

EXERCICE I. UN NOUVEAU STOCKAGE OPTIQUE : LE BLU-RAY (7,5 Points)

1. Le LASER, faisceau de lumière cohérente :

1.1. (0,25 pt) L'atome reçoit de l'énergie pour être excité. Il est le plus excité lorsqu'il est au niveau d'énergie supérieure $E_2 = 7,56$ eV.

1.2. (0,5 pt) L'émission stimulée a lieu lorsque l'atome reçoit un photon d'énergie $E = E_2 - E_1$.

$$E = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{E_2 - E_1}$$

$$\lambda = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{(7,56 - 4,49) \times 1,60 \times 10^{-19}} = 4,04 \times 10^{-7} \text{ m} = 404 \text{ nm}$$

1.3. (0,25 pt) L'atome émet une radiation de même longueur d'onde que celle reçue.

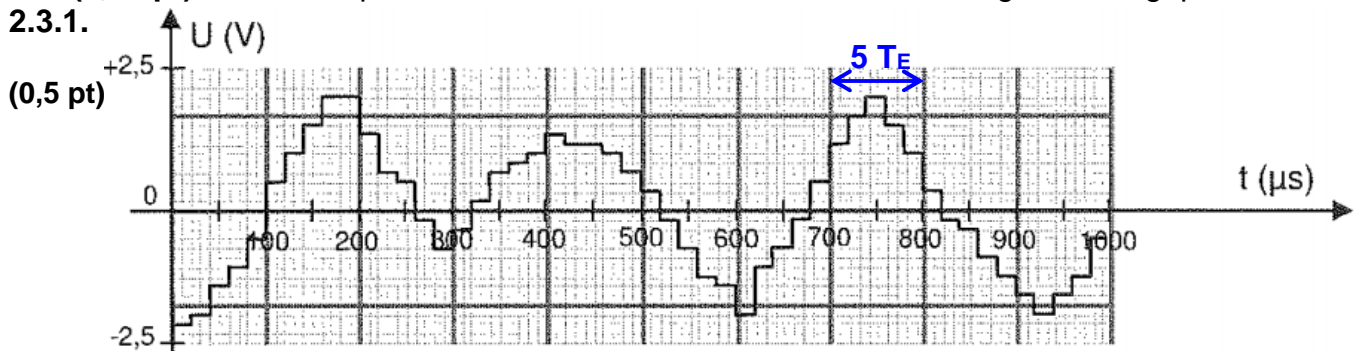
1.4. (0,5 pt) La lumière LASER est unidirectionnelle, et elle est monochromatique.

2. Stockage des informations sur le disque LASER :

2.1. (0,25 pt) L'information étant codée à l'aide de deux valeurs 0 et 1, on dit qu'elle est stockée sous forme binaire.

2.2. (0,25 pt) La tension prend une infinité de valeurs, elle forme un signal analogique.

2.3.1.



$$5T_E = 100 \mu\text{s}$$

$$T_E = 20 \mu\text{s} = 20 \times 10^{-6} \text{ s}$$

$$f_E = \frac{1}{T_E}$$

$$f_E = \frac{1}{20 \times 10^{-6}} = 5 \times 10^4 \text{ Hz} = 50 \text{ kHz}$$

2.3.2. (0,25 pt) Pour que le signal envoyé au haut-parleur se rapproche davantage de celui délivré par le microphone, il faudrait augmenter la fréquence d'échantillonnage.

3. Lecture des informations sur le disque LASER :

3.1. (0,5 pt) Pour que les interférences soient destructives, il faut que la différence de marche soit $\Delta L = (2n+1) \cdot \frac{\lambda}{2}$ avec n entier relatif.

3.2. (0,25 pt) $\Delta L = 2d$ et $|\Delta L|$ est minimale si $n = 0$

$$2d = \frac{\lambda}{2} \text{ donc } d = \frac{\lambda}{4}$$

$$\mathbf{3.3. (0,5 pt) \lambda = \frac{\lambda_0}{n}}$$

$$d = \frac{\lambda_0}{4 \cdot n}$$

$$d = \frac{780}{4 \times 1,55} = \mathbf{126 \text{ nm}}$$

3.4. (0,25 pt) Le capteur reçoit le plus de lumière lorsque les interférences sont constructives. C'est-à-dire lorsque tous les rayons lumineux du faisceau LASER parcourent la même distance. Cette situation est représentée sur la figure 1.

4. Intérêt de la technologie Blu-Ray :

4.1. (0,5 pt) Le faisceau LASER utilisé pour le Blu-ray a pour longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 405 \text{ nm}$, ce qui correspond à une lumière de couleur violet / bleu.

4.2. (0,25 pt) L'ouverture circulaire du Laser se comporte comme un trou, le faisceau Laser peut être diffracté. Il ne conserve pas sa forme cylindrique mais devient conique, il s'élargit.

4.3. (0,25 pt) $D = 1,22 \cdot \frac{\lambda_0}{NA}$

(0,25 pt) $D = 1,22 \times \frac{405}{0,85} = 581 \text{ nm}$

Le faisceau lumineux ne doit éclairer qu'une seule ligne de données, son diamètre doit être inférieur à 2ℓ : $D < 2\ell$, donc $\ell > \frac{D}{2}$.

$\ell > 291 \text{ nm}$ ou $\ell > 0,291 \mu\text{m}$

(0,25 pt) Sur le document 6, on lit $\ell = 0,30 \mu\text{m} > 0,291 \mu\text{m}$ donc le diamètre du spot est compatible.

4.4. (0,5 pt) On suppose que « Sans modifier la surface » signifie que l'on ne modifie pas le diamètre du disque mais que l'on peut agir sur la distance ℓ entre les pistes, ou sur la longueur des cavités.

Pour augmenter la capacité du disque, il faut diminuer la distance ℓ entre les pistes.

Mais il faut alors diminuer le diamètre du faisceau lumineux $D = 1,22 \cdot \frac{\lambda_0}{NA}$, pour cela on diminue la longueur d'onde de la lumière utilisée ou on augmente l'ouverture numérique NA.

4.5. (0,5 pt) 46 Gio de données en 4 heures

$46 \times 2^{30} \text{ octets} = 46 \times 2^{30} \times 8 \text{ bits} = \frac{46 \times 2^{30} \times 8}{2^{20}} \text{ Mibits en } 4 \times 3600 \text{ s.}$

Soit un débit binaire de $\frac{46 \times 2^{30} \times 8}{4 \times 3600} = \frac{46 \times 2^{30} \times 8}{2^{20} \times 4 \times 3600} = \mathbf{26 \text{ Mibits/s}}$

4.6.1. (0,25 pt) Taille de l'image (bits) = nombre de pixels $\times 24$

Taille de l'image (Mibits) = $\frac{720 \times 900 \times 24}{2^{20}} = \mathbf{15 \text{ Mibits}}$

4.6.2. (0,25 pt) Nombre d'images par seconde = $\frac{\text{débit binaire}}{\text{taille d'une image}}$

Nombre d'images par seconde = $\frac{26}{15} = 1,8 \text{ image/s}$ *calcul avec les valeurs non arrondies*

Le débit binaire permettrait d'afficher moins de deux images par seconde.

4.6.3. (0,25 pt) Pour éviter l'effet de clignotement, il faut augmenter le nombre d'images par seconde afin qu'il atteigne 25.

Comme il n'est pas possible d'augmenter le débit binaire du lecteur de DVD, alors il faut réduire la taille des images à l'aide d'un protocole de compression.

Pour en savoir plus lisez cet article issu de « Pour la Science - N° 387 - Janvier 2010 »

http://www.pourlascience.fr/ewb_pages/f/fiche-article-un-rayon-bleu-pour-des-disques-plus-denses-23907.php