

Polarisation

Exemple 7.6

La figure 7.34 a) représente un système de trois polariseurs placés dans le parcours d'une lumière initialement non polarisée. L'axe de transmission du premier polariseur est parallèle à l'axe des y, celui du deuxième forme un angle de 60° par rapport à l'axe des y mesuré dans le sens antihoraire et celui du troisième est parallèle à l'axe des x. Quelle fraction de l'intensité initiale I_0 émerge du système, et comment cette lumière est-elle polarisée ?

SOLUTION : Les concepts des sont les suivants.

1. On analyse le système en s'intéressant à un polariseur à la fois, du premier qui intercepte la lumière au dernier.
2. Pour trouver l'intensité transmise par un polariseur, on applique soit la règle de la moitié, soit la loi de Malus, selon que la lumière qui atteint le polariseur est non polarisée ou déjà polarisée.
3. La lumière transmise par un polariseur est toujours polarisée parallèlement à l'axe de transmission du polariseur.

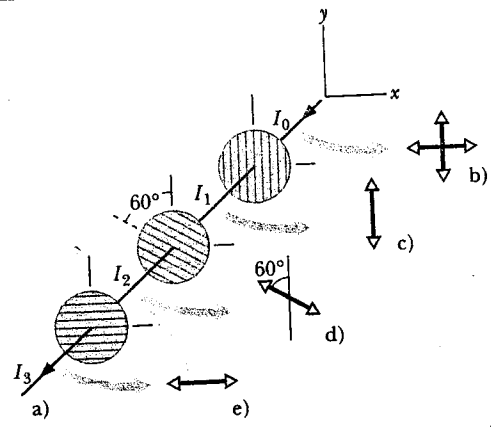


Figure 7.34 Exemple 7.6 a) Une lumière initialement non polarisée d'intensité I_0 est envoyée dans un système de trois polariseurs. Les intensités I_1 , I_2 et I_3 de la lumière transmise par les polariseurs sont indiquées. On indique aussi la direction de polarisation, vue de face, b) de la lumière initiale et de la lumière transmise c) par le premier polariseur, d) par le deuxième polariseur et e) par le troisième polariseur.

Premier polariseur : L'onde lumineuse initiale est représentée dans la figure 7.34 b) à l'aide de la représentation par flèches bidirectionnelles de la figure 7.29 b). Puisque la lumière était initialement non polarisée, l'intensité I_1 de la lumière transmise par le premier polariseur est donnée par la règle de la moitié (équation 7.33) :

$$I_1 = \frac{I_0}{2}$$

Puisque l'axe de transmission du premier polariseur est parallèle à l'axe des y, la polarisation de la lumière transmise par le polariseur l'est aussi, comme le montre la vue de face de la figure 7.34 c).

Deuxième polariseur : Puisque la lumière qui atteint le deuxième polariseur est polarisée, l'intensité I_2 de la lumière transmise par ce polariseur est donnée par la loi de Malus (équation 7.35). Dans cette règle, l'angle θ est l'angle entre la direction de polarisation de la lumière incidente (parallèle à l'axe des y) et l'axe de transmission du deuxième polariseur (60° par rapport à l'axe des y en sens antihoraire), ce qui fait que θ vaut 60°. Alors,

$$I_2 = I_1 \cos^2 60^\circ$$

Cette dernière lumière transmise est polarisée parallèlement à l'axe des x (figure 7.34 e). On trouve son intensité en insérant d'abord I_2 et, ensuite, I_1 dans l'équation suivante :

$$I_3 = I_2 \cos^2 30^\circ = (I_1 \cos^2 60^\circ) \cos^2 30^\circ = \left(\frac{1}{2}I_0\right) \cos^2 60^\circ \cos^2 30^\circ = 0,094I_0$$

Donc,

$$\frac{I_3}{I_0} = 0,094 \quad \text{(réponse)}$$

Cela revient à dire que 9,4 % de l'intensité initiale émerge du système formé des trois polariseurs. (Si on enlevait maintenant le deuxième polariseur, quelle fraction de l'intensité initiale émergerait du système ?)

La polarisation de cette lumière transmise est parallèle à l'axe de transmission du polariseur qui la transmet - c'est-à-dire 60° par rapport à l'axe des y, en sens antihoraire, comme le montre la vue de face de la figure 7.34 d).

Troisième polariseur : Puisque la lumière qui atteint le troisième polariseur est polarisée, l'intensité I_3 de la lumière transmise par ce polariseur est donnée par la loi de Malus. L'angle θ est maintenant l'angle formé par la direction de polarisation de la lumière incidente (figure 7.34 d) et par l'axe de transmission du troisième polariseur (parallèle à l'axe des x), de sorte que $\theta = 30^\circ$. Donc,

$$I_3 = I_2 \cos^2 30^\circ$$

VÉRIFIEZ VOS CONNAISSANCES 7 : La figure représente quatre paires de polariseurs, vues de face. Chaque paire est placée dans le parcours d'une lumière initialement non polarisée (comme l'étaient les trois polariseurs de la figure 7.34 a). L'axe de transmission de chaque polariseur (indiqué par la ligne pointillée) est mesuré par rapport à un axe horizontal x ou à un axe vertical y. Classez ces paires en ordre décroissant selon la fraction de l'intensité initiale qu'elles transmettent.

