

## Examen de Physique Atomique

### Question 1 :

1. Le modèle de Dalton, était modifié grâce aux travaux de Joseph Thomson, dites comment ?
2. Ernest Rutherford (1871 - 1937) déduit de sa célèbre expérience son modèle planétaire de l'atome, Décrire cette expérience.
3. La découverte de Rutherford pose cependant problème selon les lois de la physique classique. Citer ce problème, et quelle est la solution proposée par Bohr.
4. Quelle est la modification (classique) introduite sur la théorie de Bohr pour améliorer sa précision.
5. Quelle est la différence entre le spectre d'émission d'un corps noir et celui de l'atome d'hydrogène.
6. Malgré sa brillance, le soleil peut être considéré comme corps noir, expliquer comment.
7. Décrire le phénomène de l'effet de Compton.
8. Comment Compton a interprété cet effet.
9. Quelles sont les différences entre l'effet de Compton et l'effet photoélectrique.

### Question 2:

Dans une expérience Compton on utilise un faisceau homogène de rayons  $X$  de longueur d'onde  $\lambda = 0.09 \text{ \AA}$  et on recueille les photons diffusés dans une direction faisant un angle  $\theta$  avec la direction incidente, la vitesse de l'électron de recul est telle que  $\frac{v}{c} = \frac{7}{36}$

- 1) Ecrire les lois de conservation.
- 2) On demande de calculer :
  - La longueur d'onde de photon diffuse.
  - L'angle  $\theta$  de diffusion.
- 3) Si  $T$  est l'énergie cinétique de l'électron de recul, a quelle tension faut-il soumettre cet électron pour qu'il acquiert cette énergie ?

On donne  $m_{oe}c^2 = 0.511\text{MeV}$  ,  $m_{oe} = 9.1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$

# Corrigé type

## Question 1 :

1. Le modèle de Dalton, était modifié grâce aux travaux de Joseph Thomson, dites comment ?

L'atome selon Dalton est une sphère simple, indivisible et électriquement neutre, Thomson, après sa découverte des particules (électrons) chargés électriquement beaucoup plus petits que l'atome proposé par Dalton, présente alors son modèle globulaire de l'atome qui considère l'atome comme une boule chargée d'électricité positive à l'intérieur de laquelle gravitent des électrons, la charge de tous les électrons est égale et opposée à la charge totale d'électricité positive de façon à ce que l'atome soit électriquement neutre.

2. Ernest Rutherford (1871 - 1937) déduit de sa célèbre expérience son modèle planétaire de l'atome, Décrire cette expérience.

Dans cette expérience, en envoyant des particules alpha ( $\alpha$ ) sur des feuilles d'or très fines. A travers cette expérience Rutherford constate que la majorité des particules alpha traversent les feuilles sans modification de direction, cependant il remarque qu'une particule sur 100000 est déviée à plus de  $90^\circ$ .

3. La découverte de Rutherford pose cependant problème selon les lois de la physique classique. Citer ce problème, et quelle est la solution proposée par Bohr.

Le modèle planétaire de Rutherford est de nature instable, car l'électron chargé négativement tourne autour de son noyau, il va perdre donc de l'énergie, et à chaque tour il va se rapprocher du noyau, et en fin va tomber sur le noyau, l'atome de Rutherford est donc instable. Bohr fit l'hypothèse que l'atome n'émet de l'énergie que lorsque l'électron initialement sur une orbite stable permise  $E_j$  passe sur une autre orbite  $E_i$  plus faible.

4. Quelle est la modification (classique) introduite sur la théorie de Bohr pour améliorer sa précision.

Bohr a considéré que la masse du noyau est finie, le mouvement du système électron-noyau distants de  $r$  équivalent à celui d'une particule de masse réduite  $\mu$  orbitant à une distance  $r$  autour du centre de masse  $G$

5. Quelle est la différence entre le spectre d'émission d'un corps noir et celui de l'atome d'hydrogène.

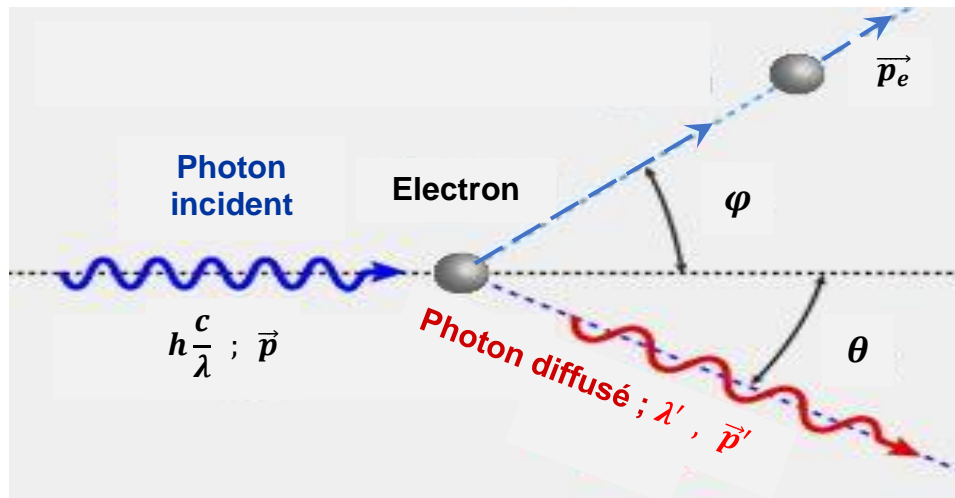
Le spectre d'émission d'un corps noir est continu, tandis que celui de l'atome d'hydrogène est discret.

6. Malgré sa brillance, le soleil peut être considéré comme corps noir, expliquer comment.

Le rayonnement du soleil est similaire à celui d'un corps noir à une température  $T \sim 6000\text{K}$ .

## Question 2:

- Les lois de conservation.



$$h \frac{c}{\lambda} + m_0 c^2 = h \frac{c}{\lambda'} + E_e \quad (1)$$

$$\vec{p}_{ph} + \vec{0} = \vec{p}'_{ph} + \vec{p}_e \quad (2)$$

- La longueur d'onde du photon diffusé.

De l'eq. (1)

$$h \frac{c}{\lambda'} = h \frac{c}{\lambda} + m_0 c^2 - E_e$$

$$E_e = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{7}{36}\right)^2}} = \frac{0,511}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = 0,521 \text{ MeV}$$

$$\frac{1}{\lambda'} = \frac{1}{\lambda} + \frac{m_0 c^2 - E_e}{hc} = \frac{1}{0,09 \cdot 10^{-10}} + \frac{(0,511 - 0,521) \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}$$

$$\frac{1}{\lambda'} = 102,9 \cdot 10^9 \Rightarrow \lambda' = 9,71 \cdot 10^{-12} \Rightarrow \lambda' = 0,0971 \text{ \AA}$$

- L'angle  $\theta$  de diffusion

On utilise l'équation de Compton

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta) \Rightarrow \cos \theta = 1 - \frac{m_0 c}{h} (\lambda' - \lambda) \Rightarrow$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ 1 - \frac{m_0 c}{h} (\lambda' - \lambda) \right\}$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ 1 - \frac{0,511 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} (0,0971 - 0,09) \cdot 10^{-10} \right\}$$

$$\theta = \cos^{-1}(0,708) \Rightarrow \theta = 44,9^\circ$$

- Si  $T$  est l'énergie cinétique de l'électron de recul, à quelle tension faut-il soumettre cet électron pour qu'il acquiert cette énergie ?

La tension nécessaire est

$$eV = T \Rightarrow V = \frac{T}{e} = \frac{mc^2 - m_0c^2}{e} = \frac{(0,511 - 0,521)MeV}{e} = 0,01MV$$

$$\mathbf{V = 0,01 \cdot 10^6V = 10000 Volts}$$