

DESCRIPTIF DE SUJET DESTINE AU PROFESSEUR

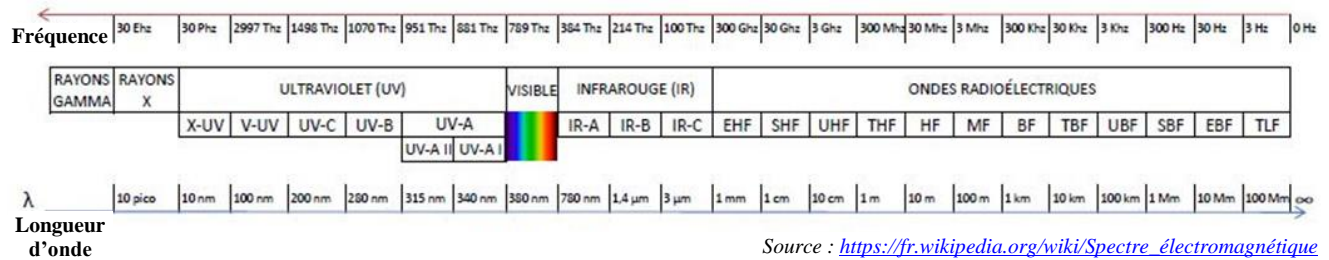
	1^{ère} spécialité Physique – Chimie
Notions et contenus	<p>2- <u>La lumière : images et couleurs, modèles ondulatoire et particulaire</u> <u>B- Modèles ondulatoire et particulaire de la lumière</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Le photon. Energie d'un photon. – Description qualitative de l'interaction lumière-matière : absorption et émission. – Quantification des niveaux d'énergie des atomes
Capacités exigibles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utiliser l'expression donnant l'énergie d'un photon. ▪ Exploiter un diagramme de niveaux d'énergie en utilisant les relations $\lambda = c / \nu$ et $\Delta E = h\nu$. ▪ 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	<p><u>2^{nde} – Ondes et signaux</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – 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	<p>Activité développant les capacités numériques (Utilisation d'un langage de programmation)</p>
Description succincte	Utilisation d'un tableur puis d'un script Python pour identifier le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène
Compétences travaillées	<p>Analyser/Raisonner Réaliser Valider</p>
Mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Place dans la progression de la séquence et/ou de l'année</u> : Activité pouvant être envisagée comme une activité de découverte • <u>Cadre de mise en œuvre de l'activité</u> : 1 Séance de TP de 2h.
Source(s)	<p>Gammes de rayonnement : https://fr.wikipedia.org/wiki/Spectre_électromagnétique Spectres obtenus à partir de http://www.ostralo.net/3_animations/swf/spectres.swf</p>
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



Doc. 2 : L'émission de lumière par un atome

Un atome est constitué d'un noyau entouré d'électrons. Au début du XX^{ème} 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 :

$$|\Delta E| = \frac{hc}{\lambda} = h\nu$$

$|\Delta E|$: 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 $6,63 \times 10^{-34} m^2.kg.s^{-1}$

λ : Longueur d'onde en m

ν : Fréquence de l'onde en Hz

Illustration n°1

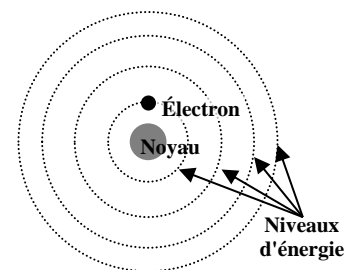
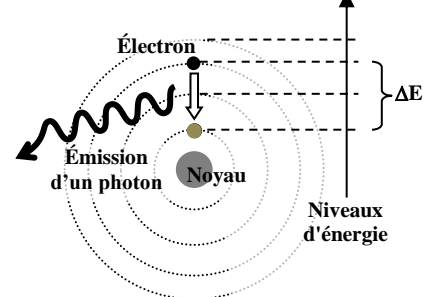
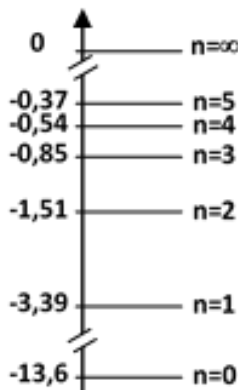


Illustration n°2



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

Niveaux d'énergie



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

$$1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$$

CONSIGNES DONNÉES À L'ÉLÈVE

Questions préliminaires

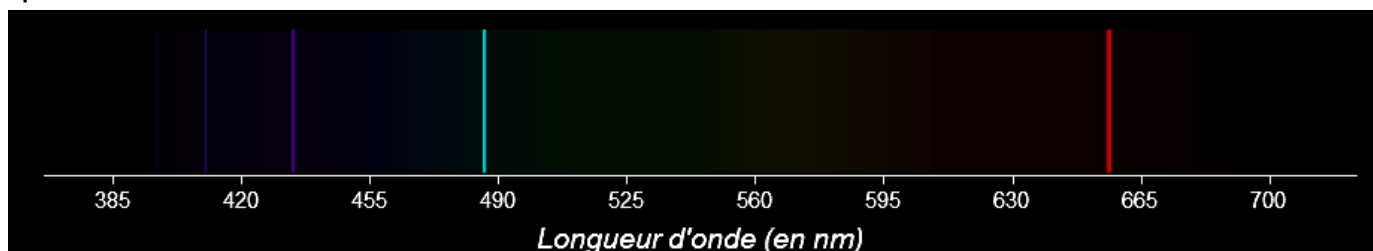
On souhaite étudier la radiation émise par un électron de l'atome d'hydrogène qui passe du niveau d'énergie $n = 1$ au niveau $n = 0$.

- 1- Calculer l'énergie du photon émis par l'atome d'hydrogène, ΔE , 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 ?

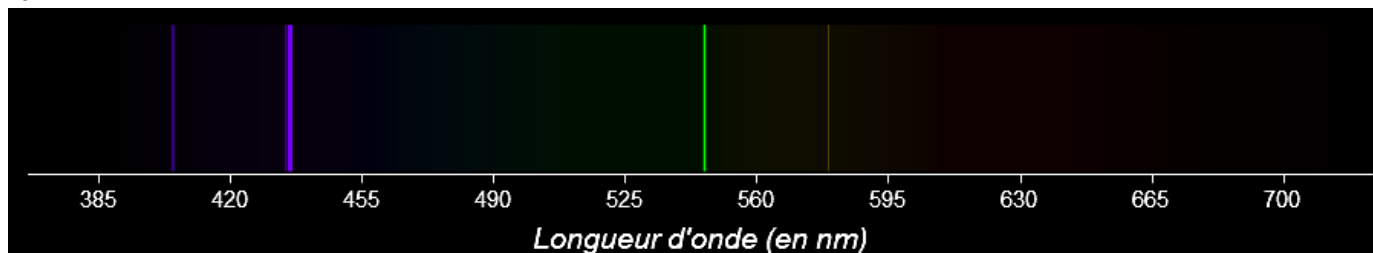
Problème

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.

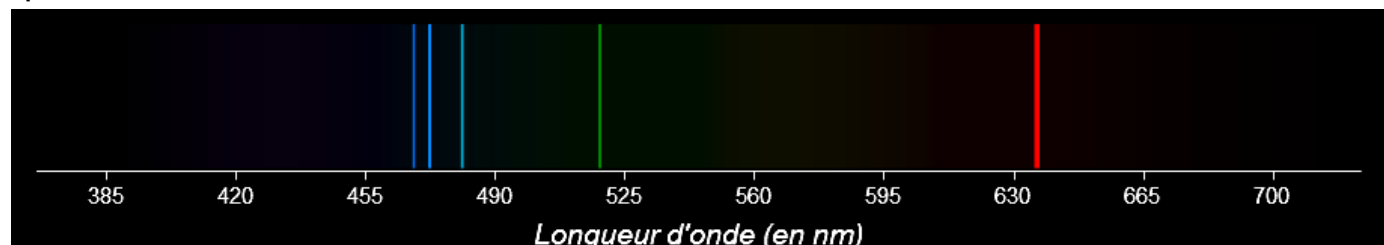
Spectre n° 1



Spectre n° 2



Spectre n° 3



Spectres obtenus à partir de http://www.ostralo.net/3_animations/swf/spectres.swf

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.

Questions préliminaires

- 1- Energie du photon émis par l'atome d'hydrogène, ΔE , quand l'électron passe du niveau d'énergie $n = 1$ au niveau d'énergie $n = 0$: $\Delta E = E_1 - E_0 = -3,39 - (-13,6) = 10,21 \text{ eV}$
Soit en joules : $\Delta E = 1,63 \times 10^{-18} \text{ J}$
- 2- On en déduit la longueur d'onde, λ , de la radiation équivalente : $\lambda = \frac{h \times c}{\Delta E} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,0 \times 10^8}{1,63 \times 10^{-18}}$
 $\lambda = 1,22 \times 10^{-7} \text{ m} = 122 \text{ nm}$
Soit une fréquence, $\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,0 \times 10^8}{1,22 \times 10^{-7}} = 2,46 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- 3- 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 ΔE .
Instruction à saisir : « `Delta_E = niveaux_H[j] - niveaux_H[k]` »
- 6- 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)` »
- 7- 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.