

PROPIEDADES ÓPTICAS DE LA MATERIA

3.1.	Generalidades	33
3.2.	Reflexión	33
3.3.	Transmisión	35
3.4.	Absorción	37
3.5.	Refracción	37

3.1. Generalidades

Cuando un rayo de luz se propaga por un medio y alcanza el límite que lo separa de un segundo medio, puede suceder, que retorne al primero (*reflexión*), o que lo atraviese y que ingrese al segundo medio donde parte se convertirá en otra forma de energía (*absorción*) y parte no cambiará (*transmisión*).

Dos, o los tres de dichos fenómenos ocurren simultáneamente, y como la energía no se puede destruir, la suma de la energía transmitida, absorbida y reflejada debe ser igual a la energía incidente.

Por lo tanto, la aplicación de la luz en la forma más conveniente exige un control y una distribución que se consigue modificando sus características a merced a los fenómenos físicos de reflexión, absorción y transmisión de la luz, sin olvidarnos de otro cuarto factor conocido como *refracción*.

3.2. Reflexión

Cuando unas ondas de cualquier tipo inciden sobre una barrera plana como un espejo, se generan nuevas ondas que se mueven alejándose de la barrera. Este fenómeno se denomina reflexión.

Cuando la luz es reflejada por una superficie, un porcentaje de dicha luz se pierde debido al fenómeno de absorción. La relación entre la luz reflejada y la luz incidente se denomina *reflectancia* de la superficie.

Cualquier superficie que no es completamente negra puede reflejar luz. La cantidad de luz que refleja y la forma en que dicha luz es reflejada se determina por las propiedades de reflexión de la superficie. Se distinguen cuatro tipos de reflexiones, a saber: reflexión especular, reflexión compuesta, reflexión difusa y reflexión mixta. En estas propiedades de reflexión se fundamentan los sistemas reflectores.

Reflexión especular (Fig. 1): Se produce cuando la superficie reflectora es lisa. Dicha reflexión obedece a dos leyes fundamentales:

1. El rayo incidente, el rayo reflejado y el normal a la superficie en un punto de incidencia se trazan en un mismo plano.
2. El ángulo de incidencia (i) es igual al ángulo de reflexión (r).

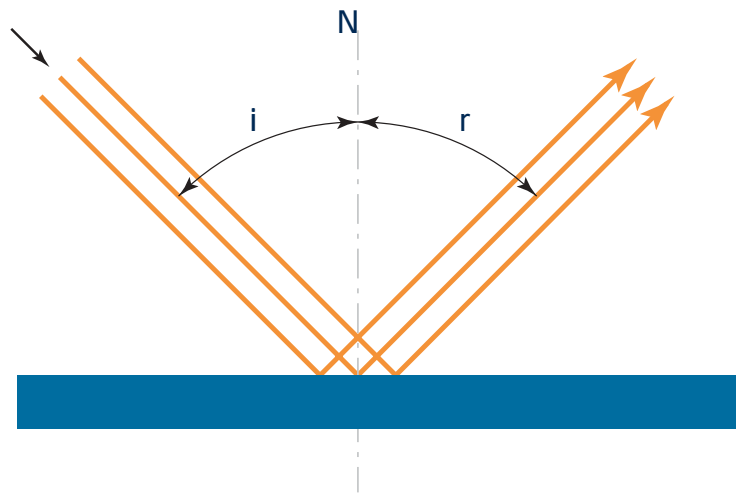


Figura 1. Reflexión especular.

Reflexión compuesta (Fig. 2): A diferencia de lo que ocurre en la reflexión especular, no hay imagen de espejo de la fuente de luz, pero el ángulo de intensidad máxima reflejada es igual al ángulo de incidencia. Esta reflexión ocurre cuando la superficie es irregular o rugosa.

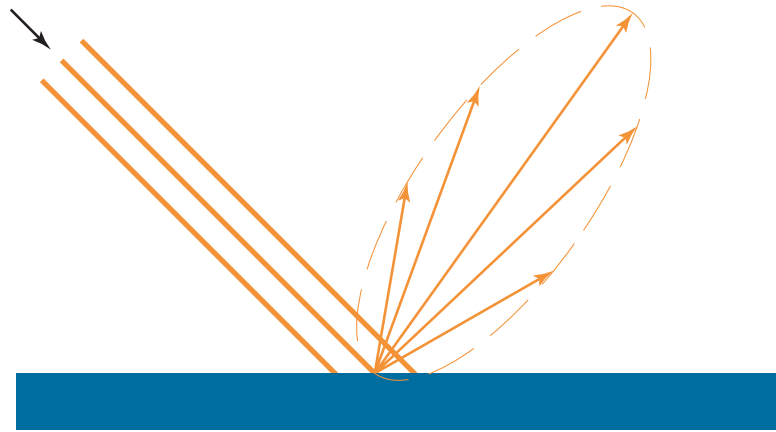


Figura 2. Reflexión compuesta.

Reflexión difusa (Fig. 3): Se produce cuando la luz que incide sobre una superficie es reflejada en todas las direcciones, siendo el rayo normal a la superficie el de mayor intensidad.

Este tipo de reflexión se produce en superficies como el papel blanco mate, las paredes y cielos rasos de yeso, la nieve, etc.



Figura 3. Reflexión difusa.

Reflexión mixta (Fig. 4): Es una reflexión intermedia entre la especular y la difusa, en la que parte del haz incidente se refleja y parte se difunde. Este tipo de reflexión la presentan los metales no pulidos, el papel brillante y las superficies barnizadas.



Figura 4. Reflexión mixta.

Superficie reflectora	% factor de reflexión
Plata brillante	92 - 97
Oro	60 - 92
Plata blanca (mate)	85 - 92
Níquel pulido	60 - 65
Cromo pulido	60 - 65
Aluminio pulido	67 - 72
Aluminio electrobrillantado	86 - 90
Aluminio vaporizado	90 - 95
Cobre	35 - 80
Hierro	50 - 55
Porcelana esmaltada	60 - 80
Espejos	80 - 85
Pintura blanca mate	70 - 80
Beige claro	70 - 80
Amarillo y crema claro	60 - 75
Techos acústicos	60 - 75
Verde muy claro	70 - 80
Verde claro y rosa	45 - 65
Azul claro	45 - 55
Gris claro	40 - 50
Rojo claro	30 - 50
Marrón claro	30 - 40
Beige oscuro	25 - 35
Marrón, verde y azul oscuros	5 - 20
Negro	3 - 4

Tabla 1. Factor de reflexión para luz blanca día.

3.3. Transmisión

Es el paso de una radiación a través de un medio sin cambio de frecuencia de las radiaciones monocromáticas que la componen. Este fenómeno es característico de ciertos tipos de vidrios, cristales, plásticos, agua y otros líquidos, y del aire.

Al atravesar el material, parte de la luz se pierde debido a la reflexión en la superficie del medio siguiente y parte se absorbe. La relación entre la luz transmitida y la luz incidente se denomina *transmitancia* del material.

En la transmisión se pueden diferenciar tres tipos: regular, difusa y mixta.

Transmisión regular (Fig. 5): En esta transmisión, el haz que incide sobre un medio, la atraviesa y sale de él como tal haz. Los medios que cumplen esta propiedad, se les denomina cuerpos "transparentes" y permiten ver con nitidez los objetos colocados detrás de ellos.

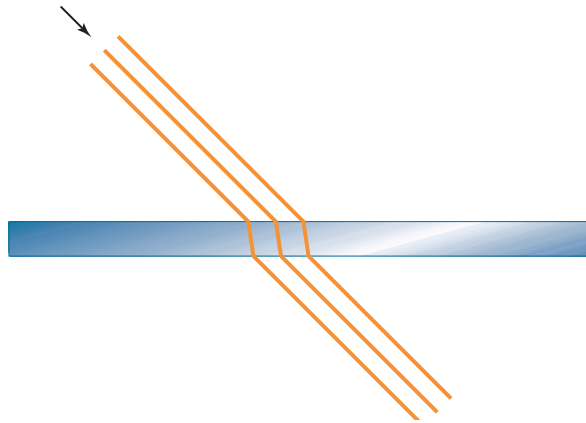


Figura 5. Transmisión regular.

Transmisión difusa (Fig. 6): Transmisión en la que el haz incidente se difunde por el medio, saliendo del mismo en múltiples direcciones. A estos medios se les denomina "traslúcidos" y los más conocidos son los cristales esmerilados y los vidrios orgánicos opalizados. Los objetos colocados detrás de ellos no son distinguidos con precisión.

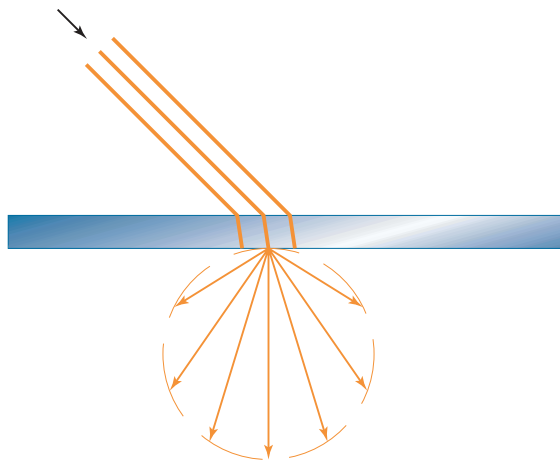


Figura 6. Transmisión difusa.

Transmisión mixta (Fig. 7): Es una forma de transición de la transmisión, intermedia entre la regular y la difusa. Se presenta en vidrios orgánicos, vidrios orgánicos depulidos y cristales de superficie labrada. Aunque la difusión del haz de luz no es completa, los objetos no se pueden observar claramente detrás del mismo aunque sí su posición.

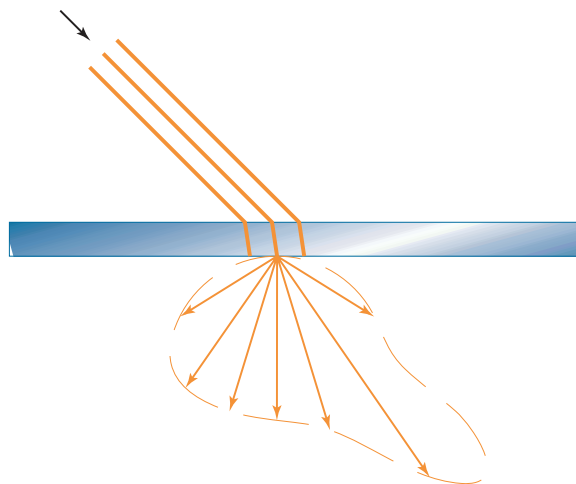


Figura 7. Transmisión mixta.

3.4. Absorción

Se denomina absorción a la transformación de la energía radiante en otra forma de energía, generalmente en forma de calor. Este fenómeno es una característica de todas las superficies que no son completamente reflectoras, y de los materiales que no son totalmente transparentes. La relación entre la luz absorbida y la luz incidente se denomina *absortancia* del material.

La absorción de ciertas longitudes de onda de luz se denomina absorción selectiva. En general, los objetos de color le deben su color a la absorción selectiva.

3.5. Refracción

Al pasar de un medio a otro, el rayo de luz puede cambiar su dirección. Dicho cambio, se produce por una alteración en la velocidad de la luz. La misma disminuye si la densidad del nuevo medio es mayor, y aumenta si es menor. Este cambio de velocidad y de dirección se denomina refracción.

Existen dos leyes de refracción:

1. Cuando la onda pasa de un medio a otro, el rayo incidente, el rayo refractado y la normal a la superficie de separación de los medios en el punto de incidencia, están en el mismo plano.
2. La razón del seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción es una constante para los medios comprendidos.

Dicha constante se denomina índice de refracción, n , para ambos medios. La segunda ley de refracción generalmente se denomina Ley de Snell.

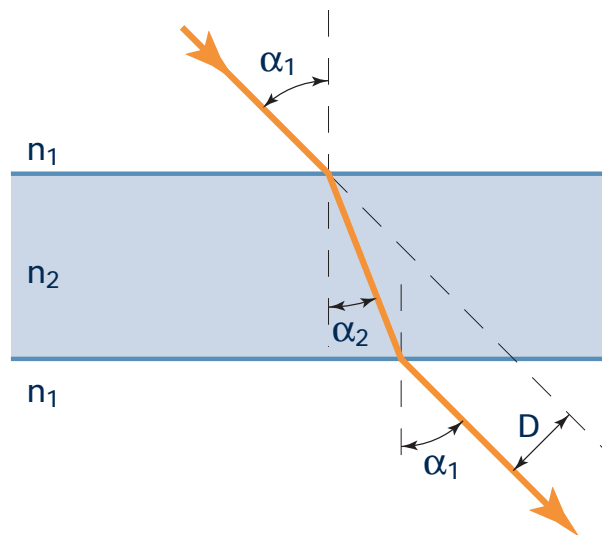


Figura 8. Refracción en el límite entre dos medios.

$$n_1 \cdot \text{sen } \alpha_1 = n_2 \cdot \text{sen } \alpha_2 \Rightarrow \frac{\text{sen } \alpha_1}{\text{sen } \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1} = n$$

n_1^* = índice de refracción del primer medio.

n_2^* = índice de refracción del segundo medio.

α_1 = ángulo de incidencia.

α_2 = ángulo de refracción.

Cuando el primer medio es el aire, $n_1 = 1$ y la fórmula es:

$$\text{sen } \alpha_1 = n_2 \cdot \text{sen } \alpha_2$$

La distancia D en la Fig. 8. se conoce como desplazamiento. Dicho desplazamiento depende del ángulo de incidencia y del índice de refracción. Cuando el rayo de incidencia es perpendicular a la superficie, la refracción y el desplazamiento equivalen a cero.

La refracción varía según la longitud de onda. Las ondas cortas (como la azul y la violeta) se transmiten más que las ondas largas (como por ejemplo las rojas). Este fenómeno se utiliza para separar la luz blanca en sus colores componentes atravesando un prisma de refracción. El grado de la separación de color, que depende del ángulo de incidencia y de las propiedades refractivas del material del prisma, se denomina dispersión.

* n_i se calcula por el cociente entre la velocidad de la luz en el aire y la velocidad de la luz en el medio "i".