

**2.710 Óptica**

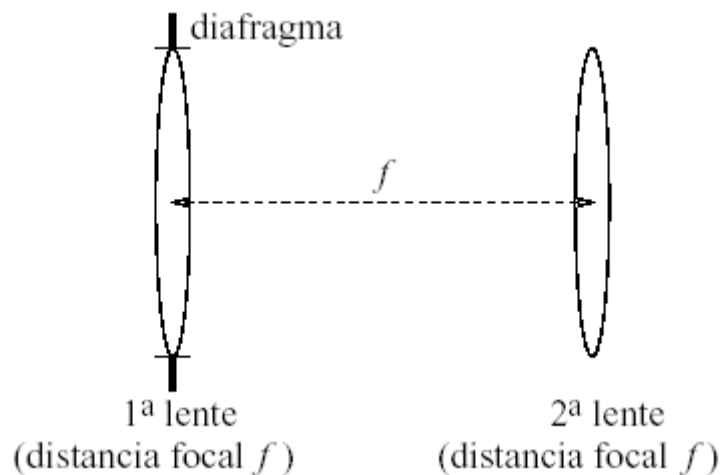
**Otoño 2000**

Boletín de problemas 4

Publicado el 26 de septiembre de 2001

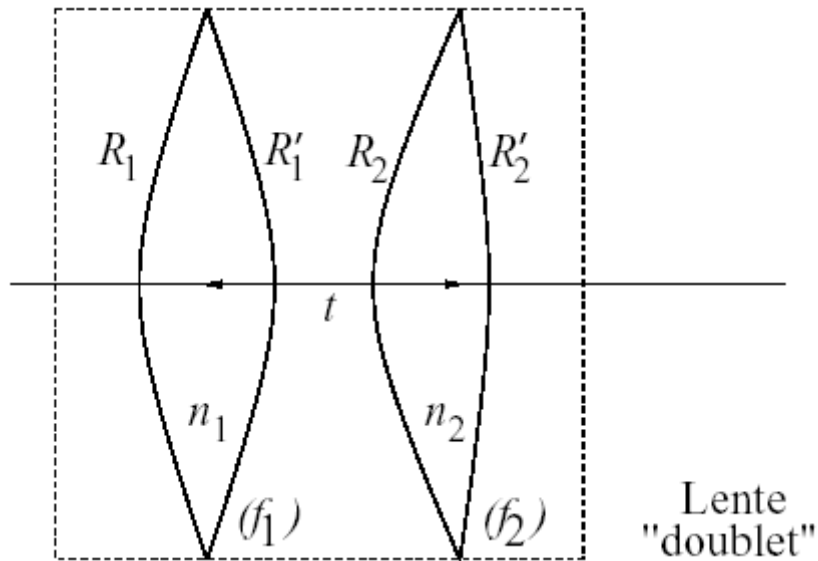
Fecha de entrega, miércoles 3 de octubre de 2001

1. Considere dos lentes delgadas idénticas de distancia focal  $f = 5$  pulgadas separadas por su distancia focal (véase la figura de abajo).



- 1.a) Calcule la distancia focal y la distancia focal posterior de la combinación.
  - 1.b) Suponiendo que el diafragma se encuentra ubicado en la primera lente y que tiene un diámetro de 1 pulgada, y que la segunda lente tiene también 1 pulgada de diámetro, calcule y dibuje la trayectoria de los rayos principal y axial.
  - 1.c) ¿Cuál es el campo visual del sistema?
  - 1.d) ¿Cuál es la  $f/\#$  del sistema?
  - 1.e) ¿De qué modo cambia el funcionamiento del sistema si el diafragma se sitúa a 1 distancia focal de la parte frontal (es decir, a la izquierda) de la primera lente?
2. **Doblete acromático.** Un método generalmente utilizado para reducir la aberración cromática consiste en combinar *dos* elementos ópticos con unos coeficientes de aberración y una potencia óptica tan diferentes que la potencia óptica del elemento compuesto es igual a la potencia deseada y la aberración cromática del elemento compuesto es igual a cero. Estos elementos se denominan “acrómatos” o “dobletes acromáticos”. (Observe que el término “acrómato” como estado de discapacidad, hace referencia más concretamente a personas cuya retina carece de conos y que, por lo tanto, no son capaces de percibir los colores). Considere el acrómato que se muestra más abajo, donde los

elementos individuales son lentes delgadas esféricas separadas por una distancia  $t$ . Lo que pretendemos es minimizar la aberración cromática del acromato entre dos longitudes de onda  $\lambda_a$  y  $\lambda_b$  de interés.



- 2.a) Llamemos  $V_j$  ( $j = 1, 2$ ) al número Abbe  $V$  para el elemento  $j$ -th, y  $f_j$  a la distancia focal correspondiente. Demuestre que la dispersión cromática en la potencia óptica del elemento  $j$ -th es:

$$\Delta \left( \frac{1}{f_j} \right) = \frac{1}{V_j f_j}$$

- 2.b) Obtenga el espesor  $t$  requerido para eliminar la aberración cromática del elemento compuesto en términos de  $V_j$  y  $f_j$  ( $j = 1, 2$ ). ¿Cuál es por tanto la potencia óptica  $\phi$  del compuesto (es decir, del doblete)? ¿Cuáles son  $t$  y  $\phi$  si las lentes son idénticas?
- 2.c) Los dobletes prácticos están a menudo cementados (es decir, "pegados") para minimizar la posibilidad de que se produzcan desalineaciones u otros tipos de inestabilidades. Por tanto,  $t = 0$  y  $R'_1 = R_2$ . Determine la condición que  $V_j, f_j$  ( $j = 1, 2$ ) debe cumplir para eliminar la aberración cromática en este caso. ¿Cuál es por tanto la potencia óptica  $\phi$  del compuesto?
- 2.d) Diseñe un doblete acromático cementado para  $\phi = 10D$ . (Debería seleccionar los materiales y las curvaturas adecuados para los componentes de cada lente por separado).
- 2.e) Determine la distancia focal del doblete que ha diseñado para todas las longitudes de onda entre  $\lambda_a = 0.2\mu\text{m}$  y  $\lambda_b = 0.7\mu\text{m}$ , y especifique la aberración cromática máxima dentro de este rango, así como la longitud o longitudes de onda para las que tiene lugar.