

Mesure de la vitesse de la lumière

Traduction et mise à jour de la version anglaise de Pasco.

IMPORTANT:

Un alignement parfait est critique, non seulement pour obtenir de bons résultats, mais pour obtenir un résultat tout court !!! Le placement exact de chaque élément dépend de la position du miroir fixe Mf (distance entre le miroir tournant et le miroir fixe) et doit être déterminé par la procédure d'alignement décrite ci-dessous.

Alignement du faisceau laser:

- 1.- Une fois les éléments (banc d'optique, laser, miroir tournant) assemblés et disposés suivant le schéma 1 de la fiche d'expérience, placer initialement entre le laser et le miroir tournant les deux guides d'alignement blancs suivant le schéma 1 avec leur côté bien collé contre le rebord du banc d'optique. Lorsqu'ils sont correctement placés, les trous dans les guides définissent un ligne droite parallèle à l'axe du banc d'optique. Bloquer ensuite les vis du support qui relie entre eux les deux parties du banc d'optique.
- 2.- Enclencher le laser. Ajuster la position de l'avant du laser de façon à ce que le faisceau passe directement à travers le trou du premier guide d'alignement, en utilisant les deux vis de fixation avant pour ajuster la hauteur et en déplaçant le support du laser sur le banc d'optique pour régler sa position latéralement. Ensuite, ajuster la hauteur et la position de l'arrière du laser pour que le faisceau passe directement à travers le trou du second guide.

Alignement du miroir tournant:

- 3.- Le miroir tournant Mr doit être aligné pour que son axe de rotation soit vertical et aussi perpendiculaire au faisceau laser. La surface du miroir doit être à angle droit avec le faisceau laser.
Enlever délicatement le couvercle qui recouvre le miroir tournant en dévissant les deux vis qui le tiennent en place sur le dessus du couvercle. Le miroir est mis en rotation par une courroie reliant la poulie située sous le moteur d'entraînement à la poulie située sous le miroir lui-même. Une ouverture allongée permet de voir le bord de la poulie située sous le moteur. On peut, à l'aide d'un doigt, faire tourner la poulie tout doucement pour orienter le miroir tournant.
Enlever alors le second guide d'alignement (celui qui est le plus près du miroir tournant). Utiliser un doigt pour faire tourner la poulie et le miroir de telle façon que le faisceau laser soit réfléchi de nouveau en direction du trou du premier guide d'alignement (celui situé près du laser). Bloquer ensuite délicatement la poulie en place en tournant la vis de blocage située juste à côté du moteur.
Si le spot du faisceau laser vient au retour frapper le guide d'alignement au-dessous du trou, ajouter quelques feuilles de papier (6 épaisseurs) sur le devant du miroir tournant entre le banc d'optique et le support du miroir pour remonter le faisceau à la hauteur du trou.

Ajout des lentilles:

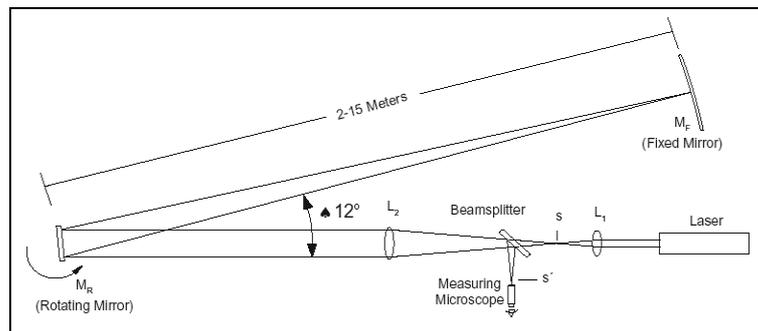
- 4.- Enlever le premier guide d'alignement. Monter la lentille L1 de 48 mm de distance focale sur son support. Positionner ensuite le support sur le banc d'optique avec sa marque centrale alignée sur le repère 93 cm (voir schéma 1). Sans bouger le support de la lentille, déplacer celle-ci sur son support de façon à ramener le spot du faisceau laser au centre de la surface du miroir tournant Mr.
- 5.- Monter la lentille L2 de 252 mm de distance focale sur un second support. De même, placer le support sur le banc d'optique avec son repère sur la marque 60.7 cm . Procéder ensuite de même que pour la lentille L1 déplacer la lentille sur son support pour amener le spot du faisceau laser à nouveau au centre du miroir tournant.

Mesure de la vitesse de la lumière

ATTENTION: Ne pas mettre l'oeil à l'oculaire du microscope sans avoir mis en place le polariseur entre le laser et le séparateur de faisceau.

Placement du microscope:

- Positionner ensuite le support du microscope à la marque 81 cm, avec la vis micrométrique du même côté du banc d'optique que l'échelle latérale de repère du banc. Positionner le bouton du séparateur de faisceau (beamsplitter) verticalement vers le bas. Le séparateur de faisceau va légèrement altéré la position du faisceau. Réajuster alors la position de la lentille L2 sur son support de façon à ramener le spot du faisceau laser à nouveau sur le centre du miroir tournant.



Placement du miroir fixe:

- Placer le miroir fixe à 4.40 m du miroir tournant en suivant le schéma 2 de la fiche d'expérience. L'angle que fait le faisceau arrivant sur le miroir tournant Mr avec le faisceau partant vers le miroir fixe doit être de **12° environ**. (le miroir fixe ne doit pas se trouver du même côté du banc d'optique que la vis micrométrique du microscope, mais exactement comme sur le schéma 2).
- Débloquer la vis de serrage de la poulie du moteur et tourner à la main très délicatement la poulie pour amener le spot laser au centre du miroir fixe, en plaçant un petit bout de papier devant ce miroir pour bien voir le spot. En gardant le bout de papier devant le miroir, ajuster la position de la lentille L2 pour focaliser au mieux le faisceau sur le miroir fixe. (faire cela à deux personnes).
IMPORTANT ET DELICAT : Utiliser ensuite les deux vis situées au dos du miroir fixe pour ramener le spot du faisceau laser réfléchi directement au centre du miroir tournant.
Remettre ensuite le couvercle sur le miroir tournant.

Placement du polariseur sur le banc d'optique:

- Monter les deux polariseurs sur chaque face de leur support et placer le tout comme sur le schéma 1 entre le laser et la lentille L1. Commencer avec les deux polariseurs à angle droit l'un avec l'autre. En regardant dans le microscope, tourner lentement un polariseur jusqu'à l'obtention d'une image suffisamment brillante pour être observée confortablement (10° de rotation du polariseur).

Mesure de la vitesse de la lumière

Réglage du microscope:

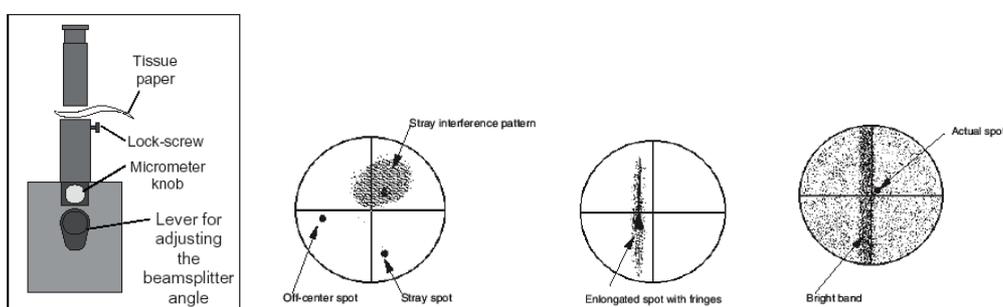
- 10.- Le réglage du microscope est très délicat, car la distance objet-objectif est de 7-8 mm et sa **profondeur de champ de 0.5 mm !!!** **Donc bonjour le réglage de la hauteur du microscope sur son support à la main ! Très délicat !**

Régler la netteté de la croix de visée en déplaçant l'oculaire sur son support.

Pour régler ensuite la netteté du spot laser, dévisser la vis qui bloque le microscope sur son support et en déplaçant très très légèrement le microscope en hauteur ajuster la netteté le mieux possible. Très délicat !

Pour vérifier que c'est bien le spot laser que l'on observe, couper le faisceau laser avec une feuille de papier entre les deux miroirs, le spot doit bien entendu disparaître du champ de vision dans le microscope !

ATTENTION DANGER avec le faisceau laser: masquer l'oculaire du microscope en dehors des périodes où le miroir tournant est en mouvement !!



- 11.- Pour faire apparaître le spot laser qui revient du miroir fixe. Travailler avec le miroir tournant arrêté et les polariseurs. Observer la figure d'interférence dans le microscope et tourner très peu sur lui-même le support de la lentille L2 de 1 ou 2° pour éliminer le principal de cette figure d'interférence. Ajuster l'angle du séparateur de faisceau (beamsplitter) pour ramener les spot au centre du champ de vision. Lorsque le miroir tourne on peut enlever les polariseurs.
- 12.- Attention si tous les éléments sont parfaitement alignés, le spot laser peut être caché dans la bande d'interférence lumineuse. Dans ce cas il faut tourner très légèrement moins de 0.004° !!! le miroir fixe autour de son axe horizontal pour décaler le spot (à l'aide des vis situées derrière le miroir fixe).

Mesure de la vitesse de la lumière

Desserrer complètement la vis de blocage du miroir tournant. Ne regarder dans le microscope sans les polariseurs que lorsque le miroir tourne !

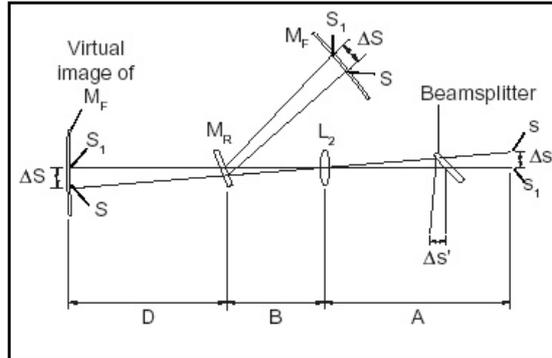
- 1.- Mettre en marche le miroir tournant dans le sens des aiguilles d'une montre (CW) à 750 tours/sec. Tout en regardant dans le microscope augmenter la fréquence de rotation à 1500 tours/sec. Lorsque la fréquence de rotation est stabilisée, aligner la croix de visée à l'aide de la vis micrométrique sur le spot. Relever la valeur indiquée par le micromètre s'_{cw} . Puis stopper la rotation du miroir.
- 2.- Utiliser le bouton direction pour inverser le sens de rotation du miroir (CCW). Ensuite opérer de même, en faisant tourner tout à d'abord le miroir à 750 tours/sec, puis à 1500 tours/sec. Avec la vis micrométrique ramener la croix de visée sur le spot laser. Noter la valeur indiquée sur le micromètre s'_{ccw} . Puis stopper la rotation du miroir.

Mesure de la vitesse de la lumière

3.- En utilisant l'équation suivante avec les données, calculer la vitesse de la lumière.

$$c = \frac{4 \cdot A \cdot D^2 \cdot (\omega_{CW} - \omega_{CCW})}{(D + B) \cdot (s'_{CW} - s'_{CCW})} = \frac{4 \cdot 0.275 \cdot 4.55^2 \cdot 3000 \cdot 2\pi}{(4.55 + 0.437) \cdot 3 \cdot 10^{-4}} = 2.87 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

avec : $A = 0.275 \text{ m}$, $B = 0.437 \text{ m}$, $D = 4.55 \text{ m}$,
 $\nu = 1500 \text{ Hz}$, $\omega_{CW} = 2\pi \cdot \nu$, $\omega_{CCW} = -2\pi \cdot \nu$, $(s'_{CW} - s'_{CCW}) = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}$



Du moment que la distance miroir tournant - miroir fixe n'est pas optimale (4.55 m au lieu de 13.5 m) la valeur trouvée pour la vitesse de la lumière est imprécise !