

Interferencias de la Luz

Experimentos Demostrativos

Experimental demonstrations of luminous interference

Jorge Luis Herrera Fuentes

1. [Resumen](#)
2. [Introducción](#)
3. [Ejemplo 1. Experimento de la doble abertura de Young](#)
4. [Ejemplo 2. Interferencia en el biprisma de Fresnel](#)
5. [Ejemplo 3. Anillos de Newton](#)
6. [Ejemplo 4. Interferencia en una cuña de aire](#)
7. [Ejemplo 5. Interferencia en una película de jabón](#)
8. [Conclusiones](#)
9. [Bibliografía](#)

1. Resumen

El objetivo del trabajo es ilustrar el modo en que se pueden realizar demostraciones experimentales en las clases de Óptica de modo que brinden una excelente visualización del fenómeno en estudio, que se puedan realizar con equipos de laboratorio que generalmente no se emplean con estos fines y que pueden estar al alcance de la mayoría de los laboratorios de Física, porque su uso está dirigido a las prácticas de laboratorio que realizan los estudiantes.

Se ponen a modo de ejemplo cinco experimentos del tema de Interferencia de la Luz, que se han ensayado en la práctica del aula y cuyos resultados están ampliamente probados.

Las fotos de las imágenes obtenidas de los patrones son del autor.

Palabras clave: Interferencia de la luz, demostración experimental, proyección

Abstract:

The objective of the work is illustrate the mode in which it can be carry out experimental demonstrations in the classes of optics unwillingly offers an excellent display of the phenomenon in studies, that it can be carry out with equipments of laboratory that generally don't employ to him with these die and that can be priced at the reach of the majority of the laboratories of physics, because their use is directed to the trainings of laboratory that carry out the students.

They get like example five experiments of the subject of interference of the light, that have rehearsed in practice of the classroom and whose results are amply tested. The photoes of the obtained images of the owners are of the author.

Key words: Interference of the experimental light, demonstration, projection of images.

2. Introducción

Se presentan cinco ejemplos de experimentos demostrativos, que se proyectan para aumentar su visualización, sobre los contenidos de la interferencia de la luz que se incluyen, de forma generalizada, en los cursos de Física General que reciben los estudiantes universitarios que cursan carreras de ciencias e ingenierías.

En estos cursos generalmente se sigue un enfoque inductivo y fenomenológico en la presentación de los contenidos, en el que el punto de partida es la descripción del hecho o fenómeno, o en otros casos se recurre a la comprobación práctica de la teoría. En ambas ocasiones el experimento demostrativo juega un importante papel.

La experiencia docente del autor le ha aclarado que un experimento demostrativo adecuadamente planificado, concebido y realizado, permite llegar de manera rápida y efectiva a la idea que desarrollamos, hace amena la clase y logra la permanente activación de la mente del estudiante.

Los ejemplos que se exponen van dirigidos a auxiliar a los profesores que imparten los contenidos de Óptica, en el tema de Interferencia de la Luz, para que les sirva de herramienta de trabajo, y que sin pretender opacar la iniciativa del docente, trace una guía para el montaje de las demostraciones.

Los experimentos se han ensayado en la práctica del aula para validar su fiabilidad, el tiempo que consumen de la clase, el grado de comprensión de los estudiantes, su visibilidad y el impacto que producen en el aprendizaje de los mismos.

Lo innovador que se presenta es que, para la concepción de las demostraciones, se ha recurrido a equipos de uso universal que generalmente no se emplean con estos fines, no se ha recurrido a los equipos compactos que hoy se fabrican con este objetivo, ni a los que emplean interfases que los hacen visibles en las pantallas de las computadoras, estos aparecen en los manuales de los fabricantes. Hemos pretendido aprovechar de manera eficiente los equipos que en ocasiones solo se emplean en las prácticas de laboratorio y que están más accesibles en muchos centros de educación superior.

3. Ejemplo 1

Título: Experimento de la doble abertura de Young

Materiales y equipos: Banco óptico, fuente de luz intensa, diafragma con doble ranura, diafragma con ranura de ancho variable, lente de $f = + 0.150$ y $- 0.50$ m, porta diafragma, porta lentes, jinetes para el banco óptico, fuente de alimentación de la lámpara, pantalla de proyección, filtros de colores.

Desarrollo:

Como fuente de luz se puede utilizar una lámpara de vapor de mercurio de alta presión u otra fuente de luz intensa de que se disponga, o un láser con el que se obtendrán mejores resultados por la alta coherencia de esta fuente.

Variante 1: Con fuente de luz natural

Coloque la lámpara en un extremo del banco óptico, lo más próximo a ésta ubique la ranura de ancho variable y a 15 cm de la misma la lente de $f = +0.150$ m; en el otro extremo del banco coloque la pantalla.

Desplace convenientemente la lente hasta observar en la pantalla la imagen nítida de la abertura y regule el ancho de ésta hasta obtener un haz lo más estrecho posible.

Ahora se debe colocar el porta diafragma con la doble abertura a unos 15 ó 20 cm de la lente y manipúlela convenientemente hasta obtener en la pantalla el patrón de interferencia lo más nítido posible. El local bien oscurecido.

Variante 2: Con la lámpara láser.

Se coloca la fuente en el extremo del banco, a 5 cm ubique una lente divergente de $f = - 0,50$ m para ensanchar el haz del láser. Ahora se coloca el diafragma con la doble abertura a una

distancia entre 15 y 20 cm de la lente y se encentra el haz, el patrón puede observarse inclusive en una pantalla grande o en una pared a una distancia de 3 a 5 m de distancia del dispositivo.

Nótese que no se necesita de la lente convergente ni de la abertura de ancho variable, debido a la alta coherencia que se logra con esta fuente de luz.

Observaciones:

En la variante 1, con la fuente de luz natural, debe hacerse notar que la luz no es monocromática, debido a lo cual las franjas de interferencia, sobre todo las extremas, aparecen coloreadas. Puede colocarse delante de la lámpara un porta diafragmas con filtros de colores de las zonas extremas y central del espectro visible y hacer notar como varía el espaciamiento entre las franjas de interferencia sucesivas, en este caso disminuirá la brillantez de los patrones obtenidos y puede ser necesario acercarse a los estudiantes a la pantalla.

Al aumentar el ancho de la abertura variable se puede observar como el patrón de interferencia pierde nitidez, hasta desaparecer, debido a la pérdida de la coherencia por la no puntualidad de la fuente.

En estos experimentos se puede mostrar la dependencia del espaciamiento entre las franjas de interferencia y la distancia entre la pantalla y la doble abertura, variando esta última convenientemente.

4. Ejemplo 2

Título: Interferencia en el biprisma de Fresnel

Materiales y equipos: Banco óptico, fuente de luz intensa, biprisma de Fresnel, diafragma con ranura de ancho variable, lente de $f = + 0.60$ m, porta diafragma, porta lentes, jinetes para el banco óptico, fuente de alimentación de la lámpara, portales universal, pantalla de proyecciones, filtros de colores.

Desarrollo:

Variante 1: Con la lámpara de luz intensa.

Como fuente de luz se puede utilizar una lámpara de vapor de mercurio de alta presión u otra fuente de luz intensa de que se disponga (por ejemplo un proyector de diapositivas).

Coloque la lámpara con su lente condensadora en un extremo del banco óptico, lo más próximo a ésta ubique la ranura de ancho variable en dirección horizontal, a 5 cm de la ranura colimador coloque el biprisma montado en un portales universal y a 25 cm del mismo, la lente condensadora de $f = +0.60$ m; en el otro extremo del banco coloque la pantalla a 4 ó 5 m del montaje.

Regule el ancho de la rendija colimadora y la altura del biprisma de modo que el haz de luz quede paralelo a la base de unión de los dos prismas que lo conforman, manipule el dispositivo hasta obtener el patrón de interferencia coloreado en la pantalla. Su gran tamaño hace que sea observable para todos los estudiantes. El enfoque de las franjas de interferencia se logra regulando la posición de la lente condensadora de $f = +0.60$ m. Aquí las franjas del patrón se obtienen en posición horizontal, para obtenerlo en posición vertical, basta con girar la rendija colimadora y el biprisma en 90° .

Variante 2: Con la lámpara láser.

Se coloca la fuente en el extremo del banco, a 5 cm ubique dos lentes divergente de $f = - 0,50$ m, separadas 10 ó 15 cm entre si, para ensanchar el haz del láser. Ahora se coloca el diafragma con el biprisma a una distancia entre 15 y 20 cm de la lente y se encentra el haz sobre la base central del mismo, el patrón puede observarse inclusive en una pantalla grande o en una pared a una distancia de 3 a 5 m de distancia del dispositivo.

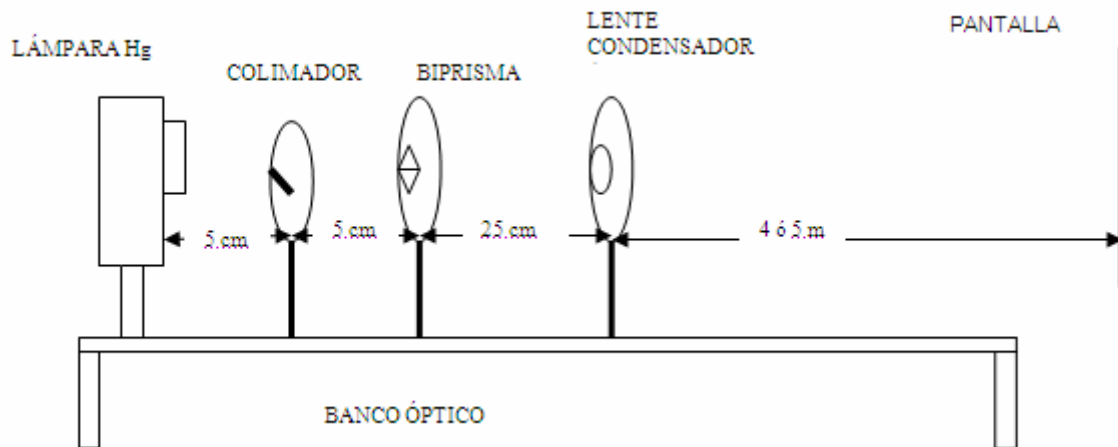


Figura 1: Montaje del banco óptico para el biprisma de Fresnel

Observaciones:

Debe hacerse notar que la luz no es monocromática, debido a lo cual las franjas de interferencia, sobre todo las extremas, aparecen coloreadas. Puede colocarse delante de la lámpara un porta diafragmas con filtros de colores de las zonas extremas y central del espectro visible y hacer notar como varía el espaciamiento entre las franjas de interferencia sucesivas, en este caso disminuirá la brillantez de los patrones obtenidos y puede ser necesario acercar a los estudiantes a la pantalla.

Al aumentar el ancho de la abertura variable se puede observar como el patrón de interferencia pierde nitidez, hasta desaparecer, debido a la pérdida de la coherencia por la no puntualidad de la fuente.

En estos experimentos se puede mostrar la dependencia del espaciamiento entre las franjas de interferencia y la distancia entre la pantalla y el biprisma, variando esta última convenientemente.

Recordar que en este caso en la región entre el dispositivo y la pantalla se superponen los haces provenientes de dos focos coherentes virtuales, formados por el biprisma.

5. Ejemplo 3

Título: Anillos de Newton

Materiales y equipos: Banco óptico articulado, fuente de luz intensa, dispositivo para obtener los anillos de Newton, dos lentes de $f = + 0.150$ m, porta diafragma, porta lentes, jinetes para el banco óptico, fuente de alimentación de la lámpara, pantalla de retroproyector, filtros de colores.

Desarrollo:

El dispositivo para obtener los anillos de Newton consiste en una lente plano-convexa de gran radio de curvatura colocada sobre una placa de vidrio de caras planas y paralelas, ambos se sujetan por medio de tres tornillos que unen dos placas metálicas, lo que permite regular la posición de la lente.

En calidad de fuente de luz podrá utilizarse una lámpara de vapor de mercurio con su condensador de luz.

El banco óptico debe tener una articulación que permita doblarlo en un ángulo cercano a 90° , de no disponer de éste, podrá colocar los dispositivos sobre soportes que permitan obtener posiciones similares a las que se indican.

En un extremo del banco óptico se colocará la fuente luminosa y delante de ella a 5 ó 10 cm, la lente de $f = + 0.150$ m. A 15 cm de ésta, se colocará el dispositivo para la obtención de los

anillos de Newton, de modo que la luz proveniente de la fuente quede lo más concentrada posible sobre la lente de éste. El plano del dispositivo debe formar un ángulo de unos 45° respecto al plano de la primera lente.

La luz reflejada por el dispositivo de anillos de Newton debe incidir sobre la segunda lente de $f = + 0.150 \text{ m}$, colocada sobre la parte articulada del banco, a unos 15 cm de dicho dispositivo, de modo que los dos planos de las lentes de $f = + 0.150 \text{ m}$ estén en ángulo recto.

Ahora se desplazan convenientemente las dos lentes hasta obtener una imagen real del patrón interferencial en la pantalla colocada a 3 ó 4 m de la fuente luminosa.

El patrón de anillos así obtenido puede visualizarse para toda el aula, pues tiene un diámetro aproximado de un metro.

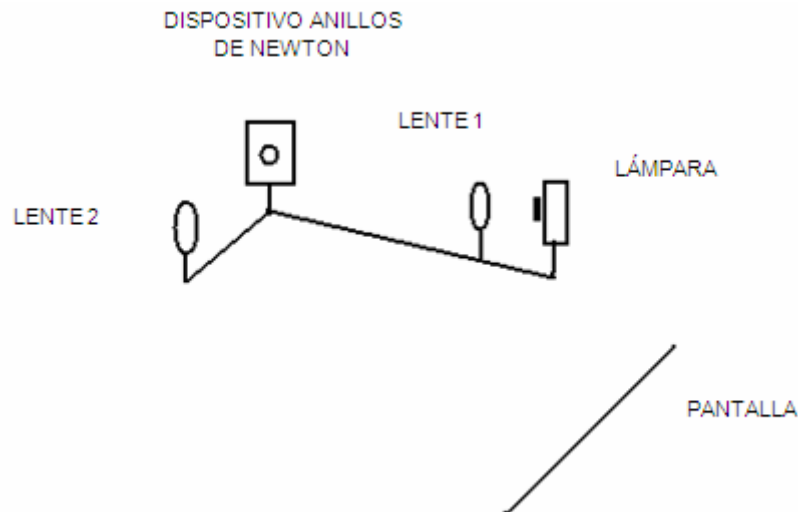


Figura 2 Montaje del banco óptico articulado para los anillos de Newton

Observaciones.

Después de obtener el patrón de anillos para la luz blanca, el cual se observa coloreado, se debe colocar delante de la lámpara, en forma alternada, diferentes filtros de colores (los mejores resultados se han observado con filtros rojos y verdes) y permite notar el cambio en el radio de los anillos.

Debe dirigirse la observación a la variación del espaciamiento entre anillos vecinos, así como la pérdida de su intensidad y nitidez, a medida que aumenta el radio de estos.

Los mejores resultados se obtienen si la instalación descrita se coloca en el centro del aula, de modo que el patrón descrito pueda recogerse poniendo la pantalla frente al auditorio. Un estudiante debidamente entrenado puede cambiar los filtros de colores.



Figura 3 Anillos de Newton

6. Ejemplo 4

Título: Interferencia en una cuña de aire

Materiales y equipos: Banco óptico articulado, fuente de luz intensa, dos láminas de vidrio, lente de $f = + 0.150$ m, porta diafragma, porta lentes, jinetes para el banco óptico, fuente de alimentación de la lámpara, pantalla de retroproyector, filtros de colores, pinzas de sujeción.

Desarrollo:

Para este experimento debe disponer de dos láminas de vidrio de 1 dm^2 aproximadamente y de 2 mm de espesor y unir las de plano por medio de tres pinzas de sujeción.

Coloque el banco óptico doblado por su articulación en un ángulo recto, en uno de sus brazos y a unos 10 cm de la articulación se coloca la lámpara. En el codo de la articulación se ubican las dos láminas previamente unidas de plano con las pinzas de sujeción, de modo que los brazos del banco óptico formen un ángulo de 45° con el plano de las láminas, así la luz de la lámpara ilumina a las láminas con una inclinación de 45° y la luz reflejada sale con ese mismo ángulo.

Se debe colocar la lente de $f = + 0.150$ m en el otro brazo del banco a 15 cm de las láminas de vidrio, de forma que aumente la imagen del patrón de interferencia por reflexión y la proyecte en la pantalla colocada a 2 ó 3 metros de la instalación.

Búsquese la mejor posición de la lámpara y la lente hasta ver lo más nítido posible, las franjas del patrón de interferencia, que se verán coloreadas, se podrá interponer uno o más filtros delante de la lámpara y comparar los patrones así obtenidos.

Variando la presión de las pinzas sobre los bordes de las láminas de vidrio se observará el desplazamiento de las franjas del patrón de interferencia.

Observaciones.

Deberá cuidarse que la luz de la lámpara nunca sea dirigida hacia los estudiantes. Para evitar que la luz transmitida a través de las láminas de vidrio ilumine demasiado el aula e ilumine las paredes, puede colocarse un paño de tela negro mate detrás de las mismas.

Debe hacerse hincapié en que las franjas de interferencia no se ven rectas, si no irregularmente curvadas, debido a que el espesor de la película de aire entre las placas de vidrio varía de modo también irregular, recordar que este método se emplea en la inspección de la calidad de las superficies, si puede tomarse una de ellas como patrón de calidad.



Figura 4 Montaje del banco óptico articulado para la cuña de aire

7. Ejemplo 5

Título: Interferencia en una película de jabón

Materiales y equipos: Banco óptico articulado, fuente de luz intensa, anillo de alambre, lente de $f = + 0.150$ m, porta diafragma, porta lentes, jinetes para el banco óptico, fuente de alimentación de la lámpara, pantalla de retroproyector, solución de agua jabonosa, vaso de precipitados de 1 l, filtros de colores.

Desarrollo:

El montaje es similar al de la demostración anterior lo que ahora en lugar de colocar las placas de vidrio, deberá colocar un anillo de alambre de unos 15 a 20 cm de diámetro, pero alejando más la lámpara para evitar que el calor que despide rompa demasiado rápido la pompa de jabón.

El anillo de alambre debe tener un vástago de 10 a 15 cm de longitud que permita sujetarlo y puede ser construido de un pedazo de alambre de cobre o acero por el propio profesor.

Para obtener la pompa de jabón, se introduce el aro de alambre en el agua jabonosa, sacarlo con la película de jabón y ponerlo en el codo del banco articulado, moviéndolo convenientemente de modo que la luz reflejada por la pompa de jabón incida sobre la lente, hasta ver la imagen del patrón de interferencia en la pantalla. Es menester ensayar varias veces, antes de hacerlo en el aula.

Observaciones.

Este experimento es muy expresivo y vistoso, porque en la pantalla se pueden observar las franjas coloreadas. Si el aro se mantiene de 10 a 15 segundos en la misma posición, podrá observarse el corrimiento de las franjas de interferencia, debido a la variación del espesor de la película de agua jabonosa, por el efecto de la fuerza gravitatoria.

Colocando un filtro de color (preferentemente rojo a amarillo) delante de la fuente luminosa, se podrán observar las franjas brillantes y oscuras, en este caso se debe acercar la pantalla, debido a la pérdida de intensidad luminosa, que hacen menos nítido el patrón interferencial.

A la preparación de la solución jabonosa, agregue un poco de glicerina para mejorar la duración de la pompa de jabón.

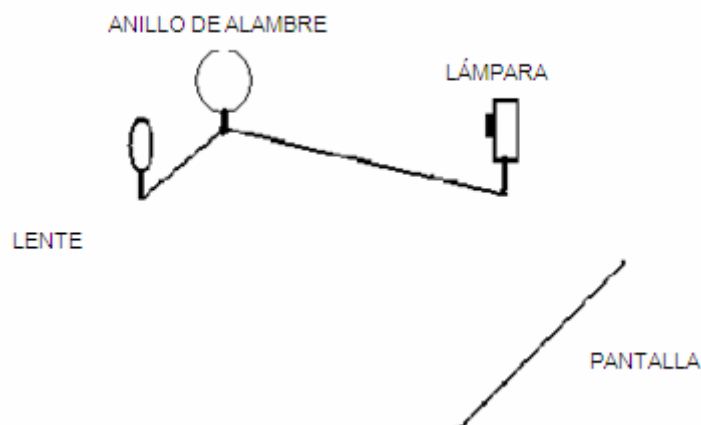


Figura 5 Montaje del banco óptico articulado para la pompa de jabón

8. Conclusiones

Si cada demostración se prepara con antelación y se ensaya convenientemente, el tiempo para su ejecución en el aula debe ser mínimo, oscilando desde dos hasta seis minutos las más extensas. El factor tiempo no debe constituir un impedimento para no realizarla, porque en la Física lo más importante es lo fenomenológico del contenido. Las ecuaciones, fórmulas, descripciones y definiciones aparecen en los textos, pero la evidencia viva del fenómeno, no.

Una mayor efectividad se logra con un local que permita su oscurecimiento temporal, pero esto se puede lograr con economía de recursos.

Especial cuidado debe poner el docente con las medidas de protección al trabajar con fuentes de radiación ionizantes.

Todas las demostraciones han sido ensayadas y llevadas a la práctica durante varios cursos y si se ejecutan siguiendo las indicaciones que se exponen, deben dar los resultados esperados.

9. Bibliografía

- ✓ Daish, C.B y Fender, D.H (1964) Física Experimental para estudios elementales y superiores. Editorial UTEHA. México.
- ✓ Herrera, J. (2009) Demostraciones Experimentales de Óptica. Colección Monográficos InterTech No.1. Comunica S,L. Valencia. ISBN-13: 978-84-692-5532-2. Pág. 23 - 29
- ✓ Westphal, N. F. (1965) Experimentos de Física. Editorial Labor. Madrid.

Jorge Luis Herrera Fuentes

herrera@geo.upr.edu.cu

Departamento de Física. Universidad de Pinar del Río. Cuba.