

### Consigne 3 : travail à réaliser (individuellement)

On utilise les documents [bohr.pdf], [mecanique classique.pdf], [texte de bohr.pdf].

A partir du **troisième postulat** de Bohr et des résultats de la mécanique classique **il s'agit de vérifier**

l'expression de l'énergie de l'électron :  $E = -\frac{2\pi^2 mk^2 e^4}{n^2 h^2}$

**On vérifiera également** les résultats numériques :

$$E = -21,67 \cdot 10^{-19} / n^2 \text{ (en joule)} = -13,6 / n^2 \text{ (en eV)}.$$

avec les **données** suivantes :  $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ;  $r = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$  ;  $k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ SI}$  ;  
 $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  et  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  (célérité de la lumière).

On retrouve donc l'interprétation des spectres de raies avec les transitions électroniques d'un niveau d'énergie à un autre et l'expression de Balmer :  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{n^2} \right)$  avec  $R_H = 1,097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

et formulée par Bohr sous la forme générale :  $\nu = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^3} \left( \frac{1}{\tau_2^2} - \frac{1}{\tau_1^2} \right)$ .

ce qui lui permet de prédire l'existence de raies spectrales non encore observées à l'époque.

**On vérifiera que cela donne**, avec les notations actuelles :  $\frac{1}{\lambda} = \frac{2\pi^2 m k^2 e^4}{c h^3} \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$

**On retrouve par exemple** les longueurs d'onde des raies spectrales observée par Balmer :  
**656,3 nm, 486,1 nm, 434,0 nm et 410,2 nm.**

**Remarques** : dans le texte de Bohr l'expression de l'énergie apparaît sous la forme :

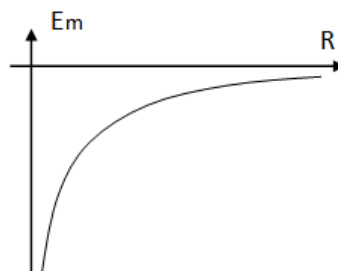
$$W_\tau = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^2 \tau^2}$$

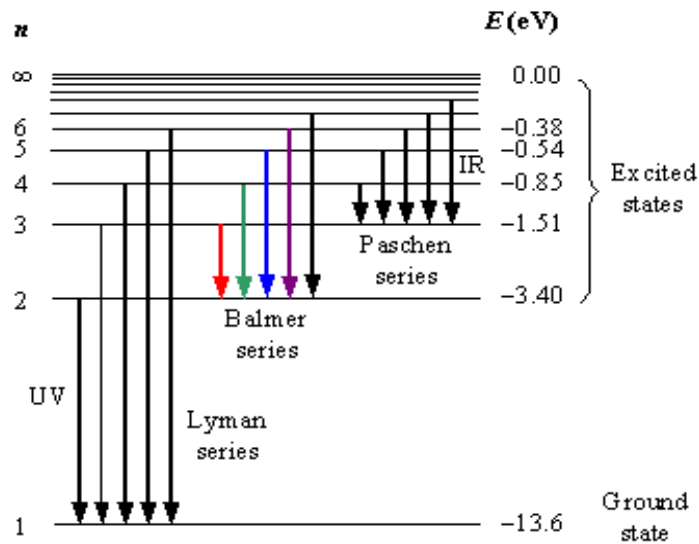
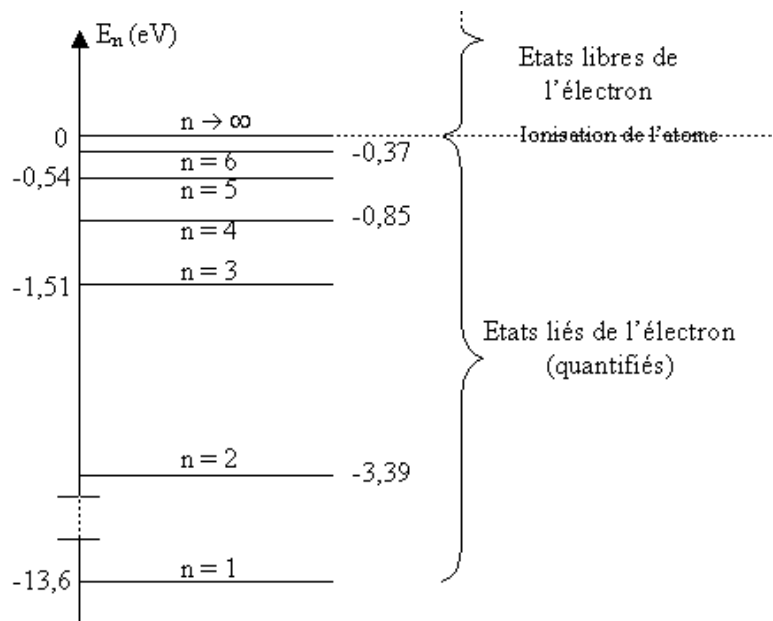
D'une part  $n$  est noté  $\tau$  par Bohr.

D'autre part l'expression de la loi de Coulomb de l'interaction électrostatique entre deux charges  $q_1$  et  $q_2$  s'exprime dans le système d'unité de l'époque (système CGS : centimètre, gramme, seconde) sous la forme  $F = q_1 q_2 / r^2$  donc dans le cas présent  $F = e^2 / r^2$ . Dans le système international actuel l'expression est :  $F = k e^2 / r^2$ . Autrement dit  $e^4$  dans l'expression de Bohr devient  $k^2 e^4$  avec les notations actuelles. Les données numériques de Bohr sont d'ailleurs les suivantes :

$$e = 4,7 \cdot 10^{-10}, \quad \frac{e}{m} = 5,31 \cdot 10^{17}, \quad \text{and} \quad h = 6,5 \cdot 10^{-27}$$

Enfin le signe  $-$  dans l'expression actuelle vient du fait que la valeur 0 de l'énergie correspond à l'électron séparé du noyau avec les conventions actuelles. Donc les valeurs des niveaux d'énergie sont notées négativement.

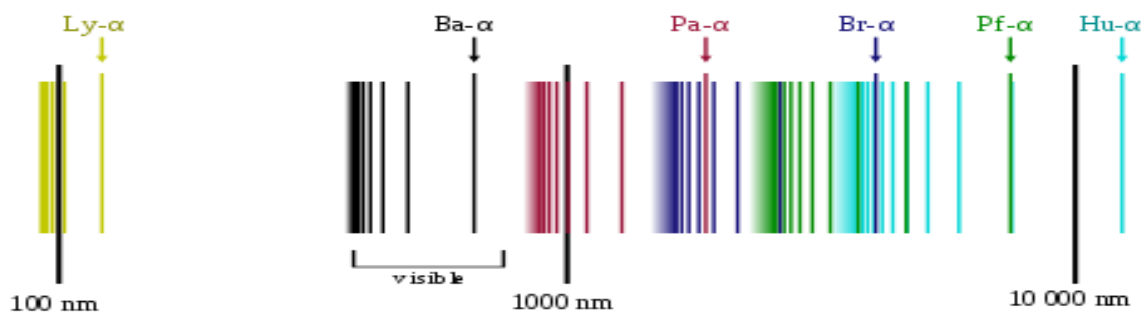




Energy levels of the hydrogen atom with some of the transitions between them that give rise to the spectral lines indicated.

The **Lyman series** involve jumps to or from the ground state ( $n=1$ ); the **Balmer series** (in which all the lines are in the visible region) corresponds to  $n=2$ , the **Paschen series** to  $n=3$ , the **Brackett series** to  $n=4$ , and the **Pfund series** to  $n=5$ .

[http://www.daviddarling.info/encyclopedia/H/hydrogen\\_spectrum.html](http://www.daviddarling.info/encyclopedia/H/hydrogen_spectrum.html)



[https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen\\_spectral\\_series](https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_spectral_series)