

**École de technologie supérieure**  
Service des enseignements généraux

**PHY-335**

**PHYSIQUE DES ONDES**

**LABORATOIRE 3**

**POLARISATION, RÉFLEXION ET TRANSMISSION**

**Préparé par  
André Bordeleau  
Paul Paradis**

**Révisé en juillet 2013.**

**A- INTRODUCTION**

Cette manipulation permettra à l'étudiant de se familiariser avec le phénomène de la polarisation de la lumière d'une part, et, d'autre part, de mieux saisir les concepts associés à la caractérisation des phénomènes de réflexion et de transmission de la lumière (plan d'incidence, décomposition des champs en composantes parallèle et perpendiculaire, coefficients de réflexion et de transmission, entre autres). Le laboratoire comporte cinq sections :

- 1- Détermination expérimentale du degré de polarisation  $V_s$  d'une source de lumière blanche.
- 2- Vérification de la loi de Malus.
- 3- Détermination expérimentale du degré de polarisation  $V_R$  de la lumière par une plaque de verre à l'angle de polarisation.
- 4- Établissement de l'axe de vibration de la lumière réfléchi.
- 5- Établissement de l'axe de vibration de la lumière transmise.

La figure ci-dessous montre le matériel employé lors de la réalisation des manipulations mentionnées.

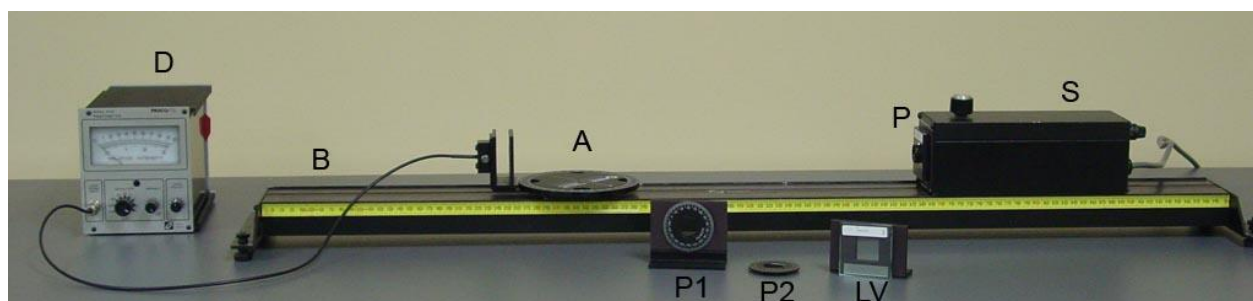


Figure 1

- A : Positionneur angulaire
- B : Banc d'optique
- D : Détecteur (Photomètre)
- LV : Lame de verre
- P : Pupille
- P1 : Polariseur 1
- P2 : Polariseur 2
- S : Source blanche

Note : L'axe d'un polariseur est orienté selon la direction  $0^\circ$ - $180^\circ$ .

## B- MANIPULATIONS :

### 1- Détermination du degré de polarisation $V_s$ de la source de lumière blanche :

a) Réalisez le montage présenté à la figure 2.

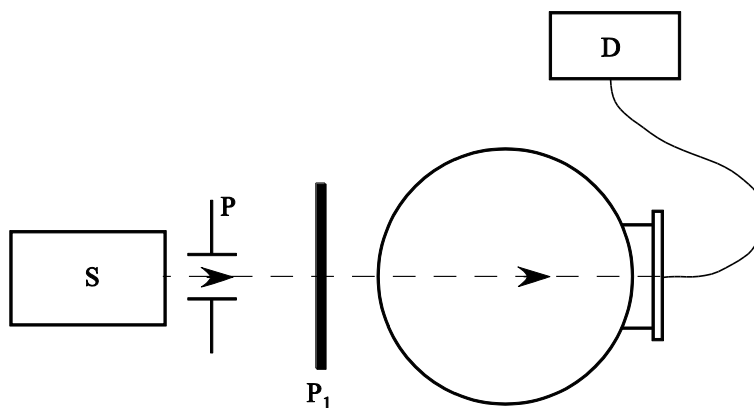


Figure 2

b) Déterminez les positions angulaires  $\theta$  du polariseur  $P_1$  pour lesquelles le détecteur D mesure une intensité maximale  $I_{\max}(\theta_{\max})$  et une intensité minimale  $I_{\min}(\theta_{\min})$ . Reportez vos résultats au tableau I et calculez le degré de polarisation de la source.

### 2- Vérification de la loi de Malus :

a) Au montage précédent, ajoutez un second polariseur  $P_2$  tel qu'illustré ci-dessous.

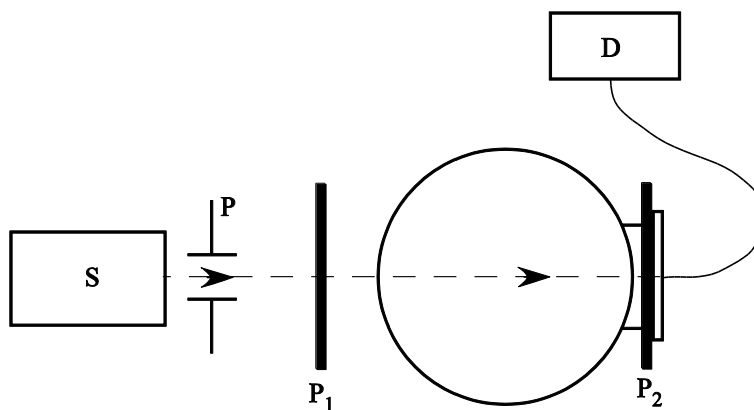


Figure 3

b) Maintenant l'orientation du polariseur  $P_1$  fixe, vous allez modifier l'orientation (l'axe) du second polariseur et noter l'intensité de la lumière atteignant le détecteur. Faites tourner  $P_2$  par incréments de  $10^\circ$  débutant avec la situation où les deux axes (ceux de  $P_1$  et de  $P_2$ ) sont parallèles ( $\theta = 0$ ) et terminant avec la

situation où ils font un angle droit ( $\theta = 90^\circ$ ). Reportez vos résultats au tableau II.

### 3- Polarisation par réflexion :

- Calculez la valeur de l'angle de polarisation en prenant  $n = 1.5$  comme indice de réfraction de la lame de verre.
- Réalisez le montage de la figure 4 en vous assurant d'orienter la lame de verre de façon à ce que l'angle d'incidence corresponde à l'angle de polarisation.

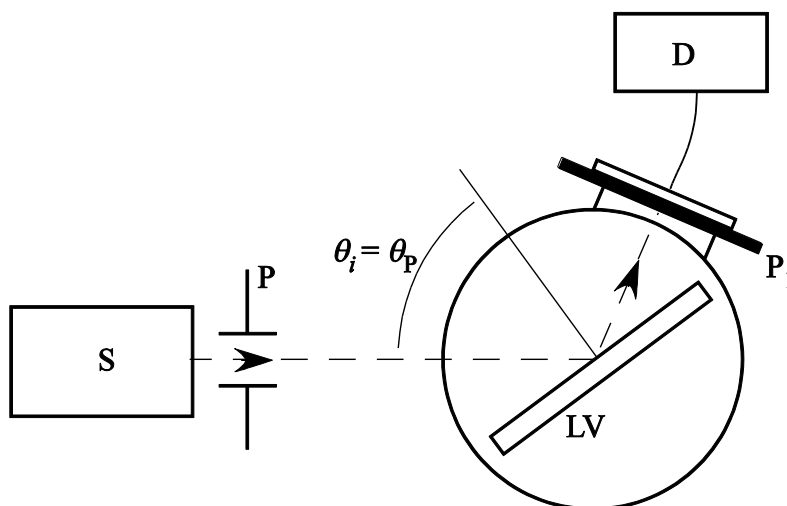


Figure 4

- Déterminez les positions angulaires du polariseur pour lesquelles l'intensité mesurée par le détecteur est maximale et minimale. Reportez vos résultats au tableau III.

### 4- Établissement de l'axe de vibration de la lumière réfléchie:

- Réalisez le montage présenté à la figure 5, en respectant les valeurs initiales des angles  $\theta_i$  et  $\gamma_i$  qui vous ont été fournies (tableau IV).
- Déterminez les positions angulaires du polariseur pour lesquelles l'intensité mesurée par le détecteur est maximale et minimale et reportez vos résultats au tableau V.

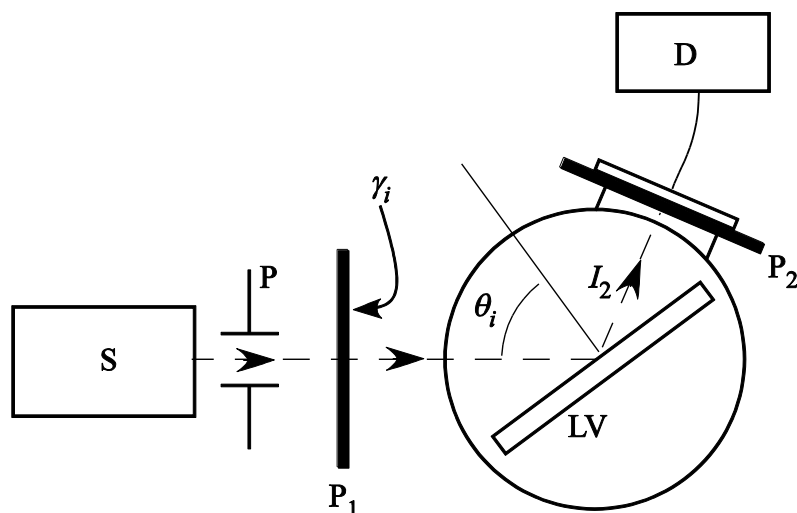


Figure 5

### 5- Établissement de l'axe de vibration de la lumière transmise:

- Réalisez le montage présenté à la figure 6, en respectant les valeurs initiales des angles  $\theta_i$  et  $\gamma_i$  qui vous ont été fournies (tableau IV).
- Déterminez les positions angulaires du polariseur pour lesquelles l'intensité mesurée par le détecteur est maximale et minimale et reportez vos résultats au tableau VI.

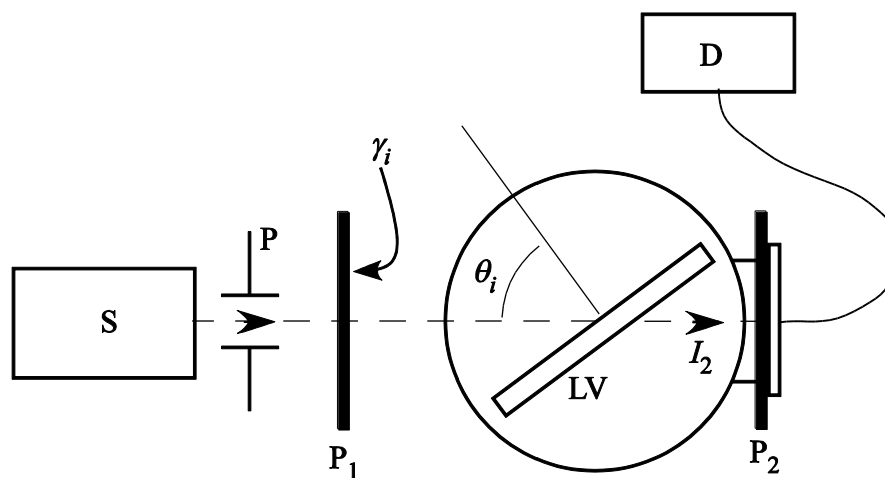


Figure 6

## C- INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS :

### 1- Détermination du degré de polarisation $V_s$ de la source de lumière blanche.

Utilisez les données de la manipulation 1 et calculez le degré de polarisation  $V_s$  de la source. Reportez votre résultat au tableau I.

### 2- Vérification de la loi de Malus; $I_c = I_i \cos^2(\theta)$ .

Établissez l'intensité  $I_c$  qui devrait atteindre le détecteur en vertu de la loi de Malus pour chacun des angles considérés lors de la manipulation.

Notez que du fait des réflexions multiples et de l'absorption, aucun polariseur ne peut transmettre 100% de l'intensité lumineuse incidente. Aux fins de la vérification de la loi de Malus, vous considérerez  $I_i$  comme l'intensité mesurée pour  $\theta = 0$  c'est-à-dire  $I_{\text{exp}}(0)$ .

Reportez vos résultats au tableau II et tracez un graphique illustrant les résultats expérimentaux et la courbe théorique.

### 3- Polarisation par réflexion.

À l'aide des résultats de la manipulation 3 évaluez le degré de polarisation de la lumière réfléchi. Reportez vos résultats au tableau III.

### 4- Établissement de l'axe de vibration de la lumière réfléchi.

Étant donné les valeurs de  $\theta_i$  et  $\gamma_i$ , établissez l'orientation que devrait présenter le champ électrique réfléchi  $E_r$ . En d'autres termes, calculez la valeur théorique de  $\gamma_r$ . Prenez  $n = 1.5$  pour l'indice de réfraction de la lame de verre. Reportez votre résultat au tableau V.

À partir de l'une ou l'autre des mesures ( $\theta_{2 \text{ min}}$  ou  $\theta_{2 \text{ max}}$ ), déduisez l'axe de vibration du champ réfléchi  $E_r$ , à savoir  $\gamma_r(\text{exp})$ . Votre conclusion devra être justifiée par une figure représentant :

- i. le polariseur avec la mesure utilisée;
- ii. l'axe du polariseur
- iii. le champ électrique réfléchi  $E_r$ ;
- iv. le système d'axes  $\parallel$  et  $\perp$  sur lequel apparaîtra clairement  $\gamma_r$ .

La figure 7 qui suit illustre ce qui est demandé dans le cas d'une mesure de  $\theta_{2 \text{ min}}$ .

**Notez que le système d'axes illustré est tout à fait fantaisiste; vous devez établir l'orientation qu'il prend dans le contexte de la manipulation.**

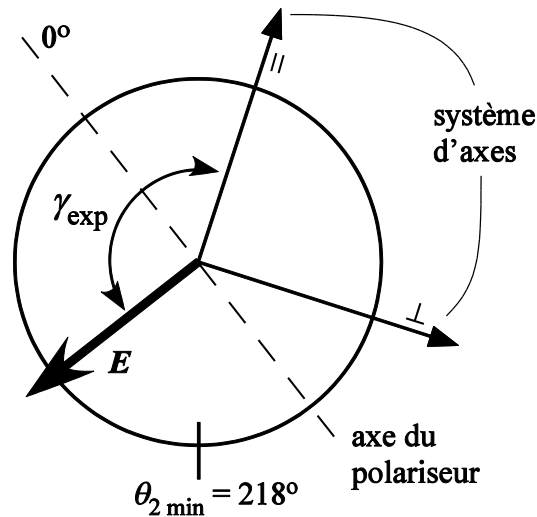


Figure 7

#### 5- Établissement de l'axe de vibration de la lumière transmise.

Étant donné les valeurs de  $\theta_i$  et  $\gamma_i$ , établissez l'orientation que devrait présenter le champ électrique transmis  $E_t$ . En d'autres termes, calculez la valeur théorique de  $\gamma_t$ . Prenez  $n = 1.5$  pour l'indice de réfraction de la lame de verre. Reportez votre résultat au tableau VI.

À partir de l'une ou l'autre des mesures ( $\theta_{2 \min}$  ou  $\theta_{2 \max}$ ), déduisez l'axe de vibration du champ transmis  $E_t$ , à savoir  $\gamma_t(\text{exp})$ . Les remarques s'appliquant à la déduction de  $\gamma_r(\text{exp})$  s'appliquent intégralement ici aussi.

#### D- RAPPORT DE LABORATOIRE :

Le rapport de laboratoire doit contenir les éléments suivants :

- les tableaux I à VI remplis ;
- les détails des calculs pour les items 1 à 5 décrits dans la section « Interprétation des résultats ». En ce qui a trait l'item 2 (vérification de la loi de Malus) vous vous contenterez d'un seul calcul type; Pour les items 4 et 5, le calcul doit être accompagné de la figure décrite ci-haut qui justifie votre conclusion pour  $\gamma(\text{exp})$ .

**E- TABLEAUX DES RÉSULTATS :**

**TABLEAU I**

$I_{\max}$	$\theta_{\max}$	$I_{\min}$	$\theta_{\min}$	$V_s$

**TABLEAU II**

$\theta$	$I_{\text{exp}}$	$I_c$
0°		
10°		
20°		
30°		
40°		
50°		
60°		
70°		
80°		
90°		



**TABLEAU III : Lumière réfléchie**

$I_{\max}$	$\theta_{\max}$	$I_{\min}$	$\theta_{\min}$	$V_R$

**TABLEAU IV : Lumière incidente**

$\theta_i$	$\gamma_i$

**TABLEAU V : Lumière réfléchie polarisée**

$I_{2 \max}$	$\theta_{2 \max}$	$I_{2 \min}$	$\theta_{2 \min}$	$\gamma_r$ (exp.)	$\gamma_r$ (théo.)

**TABLEAU VI : Lumière transmise polarisée**

$I_{2 \max}$	$\theta_{2 \max}$	$I_{2 \min}$	$\theta_{2 \min}$	$\gamma_t$ (exp.)	$\gamma_t$ (théo.)