

Enunciado oficioso, no se tiene el original

Obtenido de <http://docentesconeducacion.es/viewtopic.php?f=92&t=4181&p=19126#p19126>

En marzo 2018 me indican que es de 1998, en 2000 Madrid no convocó oposiciones.

X1.- Detrás de una lente delgada, convergente de 5 dioptrías, hay una lámina de caras paralelas normal al eje de la lente. En estas condiciones la imagen de un objeto situado a 50 cm delante de la lente se forma a 36 cm detrás de la misma. Sabiendo que el índice de refracción de la lámina es 3/2:

- Calcula el espesor de la lámina
- Dibujar un esquema de la marcha de los rayos.

Referencias

Universidad de Valladolid, Departamento de Física de la Materia Condensada, Cristalografía y Mineralogía, Problema 33 de http://www4.uva.es/goya/Intranet/Pages/SelProblema.asp?p_Tema=18&p_Cuestion=0

Resolución problema 33: http://www4.uva.es/goya/Intranet/Pages/Resolucion.asp?p_Problema=489

Cierta similitud con 2015 Madrid 2 en lo relativo al dioptrio plano

a) Se trata de un sistema formado por varios elementos ópticos, se utiliza superposición, utilizando la imagen obtenida como resultado del uno como objeto del segundo modificando las referencias según sea necesario.

Planteamos primero la lente; según convenio DIN 1335 la posición del objeto es negativo y la lente convergente tiene potencia positiva,

Si asumimos aproximación paraxial, utilizamos la ecuación de lentes

$$\frac{1}{s_1'} - \frac{1}{s_1} = \frac{1}{f'} = P \Rightarrow \frac{1}{s_1'} - \frac{1}{-0,5} = 5 \Rightarrow s_1' = \frac{1}{3} \text{ m} \approx 0,33 \text{ m}$$

La lámina de caras paralelas se suele tratar en óptica física con leyes de Snell usando ángulos, no en óptica geométrica usando posiciones, así que puede surgir la duda de cómo tratarla si desconocemos el tamaño del objeto y no tenemos ángulos. La clave es tener presente que una lámina de caras paralelas se puede tratar a su vez como la superposición de dos dioptros planos.

En los dioptros planos la invariante de Abbe se transforma en $\frac{s'}{s} = \frac{n'}{n}$

Asumimos la lámina está junto a la lente.

Planteamos primero la transición aire \rightarrow lámina, por lo que modificamos lo necesario referencias para cumplir con convenio DIN 1335 de que los rayos vaya de izquierda a derecha (no implica necesariamente que la posición del objeto sea negativa). Al coincidir orígenes tenemos $s_2 = 1/3$ m, siendo $n=1$ (aire, tratamos el exterior de la lente) y $n'=3/2$

$$s_2' = \frac{n'}{n} s_2 \Rightarrow s_2' = \frac{3/2}{1} \frac{1}{3} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ m}$$

Validación (comentado en 2015 Madrid 2); la imagen se forma más a la derecha, pero la imagen aparente está más cerca de la superficie de separación.

Planteamos ahora la transición lámina \rightarrow aire del otro borde de la lámina, cuyo grosor desconocemos, y llamamos d . Modificando lo necesario referencias para cumplir con convenio DIN 1335 de que los rayos vaya de izquierda a derecha (no implica necesariamente que la posición del objeto sea negativa), tenemos $s_3 = s_2' - d$ (validamos expresión: si $d=0,5$ m $s_3=0$ m, si $d=0$ $s_3=s_2'$, si $d=0,25$ m $s_3=-0,25$ m y si $d=0,75$ m $s_3=0,25$ m), siendo $n=3/2$ y $n'=1$.

También tenemos que plantear que la posición es relativa a la nueva referencia, por lo que el dato de

que la imagen final se forma a 36 cm de la lente original hay que tomarlo como $s_3' = 0,36 - d$
 >Asumimos que lámina tiene un grosor inferior a 0,5 m; si el grosor de la lámina fuese mayor que la posición de la imagen, puede surgir la duda de si tiene sentido plantear la lámina o sería simplemente un único dioptrio plano al quedar la imagen final dentro, habría que salir de dudas con el trazado de rayos.

$$s_3' = \frac{n'}{n} s_3 \Rightarrow \frac{36}{100} - d = \frac{1}{3/2} \left(\frac{1}{2} - d \right)$$

$$\left(-1 + \frac{2}{3} \right) d = \frac{1}{3} - \frac{9}{25} \Rightarrow d = \frac{-2}{75} \cdot \left(\frac{3}{-1} \right) = 0,08 \text{ m}$$

b) Realizamos el trazado indicando las tres imágenes. El tamaño del objeto es arbitrario, escala vertical y horizontal no coinciden, se asume aproximación paraxial y el objeto sería pequeño.

Validamos aumento: de la lente $A = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{1/3}{-1/2} = \frac{-2}{3}$ Para el dioptrio plano el aumento es 1

