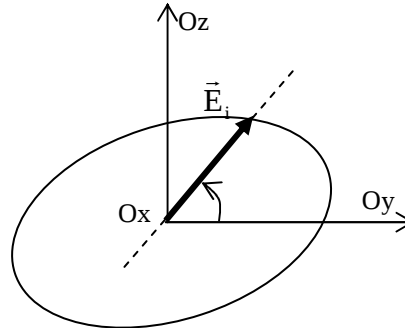


polariseurs, analyseurs et lames à retard (30 mn)

Dans le cas d'une polarisation elliptique quelconque, le champ électrique d'une onde électromagnétique s'écrit, si Ox est la direction de propagation :

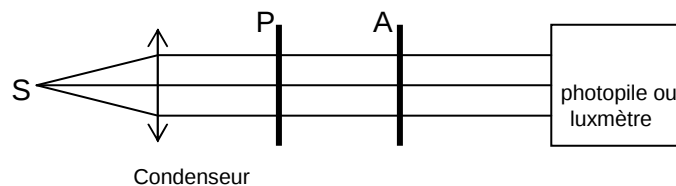
$$\vec{E} = \begin{pmatrix} 0 \\ E_{0y} \cos(\omega t - kx + \varphi_y) \\ E_{0z} \cos(\omega t - kx + \varphi_z) \end{pmatrix}$$



Polariseurs et analyseurs, sont des dispositifs ne laissant passer qu'une composante du champ électrique d'une onde électromagnétique dans une direction donnée. Cette direction est indiquée sur le polariseur par une flèche ou un trait. (ou quelquefois la direction perpendiculaire)

1. vérification de la loi de Malus

Réaliser le montage suivant



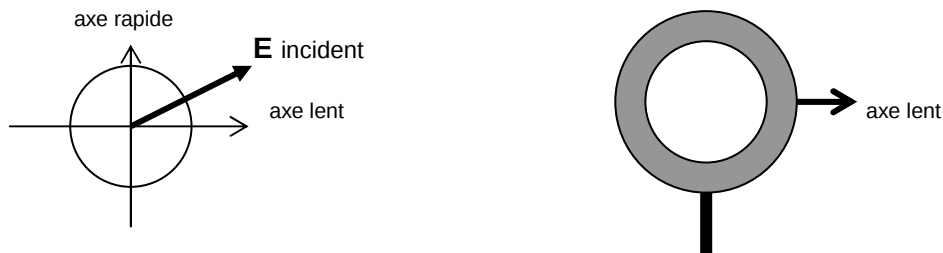
l'indication du luxmètre est proportionnelle à l'intensité lumineuse . Si α est l'angle entre la direction du polariseur et celle de l'analyseur, mesurer l'intensité lumineuse pour α variant de 0 à 90°. On appellera I_0 l'intensité maximale mesurée.

On veut vérifier en portant I/I_0 en fonction de α que l'on peut écrire $I = I_0 \cos^2 \alpha$
remplir le tableau suivant :

$\alpha(^{\circ})$	0	10	20	30	40	50	60	7	80	90
I mesurée										
I_{mes}/I_0										
$\cos^2 \alpha$										

tracer la courbe $I / I_0 = f(\alpha)$ et superposer la courbe $\cos^2 \alpha$; conclure.

2. action d'une lame à retard sur une lumière polarisée (complément s'il reste du temps)

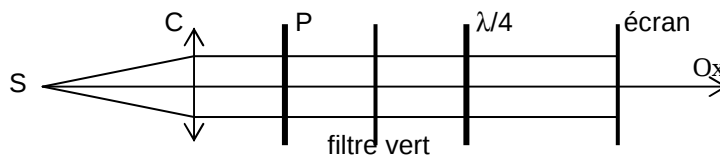


une telle lame (appelée $\lambda/4$ ou $\lambda/2$) possède deux directions particulières (axe "lent" et axe "rapide") possédant les propriétés suivantes : la composante du champ électrique sur l'axe lent (Ol) subit un retard de phase de $\pi/2$ (respectivement π), par rapport à la composante sur l'axe rapide (Or) pour une longueur d'onde donnée, dépendant de la lame. Une lame $\lambda/4$ ne possède ces propriétés que pour une longueur d'onde bien précise, c'est la raison pour laquelle il faut obligatoirement intercaler un filtre (ici un filtre vert)

On se propose d'étudier dans différents cas, l'action d'une telle lame sur une onde incidente donnée. Pour cela nous écrivons les composantes du champ avant la lame, puis après la lame, afin de déterminer sa polarisation. Nous envisagerons une onde incidente polarisée linéairement (ou rectilignement), puis une onde incidente circulaire, arrivant sur une lame $\lambda/4$, puis $\lambda/2$.

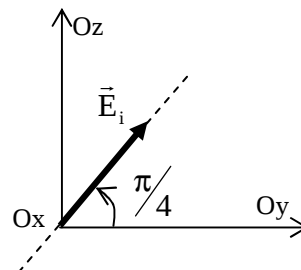
2.1 onde incidente rectiligne et lame $\lambda/4$:

Réaliser le montage suivant :



La direction de polarisation sera placée à 45° par rapport à l'horizontale, de façon que le champ arrivant sur la lame soit comme sur le schéma ci-après; pour simplifier, on suppose que la lame est en $x = 0$, et on choisit une phase à l'origine nulle; on placera l'axe lent suivant Oy, et l'axe rapide suivant Oz;

l'onde incidente s'écrit :
$$\vec{E} = \begin{pmatrix} 0 \\ E_0 \cos(\omega t) \\ E_0 \cos(\omega t) \end{pmatrix}$$



après avoir traversé la lame, le champ s'écrit :

$$\begin{pmatrix} 0 \\ E_0 \cos(\omega t) \\ E_0 \cos(\omega t) \end{pmatrix} \xrightarrow{\lambda/4} \begin{pmatrix} 0 \\ E_0 \cos(\omega t + \varphi_y) \\ E_0 \cos(\omega t + \varphi_z) \end{pmatrix} \text{ avec } \varphi_z - \varphi_y = \pi/2 \text{ (lame } \lambda/4)$$

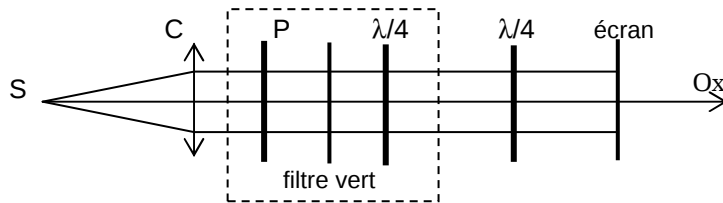
ce dernier terme s'écrit :
$$\begin{pmatrix} 0 \\ E_0 \cos(\omega t' + \varphi_y - \varphi_z) \\ E_0 \cos(\omega t') \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ E_0 \cos(\omega t' - \pi/2) \\ E_0 \cos(\omega t') \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ E_0 \sin(\omega t') \\ E_0 \cos(\omega t') \end{pmatrix}$$

il s'agit donc d'une polarisation circulaire droite.

On le vérifiera en faisant tourner un "analyseur" (second polariseur), et en constatant que l'intensité lumineuse reste constante, quelle que soit la direction ;

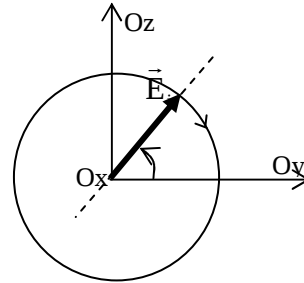
2.2 onde incidente circulaire et lame $\lambda/4$:

reprendre le montage précédent, qui a permis de réaliser une lumière de polarisation circulaire droite, et ajouter une seconde lame $\lambda/4$;



cette fois le champ incident sur la seconde lame s'écrit :

$$\vec{E}_i = \begin{pmatrix} 0 \\ E_0 \sin(\omega t) \\ E_0 \cos(\omega t) \end{pmatrix}$$

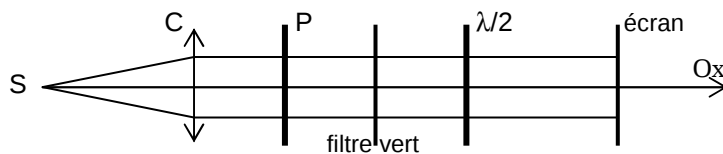


en procédant comme précédemment, déterminer la nature et le sens de la polarisation à la sortie de la seconde lame , vérifier avec un analyseur.

$$\begin{pmatrix} 0 \\ E_0 \sin(\omega t) \\ E_0 \cos(\omega t) \end{pmatrix} \xrightarrow{\lambda/4} \begin{pmatrix} 0 \\ ? \\ ? \end{pmatrix}$$

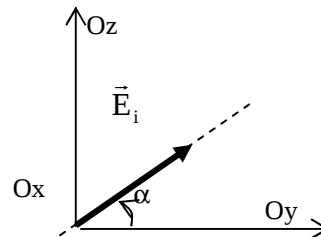
2.3 onde incidente rectiligne et lame $\lambda/2$:

La lame $\lambda/2$ sera réalisée en accolant deux lames $\lambda/4$, dont les axes neutres (lent et rapide) coïncident.



cette fois, on aura $\varphi_z - \varphi_y = \pi$; déterminer l'action de cette lame sur une onde incidente polarisée rectilignement ;

$$\begin{pmatrix} 0 \\ ? \\ ? \end{pmatrix} \xrightarrow{\lambda/2} \begin{pmatrix} 0 \\ ? \\ ? \end{pmatrix}$$



2.4 onde incidente circulaire et lame $\lambda/2$:

procéder enfin de la même façon pour trouver les caractéristiques de la polarisation à la sortie d'une lame $\lambda/2$.

4. Pouvoir rotatoire du sucre (facultatif, s'il reste du temps):

Le saccharose (sucre ordinaire) a le pouvoir de faire tourner la polarisation de la lumière qui le traverse. **L'angle de rotation correspondant est proportionnel à la longueur de la solution traversée et à la concentration de celle-ci (loi de Biot).**

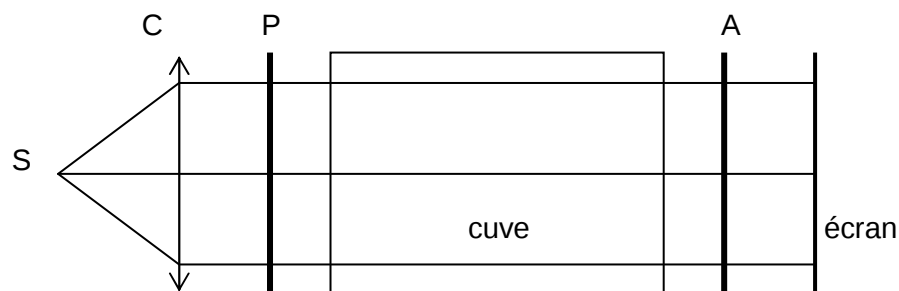
On utilisera, pour vérifier la loi de Biot, la lampe blanche derrière laquelle on placera un filtre rouge (car le pouvoir rotatoire d'une substance dépend de la longueur d'onde), puis le polariseur (de façon à avoir une lumière polarisée rectilignement), puis la cuve dans laquelle on versera la solution de concentration c et enfin l'analyseur derrière lequel on mettra tout d'abord un écran.

Vérifier, dans un premier temps, que sans la cuve P et A doivent être croisés afin d'obtenir l'extinction (si ce n'est pas le cas, tourner légèrement P).

Avec la cuve contenant la solution de concentration $\frac{c}{2}$, mesurer l'angle α_1 dont il faut tourner l'analyseur pour retrouver l'extinction. Comme α_1 n'est pas nul, on en déduit aisément que la solution sucrée a « fait tourner » la direction de polarisation de la lumière d'un angle α_1 .

Remplacer la solution de concentration $\frac{c}{2}$ par une solution de concentration c et reprendre la même mesure. Comparer alors α_1 et α_2 . Conclusion ?

Placer la cuve de façon à ce que la lumière ne traverse que sa largeur, mesurer le nouvel angle α_2' et comparer cet angle à α_2 en tenant compte de la longueur de liquide traversé (on mesurera donc la longueur et la largeur intérieures de la cuve !)



Comment vérifier rigoureusement que la polarisation est toujours rectiligne en sortie de la cuve ?
