lx}$.

9) Calcula la temperatura correlacionada de color T_c de las lámparas siguientes teniendo en cuenta sus distribuciones espectrales de potencia relativa y datos intermedios afines.

λ (nm)	HMI	Xe	λ (nm)	HMI	Xe
300	1.02257951	0.46311231	555	1.04094184	1.00308642
305	1.08649073	0.49205682	560	1	1
310	1.15040195	0.52100134	565	1.10630821	0.99840701
315	1.21431317	0.54994586	570	1.14531717	0.99751095
320	1.27822439	0.57889038	575	1.75716043	0.99561928
325	1.34213561	0.6078349	580	2.79318222	0.99422541
330	1.40604683	0.63677942	585	1.43349148	1.00029869
335	1.46995805	0.66572394	590	1.44825163	0.99890482
340	1.53386927	0.69466846	595	1.27235987	0.98606133
345	1.59778049	0.72361298	600	1.30803022	0.96744325
350	1.66169171	0.7525575	605	1.09277807	0.96226603
355	1.72560293	0.78150202	610	1.08504656	0.96415771
360	1.78951415	0.81044654	615	1.07186786	0.98068499
365	1.85342536	0.83939105	620	1.06765068	0.99771008
370	1.91733658	0.86833557	625	1.10542963	0.99472322
375	1.9812478	0.89728009	630	0.98014409	0.97371565
380	2.04515902	0.92622461	635	0.88929889	0.96415771
385	2.01932876	0.94175627	640	0.93076788	0.98486659
390	2.03162889	0.95908005	645	0.87559304	0.9874552
395	1.88139167	1.00119474	650	0.82270251	1.0154321
400	1.90107187	1.02359618	655	0.84273414	0.98347272
405	2.17431031	0.99960175	660	0.98629415	0.96714456
410	2.20383061	1.00398248	665	0.93797224	0.97998805
415	2.17677034	1.01005575	670	1.19293622	0.99860613
420	2.20629063	1.02120669	675	1.28712001	1.00846276
425	2.04515902	1.01493429	680	0.83148831	1.01523297
430	1.5738886	1.00846276	685	0.87998594	1.09070092
435	2.15586013	1.01095181	690	0.79001933	1.10394265
440	2.10911966	1.03285544	695	0.98998419	1.01632816
445	1.25267967	1.0321585	700	1.22438939	0.94076065
450	1.15849587	1.09816806	705	0.63538921	0.92642374
455	1.26954841	1.12285942	710	0.49920928	0.97670251
460	1.41504129	1.16009558	715	0.47706906	1.05734767
465	1.27358988	1.28992433	720	0.49569496	0.97809638
470	1.17114743	1.40452011	725	0.61412757	0.95270808
475	1.1917062	1.25896057	730	0.61395185	1.01284349
480	1.17026885	1.15432099	735	0.48638201	1.07905217
485	1.04375329	1.17901235	740	0.42505711	1.0217045
490	1.06185205	1.11260454	745	0.39729397	0.99840701
495	1.10560534	1.13172043	750	0.38288526	0.96903624
500	1.12510982	1.04709279	755	0.53540678	0.97023098
505	1.21050782	1.0342493	760	0.59304164	1.01264436
510	1.01845018	1.02449223	765	0.63538921	1.36608921

515	1.00650149	1.02260056	770	0.56914426	1.0475906
520	0.95308382	1.01841896	775	0.46652609	0.84040223
525	0.8915832	1.01453604	780	0.42839571	0.80197133
530	0.91811632	1.01095181			
535	0.93586364	1.01025488			
540	0.98963275	1.00677021			
545	2.01809875	1.00985663			
550	2.09435952	1.00537634			

10) Calcula el rendimiento de color de las lámparas anteriores teniendo en cuenta sus distribuciones espectrales de potencia relativa y datos intermedios afines. Nota: el índice especial de rendimiento que aplicaremos será $R96_i = 100 - 3.248 * \Delta E_{ab,i}$, siendo $\Delta E_{ab,i}$ la diferencia de color en CIELAB entre el par de colores correspondientes entre la lámpara de ensayo (test) y el iluminante de referencia. Se toma el índice general $R96_a$ como el promedio de 10 pares de colores correspondientes.

Resultados para la lámpara HMI:

Nº Muestra	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE_{ab}
TSC01	-0.76	-5.02	-1.48	
TSC02	2.04	-8.51	3.81	
TSC03	1.22	-6.64	5.56	
TSC04	0.49	-3.29	4.08	
TSC05	-0.25	-0.76	1.95	
TSC06	-2.13	5.86	-1.07	
TSC07	-1.34	6.08	-1.36	
TSC08	-0.81	-0.51	-3.77	
TSC09	-0.56	-3.00	1.52	
TSC10	-0.20	-3.11	1.46	

Resultados para la lámpara Xe:

Nº Muestra	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE_{ab}
TSC01	1.00	2.55	1.70	
TSC02	0.69	0.44	1.21	
TSC03	0.22	0.16	0.71	
TSC04	-0.18	-1.07	-0.05	
TSC05	-0.42	-2.19	-0.56	
TSC06	-0.40	-0.86	-0.68	
TSC07	-0.09	-0.05	0.04	
TSC08	0.70	2.33	1.17	
TSC09	0.34	1.51	0.61	
TSC10	0.29	1.13	0.58	

11) Calcula el índice de simulación diurna de las lámparas anteriores teniendo en cuenta sus distribuciones espectrales de potencia relativa y los datos intermedios afines. (Nota: La lámpara HMI queda fuera de las condiciones colorimétricas para simular el iluminante D65 debido a su temperatura correlacionada de color.)

Metamerismo en VIS para lámpara Xe:

Nº de metámeros	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE_{ab}
Par 1	0.05	0.62	0.14	
Par 2	-0.07	-0.73	0.00	
Par 3	0.06	0.09	0.13	
Par 4	-0.11	-0.54	-0.25	
Par 5	-0.05	0.14	-0.20	

Metamerismo en UV para lámpara Xe:

Nº de metámeros	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE_{ab}
Par 1	-0.30	-1.23	4.22	
Par 2	-0.21	-0.85	2.94	
Par 3	-0.20	-0.73	2.61	