

Les ondes lumineuses

Q1

a) Le laser envoie une onde électromagnétique monochromatique. Elle est définie par sa fréquence $f(\text{Hz})$ et sa période $T(\text{s})$ tel que :

$$f = 1/T$$

$T(\text{s})$ est la périodicité temporelle de l'onde.

Sa périodicité spatiale, $\lambda(\text{m})$, est donnée par la formule :

$$\lambda = c.T = c/f$$

Avec la célérité 'c' en m.s^{-1}

b) L'œil humain perçoit les radiations lumineuses dont les longueurs d'onde dans l'air ou dans le vide sont comprises entre : $400 \text{ nm} < \lambda < 800 \text{ nm}$

c) Les différentes radiations visibles sont, par ordre croissant de longueurs d'onde : violet, bleu, vert, jaune, orange, rouge

d) Le phénomène est appelé la diffraction. La lumière, à la sortie de la fente, ne se propage plus dans une seule direction. On peut affirmer (par analogie avec les ondes mécaniques qui sont sujettes également à la diffraction) que la lumière est bien une onde !

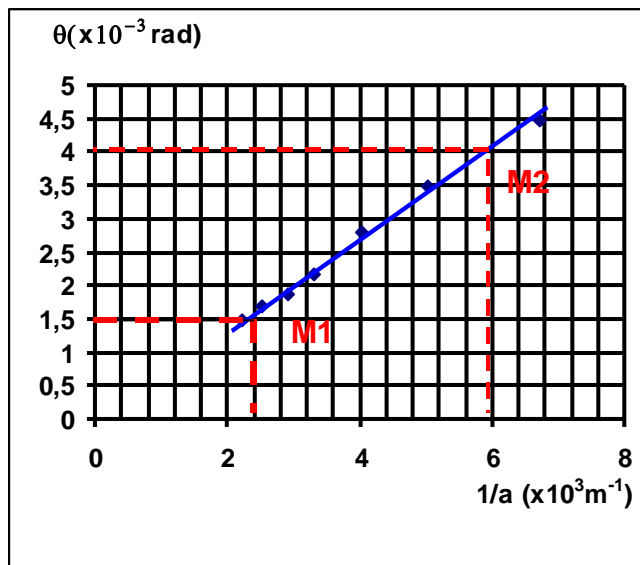
Q2

$$\theta = \frac{X}{2.D}$$

a) Réponse partielle, pour voir la vidéo [clique ici](#).

$a(\text{mm})$	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,40	0,45
$1/a (\times 10^{-3} \text{ m}^{-1})$	6,7	5	4	3,3	2,9	2,5	2,2
$X (\times 10^{-2} \text{ m})$	1,8	1,4	1,1	0,88	0,78	0,67	0,59
$\theta (\times 10^{-3} \text{ rad})$	4,5	3,5	2,8	2,2	1,9	1,7	1,5

b) Angle θ en fonction de l'inverse de la largeur de la fente ($1/a$)



c) θ est une fonction linéaire de $1/a$ en effet $\theta = \lambda/a$. Par conséquent le coefficient directeur de la droite représente la longueur d'onde λ du laser. Pour calculer la pente d'une droite, on en prend 2 points, et on détermine leurs coordonnées :

$$M1 (1/a_1 = 2,4 \times 10^3 \text{ m}^{-1}; \theta_1 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ rad})$$

$$M2 (1/a_2 = 6 \times 10^3 \text{ m}^{-1}; \theta_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ rad})$$

La pente de la courbe est :

$$\lambda = \frac{\theta_2 - \theta_1}{\frac{1}{a_2} - \frac{1}{a_1}} = \frac{(4 - 1,5) \cdot 10^{-3}}{(6 - 2,4) \cdot 10^3}$$

$$\lambda = 0,69 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 690 \text{ nm}$$

Le laser envoie une radiation monochromatique de longueur d'onde dans le vide (ou dans l'air) de 690 nm. (La couleur de la radiation sera rouge orangée).

$$\theta = \frac{X}{2 \cdot D} \Rightarrow \theta = \frac{1,7 \cdot 10^{-2}}{2 \times 2} = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

d)

On reporte sur la courbe la valeur de θ , on obtient :

$$\frac{1}{a} = 6,4 \cdot 10^3 \text{ m}^{-1} \Rightarrow a = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Le diamètre du poil est de 160 μm .

Remarque : Avec un poil de cette qualité, on peut voir venir l'hiver sans crainte.

Q3

a) Réponse partielle, pour voir la réponse vidéo [clique ici](#). Le phénomène s'appelle **la dispersion**.

b) Tableau de résultat

Dm(°)	93	82	78
$\lambda(\text{nm})$	434	589	768
$n(\lambda)$	1,94	1,89	1,87

Q4

a) Rappel des données :

Dm(°)	93	82	78
$\lambda(\text{nm})$	434	589	768
$n(\lambda)$	1,94	1,89	1,87

$$v_1(\lambda_1 = 434\text{nm}) = \frac{c}{n(\lambda_1)} = 1,55 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v_2(\lambda_2 = 589\text{nm}) = \frac{c}{n(\lambda_2)} = 1,59 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v_3(\lambda_3 = 768\text{nm}) = \frac{c}{n(\lambda_3)} = 1,60 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

Vitesses des 3 radiations dans le prisme :

b) Attention les fréquences et périodes des radiations sont indépendantes du milieu traversé ! Elles sont identiques dans le prisme et le vide ou l'air.

$$f_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3 \times 10^8}{434 \times 10^{-9}} = 6,91 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3 \times 10^8}{589 \times 10^{-9}} = 5,09 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$f_3 = \frac{c}{\lambda_3} = \frac{3 \times 10^8}{768 \times 10^{-9}} = 3,90 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$T_1 = \frac{1}{f_1} = 1,45 \times 10^{-15} \text{ s}$$

$$T_2 = \frac{1}{f_2} = 1,96 \times 10^{-15} \text{ s}$$

$$T_3 = \frac{1}{f_3} = 2,56 \times 10^{-15} \text{ s}$$

$$\lambda'1 = v1.T1 = 1,55 \times 10^8 \times 1,45 \times 10^{-15} = 2,25 \times 10^{-7} \text{ m} = 225 \text{ nm}$$

$$\lambda'2 = v2.T2 = 1,59 \times 10^8 \times 1,96 \times 10^{-15} = 3,12 \times 10^{-7} \text{ m} = 312 \text{ nm}$$

$$\lambda'3 = v3.T3 = 1,60 \times 10^8 \times 2,56 \times 10^{-15} = 4,10 \times 10^{-7} \text{ m} = 410 \text{ nm}$$

c) Longueurs d'ondes des 3 radiations dans le prisme :

On remarque que la longueur d'onde d'une radiation dépend du milieu de propagation ($\lambda'1 \neq \lambda1$), ce qui n'est pas le cas de la période ou de la fréquence des ondes.

d) **Une onde est caractérisée par sa fréquence (ou sa période).** Une onde n'est pas caractérisée par sa longueur d'onde ou sa célérité, qui dépendent du milieu de propagation.