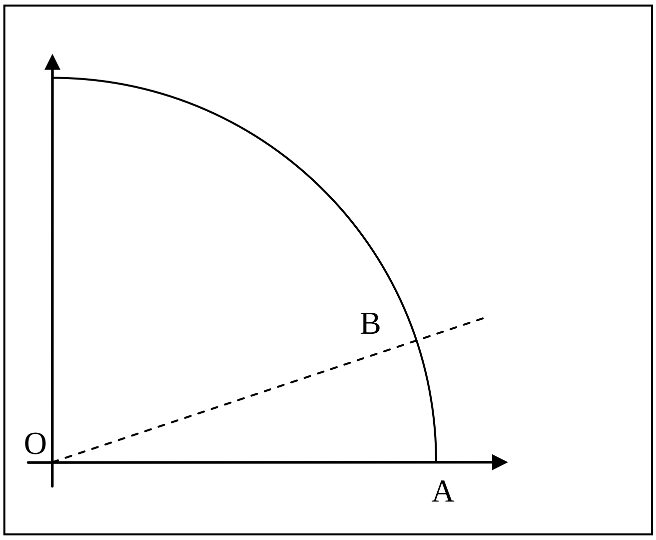
TP de physique : diffraction de la lumière

I Préliminaire mathématique



1 Etude géométrique

Choisir sur la figure ci-contre un secteur angulaire de sommet O et d'angle au somment θ (choisir θ assez faible) coupant l'arc de cercle aux points A et B. On note B' le projeté orthogonal de B sur l'axe des ordonnées.
Quelle est la définition de θ en radian, le rayon du cercle étant noté OA ?
Quelles est la définition de sin(θ) ?
Regardez votre figure et évaluer une approximation que l'on peut faire lorsque θ est faible.
En déduire que, quand θ est faible, $\theta \approx \sin(\theta)$ puis que $\theta \approx \tan(\theta)$.

2 Etude analytique

Programmer votre calculatrice en mode radian.
Compléter le tableau ci-contre.

θ (radians)	0	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	$\pi/6$	0,60	0,70	0,80
tan(θ)										
Erreur relative en approximant tan(θ) par θ (en %)										

Conclusion : en dessous de quelle valeur de θ l'approximation est-elle valable (erreur < 10 % par exemple). Donner cette valeur en °.

II Buts du TP

- Observer le comportement d'un faisceau lumineux lorsqu'il rencontre un obstacle ou une ouverture de faibles dimensions.
- Vérifier la pertinence de la relation $\theta = \dfrac{\lambda}{a}$ dans le cas de la diffraction par une fente ou un fil.

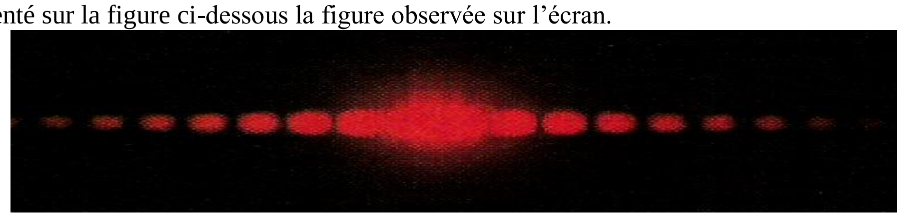
III Approche qualitative du phénomène de diffraction

1 Observations de figures de diffraction

a Diffraction par une fente

Un laser éclair un écran placé à quelques mètres. On interpose sur le parcours du faisceau un cache muni d'une fente verticale calibrée de largeur a. Prendre la diapositive avec les fentes et choisir la fente A de largeur 120 μm.

On a représenté sur la figure ci-dessous la figure observée sur l'écran.



La figure observée est-elle uniformément éclairée ?
Les tâches observées s'étalent-elles parallèlement ou perpendiculairement à la fente ?
Après interposition de la fente, la lumière se propage-t-elle toujours en ligne droite ? Justifier.

b Diffraction par un obstacle

Interposer maintenant sur le trajet du faisceau laser un fil cylindrique vertical de même diamètre a. Il s'agit du fil le plus épais. Comparer la figure de diffraction observée et celle obtenue avec la fente verticale.

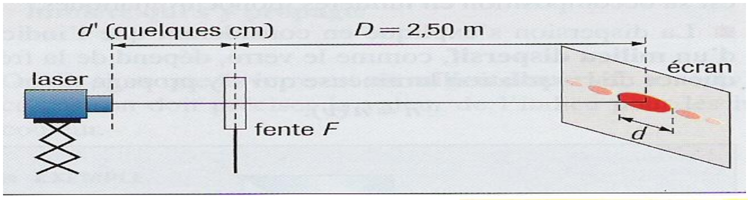
2 Interprétation

A partir des observations du 1, représenter le faisceau laser après son passage à travers une ouverture ou un obstacle (vue de dessus).

Quelle conclusion peut-en tirer concernant le modèle de propagation rectiligne de la lumière ?

Par analogie avec certains phénomènes visualisés en cours ou en TP, quel nouveau modèle peut-on proposer pour décrire la lumière ?

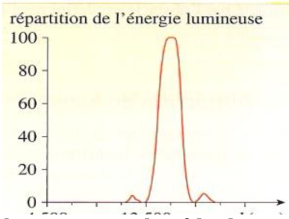
IV Approche quantitative du phénomène



1 Protocole

Réaliser le montage ci-contre.

Mesurer D (pas forcément 2,50 m) et d'.



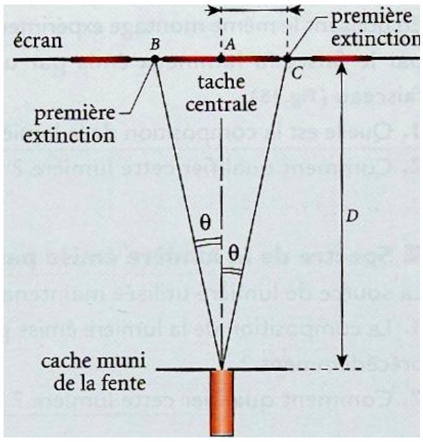
On montre que plus de 80% de l'énergie lumineuse reçue par l'écran est présente dans la tache centrale de diffraction. Sa largeur d est la distance entre les deux premières extinctions (voir schéma ci-contre). Cependant, notre œil ne perçoit pas cette tâche centrale en entier car l'intensité est trop faible à proximité des deux extinctions. <u>Pour déterminer d, il faut mesurer la distance entre les centres des deux plages (nous apparaissant) sombres qui entourent la zone lumineuse centrale.</u>

Mesurer, en travaillant par binôme (première personne pour les trois premières mesures et deuxième personnes pour les deux dernières mesures), la largeur d de la tache centrale de diffraction obtenue avec des fils de largeur a connue. On cherchera à établir un protocole afin d'avoir des mesures les plus précises possibles.

Remplir les deux premières lignes du tableau.

a (mm)					
d (cm)					
θ (radians)					

2 Exploitation des résultats



On appelle écart angulaire θ la moitié de l'angle sous lequel on voit la tache centrale de diffraction depuis le centre de la fente (voir schéma ci-contre). Montrer que, θ étant petit et D correspondant à la distance entre le plan de la fente et l'écran, on a la relation (on utilisera le résultat préliminaire de ce TP) :

$$\theta \approx \tan(\theta) = \frac{d}{2*D}$$

Remplir la troisième ligne du tableau précédent. Attention aux unités pour calculer θ. Comment varie θ lorsque a augmente ?

On propose de modéliser la dépendance de θ en fonction de a par une des formules suivantes avec E et F des constantes positives non nulles :

$\theta = E*a$; $\theta = E/a$; $\theta = E + F/a$; $\theta = E + F/a^2$.

Quelle modélisation est à éliminer ? Pourquoi ?

Sous REGRESSI, entrer dans un tableau en première colonne les valeurs de a et en deuxième colonne les valeurs de « théta ». Faire tracer le graphique théta = f(a)

Créer une nouvelle grandeur inva = 1/a et faire tracer le graphique θ = f(1/a).

Déduire de la nature du graphe le modèle à prendre en compte.

Modéliser la courbe obtenue sous REGRESSI. Que vaut le coefficient directeur ? Quelle est son unité dans le système international ?

Sachant que la longueur d'onde des diodes laser vaut environ λ = 630 nm, vérifier la validité de la relation $\theta = \frac{\lambda}{a}$.

ATTENTION !!! Le laser émet une radiation très puissante capable de décoller la rétine. Ne jamais regarder directement la lumière émise par un laser !