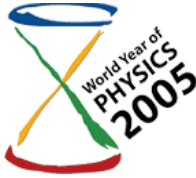


51



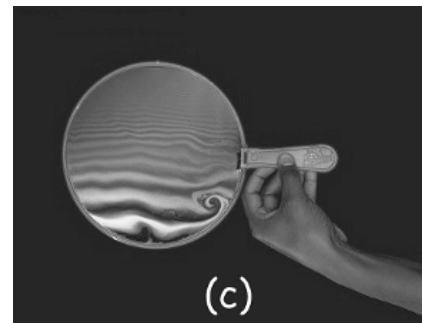
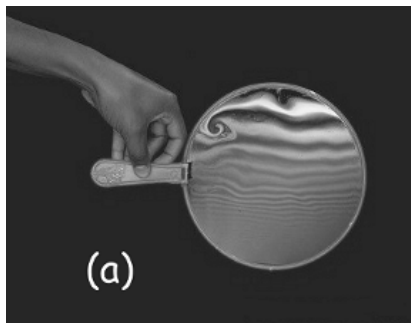
Simple + mente
física

Franjas iridiscentes

(17 - 21 mayo 2004)

Iluminando con luz blanca una película jabonosa contenida dentro de un marco¹ es posible ver unas franjas coloreadas, cuya disposición recuerda a la del arco iris y por ello se denominan franjas iridiscentes.

¿Cuál de las siguientes ilustraciones representa correctamente las franjas iridiscentes que se forman en una película jabonosa contenida dentro de un marco con forma de aro?



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/>

<http://ww.fisimur.org>

¹ O una pompa de jabón, o algunos charcos que contienen restos de aceite, entre otros casos.

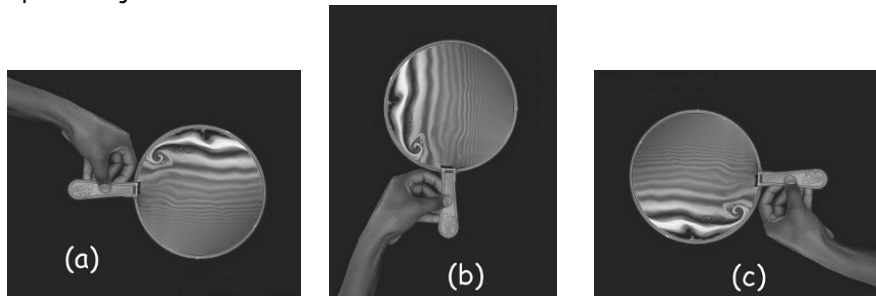
RESPUESTA

Núm. 51: Franjas iridiscentes

(17 - 21 mayo 2004)

Iluminando con luz blanca una película jabonosa contenida dentro de un marco¹ es posible ver unas franjas coloreadas, cuya disposición recuerda a la del arco iris y por ello se denominan franjas iridiscentes.

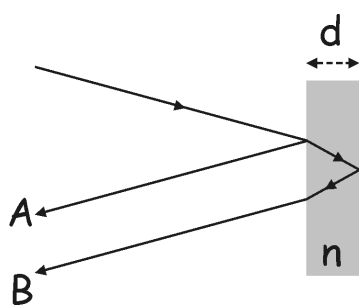
¿Cuál de las siguientes ilustraciones representa correctamente las franjas iridiscentes que se forman en una película jabonosa contenida dentro de un marco con forma de aro?



Resp.: Para responder a esta cuestión hemos de fijarnos en la orientación y tamaño de las franjas; aunque lo mejor es hacer directamente la experiencia y comparar el resultado con las imágenes superiores.

Comencemos por explicar la aparición de franjas claras y oscuras cuando se usa luz monocromática (de longitud de onda λ), las cuales se deben a las interferencias de dos rayos de luz.² La interferencia es constructiva o destructiva cuando la diferencia de fase entre ambos rayos es un número par o impar, respectivamente, de medias longitudes de onda,

- interferencia constructiva: diferencia de fase = $(2m)\lambda/2$, [$m = 0,1,2,\dots$]
- interferencia destructiva: diferencia de fase = $(2m + 1)\lambda/2$, [$m = 0,1,2,\dots$]



En el caso de una lámina transparente, de índice de refracción n y espesor d , llegan a nuestros ojos los rayos A y B, que se reflejan en las superficies delantera y posterior de dicha lámina. La diferencia de fase entre estos rayos se debe a dos causas: (i) el rayo B, reflejado en la superficie posterior de la lámina, recorre aproximadamente³ $2d$ más distancia que el rayo A (reflejado en la superficie delantera), y (ii) el rayo A se refleja en un medio de mayor índice de refracción que el de procedencia ($n > n_{\text{aire}}$), por lo que su fase cambia en $\lambda/2$. Así pues, la diferencia de fase entre los rayos B y A es $2d - \lambda/2$.

¹ O una pompa de jabón, o algunos charcos que contienen restos de aceite, entre otros casos.

² Aunque pueden intervenir más rayos, por simplicidad en la discusión consideraremos sólo dos.

³ Esta expresión es válida cuando la luz incide casi perpendicularmente sobre la lámina y habría que multiplicarla por n para tener en cuenta el cambio de λ en el medio de índice de refracción n . De hecho, la distancia recorrida en el interior de la lámina es algo mayor que $2dn$.

Habr  interferencias constructivas y destructivas, apareciendo franjas claras y oscuras, respectivamente, para los espesores que satisfagan las relaciones:

$$d = \frac{(m + 1/2)\lambda}{2}, \quad [m = 0, 1, 2, \dots] \text{ -interferencia constructiva-}$$

$$d = \frac{m\lambda}{2}, \quad [m = 1, 2, \dots] \text{ -interferencia destructiva-}$$

Otros espesores dan lugar a franjas de intensidad intermedia.

Conviene notar que si el espesor de la lámina fuera homogéneo no se observarán *varias franjas*, sino *una sola franja*, que será *clara* u *oscura* dependiendo de la relación entre d y λ indicada más arriba. Así pues, es necesario que la lámina tenga un espesor variable para que se observen franjas claras y oscuras alternadas.

Tras la discusión anterior ya estamos en condiciones de contestar a la cuestión formulada originalmente (si es que todavía no sabemos la respuesta después de observar una película de jabón fabricada por nosotros mismos). Debido a la gravedad y a la poca viscosidad del líquido jabonoso, éste va fluyendo poco a poco hacia la parte inferior de la película jabonosa contenida en el marco vertical, y su espesor es mayor por abajo que por arriba. Aunque esta variación del espesor de la película jabonosa no sea apreciable por el ojo humano, se pone de manifiesto por la aparición alternada de las franjas de interferencia, que est n dispuestas horizontalmente, tal como varía el espesor de la película jabonosa. Por este motivo, queda descartada la respuesta (b).

La parte superior de la película jabonosa es la más delgada y si su espesor es del orden de $\lambda/2$ o menor, entonces se verá completamente oscura. Además, cuanto más rápidamente aumenta el espesor, se producirán más rápidamente los cambios de franjas iluminadas a franjas oscuras, con lo cual éstas serán más estrechas en la parte inferior de la película jabonosa.

Todo lo descrito anteriormente se corresponde con la figura (a), por lo tanto ésta es la respuesta correcta a la cuestión.

Si sobre la lámina delgada incide luz blanca en lugar de luz monocromática, la refracción a través de la primera superficie separa la luz en sus componentes cromáticas. Los colores que observamos en las franjas iridiscentes corresponden a los presentes originalmente en la luz menos los de la longitud de onda que interfiere destructivamente; también se refuerzan los colores que interfieren constructivamente.

Con un poco de paciencia puede notarse cómo las franjas iridiscentes van evolucionando con el tiempo, cambiando de tamaño y de color.