

Détermination d'une longueur d'onde par interférométrie**I. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT**

NOM :

Prénom :

CONTEXTE DU SUJET

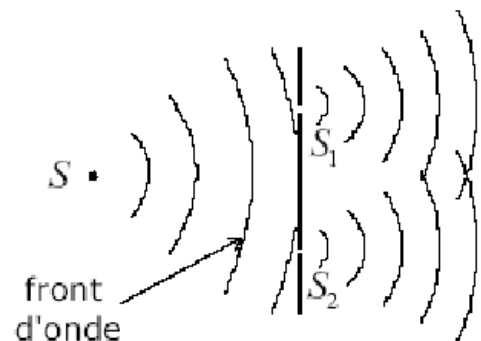
Les petits lasers de TP sont des sources monochromatiques, seulement la valeur exacte de la longueur d'onde de la radiation monochromatique n'est pas certaine. Il faut absolument déterminer cette longueur d'onde avec une bonne précision.

DOCUMENTS MIS A DISPOSITION DU CANDIDAT**Document 1 :**

Les interférences sont utiles pour la métrologie, la spectrométrie par transformée de Fourier (largeur de raie), les mesures de défaut, d'indice de réfraction (interféromètre de Rayleigh), de distance angulaire entre étoiles, la vélocimétrie laser, interférométrie pour mettre en évidence d'éventuelles ondes gravitationnelles, filtres interférentiels, holographie...

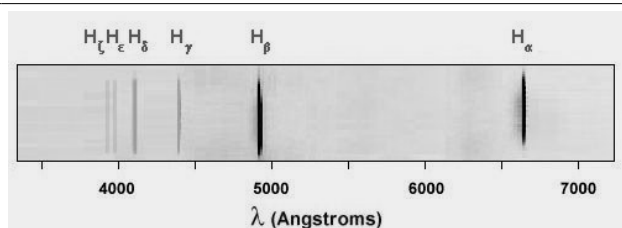
On isole spatialement deux parties d'un même front d'onde issu d'une seule source (S) en perçant, par exemple, deux trous dans un écran opaque (trous d'Young).

(S1) et (S2) constituent alors deux sources secondaires cohérentes : en effet, chaque train d'ondes issu de (S) se divise en deux trains d'ondes jumeaux ayant la même référence de phase. Il suffit alors de se faire rencontrer les ondes issues des sources secondaires dans une certaine région de l'espace pour observer des interférences.

**Document 2 :**

Un atome tel que l'hydrogène émet des radiations à des longueurs d'ondes qui peuvent servir de référence pour déterminer par comparaison la longueur d'onde du laser.

Cette méthode nécessite un appareil assez coûteux, le spectroscope, de plus délicat d'utilisation pour un résultat d'une précision insuffisante.

**Document 3 :**

Lorsque le dispositif des fentes d'Young est utilisé, on observe en projection sur un écran des figures caractéristiques montrant une alternance de franges parallèles sombres et brillantes régulièrement espacées. L'interfrange i est par définition la distance séparant les centres de deux franges sombres.

Il a été montré en cours que $i = \frac{\lambda \cdot D}{b}$ où

λ est la longueur d'onde de la radiation monochromatique,
 D la distance entre l'écran et les fentes
 b la distance entre le centre des deux fentes.

Détermination d'une longueur d'onde par interférométrie**TRAVAIL A EFFECTUER****1. (25 min conseillées)**

1.1 Quelle précaution de sécurité faut-il prendre lorsqu'on manipule un laser ?

Ne jamais regarder directement le faisceau laser, ne jamais viser les yeux..

1.2 A partir de la couleur du laser utilisé, donner une estimation de la longueur d'onde de la radiation.

Le laser est rouge, la radiation est estimée grossièrement à 650nm .

1.3 Former les franges d'interférence sur un écran situé à 1,50m de la diapositive.

APPEL N°1	Appeler le professeur pour vérification du montage ou en cas de difficulté
------------------	---

1.4 Expliquez comment il est possible avec le matériel dont vous disposez de minimiser les incertitudes de lecture de l'interfrange i dans la situation précédente.

- Accroître la distance fente-écran .
- Choisir le système de fente les plus rapprochées (b est au dénominateur).

1.5 Expliquez comment il est possible grâce à votre façon de mesurer de minimiser les incertitudes de lecture de l'interfrange i .

- Avec des interfranges de l'ordre du mm, difficile de mesurer i directement à la règle.
- Il faut donc mesurer la largeur de plusieurs interfranges et diviser ensuite.

1.6 Décrire un protocole permettant de déterminer avec la meilleure précision possible la longueur d'onde du laser utilisé

- on réalise le montage classique de formation d'interférence avec des fentes d'Young.
- on mesure la largeur correspondant à plusieurs i
- on mesure D , b
- par calcul, il est possible de trouver la longueur d'onde $\lambda = i \times b / D$

APPEL N°2	Appeler le professeur pour lui présenter votre protocole ou en cas de difficulté
------------------	---

Le professeur propose le protocole suivant :

- Sur le banc d'optique, éloigner au maximum les fentes d'Young et l'écran.
- Sélectionner les fentes les plus rapprochées.

Détermination d'une longueur d'onde par interférométrie

- Former sur l'écran une figure d'interférence.
- Marquer d'un trait à gauche et d'un trait à droite deux interfranges de telle sorte qu'il y ait le plus grand nombre possible de franges entre les traits.
- Dénombrer les franges encadrées par ces deux traits. $N = 20 \dots$
- Mesurer la distance D entre l'écran et les fentes. $D = 150\text{cm} = 1500\text{mm}$
- Relever la distance b entre les deux fentes. $b = 0,2\text{mm}$
- Mesurer la distance entre les deux traits au crayon. $L = 9,7\text{cm} = 97\text{mm}$

2. Réaliser ce protocole (20 minutes conseillées) .

APPEL N°3	Appeler le professeur pour lui montrer votre montage ou en cas de difficulté
------------------	---

3. Exploitation (15 minutes conseillées)

3.1 Calculer la valeur de la longueur d'onde. Détailler le calcul.

$$\lambda = \frac{L \cdot b}{N \cdot D} = \frac{97 \times 0,2}{20 \times 1500} = 6,466666 \cdot 10^{-4} \text{ mm} = 6,466666 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 646,6666 \text{ nm}$$

3.2 Cette valeur est-elle cohérente avec la couleur des radiations ?

Oui, cette valeur correspond tout à fait à une radiation rouge.

L'incertitude sur le calcul de λ ce calcul avec la relation ci-contre en tenant compte des incertitudes liées aux mesures.

$$U(\lambda) = \lambda \times \sqrt{\left(\frac{U(L)}{L}\right)^2 + \left(\frac{U(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{U(b)}{b}\right)^2}$$

$$U(L) = 1 \text{ mm} ; U(D) = 0,5 \text{ cm} \text{ et } U(b) = 5 \mu\text{m}.$$

3.4 Calculer $U(\lambda)$ et présenter le résultat de la mesure sous la forme $\lambda \pm U(\lambda)$.

$$U(\lambda) = 646,666 \times \sqrt{\left(\frac{1}{97}\right)^2 + \left(\frac{0,5}{150}\right)^2 + \left(\frac{0,005}{0,2}\right)^2} = 18 \text{ nm} = 2 \cdot 10^1 \text{ nm}$$

Finalement, le résultat de la mesure est $\lambda = (6,5 \pm 2) \cdot 10^1 \text{ nm}$

3.5 La précision vous semble-t-elle satisfaisante par rapport à celle du spectroscope ?

La précision est intéressante, la vingtaine de nm. Mais il faudrait l'améliorer encore.

Ici, c'est l'incertitude sur b qui est gênante. Prendre b plus grand pourrait être une piste.