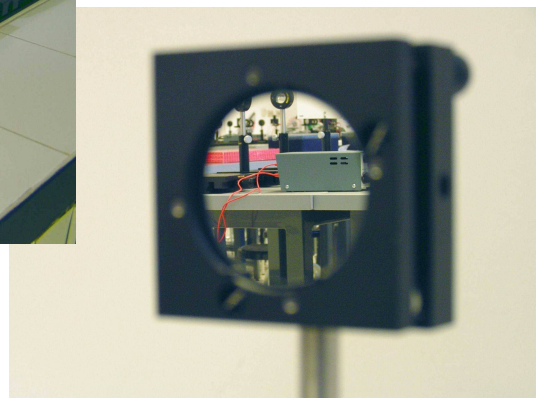
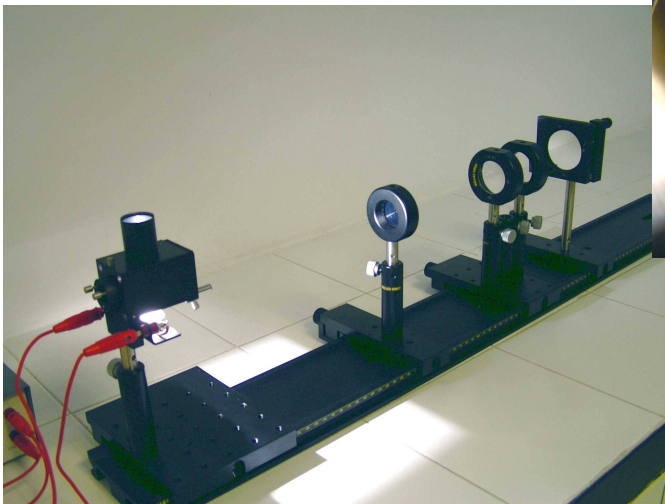


PRÀCTICA 8

CÀLCUL DELS ELEMENTS CARDINALS D'UN SISTEMA ÒPTIC



1. MATERIAL

Banc òptic, font d'il·luminació, suports, objecte, lent divergent de distància focal imatge -20 cm, lent convergent, espill pla.

2. OBJECTIU

En esta pràctica calcularem els elements cardinals d'un sistema òptic format per dues lents, una divergent (L_1) i una altra convergent (L_2), separades una determinada distància (e) que també haurem d'obtindre. A partir de la mesura de les posicions dels focus objecte i imatge del sistema i coneixent les potències de les lents que el formen es pot obtindre el valor de e i a continuació, calcular la potència del sistema així com la posició dels seus plans principals.

3. INTRODUCCIÓ TEÒRICA

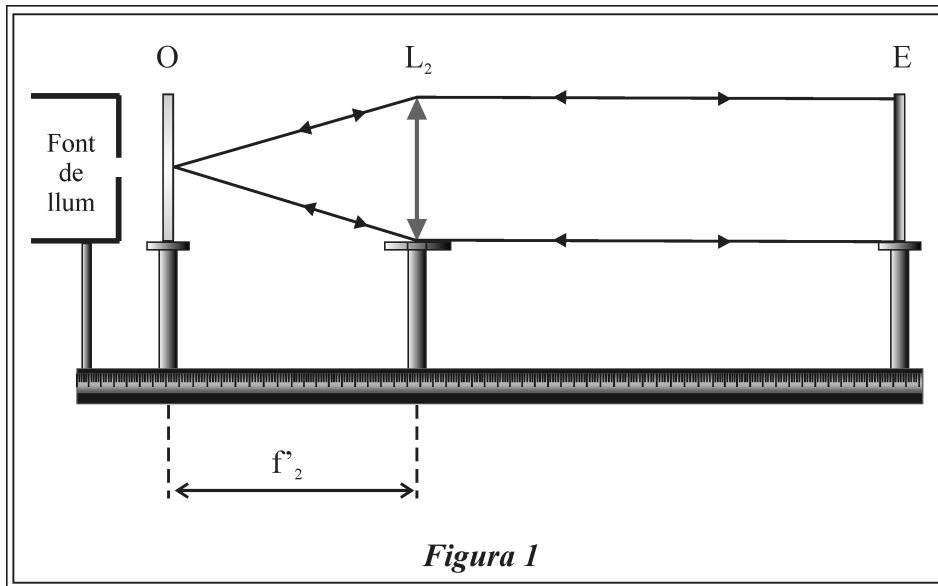
Quan es tenen dos sistemes òptics, caracteritzats pels seus elements cardinals, pot obtindre's un sistema òptic equivalent a partir de l'acoblament d'aquells sistemes. Les expressions que ens proporcionen la potència i la posició dels plans principals del sistema complet, si este es troba submergit en aire, són les següents:

$$P = P_1 + P_2 - eP_1P_2$$
$$H_1H = \frac{ef'_1}{f'_1 + f'_2 - e} \qquad H'_2H' = \frac{-ef'_2}{f'_1 + f'_2 - e}$$

on P_1 , P_2 , f'_1 i f'_2 són les potències i les distàncies focals imatge dels sistemes que s'adapten i e la distància d'adaptament, H'_1H_2 . Noteu que per al càlcul d'estes expressions només necessitem els valors de f'_1 , f'_2 i de e .

4. MÈTODE

Abans d'abordar la mesura de les focals del sistema, es mesurarà la focal de la lent positiva pel mètode d'autocol·limació, per a la qual cosa cal la ajuda d'un espill pla. Per a això col·locarem sobre el banc òptic la font d'il·luminació, un objecte, la lent convergent (L_2) i a continuació l'espill pla E tal i com mostra la figura 1.



Mourem la lent fins que la imatge produïda pels rajos reflectits en l'espill siga nítida i es forme junt amb l'objecte invertida i del seu mateix tamany.. En este cas, els rajos procedents de O arriben a la lent i emergixen d'ella paral·lels, reflectint-se en l'espill en la mateixa direcció i sentit contrari i reunint-se finalment en una imatge de la mateixa grandària junt amb l'objecte. En estes condicions, la distància de l'objecte a la lent positiva és la distància focal f'_2 que busquem. El mètode d'autocol·limació només funciona per a focus reals. Per tant, per a la lent negativa, com que no podem obtenir el valor de la focal per este mètode prendrem el valor marcat en la muntura de la lent amb un error del 2%.

Una vegada conegudes les focals de les dues lents, les col·locarem sobre el suport de tal forma que, ambdós estiguen el més allunyades possible i abordarem el càlcul de la distància de separació, e , entre elles. Per a això mesurarem la posició dels focus F i F' del sistema. Com que ambdós punts son reals utilitzarem novament el mètode d'autocol·limació, tal com mostra la figura 2.

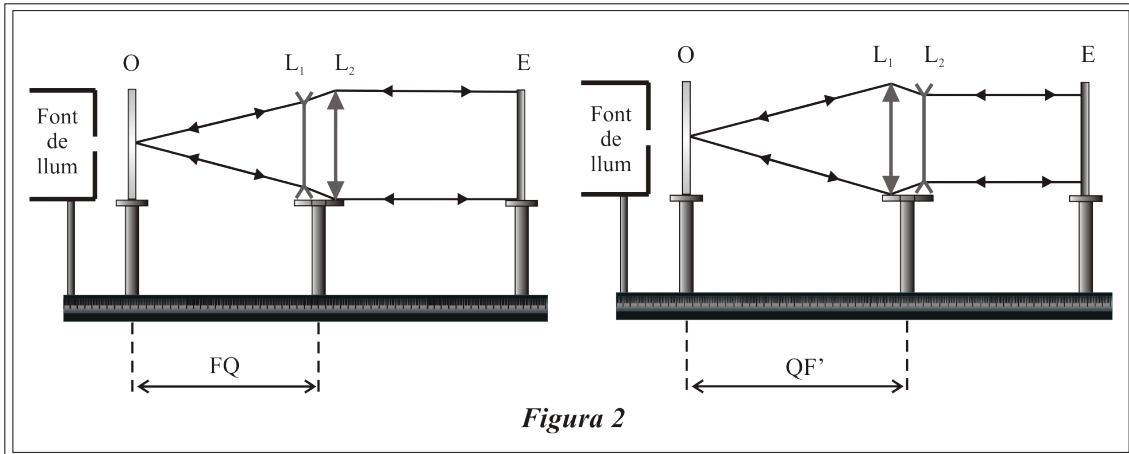


Figura 2

Tal i com està configurat el suport de les lents, no és possible mesurar la distància dels plans focals a cada una de les lents, i haurem de referenciar les mesures en esta part de la pràctica a un punt mitjà Q equidistant de les dos lents (figura 3). Així, podem escriure les igualtats següents:

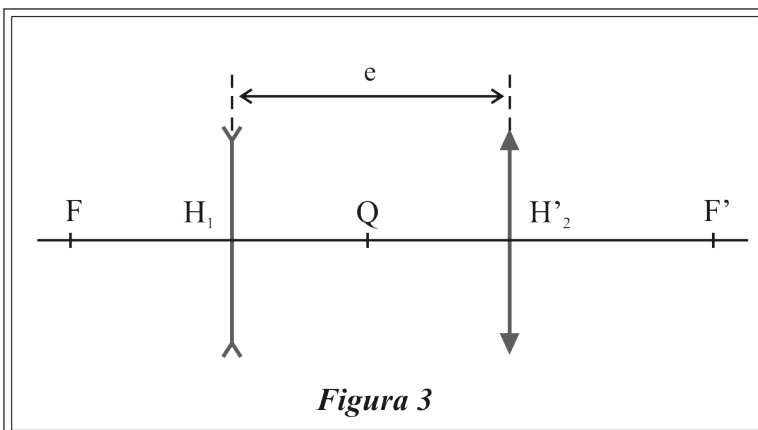


Figura 3

$$x = FQ = FH_1 + H_1Q$$

$$y = QF' = QH'_2 + H'_2F'$$

$$H_1Q = QH'_2 = \frac{e}{2}$$

Tenint en compte les expressions d'acoblament de sistemes:

$$x = -\frac{f'_1(e - f'_2)}{f'_1 + f'_2 - e} + \frac{e}{2}$$

$$y = \frac{e}{2} + \frac{f'_2(f'_1 - e)}{f'_1 + f'_2 - e}$$

Anomenant z a la diferència $(y-x)$ i operant, s'arriba a la següent expressió per al càlcul de la separació de les dues lents:

$$e = \frac{z(f'_1 + f'_2)}{f'_1 - f'_2 + z}$$

Una vegada coneguda esta distància i seguint les formules introduïdes a la secció 3 és possible calcular la potència total del sistema i la posició dels plans principals objecte i imatge del mateix, així com realitzar un esquema del sistema situant-hi correctament els elements cardinals.

Si es desitgen comprovar els resultats, es pot utilitzar el full de càlcul *Cardinals*.