

TD n°20 - Introduction à l'optique ondulatoire

1 Puissance maximale d'un laser de classe 2

On peut lire la définition suivante d'un laser de classe 2 dans wikipédia :

Classe 2 : lasers qui émettent un rayonnement visible dans la gamme de longueur de 400 à 700 nm. La protection de l'œil est normalement assurée par les réflexes de défense comprenant le réflexe palpébral, clignement de la paupière (par exemple, des lecteurs de code-barres).



Le seuil de dangerosité du flux lumineux pour l'œil est de 1000 W.m^{-2} pour une exposition continue et prolongée.

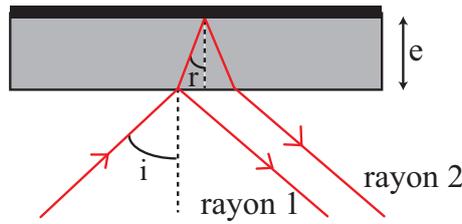
1. A quel flux lumineux cet ordre de grandeur s'identifie-t-il? Commenter.
2. Quelle est la puissance maximale d'un laser utilisé en TP de physique?
3. En déduire la valeur de l'amplitude du champ électrique correspondant.
4. L'évènement illustré ci-dessous intitulé "C à Paris" a permis en 2005 - avec difficulté (!) - de reproduire la mesure de la vitesse de la lumière faite par Fizeau en 1849, avec des moyens modernes, et notamment un laser vert de 5 W, visible dans le ciel de la capitale, entre l'observatoire de Paris et Montmartre. Quel phénomène permet d'expliquer que le faisceau laser soit visible sur la photo? On rappelle que le champ disruptif de l'air vaut $E_{dis} \simeq 10^6 \text{ V.m}^{-1}$.



2 Déphasage après réflexion sur une lame à faces parallèles

Un rayon de lumière monochromatique de longueur d'onde λ_0 dans le vide est incident sur une lame à faces parallèles d'indice n et d'épaisseur e sous un angle i . On note r l'angle que fait le faisceau transmis dans la lame avec la face de derrière, supposée parfaitement réfléchissant.

1. Déterminer la différence de marche δ entre les deux rayons.
2. En déduire le déphasage entre les deux rayons émergents. On rappelle qu'une réflexion sur un milieu plus réfringent ou sur un miroir s'accompagne d'un déphasage de π .

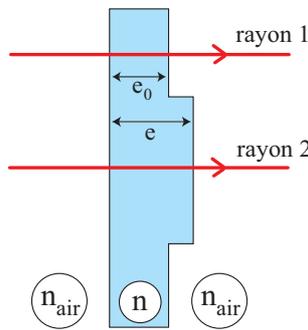


3. Que deviennent les résultats précédents dans le cas d'une "lame d'air" ($n = 1$) ?

Réponses : 1. $\delta = 2necosr$.

3 Traversée d'une lame à faces parallèles

Une lame de verre, parfaitement transparente, à faces parallèles, d'indice de réfraction n et de faible épaisseur e_0 , comporte un petit défaut où l'épaisseur devient e . Elle est éclairée par un faisceau de lumière parallèle issu d'une source monochromatique de longueur d'onde dans le vide λ_0 située à l'infini.

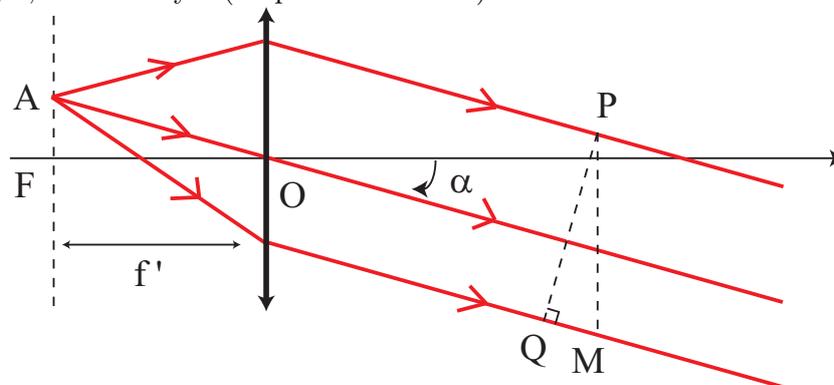


- Déterminer le déphasage à l'infini entre les rayons 1 et 2.
- Représenter sur la figure une surface d'onde avant la traversée de la lame et une surface d'onde après la traversée de la lame.
- Exprimer le décalage spatial x entre les deux parties d'un même front d'onde après la traversée de la lame.

Réponses : 3. $x = \frac{(e - e_0)(n - n_a)}{n_a}$.

4 Comparaisons de chemins optiques

Soit une lentille mince convergente dans un milieu d'indice n , éclairée par une source ponctuelle placée dans le plan focal objet, hors du foyer (on posera $PM = a$).



Calculer les différences de chemins optiques représentés sur la figure :

- $(AQ) - (AP)$
- $(AM) - (AP)$