

## 1. Téraherz et scanner.

1.1.1. Calculons l'énergie des photons en utilisant la relation de Planck-Einstein :  $E = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda}$

$$E_X = 6,63 \times 10^{-34} \times 1,0 \times 10^{17} = 6,63 \times 10^{-17} \text{ J} = \frac{6,63 \times 10^{-17}}{1,60 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 4,1 \times 10^2 \text{ eV}$$

$$E_T = 6,63 \times 10^{-34} \times 1,5 \times 10^{12} = 9,945 \times 10^{-22} \text{ J} = \frac{9,945 \times 10^{-22}}{1,60 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 6,2 \times 10^{-3} \text{ eV}$$

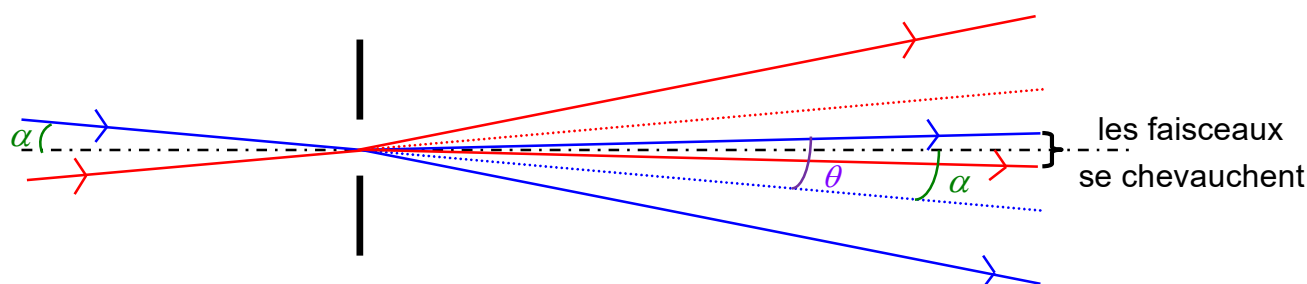
*Remarque : les valeurs de E en Joules n'ont pas été arrondies (résultats intermédiaires).*

1.1.2. L'énergie des photons correspondant aux rayons X est nettement supérieure à 10 eV : ce sont donc des rayonnements ionisants qui peuvent être nocifs pour l'organisme (si la quantité d'énergie totale reçue est élevée) tandis que l'énergie des photons correspondant aux rayons T est très inférieure à la valeur de 10 eV : les rayons T ne sont pas ionisants.

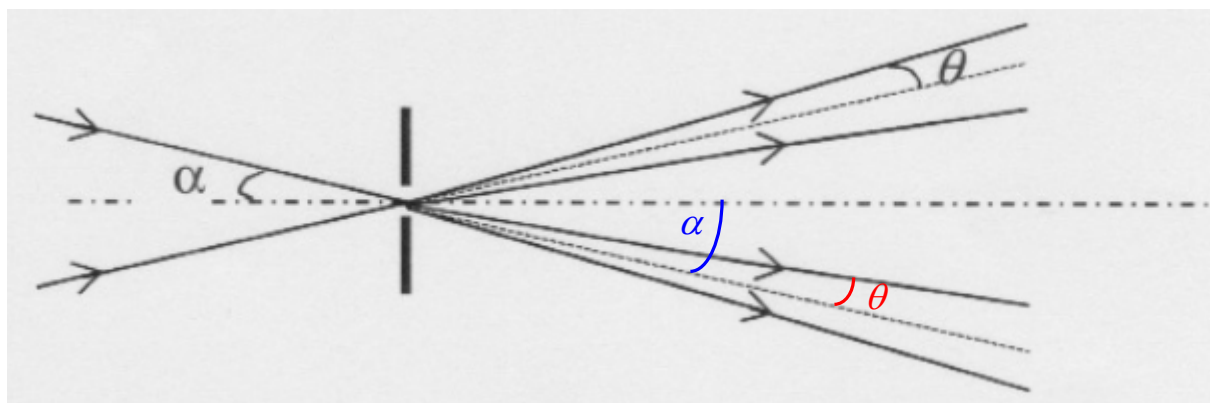
1.2.1. La relation reliant l'écart angulaire  $\theta$ , la longueur d'onde  $\lambda$  et la dimension  $a$  de l'ouverture (ou de l'obstacle) est :  $\theta = \frac{\lambda}{a}$ .

1.2.2. Si on considère que l'angle  $\alpha$  est petit, alors les deux faisceaux diffractés vont se chevaucher et ne seront donc pas séparés à la sortie de la fente.

*Schéma explicatif pour  $\alpha < \theta$  :* VOIR l'animation <https://www.geogebra.org/m/wgTrpD7J>



Pour que les faisceaux soient séparés, il faut que  $\alpha > \theta$  (comme sur le schéma donné dans l'énoncé). La valeur limite de  $\alpha$  est égale à  $\theta = \lambda/a$ .



1.3.1. Données extraites de l'énoncé :  $L = 12 \text{ cm}$  ;  $\nu = 1,5 \text{ THz}$  ;  $d = 0,20 \text{ mm}$ .

Utilisons la relation  $D_{\min} = 1,22 \cdot \lambda \cdot \frac{L}{d} = 1,22 \cdot \frac{c \cdot L}{\nu \cdot d}$  (car  $\lambda = \frac{c}{\nu}$  pour une OEM)

$$D_{\min} = 1,22 \times \frac{3,00 \times 10^8 \times 12 \times 10^{-2}}{1,5 \times 10^{12} \times 0,20 \times 10^{-3}} = 0,15 \text{ m}$$

Un objectif de diamètre 10 cm (0,10 m) sera donc insuffisant pour distinguer les deux points dans les conditions de la question.

**1.3.2.** Le diamètre de l'objectif (10 cm) est trop petit face à  $D_{\min}$ . Ainsi, il faut diminuer  $D_{\min}$ , et le seul paramètre modifiable est la fréquence  $\nu$  car  $D_{\min} = 1,22 \frac{c.L}{\nu.d}$ . Il faut augmenter la fréquence  $\nu$  pour distinguer les deux points ( $D_{\min}$  et  $\nu$  étant inversement proportionnelles).

## 2. Térhertz et étude de l'Univers.

**2.1.** D'après la loi de Wien, la longueur d'onde  $\lambda_{MAX}$  qui correspond au maximum d'émissivité d'un corps

noir à la température de 3 K est :  $\lambda_{MAX} = \frac{2,90 \times 10^{-3}}{3} \approx 1 \times 10^{-3} \text{ m} = 1 \text{ mm}$

La fréquence correspondante est donnée par la relation  $\lambda = \frac{c}{\nu}$  donc  $\nu = \frac{c}{\lambda}$

$$\nu = \frac{3,00 \times 10^8 \times 3}{2,90 \times 10^{-3}} \approx 3 \times 10^{11} \text{ Hz} = 0,3 \text{ THz}$$

Cette fréquence est bien comprise dans le domaine des rayonnements térahertz (entre 0,1 THz et 30 THz)

**2.2.** D'après le document sur l'absorption atmosphérique, ces rayonnements de longueur d'onde proche de 1 mm sont totalement absorbés par l'atmosphère et ne peuvent être observés qu'à l'aide d'un satellite.

### Remarque :

*Le rayonnement fossile a pourtant été découvert par Alan A. Penzias et Robert W. Wilson (Prix Nobel de physique 1978) à l'aide d'un radiotélescope situé sur Terre.*

[https://media4.obspm.fr/public/AMC/pages\\_fdc/impression.html](https://media4.obspm.fr/public/AMC/pages_fdc/impression.html)

*En effet, le rayonnement fossile possède un spectre dont le pic est situé à une longueur d'onde de 1mm environ, mais il y a émission à une moindre puissance dans d'autres longueurs d'ondes qui ne sont pas absorbées par l'atmosphère.*

### Compétences exigibles ou attendues :

- Connaître et exploiter la relation de Planck-Einstein :  $E_{\text{photon}} = h.\nu = h.\frac{c}{\lambda}$
- Connaître et exploiter la relation  $\theta = \frac{\lambda}{a}$
- Connaître et exploiter la relation entre la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité
- Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses.
- Exploiter la loi de Wien (1<sup>ère</sup> S).
- Extraire et exploiter des informations sur l'absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre et ses conséquences sur l'observation des sources de rayonnements dans l'Univers.