

Le superamas Laniakea

1.1. À partir de la lecture du document ci-dessus, le TCFH peut-il capter des photons d'énergie de haute ou basse fréquence ?

Le TCFH est sensible aux lumières visible et infrarouge, donc aux photons de fréquence comprise entre 1THz et 1PHz, des fréquences plutôt hautes, donc.

1.2. Quel est l'ordre de grandeur de la longueur d'onde des photons que peut capter le TCFH ? Justifier votre réponse.

Le visible est compris entre $400\text{nm}=0,4\mu\text{m}$ et $800\text{nm}=0,8\mu\text{m}$. De plus le TCFH est également sensible au infrarouge $\lambda > 0,8\mu\text{m}$. L'ordre de grandeur le plus proche de ces valeurs est $1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$

1.3. Le GBT peut-il capter des photons dont la longueur d'onde est plus courte ou plus longue que le TCFH ? Justifier votre réponse.

Le GBT est sensible à des longueurs d'onde de l'ordre de 10cm, on peut donc écrire que $\lambda_{\text{GBT}} > \lambda_{\text{TCFH}}$

1.4. Quelle est la valeur de la fréquence des ondes radio utilisées par les téléphones portables ?

On sait que $\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{10 \times 10^{-2}} = 3 \times 10^9 \text{ Hz}$

1.5. Expliquer pourquoi on ne peut pas utiliser un téléphone portable dans un environnement proche du GBT.

Le GBT étant sensible aux ondes émises par un téléphone portable, son utilisation parasiterait le signal reçu du ciel par le radiotélescope, de la même manière que si l'on essayait de regarder les étoiles en étant placé sous un lampadaire allumé.

2.1. Calculer la valeur de l'énergie d'un photon de longueur d'onde 10 cm, en Joule, puis en électronvolt (eV)

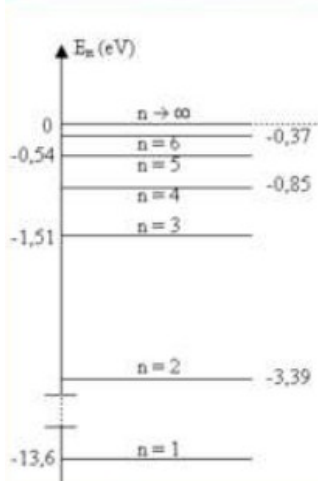
On sait que $E_{\text{photon}} = h \times \nu = 6,63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^9 = 2,0 \times 10^{-24} \text{ J}$

Comme $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$, on a finalement $E_{\text{photon}} = \frac{2,0 \times 10^{-24}}{1,6 \times 10^{-19}} = 1,25 \times 10^{-5} \text{ eV}$

2.2. Pourquoi le télescope TCFH ne peut-il pas capter ce photon ? Justifier votre réponse

Le TCFH est un télescope optique, qui est sensible à des photons dont la longueur d'onde est proche de la lumière visible (soit un ordre de grandeur de 10^{-6}m). Un photon de 10cm de longueur d'onde (ordre de grandeur 10^{-1}m) est bien trop éloigné de la longueur de la lumière visible pour pouvoir être capté par un télescope optique.

3.1. Quelle est la valeur de la longueur d'onde du photon émis ?



Le schéma nous indique que le photon porte une énergie de

$$E_3 - E_2 = -1,51 - (-3,39) = 1,88 \text{ eV} = 3,0 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Comme $E = \frac{h \times c}{\lambda}$ on peut écrire que

$$\lambda = \frac{h \times c}{E} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3,0 \times 10^{-19}} = 6,63 \times 10^{-7} \text{ m} = 663 \text{ nm}$$

3.2. À quel domaine du spectre électromagnétique appartient cette longueur d'onde ? Justifier

On a $380 \text{ nm} < \lambda < 780 \text{ nm}$, cette longueur d'onde fait donc partie du domaine visible.

3.3. Ce photon peut-il être capté par le GBT ? Justifier

Ce photon ne peut pas être capté par le GBT car le radiotélescope ne fonctionne que pour des ondes radio, dont la longueur d'onde minimale est de 1mm, 1000 fois plus grande que la longueur d'onde dont il est question.

3.4. Calculer la valeur de la variation d'énergie à laquelle correspond cette émission ?

On a $\lambda = 21 \text{ cm} = 2,1 \times 10^{-1} \text{ m}$, on peut calculer

$$\Delta E = \frac{h \times c}{\lambda} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{2,1 \times 10^{-1}} = 9,47 \times 10^{-25} \text{ J} = 5,92 \times 10^{-6} \text{ eV}$$