

1. (a) Calculem directament l'energia d'un fotó com

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{550 \cdot 10^{-9}} = 3,616 \cdot 10^{-19} J$$

ara

$$3,616 \cdot 10^{-19} J \cdot \frac{1 eV}{1,60 \cdot 10^{-19} J} = 2,26 eV$$

- (b) L'energia total val

$$E = P \cdot t = 2,00 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 60 = 2,4 J$$

llavors el nombre de fotons serà

$$\# \text{ fotons} = \frac{2,4 J}{3,616 \cdot 10^{-19} J} = 6,64 \cdot 10^{18} \text{ fotons}$$

2. La longitud d'ona que correspon a l'energia donada es pot calcular a partir de

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

llavors

$$\lambda = h \frac{c}{E} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{4,7 \cdot 10^{-19}} = 4,23 \cdot 10^{-7} m = 423 nm$$

com que sabem que la longitud d'ona és inversament proporcional a la freqüència, i que l'energia és proporcional a aquesta darrera, és clar que qualsevol longitud d'ona *igual o més petita* que la que hem calculat podrà provocar danys a les molècules. La resposta correcta és la **b**).

3. La freqüència d'aquesta radiació val

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7}} = 6 \cdot 10^{14} Hz$$

per una altra banda, l'índex de refracció del medi ens proporciona informació sobre la velocitat de la llum *en ell*

$$n = \frac{c}{v} \rightarrow v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,5} = 2 \cdot 10^8 m/s$$

llavors, la longitud d'ona en el medi valdrà

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{2 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^{14}} = 3,33 \cdot 10^{-7} m$$

4. Veure l'exercici resolt 6 del tema de La llum. Com a referència, l'angle de refracció val $\theta_2 = 21,47^\circ$ i la distància demanada $d = 0,62 \text{ cm}$.

5. (a) Per calcular l'angle limit o crític (θ_c) fem servir

$$n_v \sin \theta_c = n_a \sin 90^\circ$$

d'on

$$\theta_c = \arcsin \frac{n_a}{n_v} = \arcsin \left(\frac{1}{1,6} \right) = 38,68^\circ$$

- (b) Ara la llei d'Snell de la refracció s'escriu (es poden fer servir altres subíndexos)

$$n_v \sin \theta_v = n_a \sin \theta_a$$

fent servir les dades de l'enunciat

$$1,6 \sin 30^\circ = 1 \sin \theta_a$$

i l'angle de refracció val

$$\theta_a = \arcsin \left(\frac{1,6 \cdot \sin 30^\circ}{1} \right) = 53,13^\circ$$

- (c) i. "La velocitat de la llum groga augmenta".

És **falsa**, l'índex de refracció del vidre és $n = 1,6 = \frac{c}{v}$, cosa que vol dir que la llum viatja en aquest vidre a velocitat menor que al buit (o l'aire, per la suposició que estem fent en tot el tema que l'índex de refracció de l'aire val el mateix que al buit).

* * *

- ii. "L'energia dels fotons d'aquesta llum augmenta".

És **falsa**, ja vam comentar que la freqüència de la llum no canvia en el procés de refracció i com $E = hf$, tampoc ho fa l'energia.

* * *

- iii. "La longitud d'ona d'aquesta llum canvia".

És **certa**, vam veure que a partir de la relació

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

i sabent que la velocitat canvia i la freqüència no, la longitud d'ona ha de canviar necessàriament al passar d'un medi a un altre amb índexos de refracció diferents.