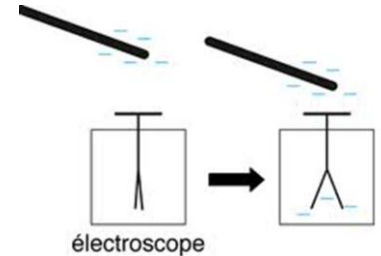


OBJECTIFS :

- Comprendre l'insuffisance du modèle ondulatoire de la lumière
- Découvrir un autre modèle de la lumière et l'utiliser pour expliquer les spectres de raies

I. Remise en cause du modèle ondulatoire de la lumière**1. Effet photoélectrique**

A l'aide d'un bâton d'ébonite frotté, on dépose, sur un électroscope des électrons. Puis on éclaire cet électroscope chargé d'électrons avec différentes sources de lumière : lampe à vapeur de sodium, lampe à vapeur de mercure. On représente sur le schéma ci-contre l'électroscope avant et après le dépôt d'électrons : les 2 tiges métalliques s'écartent car elles sont toutes les 2 chargées négativement et donc se repoussent.



On éclaire l'électroscope chargé à l'aide de deux lampes différentes. On commence avec une lampe à sodium : il ne se passe rien, l'électroscope reste chargé. On l'éclaire cette fois-ci avec une lampe à UV : l'électroscope revient à son état initial.

On refait l'expérience mais en rapprochant les lampes et en augmentant la durée d'éclairage : on observe exactement la même chose que pour la première expérience. Ces paramètres n'ont donc aucune influence sur le résultat de l'expérience.

Avec la lampe à UV, des électrons ont été arrachés à l'électroscope, ils ont donc reçu de l'énergie.

2. Un nouveau modèle pour la lumière

A la fin du XIX^e siècle, certains physiciens introduisent de nouveaux concepts pour expliquer l'effet photoélectrique ainsi aussi les spectres de raies, le profil spectral des corps noirs.....c'est-à-dire des concepts pour expliquer l'interaction rayonnement- matière.

Les paquets d'énergie de Planck

En 1900, Max Planck publie une loi théorique justifiant le profil spectral des corps noirs. Pour cela il introduit dans ses calculs une constante h (appelée depuis constante de Planck) et pose que les échanges d'énergie entre la lumière et la matière ne peuvent se faire que par paquets indivisibles.

Le plus petit paquet d'énergie absorbé ou émis par une radiation de fréquence ν vaut $h\nu$. On l'appellera plus tard « quantum » d'énergie.

Les quanta de lumière d'Einstein

En 1905 Albert Einstein propose un modèle corpusculaire de la lumière : une lumière monochromatique de fréquence ν est constituée de petits grains d'énergie, qu'il appellera photon en 1926, transportant chacun un quantum d'énergie $h\nu$. Cette théorie lui permettra d'expliquer l'effet photoélectrique.

1°> Comment se fait l'échange d'énergie entre la matière et la lumière ?

2°> Comment se nomme le nouveau modèle de la lumière ? pourquoi ?

3°> Expliquer, à l'aide de ce nouveau modèle, l'effet photoélectrique

II. Utilisation du nouveau modèle de la lumière : spectre de raies**1. Spectre de raies de l'atome d'hydrogène**

- Sur le site http://www.ostralo.net/3_animations/swf/spectres_abs_em.swf, **observer** le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène.

4°> En vous aidant du curseur, relever, la valeur des longueurs d'onde des raies appartenant au **domaine du visible**.

2. Diagramme de niveau d'énergie de l'atome d'hydrogène.

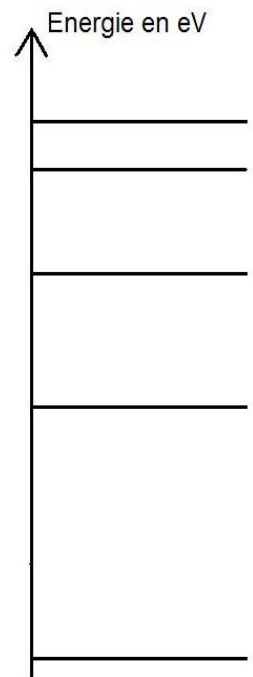
Préliminaire

En 1913, Niels Bohr qui cherche à comprendre la stabilité des atomes, introduit l'idée que l'énergie d'un atome ne peut prendre que certaines valeurs appelées niveaux d'énergie.

Un diagramme de niveau d'énergie (voir ci-contre) permet de représenter les différents niveaux d'énergie possibles pour un atome. Le niveau de plus basse énergie est appelé « **état fondamental** », **c'est l'état le plus stable de l'atome**. Les autres niveaux sont appelés « **état excité** »

Cas de l'atome d'hydrogène

Pour l'atome d'hydrogène on calcule l'énergie du $n^{\text{ième}}$ niveau d'énergie E_n à l'aide de la formule $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ le résultat n'est pas en joules (J) mais en eV (électronvolt) tel que **1,00eV = 1,60.10⁻¹⁹J**



5°> **Calculer** les cinq premiers niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène. **Exprimer E_1** en Joule. Quel est l'intérêt d'utiliser l'électronvolt ?

6°> Quel est l'énergie de l'état fondamental ? justifier.

7°> **Placer** sur le diagramme ci-contre ces cinq niveaux d'énergie.

8°> Pourquoi dit-on que les niveaux d'énergie sont quantifiés ?

3. Passage d'un niveau d'énergie à un autre

Dans une lampe à vapeur d'hydrogène, les atomes sont excités par décharges électriques puis ils retournent (directement ou indirectement) **spontanément** à leur état fondamental. Lorsque l'atome passe d'un état excité d'énergie E_i à un état de plus faible énergie E_f , un photon d'énergie ΔE égale à $h\nu$, où ν est la fréquence du photon en s^{-1} , est émis. Ainsi l'énergie perdue par l'atome au cours de la transition correspond à l'énergie du photon, on peut ainsi écrire : $E_i = \Delta E + E_f$

9°> **Donner** l'expression littérale de la fréquence ν du photon émis lorsque l'atome passe d'un état excité d'énergie E_i à un état de plus faible énergie E_f en fonction de E_i , E_f et h .

10°> Sachant que pour un rayonnement monochromatique on a : $\lambda = \frac{c}{\nu}$ avec c la célérité de la lumière dans le vide, **retrouver** l'expression littérale suivante de la longueur d'onde de ce photon : $\lambda = \frac{hc}{E_i - E_f}$

11°> **Compléter** le tableau suivant (on prendra **$h=6.63.10^{-34}J.s$** et **$c=3.00.10^8m.s^{-1}$**)

Passage (= transition)	du niveau d'énergie E_3 au niveau d'énergie E_2	du niveau d'énergie E_4 au niveau d'énergie E_2	du niveau d'énergie E_2 au niveau d'énergie E_1
λ du photon émis lors de la transition			

12°> **Représenter** ces transitions sur le diagramme par une flèche correctement orientée.

4. Conclure

- 13°>** Associer, si possible, les raies trouvées au II.1. à une des transitions étudiées précédemment.
- 14°>** Pourquoi chaque entité chimique possède un spectre qui lui est propre ?
- 15°>** Pourquoi le spectre de raies d'émission et d'absorption d'un atome ont des raies au mêmes endroit ?
- 16°>** On envoie sur un atome d'hydrogène, **qui se trouve dans son état fondamental**, deux rayonnements de longueur d'onde $\lambda_1 = 130 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 97,5 \text{ nm}$. Ces rayonnements sont-ils absorber par l'atome ? **Indiquer** dans ce cas la transition sur le diagramme d'énergie.