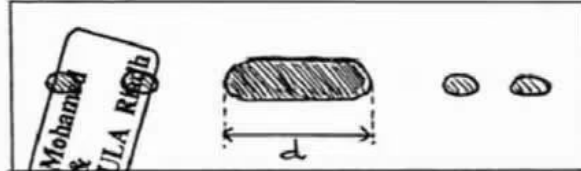


On éclaire une fente très fine, de longueur a variable, par une lumière monochromatique.

On observe sur l'écran placé à une distance D de la fente la figure suivante.



- 1) Quel est le nom du phénomène observé ?
- 2) Quelle condition doit satisfaire la taille de la fente pour que l'on obtienne cette figure ?
- 3) La largeur de la taille centrale d sur l'écran varie lorsque l'on fait varier la distance D entre la fente et l'écran, la longueur d'onde λ de la lumière, ou la largeur a de la fente.

L'expérience montre que d est proportionnelle à la longueur d'onde de la lumière.

Laquelle ou lesquelles des formules suivantes peut-on éliminer ?

Justifier.

$$d = k \lambda D / a \quad (1)$$

$$d = \lambda D / a^2 \quad (2)$$

$$d = k a D / \lambda \quad (3)$$

$$d = k a \lambda D \quad (4)$$

k : est une constante sans unité.

- 4) On fait varier la distance D entre la fente et l'écran, on fixe λ et a . On obtient les résultats suivants :

D (en m)	1,70	1,50	1,20	1
d (en mm)	21	19	15	13

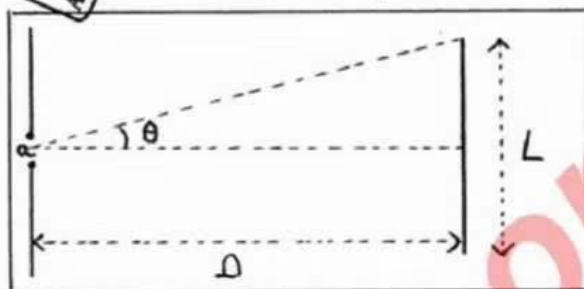
- a) Tracer la courbe $d = f(D)$.

Abscisse : 1cm représente 0,1m.

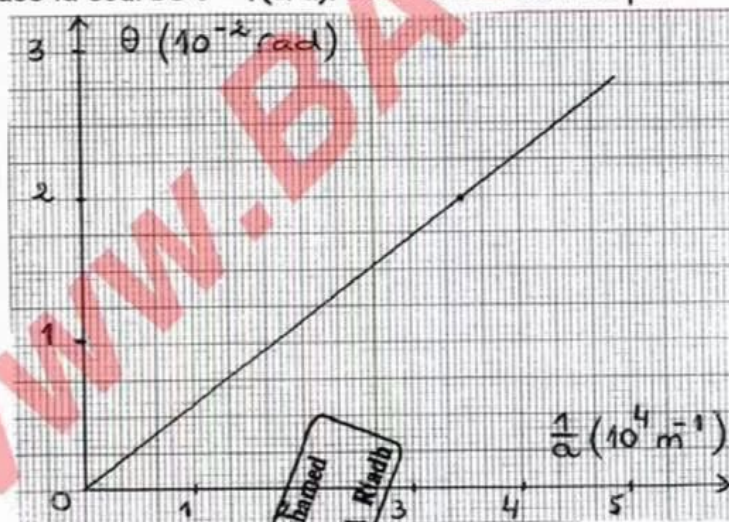
Ordonnée : 1cm représente 1mm.

- b) En déduire la valeur de k , sachant que c'est un entier, et que les mesures sont fait pour $\lambda = 633\text{nm}$ et $a = 100\mu\text{m}$.

On réalise une expérience de diffraction à l'aide d'un laser émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde λ . A quelques centimètres du laser, On place successivement des fentes verticales de largeurs connues. On désigne par a la largeur d'une fente. La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran blanc situé à une distance $D = 1,60$ m des fentes. Pour chacune des fentes, on mesure la largeur L de la tache centrale. A partir de ces mesures et des données, il est possible de calculer l'écart angulaire θ du faisceau diffracté.



- 1) L'angle θ étant petit. Donner la relation entre L et D qui a permis de calculer θ pour chacune des fentes. Donner la relation liant θ , λ et a .
- 2) a) On trace la courbe $\theta = f(1/a)$. Celle-ci est donnée par :



Montrer que la courbe obtenue est en accord avec l'expression de θ donnée à la question précédente.

- b) Déterminer à partir de la courbe précédente, la longueur d'onde λ de la lumière monochromatique utilisée ?
- 3) On réalise une étude expérimentale en utilisant une lumière blanche et un prisme. Quel est le phénomène observé ?

A- Un laser émet une lumière directive de longueur d'onde λ . La figure 1 montre que le faisceau lumineux produit, tombe perpendiculaire sur un premier écran E_1 muni d'une fente fine F de longueur a réglable.

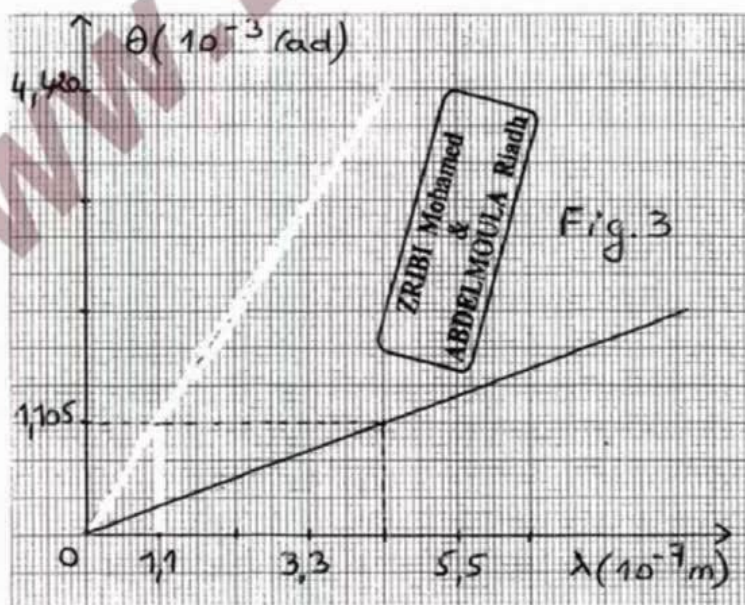
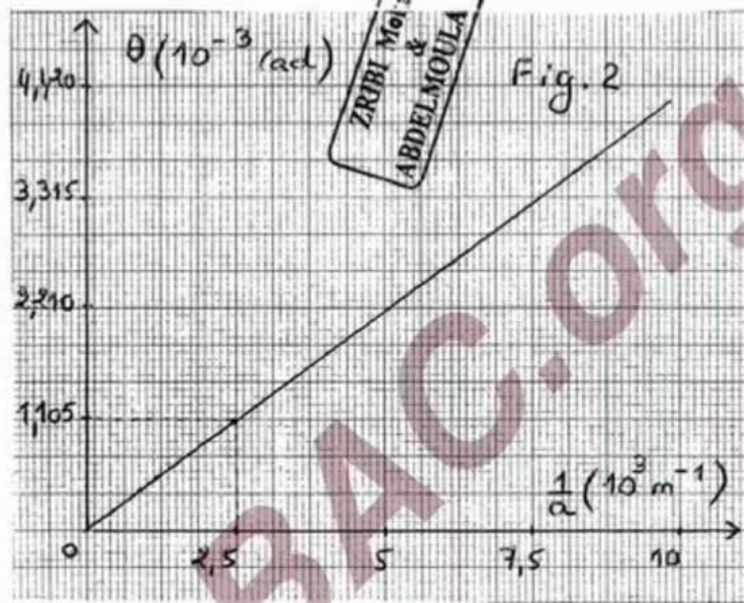
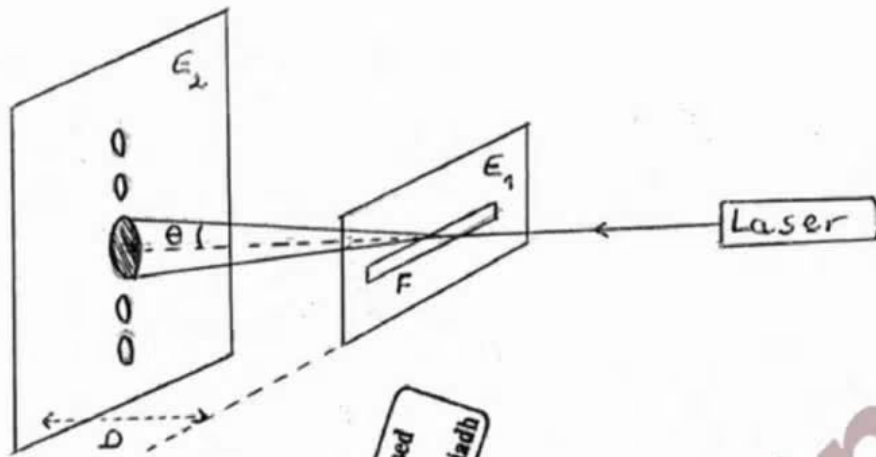
- 1) a) Décrire ce qu'on observe sur un deuxième écran E_2 placé à une distance D de F . En déduire le nom du phénomène physique responsable de cette observation.
- b) Que peut-on conclure quant à la nature de la lumière ?
- 2) a) Que représente l'angle θ inscrit dans la figure 1 ?
- b) Etablir l'expression de θ en fonction de D et de la largeur l de la tache centrale observée sur E_2 .
- 3) On réalise deux expériences dont lesquelles la distance D reste inchangée pendant les mesures :
 - *1^{ère} expérience : On fait varier la largeur a de la fente F éclairée par une source laser (He-Cd) de longueur d'onde λ_0 et on mesure l'angle θ . Les résultats ont permis de placer les points expérimentaux sur la figure 2.
 - *2^{ème} expérience : On règle la largeur de la fente F à la valeur a_0 . On éclaire la fente obtenue par des sources lasers de longueurs d'ondes λ différentes émettant dans le domaine visible, et on mesure l'angle θ . Les résultats ont permis de placer les points expérimentaux sur la figure 3.
- a) Par exploitation des figures 2 et 3, donner une relation simple entre θ , λ et a .
- b) En déduire la valeur de λ_0 et celle de a_0 .
- 4) a) Montrer que : $l = 2.D.(\lambda/a)$.

b) Calculer la largeur l_0 de la tache centrale dans le cas où $\lambda = \lambda_0$, $a = a_0$, $D = 1,75\text{m}$

B- Deux lumières (a) et (b) de fréquences respectives $\nu_a = 5,1.10^{14}\text{Hz}$ et $\nu_b = 6,92.10^{14}\text{Hz}$ traversent un milieu transparent (M) ayant la forme d'un prisme. Leurs célérités de propagation dans ce milieu sont respectivement $V_a = 1,775.10^8\text{m.s}^{-1}$ et $V_b = 1,963.10^8\text{m.s}^{-1}$.

- 1) a) Vérifier que ce milieu est dispersif.
- b) Calculer, dans (M) les longueurs d'ondes λ_a et λ_b respectivement des lumières (a) et (b).
- c) Calculer l'indice de réfraction n du milieu (M) relatif à la fréquence ν_a .
- 2) La lumière émise par une lampe à hydrogène traverse le milieu (M). A sa sortie du prisme, on observe quatre taches lumineuses de couleurs différentes sur un écran E placé derrière (M).
- a) La lumière émise par une lampe à hydrogène est-elle monochromatique ou polychromatique ? Justifier la réponse.
- b) Quels phénomènes physiques subit la lumière utilisée lors de sa traversée du milieu (M) ?

Fig.1



Dans les deux expériences suivantes, on utilise une lumière de couleur rouge, émise par un laser de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 633\text{nm}$.

I- Expérience 1 :

On place perpendiculairement au faisceau lumineux et à quelques centimètres du laser, une fente fine et horizontale de largeur a . Un écran, situé à une distance D de la fente, montre des taches lumineuses réparties sur une ligne verticale. La tache centrale, plus lumineuse que les autres, est la plus large (voir la figure 1).

- 1) a) Quel phénomène subit la lumière émise par le laser dans cette expérience ?
b) Que peut-on conclure par analogie avec les ondes mécaniques ?
- 2) a) Rappeler la relation entre la demi largeur angulaire θ , λ_0 et a .
b) Exprimer θ en fonction de la largeur L de la tache centrale et D .
(θ est très faible) .
- c) En déduire l'expression de a en fonction de L , D et λ_0 .
- d) Calculer a sachant que : $L = 28\text{mm}$ et $D = 3\text{m}$.

www.BAC.org.tn
Page BAC-TUNISIE
Tél: 25 361 197 / 53 371 502

II- Expérience 2 :

On utilise dans cette expérience, comme milieu dispersif, un prisme en verre d'indice de réfraction n . (voir la figure 2).

On dirige, suivant une incidence donnée, le faisceau laser vers l'une des faces du prisme placé dans l'air. On observe que ce faisceau est dévié. Un écran placé derrière le prisme montre un point lumineux de même couleur (rouge) que le faisceau incident.

- 1) Quelle est la nature de la lumière émise par le laser ? Justifier la réponse.
- 2) La célérité de la lumière dans le vide est $C = 3.10^8 \text{m.s}^{-1}$. Calculer la fréquence ν .
- 3) L'indice de réfraction du verre pour la fréquence ν de l'onde utilisée est $n = 1,61$.
a) Pourquoi précise-t-on la fréquence de l'onde lorsqu'on donne la valeur de n ?
b) Calculer la longueur d'onde λ' de cette onde dans le verre.
- 4) On remplace la lumière du laser par une lumière blanche (voir la figure 3).
a) Qu'observe-t-on sur l'écran ?
b) Les traits en pointillé correspondent aux trajets de deux rayons lumineux de couleurs respectives rouge et bleu.

Tracer, en les identifiant, ces deux rayons.

On rappelle que la déviation d augmente quand λ diminue.

Fig. 1

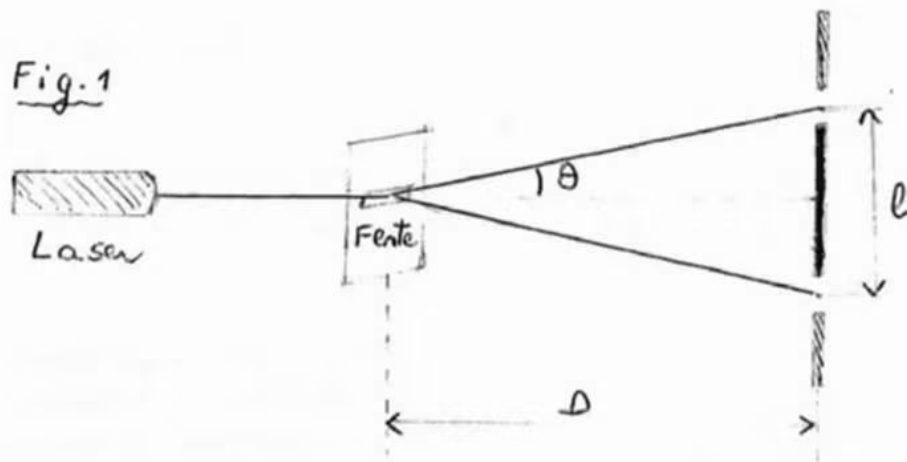


Fig. 2

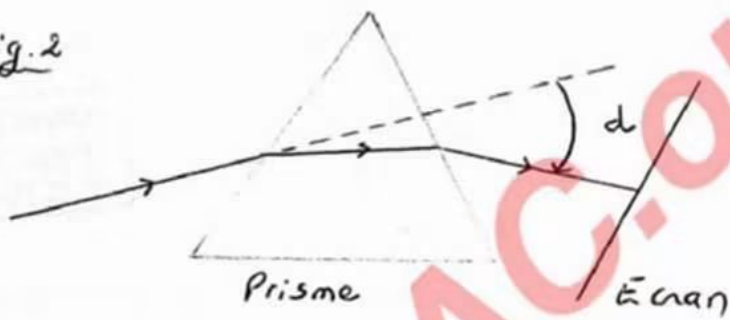
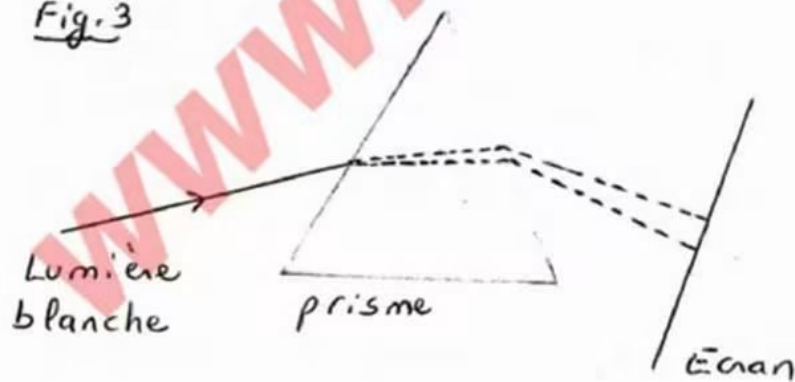


Fig. 3



Série (1)

Interactions onde-matière

1) Phénomène de diffraction.

2) Pour obtenir cette figure, il faut que la largeur de la fente soit de l'ordre de la longueur d'onde de la lumière
($a \approx \lambda$)

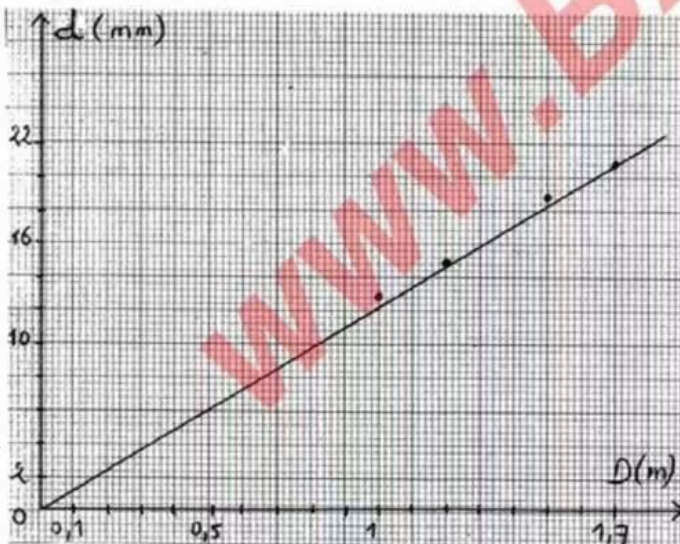
3) *) $d = \frac{\lambda D}{a^2}$ à éliminer car d est proportionnelle à $(\frac{1}{a})$.

*) $d = \frac{K a D}{\lambda}$ à éliminer car d est proportionnelle à λ et inversement proportionnelle à a .

*) $d = K a \lambda D$ à éliminer.

seule : $d = \frac{K \lambda D}{a}$ est correcte.

4) a)



b) $d = A \cdot D$

avec A = coefficient directeur de la droite.

$$A = \frac{21 \cdot 10^{-3}}{1,7} = 12,353 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Or } A = \frac{K \lambda}{a} \Rightarrow K = \frac{a \cdot A}{\lambda}$$

$$K = \frac{10^{-4} \times 12,353 \cdot 10^{-3}}{633 \cdot 10^{-9}}$$

$$\underline{K \approx 2}$$

$$1) \tan \theta = \frac{L}{2D} \approx \theta \text{ car}$$

θ est très petit.

$$\theta = \frac{\lambda}{a}$$

2) a) $\theta = f\left(\frac{1}{a}\right)$ est une droite linéaire croissante $\Rightarrow$

$$\theta = k \cdot \frac{1}{a} \text{ avec } k = \lambda$$

$\Rightarrow$ la courbe est en accord avec l'expression de θ .

b) $k = \text{coef. directeur de la droite}$.

$$k = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{3,5 \cdot 10^4} = 0,57 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\Rightarrow \underline{\lambda = 0,57 \mu\text{m}}$$

3) Le phénomène observé est la dispersion et la déviation : on observe une succession de couleurs du rouge le moins dévié au violet le plus dévié (les couleurs de l'arc en ciel).

Série (3)

Interactions onde-matière

A) 1) a) * sur l'écran E_2 , on observe une figure étalée formée par une tache centrale plus large et brillante entourée, de part et d'autre, de taches lumineuses séparées par des zones sombres.

* Le nom du phénomène physique est la diffraction.

b) La diffraction de la lumière lui attribue l'aspect ondulatoire.

2) a) θ = angle de demi-largeur.

$$b) \tan \theta = \frac{l}{2D}$$

or θ est très petit $\Rightarrow \tan \theta \approx \theta$ (rad)

$$\text{d'où : } \theta = \frac{l}{2D}$$

3) 1^{re} expérience : $\theta = f\left(\frac{1}{a}\right)$

2^e expérience : $\theta = f(\lambda)$

* Courbe $\theta = f\left(\frac{1}{a}\right)$

$$\theta = k_1 \cdot \frac{1}{a} \text{ avec } k_1 = \frac{1,105 \cdot 10^{-3}}{2,5 \cdot 10^3}$$

$$\Rightarrow k_1 = 4,42 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

* Courbe $\theta = f(\lambda)$

$$\theta = k_2 \cdot \lambda \text{ avec } k_2 = \frac{1,105 \cdot 10^{-3}}{4,42 \cdot 10^7}$$

$$\Rightarrow k_2 = 0,25 \cdot 10^4 \text{ m}^{-1}$$

a) θ est proportionnel à $\frac{1}{a}$

θ est proportionnel à λ

donc θ est proportionnel à $\frac{\lambda}{a}$

$$\theta = k \cdot \frac{\lambda}{a} \Rightarrow k = \frac{a \theta}{\lambda}$$

$$\text{Pour } \theta = 1,105 \cdot 10^{-3} \text{ rad, } \frac{1}{a} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ m}^{-1},$$

$$\lambda = 4,42 \cdot 10^{-7} \text{ m} \Rightarrow k = 1 \text{ d'où } \left| \theta = \frac{\lambda}{a} \right|$$

$$b) k_1 = \lambda_0 \Rightarrow \lambda_0 = 4,42 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$a_0 = \frac{\lambda_0}{\theta} = \frac{4,42 \cdot 10^{-7}}{1,105 \cdot 10^{-3}} = \frac{1}{k_2} \Rightarrow$$

$$a_0 = 0,4 \text{ mm}$$

$$4) a) \theta = \frac{\lambda}{a} \text{ et } \theta = \frac{l}{2D} \Rightarrow$$

$$l = \frac{2D\lambda}{a}$$

$$b) l_0 = \frac{2 \times 1,75 \times 4,42 \cdot 10^{-7}}{40 \cdot 10^{-5}}$$

$$l_0 = 3,86 \text{ mm}$$

B) 1) a) Puisque la célérité varie avec la fréquence de la lumière alors le prisme est un milieu dispersif.

$$b) \lambda_a = \frac{v_a}{\nu_a} = \frac{1,775 \cdot 10^8}{5,1 \cdot 10^{14}}$$

$$\lambda_a = 0,348 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\lambda_b = \frac{v_b}{\nu_b} = \frac{1,963 \cdot 10^8}{6,92 \cdot 10^{14}}$$

$$\lambda_b = 0,283 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$d) n_a = \frac{c}{v_a} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,775 \cdot 10^8}$$

$$n_a = 1,69$$

2) a) La lumière émise par la lampe à hydrogène est polychromatique car elle est composée de 4 radiations de couleurs différentes.

b) En traversant le prisme, la lumière est :

* dispersée

* déviée.

Série n°(4)

Interaction Onde - matière

I) Expérience 1:

1) a) La lumière émise par le laser subit le phénomène de diffraction.

b) Les ondes mécaniques sont diffractées quand elles passent à travers une fente ou qd elles rencontrent un obstacle. Par analogie, la lumière est une onde.

2) a) $\theta = \frac{\lambda_0}{a}$

b) $\tan \theta = \frac{L}{2D}$

Puisque θ est très petit $\Rightarrow \tan \theta \approx \theta$

d'où $\theta = \frac{L}{2D}$

c) $\theta = \frac{\lambda_0}{a} = \frac{L}{2D} \Rightarrow a = \frac{2D\lambda_0}{L}$

d) $a = \frac{2 \times 3 \times 633 \cdot 10^{-9}}{28 \cdot 10^{-3}}$

$a = 1,35 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

II) Expérience 2:

1) La lumière émise par le laser est monochromatique car sur l'écran on observe une seule couleur.

2) $c = \lambda_0 \nu \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \cdot 10^8}{633 \cdot 10^{-9}}$

$\nu = 4,74 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

3) $n = 1,61$

a) Lorsqu'on donne la valeur de n , on doit préciser la fréquence de la lumière car la valeur de

l'indice de réfraction change avec la fréquence de la lumière (sa couleur,

b) $n = \frac{c}{v}$ et $v = \lambda' \nu \Rightarrow$

$n = \frac{c}{\lambda' \nu} \Rightarrow n = \frac{\lambda_0}{\lambda'} \Rightarrow \lambda' = \frac{\lambda_0}{n}$

$\lambda' = \frac{633 \cdot 10^{-9}}{1,61}$

$\lambda' = 393,17 \text{ nm}$

4) a) Sur l'écran on observe le spectre continu de la lumière blanche formé de tous les couleurs de l'arc en ciel du rouge au violet le rouge est le moins dévié et le violet est le plus dévié.

b) $\lambda_R > \lambda_V \Rightarrow i_R > i_V$

