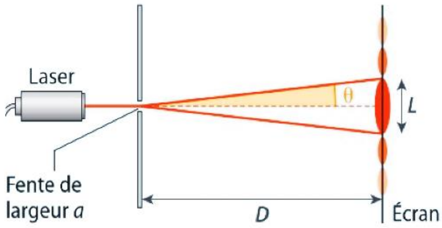
DS DEVOIR DE SCIENCES-PHYSIQUES

A. Observation d'interférences avec un laser (/18)



PARTIE I : DÉTERMINATION DE LA LONGUEUR D'ONDE (/9)

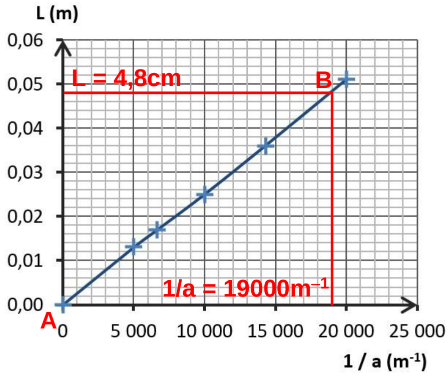
1. $\boxed{\theta = \dfrac{\lambda}{a}}$

2. $\theta \approx \tan\theta = \dfrac{\text{côté opposé}}{\text{côté adjacent}} = \dfrac{L/2}{D} \Rightarrow \theta = \dfrac{L}{2D}$

ainsi en égalisant les deux expressions de θ : $\dfrac{L}{2D} = \dfrac{\lambda}{a}$

soit : $\boxed{L = \dfrac{2.\lambda.D}{a}}$

3. Pour : L = 4,8cm on lit : 1 / a = 19000m^{-1}
donc : a = 1 / 19000 = $5{,}3.10^{-5}$m = <u>53µm</u>
Le fil d'araignée a un diamètre de 53µm.



4. La relation du **2.** peut s'écrire : $\underbrace{\boxed{L}}_{\text{"y"}} = \dfrac{2.\lambda.D}{a} = \underbrace{\boxed{2\lambda D}}_{k} \times \underbrace{\boxed{\dfrac{1}{a}}}_{\text{"x"}}$

Cette relation traduit une proportionnalité entre L et 1/a.
La courbe est donc cohérente car c'est une droite passant par l'origine : il y a donc bien proportionnalité entre L et 1/a.

$$k = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{0{,}048 - 0}{19000 - 0} = \underline{2{,}5.10^{-6}\,m^2}$$

5. k = 2.λ.D donc : $\boxed{\lambda = \dfrac{k}{2.D}} = \dfrac{2{,}5.10^{-6}}{2\times 2{,}0} = 6{,}3.10^{-7}\,m = \underline{6{,}3.10^{2}\,nm}$

Le laser utilisé a une longueur d'onde voisine de 630nm (laser rouge).

PARTIE II : ÉTUDE DES INTERFÉRENCES CONSTRUCTIVES ET DESTRUCTIVES (/9)

1. Pour obtenir des interférences constructives, la différence de chemin optique doit vérifier : δ = k.λ avec : $k \in \mathbb{Z}$

2. Au point O, x = 0 donc δ = 0 de la forme k.λ avec k =0.
Les interférences sont constructives en O : on observe une intensité lumineuse maximale (frange brillante).

3. On observe des maxima de lumière si les interférences sont constructives :

$$\delta_k = \underbrace{\frac{b.x_k}{D} = k.\lambda}_{\text{d'où l'expression de } x_k} \qquad \text{soit : } \boxed{x_k = \frac{k.\lambda.D}{b}} \quad \text{avec : } k \in \mathbb{Z}$$

4. L'interfrange et la distance séparant deux franges brillantes consécutives.

$$i = x_{k+1} - x_k = \frac{(k+1).\lambda.D}{b} - \frac{k.\lambda.D}{b} = \underline{\frac{\lambda.D}{b}} = \frac{633.10^{-9}\times 1{,}00}{0{,}10.10^{-3}} = 6{,}3.10^{-3}\,m = \underline{6{,}3mm}$$

5. Calculons δ / λ dans chaque cas :

• x = 25,3mm : $\dfrac{\delta}{\lambda} = \dfrac{b.x}{D\lambda} = \dfrac{0{,}10.10^{-3}\times 25{,}3.10^{-3}}{1{,}0\times 633.10^{-9}} = 4{,}0 \Leftrightarrow \delta = 4{,}0.\lambda$ de la forme k.λ avec k = 4

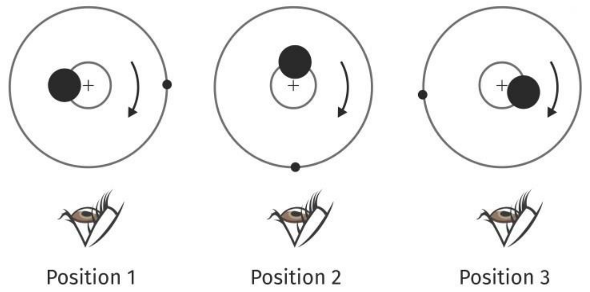
Les interférences sont constructives : <u>frange brillante</u>.

• x = 34,8mm : $\dfrac{\delta}{\lambda} = \dfrac{b.x}{D\lambda} = \dfrac{0{,}10.10^{-3}\times 34{,}8.10^{-3}}{1{,}0\times 633.10^{-9}} = 5{,}5 \Leftrightarrow \delta = 5{,}5.\lambda$ de la forme (k + ½).λ avec k = 5

Les interférences sont destructives : <u>frange sombre</u>.

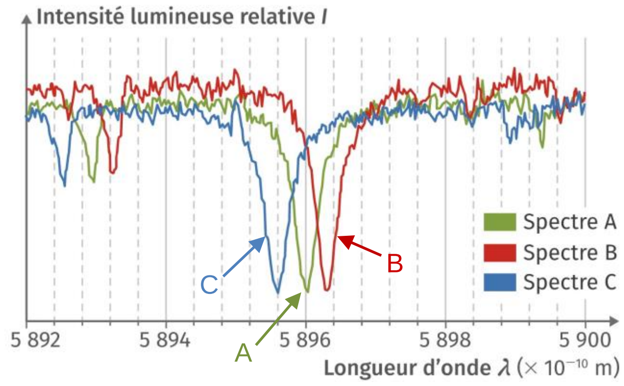
B. Détection d'une exoplanète (/6)

Doc. 1 ➤ Positions de l'exoplanète



exoplanète : •
étoile : ●

Doc. 2 ➤ Spectres d'émission de l'étoile



Les raies d'absorption dans le spectre de la lumière venant d'une étoile en mouvement par rapport à la Terre sont décalées par rapport aux raies équivalentes pour une source immobile sur Terre :

- si l'étoile s'éloigne de la Terre, il y a un décalage vers les grandes longueurs d'onde, donc vers le rouge (redshift).
- si l'étoile se rapproche de la Terre, il y a un décalage vers les petites longueurs d'onde, donc vers le bleu (blueshift).

Position 1 : l'étoile s'éloigne de l'observateur ⇒ décalage des raies vers le rouge (redshift) et les grandes longueurs d'onde : spectre B.
Position 3 : l'étoile se rapproche de l'observateur ⇒ décalage des raies vers le bleu (redshift) et les petites longueurs d'onde : spectre C.
Position 2 : l'étoile ne s'éloigne pas de l'observateur selon la direction de visée ⇒ pas de décalage des raies : spectre A.

C. Combien de tondeuses ? (/4)

1. $L = 10.\log(I/I_0) \Leftrightarrow I = I_0.10^{L/10} = 1{,}0.10^{-12} \times 10^{6{,}0} = \underline{1{,}0.10^{-6}\,W.m^{-2}}$

2. Intensité sonore pour 78dB : $I' = 1{,}0.10^{-12} \times 10^{7{,}8} = \underline{6{,}3.10^{-5}\,W.m^{-2}}$

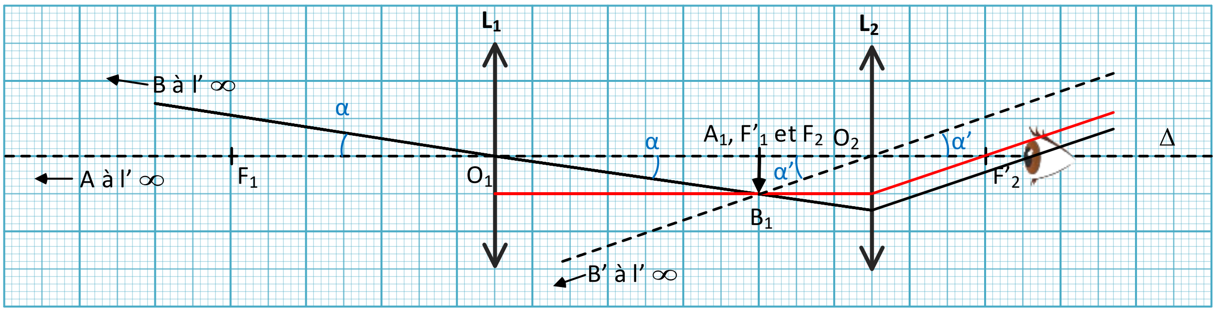
Il faudra donc un nombre de tondeuses égal à : $6{,}3.10^{-5} / 1{,}0.10^{-6} = \underline{63}$

On peut aussi utiliser le raisonnement suivant : l'intensité sonore double (et donc le nombre de tondeuses aussi) lorsque le niveau sonore augmente de 3dB.

Le niveau sonore a augmenté de 18dB = 3×6dB. Il faut donc un nombre de tondeuses voisin de : $2^6 = 64$.

1 tondeuse	↔ 60dB
2 tondeuses	↔ 63dB
4 tondeuses	↔ 66dB
8 tondeuses	↔ 69dB
	etc...
64 tondeuses	↔ 78dB

D. Grossissement d'une lunette (/12)



1. Cf. schéma. Rappel : le schéma n'est pas à l'échelle.

2. 1' = 1 / 60° donc : α = 32' = 0,53° et π rad = 180° donc : 1° = π / 180 rad
$\underline{\alpha = 9{,}3.10^{-3}\,rad}$

3. Triangle $O_1A_1B_1$: $\alpha \approx \tan\alpha = \frac{opp.}{adj.} = \frac{A_1B_1}{O_1F'_1} = \frac{A_1B_1}{f'_1}$

Triangle $O_2A_1B_1$: $\alpha' \approx \tan\alpha' = \frac{opp.}{adj.} = \frac{A_1B_1}{O_2F_2} = \frac{A_1B_1}{f'_2}$

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{f'_1}{\cancel{A_1B_1}} \times \frac{\cancel{A_1B_1}}{f'_2} = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{900}{10} = \underline{90}$$

4. $\alpha' = 90\times\alpha = 90 \times 9{,}3.10^{-3}\,rad = \underline{0{,}84\,rad}$