

1 Question de cours

Réflexion et transmission d'une onde EM entre deux milieux d'indice n_1 et n_2 sous incidence normale.

2 Modèle d'une tornade

L'écoulement de l'air pour une tornade est supposé incompressible à symétrie cylindrique autour d'un axe vertical noté Oz . On repère un point $M(r, \theta, z)$ de cet écoulement avec une vitesse $\vec{v}(M) = v(r) \cdot \vec{e}_\theta$.

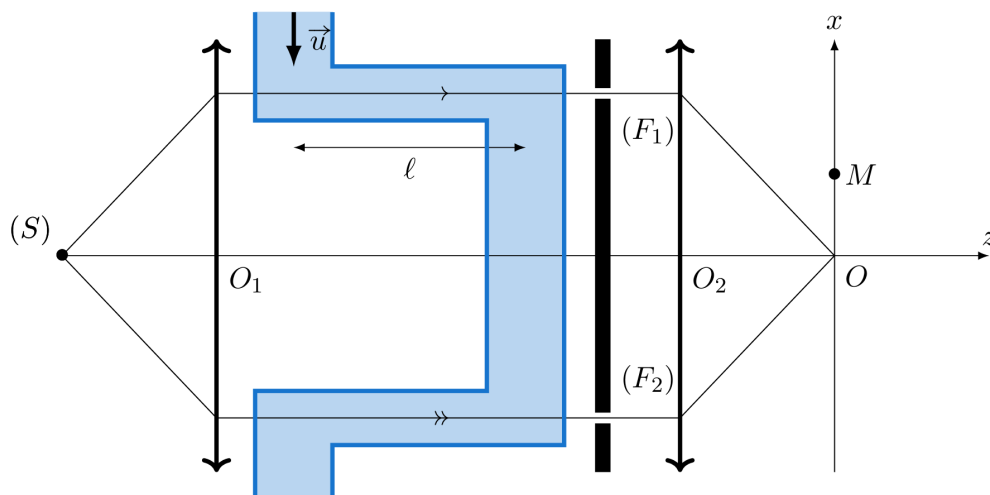
Cet écoulement peut être caractérisé par un vecteur tourbillon $\vec{\Omega}$:

$$\vec{\Omega} = \begin{cases} \Omega_0 \cdot \vec{e}_z, & r \leq a \\ 0, & r > a \end{cases}$$

1. Par une étude analogue à celle d'une distribution de courant par le Théorème d'Ampère, déterminer l'expression $v(r)$ en tout point M .
2. On appelle **Vortex** le cas limite pour lequel $a \rightarrow 0$ et $\Omega_0 \rightarrow \infty$ avec $\Omega_0 \cdot a^2 = \frac{\Gamma}{2\pi}$ où Γ est une constante finie.
Montrer que la vitesse dérive alors d'un potentiel Φ tel que $\vec{v} = \nabla \Phi$ pour $r \neq 0$.

3 Expérience de Fizeau

Le dispositif ci-dessous est constitué d'une source ponctuelle (S) monochromatique de longueur d'onde λ placée au foyer objet d'une lentille L_1 , d'un tube coudé transparent de parois d'épaisseur e et d'indice optique n_e , contenant un liquide d'indice n initialement au repos, d'une plaque percée de deux trous distants de a , d'une lentille L_2 (de distance focale f_2) et d'un écran (E).



1. À quelle distance doit-on placer l'écran (E) de la lentille L_2 pour y faire interférer des rayons issus des deux trous et inclinés d'un même angle ?
2. Construire deux rayons issus de (S) interférant en un point M placé sur l'écran (avec $M \neq O$).
3. Établir la différence de chemin optique entre les deux rayons et calculer l'interfrange i de la figure d'interférence observée.
Dans la suite, une pompe met en mouvement le liquide à la vitesse $u \ll v$ où v est la célérité de la lumière dans le liquide. On observe un déplacement du système de franges sur l'écran.
4. En adoptant la loi classique de composition des vitesses, exprimer les temps t_B et t_H mis par la lumière pour traverser les tubes bas et haut puis la différence Δt des temps de parcours entre les rayons interférant en O .
5. En déduire que la différence de chemin optique en ce point vaut $\delta_O = \frac{2n^2 u l}{c}$.
6. Dans quel sens défilent les franges sur l'écran ? Calculer le déplacement x_0 de la frange d'ordre 0.
7. Cette expérience, réalisée en 1851, a montré un déplacement inférieur à x_0 . Que peut-on en conclure ?

8. La véritable correction relativiste de la vitesse de la lumière dans un fluide en mouvement correspond à la loi d'entraînement de Fresnel (non relativiste à l'époque), donnée par la formule suivante :

$$c' = \frac{c}{n} + u \left(1 - \frac{1}{n^2} \right)$$

Quelle condition doit vérifier c' ? Montrer que c'est bien le cas.

