

A la recherche d'une mesure du diamètre d'un cheveu (Bac 2001)

Q1

Propriétés du laser :

a) Le laser produit une lumière monochromatique unidirectionnelle

b) $9 \mu\text{m} > 800 \text{ nm}$, le laser opère dans le domaine des IR

c) Utilisation du laser : chirurgie de l'œil.

Q2

a) [Vidéo](#). Le phénomène observé est appelé la diffraction.

b) Pour obtenir une figure de diffraction visible il faut que la longueur d'onde du laser soit de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde du laser (en fait la largeur de la fente doit être environ 10 fois supérieure sinon la luminosité est trop faible).

c) $d = k \cdot \lambda \cdot D / a^2$ à éliminer en effet l'unité de $k \cdot \lambda \cdot D / a^2$ est sans unité $(1 \cdot \text{m} \cdot \text{m}) / \text{m}^2 = 1$, alors que l'unité de d est en mètre : l'expression n'est pas homogène.

$d = k \cdot a \cdot D / \lambda$ à éliminer en effet d est proportionnelle à la longueur d'onde de la lumière alors que dans cette expression d est inversement proportionnelle à λ .

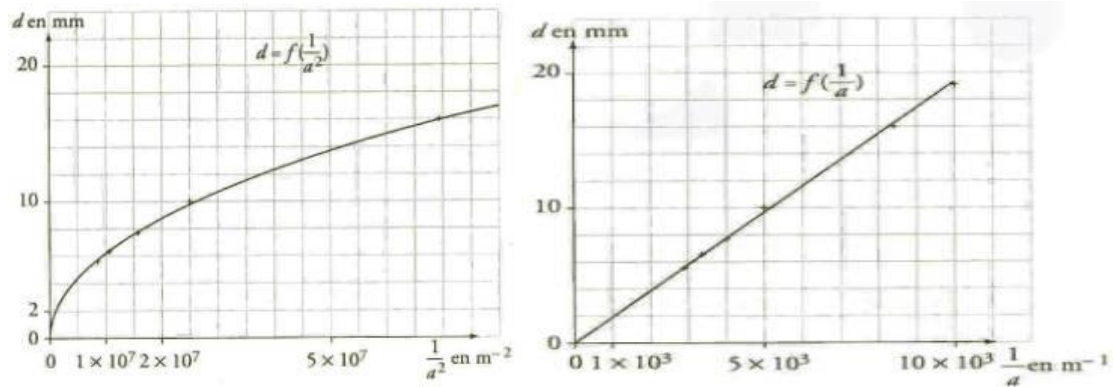
$d = k \cdot a \cdot D \cdot \lambda$ est à éliminer car d est exprimée en mètre alors que l'unité de $k \cdot a \cdot D \cdot \lambda$ est en m^3 .

Q3

$d = k \cdot \lambda \cdot D^2 / a^2$ est à éliminer en effet avec si ' $k \cdot \lambda \cdot D^2 = K$ (constante) alors la courbe représentant la fonction $d = K/a^2$ devrait être une droite passant par l'origine (d serait inversement proportionnelle à a^2). Ce n'est pas le cas la courbe n'est pas une droite passant par l'origine!

Par contre la courbe représentant d en fonction de $1/a$ est une droite passant par l'origine : d est inversement proportionnelle à ' a ', ce qui est le cas pour la formule 1 :

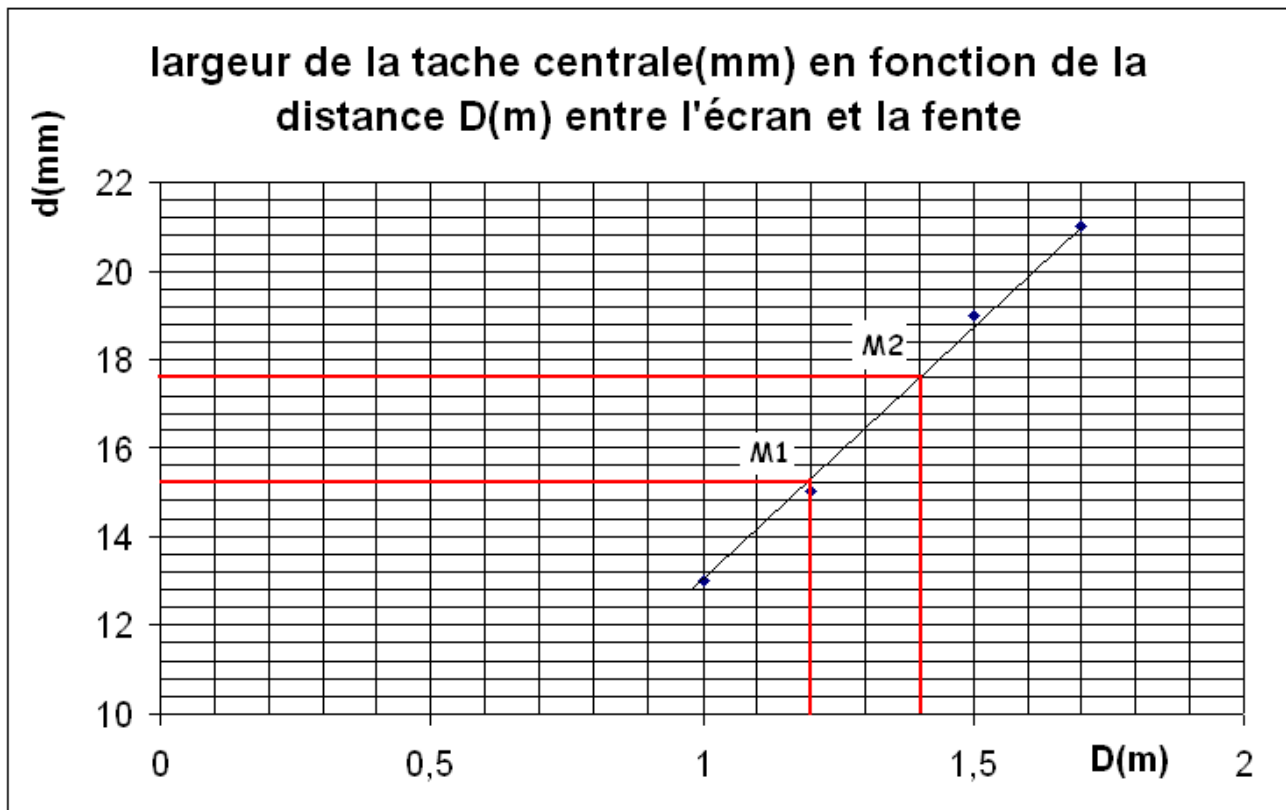
$$d = k \cdot \lambda \cdot D / a$$



Q4

a) D'après la question précédente la courbe à tracer est celle correspondant à la formule $d = k \cdot \lambda \cdot D / a$ ou $d = p \cdot D$ avec $p = k \cdot \lambda / a$ (k , λ et a fixés)

Il faut tracer la courbe représentant les variations de d en fonction de D : $d = f(D)$.



M1(D1 = 1,2 m; d1 = 15,2 mm)
M2(D2 = 1,4 m; d2 = 17,6 mm)

b)
c)

M1(D1 = 1,2 m; d1 = 15,2 mm)
M2(D2 = 1,4 m; d2 = 17,6 mm)

Prendre 2 points M1 et M2 de la droite et noter ses coordonnées(voir courbe ci dessus).
Attention : convertir d en mètre, le coefficient directeur de la droite doit être sans unité.

La pente de la droite est donnée par la formule :

$$p = \frac{d_2 - d_1}{D_2 - D_1} = \frac{(17,6 - 15,2) \times 10^{-3}}{1,4 - 1,2} = 12 \times 10^{-3}$$

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

$p = k \cdot \lambda / a$ donc :

$$k = \frac{p \cdot a}{\lambda} = \frac{12 \times 10^{-3} \times 100 \times 10^{-6}}{633 \times 10^{-9}} = 1,90$$

Q5

$D = 1,50 \text{ m}$; $\lambda = 670 \text{ nm}$; $d = 20 \text{ mm}$; $k = 1,90$
 $d = k \cdot \lambda \cdot D / a$

$$a = \frac{k \cdot \lambda \cdot D}{d} = \frac{1,90 \times 670 \times 10^{-9} \times 1,5}{20 \times 10^{-3}} = 95,5 \times 10^{-6} \text{ m}$$

Q6

a) $n_1 = 1,45$ et $n_2 = 1,40$.

$$n \cdot \sin(i) = n_1 \cdot \sin(i_1)$$

$$\sin(i_1) = n \cdot \sin(i) / n_1$$

$$i_1 = \text{inv}(n \cdot \sin(i) / n_1) = 29,2^\circ$$

$$i_2 = \text{inv}(n \cdot \sin(i) / n_2) = 30,3^\circ$$

b) L'indice de réfraction est $n = c/v$

Les indices de réfraction n_1 et n_2 sont différents donc les célérités des 2 radiations dans le verre sont différentes.

Les radiations étant caractérisées par leur fréquences f_1 est différent de f_2 .

Conclusion

La célérité des radiations dans le verre dépend de leur fréquence : ce phénomène est appelé le phénomène de dispersion.

c) Quelle l'angle de réfraction limite $i(\text{max})$ pour la radiation de plus petite longueur d'onde lors du passage du verre à l'air ?

A $i(\text{max})$ correspond $i' = 90^\circ$

$$n_1 \cdot \sin i(\text{max}) = n \cdot \sin (i')$$

$$\sin i(\text{max}) = n \cdot \sin (i') / n_1$$

$$i(\text{max}) = \text{inv}(n \cdot \sin (i') / n_1) = 43,6^\circ$$