

Ley de Malus

COMPROBACIÓN DE LA LEY DE MALUS PARA LUZ POLARIZADA LINEALMENTE.

- Medición de la intensidad de la luz I transmitida por un filtro de polarización, en dependencia con el ángulo de giro del filtro.
- Comprobación de la ley de Malus.

UE4040100

11/23 UD



Fig. 1: Disposición de medición

FUNDAMENTOS GENERALES

La luz, como onda transversal se puede polarizar, por ejemplo, dejándola pasar a través de un filtro de polarización. En una onda de luz polarizada el campo eléctrico E y el campo magnético B oscilan, cada uno de ellos, en un plano. La dirección de oscilación del campo eléctrico se denomina "dirección de polarización".

En el experimento, incide luz en un polarizador y secuencialmente en un analizador, que se encuentran rotados un ángulo φ entre sí. A través del polarizador sólo pasa la parte de la luz polarizada linealmente, a cuya intensidad de campo eléctrico se le puede asignar la amplitud E_0 .

En la dirección de polarización del analizador la componente oscila con la amplitud

$$(1) \quad E = E_0 \cdot \cos \varphi .$$

Solamente ésta puede pasar a través del analizador (Fig. 3).

La intensidad de la luz corresponde al cuadrado de la intensidad del campo eléctrico. Por lo tanto, la intensidad después del analizador se expresa como

$$(2) \quad I = I_0 \cdot \cos^2 \varphi ,$$

cuando la intensidad después del polarizador es I_0 .

La ecuación (2) es conocida como la ley de Malus. Esta se comprueba en el experimento realizando mediciones de intensidad con un sensor de luz. En esta medición el valor de intensidad medido con $\varphi = 90^\circ$ corresponde a la luz del medio. Este valor se debe restar de la intensidad medida.

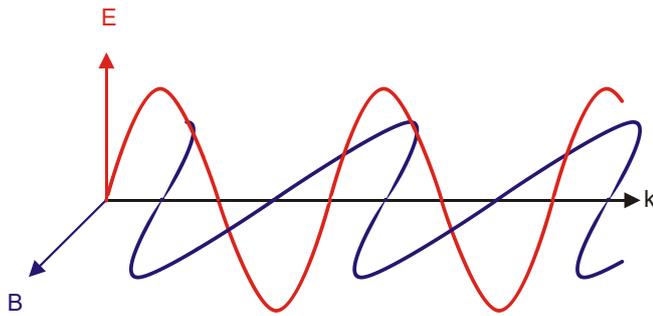


Fig. 2: Representación para la definición de la dirección de polarización

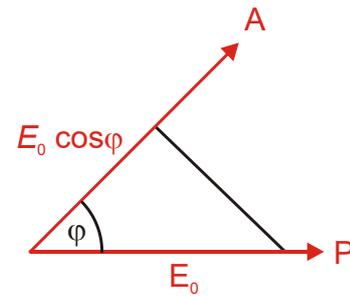


Fig. 3: Representación para el cálculo de la intensidad del campo eléctrico después del analizador

LISTA DE APARATOS

1	Banco óptico D, 50 cm	U10302	1002630
4	Jinetillo óptico D, 90/50	U103111	1002635
1	Lámpara óptica con lámpara LED	U21882	1020630
2	Filtros de polarización sobre mango	U22017	1008668
1	Soporte para sensor de luz		1022269
1	Sensor de luz de tres rangos	UCMA BT50i	1021502
2	Cables de sensor	UCMA-BTsc1	1021514
1	Data logger		
1	Software		

Encontrará más información sobre la medición digital en el sitio web del experimento, en la tienda virtual de 3B.

MONTAJE Y REALIZACION

- Se realiza la disposición de medición según la Fig. 1.

Observación:

La posición exacta de los filtros de polarización en el banco óptico no es crítica de cara al resultado de la medición.

- Se conecta el sensor de luz al data logger por medio del cable de sensor y se pone en marcha el software.
- Guiándose por la marca en la montura giratoria, se llevan ambos filtros de polarización a la posición 0° .

Observación:

El filtro de polarización más cercano a la lámpara óptica funciona como polarizador, el más cercano al sensor óptico funciona como analizador.

- El ajuste del polarizador no se vuelve a cambiar.
- La posición angular del analizador se ajusta en pasos de 10° hasta inclusive 360° y para cada ángulo ajustado se registra la intensidad de la luz punto por punto (Tab. 1).

EJEMPLO DE MEDICIÓN

Tab. 1: Intensidad de luz medida I_m y la intensidad de luz corregida I respecto a la luz del medio para diferentes ángulos φ entre el polarizador y el analizador

φ	I_m / lux	$I = I_m - I_m(90^\circ)$ / lux
0°	4,0440	3,6705
10°	3,9050	3,5315
20°	3,5500	3,1765
30°	3,1210	2,7475
40°	2,4720	2,0985
50°	1,7910	1,4175
60°	1,2080	0,8345
70°	0,7581	0,3846
80°	0,4502	0,0767
90°	0,3735	0,0000
100°	0,4906	0,1171
110°	0,8805	0,5070
120°	1,3440	0,9705
130°	1,9340	1,5605
140°	2,7330	2,3595
150°	3,3640	2,9905
160°	3,7710	3,3975
170°	4,0140	3,6405
180°	4,0320	3,6585
190°	3,8410	3,4675
200°	3,3710	2,9975
210°	2,7950	2,4215
220°	2,1880	1,8145
230°	1,5000	1,1265
240°	0,9986	0,6251
250°	0,5849	0,2114
260°	0,3802	0,0067
270°	0,3653	-0,0082
280°	0,5882	0,2147
290°	0,9939	0,6204
300°	1,5770	1,2035
310°	2,2280	1,8545
320°	2,8030	2,4295
330°	3,3850	3,0115
340°	3,7280	3,3545
350°	3,9810	3,6075
360°	4,0360	3,6625

EVALUACIÓN

La extinción del filtro de polarización está especificada con > 99,9% en la gama de longitudes de onda de $\lambda = 450 - 750$ nm. Por lo tanto el valor de la intensidad de la medido para $\varphi = 90^\circ$ se corresponde muy bien con la intensidad de la luz del medio.

- Para cada ángulo φ la intensidad de la luz $I_m(\varphi = 90^\circ)$ (Tab. 1) se subtrae de las intensidades de luz I_m medidas en la Tab. 1.
- La intensidad de la luz I corregida en la intensidad de la luz del medio en dependencia con el ángulo φ se representa gráficamente en un diagrama (Fig. 4).

El curso de la curva corresponde a la ecuación (2).

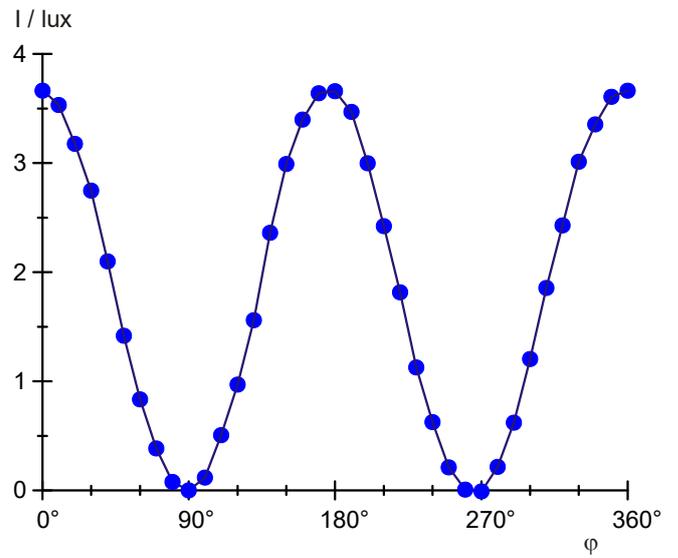


Fig. 4: Intensidad I de la luz en dependencia con el ángulo φ entre el polarizador y el analizador

- De los ángulos φ para $0 \leq \varphi \leq 90^\circ$ se calculan los valores de $\cos^2(\varphi)$ (Tab. 2) y los correspondiente valores para la intensidad de la luz I se toman de las Tab. 1 y Tab. 2.

Tab. 2: La intensidad de la luz I corregida en la intensidad de la luz del medio para diferente valores de $\cos^2(\varphi)$ para $0 \leq \varphi \leq 90^\circ$

φ	$\cos^2(\varphi)$	I / lux
0°	1,00	3,6705
10°	0,97	3,5315
20°	0,88	3,1765
30°	0,75	2,7475
40°	0,59	2,0985
50°	0,41	1,4175
60°	0,25	0,8345
70°	0,12	0,3846
80°	0,03	0,0767
90°	0,00	0,0000

- La intensidad de la luz I en dependencia con $\cos^2\varphi$ se representa gráficamente en un diagrama (Fig. 5).

Los valores de medida se encuentran, de acuerdo con la ecuación (2), como era de esperar en una recta que pasa por el origen, con la pendiente I_0 .

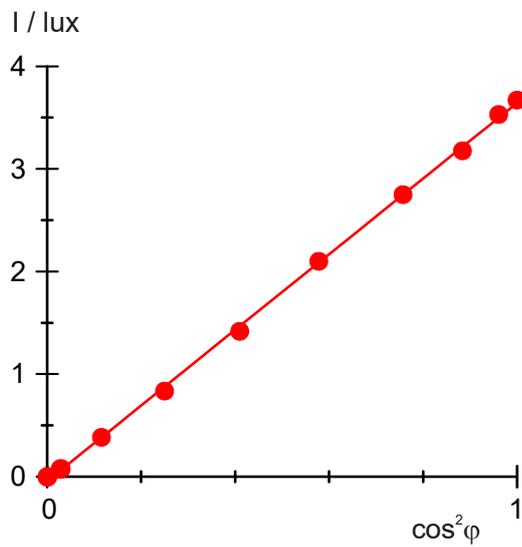


Fig. 5: Intensidad I de la luz en dependencia con $\cos^2\varphi$