

90



Gafas de sol Polaroid

(16 - 20 octubre 2006)

Algunas gafas de sol están fabricadas con un material denominado Polaroid, que actúa como un filtro polarizador. Los filtros polarizadores se caracterizan por la dirección del eje de polarización.

Para disminuir al máximo la intensidad de la luz ambiente que llega a los ojos, ¿qué dirección ha de tener el eje de polarización en los cristales de las gafas?:

- (a) orientación vertical en ambos cristales.
- (b) orientación horizontal en ambos cristales.
- (c) orientación vertical en un cristal y horizontal en el otro.
- (d) no importa la orientación de los cristales.



AVISO: El objeto de *Simple+mente física* no va más allá del placer que proporciona plantearse y resolver sencillas cuestiones razonando (y experimentando) de acuerdo con principios básicos de la física. No hay ningún tipo de compensación, excepto la satisfacción personal y no van dirigidas a ningún grupo de personas en particular (es decir, están abiertas a todo el mundo).

El primer día hábil de cada semana se presentará una nueva cuestión y la respuesta a la cuestión de la semana anterior.

Rafael Garcia Molina - Departamento de Física, Universidad de Murcia (rgm@um.es)

<http://bohr.fcu.um.es/miembros/rgm/s+mf/>

Resp.: La luz que llega a la superficie terrestre no está polarizada, pues contiene ondas electromagnéticas cuyos campos eléctricos respectivos tienen la misma probabilidad de estar orientados en cualquier dirección perpendicular a la de propagación de la luz.

Un filtro polarizador es un dispositivo óptico que sólo deja pasar la luz cuya polarización coincide con el plano determinado por el eje de polarización del filtro y la dirección de incidencia de la luz. De acuerdo con la ley de Malus,¹ la intensidad I de la luz que transmite un polarizador es función de la intensidad incidente I_0 y del ángulo θ que forma el eje de polarización del filtro y el campo eléctrico de la radiación incidente:

$$I = I_0 \cos^2 \theta .$$

Edwind Herbert Land (1909-1991) inventó un plástico que contenía cristales alineados en la dirección en que se estiraba mecánicamente el material durante su fabricación; este material actuaba como filtro polarizador de la luz y lo comercializó la compañía Polaroid Corporation fundada por Land en 1937.²

Cuando incide luz no polarizada sobre una superficie reflectante (agua, suelo, paredes, cristales...), la luz reflejada está parcialmente polarizada (es decir, predomina la orientación del campo eléctrico en una dirección más que en otras). Para un ángulo de incidencia, denominado ángulo de Brewster,³ sólo se refleja luz que está completamente polarizada con el campo eléctrico orientado en la dirección paralela a la superficie reflectante (o, lo que es lo mismo, perpendicular al plano de incidencia); este fenómeno se conoce como polarización por reflexión. El ángulo de Brewster θ_B es tal que los rayos de luz reflejada y transmitida forman 90° ; θ_B puede calcularse empleando las leyes de Snell para la refracción: $\tan \theta_B = n_2/n_1$, donde n_1 y n_2 son los índices de refracción de los medios de donde procede y sobre el que incide, respectivamente, la luz; en el caso que nos ocupa, la luz procede del aire ($n=1$). Para ángulos de incidencia diferentes de θ_B , la luz reflejada está parcialmente polarizada, aunque predomina la polarización en la dirección paralela a la superficie sobre la que se refleja.

Teniendo en cuenta que la principal superficie de reflexión es el suelo, la luz que llega a nuestros ojos tiene predominantemente polarización horizontal (paralelo al suelo), y, de acuerdo con la ley de Malus, para reducir al máximo la intensidad de la luz que atraviesa las gafas Polaroid, éstas han de tener su eje de polarización dispuesto verticalmente.

Por lo tanto, la respuesta es la (a): ambos cristales de las gafas han de tener sus ejes de polarización dispuestos verticalmente.

Si nos quitamos las gafas con filtros polarizadores, podemos girarlas y observar cómo varía la luz transmitida, que aumenta a medida que las colocamos perpendicularmente al suelo. Si disponemos de dos gafas con filtros polarizadores, podemos comprobar la ley de Malus variando el ángulo entre los cristales de ambas lentes, de manera que la luz transmitida es máxima cuando los filtros de ambas gafas están orientados paralelamente, y disminuye gradualmente hasta anularse cuando los filtros de ambas gafas están orientados perpendicularmente.

¹ Descubierta experimentalmente en 1809 por Etienne Louis Malus (París 1775-1812).

² E. H. Land también inventó una cámara fotográfica que usaba una película con varias capas, las cuales incluían los productos químicos necesarios para su revelado instantáneo.

³ Ley descubierta experimentalmente en 1813 por Sir David Brewster (Jedburgh 1781 - Allerby 1868). También inventó el caleidoscopio y estereoscopio.