

Exercices sur la nature corpusculaire de la lumière

Exercice 1

Après avoir rappelé les formules et le nom des grandeurs permettant de passer d'une colonne à une autre, remplir le tableau ci-dessous en respectant les unités imposées pour chaque case (notamment les cases grisées si les autres ont déjà été remplies correctement) : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Fréquence f	Période T	Longueur d'onde dans le vide λ	Couleur (visible ou non...)	Énergie du photon correspondant E_0
(Hz)	$1,4 \cdot 10^{-6} \text{ ns}$	(nm)		(mJ)
(THz)	(s)	(nm)		10,35eV
(Hz)	$1,67 \cdot 10^{-15} \text{ s}$	(m)		(eV)
$5,556 \cdot 10^{14} \text{ THz}$	(s)	(μm)		(eV)
(Hz)	(s)	756nm		(eV)

Exercice 2: Spectre d'émission du mercure

Le spectre d'émission du mercure contient trois raies intenses : jaune, verte et bleu indigo, de longueurs d'onde respectives : $\lambda_J = 579,2 \text{ nm}$; $\lambda_V = 546,2 \text{ nm}$ et $\lambda_B = 436,0 \text{ nm}$.

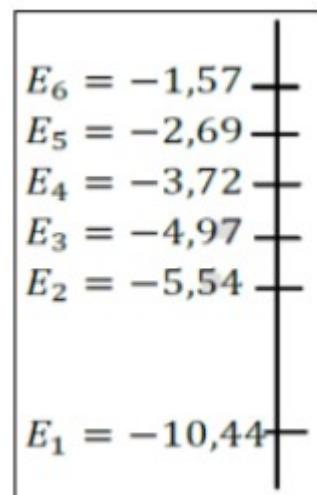
1°) Calculer l'énergie, en eV, des photons de longueurs d'onde λ_J , λ_V et λ_B .

2°) Le digramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de mercure est donné ci-contre.

a) Quelle raie d'émission du mercure correspond à la désexcitation des atomes de mercure des niveaux E_6 et E_4 ?

b) À quelles désexcitations correspondent les deux autres raies ? Justifier.

c) Reproduire le diagramme et représenter par des fléchés les trois désexcitations évoquées dans l'exercice.



Exercice 3: Photon et laser

Un laser utilisé en chirurgie émet un rayonnement monochromatique de fréquence $f = 3,70 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

La puissance du faisceau est $P = 10,0 \text{ W}$ et la durée d'une impulsion laser est $\Delta t = 1,0 \text{ s}$.

Données : $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

1°) Calculer la longueur d'onde λ de la lumière du laser. À quel domaine des ondes appartient-il ?

2°) Calculer l'énergie d'un photon de ce laser. Exprimer le résultat en J puis en eV .

3°) Calculer l'énergie E fournie au tissu pendant la durée de l'impulsion.

4°) Calculer le nombre N de photons transportés par le faisceau laser pendant cette durée .

Correction

Corrigé exercice 1

Relation entre fréquence et période $f = \frac{1}{T}$ [Hz] et $T = \frac{1}{f}$ [s]

Longueur d'onde dans le vide $\lambda = cT$ [m] $c = 3.10^8$ m/s célérité dans le vide

Énergie du photon $E_0 = h.f$ [J]

Fréquence f	Période T	Longueur d'onde dans le vide λ	Couleur (visible ou non...)	Énergie du photon correspondant E_0
$7,1.10^{14}$ (Hz)	$1,4.10^{-6}$ ns	0,42 (nm)		$9,3.10^{-16}$ (mJ)
$2,5.10^3$ (THz)	4.10^{-14} (s)	12000 (nm)		10,35 eV
6.10^{14} (Hz)	$1.67.10^{-15}$ s	$1,8.10^{-7}$ (m)		0,25 (eV)
$5,556.10^1$ THz	$1,8.10^{-14}$ (s)	1,9 (μ m)		0,23 (eV)
4.10^{14} (Hz)	$2,52.10^{-15}$ (s)	756 nm	rouge	1,64 (eV)

Corrigé exercice 2

1) $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$ car $f = \frac{c}{\lambda}$ donc :

$$E_J = \frac{6,63.10^{-34} \times 3.10^8}{579,2.10^{-9}} \rightarrow E_J = 3,4.10^{-19} \text{ J} \quad E_J = \frac{3,4.10^{-19}}{1,6.10^{-19}} \rightarrow E_J = 2,1 \text{ eV}$$

$$E_V = \frac{6,63.10^{-34} \times 3.10^8}{546,2.10^{-9}} \rightarrow E_V = 3,6.10^{-19} \text{ J} \quad E_V = \frac{3,6.10^{-19}}{1,6.10^{-19}} \rightarrow E_V = 2,3 \text{ eV}$$

$$E_B = \frac{6,63.10^{-34} \times 3.10^8}{436.10^{-9}} \rightarrow E_B = 4,6.10^{-19} \text{ J} \quad E_B = \frac{4,6.10^{-19}}{1,6.10^{-19}} \rightarrow E_B = 2,9 \text{ eV}$$

2) a- désexcitation : $E_6 \rightarrow E_4$

Donc $\Delta E = E_4 - E_6$ AN $\Delta E = -3,72 - (-1,57) = -2,15 \text{ eV} < 0$ perte d'énergie qui correspond à l'émission de la **raie jaune** ($\approx 2,1 \text{ eV}$).

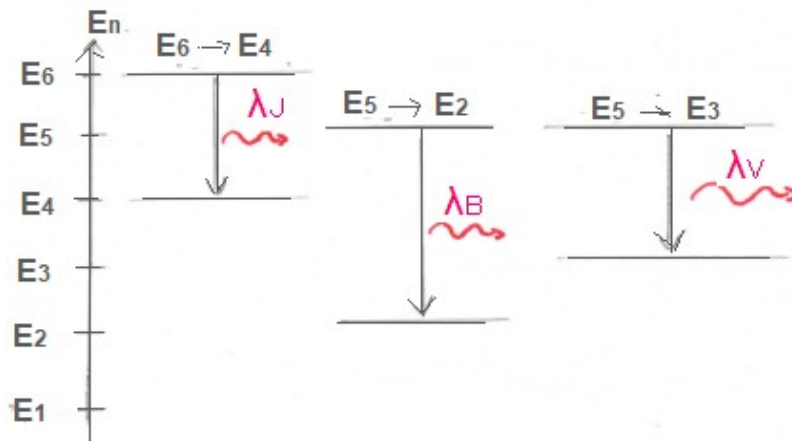
b- Raie bleu indigo : désexcitation : $E_5 \rightarrow E_2$

Donc $\Delta E = E_2 - E_5$ AN : $\Delta E = -5,54 - (-2,69) = -2,86 \text{ eV} < 0$ ($\approx -2,9 \text{ eV}$)

Raie verte : désexcitation : $E_5 \rightarrow E_3$

Donc $\Delta E = E_3 - E_5$ AN : $\Delta E = -4,97 - (-2,69) = -2,28 \text{ eV} < 0$ ($\approx -2,3 \text{ eV}$)

c-



Corrigé exercice 3

1) Longueur d'onde : $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{3,7 \cdot 10^{14}} = 8,1 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ elle appartient au domaine infrarouge IR

2) L'énergie d'un photon est : $E_p = h \cdot f = 6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,7 \cdot 10^{14} = 2,46 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ autre unité :

$$E_p = \frac{2,46 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,6 \text{ eV}$$

3) Énergie fournie au tissu

$$P = \frac{E}{\Delta t} \rightarrow E = P \cdot \Delta t = 10 \times 1 = 10 \text{ J}$$

4) Nombre de photons transportés

L'énergie d'une impulsion est apporté par N photons , donc , $E = N \cdot E_p \rightarrow$

$$N = \frac{E}{E_p} = \frac{10}{2,46 \cdot 10^{-19}} = 4,19 \cdot 10^{19} \text{ photons}$$