

Loi de Malus

CONFIRMER LA LOI DE MALUS POUR LA LUMIÈRE À POLARISATION LINÉAIRE.

- Mesure de l'intensité lumineuse / transmise par les filtres de polarisation en fonction de l'angle de rotation des filtres.
- Confirmation de la loi de Malus.

UE4040100

10/15 UD

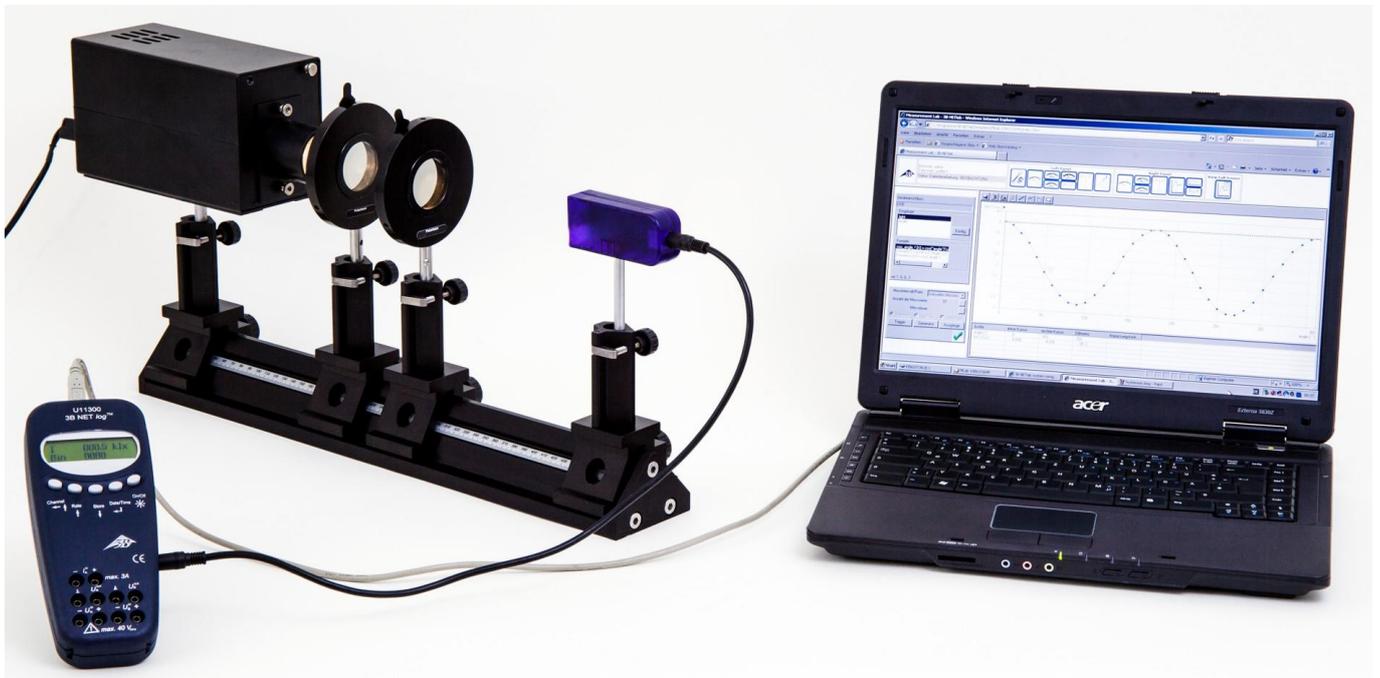


Fig. 1: Disposition pour mesure.

NOTIONS DE BASE GENERALES

On peut polariser la lumière comme une onde transversale, par exemple en la faisant traverser un filtre de polarisation. Dans une onde lumineuse à polarisation linéaire, le champ électrique E et le champ magnétique B oscillent chacun sur un plan fixe. Le sens de l'oscillation du champ électrique est appelé le sens de polarisation.

Dans l'expérience, la lumière rencontre successivement un polariseur et un analyseur, qui sont tournés l'un vers l'autre dans un angle φ . Seule une part de lumière à polarisation linéaire traverse le polariseur. Soit son intensité de champ électrique d'amplitude E_0 .

Dans le sens de la polarisation de l'analyseur, la composante oscille avec l'amplitude

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

Elle seule peut traverser l'analyseur (Fig. 3).

L'intensité de la lumière correspond au carré de l'intensité de champ électrique. Aussi, l'intensité en amont de l'analyseur s'élève à

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

si I_0 est l'intensité en amont du polariseur.

L'équation (2) est connue comme loi de Malus. Elle est confirmée dans l'expérience par la mesure de l'intensité avec un capteur lumineux. Dans cette mesure, l'intensité mesurée à $\varphi = 90^\circ$ correspond à la lumière ambiante. Elle est soustraite de l'intensité mesurée.

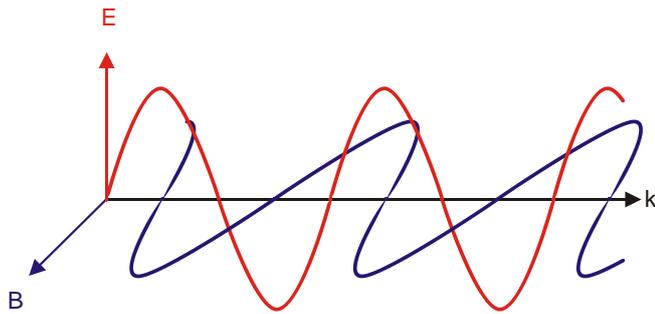


Fig. 2: Représentation pour définir le sens de polarisation.

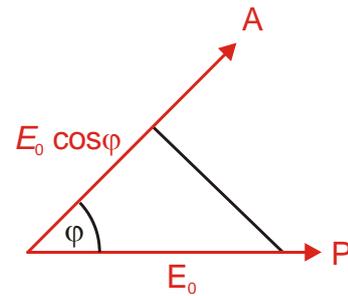


Fig. 3: Représentation pour calculer l'intensité de champ électrique en aval de l'analyseur.

LISTE DES APPAREILS

1	Banc d'optique D, 50 cm	U10302	1002630
4	Cavalier optique D, 90/50	U103111	1002635
1	Source lumineuse halogène	U21881	1003188
1	Transformateur 12 V, 60 VA	U13900	1000593/ 1006780
2	Filtre de polarisation sur tige	U22017	1008668
1	Capteur de lumière	U11364	1000562
1	3B NET/og™	U11300	1000539/40

En option :

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

MONTAGE ET REALISATION

- Réalisez le montage en vous référant à la Fig. 1.

Note :

La position exacte des deux filtres de polarisation sur le banc optique n'a pas d'incidence sur le résultat des mesures.

- Avec le câble miniDIN, branchez le capteur lumineux à l'entrée analogique A ou B de 3B NET/og™. Allumez 3B NET/og™ et attendez que le capteur soit détecté.
- Démarrez l'ordinateur et le logiciel 3B NET/ab™. Reliez 3B NET/og™ à l'ordinateur. Configurez l'entrée comme le décrivent les instructions d'utilisation du logiciel 3B NET/ab™.

Note :

Vous pouvez également enregistrer les points de mesure sans le logiciel 3B NET/ab™ en lisant les valeurs à l'écran de 3B NET/og™.

- Dans le menu de sélection « Intervalle de mesure / Taux : », sélectionnez « Mesure manuelle ». Réglez le nombre de valeurs de mesure à 37.
- En vous servant du repère sur le support rotatif et de la graduation angulaire, réglez les deux filtres de polarisation sur 0°.

Note :

Le filtre de polarisation se trouvant proche de la lampe optique sert de polariseur, l'autre, proche du capteur lumineux, faisant office d'analyseur.

- Ne modifiez plus le réglage du polariseur. Réglez l'analyseur sur un angle de 0°.
- Cliquez sur le bouton « Mesurer » dans le logiciel 3B NET/ab™ pour enregistrer l'intensité lumineuse. Cliquez encore une fois sur le bouton « Mesurer » pour conclure l'enregistrement du point de mesure.

Note :

Il est impossible de répéter la mesure d'un point de mesure une fois enregistré.

- Réglez l'analyseur en pas de 10° jusqu'à un angle de 360° compris, et à chaque angle réglé, enregistrez l'intensité lumineuse tel que décrit ci-dessus (Tab. 1).

EXEMPLE DE MESURE

Tab. 1: Intensité lumineuse mesurée I_m et intensité lumineuse corrigée à celle de la lumière ambiante I pour différents angles φ entre le polariseur et l'analyseur.

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

ÉVALUATION

La suppression des filtres de polarisation est spécifiée par $> 99,9\%$ à $\lambda = 450 - 750$ nm. Aussi, la valeur d'intensité mesurée à $\varphi = 90^\circ$ correspond en très bonne approximation à la lumière ambiante.

- Pour chaque angle φ , soustrayez l'intensité lumineuse $I_m(\varphi = 90^\circ)$ des intensités lumineuses mesurées I_m du Tab. 1 (Tab. 1).
- Représentez dans un diagramme l'intensité lumineuse I corrigée à celle de la lumière ambiante, en fonction de l'angle φ (Fig. 4).

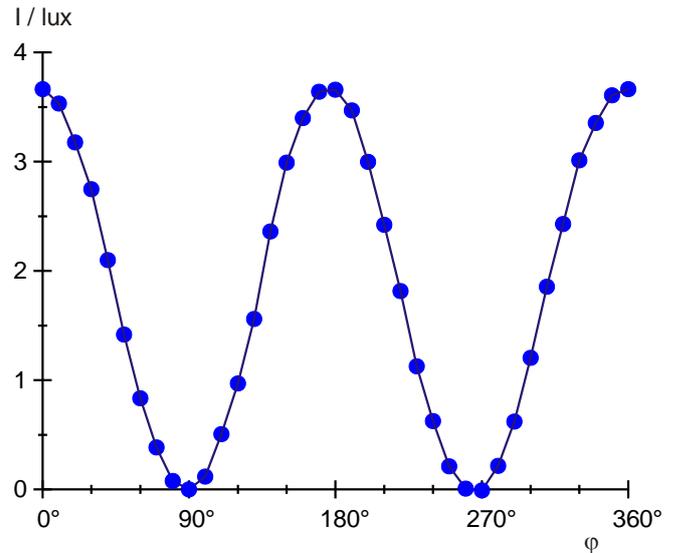


Fig. 4: Intensité lumineuse I en fonction de l'angle φ entre le polariseur et l'analyseur.

La courbe correspond à l'équation (2).

- À partir des angles φ pour $0 \leq \varphi \leq 90^\circ$, calculez les valeurs $\cos^2(\varphi)$ (Tab. 2) et reprenez dans le Tab. 2 les valeurs correspondant à l'intensité lumineuse I du Tab. 1.

Tab. 2 : Intensité lumineuse I corrigée à celle de la lumière ambiante pour différentes valeurs de $\cos^2(\varphi)$ pour $0 \leq \varphi \leq 90^\circ$.

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

- Représentez dans un diagramme l'intensité lumineuse I en fonction de $\cos^2\varphi$ (Fig. 5).

Comme le montre l'équation (2), les valeurs de mesure se situent sur une droite passant par l'origine de pente I_0 .

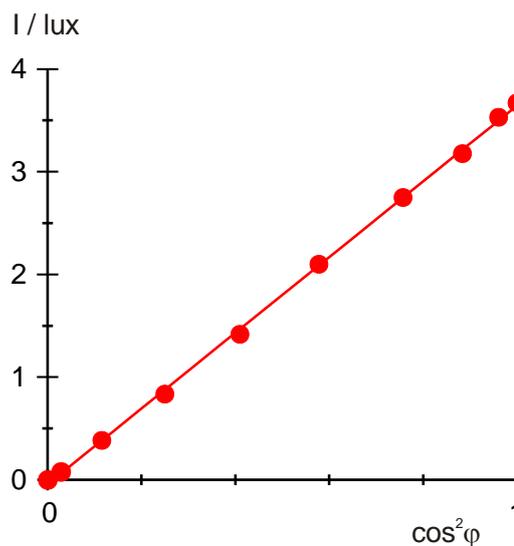


Fig. 5: Intensité lumineuse I en fonction de $\cos^2\varphi$.