

INSTALACIÓN DEL PROGRAMA JOptics

Enlace web del programa: <http://www.ub.edu/javaoptics/>

Para utilizar este programa desde el propio ordenador es necesario tener instalado Java Web Start.

PASO1. Comprobar las versiones de Java instaladas en el ordenador y los requisitos técnicos:

<https://java.com/es/download/uninstalltool.jsp>

<http://www.ub.edu/javaoptics/requisitos/requisitosEs.html>

→Para descargar e instalar el software de Java Web Start:

<https://java.com/es/download/manual.jsp>

(Tras la instalación aparecerá en el escritorio el siguiente mensaje: “Java se ha instalado correctamente”.)

PASO 2: Instalar el programa JOptics.

-Pinchar en: “3. [Descargar Launcher](#)”

-Hacer clic en la siguiente imagen:

Descargar todas las simulaciones haciendo servir OSP Launcher

Hacer clic en la imagen para descargar el archivo `ub_optics.jar` y escoger la opción 'Guardar'. El archivo se ejecuta como un programa normal, haciendo doble clic sobre el icono.



Grupo de Innovación Docente en Óptica Física y Fotónica.
Los contenidos de esta página están bajo una
Licencia Creative Commons y Universitat de Barcelona.
DOI: 10.1344/401.0000000050

-Para comenzar a usar el programa ejecutar el archivo: `ub_optics`

-Para mayor comodidad se puede crear un acceso directo al archivo desde el escritorio.

-El programa viene en tres idiomas: Inglés, Catalán (ca), y Español (es).

-Haciendo DOBLE CLIC EN TRAZADO DE RAYOS aparecerá la pantalla para comenzar a realizar simulaciones de trazado de rayos.

PRÁCTICA DE TRAZADO DE RAYOS

El objetivo de esta práctica es visualizar e interpretar el trazado de rayos paraxial y exacto a través de diferentes sistemas ópticos. Asimismo, se podrá observar la localización de los elementos cardinales de dichos sistemas y diferentes aberraciones ópticas.

Durante la primera sesión práctica se visualizarán conceptos teóricos mediante el manejo del programa. Durante la segunda parte de la práctica se simulará el trazado de rayos de diferentes instrumentos ópticos. Esta metodología permitirá la comprobación de los conocimientos adquiridos en teoría, así como su aplicación a la simulación de instrumentos ópticos reales.

1ª Sesión: Estudio de los parámetros y funcionamiento de las lentes

En esta primera parte de la práctica se simulará el funcionamiento óptico de una lente convergente y de una lente divergente.

Las lentes se pueden dividir en dos grandes grupos (lentes convergentes o positivas y lentes divergentes o negativas). Se habla de lentes convergentes o positivas si su distancia focal imagen (distancia desde H' hasta F') es de signo positivo, F' se encuentra después de la lente. Por otro lado, se habla de lentes divergentes o negativas si su distancia focal imagen (distancia desde H' hasta F') es de signo negativo, F' se sitúa antes de la lente.

Lentes convergentes

Seleccionar la pestaña de "Sistemas de focal corta" y crear un sistema óptico paraxial pinchando en la opción "Anteproyecto" del menú principal, que corresponde a un trazado de rayos paraxial. A continuación, colocar los siguientes elementos:

- Elemento 1: Lente de potencia +20.0 D ($f' = 50.0$ mm) en la posición 150.0 mm*
*(la posición 0 corresponde a la parte izquierda de la pantalla).
- Objeto 1: Desplazar la barra de desplazamiento hasta que aparezca el objeto en infinito.

De este modo, queda diseñado un sistema óptico formado por una lente de focal 50 mm situada en la posición 150.0 mm con un punto objeto situado en infinito.

CUESTIONES:

1) ¿A qué distancia de la lente focalizan los rayos que provienen del punto objeto situado en infinito?

2) Visualizar la pupila de entrada, la pupila de salida y el diafragma de apertura del sistema óptico. Pinchar en la pestaña elementos cardinales y comprobar dónde está situado el plano focal objeto y el plano focal imagen del sistema, así como sus planos principales.

3) Colocar ahora el objeto en la posición 50.0 mm, manteniendo la potencia de la lente. ¿A qué distancia de la lente focalizan los rayos que provienen del punto objeto? Visualizar los elementos cardinales del sistema.

4) Colocar un diafragma en la posición donde se forma la imagen del Objeto 1 del apartado anterior. Hacer clic en el número 2 para añadir un segundo elemento al sistema. Seleccionar el diámetro más pequeño posible de diafragma sin limitar la cantidad de luz que sale del objeto y llega a la imagen *(pone "focal" pero se refiere al diámetro del diafragma colocado).

5) Ahora desplazar la posición del objeto (Objeto 1) hasta situarlo en F, manteniendo la potencia de la lente y el tamaño del diafragma. ¿Quién actúa en este caso como diafragma de apertura del sistema, pupila de entrada y pupila de salida?

6) Mover el diafragma a la derecha y abrirlo al máximo. Mover la lente hasta la posición 250.0 mm. Colocar el objeto alejado, pero no en infinito. Selecciona un objeto fuera de eje, por ejemplo, un semicampo de 3.5 grados para ver el tamaño y orientación de la imagen formada a través de la lente (Objeto 1/ Semicampo).

- Colocar el objeto un poco antes del punto F y comprobar las características de la imagen.
- Cambiar la posición del objeto a una distancia menor que la distancia focal objeto, volver a comprobar las características de la imagen. Apretar la opción ver imagen virtual.
- Trabajar de nuevo con un semicampo de 0 grados y seleccionar el botón objeto 1 para cambiar a objeto virtual (activar el botón “ver objeto virtual”), desplazar la posición del objeto para ver cómo se forma la imagen.

Lentes divergentes (-)

Seleccionar la pestaña de “Sistemas de focal corta” y crear un sistema óptico paraxial pinchando en la opción “Anteproyecto” del menú principal, que corresponde a un trazado de rayos paraxial. A continuación, colocar los siguientes elementos:

- Elemento 1: Lente de potencia -20.0 D ($f' = 50.0$ mm) en la posición 300.0 mm.
- Objeto 1: Desplazar la barra de desplazamiento hasta que aparezca el objeto en infinito.

Dado que en el caso de lentes divergentes el foco imagen es virtual, es necesario seleccionar la opción “Ver imagen virtual”.

- 1) Modificar ahora la potencia de la lente negativa (-55.9 D, -28.0 D, -7.5D) y observar la trayectoria de los rayos para cada valor de potencia dado.
- 2) Aproxima el objeto real a la lente inicial de -20.0 D con un semicampo de 3.7°, observa cómo se forma la imagen. ¿La imagen es derecha o invertida? ¿La imagen está aumentada o disminuida con respecto al tamaño del objeto? ¿Se puede situar el objeto en el foco objeto?
- 3) A continuación, vamos a hacer la simulación con un objeto virtual y semicampo 0° (Objeto 1/virtual). Desactiva “ver imagen virtual” y activa “ver objeto virtual”. Desplaza el objeto virtual hasta situarlo en el foco objeto. ¿Qué sucede cuando el objeto virtual se sitúa en infinito?
- 4) Visualizar los elementos cardinales de este sistema.

CUESTIONES PROPUESTAS:

LENTE CONVERGENTE:

1. Comprobar con una lente convergente y objeto en infinito (semicampo 3.5 grados) que el tamaño de la imagen aumenta al aumentar la distancia focal de la lente. Representarlo para tres focales distintas.

2. Utilizando una lente positiva, diseña un sistema óptico que funcione como proyector y otro que funcione como lupa, en ambos casos objeto real, ¿dónde se ha de colocar el objeto con respecto al punto focal objeto de la lente en cada caso?

LENTE DIVERGENTE:

3. Comprobar con una lente divergente que para todas las posiciones de objeto real (semicampo 3.5°) la imagen es de menor tamaño, mientras que cuando el objeto es virtual el tamaño de la imagen aumenta. Representarlo para dos posiciones cuales quiera del objeto real y dos posiciones del objeto virtual ($s < f$ y $s > f$) ¿Las imágenes son derechas o invertidas?

Aberraciones ópticas

○ **ABERRACIÓN ESFÉRICA**

En esta parte de la práctica se utilizará la parte del **programa de focal corta** ya que permite un mayor desplazamiento alrededor del punto donde se forma la imagen paraxial y se visualiza mejor la aberración.

En primer lugar, se realiza el siguiente anteproyecto:

- Objeto en infinito y lente positiva de +10 D en la posición 400.0 mm.

En segundo lugar, se selecciona Menú Principal/Cálculo exacto/Lente 1 y modifica los radios de curvatura de la lente para ver cómo afecta la modificación del factor de forma (q) en la calidad de la imagen.

$$q = \frac{r_2 + r_1}{r_2 - r_1}$$

Observar la imagen formada en los recuadros negros que aparecen abajo a la derecha seleccionando "Imagen".

CUESTIONES PROPUESTAS:

- 4. Calcular el factor de forma que minimiza la aberración esférica teórica y experimentalmente para $n=1,5$ y comprobar que el factor de forma que corresponde a los radios extremos para esta posición del objeto genera mayor aberración.**
- 5. ¿Se mantiene la misma aberración esférica al modificar la posición del objeto, por ejemplo, al situar el objeto a dos veces la focal ($2f$)? ¿Cuál será el q mínimo experimental en este caso? Modificar la posición de la lente a 200mm para visualizar mejor la imagen.**

○ **COMA**

La aberración de coma es causada porque los rayos oblicuos (no paralelos al eje óptico), no intersectan con el eje oblicuo en el mismo punto de la imagen y por tanto, el aumento lateral no es constante.

Realizar el siguiente anteproyecto en la **pestaña de focal larga** para observar la aberración comática:

- Elemento 1: Lente de potencia +1.1 D ($f' = 909.0$ mm) en la posición 451.0 mm.
- Objeto 1: Infinito. Semicampo de 1.3 grados.

Introducir los siguientes radios de curvatura de la lente: $r_1 = -113.2 \text{ mm}$; $r_2 = -93.7 \text{ mm}$. Busca la imagen que se forma a -46.0 mm desde el plano paraxial. (Escala 10.0 mm).

CUESTIÓN PROPUESTA:

6. Calcular el factor de forma que anula esta aberración teórica y experimentalmente. Comprueba que al cambiar la posición de la imagen a 0 mm el factor de forma experimental es único.

2ª Sesión: Diseño y estudio de instrumentos ópticos

Anteojo

Realizar el siguiente anteproyecto en la pestaña de focal corta:

- Elemento 1: Lente de potencia $+5.0 \text{ D}$ ($f' = 200.0 \text{ mm}$) en la posición 100.0 mm .
 - Elemento 2: Diafragma de 14.7 mm de diámetro en la posición 300.0 mm .
 - Elemento 3: Lente de potencia $+20.0 \text{ D}$ ($f' = 50.0 \text{ mm}$) en la posición 350.0 mm . (Separada de la primera lente 250 mm)
 - Objeto 1: Infinito. Semicampo de 2 grados.
- 1) Visualizar los elementos cardinales de sistema* y las pupilas de entrada y salida del sistema. Observa la orientación de la imagen final. *(Las líneas azules permiten determinar H y las verdes H').
Observa que la situación óptima en la que no exista viñeteado implica la colocación de un diafragma en la imagen intermedia.
 - 2) Construir un anteojo terrestre con sistema inversor simple, $f'_1 = 100 \text{ mm}$; $f'_2 = f'_{s1} = 50 \text{ mm}$. Posición de la lente 1: 50 mm .
 - 3) Construir un anteojo con sistema inversor doble $f'_A = f'_B = 50 \text{ mm}$
 - 4) Construir un anteojo de Galileo utilizando una lente de -20.0 D .
 - 5) Compara los elementos cardinales y las pupilas de entrada y salida de este sistema óptico con los de los sistemas anteriores. Observa la orientación de la imagen final en este caso.

CUESTIONES PROPUESTAS:

7. Construir un anteojo con sistema inversor doble $f'_A = f'_B = 50 \text{ mm}$
8. Construir un anteojo de Galileo utilizando una lente de -20.0 D .
9. Compara los elementos cardinales y las pupilas de entrada y salida de este sistema óptico con los de los sistemas anteriores. Observa la orientación de la imagen final en este caso.
10. Calcula el aumento visual de los anteojos contruidos empleando las distancias focales y los diámetros de las pupilas de entrada y salida. ¿Cuál es la orientación de la imagen respecto al objeto?

Microscopio

Realizar el siguiente anteproyecto en la pestaña de focal larga:

- Elemento 1: Lente objetivo de potencia +12.1 D ($f' = 82.6$ mm) en la posición 146.0 mm.
- Elemento 2: Diafragma.
- Elemento 3: Lente ocular de potencia +6.8 D ($f' = 147.0$ mm) en la posición 748.0 mm. (Distancia de separación entre lentes mayor que la suma de sus respectivas distancias focales).
- Objeto 1: Posición 45.0 mm. Semicampo de 2.5 grados. Objeto real.

CUESTIONES PROPUESTAS:

11. Visualizar y comentar los elementos cardinales del microscopio. ¿Por qué se considera un sistema convergente?
12. Observar con la ayuda de un diafragma el tamaño y la orientación de la imagen intermedia.

Teleobjetivo

Un teleobjetivo es un objetivo con una distancia focal mucho mayor que la distancia focal de los objetivos comúnmente utilizados. Construir el siguiente teleobjetivo colocando el objeto en infinito:

Lente (+)		Lente (-)		
Potencia (D)	Posición (mm)	Potencia (D)	Posición (mm)	H'F' (mm)
+10	111	-49.8	200	

CUESTIONES PROPUESTAS:

13. Calcula la distancia focal del teleobjetivo propuesto
14. Construye un teleobjetivo invertido utilizando una lente positiva de 15D y otra negativa de -50D (Utiliza sistemas de focal corta). Determina su distancia focal. Para estimar las posiciones de H' y F' puedes ayudarte de diafragmas.

Objetivo de focal variable, ZOOM

Un objetivo de distancia focal variable es un sistema óptico que puede cambiar el valor de la distancia focal total del sistema modificando la posición de uno o varios elementos ópticos.

Diseña los siguientes objetivos de focal variable utilizando las siguientes lentes y la siguiente separación entre lentes. El plano focal imagen F' se situará, en todos los casos, cerca del sensor fotográfico aproximadamente situado en la posición 370 mm. Utiliza un sistema de focal corta. Calcula las posiciones de las lentes y la distancia focal del sistema óptico completo ($H'F'$).

	Lente 1 (-)		Lente 2 (+)			
Objeto	Potencia (D)	Posición (mm)	Potencia (D)	Posición (mm)	Separación (mm)	$H'F'$ (mm)
Infinito	-16.6		+20.0		22.1	
	-16.6		+20.0		45.0	
	-16.6		+20.0		110,0	

CUESTIÓN PROPUESTA:

15. Representa los diferentes esquemas ópticos comparando los elementos cardinales de dichos sistemas y la posición del plano focal imagen con respecto al resto de elementos. ¿Qué sucede con la cantidad de luz que llega a la imagen final?