

## DEMO 67

## Invisibilidad de un cuerpo sumergido en un fluido



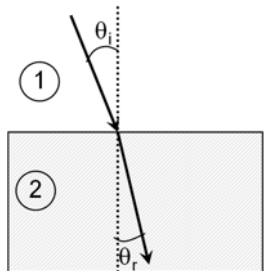
<b>Autor de la ficha</b>	Roberto Pedrós, David Mas
<b>Palabras clave</b>	Índice de refracción; óptica; glicerina; invisibilidad
<b>Objetivo</b>	Observar un efecto de invisibilidad debido a la existencia de índices de refracción idiguales.
<b>Material</b>	Recipiente de cristal con glicerina; botella pequeña llena de glicerina
<b>Tiempo de Montaje</b>	Nulo
<b>Descripción</b>	<p><i>Índice de refracción</i></p> <p>Se ha observado que la velocidad de la luz no es la misma en todos los medios. La velocidad de la luz en el vacío es exactamente 299 792 458 metros por segundo, pero es inferior cuando la luz atraviesa otro medio. Para describir cómo de diferente es la velocidad de la luz en un cierto medio respecto a la velocidad en el vacío, se introduce el llamado índice de refracción <math>n</math></p> $n = \frac{c}{v} \quad (1)$ <p>donde <math>c</math> es la velocidad de la luz en el vacío y <math>v</math> la velocidad de la luz en el medio en cuestión. Por ejemplo, el índice de refracción del agua pura es, aproximadamente 1.33, lo que significa que la luz viaja 1.33 veces más rápido en el vacío que en el agua.</p> <p><i>Refracción</i></p> <p>Cuando la luz se acerca a un medio con diferente índice de refracción, parte de la luz se refleja y el resto pasa al segundo medio (se refracta). Se observa experimentalmente (por ejemplo introduciendo una cuchara en un vaso de agua), que los rayos de luz cambian de trayectoria cuando entran en el otro medio (Fig. 1). Existe una relación entre los ángulos de la luz y los índices de refracción de los medios, la llamada ley de Snell</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;">  </div> <div> <math display="block">n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r \quad (2)</math> <p>donde: <math>n_1</math> y <math>n_2</math> son los índices de refracción de los dos medios; <math>\theta_i</math> es el ángulo de incidencia; <math>\theta_r</math> es el ángulo de refracción. Ambos ángulos se miden respecto a la recta perpendicular a la superficie de separación entre los dos medios (interfaz). La ecuación (2) es válida siempre que los medios sean isótropos, es decir uniformes en todas direcciones.</p> </div> </div>

Fig. 1 Refracción de la luz



	<p><i>Procedimiento</i> La botella está llena de glicerina. Al introducirla en el recipiente parece desaparecer. Al sacarla vuelve a verse.</p> <p><i>Explicación</i> Los ojos ven imágenes. Los rayos de luz, al pasar de un medio a otro se desvían. En el caso de un medio curvo (dioptrio) este los hace converger (divergir) creando una imagen real (virtual). Para que los rayos se desvíen es necesario que haya un cambio de índice de refracción. La glicerina tiene un índice de refracción de 1.48 y el vidrio común un valor entorno a 1.5. Si llenamos la botella y la introducimos en la cubeta con glicerina, lo que sucederá es que la luz no verá cambio de índice alguno y simplemente no cambiará de dirección y no se verá la botella. Por la misma razón es tan peligroso que se rompa un vaso de cristal en una piscina. Como el índice de refracción del agua es de 1.33 y el del vidrio entorno a 1.5 apenas se ven los fragmentos. Algo semejante sucede si abrimos los ojos bajo el agua. Estamos igualando (aproximadamente) el índice externo (agua) y el interno (humor acuoso). Al no haber interfase, no hay refracción y perdemos 42 dioptrías. Así, bajo el agua sin gafas de bucear somos muy hipermétropes. Si utilizamos gafas de bucear, el aire de dentro de las gafas sí producirá refracción. Una utilidad práctica de este experimento es la medida no destructiva de índices de refracción de sólidos transparentes. Se introducen en una cuba y se van echando líquidos transparentes de manera controlada hasta que el objeto se vuelva invisible. En ese momento el índice del medio y del sólido son iguales. Este experimento sirve también para demostrar la imposibilidad de existencia del hombre invisible: ser invisible implica que los rayos de luz lo atraviesan sin desviarse, reflejarse o difundirse, así que el hombre sería ciego (los ojos no formarían imágenes).</p>
<p><b>Comentarios y sugerencias</b></p>	<p>No decir al principio de qué líquido se trata. Proponer a los estudiantes que predigan qué va a suceder al introducir la botella en el recipiente con el líquido. Normalmente pensarán en el principio de Arquímedes y en que el nivel de líquido en el recipiente subirá.</p>
<p><b>Advertencias</b></p>	<p>Introducir la botella lo más alejada posible de la pared del recipiente enfrentada a los estudiantes. Como el índice de refracción de la glicerina y del agua no son exactamente iguales, si acercamos la botella al borde del recipiente sí que podremos distinguirla. Al finalizar el experimento secar la botella con papel. Tener precaución de no mancharse con la glicerina.</p>