

Determinación del plano de oscilación de una haz de laser porizado - Ley de Malus



Si un láser está equipado con la llamada ventana Brewster, emite luz linealmente polarizada cuyo plano de oscilación puede determinarse con un filtro de polarización utilizado como analizador.

Física → Luz y óptica → Propiedades ondulatorias de la luz

Física → Luz y óptica → Óptica láser



Nivel de dificultad

medio



Tamaño del grupo

2



Tiempo de preparación

10 minutos



Tiempo de ejecución

20 minutos

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/6387712f7df83e0003086b94>

PHYWE

Información para el profesor

Aplicación

PHYWE

Montaje del experimento

Si un láser está equipado con la llamada ventana Brewster, emite luz linealmente polarizada cuyo plano de oscilación puede determinarse con un filtro de polarización utilizado como analizador.

La polarización tiene innumerables aplicaciones en la naturaleza y la tecnología. Dado que la luz del cielo y la luz reflejada de las superficies del agua, por ejemplo, también están polarizadas, se pueden conseguir magníficas fotografías con filtros de polarización para cámaras.

También hay muchos animales que pueden percibir el plano de polarización de la luz. Esto les ayuda a orientarse y a cazar.

Información adicional para el profesor (1/2)

PHYWE

**Conocimiento****previo****Principio**

Ya debe saberse que la luz es una onda electromagnética transversal, es decir, que tiene un campo E y un campo B, que oscilan perpendicularmente entre sí y a la dirección de propagación y abarcan un plano de oscilación.

Las fuentes de luz normales emiten ondas luminosas cuya dirección de oscilación está determinada aleatoriamente.

Hay materiales que, cuando la luz incide sobre ellos, sólo transmiten la luz de una determinada dirección de oscilación. Así se obtiene una luz linealmente polarizada.

Información adicional para el profesor (2/2)

PHYWE

**Objetivo**

Los filtros polarizadores pueden utilizarse para polarizar la luz linealmente. Si la luz polarizada linealmente incide sobre un filtro polarizador utilizado como aceptor, la intensidad de la luz detrás del aceptor se comporta según la ley de Malus; disminuye proporcionalmente al coseno cuadrado del ángulo entre la dirección de oscilación y la dirección de transmisión.

**Tareas**

- Determinación del plano de oscilación de un rayo láser polarizado
- Responder a las preguntas en resultados

Instrucciones de seguridad

PHYWE



Es esencial asegurarse de no mirar directamente al rayo láser.

Las instrucciones generales para la experimentación segura en las clases de ciencias se aplican a este experimento.

Principio (1/2)

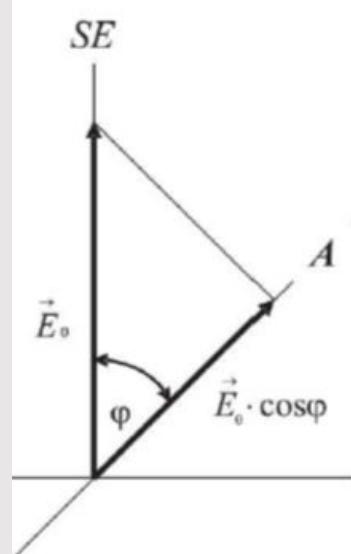
PHYWE

Si un haz de luz no polarizado pasa por un filtro de polarización, sólo se transmite la parte de la luz cuyo plano de oscilación corresponde a la dirección de polarización del filtro.

Si se deja pasar una luz linealmente polarizada con la amplitud E_0 caen en un segundo filtro (analizador), cuyo nivel de oscilación es A contra el plano de vibración SE de la luz por el ángulo φ se gira, sólo se transmite la parte

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \cos \varphi \quad (1)$$

. Standing A y SE perpendiculares entre sí, el analizador es opaco.



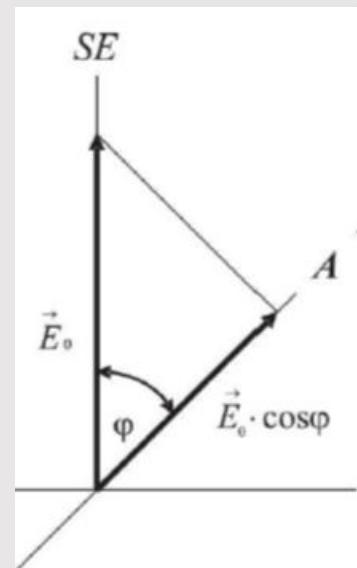
Principio (2/2)

PHYWE

Como la intensidad de la luz es proporcional al cuadrado de la amplitud de la intensidad de campo de la luz, se aplica lo siguiente a la intensidad de la luz detrás del analizador:

$$\frac{I}{I_0} = \frac{\vec{E}}{\vec{E}_0} = \cos^2 \varphi \quad (2)$$

Para determinar la intensidad de la luz se puede utilizar un fotoelemento cuya fotocorriente es directamente proporcional a la intensidad de la luz incidente.



Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	BANCO OPTICO DE PERFIL L 1000 MM	08370-00	1
2	LASER DE DIODOS 0.2/1 mW; 635 nm	08760-99	1
3	Unidad fijadora para diodo láser	08384-00	1
4	Multímetro analógico Demo ADM3: corriente, voltaje, resistencia y temperatura	13840-00	1
5	Montaje deslizante para banco óptico	09822-00	2
6	MONTURA C.ESCALA EN JINETE	09823-00	2
7	LENTE MONTADA, FOCO +10 cm	08021-01	1
8	PORTADIAFRAGMAS, ENCHUFABLE	11604-09	1
9	FILTRO DE POLARIZACION, 50 X 50MM	08613-00	1
10	FOTOELEMENTO DE SILICIO	08734-00	1
11	PANTALLA TRANSLUCIDA 25 X 25 CM	08064-00	1

PHYWE

Montaje y ejecución

Montaje

PHYWE

Montaje del experimento

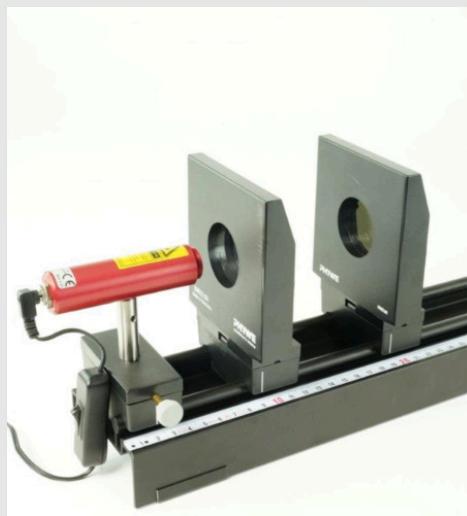
Para la primera parte del experimento, el láser de diodo y la pantalla transparente se fijan en las pestañas del banco de soporte y se colocan en cada extremo del banco óptico.

La lente convergente montada en una montura con escala ($f = +10\text{cm}$) sirve para expandir el rayo láser.

El soporte de apertura con el filtro polarizador está montado en el segundo soporte con escala. La dirección del filtro de polarización está indicada por su perforación. Esto debe ser en la parte superior cuando la marca de la línea del soporte de apertura está por encima de la posición - de la escala angular. El filtro polarizador se coloca cerca del objetivo.

Ejecución (1/2)

PHYWE



Primera parte de la prueba

Con la sala oscurecida, girar lentamente el filtro polarizador y observar en la pantalla la luminancia resultante.

Hay que determinar los ajustes del filtro para el brillo mínimo, ya que el ojo puede reconocer mejor las diferencias de brillo en este caso. El láser funciona en modo de 1 mW.

A continuación cambiar la pantalla transparente por el diodo de silicio, que se conecta a la entrada de corriente del multímetro de demostración.

Se retira la montura con la escala y la lente.

Ejecución (2/2)

PHYWE



Elemento fotográfico

La distancia entre el fotoelemento y el láser de diodo es ahora de unos 40 cm. Ambos deben estar alineados de manera que la superficie activa del fotoelemento esté totalmente iluminada.

La primera es la corriente oscura i_0 para registrar cuando se apaga el láser.

Posteriormente, el filtro de polarización se coloca en el rango angular de $\alpha \pm 100^\circ$ ajustado en pasos de 10° . La corriente asociada i del diodo de silicio.

En la zona del máximo y el mínimo de intensidad, el cambio de ángulo se realizará en pasos de 5° .



Resultados

Resultados (1/3)

PHYWE

El mínimo de intensidad de la luz láser transmitida, polarizada linealmente, encontrado en la primera parte del experimento se encuentra en una posición del analizador de $\alpha = -35^\circ$.

Esto significa que la dirección de oscilación de la luz láser se gira 90° respecto a ella.

Así, el láser de diodo emite una luz polarizada linealmente cuyo plano de oscilación está inclinado 55° con respecto a la vertical.

¿Qué es la luz polarizada?

La luz polarizada se filtra según la dirección de oscilación del campo eléctrico y magnético, por lo que sólo hay una dirección de oscilación.

La luz polarizada se mueve de un lado a otro entre dos monopositos magnéticos.

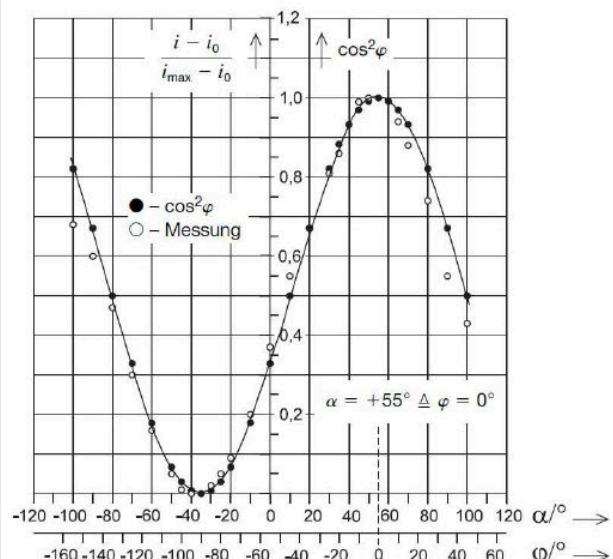
Resultados (2/3)

PHYWE

De los valores de corriente medidos en la segunda parte del experimento, la corriente oscura es i_0 a deducir y la proporción respectiva $(i - i_0)/(i_{max} - i_0)$ en un gráfico contra el ángulo. El gráfico resultante corresponde a la curva de un \cos^2 .

Esto confirma la ley según Malus:

La intensidad de un haz de luz polarizado linealmente con la intensidad inicial I_0 después de pasar por un polarizador lineal sigue siendo $I = I_0 \cos^2 \varphi$.



Resultados (3/3)

PHYWE

¿A qué se puede aplicar la ley de Malus?

- Todos los filtros de polarización.
- Filtros de polarización lineal.
- Luz polarizada circular.
- Luz linealmente polarizada.

Verificar

¿Para qué se utilizan los filtros polarizadores en las cámaras?

Para filtrar los reflejos de las superficies de agua o para que el cielo parezca más oscuro. Ambos son luz polarizada.

Para permitir un enfoque más rápido con la ayuda de pulsos láser.

Diapositiva	Puntuación / Total
Diapositiva 14: Polarización	0/3
Diapositiva 16: Múltiples tareas	0/4

Puntuación total

 0/7 Mostrar soluciones Repetir

11/11