

13 Dans un film de science-fiction, un monstre possède une vision lui permettant de visualiser certaines ondes émises par les corps chauds de ses ennemis.



1. Indiquer à quel domaine appartiennent ces ondes.
2. Une longueur d'onde typique de ce domaine est 1000 nm. Calculer la fréquence correspondante.
3. Expliquer comment on pourrait procéder pour devenir invisible aux yeux de ce monstre.

13

1. Ce sont des ondes appartenant au domaine de l'infrarouge.

2.
$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \times 10^8}{1000 \times 10^{-9}} = 3,0 \times 10^{14} \text{ Hz.}$$

3. Il faut se couvrir d'une couche thermiquement isolante (comme une couverture de survie), ou se cacher derrière un bloc de polystyrène (isolant thermique) ou encore se plaquer contre un corps grand et chaud (comme un mur chauffé au soleil) pour ne pas être détecté.

17 Aide p. 340 Le tableau ci-dessous regroupe les caractéristiques de trois photons.

1. Retrouver les informations manquantes.

	1	2	3
Longueur d'onde (m)	$4,20 \times 10^{-7}$	$2,51 \times 10^{-10}$	?
Fréquence (Hz)	?	$9,00 \times 10^{17}$	$3,00 \times 10^{14}$
Domaine	?	?	?
Célérité ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	$3,00 \times 10^8$	?	$3,00 \times 10^8$
Énergie (J)	?	$5,97 \times 10^{-16}$	$1,99 \times 10^{-19}$
Énergie (eV)	2,96	?	1,24

2. Justifier à l'aide de sa célérité que le photon 2 ne se déplace pas dans l'air ou le vide.

17

1.

Longueur d'onde (m)	$4,20 \times 10^{-7}$	$2,51 \times 10^{-10}$	$1,00 \times 10^{-6}$
Fréquence (Hz)	$7,14 \times 10^{14}$	$9,00 \times 10^{17}$	$3,00 \times 10^{14}$
Domaine	Visible	Rayons X	IR
Célérité ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	$3,00 \times 10^8$	$2,26 \times 10^8$	$3,00 \times 10^8$
Énergie (joule)	$4,74 \times 10^{-19}$	$5,97 \times 10^{-16}$	$1,99 \times 10^{-19}$
Énergie (eV)	2,96	$3,73 \times 10^3$	1,24

2. Le photon 2 possède une célérité égale à $2,26 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ et donc inférieure à celle de la lumière dans le vide ou l'air. Il se déplace donc dans un autre milieu (ici, l'eau).

20 Tessa et Mégane étudient le spectre d'émission d'une lampe de Balmer, lampe contenant du gaz d'hydrogène.

Doc. 1 Longueurs d'onde de différentes raies colorées

410 nm	434 nm	486 nm	656 nm
--------	--------	--------	--------

Doc. 2 Niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène

Niveau n	1	2	3	4	5	6	∞
Énergie (eV)	-13,6	-3,40	-1,51	-0,85	-0,54	-0,38	0

1. Pour les deux plus grandes longueurs d'onde (**doc. 1**) déterminer l'énergie du photon correspondant en eV.
2. Les raies correspondent à une émission de photons lors d'une désexcitation vers le niveau $n = 2$. En déduire depuis quels niveaux l'atome d'hydrogène se désexcite.
3. Reproduire le diagramme énergétique et représenter par une flèche la transition correspondant à la raie rouge.

Critères d'évaluation

- 1 L'énergie est exprimée en fonction de h , c et λ .
- 2 L'énergie est bien convertie en électronvolts.
- 3 Le sens de la flèche est indiqué correctement sur le diagramme énergétique (du haut vers le bas).

20

1. $|\Delta E| = h \times \frac{c}{\lambda}$.

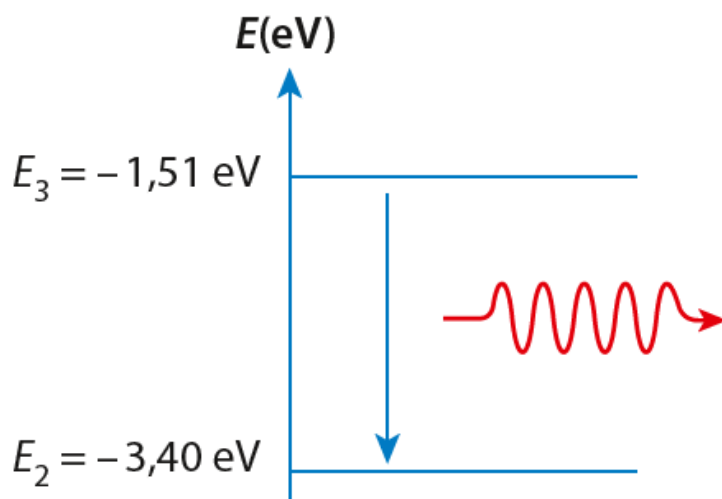
Longueur d'onde (nm)	486	656
Énergie ΔE (eV)	2,56	1,90

2. On a $E_n - E_2 = \Delta E$, où E_n représente l'énergie du niveau de départ.

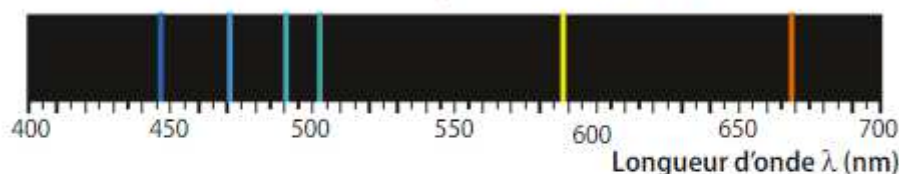
D'où $E_n = \Delta E + E_2$ d'où $E_n = \Delta E - 3,39$ (eV).

Raie	Raie H $_{\delta}$	Raie H $_{\gamma}$	Raie H $_{\beta}$	Raie H $_{\alpha}$
Longueur d'onde (nm)	410	434	486	656
Énergie ΔE (eV)	3,03	2,86	2,56	1,90
E_n	-0,36	-0,53	-0,83	-1,49
n	6	5	4	3

3. La raie rouge ($\lambda = 656 \text{ nm}$) correspond à la transition du niveau $n = 3$ vers le niveau $n = 2$.



22 Une ampoule contient un gaz noble. Pour déterminer sa nature, on observe son spectre d'émission.



On dispose également des longueurs d'onde (en nm) des principales raies d'émission de trois gaz nobles :

Xénon (Xe)	418 ; 433 ; 446 ; 508 ; 529 ; 534 ; 542 ; 547 ; 598 ; 605 ; 610 ; 660
Hélium (He)	447 ; 471 ; 492 ; 501 ; 587 ; 668
Néon (Ne)	439 ; 443 ; 585 ; 597 ; 618 ; 640 ; 660

► Identifier le gaz contenu dans l'ampoule.

22 On identifie les longueurs d'onde des raies émises par le gaz noble recherché :

λ (nm)	446	470	490	503	587	668
----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Les raies observées correspondent (aux incertitudes de lecture près) aux longueurs d'onde d'émission de l'hélium. Le gaz contenu dans l'ampoule est donc de l'hélium. Il ne peut pas s'agir de xénon car on n'observe pas de raie à 610 nm (par exemple). Il ne peut pas s'agir de néon car on n'observe pas de raie à 640 nm (par exemple).

27 L'atome d'hydrogène

→ Réaliser, analyser

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés

par la relation : $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ où $E_0 = 13,6 \text{ eV}$ et n est le niveau d'énergie.

$n = 1$ correspond au niveau d'énergie le plus bas, les niveaux $n = 2, n = 3, \dots$ correspondent aux niveaux excités.

Un atome d'hydrogène initialement dans son état fondamental absorbe un photon de fréquence $f = 2,92 \times 10^{15} \text{ Hz}$.

1. Calculer la valeur en eV des niveaux d'énergie $n = 2, n = 3$ et $n = 4$.
2. Calculer l'énergie du photon absorbé en joules et en électronvolts.
3. En déduire le niveau d'énergie atteint après absorption du photon.
4. Quel type de raie apparaît sur le spectre suite à cette absorption ? Expliquer.

27

1.

n	2	3	4
$E \text{ (eV)}$	-3,40	-1,51	-0,85

2. $E = h \times \nu$

$$E = 6,63 \times 10^{-34} \times 2,92 \times 10^{15} = 1,94 \times 10^{-18} \text{ J, soit}$$

$$\frac{1,94 \times 10^{-18}}{1,60 \times 10^{-19}} = 12,1 \text{ eV.}$$

3. L'atome, initialement dans son état fondamental (E_1), a gagné 12,1 eV. Il est donc passé du niveau $n = 1$ au niveau n tel que :

$$\Delta E_{1 \rightarrow n} = |-13,6 - E_n| = 12,1 \text{ eV, soit } +13,6 - |E_n| = 12,1 \text{ eV}$$

$$\text{D'où } |E_n| = 13,6 - 12,1 = 1,50 \text{ eV}$$

Or les niveaux d'énergie ont une valeur négative donc $E_n = -1,50 \text{ eV}$

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2}, \text{ soit } n = \sqrt{-\frac{E_0}{E_n}} = \sqrt{-\frac{13,6}{(-1,50)}} = \sqrt{\frac{+13,6}{1,50}} = 3.$$

Le niveau d'énergie atteint après absorption du photon est le niveau $n = 3$.

4. Ce photon a été absorbé : une raie noire apparaît sur le spectre continu.

29 Voiture solaire

→ S'approprier, réaliser, valider



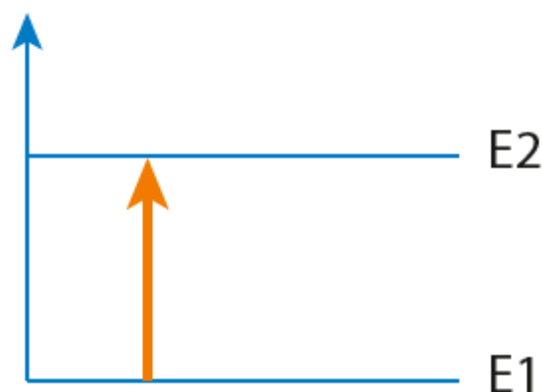
Désormais, certains véhicules produisent leur électricité grâce à des panneaux solaires intégrés à leur carrosserie.

Une commercialisation de la première voiture solaire électrique a eu lieu en 2019.

La cellule photovoltaïque est l'élément de base des panneaux solaires : lors de la conversion d'énergie lumineuse en énergie électrique, les atomes de silicium qui composent la cellule passent d'un niveau d'énergie à un autre, plus élevé. Ce « saut d'énergie » peut se produire lorsqu'un photon est absorbé par le silicium.

L'énergie minimale ΔE des photons nécessaire à la transition entre deux niveaux vaut 1,1 eV.

1. Représenter le « saut d'énergie » sur un diagramme d'un niveau E_1 à un niveau E_2 .
2. Calculer la longueur d'onde dans le vide λ du rayonnement correspondant à cette transition d'énergie ΔE .
3. Déterminer à quel domaine électromagnétique appartient cette radiation. Justifier.
4. Indiquer si cette voiture peut fonctionner la nuit avec cette technologie. Expliquer.



2. $|\Delta E| = h \times \nu = h \times \frac{c}{\lambda}$ (avec ΔE en joules) d'où $\lambda = \frac{h \times c}{|\Delta E|}$.

$$\lambda = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{1,1 \times 1,60 \times 10^{-19}} = 1,13 \times 10^{-6} \text{ m},$$

soit environ $1,1 \mu\text{m}$.

3. λ est supérieure à 800 nm ; cette radiation n'appartient pas au domaine du visible. Elle appartient au domaine des rayonnements infrarouges.

4. Cette technologie ne peut pas fonctionner la nuit car le rayonnement infra-rouge émis par la Terre n'est pas suffisamment énergétique.

34 Étude des peintures

La technique LIBS consiste à focaliser une impulsion laser sur le matériau à étudier pour le vaporiser sous forme d'un plasma ; l'analyse spectrale de la lumière émise permet de déterminer la composition chimique du matériau.

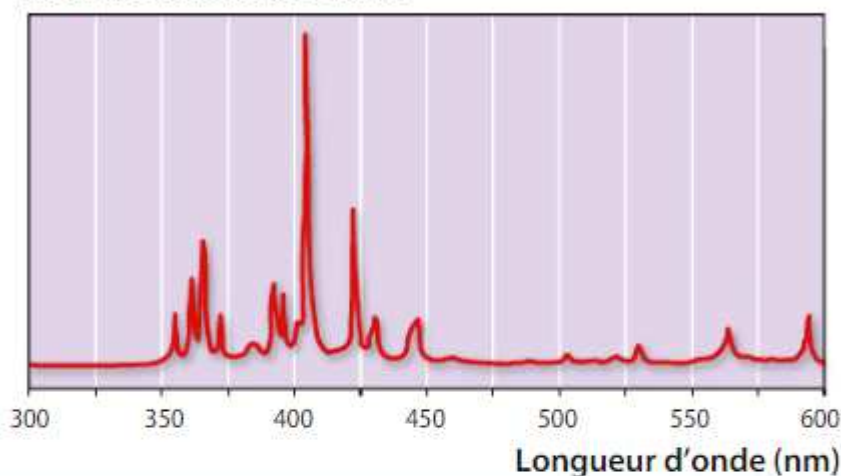
Doc. 1 Œuvre étudiée :
« Portrait de Margareta van Eyck », peinture flamande de Jan van Eyck (1439)



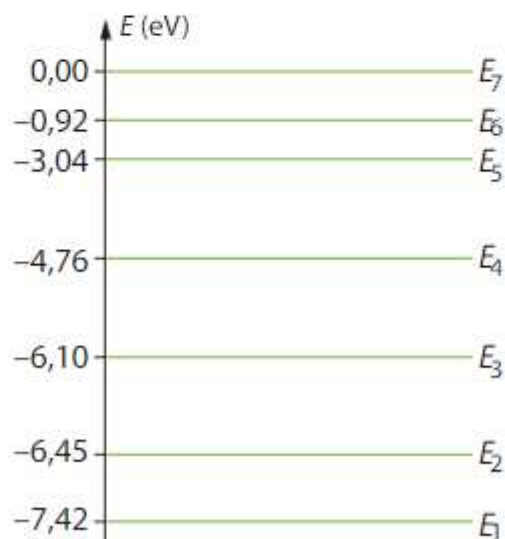
Doc. 2 Analyse spectrale de la lumière plasma

Le spectre émis par une partie blanche du voile est analysé, seule la raie la plus intense est étudiée.

Intensité lumineuse émise



Doc. 3 Diagramme énergétique du plomb



► Déterminer si la peinture utilisée pour la partie blanche du voile contient du plomb.

Le doc. 1 présente l'œuvre étudiée par la technique LIMS, le doc. 2 nous fournit le spectre de la lumière émise par le voile blanc de Margareta van Eyck après formation du plasma.

Grâce à ce document, on observe que la raie la plus intense possède une longueur d'onde de 405 nm environ (avec la précision de la lecture sur le graphique).

Si la partie blanche du voile contient du plomb, alors l'énergie du photon associé doit correspondre à une différence d'énergie entre deux niveaux du plomb.

$$\text{Calculer } |\Delta E| = h \times \nu = h \times \frac{c}{\lambda}$$

$$\text{Soit } |\Delta E| = 6,63 \times 10^{-34} \times \frac{3,00 \times 10^8}{405 \times 10^{-9}} = 4,91 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{ou } \frac{4,91 \times 10^{-19}}{1,60 \times 10^{-19}} = 3,07 \text{ eV.}$$

Regarder ensuite sur le diagramme énergétique du doc. 3 à quelle transition cela peut correspondre, sachant qu'il s'agit de lumière émise, donc d'une désexcitation des atomes de plomb.

Compte tenu de l'incertitude avec laquelle ΔE est évaluée, cela peut correspondre à la transition $E_{7 \rightarrow 5}$ (différence de 3,04 eV) ou à la transition $E_{5 \rightarrow 3}$ (différence de 3,06 eV).

Comme l'écart est un peu plus faible que celui attendu dans le premier cas, on valide la seconde hypothèse : le pic le plus intense observé serait dû à la peinture au plomb dans le voile blanc de Margareta van Eyck, et correspond à une émission

de lumière liée à une transition énergétique entre le niveau d'énergie E_5 et le niveau d'énergie E_3 .

Remarque : la raie UV autour de 365 nm (attribuée au plomb) correspond à une énergie de 3,41 eV, due à une transition entre le niveau d'énergie E_5 et le niveau d'énergie E_2 .