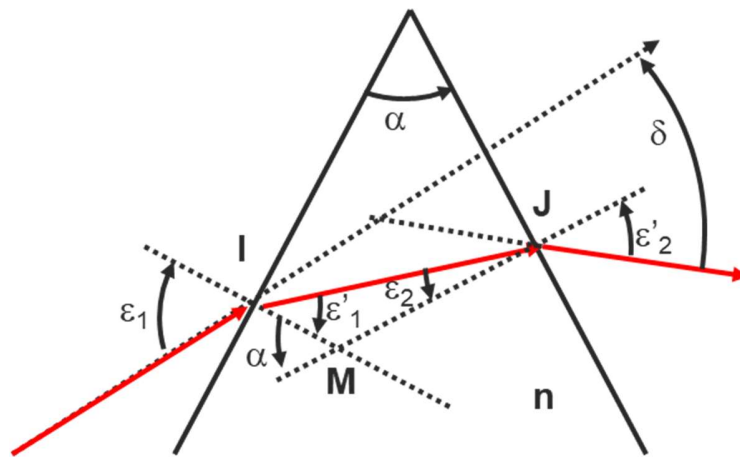


# PRISMAS



Juan Campos Coloma [juan.campos@uab.es](mailto:juan.campos@uab.es)

Ángel Lizana Tutusaus [angel.lizana@uab.cat](mailto:angel.lizana@uab.cat)

Bellaterra, 29/06/2022

# 1 CONTENIDO

---

2	Prisma triangular	3
2.1	Ángulo de desviación mínima	3
2.2	Ángulos pequeños	3
2.3	Dispersión cromática	4
3	Pentaprisma	5
4	Prisma rectangular con caras paralelas	6
5	Interfaz con el usuario	7
5.1	Prisma rectangular	8
5.2	Prisma triangular isósceles	8
5.3	Pentaprisma	8
5.4	Trazado de rayos	8
5.5	Giro del prisma	9
5.6	Visualización del corte de los rayos con un plano	9
6	Ejercicios	10
6.1	Prisma rectangular	10
6.2	Pentaprisma	11
6.3	Prisma triangular con ángulo muy pequeño	12
6.4	Prisma triangular. Ángulo de desviación mínima	12
6.5	Prisma triangular. Dispersión cromática	13

## 2 PRISMA TRIANGULAR

En esta Applet vamos a simular el funcionamiento de diferentes prismas, con algunos casos especiales

### 2.1 ÁNGULO DE DESVIACIÓN MÍNIMA

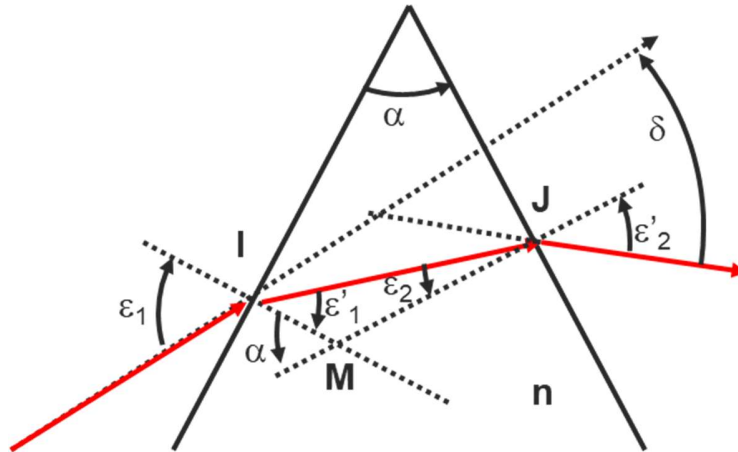


Figura 2-1. Prisma triangular. Ángulo de desviación

Para el ángulo de desviación mínima se tiene una trayectoria simétrica con  $\varepsilon'_1 = \alpha/2$ ;  $\delta_m = 2\varepsilon_1 - \alpha$

$$|\varepsilon_1| = |\varepsilon'_2| \Rightarrow |\varepsilon'_1| = |\varepsilon_2|$$

Midiendo el ángulo de desviación mínima y "α" se puede obtener el índice del prisma

$$n = \frac{\sin((\delta_m + \alpha)/2)}{\sin(\alpha/2)} \quad (1.1)$$

### 2.2 ÁNGULOS PEQUEÑOS

En el caso de que el ángulo del prisma, así como los ángulos de incidencia, sean muy pequeños, se tiene que el ángulo de desviación viene dado por

$$\delta = (n-1)\alpha \quad (1.2)$$

Si se tiene una fuente puntual a una distancia x del prisma, éste forma una imagen en el mismo plano de la fuente puntual a una altura d dada por

$$d = x(n-1)\alpha \quad (1.3)$$

### 2.3 DISPERSIÓN CROMÁTICA

El ángulo de desviación se puede calcular como

$$\varepsilon_2 = \varepsilon'_1 - \alpha$$

$$\left. \begin{array}{l} \sin \varepsilon_1 = n \sin \varepsilon'_1 \\ n \sin \varepsilon_2 = \sin \varepsilon'_2 \end{array} \right\}$$

$$\delta = (\varepsilon_1 - \varepsilon'_1) + (\varepsilon_2 - \varepsilon'_2) = \varepsilon_1 - \varepsilon'_2 - \alpha$$

Como el índice de refracción depende de la longitud de onda, el ángulo de desviación también, así que, si se incide con luz policromática, se tendrá a la salida una dispersión cromática

### 3 PENTAPRISMA

Es un prisma que desvía la dirección de entrada  $90^\circ$ . La cara de entrada y de salida forman un ángulo de  $90^\circ$ , y los otros  $\alpha = 180^\circ - 67.5^\circ = 112.5^\circ$ . El ángulo  $\theta = 22.5^\circ$ . Independientemente del ángulo de entrada, el rayo a la salida forma  $90^\circ$  con el de entrada.

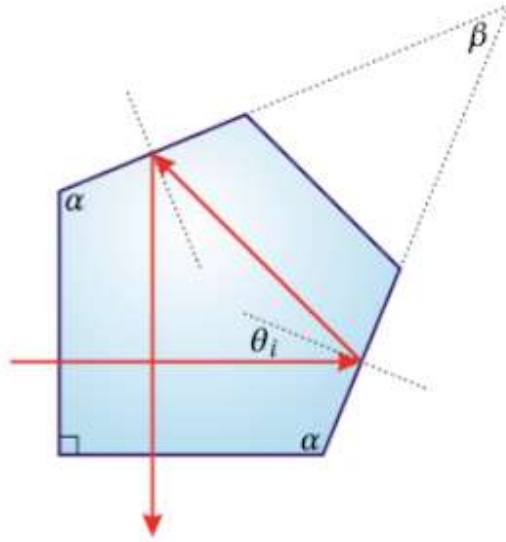


Figura 3-1. Ángulos de un pentaprisma

## 4 PRISMA RECTANGULAR CON CARAS PARALELAS

---

Si tenemos una fuente puntual a una distancia  $x$  de la cara de entrada, dentro de la aproximación paraxial, la imagen final se encuentra a una distancia  $x'_2 = x - d/n$ , donde  $d$  es la distancia entre las caras y  $n$  el índice de refracción del prisma

## 5 INTERFAZ CON EL USUARIO

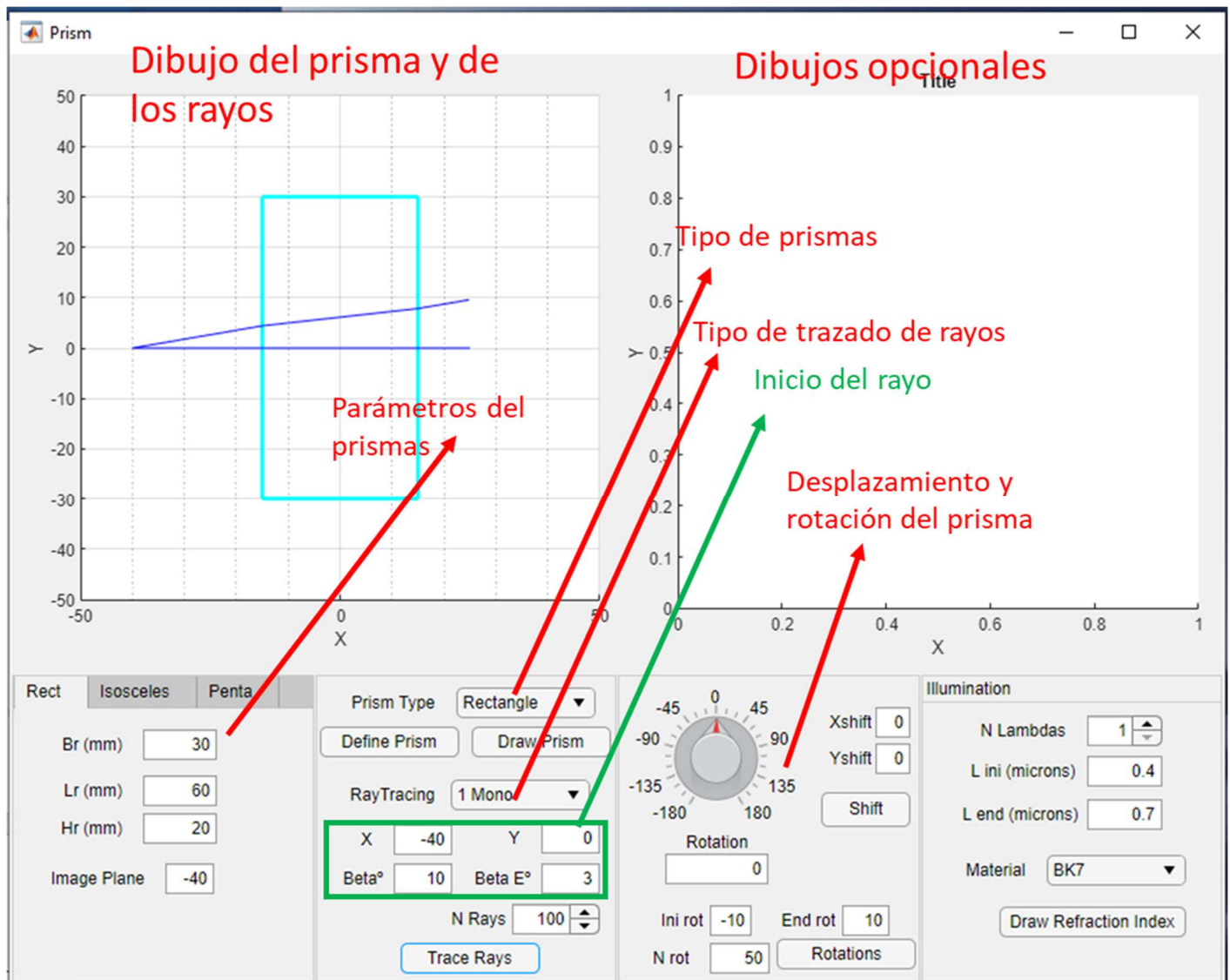


Figura 5-1. Pantalla inicial del programa

La pantalla inicial del programa se muestra en la Figura 5-1. En primer lugar, hay que seleccionar el tipo de prisma con el que se va a trabajar: Rectángulo, triángulo isósceles, Pentaprisma. A continuación se introducen las dimensiones del mismo y después se ha de pulsar el botón "Define Prism". Si se quiere dibujar hay que pulsar el botón "Draw Prism".

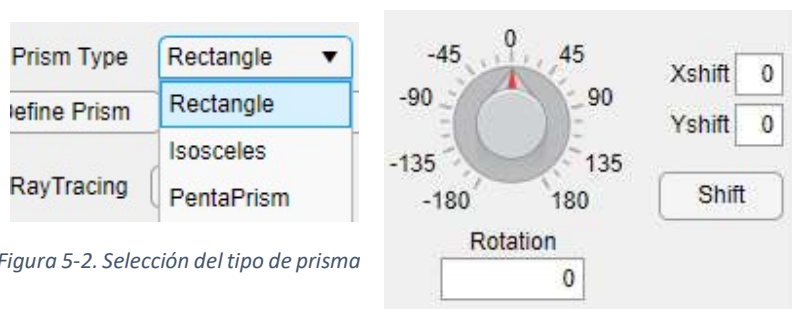
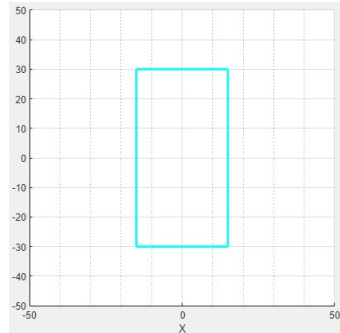


Figura 5-2. Selección del tipo de prisma

El prisma se puede rotar y desplazar.

## 5.1 PRISMA RECTANGULAR

Rect	Isosceles	Penta
Br (mm)	<input type="text" value="30"/>	
Lr (mm)	<input type="text" value="60"/>	
Hr (mm)	<input type="text" value="20"/>	

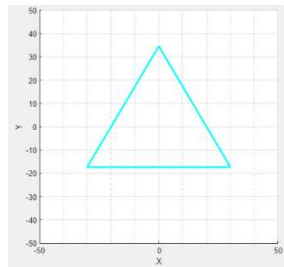


Las dimensiones del prisma rectangular son:

- Br: longitud de la base del prisma
- Lr: Altura del prisma
- Hr: no se utiliza en la versión actual del prisma, que es bidimensional

## 5.2 PRISMA TRIANGULAR ISÓSCELES

Rect	Isosceles	Penta
Alfa (deg)	<input type="text" value="60"/>	
Li (mm)	<input type="text" value="60"/>	
Hi (mm)	<input type="text" value="20"/>	



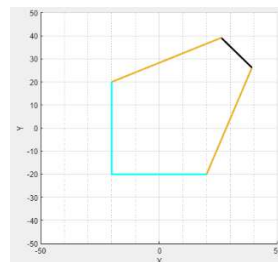
Se define dando:

- Alfa: ángulo del vértice superior del prisma
- Li: Longitud de las dos caras laterales del prisma
- Hi: No se utiliza

## 5.3 PENTAPRISMA

En este caso, el prisma tiene 5 caras. Una de entrada y otra de salida pintadas en azul. Dos espejadas, y una difusora (en principio los rayos no deberían llegar allí) dibujada en negro

Rect	Isosceles	Penta
Ap (mm)	<input type="text" value="40"/>	
Bp (mm)	<input type="text" value="50"/>	
Hp (mm)	<input type="text" value="20"/>	



los ángulos entre las caras están fijados. Las dimensiones que se dan son:

- Ap: longitud de las caras de entrada y salida
- Bp: longitud de las caras espejadas
- Hp: No se utiliza

N Lambda	BK7
L ini (micr)	FusedSilica
L end (micr)	Zerodur
	N-LASF9
Material	BK7

El índice de refracción de los prismas se obtiene teniendo en cuenta el material y la longitud de onda

## 5.4 TRAZADO DE RAYOS

Se pueden realizar tres tipos básicos de trazado de rayos:

- 1 Mono: un rayo inicial con una longitud de onda. Se dan las coordenadas iniciales del rayo (X, Y) así como su dirección (Beta, ángulo con el eje X). Al pulsar el botón "Trace Rays" se traza el rayo y se dibuja sobre el prisma. Este trazado se puede realizar con todos los prismas

1 Mono
1 Mono
N Mono
N Poli



La longitud de onda que se utiliza es la dada en "L ini"

- N Mono: N rayos con luz monocromática. En este caso, se da el punto inicial del rayo (X,Y) y se utilizan diferentes ángulos iniciales, calculados como

$$beta_k = Beta + \frac{BetaE - Beta}{N - 1} k \quad k=0, \dots, N-1$$

Este tipo de trazado se utiliza con el prisma rectangular y con el triangular con ángulo del prisma muy pequeño

- N Poli: N rayos cada uno con una longitud de onda. El rayo inicial es único (posición y ángulo), pero el índice de refracción del prisma cambia con la longitud de onda. Se utiliza con el prisma triangular para ver la dispersión.

## 5.5 GIRO DEL PRISMA

Ini rot	<input type="text" value="-10"/>	End rot	<input type="text" value="10"/>
N rot	<input type="text" value="50"/>	<input type="button" value="Rotations"/>	

En este caso se realiza el trazado de un rayo y se visualiza el ángulo de desviación. Se utiliza con el pentaprisma para ver que los rayos incidente y reflejado son siempre perpendiculares entre sí. También se utiliza con el prisma triangular para calcular el ángulo de desviación mínima y a partir de esta medida se calcula el índice

de refracción del prisma

## 5.6 VISUALIZACIÓN DEL CORTE DE LOS RAYOS CON UN PLANO

Image Plane	<input type="text" value="-40"/>	
Image Plane F	<input type="text" value="-10"/>	
NShifts	<input type="text" value="50"/>	<input type="button" value="Trace"/>

en el caso del prisma rectangular y del triangular con ángulo pequeño se puede visualizar el corte de los rayos (N Mono) con el plano definido. Se pueden utilizar varios planos, y al pulsar trace se puede ver la evolución del diagrama de impactos.

## 6 EJERCICIOS

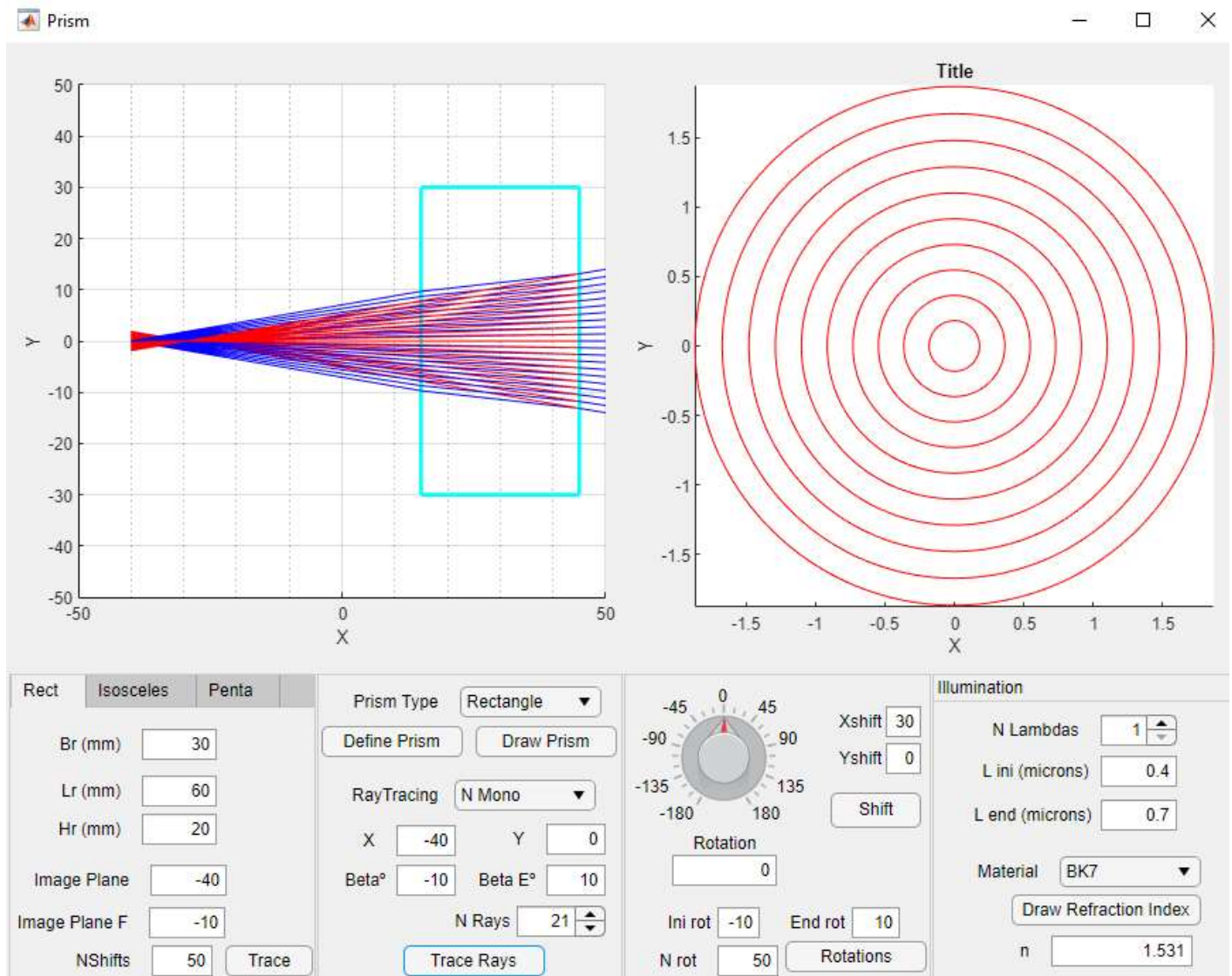
### 6.1 PRISMA RECTANGULAR

Se define el prisma (30, 60) y se desplaza  $x=30, y=0$

Se selecciona "N Mono"

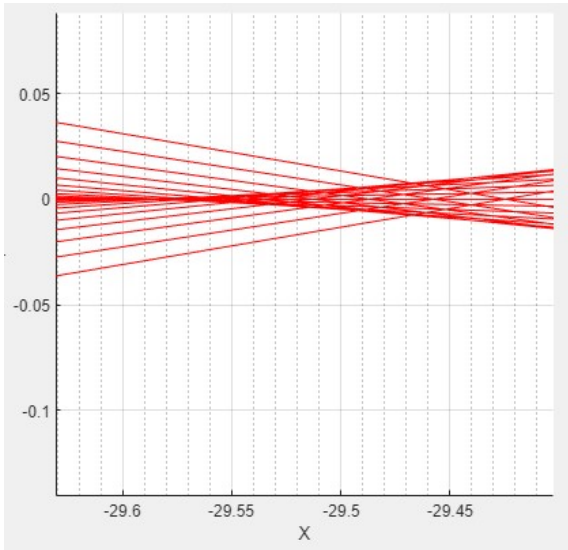
Y los ángulos  $\beta$  de los rayos (-10, 10) y el número (21) rayos

Al pulsar "Trace Rays" se visualiza



En el gráfico de la izquierda, en azul se dibuja la trayectoria de los rayos. En rojo, la prolongación para ver la imagen virtual. Como el gráfico presenta simetría de revolución, a la derecha se dibuja el diagrama de impactos en el plano "Image Plane", en este caso  $x=-40$ .

Se puede hacer un zoom del trazado de rayos para ver la zona donde convergen virtualmente los rayos



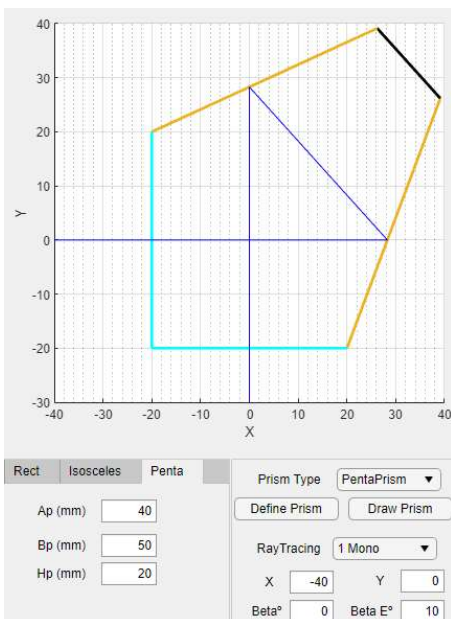
Para ángulos muy pequeños se obtiene la imagen paraxial, al salirnos de esta zona los rayos ya no convergen en el mismo punto, presentando aberración.

Image Plane	<input type="text" value="-29.6"/>
Image Plane F	<input type="text" value="-29.45"/>
NShifts	<input type="text" value="50"/>
<input type="button" value="Trace"/>	

Se puede visualizar la evolución del diagrama de impacto seleccionando un rango de distancias y un número de pasos

En este caso la escala del gráfico no cambia, así que conviene pulsar dos veces para visualizarlo mejor. Se pueden ver las zonas donde se concentran los rayos

## 6.2 PENTAPRISMA



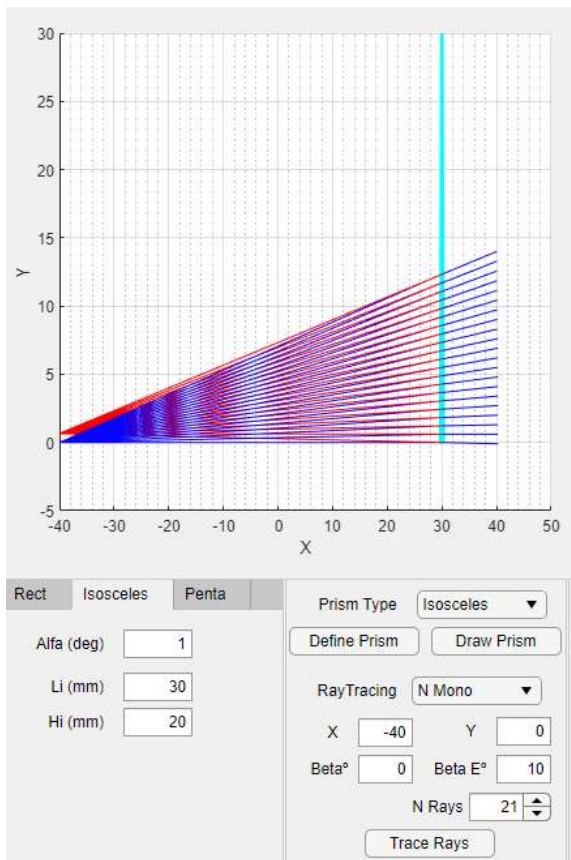
Se dibuja el prisma y se traza "1 Mono"

Se puede girar dinámicamente el prisma para calcular el ángulo entre los rayos de entrada y salida y dibujarlo

Ini rot	<input type="text" value="-10"/>	End rot	<input type="text" value="10"/>
N rot	<input type="text" value="21"/>	<input type="button" value="Rotations"/>	

Se pulsa "Rotations"

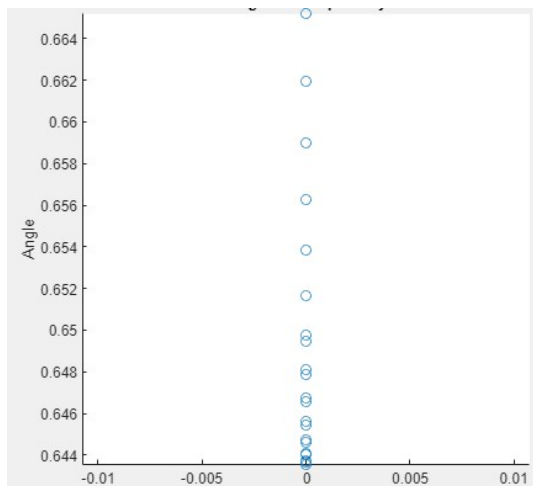
Se ve que es constante igual a 90°



### 6.3 PRISMA TRIANGULAR CON ÁNGULO MUY PEQUEÑO

Se define un prisma triangular con ángulo de  $1^\circ$  y se desplaza  $x=30$

Se trazan "N Mono" N rayos monocromáticos. En azul se visualiza el trazado de rayos y en rojo la prolongación para ver la imagen virtual. En la figura de la derecha se visualiza el diagrama de impacto. En este caso unidimensional.



Se puede hacer zoom en el trazado de rayos para ver la concentración de rayos, y se puede visualizar el diagrama de impacto en diferentes planos, en la pestaña correspondiente al rectángulo "Rect"

Image Plane

Image Plane F

NShifts

### 6.4 PRISMA TRIANGULAR. ÁNGULO DE DESVIACIÓN MÍNIMA

Se define el prisma el material y la iluminación. Se selecciona el ángulo de giro inicial y final y se pulsa el botón "Rotations"

Alfa (deg)

Li (mm)

Xshift

Yshift

N Lambdas

L ini (microns)

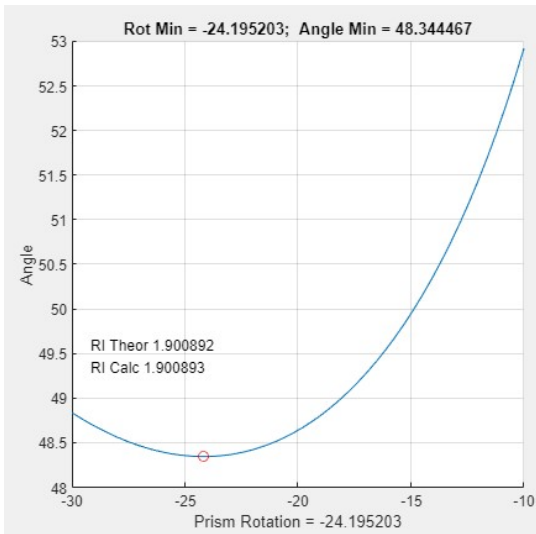
L end (microns)

n

Material

Ini rot  End rot

N rot



A medida que gira el prisma se va dibujando el ángulo de desviación. Al final se dibuja el ángulo de desviación mínima y se escribe el índice que se ha utilizado y el que calcula el programa. Si se aumentan el número de pasos "N rot", la precisión mejora

## 6.5 PRISMA TRIANGULAR. DISPERSIÓN CROMÁTICA

