

Exercici nº 08

Versió: 1

Data: 22/03/07

Grup: 21

08 Interacció fotón-materia. Bombeo óptico

Un amplificador de fibra óptica dopada con erbio (Erbium Doped Fiber Amplifier, EDFA) amplifica una señal de 1550 nm mediante bombeo con una longitud de onda de 1480 nm. El tiempo de vida media de los iones en el nivel 2 es de 5 milisegundos (nivel metaestable), entre los niveles 3 y 2 la transición es no radiante (la energía se cede al material en forma de calor) y muy rápida y entre los niveles 2 y 1 las transiciones son radiantes.

- Identifica los 3 estados energéticos propios de los iones de erbio (E_1 , E_2 , E_3) y da su valor en Julios y en eV.
- Para cada una de las situaciones que se presentan a continuación, indicar, justificándolo, que le ocurre al fotón incidente, que le ocurre al átomo y cómo se denomina el fenómeno físico que tiene lugar.
 - un fotón de longitud de onda 1480 nm interacciona con un átomo que se encuentra en E_1 .
 - un fotón de longitud de onda 1480 nm interacciona con un átomo que se encuentra en E_2 .
 - un fotón de longitud de onda 1550 nm interacciona con un átomo que se encuentra en E_1 .
 - un fotón de longitud de onda 1550 nm interacciona con un átomo que se encuentra en E_2 .
- En ausencia de señal a la entrada y de bombeo, si en la fibra hay 5×10^{15} iones de erbio, ¿existe inversión de población? ($T = 296K$). Justifica la respuesta.

Se inyectan 150 mW de potencia de bombeo por un extremo de la fibra y sale por el otro una potencia residual de señal de bombeo de 50 mW.

- Calcula, justificando todos los pasos, la potencia de bombeo que se pierde en forma de calor debido a la transición no radiante entre los niveles E_3 y E_2 .
- Calcula las poblaciones de los niveles E_1 y E_2 . ¿existe ahora inversión de población?

Señal: 1550 nm bombeo: 1480 nm $\tau_{E_2} = 5 \cdot 10^{-3}$ seg. rad.

$\tau_{3,2} = \emptyset$

a) E_3 ————— 0'83
 E_2 ————— 0'8
 E_1 ————— 0

Explicar de dónde sale

$$\Delta E_3 = \frac{1,24}{\lambda (\mu m)} = \frac{1,24}{1,48 \mu m} = 0,83 \text{ eV}$$

$$0,83 \text{ eV} \times 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Julios/eV} = 1,34 \cdot 10^{-19} \text{ Julios}$$

$$\Delta E_2 = \frac{1,24}{1,55 \mu m} = 0,8 \text{ eV}$$

$$0,8 \text{ eV} \times 1,602 \cdot 10^{-19} = 1,28 \cdot 10^{-19} \text{ Julios}$$

$$E_1 = \begin{cases} 0 \text{ eV} \\ 0 \text{ Julios} \end{cases}$$

$$E_2 = \begin{cases} 0,8 \text{ eV} \\ 1,28 \cdot 10^{-19} \text{ Julios} \end{cases}$$

$$E_3 = \begin{cases} 0,83 \text{ eV} \\ 1,34 \cdot 10^{-19} \text{ Julios} \end{cases}$$

Exercici nº 08

Versió:

Data:

Grup:

b)

1) El fotón es absorbido, el átomo sube de E_1 a E_3
El proceso físico es absorción estimulada

2) El fotón no puede ser absorbido porque no puede
subir por encima de E_3 el átomo se queda igual
~~El proceso físico es un choque elástico~~

3) El fotón es absorbido, el átomo pasa a E_2
El proceso físico es absorción estimulada

4) El fotón ~~no se absorbe~~, el átomo se queda
igual. ~~El proceso físico es un choque elástico~~

c) Si no hay bombeo, no hay señal de entrada y
la temperatura es ambiental es imposible que
haya inversión de población ¿por qué?

d) de E_3 a E_2 bajaran  50 mW $\lambda 1550 \text{ nm}$
Tanto como suben de E_1
a E_3 $\uparrow 150 \text{ mW}$ $\lambda 1480 \text{ nm}$

$$P = n \text{ átomos/s} \times \Delta E (\text{átomo}) \quad ??$$

no se absorbe
toda la
potencia.

$$150 \text{ mW} = \frac{150 \cdot 10^{-3} \text{ J}}{\text{s}} \approx (n \text{ átomos}) \times 1,34 \cdot 10^{-19} \rightarrow$$

$$n \text{ átomos/s} = \frac{150 \cdot 10^{-3} \text{ J}}{\text{s}} / 1,34 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,2 \cdot 10^{18} \text{ átomos/s}$$

$$E_3 - E_2 = 0,83 \text{ eV} - 0,8 \text{ eV} = 0,3 \text{ eV} \quad ??$$

Exercici nº 08

Versió: 1

Data: 22/03/07

Grup: 31

$$0,320 \times 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Julios/eu} = 4,8 \cdot 10^{-20} \text{ Julios}$$

$$P = n \cdot q \text{ atoms/s} \times \Delta E = 1,2 \cdot 10^{18} \text{ atoms/s} \cdot 4,8 \cdot 10^{-20} \text{ Julios} = 57 \mu\text{W}$$

c) $n \text{ transicions} = \text{Població}/\tau$

$$\text{Població} = n \text{ transicions} \times \tau$$

$$E_0 = 1,2 \cdot 10^{18} \text{ atoms/s} \times 5 \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 10^{15} \text{ atoms}$$

~~ET 0 atoms~~ per no quedar potència residual de 50 mW, perquè la població es de $5 \cdot 10^{15}$ ions, es desprèn sense cap potència de l'excitació subministrada.
Totals a 02

¿Y haurà estat les àtoms restants?

