|  |  |
| --- | --- |
| ***Ondes et signaux*** | **Comment calculer les longueurs d’onde des radiations émises ou absorbées par un atome ?** |

**DESCRIPTIF DE SUJET DESTINE AU PROFESSEUR**

|  |  |
| --- | --- |
| **Notions et contenus** | **1ère spécialité Physique – Chimie** |
| 1. La lumière : images et couleurs, modèles ondulatoire et particulaire   B- Modèles ondulatoire et particulaire de la lumière   * Le photon. Energie d’un photon. * Description qualitative de l’interaction lumière-matière : absorption et émission. * Quantification des niveaux d’énergie des atomes |
| **Capacités exigibles** | * Utiliser l’expression donnant l’énergie d’un photon. * Exploiter un diagramme de niveaux d’énergie en utilisant les relations λ = c / ν et ∆E = hν. * Obtenir le spectre d’une source spectrale et l’interpréter à partir d’un diagramme de niveaux d’énergie des entités qui la constituent. |
| **Prérequis** | 2nde – Ondes et signaux   * Lumière blanche, lumière colorée. * Spectre d’émission : spectres continus d’origine thermique, spectre de raies. * Longueur d’onde dans le vide et dans l’air. |
| **Type d’activité** | Activité développant les capacités numériques  (Utilisation d’un langage de programmation) |
| **Description succincte** | Utilisation d'un tableur puis d'un script Python pour identifier le spectre d'émission de l’atome d’hydrogène |
| **Compétences travaillées** | **Analyser/Raisonner**  **Réaliser**  **Valider** |
| **Mise en œuvre** | * Place dans la progression de la séquence et/ou de l’année :   Activité pouvant être envisagée comme une activité de découverte   * Cadre de mise en œuvre de l’activité :   1 Séance de TP de 2h. |
| **Source(s)** | Gammes de rayonnement : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Spectre_électromagnétique>  Spectres obtenus à partir de <http://www.ostralo.net/3_animations/swf/spectres.swf> |
| **Auteur(s)** | Arnaud LUCAS – Lycée Jehan de Beauce - CHARTRES |

**ACTIVITÉ**

La nature de la lumière a, depuis toujours, questionné les scientifiques. Le modèle actuellement admis est la **dualité onde-particule**. Ce dernier décrit la lumière à la fois comme une particule et comme une onde.

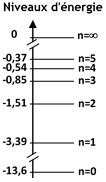
Le but de ce TP est d’étudier ce modèle en s’appuyant sur **l’émission/absorption de raies lumineuses par les atomes**.

**SUPPORT(S) D’ACTIVITÉ**

|  |
| --- |
| **Doc. 1 : Différentes gammes de rayonnement**  **Fréquence**  **Longueur d’onde**  *Source :* [*https://fr.wikipedia.org/wiki/Spectre\_électromagnétique*](https://fr.wikipedia.org/wiki/Spectre_électromagnétique) |

|  |
| --- |
| **Doc. 2 : L’émission de lumière par un atome**  **Noyau**  **Niveaux d'énergie**  **Électron**  **Illustration n°1**  **Illustration n°2**  **Électron**  **Niveaux d'énergie**  **Noyau**  **ΔE**  **Émission d’un photon**  Un atome est constitué d'un noyau entouré d'électrons. Au début du XXème siècle, Niels Bohr a établi un modèle permettant d'expliquer pourquoi les atomes absorbent et émettent de la lumière **sous forme de raies**.  Dans un atome, les électrons peuvent occuper différents **"niveaux d'énergie"** *(illustration n°1)*. Ces niveaux d'énergie ont une valeur bien précise. On parle de **quantification de l'énergie**.  Quand un atome absorbe de l’énergie, un électron de cet atome accède à un niveau d'énergie plus élevé. Cet électron retombe ensuite sur un niveau d’énergie plus faible et émet alors un photon (*illustration 2*).  L’énergie, ΔE, de ce photon est **égale à la différence d’énergie entre le niveau d’énergie final et le niveau d’énergie initial** de l’électron.  Ce photon est **équivalent à une radiation**, visible sous la forme d’une raie lumineuse, dont la longueur d’onde, λ, vérifie la relation suivante :    |ΔE| : Valeur absolue de la différence d'énergie entre les deux niveaux en joules (J)  c : Célérité de la lumière dans le vide ou l’air en m.s-1  h : Constante de Planck 6,63x10-34 m².kg.s-1  λ : Longueur d'onde en m  ν : Fréquence de l’onde en Hz |

**Doc. 3 : Les niveaux d’énergie de l’atome d’hydrogène**



La valeur des niveaux d'énergie est donnée en électron-volt (eV)

**1 eV = 1,60x10-19 J**

**CONSIGNES DONNÉES À L’ÉLÈVE**

**Questions préliminaires**

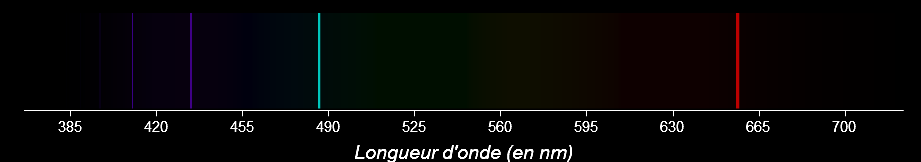
On souhaite étudier la radiation émise par un électron de l’atome d’hydrogène qui passe du niveau d’énergie n = 1 au niveau n = 0.

1. Calculer l’énergie du photon émis par l’atome d’hydrogène, , quand l’électron passe du niveau d’énergie n = 1 au niveau d’énergie n = 0.
2. En déduire la longueur d’onde, λ, de la radiation équivalente puis la fréquence, ν.
3. À quelle gamme de rayonnements appartient cette radiation ?

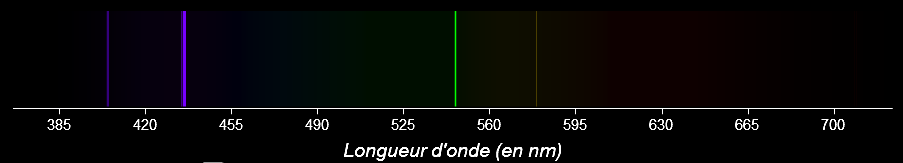
**Problème**

En vous aidant de la feuille de calcul disponible dans le dossier partagé de la classe, identifier parmi les trois spectres ci-dessous celui de l’atome d’hydrogène.

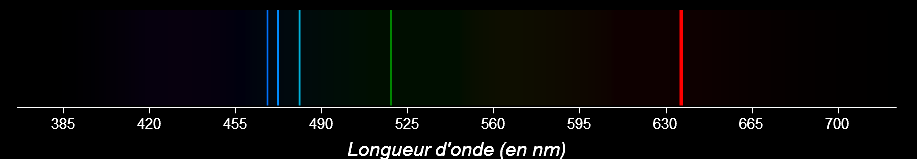
**Spectre n°1**



**Spectre n°2**



**Spectre n°3**



*Spectres obtenus à partir de* [*http://www.ostralo.net/3\_animations/swf/spectres.swf*](http://www.ostralo.net/3_animations/swf/spectres.swf)

**Activité de programmation**

Ouvrir le fichier « *Calcul\_longueur\_onde.py* ». Ce dernier doit permettre de calculer rapidement les longueurs d’ondes des radiations émises par l’atome d’hydrogène.

Cette activité a pour but de comprendre les instructions proposées puis de les compléter afin de permettre le calcul attendu.

1. Compléter les lignes *« 1 »* et *« 2 »* du programme avec les valeurs attendues.
2. Que représente la liste *« niveaux\_H »* définie à la ligne *« 4 »* ?
3. Compléter la liste avec les valeurs attendues.
4. Quelle est la fonction de la ligne *« 10- for j in range ( k+1 , len(niveaux\_H)) : »* ? Justifier en particulier pourquoi la boucle commence à la valeur *« k+1 »*.
5. Quelle valeur la ligne *« 11 »* permet-elle de calculer ? Compléter les instructions afin de permettre le calcul de la valeur attendue.
6. Quelle valeur la ligne *« 12 »* permet-elle de calculer ? Compléter les instructions afin de permettre le calcul de la valeur attendue.
7. Tester votre programme et apporter les éventuelles corrections nécessaires.

**REPERES POUR LE PROFESSEUR**

**Questions préliminaires**

1. Energie du photon émis par l’atome d’hydrogène, , quand l’électron passe du niveau d’énergie n = 1 au niveau d’énergie n = 0 : ,

Soit en joules :

1. On en déduit la longueur d’onde, λ, de la radiation équivalente : λ =

λ = 1,22×10-7 m = 122 nm

Soit une fréquence, ν =

1. D’après le document 1, cette radiation appartient à la gamme de rayonnements des ultraviolets, il s’agit de V-UV.

**Problème**

En complétant le tableur et compte tenu des valeurs des longueurs d’onde obtenues pour les transitions vers le niveau d’énergie n=1, il est alors possible d’identifier le spectre n°1 comme étant celui de l’hydrogène.

**Activité de programmation**

1. *Il faut reporter sur les lignes 1 et 2 du programme les valeurs des constantes h et c.*
2. La liste *« niveaux\_H »* définie à la ligne 4 correspond aux valeurs des différents niveaux d’énergie de l’atome d’hydrogène en eV.
3. *Liste à compléter avec les valeurs attendues en utilisant bien le point comme séparateur décimal.*
4. La ligne 10 est une boucle qui permet de parcourir tous les niveaux supérieurs au niveau k, c’est pourquoi la boucle commence à la valeur *« k+1 »*.
5. La ligne 11 permet de calculer la différence d’énergie .

Instruction à saisir : *« Delta\_E = niveaux\_H[j] - niveaux\_H[k] »*

1. La ligne 12 permet de calculer la longueur d’onde en m, il faudra donc veiller à bien faire la conversion des eV en J pour la valeur de la différence d’énergie.

Instruction à saisir : *« Long\_onde\_m = h\*c/(Delta\_E\*eV) »*

1. *L’exécution du programme permet d’obtenir des valeurs de longueurs d’onde identiques à celles obtenues grâce au tableur. On pourra éventuellement comparer les deux outils de programmation.*