

## GOP 2 Exercices sur les isolateurs optiques

BTS 1998

### 2°) étude de la cellule de Faraday

La polarisation de l'onde incidente, imposée par P1, tourne d'un angle  $\alpha$  lors d'un aller simple dans la cellule (sens de propagation repéré par le vecteur d'onde sur la figure 5).

a) De combien tournerait-elle lors d'un aller retour si la cellule n'était pas une cellule de Faraday mais constituée d'un élément présentant un pouvoir rotatoire naturel ?

b) de combien tourne-t-elle lors d'un aller-retour dans la cellule de Faraday ?

c) que doit valoir  $\alpha$  pour que l'onde réfléchie ne soit pas transmise par P1 vers le laser ?

d)  $\alpha$ , angle de rotation du plan de polarisation lors d'une traversée de la cellule par le faisceau incident, est lié aux caractéristiques de la cellule par la relation :

$\alpha = VBL$  ;  $\alpha$  est positif si la rotation se fait dans le sens trigonométrique (convention de la figure 6). B est l'amplitude du champ magnétique appliqué et L la longueur de cellule traversée.

La constante de Verdet du matériau constituant la cellule vaut :

$V = -0.144 \text{ } ^\circ\text{G}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  (unité : minute d'angle par Gauss et par cm. On rappelle qu'un gauss correspond à l'amplitude d'un champ magnétique de  $10^{-4} \text{ T}$ )

Calculer la longueur minimale de cellule nécessaire à la réalisation de la valeur de  $\alpha$  déterminée à la question c lorsque  $B = 5000 \text{ G}$  (soit  $0,5 \text{ T}$ )

e) Positionner alors l'axe passant du polariseur P2 sur la figure 6 que vous recopierez sur votre copie.

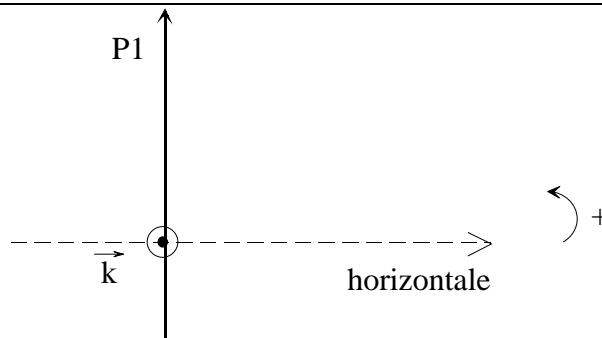


fig.6 : position du polariseur d'entrée sur la cellule de Faraday

(le vecteur d'onde  $\vec{k}$  de l'onde incidente pointe vers vous)

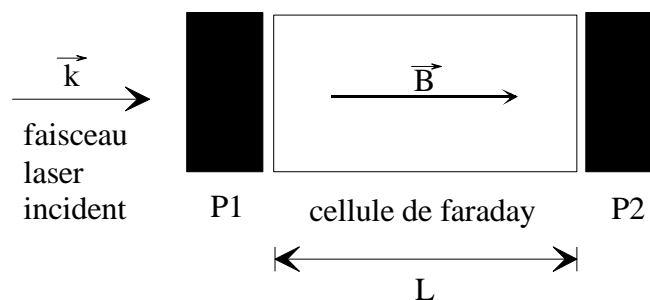


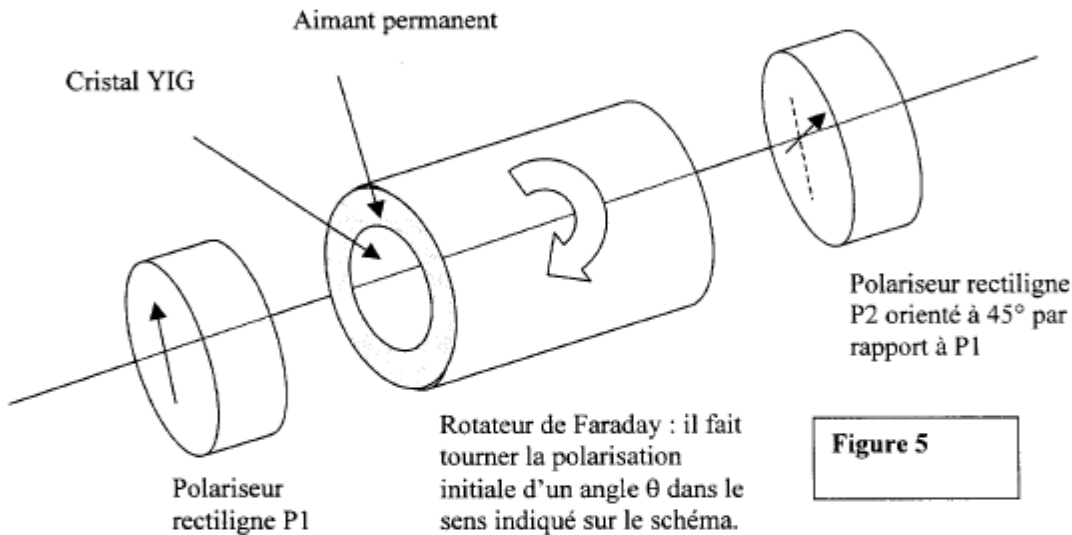
fig. 5 : schéma de l'isolateur optique

**3- L' ISOLATEUR (3,5 points) :**

Le signal de pompe a une longueur d'onde de 975 nm.

L'isolateur est un rotateur de Faraday. Il est constitué de cristal YIG qui, sous l'effet d'un champ magnétique, fait tourner, d'un angle  $\theta$ , la direction de polarisation de la lumière incidente. L'angle de rotation dépend, à la fois, de l'épaisseur et de la nature du matériau utilisé, de la longueur d'onde de l'onde incidente et de la valeur du champ magnétique appliqué. Le cristal est placé entre deux polariseurs comme le montre la figure 5.

Le cristal YIG est un matériau transparent dans la gamme de longueur d'onde 1,1 $\mu$ m à 4,5  $\mu$ m.



**Principe de l'isolateur de Faraday**

L'angle  $\theta$  vérifie la relation suivante :  $\theta = V.B.L$

- V : constante de Verdet, caractéristique du matériau.
- B : valeur du champ magnétique appliqué suivant l'axe du cristal.
- L : épaisseur du cristal YIG.

- 3-1. Calculer l'angle  $\theta$  introduit par le rotateur de Faraday dans les conditions suivantes :  
 $V = 1745 \text{ rad.m}^{-1}.\text{T}^{-1}$  pour une longueur d'onde de 1532 nm  
 $L = 2,5 \text{ mm}$   
 $B = 0,18 \text{ T}$
- 3-2. Le rotateur de Faraday fait tourner la polarisation initiale de  $45^\circ$ . Dessiner les états de polarisation intermédiaires de la lumière, dans les cercles en pointillés sur les schémas de l'annexe 1, à remettre avec la copie.  
 Dans le premier cas la lumière se propage dans le sens « aller », dans le second cas la lumière se propage dans le sens « retour ».
- 3-3. Expliquer le rôle de l'isolateur Faraday à 1532 nm et à 975 nm.

**ANNEXE 1**  
**À rendre avec la copie**

- 1<sup>er</sup> cas : sens aller**
- 2<sup>nd</sup> cas : sens retour**

