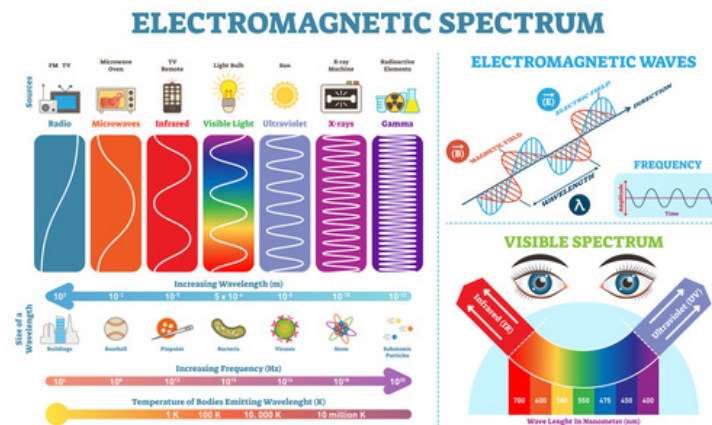

Chapitre 1

Exercices : autour des spectres d'émission et d'absorption



données numériques pour l'ensemble des exercices

- Constante de Planck : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
- Célérité de la lumière : $3,00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- Constante d'Avogadro : $N = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
 - 1 eV correspond à $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Exercice 1 : flux de photons

Entrons dans une pièce, et allumons la lumière. Supposons par exemple que l'ampoule émette 25 J de lumière jaune ($\lambda = 580 \text{ nm}$) en 1 s.

- 1) Quelle est l'énergie d'un photon de lumière jaune ?
- 2) Combien de photons la lampe émet-elle par seconde ?

Exercice 2 : à propos de la série de Balmer du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène

Considérant que le domaine visible du spectre électromagnétique s'étend de 400 à 800 nm, combien de raies de la série de BALMER appartiennent au domaine visible ? Quelles sont leurs couleurs respectives ? (On rappelle que la série de BALMER concerne des transitions vers le niveau $n = 2$).

Exercice 3 : niveau d'énergie dans l'atome d'aluminium

- 1) Ecrire la configuration électronique de l'atome d'aluminium ($Z=13$) dans son état fondamental. Représenter le diagramme d'énergie.

- 2) Quand l'électron externe passe du niveau 4s à son niveau fondamental, une radiation de longueur d'onde 395 nm est émise. Calculer en J, puis en eV, la différence d'énergie entre ces deux niveaux.
- 3) Par passage du niveau 3d au niveau fondamental, une radiation de longueur d'onde 310 nm est émise. Représenter sur un diagramme les niveaux d'énergie des OA 3p, 3d et 4s.

Exercice 4 : la série de Humphreys

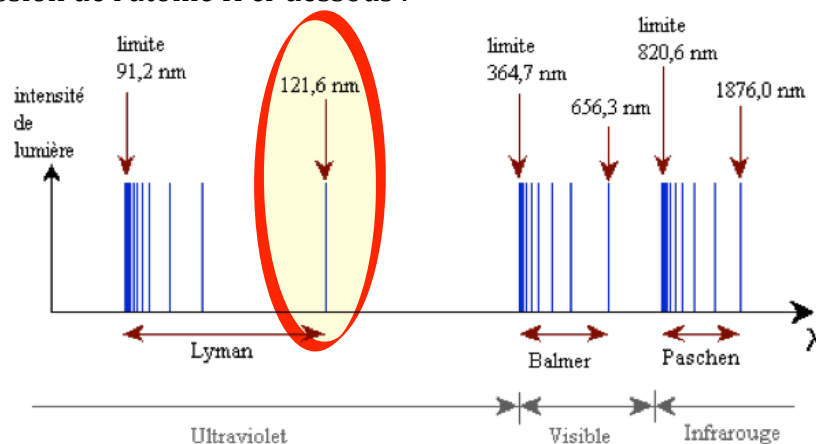
La série de "Humphreys" est un autre groupe de raies du spectre de l'hydrogène atomique, correspondant à la valeur du nombre quantique principal n que nous recherchons ici.

Cette série commence à 12 368 nm.

- 1) Montrer que cela correspond à $n = 6$.
- 2) Vers quelle longueur d'onde limite tendent les longueurs d'onde des différentes radiations émises mettant en jeu un retour vers le niveau = 6 ?

Exercice 5 : identification d'une radiation

- 1) Identifier à quelle transition appartient la radiation entourée sur le spectre d'émission de l'atome H ci-dessous :



- 2) Chaque série qui porte un nom correspond à une désexcitation vers le niveau n . Vérifier que $(\lambda_{\text{limite}})/n^2 = \text{constante}$. Justifier cette observation.

Exercice 6 : spectroscopie d'émission de l'atome d'hydrogène

Des nuages peu denses d'atomes peuvent se trouver dans le milieu interstellaire. L'analyse spectrale de la lumière qui a traversé de tels nuages peut nous renseigner sur leur composition car chaque élément a un spectre d'absorption caractéristique.

Un nuage peu dense d'atomes d'hydrogène est éclairé par un rayonnement UV polychromatique continu, qui renferme toutes les longueurs d'onde dans un intervalle de longueur d'onde $\lambda \in [96 ; 100 \text{ nm}]$.

L'analyse du rayonnement issu de la traversée de ce nuage montre une forte absorption d'une unique longueur d'onde du rayonnement d'origine, alors que le reste de l'intervalle spectral n'a pas subi d'absorption.

- 1) Déterminer quelle longueur d'onde a été absorbée par les atomes d'hydrogène.
- 2) Dans quel niveau d'énergie n se trouvent les atomes d'hydrogène ainsi excités ? Quelle est la dégénérescence de ce niveau, c'est à dire le nombre de triplets (ou états quantiques) $\{n, l, m_l\}$ possibles ?
- 3) Quelles sont les longueurs d'onde des différentes radiations que peuvent émettre ces atomes lorsqu'ils se désexcitent ?

Données :

- Constante de Planck : $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
- Vitesse de la lumière dans le vide : $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- Charge élémentaire : $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Energie d'ionisation de H : $E_I = 13,60 \text{ eV}$
- Niveaux d'énergie de l'atome H : $E(n) = -13,60/n^2 \text{ en eV}$

Exercice 7 : Travaux de Moseley

Lorsqu'un atome est bombardé par un faisceau d'électrons accélérés, il émet des ondes électromagnétiques appelés rayons X. Dans le spectre obtenu, la raie la plus intense est nommée raie $K\alpha$. Cette raie s'observe après l'éjection à l'infini d'un électron de la couche K de l'atome. Cette éjection est aussitôt comblée par le transfert d'un électron de la couche L à la couche K qui s'accompagne de l'émission d'un photon X, émission aussi appelée fluorescence X.

La loi empirique de Moseley établie en 1913 rend compte de la position des raies des raies $K\alpha$ observées dans le spectre de fluorescence X de différents éléments de numéro atomique Z .

Loi empirique de Moseley $\sqrt{1/(\lambda \times 1,07 \cdot 10^7)} = \sqrt{\frac{3}{4}} \cdot (Z-1)$

λ étant exprimée en m

L'analyse d'un objet métallique par fluorescence X révèle la présence d'une raie $K\alpha$ à 228,5 pm.

- 1) A quel nombre quantique est associé la couche K ? La couche L ?
- 2) Déterminer le numéro atomique et le nom de l'élément responsable de cette émission.