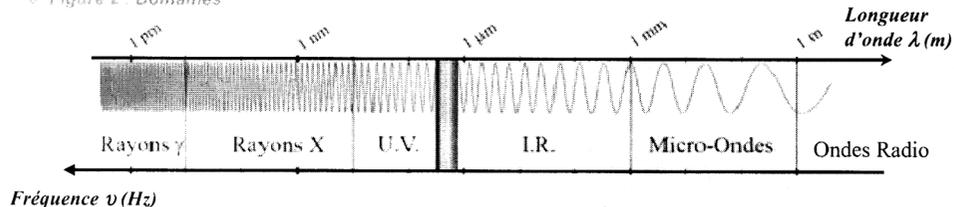


Modèle ondulatoire particulaire de la lumière – Exercices - Devoirs

Exercice 1 corrigé disponible

Figure 2 : Domaines



Questions :

- Déterminer les fréquences extrémales du domaine du visible.
- Sachant que l'énergie transportées par une onde EM est donnée par la formule $E = h\nu$ (avec h une constante), quel domaine contient les rayons les plus d'énergétique ?

Exercice 2 corrigé disponible

Voici un extrait du livre d'André Brahic « Lumières d'étoiles » :

La lumière blanche mélange toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Comme on passe continûment d'une couleur à une autre en changeant graduellement de nuance, on dit que la lumière blanche possède un spectre continu. C'est le cas de la lumière émise par un corps chaud qui contient toutes les couleurs à des doses différentes. Plus la température est forte, plus la couleur dominante se déplace du micro-onde vers les X.

Mais les astronomes ont remarqué dès le XVIIIe siècle la présence de fines bandes noires dans la lumière solaire. Il manque des couleurs très précises et spécifiques, comme si elles ne nous étaient pas parvenues. Après quelques tâtonnements, ils ont compris que ces raies sombres trahissaient la présence d'éléments chimiques sur le trajet des rayons lumineux. Joseph von Fraunhofer fut le premier, en 1814, à observer ces disparitions de lumière et à les attribuer à un phénomène d'absorption par un gaz situé entre la source d'émission et l'observateur. [...]

Pour résoudre ce problème, il faut faire appel à la nature ondulatoire de l'électron et ranger l'onde de chaque électron autour du noyau comme des livres sur les étagères d'une bibliothèque. Chaque étage correspond à une énergie spécifique pour laquelle l'électron est stable. Un livre ne peut pas être entre deux étagères, sinon il tombe, de même les électrons peuvent avoir certaines énergies bien définies, mais ils ne peuvent pas se trouver dans un état intermédiaire. Pour passer d'un niveau à un autre plus élevé, un électron absorbe un photon lumineux qui lui apporte l'énergie supplémentaire dont il a besoin pour « grimper » sur une autre étagère. Inversement, quand il « redescend », il rend cette énergie sous forme d'un photon. Dans cette bibliothèque particulièrement riche, chaque atome est unique et caractéristique. On peut donc à distance reconnaître la présence d'un atome aux couleurs des photons qu'il émet ou absorbe lorsque ses électrons changent d' « étagère ».

Données :

célérité de la lumière dans le vide $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Constante de Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

- 1.1. Donner les valeurs limites des longueurs d'onde dans le vide du spectre visible en précisant les couleurs concernées.

1.2. Quelle est la relation entre la longueur d'onde dans le vide d'une radiation monochromatique et sa fréquence ? On précisera les unités.

- 1.3. On donne les fréquences des infrarouges et des rayons X suivants :

$$\nu_{IR} = 3,0 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \quad \nu_X = 3,0 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$$

Calculer les longueurs d'ondes correspondantes dans le vide ; donner le résultat en *nm* pour le rayon infrarouge et en *pm* pour le rayon X

- 1.4. Indiquer en justifiant laquelle de ces deux radiations est la plus énergétique

2. D'après le texte : « Joseph von Fraunhofer fut le premier, en 1814, à observer ces disparitions de lumière ».

Voici un extrait du spectre qu'il a observé, où l'on peut observer des raies noires sur un fond coloré continu, nommées A, B, C, D, E, F₁, F₂, G, H et I.

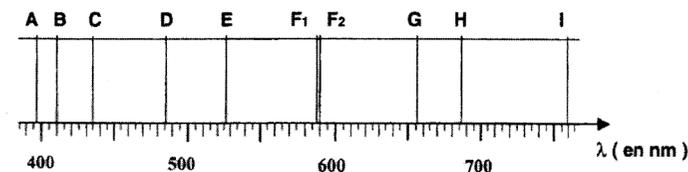


figure 1

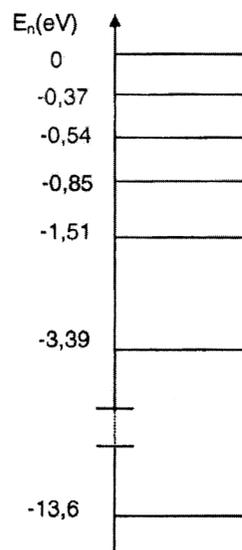
- 2.1. Les raies observées ci-dessus sont-elles des raies d'émission ou d'absorption ?

- 2.2. On donne des longueurs d'onde d'émission de quelques éléments.

Élément chimique	Longueur d'onde λ en nm de certaines raies caractéristiques					
Hydrogène H	410,1	434,0	486,1	656,3		
Hélium He	447,2	471,3	492,2	501,6	587,6	667,8
Sodium Na	589,0	589,6				

Quels sont les éléments que l'on peut retrouver dans les couches superficielles du Soleil ? Justifier la réponse.

3. D'après le texte: « Chaque étage correspond à une énergie spécifique pour laquelle l'électron est stable. Un livre ne peut pas être entre deux étagères, sinon il tombe, de même les électrons peuvent avoir certaines énergies bien définies, mais ils ne peuvent pas se trouver dans un état intermédiaire. »
Quelle propriété de l'énergie d'un atome est évoquée dans cette partie du texte ?
4. On donne le diagramme de niveaux d'énergie de l'hydrogène en **ANNEXE à rendre avec la copie**. On rappelle que l'état fondamental d'un atome correspond à l'état dans lequel il possède le moins d'énergie.
- 4.1. Quel est le niveau d'énergie de l'état fondamental de l'atome d'hydrogène ?
- 4.2. Calculer la variation d'énergie lorsque l'atome d'hydrogène passe de $E_1 = -0,37 \text{ eV}$ à $E_2 = -3,39 \text{ eV}$.
- 4.3. Convertir en Joule la variation d'énergie calculée dans la question 4.2.
- 4.4. Sur le diagramme de l'**ANNEXE à rendre avec la copie**, représenter cette transition par une flèche
- 4.5. Calculer la fréquence du photon correspondant à cette variation d'énergie.
- 4.6. Ce photon est-il libéré ou absorbé par l'atome d'hydrogène ?
- 4.7. Donner le nom de la radiation du spectre de la figure n°1 correspondant à cette transition.



2/8

Exercice 3 corrigé disponible

On se propose d'étudier dans cet exercice une des méthodes permettant de déterminer la concentration en dioxyde de soufre dans l'air : la fluorescence ultraviolet (UV).

Principe de la méthode

Dans l'air ambiant, les molécules de dioxyde de soufre SO_2 sont dans un état d'énergie « fondamental » stable E_0 . L'air ambiant est aspiré par un analyseur, filtré pour éliminer les éléments « parasites » pour la mesure, puis envoyé dans une chambre de réaction dans laquelle il est soumis à un rayonnement ultraviolet dont la longueur d'onde est $\lambda_1 = 214 \text{ nm}$ et provenant d'une lampe à vapeur de zinc (figure 1). Les molécules de dioxyde de soufre de l'air sont ainsi portées dans un état d'énergie E_1 . Cet état étant instable, le dioxyde de soufre de l'air se désexcite alors très rapidement et arrive dans un état d'énergie E_2 différent de E_0 en émettant un rayonnement UV de longueur d'onde λ_2 supérieure à celle du rayonnement d'excitation. Le rayonnement UV est reçu par un photomultiplicateur qui donne alors une tension de sortie U_S proportionnelle à la concentration en dioxyde de soufre présent dans la chambre de réaction.

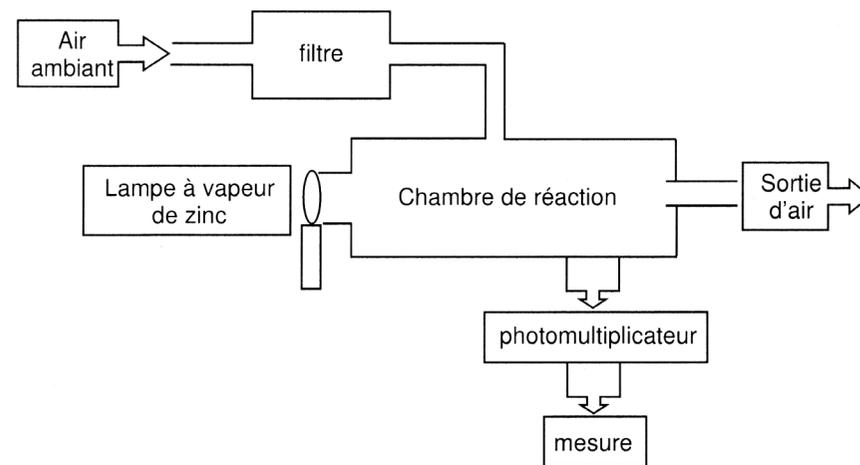


Figure 1 : schéma simplifié d'un analyseur de fluorescence ultraviolet

Données :

- $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$
- $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$
- 1 ppbv (partie par milliard en volume) = $2,66 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour le dioxyde de soufre

1. Étude du diagramme simplifié des niveaux d'énergie.

1.1 Comment appelle-t-on l'état d'énergie E_1 de la molécule de dioxyde de soufre ?

1.2 En vous aidant du texte, placer sur le diagramme en annexe, à rendre avec la copie, les états d'énergie E_0 , E_1 et E_2 , en justifiant la démarche.

2. Étude de la transition entre les états d'énergie E_0 et E_1 .

2.1 Cette transition correspond-elle à une émission ou une absorption de lumière ? Justifier la réponse.

2.2 Représenter sur le diagramme cette transition par une flèche notée 1.

2.3 Donner l'expression littérale de l'énergie ΔE_1 correspondant à la transition en fonction des données. La calculer en eV.

3. Étude de la transition entre les états d'énergie E_1 et E_2 .

Au cours de cette transition les molécules échangent avec l'extérieur une quantité d'énergie $\Delta E_2 = 3,65$ eV.

3.1 Représenter sur le diagramme cette transition par une flèche notée 2.

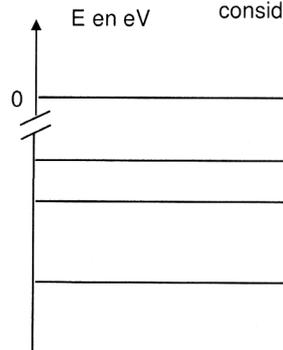
3.2 Déterminer, en nm, la longueur d'onde de la radiation émise λ_2 . Cette radiation est-elle bien dans le domaine de l'ultraviolet ? Justifier la réponse.

4. Détermination de la concentration en dioxyde de soufre dans l'air de la grande agglomération.

4.1 L'appareil est étalonné à l'aide d'un échantillon de concentration en dioxyde de soufre de 100 ppbv (partie par milliard en volume). La tension à la sortie du photomultiplicateur est $U_0 = 0,50$ V. On effectue une mesure pour l'air d'une grande agglomération, on trouve $U_1 = 0,15$ V. Déterminer la concentration $[SO_2]_1$ en dioxyde de soufre pour l'air de la grande agglomération en ppbv.

4.2. La limite admise pour une personne étant de $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ de gaz, l'air de la grande agglomération est-il respirable sans danger ?

Diagramme simplifié des niveaux d'énergie de la molécule de dioxyde de soufre sans considération d'échelle



Exercice 4 corrigé disponible

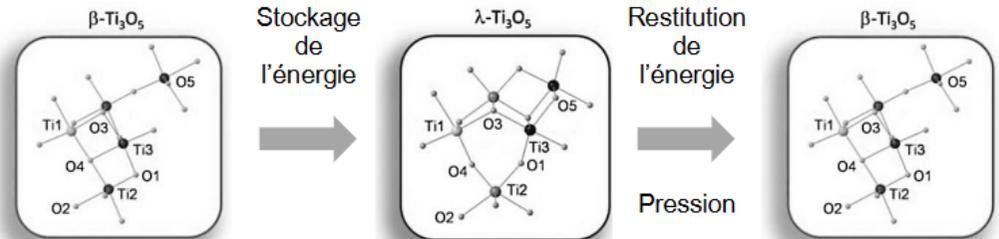
Des chercheurs de l'Université de Tokyo ont découvert une céramique capable de stocker de l'énergie. Son principe de fonctionnement est extrêmement simple ; *une courte exposition au Soleil permet de la « charger »* ! Cette énergie peut être stockée pendant une longue durée et restituée selon les besoins.

Le secret de ce matériau (pentaoxyde de titane, Ti_3O_5) réside dans sa structure. En effet, sous certaines conditions (élévation de la température, exposition à un rayonnement électromagnétique, application d'un courant électrique...), le matériau change de structure cristalline (voir ci-dessous) ; l'énergie reçue permet le passage du beta-pentaoxyde de titane ($\beta-Ti_3O_5$) au lambda-pentaoxyde de titane ($\lambda-Ti_3O_5$). Cette nouvelle structure est stable.

Le secret de ce matériau (pentaoxyde de titane, Ti_3O_5) réside dans sa structure. En effet, sous certaines conditions (élévation de la température, exposition à un rayonnement électromagnétique, application d'un courant électrique...), le matériau change de structure cristalline (voir ci-dessous) ; l'énergie reçue permet le passage du beta-pentaoxyde de titane ($\beta-Ti_3O_5$) au lambda-pentaoxyde de titane ($\lambda-Ti_3O_5$). Cette nouvelle structure est stable.

Pour restituer l'énergie, il suffit de soumettre ce matériau à une certaine pression.

Stockage puis restitution de l'énergie



Données

- Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s
- Intensité de la pesanteur : $g = 9,81$ m.s⁻²
- La valeur de la célérité de la lumière c est supposée connue du candidat
- Volume V d'un cylindre de base circulaire de rayon r et de hauteur H : $V = \pi \cdot r^2 \cdot H$
- Surface S d'un disque de rayon R : $S = \pi \cdot R^2$
- Caractéristiques de la pastille cylindrique de pentoxyde de tritane utilisée dans les expériences présentées dans cet exercice :



Diamètre : 13,0 mm
Épaisseur : 0,500 mm
Masse : 0,265 g

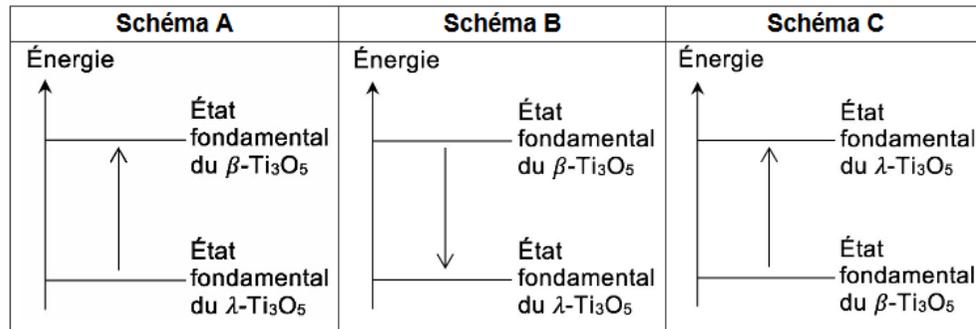
D'après Tokoro, H. et al. (2015). *External stimulation-controllable heat-storage ceramics*. *Nature communications*. 6. 7037. 10.1038/ncomms8037.

1. Stockage de l'énergie

Pour modifier la structure cristalline du pentoxyde de tritane, on utilise un laser. L'énergie électromagnétique du faisceau de lumière permet de modifier les liaisons à l'intérieur du cristal. Au cours de cette étape, l'énergie du rayonnement doit être focalisée sur la pastille de pentoxyde de tritane.

Pour modifier sa structure cristalline et effectuer le passage du β -Ti₃O₅ au λ -Ti₃O₅, le matériau doit recevoir une énergie volumique $E = 230$ J.cm⁻³.

- 1.1. Parmi les schémas suivants, identifier celui qui illustre le stockage de l'énergie par le pentoxyde de tritane. Justifier votre réponse.



- 1.2. Sachant que la totalité de la surface de la pastille est éclairée, vérifier que l'énergie qu'il faut fournir à la pastille utilisée dans l'expérience vaut $E_p = 15,3$ J.

Caractéristiques du laser utilisé

Longueur d'onde du rayonnement : $\lambda = 410$ nm

Débit de photons : il correspond à un nombre de photons reçu par le matériau par unité de temps.

$$D_{\text{Laser}} = 10^{21} \text{ photons par seconde} ; \quad D_{\text{Soleil}} = 10^{17} \text{ photons par seconde}$$

- 1.3. En utilisant vos connaissances, citer une propriété du laser qui justifie son utilisation dans cette expérience.
- 1.4. Calculer le nombre de photons nécessaires pour fournir l'énergie E_p à la pastille.
- 1.5. Donner l'ordre de grandeur de la durée minimale d'irradiation de la pastille par le laser pour permettre la transition β -Ti₃O₅ → λ -Ti₃O₅ et commenter la phrase : « *une courte exposition au Soleil permet de la « charger » !* ».

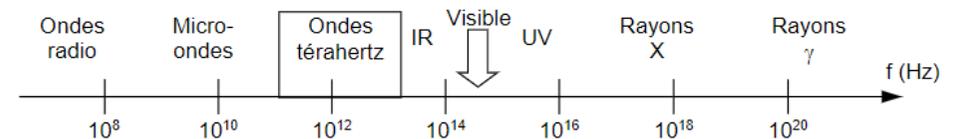
Exercice 5 corrigé disponible

Chacun connaît les rayons X, mais il existe aussi des rayons T.

Découverts depuis plus d'un siècle, les rayonnements térahertz ou rayons T sont restés longtemps une portion inexplorée du spectre électromagnétique. Il était en effet difficile de les détecter et de les produire.

Grâce aux avancées récentes de la technologie, ils connaissent aujourd'hui un engouement certain dans le domaine de l'imagerie médicale, la sécurité, la télécommunication à très haut débit, ...

Domaine des rayonnements électromagnétiques :



Données :

- Les fréquences des rayons térahertz sont comprises entre 0,1 THz et 30 THz.
- 1 THz = 10^{12} Hz
- Célérité de la lumière : $c = 3,00 \times 10^8$ m.s⁻¹
- Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s
- Électron-volt : 1 eV = $1,60 \times 10^{-19}$ J

1. Téràhertz et scanner.

Les ondes térahertz possèdent des propriétés tout à fait remarquables. De part leur nature même, à la frontière de l'optique et des micro-ondes, leurs propriétés cumulent les avantages des deux mondes :

- elles peuvent pénétrer certains matériaux opaques au rayonnement visible tels que le carton, les tissus, le bois ou les matières plastiques ;
- elles interagissent peu avec la matière, ce qui permet de les utiliser dans des applications d'imagerie pénétrante sans toutefois présenter de danger pour les organismes vivants.

Les scanners à rayons X sont d'un usage courant. Dans les laboratoires, les chercheurs conçoivent de nouveaux types de scanner faisant appel aux rayons T.

1.1. Certains rayonnements sont dits ionisants. Leur énergie, supérieure à 10 eV, est suffisante pour transformer les atomes en ions. Ces rayonnements ionisants peuvent être nocifs pour les organismes vivants si la quantité d'énergie reçue est trop élevée.

- 1.1.1. Calculer l'énergie en eV :
 - d'un photon associé à un rayonnement X de fréquence égale à $1,0 \times 10^{17}$ Hz ;
 - d'un photon associé à un rayonnement T de fréquence égale à 1,5 THz.
- 1.1.2. Comparer l'impact sur les organismes vivants d'un scanner à rayons X et d'un scanner à rayons T. Justifier la réponse.

Exercice 6 corrigé disponible

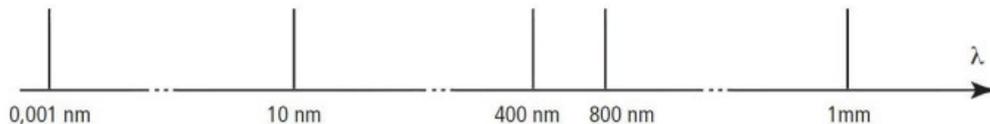
Données :

célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00.10^8$ m.s⁻¹

constante de Planck : $h = 6,63.10^{-34}$ J.s

énergie d'un photon : $E = h.v$

1eV = $1,60.10^{-19}$ J



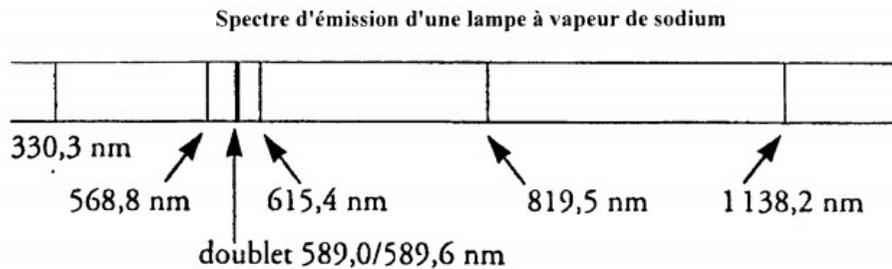
1. Compléter la figure ci-dessus en attribuant à chaque intervalle le domaine qui lui correspond : domaine du visible, des rayons X, des infrarouges et des ultraviolets.
2. Calculer la fréquence ν d'une radiation de longueur d'onde $\lambda = 750$ nm.
3. Recopier correctement la phrase suivante en justifiant l'adjectif qui convient parmi ceux proposés : « plus la fréquence d'une onde est élevée, plus sa longueur d'onde est (petite ou grande). »
4. Calculer, en eV, l'énergie E associée au photon de longueur d'onde $\lambda = 10$ nm.

Exercice 7 corrigé disponible

On utilise les lampes à vapeur de sodium pour éclairer des tunnels routiers. Ces lampes contiennent de la vapeur de sodium à très faible pression. Cette vapeur est excitée par un faisceau d'électrons qui traverse le tube. Les atomes de sodium absorbent l'énergie des électrons. L'énergie est restituée lors du retour à l'état fondamental sous forme de radiations lumineuses. Les lampes à vapeur de sodium émettent surtout de la lumière jaune.

Données : $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$
 $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
 $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

1. - L'analyse du spectre d'émission d'une lampe à vapeur de sodium révèle la présence de raies de longueur d'onde λ bien définie.



1.1 - Quelles sont les longueurs d'onde des raies appartenant au domaine du visible ? au domaine des ultraviolets ? au domaine de l'infrarouge ?

1.2 - S'agit-il d'une lumière polychromatique ou monochromatique ? Justifier votre réponse.

1.3 - Quelle est la valeur de la fréquence ν de la raie de longueur d'onde $\lambda = 589,0 \text{ nm}$?

1.4 - Parmi les données présentées au début de l'exercice, que représentent les grandeurs h et e ?

2. - On donne en annexe à remettre avec la copie le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de sodium.

2.1 - Indiquer sur le diagramme en annexe 4 à rendre avec la copie, l'état fondamental et les états excités.

2.2 - En quoi ce diagramme en annexe 4 permet-il de justifier la discontinuité du spectre d'émission d'une lampe à vapeur de sodium ?

2.3 - On considère la raie jaune du doublet du sodium de longueur d'onde $\lambda = 589,0 \text{ nm}$.

2.3.1 - Calculer l'énergie ΔE (en eV) qui correspond à l'émission de cette radiation. (On donnera le résultat avec le nombre de chiffres significatifs adapté aux données).

2.3.2 - Sans justifier, indiquer par une flèche notée 1 sur le diagramme des niveaux d'énergie en annexe 4 à remettre avec la copie la transition correspondante.

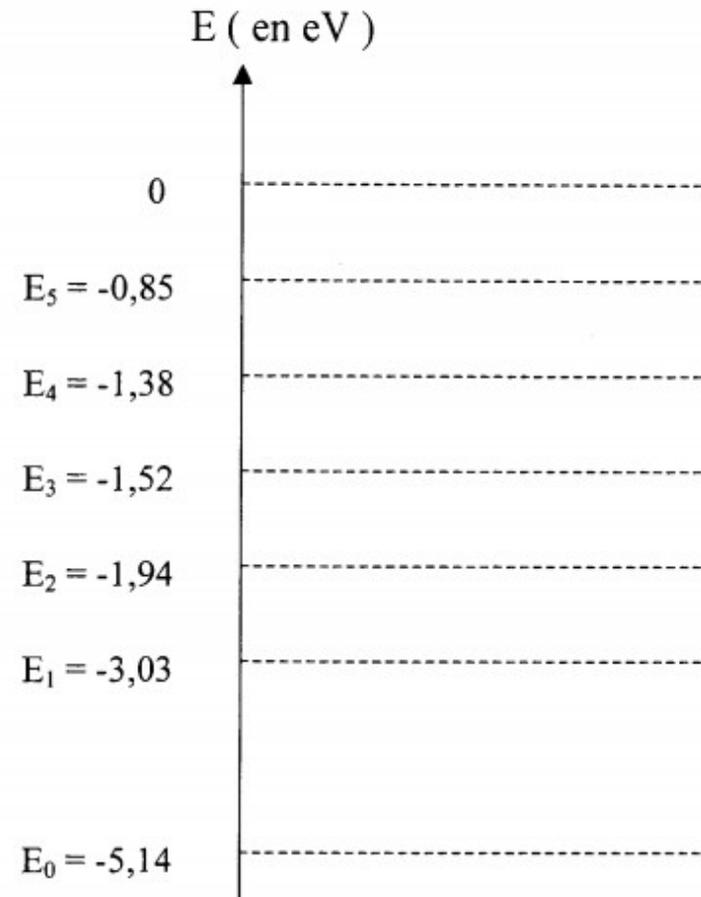
3. - L'atome de sodium, considéré maintenant à l'état E_1 , reçoit une radiation lumineuse dont le quantum d'énergie ΔE a pour valeur 1,09 eV.

3.1 - Cette radiation lumineuse peut-elle interagir avec l'atome de sodium à l'état E_1 ? Justifier.

3.2 - Représenter sur le diagramme en annexe 4 à rendre avec la copie la transition correspondante par une flèche notée 2.

La raie associée à cette transition est-elle une raie d'émission ou une raie d'absorption ? Justifier votre réponse.

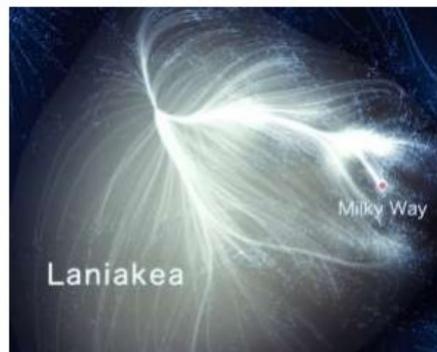
Diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de sodium



Exercice 8 corrigé disponible

Ce sujet traite de la cosmographie qui est la science de la description de l'Univers.

Depuis 2014, une équipe de chercheurs a pu établir une carte dynamique de la région où nous sommes dans l'Univers : elle se nomme « Laniakea » (horizons célestes immenses en Hawaïen). Notre galaxie, la Voie lactée (Milky Way en anglais), appartient à un immense continent extragalactique, le Laniakea, dont le diamètre est d'environ 500 millions d'années-lumière. La Voie lactée, qui se déplace à une vitesse de 630 km/s, est située sur le bord de cette grande structure qui contient environ 100 000 galaxies comme la nôtre.



Laniakea. Lien web : www.tributecrucible.org/new-

Données :

- un gigahertz : $1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz}$;
- constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$;
- un électron-volt : $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$;
- la valeur de la célérité c de la lumière dans le vide est supposée connue du candidat.

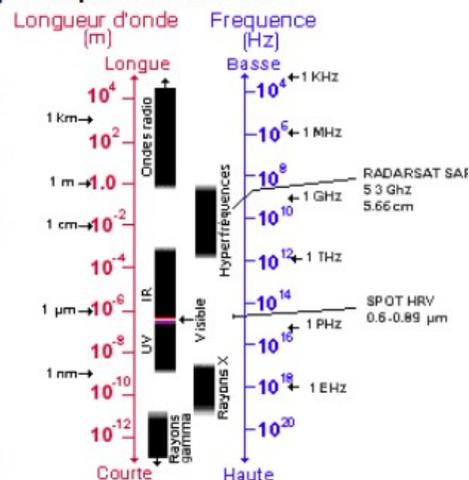
Partie 1 : différents télescopes pour différents types de photons de lumière

Pour identifier et mesurer les vitesses des galaxies de Laniakea, les cosmographes utilisent des télescopes qui peuvent recueillir les photons émis par ces galaxies lointaines. Les photons de différentes longueurs d'ondes se propagent à travers le cosmos, à la vitesse de la lumière dans le vide. Le télescope Canada-France-Hawaï (TCFH) et son miroir de 3,60 m de diamètre est situé au sommet du Mauna Kea à Hawaï à une altitude de 4 204 m. C'est un télescope optique qui est sensible aux lumières visible et infrarouge du cosmos.

Ressources naturelles Canada.
Lien web : www.rncan.gc.ca

1.1. À partir de la lecture du document ci-dessus, le TCFH peut-il capter des photons d'énergie de haute ou basse fréquence ?

1.2. Quel est l'ordre de grandeur de la longueur d'onde des photons que peut capter le TCFH ? Justifier votre réponse.



Le Green Bank Telescope (GBT) (États-Unis) est un radiotélescope de 110 m de diamètre qui permet de capter des photons invisibles pour nos yeux. Le rayonnement radio s'étend du millimètre au kilomètre. À titre d'exemple, le GBT est sensible aux ondes de longueur d'onde de 10 cm, comme celles utilisées pour les téléphones portables. C'est pour cette raison qu'il est interdit d'utiliser un téléphone portable (ou même un four micro-onde) dans un environnement proche du GBT.

<https://techcrunc>

1.3. Le GBT peut-il capter des photons dont la longueur d'onde est plus courte ou plus longue que le TCFH ? Justifier votre réponse.

1.4. Quelle est la valeur de la fréquence des ondes radio utilisées par les téléphones portables ?

1.5. Expliquer pourquoi on ne peut pas utiliser un téléphone portable dans un environnement proche du GBT.

Partie 2 : énergie d'un photon galactique

2.1. Calculer la valeur de l'énergie d'un photon de longueur d'onde 10 cm, en Joule, puis en électronvolt (eV).

2.2. Pourquoi le télescope TCFH ne peut-il pas capter ce photon ? Justifier votre réponse.

Partie 3 : la mesure de la vitesse de rotation des galaxies à partir des photons émis par l'hydrogène

L'exploitation des données recueillies par le GBT permet de mesurer la valeur de la vitesse de rotation sur elle-même d'une galaxie spirale. Plus précisément, on peut mesurer la vitesse de rotation des nuages de gaz d'hydrogène présents à la périphérie de la galaxie. En effet, ces nuages de gaz d'hydrogène émettent de la lumière dont la longueur d'onde varie avec la vitesse de rotation de la galaxie spirale. Plus les galaxies tournent vite, plus elles sont riches en étoiles ; elles émettent alors davantage de lumière.



On considère dans un premier temps un photon émis par un atome d'hydrogène qui passe du niveau d'énergie $n = 3$ au niveau d'énergie $n = 2$.

3.1. Quelle est la valeur de la longueur d'onde du photon émis ?

3.2. À quel domaine du spectre électromagnétique appartient cette longueur d'onde ? Justifier.

3.3. Ce photon peut-il être capté par le GBT ? Justifier.

En fait, la mesure de la luminosité d'une galaxie lointaine s'effectue à partir de la raie d'émission de longueur d'onde 21 cm de l'atome d'hydrogène.

3.4. Calculer la valeur de la variation d'énergie à laquelle correspond cette émission ?

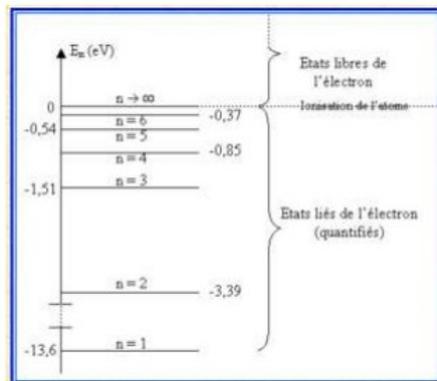


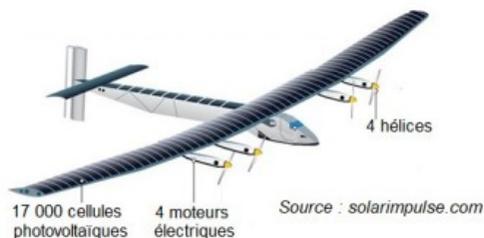
Diagramme de niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène
<http://e.m.c.2.free.fr/niveaux-energie-hydrogene-emission-absorption.htm>

Exercice 9 corrigé disponible

L'avion solaire Solar Impulse 2 restera dans l'histoire de l'aéronautique comme le premier avion à avoir bouclé avec succès un tour du monde (43 041 km parcourus en 17 étapes) sans une goutte de carburant et avec le Soleil comme unique source d'énergie. Au cours de ce tour du monde, cet avion piloté alternativement par les pilotes suisses Bertrand Picard et André Borschberg aura notamment :

- effectué sa première traversée de l'Atlantique entre New York et Séville ;
- établi le plus long vol de l'histoire sans escale et sans pilote automatique (117 heures 52 minutes entre Nagoya et Hawaï).

Ce tour du monde aura été rendu possible grâce à des choix technologiques innovants et un profil de vol raisonné.



Partie 1 : le solaire photovoltaïque

Solar Impulse 2 est presque entièrement recouvert de panneaux solaires photovoltaïques. Les matériaux semi-conducteurs utilisés pour constituer les cellules photovoltaïques sont le résultat de nombreuses recherches.

On s'intéresse dans cette partie à la production d'électricité par l'effet photovoltaïque.

➤ L'effet photovoltaïque

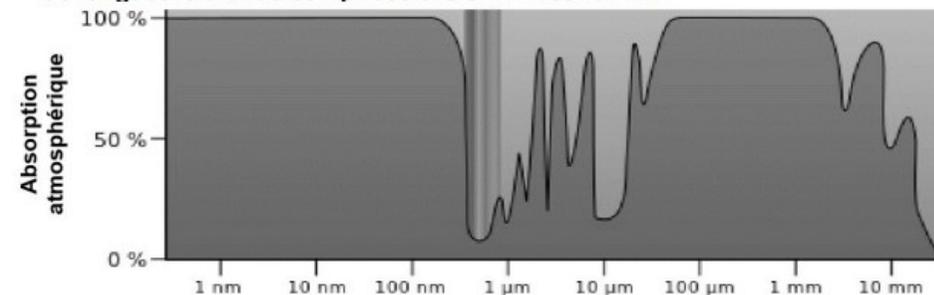
Dans un semi-conducteur exposé à la lumière, un photon d'énergie suffisante extrait un électron qui participe à la conduction de l'électricité.

La valeur minimale d'énergie apportée par le photon doit être $E_{min} = 1,12 \text{ eV}$.

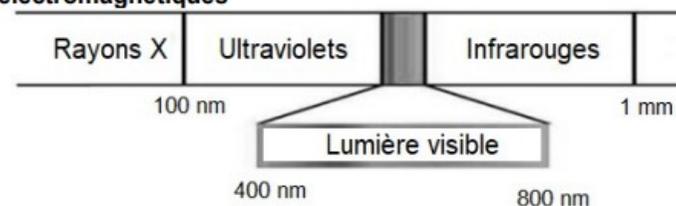
Données :

- électronvolt : $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$;
- constante de Planck : $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$;
- la valeur de la célérité c de la lumière dans le vide est supposée connue.

➤ Absorption atmosphérique du rayonnement solaire pour des radiations lumineuses de longueurs d'onde comprises entre 1 nm et 10 mm



➤ Les ondes électromagnétiques



1.1 Montrer qu'un photon d'énergie 1,12 eV est associé à un rayonnement de longueur d'onde λ voisine de $1 \mu\text{m}$.

1.2 À quel domaine des ondes électromagnétiques ces ondes appartiennent-elles ?

1.3 Expliquer pourquoi les matériaux semi-conducteurs présentent un intérêt dans le fonctionnement des cellules photovoltaïques.