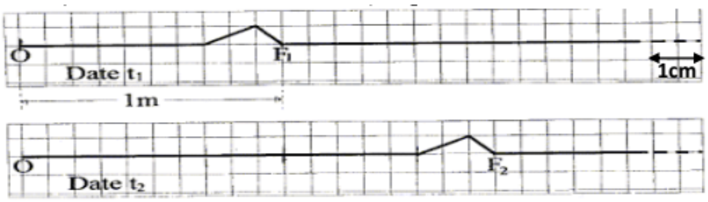
Exercice 6 (1pt)

Un dispositif permet de générer à l'extrémité O de la corde tendue horizontalement une déformation qui se propage le long de cette corde.
On néglige les phénomènes d'amortissement et de réflexion.
La corde est représentée ci-dessous aux dates t_1 et t_2.



1. ***Déterminer la célérité de propagation de la déformation si $t_2 - t_1 = 20\ ms$.***
2. ***Représenter la corde à la date t = 35 ms.***
3. ***Le fil ER de longueur L = 50 m est assimilé à un ressort de constante de raideur :***
   $k = 20\ kg.s^{-2}$ et de masse linéique $\mu = 10^{-3} kg.m^{-1}$.
   Dans le cas d'un fil, le produit k.L est une constante caractéristique du milieu de propagation.

$$(1)\ \mathrm{v} = \sqrt{\frac{\mathrm{k}}{\mathrm{L}\mu}} \quad (2)\ \mathrm{v} = \sqrt{\frac{\mathrm{kL}}{\mu}} \quad (3)\ \mathrm{v} = \frac{\mathrm{kL}}{\mu} \quad (4)\ \mathrm{v} = \mathrm{kL}\mu$$

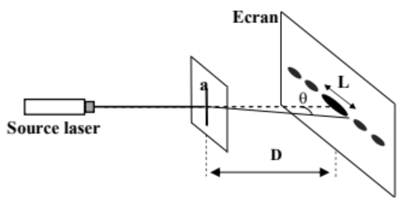
Retrouver la bonne expression parmi celles proposées en effectuant une analyse dimensionnelle.

Exercice 7 : Détermination du diamètre d'un cheveu (3pts)

Lorsque la lumière rencontre un obstacle de petites dimensions, il se produit le phénomène de diffraction. Ce phénomène va être exploité dans cet exercice pour déterminer le diamètre d'un cheveu fin.
Données :

- ***La célérité de la lumière dans l'air est $c = 3.10^8\ m.s^{-1}$***
- ***L'écart angulaire θ entre le centre de la tache centrale brillante et la 1ère extinction lors de la diffraction par une fente ou par un fil est exprimé par la relation : θ = λ/a dont a est la largeur de la fente ou le diamètre du fil et λ la longueur d'onde de la lumière utilisée.***
- ***Pour θ petit, on considère que tanθ≈θ.***

On réalise l'expérience de diffraction par une lumière monochromatique de fréquence
$$\nu = 4,44.10^{14}\ Hz$$
On place à quelques centimètres de la source laser une fente verticale de largeur a. La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran vertical placé à une distance D = 50 cm de la fente. Cette figure est constituée d'une série de taches lumineuses situées sur une droite perpendiculaire à la fente. La largeur de la tache centrale est notée par L (voir figure ci-dessous).



1. ***Parmi les deux propositions (a) et (b), choisir celle qui est juste.***

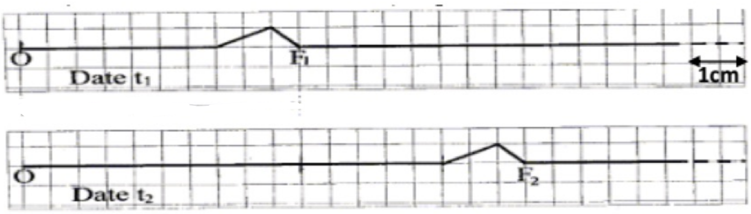
Le phénomène de diffraction montre que :

- ***(a) : la lumière est de nature corpusculaire***
- ***(b) : la lumière est de nature ondulatoire***

2. ***Montrer que la longueur d'onde de la lumière émise par la source laser est λ ≈ 6,76×10^{-7} m.***
3. ***On garde la source laser et l'écran à leurs places et on remplace uniquement la fente par un cheveu de diamètre d, tendu verticalement. La largeur de la tache lumineuse centrale sur l'écran est $L_1 = 1,40\ cm$. Déterminer le diamètre d du cheveu.***

Exercice 6 (1pt)

Un dispositif permet de générer à l'extrémité O de la corde tendue horizontalement une déformation qui se propage le long de cette corde.
On néglige les phénomènes d'amortissement et de réflexion.
La corde est représentée ci-dessous aux dates t_1 et t_2.



1. *Déterminer la célérité de propagation de la déformation si $t_2 - t_1 = 20$ ms.*
2. *Représenter la corde à la date t = 35 ms.*
3. *Le fil ER de longueur L = 50 m est assimilé à un ressort de constante de raideur : $k = 20\ kg.s^{-2}$ et de masse linéique $\mu = 10^{-3} kg.m^{-1}$.*
   Dans le cas d'un fil, le produit k.L est une constante caractéristique du milieu de propagation.

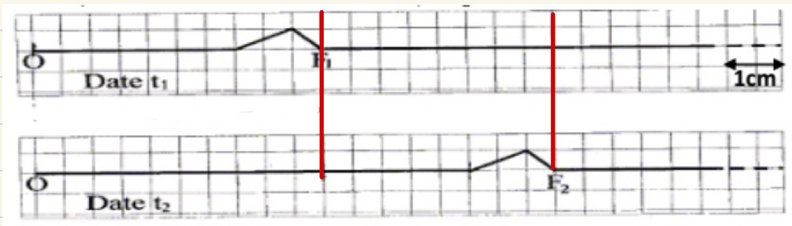
$$(1)\ v = \sqrt{\frac{k}{L\mu}}\quad (2)\ v = \sqrt{\frac{kL}{\mu}}\quad (3)\ v = \frac{kL}{\mu}\quad (4)\ v = kL\mu$$

Retrouver la bonne expression parmi celles proposées en effectuant une analyse dimensionnelle.

1) $v = \frac{d}{\Delta t}$,

$\Delta t = t_2 - t_1$

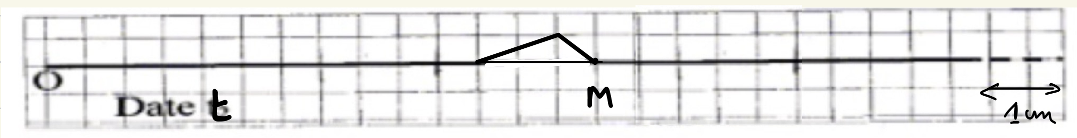
Graphiquement, $d = 4$ cm



$$\boxed{v = \frac{4\times10^{-2}}{20\times10^{-3}} = \frac{40}{20} = 2\ m.s^{-1}}$$

2) $v = \frac{d'}{\Delta t}$, $d' = OM$, $\Delta t = t - t_0 = t$

$d' = v.\Delta t = 2\times35\times10^{-3} = 70\times10^{-3} = 7\times10^{-2}\,m = 7$ cm



3)

(1) $[v] = L.T^{-1}$

$$\left[\sqrt{\frac{k}{L.\mu}}\right] = \sqrt{\left[\frac{k}{L.\mu}\right]} = \sqrt{\frac{[k]}{[L].[\mu]}} = \sqrt{\frac{\cancel{M}.T^{-2}}{\cancel{L}.\cancel{M}.\cancel{L^{-1}}}} = \sqrt{T^{-2}} = T^{-1}$$

(2) $[v] = L.T^{-1}$

$$\left[\sqrt{\frac{k.L}{\mu}}\right] = \sqrt{\frac{[k].[L]}{[\mu]}} = \sqrt{\frac{\cancel{M}.T^{-2}.L}{\cancel{M}.L^{-1}}} = \sqrt{T^{-2}L^{2}} = L.T^{-1}$$

La bonne relation est la relation : $\boxed{v = \sqrt{\frac{k.L}{\mu}}}$

(3) $[v] = L.T^{-1}$

$$\left[\frac{kL}{\mu}\right] = \frac{[k].[L]}{[\mu]} = \frac{\cancel{M}.T^{-2}.L}{\cancel{M}.L^{-1}} = L^{2}.T^{-2}$$

(4) $[v] = L.T^{-1}$

$$[kL.\mu] = [k].[L].[\mu] = M.T^{-2}.\cancel{L}.M.\cancel{L^{-1}} = M^{2}.T^{-2}$$

Exercice 7 : **Détermination du diamètre d'un cheveu (3pts)**

Lorsque la lumière rencontre un obstacle de petites dimensions, il se produit le phénomène de diffraction. Ce phénomène va être exploité dans cet exercice pour déterminer le diamètre d'un cheveu fin.

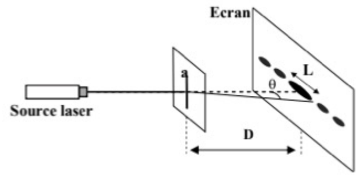
Données :

- *La célérité de la lumière dans l'air est* $c = 3.10^{8}\ m.s^{-1}$
- *L'écart angulaire θ entre le centre de la tache centrale brillante et la 1ère extinction lors de la diffraction par une fente ou par un fil est exprimé par la relation :* $\theta = \lambda/a$ *dont a est la largeur de la fente ou le diamètre du fil et λ la longueur d'onde de la lumière utilisée.*
- *Pour θ petit, on considère que* $\tan\theta \approx \theta$.

On réalise l'expérience de diffraction par une lumière monochromatique de fréquence

$$\nu = 4,44.10^{14}\ Hz$$

On place à quelques centimètres de la source laser une fente verticale de largeur a. La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran vertical placé à une distance D = 50 cm de la fente. Cette figure est constituée d'une série de taches lumineuses situées sur une droite perpendiculaire à la fente. La largeur de la tache centrale est notée par L (voir figure ci-dessous).



1. *Parmi les deux propositions (a) et (b), choisir celle qui est juste.*

Le phénomène de diffraction montre que :

- *(a) : la lumière est de nature corpusculaire*
- *(b) : la lumière est de nature ondulatoire*

2. *Montrer que la longueur d'onde de la lumière émise par la source laser est* $\lambda \approx 6,76\times10^{-7}$ *m.*
3. *On garde la source laser et l'écran à leurs places et on remplace uniquement la fente par un cheveu de diamètre d, tendu verticalement. La largeur de la tache lumineuse centrale sur l'écran est* $L_1 = 1,40\ cm$. *Déterminer le diamètre d du cheveu.*

1) Le phénomène de diffraction montre que :

(b) : la lumière est de nature ondulatoire.

2) $v = \lambda . \nu \Rightarrow \lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{c}{\nu}$

A.N : $\lambda = \frac{3\times10^{8}}{4,44\times10^{14}} = 6,75\times10^{-7}\ m \approx 6,76\times10^{-7}\ m$.

3) on a : $\theta = \frac{\lambda}{a}$ et d'après la figure : $\tan\theta = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D}$

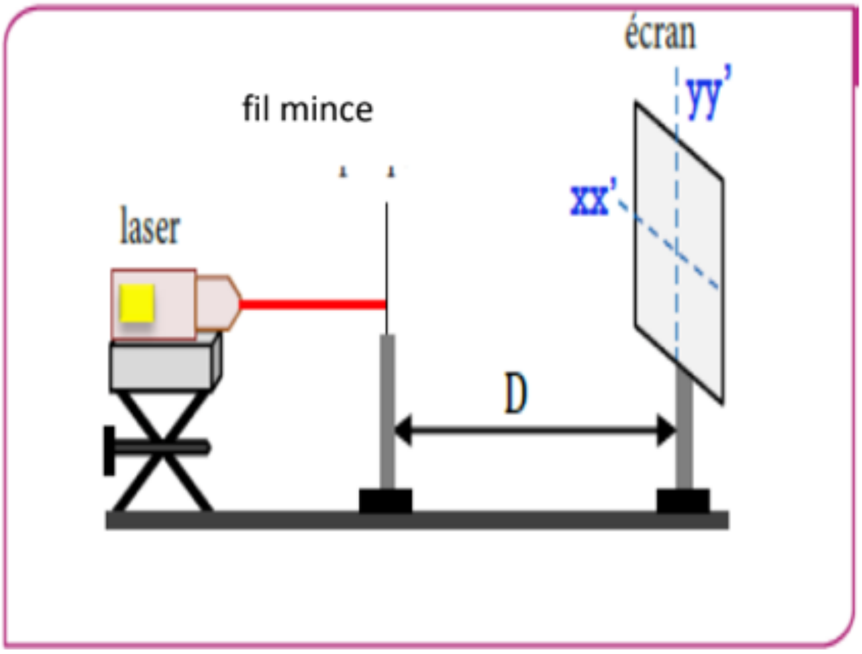
et puisque $\tan\theta \approx \theta \Rightarrow \theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D} \Rightarrow \frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D}$ ① fente

$\frac{\lambda}{d} = \frac{L_1}{2D}$ ② Cheveu $\Rightarrow d = \frac{2\lambda D}{L_1}$, A.N : $d = \frac{2\times6,76\times10^{-7}\times50\times10^{-2}}{1,4\times10^{-2}}$

$$\boxed{d = 4,82\times10^{-5}\ m = 482\ mm}$$

Exercice 8 (3pts)

1- *Un faisceau de lumière, parallèle monochromatique, de longueur d'onde λ = 670 nm, produit par une source laser, arrive sur un fil mince vertical, de diamètre a = 0,05 mm.*
On place un écran à une distance D = 4 m de ce fil.



a. La diffraction est-elle observée sur l'axe xx' ou sur yy' ?
b. Expliquer en utilisant un schéma l'écart angulaire θ, la largeur de la tache centrale L et la distance D entre le fil et l'écran.
c. Rappeler la relation qui lie θ, λ et a.
d. Montrer que :

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

puis calculer L. (On prend $\tan\theta \approx \theta$)

2- ***Pour déterminer la longueur d'onde de cette lumière dans le verre, on envoie un faisceau lumineux monochromatique émis par le laser à la surface d'un prisme en verre d'indice de réfraction n =1,58.***

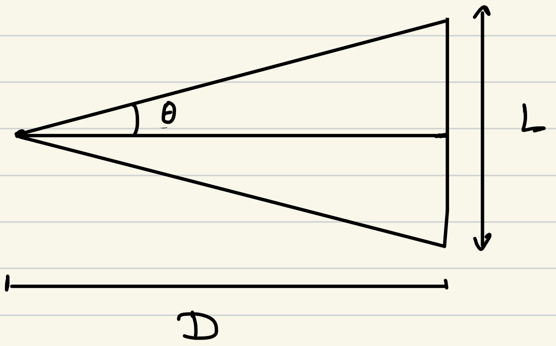
On donne :

La longueur d'onde dans le vide : $\lambda_0 = 672\ nm$.
La célérité de propagation de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8\ m.s^{-1}$

a. Cette lumière est-elle visible ? Justifier votre réponse.
b. Calculer la fréquence N de l'onde lumineuse.
c. Calculer la valeur V de la célérité de la lumière dans le prisme.
d. Trouver la valeur λ' de la longueur d'onde lumineuse au cours de la propagation dans le prisme.
e. Qu'observe-t-on si on remplace la lumière monochromatique par la lumière blanche ? Quel est le nom de ce phénomène ?

1) a) La diffraction est observée sur l'axe xx'

b)



c) $\theta = \dfrac{\lambda}{a}$

d) D'après b) : $\tan\theta = \dfrac{L/2}{D} = \dfrac{L}{2D}$

Puisque $\tan\theta \simeq \theta \Rightarrow \theta = \dfrac{L}{2D}$ or $\theta = \dfrac{\lambda}{a}$

Donc : $\dfrac{\lambda}{a} = \dfrac{L}{2D} \Rightarrow \boxed{L = \dfrac{2\lambda D}{a}}$

A.N : $L = \dfrac{2\times 670\times10^{-9}\times 4}{0{,}05\times10^{-3}} = 0{,}107\ m = 107\ mm$

2) a) Cette lumière est visible

Justification : $\lambda_0 = 672\ nm \in [400, 800[$

b) $v = \lambda . N \Rightarrow c = \lambda_0 . N \Rightarrow N = \dfrac{c}{\lambda_0}$

A.N : $\boxed{N = \dfrac{3\times10^{8}}{672\times10^{-9}} = 4{,}46\times10^{14}\ Hz}$

c) $n = \dfrac{c}{v} \Rightarrow v = \dfrac{c}{n}$. A.N : $\boxed{v = \dfrac{3\times10^{8}}{1{,}58} = 1{,}89\times10^{8}\ m.s^{-1}}$

d) $v = \lambda' . N \Rightarrow \lambda' = \dfrac{v}{N}$. A.N $\lambda' = \dfrac{1{,}89\times10^{8}}{4{,}46\times10^{14}} = 4{,}23\times10^{-7}\ m$

$\boxed{\lambda' = 423\ nm}$

e) On observe le spectre de toutes les couleurs

Phénomène : Dispersion

$\left\{ n = \dfrac{\lambda_0}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \dfrac{\lambda_0}{n} \right\}$

Elite 78
academy

www.elites.ac