

Deux trous d'Young sont distants de $a = 10$ mm. Ils sont situés à $D = 20$ m d'un écran. Accollés à chacun de ces trous se trouvent des tubes parallèles à l'axe optique, longs de $L = 5$ m, pleins d'eau qui peut circuler à $v = 7$ m.s⁻¹ dans un sans dans l'un des tubes, dans l'autre sens dans l'autre tube.

Évaluer le déplacement des franges d'interférences obtenus pour une source ponctuelle monochromatique ($\lambda = 585$ nm) entre la position où l'eau ne circule pas et celle où elle circule. On fera une composition des vitesses classique. L'indice de l'eau est $n = 1,34$.

Expérimentalement, on trouve un déplacement de 0,37 mm. Commenter.

CPGÉ PC	Expérience de Fizeau	Opt inter
------------	-----------------------------	------------------

Merci de signaler d'éventuelles erreurs d'énoncé ou de corrigé à santczak@online.fr.

Deux trous d'Young sont distants de $a = 10$ mm. Ils sont situés à $D = 20$ m d'un écran. Accollés à chacun de ces trous se trouvent des tubes parallèles à l'axe optique, longs de $L = 5$ m, pleins d'eau qui peut circuler à $v = 7$ m.s⁻¹ dans un sens dans l'un des tubes, dans l'autre sens dans l'autre tube.

Évaluer le déplacement des franges d'interférences obtenus pour une source ponctuelle monochromatique ($\lambda = 585$ nm) entre la position où l'eau ne circule pas et celle où elle circule. On fera une composition des vitesses classique. L'indice de l'eau est $n = 1,34$.

Expérimentalement, on trouve un déplacement de 0,37 mm. Commenter.

Corrigé

La différence de marche en l'absence de circulation de l'eau pour un point situé à la cote x sur l'écran est $\delta = ax/D$. L'écart de différence de marche entre les deux rayons lorsque l'eau circule est $\Delta\delta = n_+ L - n_- L$, avec n_+ indice de réfraction de l'eau circulant vers l'écran et n_- indice de l'eau circulant dans l'autre sens. On a $n_+ = c/(v + c_e)$, où c est la célérité de la lumière dans le vide et $c_e = c/n$ la célérité de la lumière dans l'eau. Et on a $n_- = c/(-v + c_e)$.

On en déduit

$$\Delta\delta = \frac{cL}{v + c/n} - \frac{cL}{-v + c/n}$$

soit, après DL

$$\Delta\delta = \frac{2Lv n^2}{c}$$

Cela correspond à un déplacement sur l'écran Δx tel que $\Delta x = D \Delta\delta/a$, soit $\Delta x = 0,83$ mm.

C'est beaucoup plus que la valeur expérimentale, puisque la composition des vitesses classiques ne s'applique pas à la lumière. Avec une loi de composition des vitesses relativiste : au lieu de la loi classique $v_2 = v_1 + v$ où $v_1 = c/n$ est la vitesse dans le référentiel du fluide et v_2 dans le référentiel du labo, v étant la vitesse d'entraînement, on a la loi $v_2 = (v_1 - \beta c)/(1 - \beta v_1/c)$ où $\beta = v/c$. On peut montrer que $\Delta\delta_{\text{relativiste}} = \Delta\delta_{\text{classique}} (1 - 1/n^2)$, ce qui donne la bonne valeur.

CPGÉ PC	Expérience de Fizeau	Opt inter
------------	-----------------------------	------------------

Merci de signaler d'éventuelles erreurs d'énoncé ou de corrigé à santczak@online.fr.

Deux trous d'Young sont distants de $a = 10$ mm. Ils sont situés à $D = 20$ m d'un écran. Accollés à chacun de ces trous se trouvent des tubes parallèles à l'axe optique, longs de $L = 5$ m, pleins d'eau qui peut circuler à $v = 7$ m.s⁻¹ dans un sens dans l'un des tubes, dans l'autre sens dans l'autre tube.

Évaluer le déplacement des franges d'interférences obtenus pour une source ponctuelle monochromatique ($\lambda = 585$ nm) entre la position où l'eau ne circule pas et celle où elle circule. On fera une composition des vitesses classique. L'indice de l'eau est $n = 1,34$.

Expérimentalement, on trouve un déplacement de 0,37 mm. Commenter.

Corrigé

La différence de marche en l'absence de circulation de l'eau pour un point situé à la cote x sur l'écran est $\delta = ax/D$. L'écart de différence de marche entre les deux rayons lorsque l'eau circule est $\Delta\delta = n_+ L - n_- L$, avec n_+ indice de réfraction de l'eau circulant vers l'écran et n_- indice de l'eau circulant dans l'autre sens. On a $n_+ = c/(v + c_e)$, où c est la célérité de la lumière dans le vide et $c_e = c/n$ la célérité de la lumière dans l'eau. Et on a $n_- = c/(-v + c_e)$.

On en déduit

$$\Delta\delta = \frac{cL}{v + c/n} - \frac{cL}{-v + c/n}$$

soit, après DL

$$\Delta\delta = \frac{2Lv n^2}{c}$$

Cela correspond à un déplacement sur l'écran Δx tel que $\Delta x = D \Delta\delta/a$, soit $\Delta x = 0,83$ mm.

C'est beaucoup plus que la valeur expérimentale, puisque la composition des vitesses classiques ne s'applique pas à la lumière. Avec une loi de composition des vitesses relativiste : au lieu de la loi classique $v_2 = v_1 + v$ où $v_1 = c/n$ est la vitesse dans le référentiel du fluide et v_2 dans le référentiel du labo, v étant la vitesse d'entraînement, on a la loi $v_2 = (v_1 - \beta c)/(1 - \beta v_1/c)$ où $\beta = v/c$. On peut montrer que $\Delta\delta_{\text{relativiste}} = \Delta\delta_{\text{classique}} (1 - 1/n^2)$, ce qui donne la bonne valeur.