

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Atome et mécanique de newton (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Bac français / 1 ^{ère} et 2 ^{ème} Bac International SM

Les interactions gravitationnelles et électrostatiques

Entre deux masses m_a et m_b existe une force d'interaction gravitationnelle

- toujours attractives;
- de valeur proportionnelle aux masses;
- de valeur inversement proportionnelle au carré de la distance;

$$F = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{r^2}$$

Entre deux charges q_a et q_b existe une force

- attractives ou répulsives;
- de valeur proportionnelle aux charges;
- de valeur inversement proportionnelle au carré de la distance;

$$F = k \cdot \frac{|q_A| \cdot |q_B|}{r^2}$$

Les deux forces sont attractives et sont proportionnelle à l'inverse du carré de la distance $1/r^2$ les deux forces sont qualifiées de Newtoniennes

La mécanique classique et l'atome

Les modèles classiques basés sur la mécanique Newtonienne ne permettent pas d'expliquer certains phénomènes comme

- Discontinuité du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène
- L'effet photoélectrique
-

Quantification des échanges d'énergie (les photons)

Lorsque l'atome est en collision avec une particule, ou lorsqu'elle est en interaction avec un rayonnement lumineux, on a un **échange d'énergie**.

Max Planck a proposé que les ondes électromagnétiques ne peuvent être émis que par des quantités discrètes et discontinues, appelées **quanta**, ainsi que l'énergie échangée entre la matière et l'onde électromagnétique, prend des valeurs discrètes bien définies, on parle d'une **énergie quantifiée**.

Albert Einstein propose après que les quanta sont portés par des particules caractérisées par une **masse nulle, charge neutre et vitesse égale à celle de la lumière c , appelées Photons γ .**

On en déduit donc que chaque onde électromagnétique caractérisée par une fréquence ν et une longueur d'onde λ , est constituée des photons.

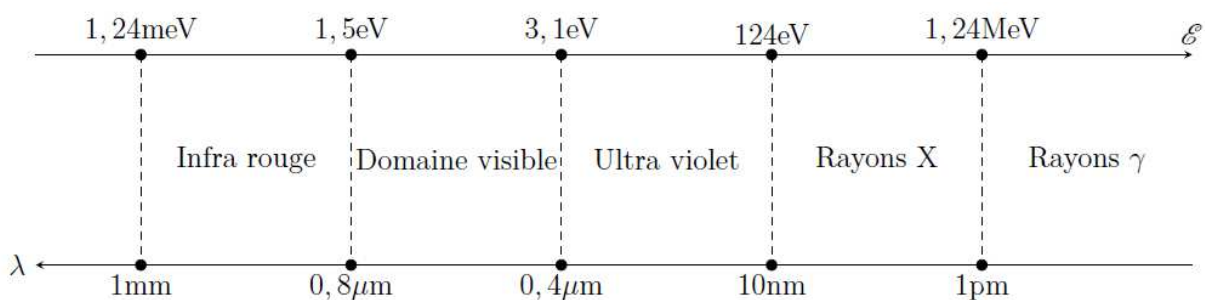
On peut calculer l'énergie portée par un photon associé à une onde électromagnétique de fréquence ν

$$\mathcal{E} = h\nu$$

Où h est la constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

$$\mathcal{E} = \frac{hc}{\lambda}$$

Remarque : D'après ce résultat, on déduit que la lumière est constituée de particules (Photons), donc en plus d'avoir un aspect ondulatoire (diffraction, interférence,...) la lumière a un aspect corpusculaire, on parle donc de la dualité onde-corpusculaire de la lumière.

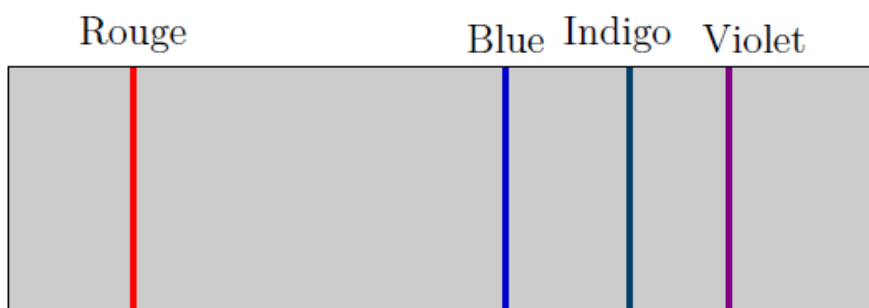


Le spectre d'émission

Spectre d'émission continu : Chaque source lumineuse complexe est constituée d'une infinité des raies spectrales dont les longueurs d'ondes sont voisines, son spectre d'émission est continu.

Spectres de raies d'émission :

L'analyse du spectre d'une lampe d'hydrogène nous donne les raies comme suit

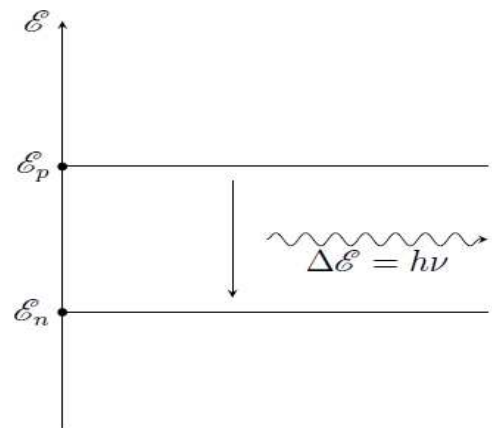
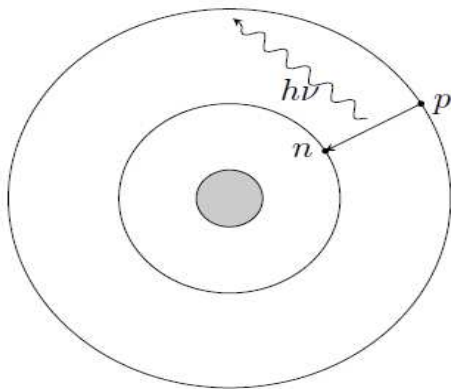


La lumière d'hydrogène produit un spectre de raies, cet spectre contient 4 raies de longueur d'onde différente. L'énergie d'hydrogène ne peut donc prendre que des valeurs discrètes proportionnelle à la longueur d'onde des raies produits.

L'étude approfondie des spectres d'émission par Niels Bohr, lui permet d'annoncer les postulats qui prennent son nom.

Postulats de Bohr

1. Les variations d'énergie d'un atome sont quantifiées.
2. L'atome ne peut exister que dans certains états d'énergies bien définis, caractérisés par un niveau d'énergie.
3. Un photon de fréquence ν est émis lorsque l'atome effectue une transition entre deux niveaux d'énergies E_n et E_p , tel que :
 $E_p - E_n = h\nu$.



Niveau d'énergie des atomes

D'après le deuxième postulat de Bohr, l'énergie des atomes est quantifiée, elle ne prend que des valeurs précises selon le niveau d'énergie, chaque niveau est caractérisé par le nombre n , le nombre quantique, tel que $n \in \mathbb{N}^* = \{1, 2, 3, \dots\}$.

- Si $n = 1$, c'est le niveau d'énergie minimal, autrement c'est le niveau stable et fondamental de l'atome.
- Si $n > 1$, l'atome est dans un état excité, l'énergie devient supérieure en fonction de n , c-à-d : $E_2 < E_3$.
- $n \rightarrow \infty$, alors $E \rightarrow 0$, l'atome est dans un état dit ionisé,
- L'énergie E_n est donnée par :

$$E = -\frac{E_i}{n^2}$$

$E_i = E_1$ est l'énergie d'ionisation

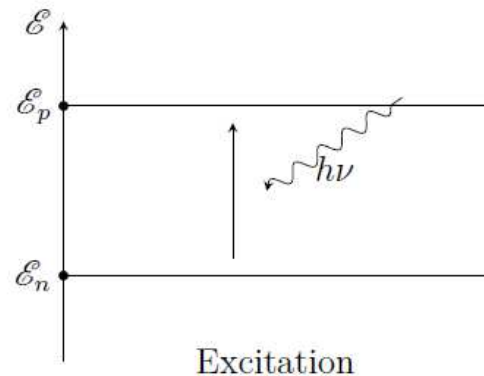
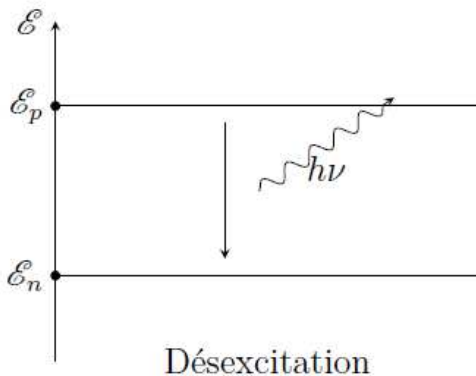
Diagramme énergétique des atomes

Un atome excité peut revenir à son état fondamental, par des transitions accompagnées par une émission des photons.

Une transition du niveau p vers n tel que $p > n$, émet un photon d'énergie

$$\Delta\mathcal{E} = \mathcal{E}_p - \mathcal{E}_n = h\nu = \mathcal{E}_i \left(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

Cette valeur représente aussi l'énergie qu'on doit fournir à l'atome afin d'être excité, passer de la couche n à p



Application 1

Calculer, en joule puis en électronvolt, l'énergie d'un photon associé à la radiation bleue du spectre de l'hydrogène, de longueur d'onde dans le vide égale à 486 nm.

L'énergie d'un photon est : $E = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$.

Correction

Numériquement, en joule :

$$E = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{486 \times 10^{-9}} = 4,09 \times 10^{-19} \text{ J.}$$

$$\text{En électronvolt : } E = \frac{4,09 \times 10^{-19}}{1,60 \times 10^{-19}} = 2,56 \text{ eV.}$$

Application 2

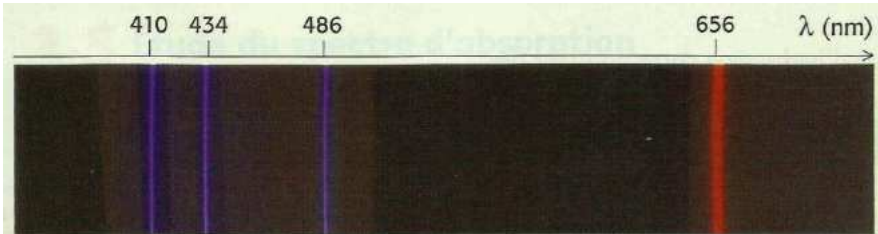
Calculer la longueur d'onde du photon émis lors de la transition, du niveau 3 vers le niveau 2, de l'atome d'hydrogène.

Correction

L'énergie E du photon est égale à $E = E_3 - E_2 = -1,51 - (-3,39) = 1,88 \text{ eV}$;
soit en joule : $E = 1,88 \times 1,60 \times 10^{-19} = 3,01 \times 10^{-19} \text{ J}$.

La longueur d'onde du photon émis se déduit de la relation : $\lambda = \frac{h \cdot c}{E}$.

Numériquement, on trouve $\lambda = 6,60 \times 10^{-7} \text{ m} = 661 \text{ nm}$. Cette radiation appartient au domaine visible, elle correspond à la raie rouge du spectre



Doc. 6 Spectre de raies d'émission de l'atome d'hydrogène.