

Legge di Malus

CONFERMA DELLA LEGGE DI MALUS PER LUCE DI POLARIZZATA LINEARMENTE.

- Misurazione dell'intensità I della luce trasmessa attraverso il filtro di polarizzazione in funzione dell'angolo di rotazione dei filtri.
- Conferma della legge di Malus.

UE4040100

10/15 UD



Fig. 1: Disposizione per la misurazione.

BASI GENERALI

La luce è trasversalmente polarizzabile ~~come onda trasversale~~, facendola passare ad esempio attraverso un filtro di polarizzazione. In un'onda luminosa polarizzata linearmente, il campo elettrico E e il campo magnetico B oscillano ciascuno su un piano fisso. La direzione di oscillazione del campo elettrico viene definita come direzione di polarizzazione.

Nell'esperimento la luce colpisce in modo consecutivo un polarizzatore e un analizzatore, ruotati l'uno rispetto all'altro dell'angolo φ . Il polarizzatore si lascia attraversare solo da una porzione linearmente polarizzata della luce. L'ampiezza del campo elettrico dell'onda trasmessa dal polarizzatore sia E_0 .

Nella direzione di polarizzazione dell'analizzatore tale componente oscilla con l'ampiezza

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

Solo questa frazione può attraversare l'analizzatore (Fig. 3).

L'intensità della luce corrisponde al quadrato dell'intensità del campo elettrico. Pertanto l'intensità dietro l'analizzatore è pari a

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

se I_0 è l'intensità dietro il polarizzatore.

L'equazione (2) è conosciuta come Legge di Malus, e viene confermata nell'esperimento misurando l'intensità con un sensore di luce. In questa misurazione il valore di intensità misurato con $\varphi = 90^\circ$ corrisponde alla luce ambientale. Viene quindi sottratto dall'intensità misurata.

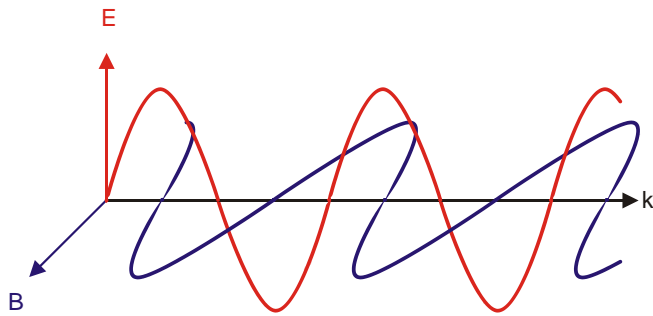


Fig. 2: Rappresentazione per la definizione della direzione di polarizzazione.

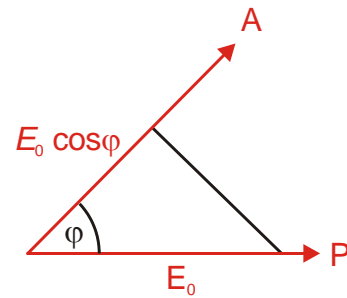


Fig. 3: Rappresentazione per il calcolo dell'intensità del campo magnetico dietro l'analizzatore.

ELENCO DEGLI STRUMENTI

1	Banco ottico D, 50 cm	U10302	1002630
4	Cavaliere ottico D, 90/50	U103111	1002635
1	Lampada ottica alogena	U21881	1003188
1	Trasformatore 12 V, 60 VA	U13900	1000593/ 1006780
2	Filtro di polarizzazione su asta	U22017	1008668
1	Sensore di luce	U11364	1000562
1	3B NET/og™	U11300	1000539/40

Dotazione opzionale:

1	3B NET/ab™	U11310	1000544
---	------------	--------	---------

MONTAGGIO E ESECUZIONE

- Realizzare la disposizione per la misurazione secondo Fig. 1.

Nota:

La posizione esatta dei due filtri di polarizzazione sul banco ottico è irrilevante ai fini del risultato delle misurazioni.

- Con l'ausilio del cavo miniDIN, collegare il sensore di luce all'ingresso analogico A o B del 3B NET/og™. Accendere 3B NET/og™ e attendere il riconoscimento del sensore.
- Accendere il computer e avviare il software 3B NET/ab™. Collegare 3B NET/og™ al computer. Configurare l'ingresso come descritto nelle istruzioni per l'uso del software 3B NET/ab™.

Nota:

I punti di misurazione possono anche essere registrati senza utilizzare il software 3B NET/ab™ leggendo sul display del 3B NET/og™.

- Nel menu di selezione, selezionare "Intervallo di misurazione/velocità:" "Misurazione manuale". Impostare il numero dei valori di misurazione a 37.
- Servendosi del contrassegno sul supporto girevole e sulla scala angolare, portare i due filtri di polarizzazione in posizione 0°.

Nota:

Il filtro di polarizzazione più vicino alla lampada ottica funge da polarizzatore, il filtro di polarizzazione più vicino al sensore di luce da analizzatore.

- Non modificare più l'impostazione del polarizzatore. Regolare l'analizzatore a un angolo di 10°.
- Facendo clic sul pulsante "Misurazione" nel software 3B NET/ab™, registrare l'intensità della luce. Terminare la registrazione del punto di misurazione facendo nuovamente clic sul pulsante "Misurazione".

Nota:

Una volta rilevato un punto, non è possibile ripeterne la misurazione.

- Impostare l'analizzatore a passi da 10° ad angoli fino a 360° compreso e, per ogni angolo impostato, registrare l'intensità della luce come sopra descritto (Tab. 1).

ESEMPIO DI MISURAZIONE

Tab. 1: Intensità luminosa misurata I_m e intensità luminosa corretta sull'intensità della luce ambientale I per diversi angoli φ fra polarizzatore e analizzatore.

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

ANALISI

L'estinzione dei filtri di polarizzazione è specificata con $> 99,9\%$ a $\lambda = 450 - 750$ nm. Il valore di intensità misurato con $\varphi = 90^\circ$ corrisponde con buona approssimazione alla luce ambientale.

- Sottrarre dalle intensità misurate I_m nella Tab. 1 per ogni angolo φ l'intensità di luce $I_m(\varphi = 90^\circ)$ (Tab. 1).
- Rappresentare graficamente in un diagramma l'intensità luminosa corretta sull'intensità della luce ambientale I in funzione dell'angolo φ (Fig. 4).

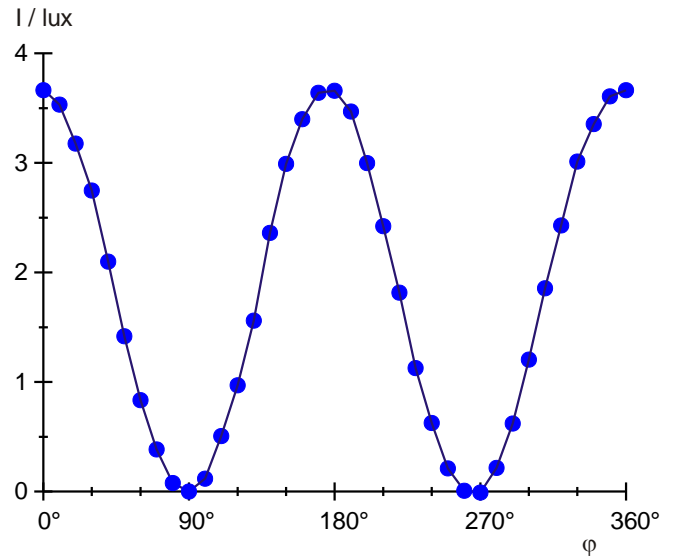


Fig. 4: Intensità di luce I in funzione dell'angolo φ tra polarizzatore e analizzatore.

L'andamento della curva coincide con l'equazione (2).

- Dagli angoli φ con $0 \leq \varphi \leq 90^\circ$, calcolare i valori $\cos^2(\varphi)$ (Tab. 2) e riportare i valori corrispondenti dell'intensità di luce I dalla Tab. 1 alla Tab. 2.

Tab. 2: Intensità luminosa corretta sull'intensità della luce ambientale I per diversi valori di $\cos^2(\varphi)$ con $0 \leq \varphi \leq 90^\circ$.

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

- Rappresentare graficamente in un diagramma l'intensità della luce I in funzione di $\cos^2\varphi$ (Fig. 5).

I valori di misurazione si trovano, come previsto dall'equazione (2), su una retta di origine con incremento I_0 .

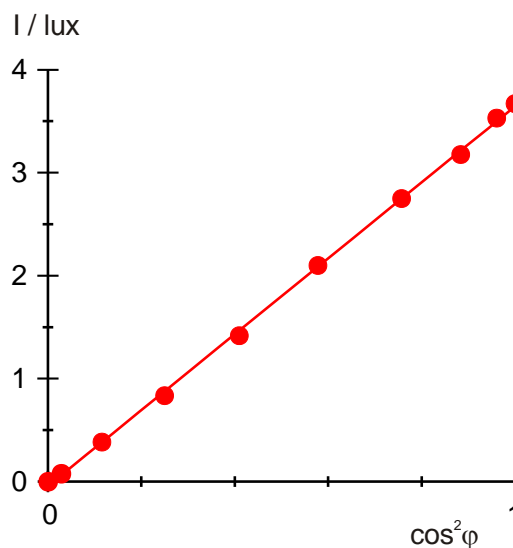


Fig. 5: Intensità di luce I in funzione di $\cos^2\varphi$.