

Experiencias didácticas usando el equipo de láser

Ma Consuelo Pascual Monerris

IFP Cotes Baixes, Alcoi

Como la mayoría de vosotros sabéis, este equipo forma parte de la dotación que la Consellería de Educación y Ciencia ha enviado a los centros de Secundaria.

Objetivo de la ponencia

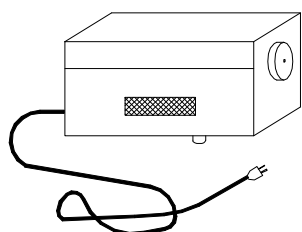
El objetivo de la misma es mostrar a aquellos profesores que no hayan utilizado el equipo, su fácil manejo. Para el profesor de Secundaria Obligatoria y Bachillerato resulta, pues, un instrumento que permite mostrar los efectos de la Óptica en forma de experiencias meramente expositivas (de cátedra), o como experiencias de laboratorio con participación directa del alumno.

Con él se pueden abordar temas clásicos de Óptica geométrica, como reflexión y refracción, y otros, cuya realización se salía del alcance de laboratorios pequeños, y que ahora se pueden realizar gracias a la utilización de las fuentes láser, como son los fenómenos de interferencias y de difracción.

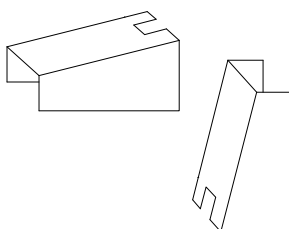
Con este equipo se pueden observar los fenómenos no sólo cualitativamente, sino también cuantitativamente. No obstante, por el escaso tiempo que tenemos para la demostración, me limitaré a la exposición cualitativa de algunos de ellos, elegidos entre los muchos posibles, que pueden ser interesantes y motivadores.

Todo lo que vamos a realizar a continuación se halla perfectamente explicado en los manuales del equipo y por tanto está al alcance de todos. Así pues, se trata de impulsar y extender algo más, el uso de este recurso didáctico.

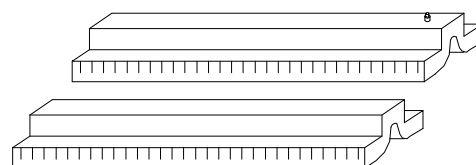
Reconocimiento de los componentes más característicos del equipo



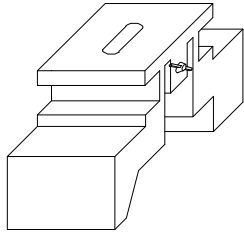
LÁSER He-Ne (0,5 mW)



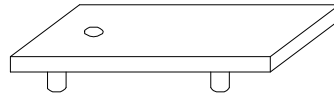
Soporte para LÁSER



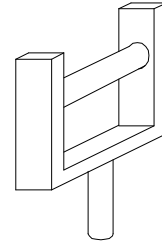
Banco óptico 100 cm.



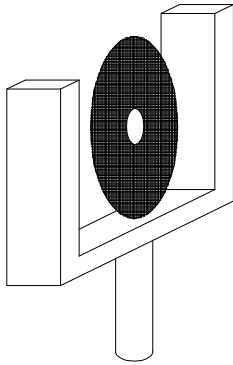
Jinete con y sin tornillo



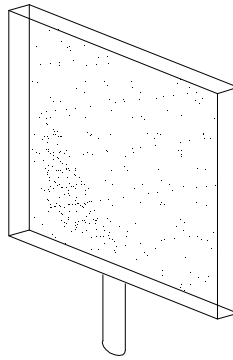
Mesa óptica



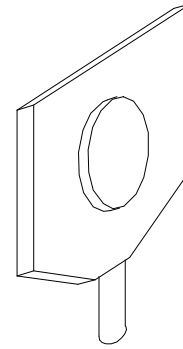
Lente cilíndrica



Lente difusora



Pantalla traslúcida



Portalentes

El equipo tiene un total de 56 componentes, que se irán haciendo familiares con el desarrollo de las prácticas.

Introducción: la fuente luminosa coherente, láser de helio-neon

Este **LÁSER** está concebido con fines didácticos y de laboratorio, de ahí su escasa potencia (0,5 mW) y los criterios de seguridad y protección que se tuvieron en cuenta en su construcción. La longitud de onda de la luz emitida es de 632'8 nm y el diámetro del haz es de 0,66 mm.

La luz del **LÁSER** emerge concentrada en un haz estrecho y casi paralelo, siendo ésta monocromática y coherente. El orificio de salida está dotado de un filtro completamente opaco de seguridad.

Al trabajar con **LÁSER**, **HAY QUE MANTENER LAS SIGUIENTES MEDIDAS DE SEGURIDAD:**

- No mires nunca directamente el haz luminoso.
- Abre el filtro protector, exclusivamente cuando se realice la experiencia.

Otros elementos de especial relevancia

La **MESA ÓPTICA**: es un elemento que en posición horizontal sirve de soporte a los elementos ópticos y al disco óptico. En posición vertical se utiliza como pantalla, adhiriéndole una hoja de papel blanco o milimetrado.

La **LENTE CILÍNDRICA**: el rayo incidente, al pasar a su través, se abre en forma de abanico, contenido en un plano perpendicular al banco óptico. Esta lente es la que nos permitirá la visión del rayo. Uno de los apartados de la práctica nº 1 se destina a que el alumno descubra por sí solo este hecho.

La **LENTE CONVERGENTE**, sirve para colimar la radiación procedente de la lente cilíndrica.

Práctica nº 1: PROPAGACIÓN DE LA RADIACIÓN LÁSER

OBJETIVOS

Observar la propagación de la radiación emitida por el Láser a través de diferentes medios isótopos.

MATERIAL

- Láser He-Ne
- Soporte para Láser
- Banco óptico
- Jinete (3)
- Jinete con tornillo
- Lente cilíndrica con soporte
- Lente $f = +300$
- Portales de plástico
- Cubeta transparente con tapa

Material adicional

- 1 litro de agua aproximadamente
- Cerillas o mechero
- Incienso o cigarrillos
- Leche y cuentagotas

MONTAJE:

Una vez colocado el LÁSER sobre su soporte, colocar la cubeta en el otro extremo del banco óptico, sobre los dos jinetes, de forma que quede estable.

Antes de conectar la fuente LÁSER cerciórate de que el filtro está puesto.

MODO DE OPERAR

1.- Conecta el LÁSER y retira el filtro de protección.

¿ En qué lugares se observa el paso de la luz?, ¿por qué? Anota tus comentarios.

2.- Introduce un cigarro encendido en el interior de la cubeta, tápala y deja que se llene de humo.

¿Permite el humo la visualización del rayo?, ¿por qué? Anota tus comentarios.

3.- Extrae ahora el cigarro y llena la cubeta con agua suficiente para que el rayo la atraviese. Anota tus comentarios.

4.- Ahora deja caer varias gotas de leche y mézclalas. ¿Qué se observa?

CONCLUSIÓN

¿Qué conclusión has sacado? Prepara un cuadro explicativo de tus conclusiones.

CONTINUACION DE LA EXPERIENCIA

Tapa la fuente con el filtro protector.

5.- Retira la cubeta y los dos jinetes que hacían de soporte. En su lugar, instala la mesa óptica con un papel blanco sobre la superficie.

Coloca ahora la lente cilíndrica en el jinete con tornillo, de forma que esté próxima al emisor, y a 30 cm de ésta, instala la lente + 300 sobre el portales con su respectivo jinete.

6.- Retira el filtro protector. ¿Qué trayectoria observas sobre el papel de la mesa óptica?

CUESTIONES

7.- ¿Cuál es la trayectoria seguida por la propagación de la radiación?

8.- ¿Por qué se hace visible dicha trayectoria al introducir pequeñas partículas en el medio en el que se propaga la luz?

Práctica nº 2: REFLEXIÓN EN UN ESPEJO PLANO

OBJETIVOS:

Observar el fenómeno de la reflexión regular en un espejo plano. Determinar sus leyes.

MATERIAL

- LÁSER He-Ne de 0,5 mW
- Soporte del Láser y banco óptico
- Jinete (3)
- Jinete con tornillo
- Lente cilíndrica con soporte
- Lente de $f = +300$
- Portales de plástico
- Mesa óptica
- Espejo plano, cóncavo y convexo
- Disco óptico

FUNDAMENTO TEÓRICO

Al incidir la luz sobre una superficie, es devuelta al medio con menor intensidad; este fenómeno se denomina reflexión y gracias a él podemos observar los objetos que no son emisores de radiación visible.

Hay dos tipos de reflexión, la especular y la difusa: en nuestro caso, vamos a estudiar la especular.

MONTAJE

- 1.- Sitúa a la salida del LÁSER la lente cilíndrica y, a 30 cm de ésta, coloca el portales con la lente convergente.
- 2.- Coloca la mesa óptica en el extremo opuesto al emisor LÁSER y deposita sobre ella el espejo plano sobre el disco óptico.
- 3.- Cerciórate de que el filtro protector está colocado, y conecta el LÁSER.

MODO DE OPERAR

4.- Desplaza verticalmente la lente cilíndrica hasta obtener una imagen nítida del rayo incidente sobre el disco óptico.

MODO DE OPERAR: Continuación

- 5.- Coloca el espejo sobre el diámetro perpendicular al banco y haz coincidir el rayo de luz con el otro diámetro, de forma que sea perpendicular al espejo.
- 6.- Gira el disco 10° , 20° , 30° , 40° , 50° , 60° y 70° , y observa sus correspondientes ángulos de reflexión.
- 7.- ¿Qué observas? Analizando los resultados, ¿qué puedes enunciar?.
- 8.- Retira el espejo y pon en su lugar una goma de borrar o una tiza. ¿qué tipo de reflexión se produce?

Práctica nº 3: REFRACCIÓN DE LA LUZ

OBJETIVO

Comprobar la ley de Snell de la refracción.

MATERIAL

- LÁSER con soporte
- Banco óptico
- Jinete (3)
- Jinete con tornillo
- Lente cilíndrica con soporte
- Lente $f = + 300$ mm
- Portalentes de plástico
- Mesa óptica.
- Lente semicircular
- Disco óptico

MONTAJE

- 1.- Seguir las instrucciones de montaje de la práctica 1. Es decir, colocar la lente cilíndrica frente al emisor y la lente $f = +300$ a 30 cm de ésta.
- 2.- Coloca la mesa óptica en el extremo opuesto al emisor LÁSER, deposita en ella el disco óptico y, encima de éste, la lente semicircular.
- 3.- Coloca la cara plana de la lente semicircular centrada en el disco y sobre uno de sus diámetros. La cara blanca debe estar apoyada en el disco óptico.
- 4.- Conecta el rayo LÁSER y ajusta los componentes hasta que la luz incida sobre la cara plana de forma que el rayo coincida con el diámetro del disco óptico, es decir, que coincida con la normal.

MODO DE OPERAR

- 5.- Comenzando a partir de la incidencia normal, gira el disco óptico (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 y 80 grados) y observa los rayos incidente y refractado.
- 6.- Opcional: construye una tabla con los ángulos obtenidos y con sus respectivos senos. Comprueba que se cumple:

$$n_1 \text{ sen } i = n_2 \text{ sen } r$$

Como $n_1 = 1$ entonces, al dividir el seno del ángulo de refracción por el seno de su respectivo ángulo de incidencia, obtendremos siempre un valor constante que coincide con el índice de refracción del vidrio.

NOTA

Habrás observado que la dirección del rayo refractado que se propaga en el metacrilato es la misma que la del rayo refractado cuando vuelve a salir al aire. Piensa que eso es debido a que, al ser circular la superficie y provenir el rayo del centro de la lente, éste resulta ser siempre un radio de dicha lente, es decir, incide perpendicularmente en ella (coincide con la normal), con lo que se refracta sin desviarse de su camino. No desmontes la experiencia pues te servirá más adelante.

Práctica nº 4: REFLEXIÓN TOTAL EN UNA CUBETA TRANSPARENTE

OBJETIVO

Comprobar el hecho de que, al pasar un rayo luminoso de un medio de alto índice de refracción a otro de bajo índice de refracción, el rayo reflejado se aleja de la normal; esto supone que para cierto ángulo de incidencia no exista rayo refractado y que todo él se refleja.

MONTAJE

- 1.- Llena la mitad de la cubeta con agua, y añade dos o tres gotas de leche.
- 2.- Añade humo en la otra mitad y atrápalo con la tapa.

MODO DE OPERAR

- 3.- Coloca la cubeta sobre la mesa, de modo que sobresalga parte de la base en voladizo.
- 4.- Sujeta el emisor LÁSER con las manos y haz incidir el rayo por la parte baja de la cubeta.
- 5.- Haz un dibujo de lo observado.
- 6.- Ve aumentando el ángulo de incidencia hasta que no se observe rayo refractado en el humo. Dibuja la marcha de los rayos para los diferentes ángulos de incidencia.
- 7.- Intenta que el rayo sea totalmente reflejado. Dibuja la marcha de los rayos.

OTRA FORMA DE COMPROBARLO

- Utilizando el montaje de la práctica anterior, podríamos medir el ángulo límite, aunque en este caso nos conformaremos con comprobarlo.
- 8.- Coloca la lente semicircular con la cara no plana frente a la fuente luminosa. Procura que el rayo incidente coincida con el diámetro del disco óptico.
 - 9.- Ahora gira el disco, de forma que el ángulo de incidencia sea cada vez mayor. ¿Qué ocurre?
 - 10.- Como habrás comprobado, a partir de cierto ángulo de incidencia, aparece el fenómeno de reflexión total.

APLICACIÓN: LA FIBRA ÓPTICA

OBJETIVOS

Observar un ejemplo de reflexión total, la guía óptica de luz mediante la fibra óptica.

MATERIAL

- LÁSER
- Jinete (3)
- Jinete con tornillo
- Banco óptico
- Pantalla translúcida
- Fibra óptica
- Soporte para holograma

FUNDAMENTO TEÓRICO

Recientemente se han desarrollado técnicas para conducir la luz eficientemente de un punto a otro, a través de fibras dieléctricas transparentes, siempre que el diámetro de estas fibras sea grande comparado con la longitud de onda de la luz usada.

Así pues, la luz que incide bajo cierto ángulo mayor que el crítico, sufre (miles de) reflexiones en el interior de la fibra cilíndrica, sin apenas pérdida de energía.

MONTAJE

- 1.- Coloca el LÁSER sobre el banco óptico y sitúa, frente a él, el soporte para holograma, que previamente habrás introducido en un jinete.
- 2.- Coloca la fibra óptica en el soporte, de forma que el haz de luz penetre en una de sus secciones. La fibra óptica podrá estar enrollada sobre sí misma.
- 3.- Conecta el emisor LÁSER y retira el filtro.
- 4.- Haz incidir el haz sobre la sección de la fibra óptica y anota tus observaciones.
- 5.- Ahora sitúa la pantalla translúcida, montada sobre dos jinetes, delante de la luz emergente de la fibra óptica. ¿Cuál es la imagen proyectada?

CONCLUSIÓN

La fibra óptica sirve para conducir la luz, pero el haz de luz emergente de la fibra óptica,

es un haz de luz divergente, debido a los múltiples focos de dispersión de su interior. Sus aplicaciones son: Comunicaciones. Exploración médica. Visualización en control de calidad.

OTRAS APLICACIONES DE LA REFLEXIÓN TOTAL: Cambios de dirección del haz de luz mediante prismas

MONTAJE

El montaje es el mismo que se ha utilizado en la práctica de reflexión total con la lente semicircular, pero sustituyendo esta última por un prisma recto.

- 1.- Colocar el prisma sobre el disco óptico de forma que su hipotenusa coincida con un diámetro del mismo, y que el rayo incidente sea perpendicular a esta cara, y paralelo al otro diámetro.
- 2.- Conecta la luz LÁSER y ajusta los componentes hasta que se vea nítida la incidencia de la luz sobre el prisma.
- 3.- ¿Qué observas? Dibuja un gráfico del prisma y del camino de los rayos.
- 4.- Desplaza ahora lateralmente el disco de forma que el rayo deje de ser perpendicular a la hipotenusa. ¿Qué ocurre? Dibuja lo que observas.
- 5.- Cierra el filtro del LÁSER y coloca ahora el prisma de forma que uno de sus catetos coincida con el diámetro del disco óptico y que la luz incida perpendicularmente sobre éste. ¿Qué sucede? Dibuja tus observaciones.
- 6.- ¿Qué aplicaciones le ves a la experiencia que acabas de hacer?
- 7.- ¿Cómo construirías un periscopio? Dibújalo.