

# Métrologie des Particules

Durée: 1 heure

Tout document et calculatrice autorisés.

## I. Questions de cours

1. Une onde plane se propageant suivant  $Oz$  et polarisée dans le plan  $Oxz$  éclaire une particule sphérique homogène. Donnez les expressions du champ diffusé (au champ lointain) en fonction des éléments de la matrice de diffusion et la distance d'observation pour les cas suivants:
  - a) le point d'observation est dans le plan  $Oxz$ ,
  - b) le point d'observation est dans le plan  $Oyz$ ,
  - c) le point d'observation est dans le plan contenant l'axe  $Oz$  et fait un angle  $\phi = 45^\circ$  par rapport à l'axe  $Ox$ .
2. Quelle est la relation entre la section d'extinction  $C_{ext}$ , la section de diffusion  $C_{sca}$  et la section d'absorption  $C_{abs}$ ? Donnez une explication physique par le bilan d'énergie.

## II. Optique géométrique

Une goutte d'eau de rayon  $a = 100 \mu\text{m}$  est éclairée par une onde plane de longueur d'onde  $\lambda = 0.6328 \mu\text{m}$  et d'intensité  $I_0$  polarisée perpendiculairement. On considère un rayon lumineux  $A$  arrivant à une distance  $r = a/2$  de l'axe de la sphère (voir la Fig. 1).

1. Estimer l'intensité de la lumière réfléchiée  $p = 0$  et l'intensité de la lumière réfractée d'ordre  $p = 1$  et  $p = 2$  sans tenir compte la divergence des rayons lumineux dus à la courbure de la surface.
2. Comparer avec l'intensité de la lumière réfléchiée (rayon B) dans la même direction.
3. Reprendre les deux questions précédentes pour une onde polarisée parallèlement.
4. L'eau est polluée et elle devient absorbante. L'intensité de la lumière est diminuée à la moitié au bout de 10 cm. Déterminer la partie imaginaire de l'indice de réfraction.
5. L'effet de l'eau polluée modifie-t-il l'intensité de la lumière réfléchiée et réfractée ?

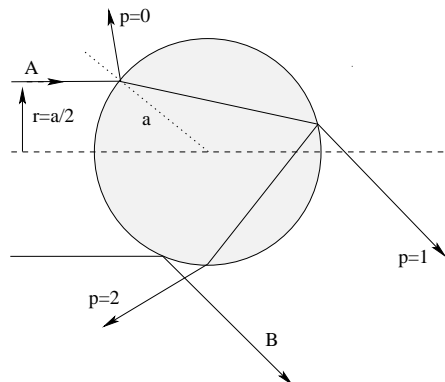


Fig. 1 Réflexion et réfraction.

**III. Anémométrie Doppler Laser** L'Anémométrie Doppler Laser (PDA) est une technique de mesure incontournable pour caractériser des écoulements et des spray. Elle permet de mesurer simultanément la vitesse et la taille d'une particule passant dans le volume de mesure.

1. Décrire clairement le principe et la configuration optique d'un anémomètre Phase Doppler (PDA) et préciser la composante de vitesse mesurée.
2. Une mesure est réalisée pour des particules d'eau d'indice  $m = 1.33$  avec un PDA dont l'angle entre les deux faisceaux vaut  $\alpha = 3^\circ$ , l'angle off-axis  $\phi$  est de  $30^\circ$  et la longueur d'onde du laser est  $\lambda = 0.6328\mu\text{m}$ . Deux signaux enregistrés et la relation déphasage-diamètre pour cette configuration sont donnés dans les figures 1 et 2.
  - (a) Déterminer la fréquence des signaux et en déduire la vitesse de la particule.
  - (b) Sachant que le délai temporel entre les deux signaux est de  $1.0\ \mu\text{s}$ . Déterminer le déphasage entre les deux signaux et en déduire la taille de la particule.

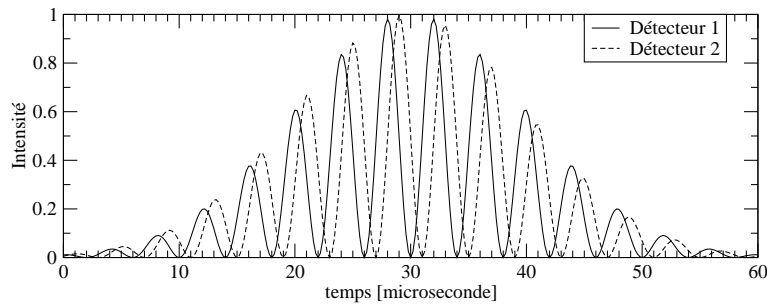


Figure 1: Signaux enregistrés

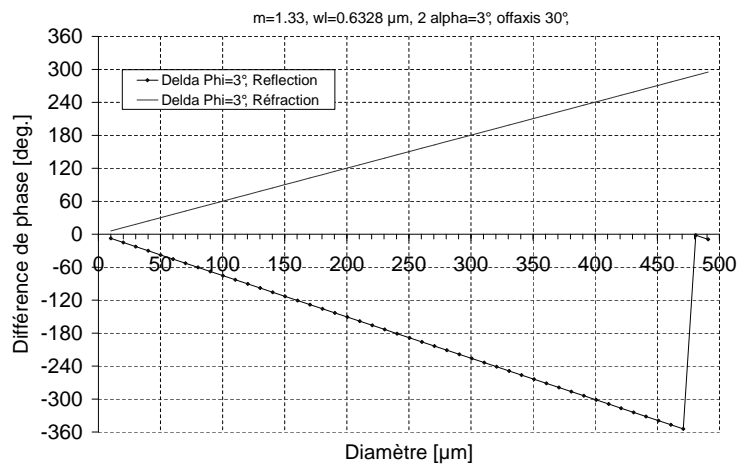


Figure 2: Relation déphasage-diamètre