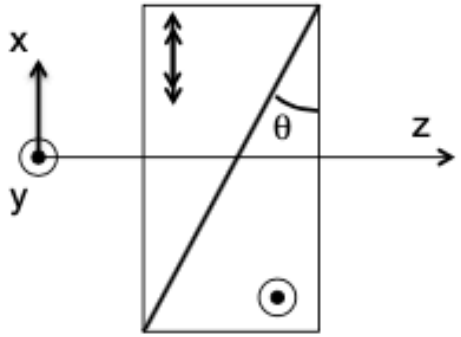
POLARISATION TD6

Interférences en lumière polarisée : 1ère partie

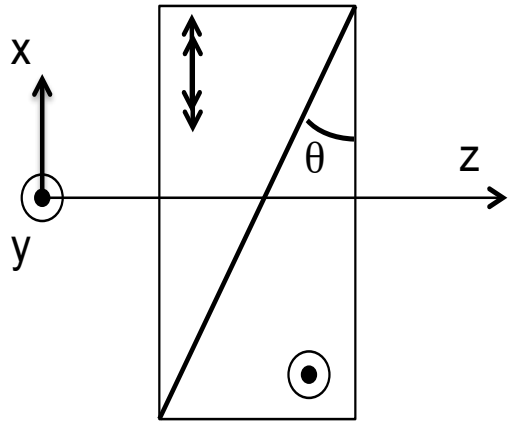
TD6 : L'objectif de cette partie est de calculer l'allure des interférences pour un prisme de Wollaston d'angle faible, *ainsi que 2 variantes (Rochon et Wollaston+lame quart d'onde)*



On rappelle que pour un prisme de Wollaston d'angle faible, on peut négliger la déviation des rayons dans ce prisme. On ne s'intéresse alors qu'à la différence de marche introduite entre les deux polarisations propres.

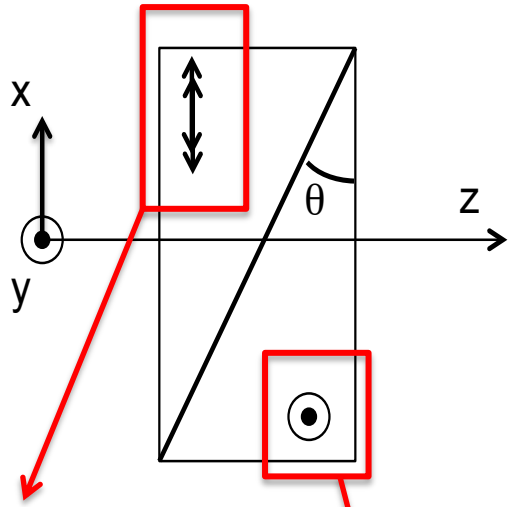
POLARISATION TD6

1) Quelles sont les polarisations propres qui peuvent se propager sans déformation dans un prisme de Wollaston ? Donner leur position par rapport aux axes x et y et l'indice propre pour chacune d'elles dans chaque partie du prisme. Calculer la différence de marche δ entre ces deux polarisations propres en fonction de la distance x. On prendra comme sur le schéma la position x=0 au milieu du prisme où l'épaisseur des deux prismes est la même.



POLARISATION TD6

1) Quelles sont les polarisations propres qui peuvent se propager sans déformation dans un prisme de Wollaston ? Donner leur position par rapport aux axes x et y et l'indice propre pour chacune d'elles dans chaque partie du prisme. Calculer la différence de marche δ entre ces deux polarisations propres en fonction de la distance x. On prendra comme sur le schéma la position x=0 au milieu du prisme où l'épaisseur des deux prismes est la même.



Ordinaire selon y
Extraordinaire selon x

Ordinaire selon x
Extraordinaire selon y

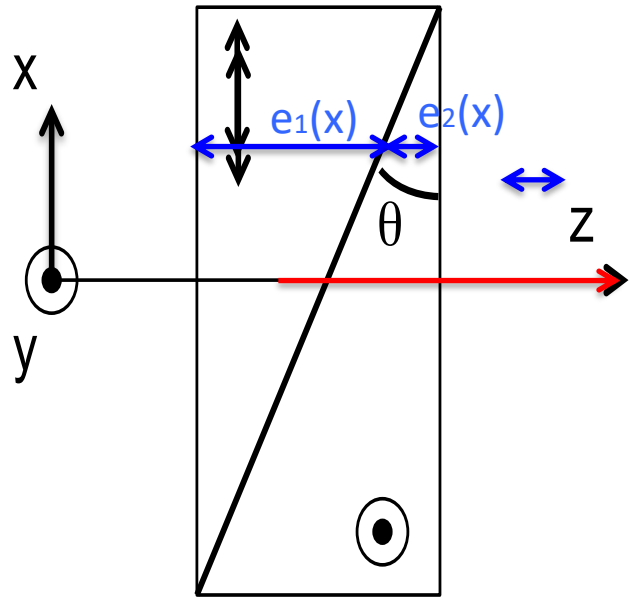
Polarisations propres : linéaires selon x et y

Linéaire selon x : partie 1 du prisme → indice ne
partie 2 du prisme → indice no

Linéaire selon y : partie 1 du prisme → indice no
partie 2 du prisme → indice ne

POLARISATION TD6

1) Quelles sont les polarisations propres qui peuvent se propager sans déformation dans un prisme de Wollaston ? Donner leur position par rapport aux axes x et y et l'indice propre pour chacune d'elles dans chaque partie du prisme. Calculer la différence de marche δ entre ces deux polarisations propres en fonction de la distance x. On prendra comme sur le schéma la position x=0 au milieu du prisme où l'épaisseur des deux prismes est la même.



Polarisations propres : linéaires selon x et y

Linéaire selon x : partie 1 du prisme → indice ne
partie 2 du prisme → indice no

Linéaire selon y : partie 1 du prisme → indice no
partie 2 du prisme → indice ne

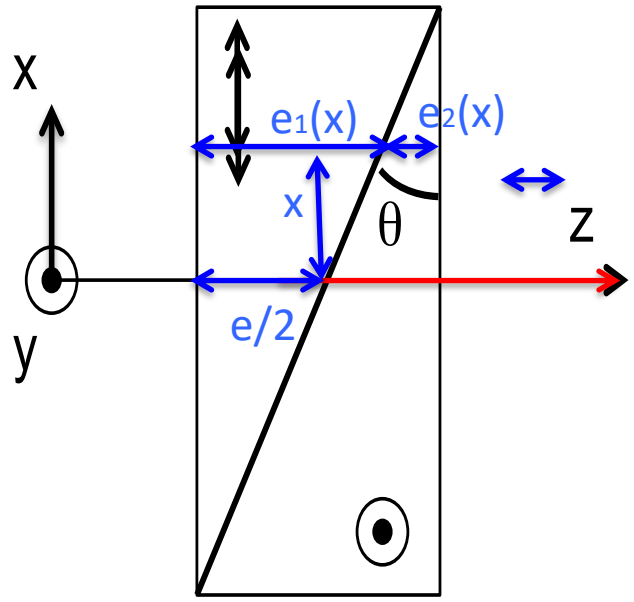
Calcul de la différence de marche :

$$L_x = n_e e_1(x) + n_o e_2(x) \quad \text{et} \quad L_y = n_o e_1(x) + n_e e_2(x)$$

$$\delta = L_y - L_x = (n_o - n_e)(e_1(x) - e_2(x))$$

POLARISATION TD6

1) Quelles sont les polarisations propres qui peuvent se propager sans déformation dans un prisme de Wollaston ? Donner leur position par rapport aux axes x et y et l'indice propre pour chacune d'elles dans chaque partie du prisme. Calculer la différence de marche δ entre ces deux polarisations propres en fonction de la distance x. On prendra comme sur le schéma la position x=0 au milieu du prisme où l'épaisseur des deux prismes est la même.



Polarisations propres : linéaires selon x et y

Linéaire selon x : partie 1 du prisme → indice ne
partie 2 du prisme → indice no

Linéaire selon y : partie 1 du prisme → indice no
partie 2 du prisme → indice ne

Calcul de la différence de marche :

$$L_x = n_e e_1(x) + n_o e_2(x) \quad \text{et} \quad L_y = n_o e_1(x) + n_e e_2(x)$$

$$\delta = L_y - L_x = (n_o - n_e)(e_1(x) - e_2(x))$$

$$\delta = 2(n_o - n_e)\theta x$$

POLARISATION TD6

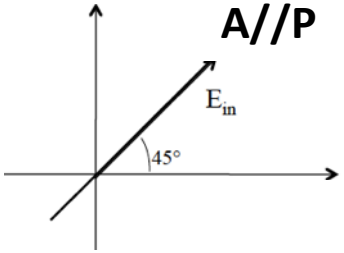
2) On éclaire ce prisme en incidence normale avec de la lumière monochromatique non polarisée d'intensité I_0. Que faut-il ajouter au montage pour observer des interférences en lumière polarisée avec le meilleur contraste et l'intensité maximale? Donnez les deux configurations possibles et représenter pour chacune l'allure de l'intensité en sortie en fonction de x. On donnera en particulier la valeur de l'intensité maximale en fonction de I_0 (attention ici I_0 est l'intensité de la lumière non polarisée initiale).

POLARISATION TD6

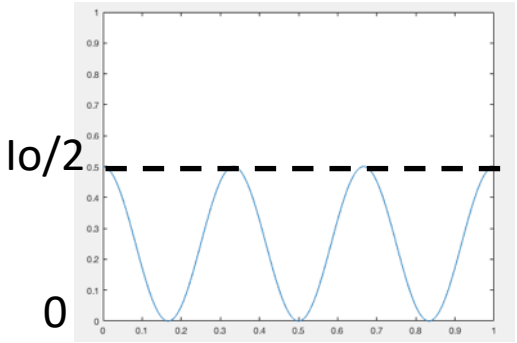
2) On éclaire ce prisme en incidence normale avec de la lumière monochromatique non polarisée d'intensité I_0. Que faut-il ajouter au montage pour observer des interférences en lumière polarisée avec le meilleur contraste et l'intensité maximale? Donnez les deux configurations possibles et représenter pour chacune l'allure de l'intensité en sortie en fonction de x. On donnera en particulier la valeur de l'intensité maximale en fonction de I_0 (attention ici I_0 est l'intensité de la lumière non polarisée initiale).

BILAN : 2 choix possibles pour contraste et intensité MAX

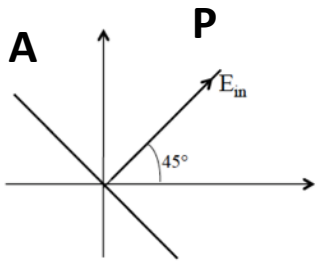
1) P et A parallèles et à 45° des axes neutres



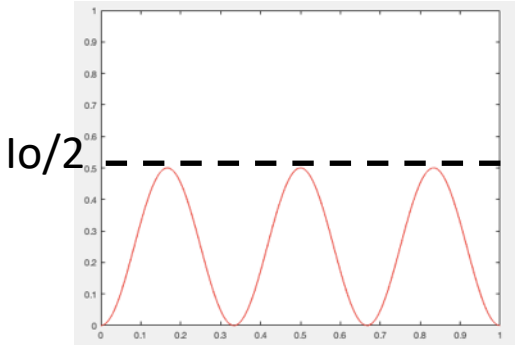
$$I = \frac{I_o}{4}(1 + \cos(\varphi))$$



2) P et A croisés et à 45° des axes neutres

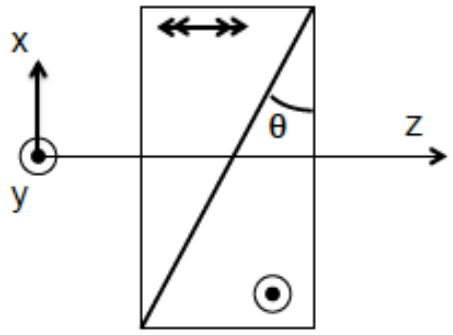


$$I = \frac{I_o}{4}(1 - \cos(\varphi))$$



POLARISATION TD6

3) Reprendre les questions précédentes pour un prisme de Rochon (axe optique du premier prisme parallèle à z au lieu de x) de même angle θ que le Wollaston : on soulignera ce qui a changé (ou pas) par rapport au Wollaston.



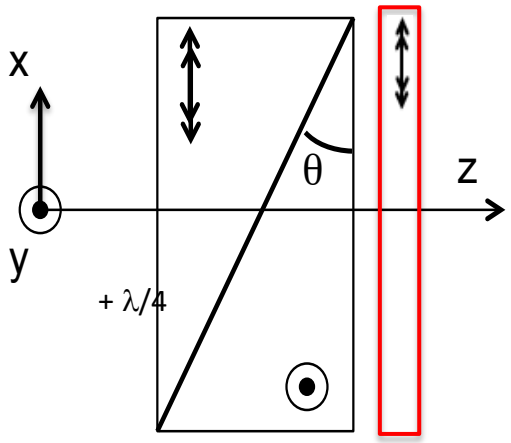
- Les deux polarisations sont ordinaires dans la partie 1 du prisme.
- La DDM apparaît dans la partie 2 du prisme seulement.
- $L_x = n_o e_1(x) + n_o e_2(x)$
  $L_y = n_o e_1(x) + n_e e_2(x)$

$$\delta = (n_e - n_o)\left(\frac{e}{2} - \theta x\right)$$

Par rapport au Wollaston, l'interfrange est deux fois plus grande

POLARISATION TD6

4) Reprendre les questions précédentes pour un prisme de Wollaston auquel on accole une lame quart d'onde d'axes neutres x et y. Souligner ce qui a changé, ou pas.



- Les polarisations propres sont toujours x et y
- La DDM de la lame quart d'onde s'ajoute (ou se retranche) à celle du Wollaston
- $\delta = 2(n_o - n_e)\theta x$ +/- $\lambda/4$

Par rapport au Wollaston, l'interfrange ne change pas mais les franges se décalent d'un quart de période

POLARISATION TD6

5) Identifier sur les images ci-dessous à quelles situations expérimentales décrites dans l'exercice elles correspondent

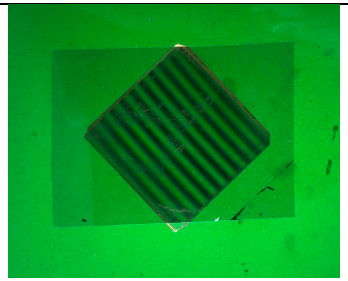
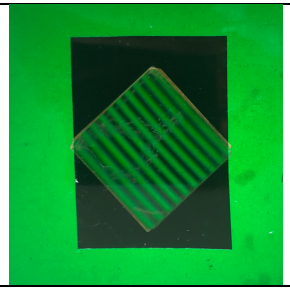
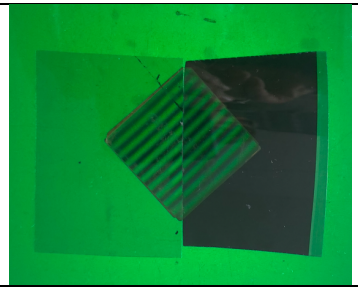
		

Fig1 Wollaston entre P et A parallèles, axes x et y à 45°	Fig2 Wollaston entre P et A perpendiculaires, axes x et y à 45°	Fig3 Wollaston à 45° de P A gauche : A // à P A droite : A perp à P

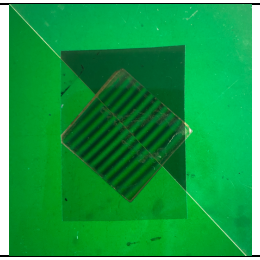
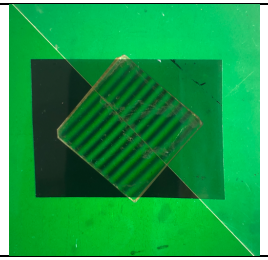
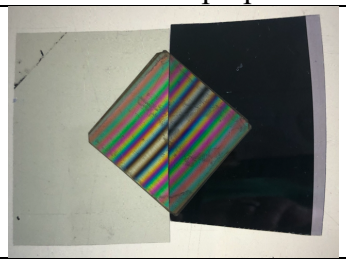

		

Fig4 Sous la diagonale : Wollaston entre P et A parallèles Au-dessus de la diagonale : Wollaston+lame quart d'onde entre P et A parallèles	Fig5 Idem Fig4 avec l'analyseur A tourné de 90° donc perpendiculaire à P	Fig6 Idem Fig 3 mais en lumière blanche