

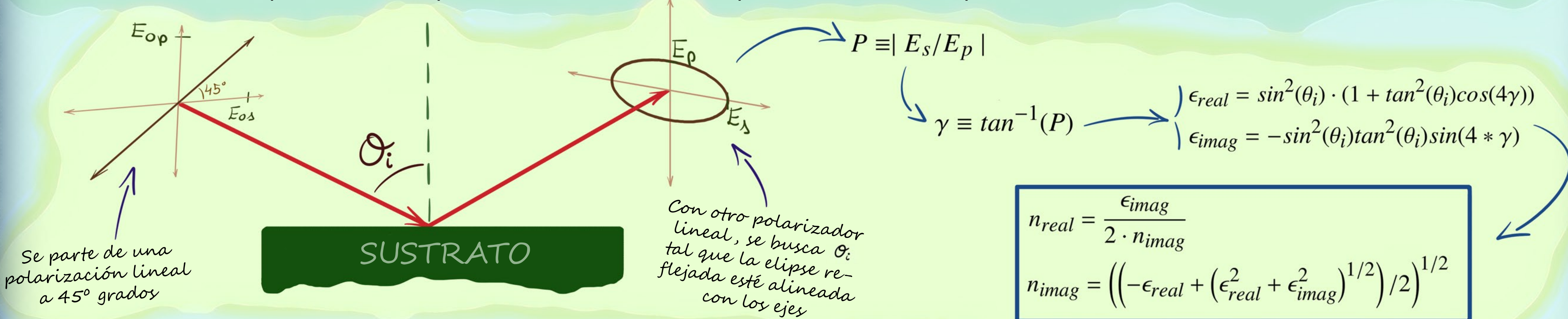
ESTUDIO MEDIANTE SIMULACIONES DEL CAMBIO EN LA POLARIZACIÓN DE UN HAZ AL INCIDIR EN UNA INTERCARA

Mario González Carpintero

Alejandro Miranda García

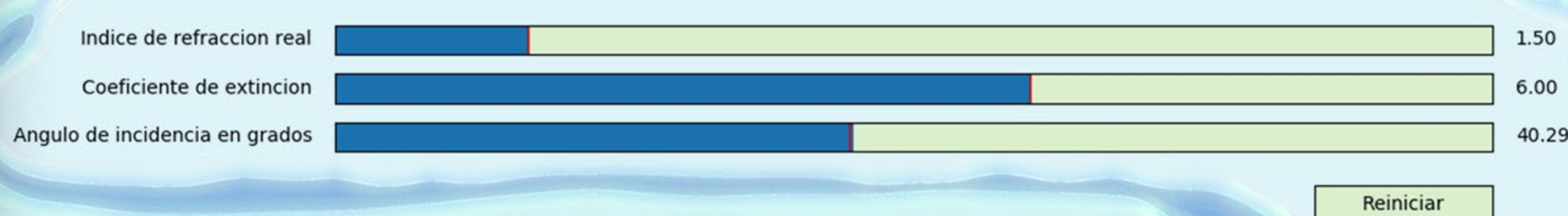
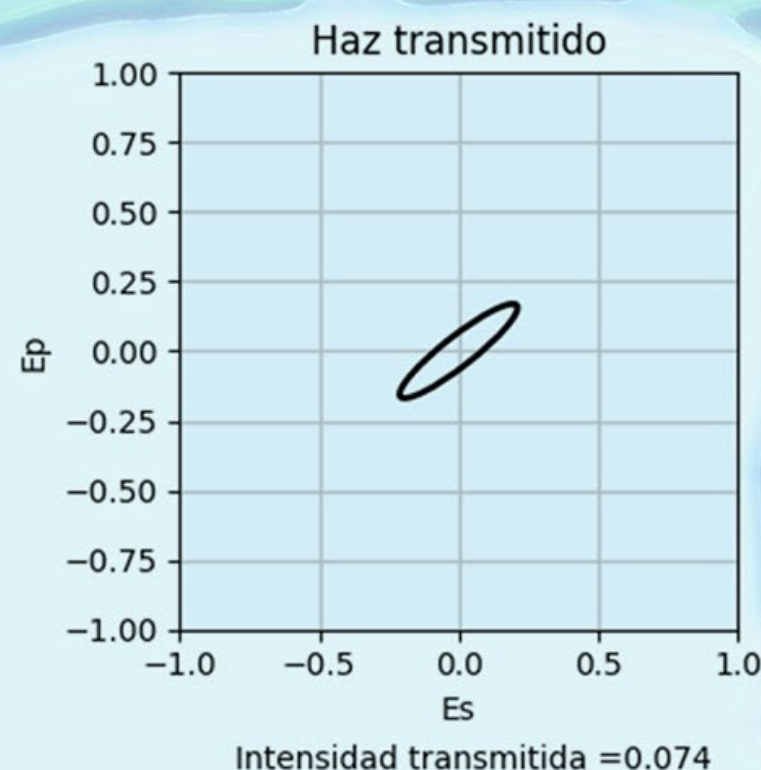
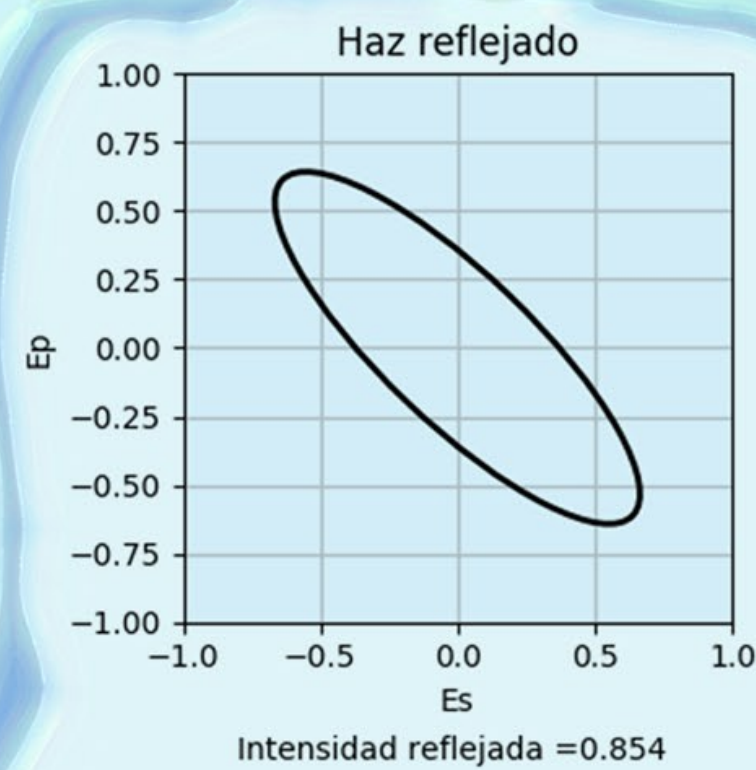
INTRODUCCIÓN: LA ELIPSOMETRÍA

Este proyecto tiene como objetivo presentar varias simulaciones que permiten, de forma sencilla e intuitiva, entender fenómenos como el cambio de polarización de un haz en una intercara. En particular, se comprenderá el fundamento de la elipsometría como técnica para la caracterización de materiales.



ELIPSES DE POLARIZACIÓN

- Calcula explícitamente los campos reflejado y transmitido en cualquier intercara
- Permite al usuario comprobar, a tiempo real, las consecuencias de variar parámetros como el ángulo de incidencia o el índice de refracción del sustrato.
- Permite entender el significado del ángulo de polarización o encontrar formas de producir por reflexión luz con polarizaciones particulares.



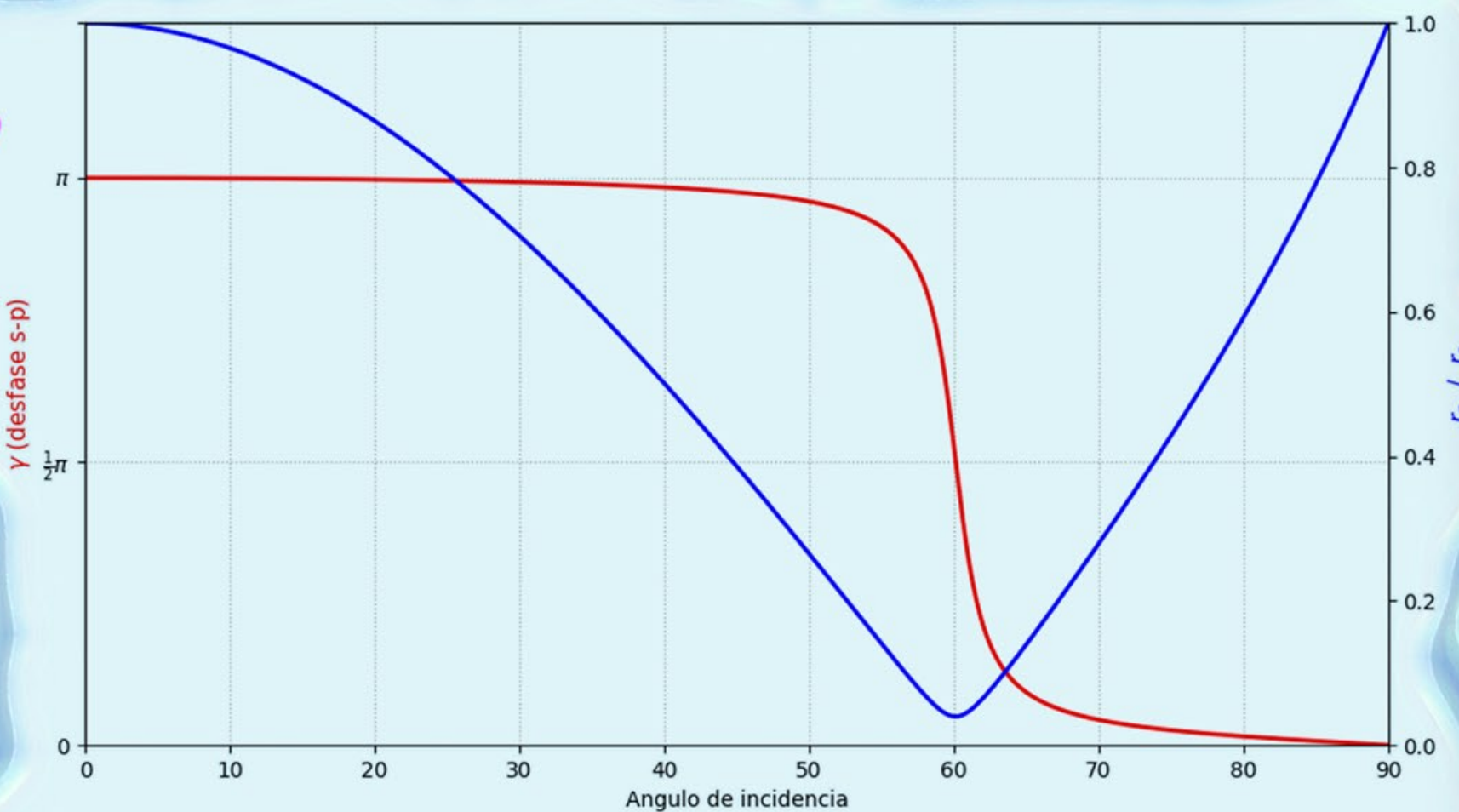
ÁNGULOS ELIPSOMÉTRICOS

- Calcula θ_p y dibuja a tiempo real y sobre el mismo gráfico el desfase entre las componentes s y p introducido en una reflexión, así como el cociente r_p/r_s .
- El usuario podrá variar el índice de refracción y observar los resultados. Se le suministra una tabla con datos reales de diversos materiales.
- En un experimento real, la medida de $\Psi = \tan^{-1} |r_p/r_s|$ y $\Delta = \arg(r_s) - \arg(r_p)$, permitirá calcular cantidades como \hat{n} o la constante dieléctrica ϵ_0 de una muestra.

ALGUNOS EJEMPLOS

material	real(N)	imag(N)
Aluminio	1.34	7.62
Boro	2.35	1.50
Carbono	3.15	0.04
NaCl	1.78	0.00
Cobre	1.21	1.78

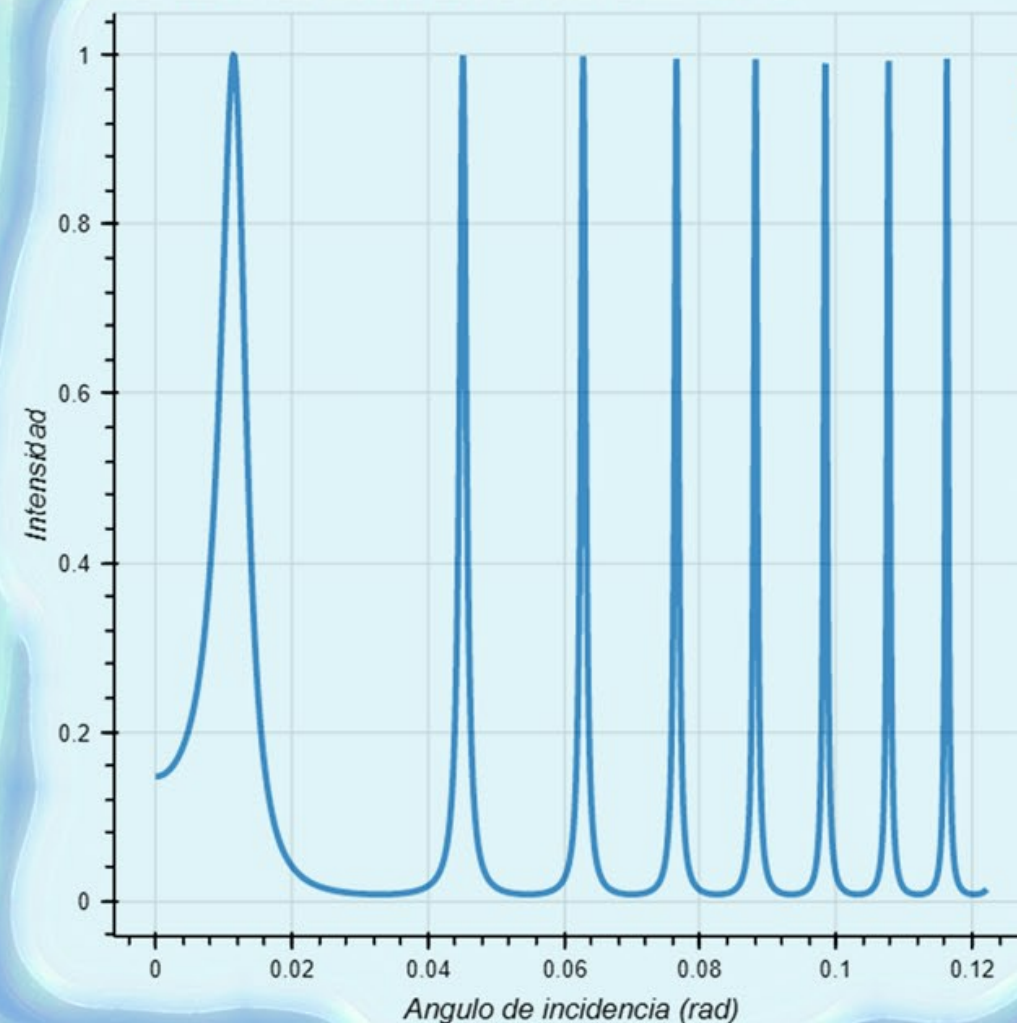
fuelle: refractiveindex.info



REFLEXIÓN EN UNA LÁMINA FINA

- Calcula la longitud de coherencia y el máximo orden interferencial, así como el ancho espectral del interferómetro.
- Calcula la posición angular de los máximos de orden P (creciente con el ángulo de incidencia A_i), así como su incertidumbre $err(A_i)$.
- Representa en una gráfica el patrón de interferencia con los datos introducidos.
- Incluye una simulación interactiva en [html](#), que el usuario podrá ejecutar desde cualquier sistema operativo, incluso desde el móvil.

REFLEXIONES MÚLTIPLES EN UNA LÁMINA FINA



P	Ai	err(Ai)
1	0.0405	0.0163
2	0.0572	0.0082
3	0.0701	0.0054
4	0.0810	0.0041
5	0.0906	0.0033
6	0.0992	0.0027
7	0.1072	0.0023
8	0.1147	0.0020
9	0.1217	0.0018
10	0.1283	0.0016

Contraste: 0.9974

Longitud de coherencia: 10.10 cm

Máximo orden de interferencia: 2750

Ancho espectral: 0.007 nm

CONCLUSIONES

Este conjunto de simulaciones interactivas en [Python](#) y [html](#) está pensado para facilitar al usuario la comprensión del significado de magnitudes relacionadas con la óptica, y en particular con las técnicas de elipsometría. Indiscutiblemente, el papel de la programación en la física es cada día más importante, y por ello ponemos a disposición de quien lo requiera el código fuente de todos los programas, que puede descargarse de forma gratuita desde nuestro blog,

Más información y descarga de las simulaciones: <http://thelegendofreebereh.blogspot.com.es/>

REFERENCIAS

- Para más información, véase el artículo *Polarization Study*, del grupo de investigación de la UNM <http://www.phys.unm.edu/msbahae/Optics%20Lab/Polarization.pdf>
- Aplicaciones prácticas de la elipsometría espectroscópica: *Elipsometría espectroscópica de ángulo variable: una técnica para la determinación precisa de constantes ópticas y espesores*: REF, Vol 25-2, Abril-Junio de 2011
- Todo el software utilizado es libre. Las simulaciones se han realizado en matplotlib (Python) y Bokeh (html). Todas las ilustraciones son propias.