

**Cours de
Physique
Atomique**

Par

Pr. D. KHALIL

CHAPITRE 1 :

Electrons – Photons – Atomes (Quelques Rappels)

1-1- Nature atomique de la matière:

*/ 1962: Découverte expérimentale des lois des Gaz.

*/ 1738: Interprétation de ces lois par Bernouli en terme d'un modèle cinétique.

*/ 19^{ème} Siècle: Développement de la théorie cinétique des Gaz.

*/ 1811: Avogadro distingue les atomes des molécules.

*/ 1865: Première estimation du nombre d'Avogadro: $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mole}^{-1}$.

1-2- Electron:

*/ 1833: Faraday découvre les lois de l'électrolyse. Détermination de la constante de Faraday $F=9,64846 \cdot 10^4$ C/mole.

*/ 1874: Stoney obtient l'unité naturel de l'électricité: $e=F/N_A$ à laquelle il donne le nom 'Electron'.

*/ 1897: Thomson détermine le rapport $|e|/m$ dans les expériences des rayons cathodique: $|e|/m=1,75880 \cdot 10^{11}$ C/Kg.

*/ 1909: R. M. Millikan détermine la charge d'un électron. Il obtient pour la valeur de cette charge: $e=1,60219 \cdot 10^{-19}$ C.

1-3- Radiation du corps noir:

*/ 1874: Stefan montre que la puissance émise par unité de surface (R) par un corps à la température absolue T peut être représenté par:

$$R = E \sigma T^4$$

où, $E \leq 1$: Emissivité (varie avec la nature de la surface).

$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$: Constante de Stefan.

*/ Absorptivité (A) d'une surface est définie comme étant la fraction de l'énergie de radiation incidente absorbée par unité de surface.

Un corps noir est un corps dont la surface possède une absorptivité $A=1$, c'est-à-dire un corps qui absorbe toute l'énergie de Radiation incidente.

A l'équilibre thermique: $A=E$, pour toute longueur d'onde de la radiation, donc pour un corps noir $E=A=1$; la loi de Stefan s'écrit:

$$R = \sigma T^4$$

1-4- L'Effet Photoélectrique:

*/ 1887: Expérience de H. Hertz.

*/ 1900: Expérience de P. Lenard.

*/ 1905: Einsteine fait l'Hypothèse des quanta de lumière ou photons, d'énergie $h\nu$.

L'équation d'Einstein pour l'effet photo-électrique s'écrit:

$$\frac{1}{2} m V_{\max}^2 = h\nu - W$$

Où: m : masse de l'électron.

V_{\max} : Vitesse maximale des électrons éjectés.

W : fonction de travail

La fréquence de seuil ν_t est telle que: $V_{\max}=0$
et donc: $W = h \nu_t$

Le potentiel d'arrêt V_0 est donné par:

$$eV_0 = \frac{1}{2} m V_{\max}^2$$

Et donc:

$$eV_0 = h\nu - W$$

Cette relation de l'effet photo-électrique est vérifiée expérimentalement par Millikan.

1-5- Les rayons X et l'effet Compton:

*/ 1895: Découverte des Rayons X.

*/ 1909: Etude de la diffusion de rayon X par différentes substances, et interprète ces résultats à l'aide de la théorie classique (diffusion de Thomson).

*/ 1912: Mesure des longueurs d'ondes des rayons X en utilisant la diffraction des rayons X par des cristaux (Spéctromètre à Cristal).

*/ 1923: A. H. Compton irradie une cible de graphite avec un faisceau quasi-monochromatique de rayon X, de longueur d'onde λ_0 . Il mesure ensuite l'intensité de la radiation diffusée en fonction de la longueur d'onde. Il mesure l'intensité de la radiation diffusée en fonction de la longueur d'onde.

Ces résultats, montrent qu'une partie de la radiation diffusée possède la même longueur d'onde λ_0 que la radiation incidente, mais qu'il existe également une seconde composante de la radiation diffusée, de longueur λ_1 , telle que: $\lambda_1 > \lambda_0$.

L'existence de cette seconde composante de longueur d'onde plus grande que la radiation incidente, ne peut être expliquée par le modèle classique de Thomson, et ce phénomène est appelé: **L'effet Compton**.

Le déplacement de longueur : $\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_0$, proportionnel à $\sin^2(\theta/2)$, θ : angle de diffusion de la radiation.

$\Delta\lambda = 2\lambda_c \sin^2(\theta/2)$: Déplacement de Compton.
Où, $\lambda_c = h/mc$: longueur d'onde de Compton.

$2\lambda_c = 0,04852 \cdot 10^{-10}$ m en excellent accord avec l'expérience.

1-6- Découverte du noyau:

*/ 1911: Modèle planétaire de Rutherford. Pratiquement toute la masse de l'atome est concentrée dans le noyau de l'atome.

*/ Dimension du noyau ($\sim 10^{-14}$ m) par rapport aux dimensions de l'atome ($\sim 10^{-10}$ m).

En traitant le noyau comme une charge ponctuelle, Rutherford obtient à l'aide de la mécanique classique la section efficace de diffusion coulombienne de deux particules A et B de charge $Z_A e$ et $Z_b e$.

*/ Difficultés du modèle planétaire de Rutherford qui conduit à un atome instable et ne peut expliquer l'existence de raie spectrale atomique.

1-7- Spectre atomique :

*/ Découverte de régularités dans les spectres de raies atomiques: J. Balmer, J. Rydberg, ...

*/ 1913/ Modèle de Bohr des atomes hydrogénoïde, quantification des niveaux d'énergies.

1-8- Expérience de Stern et Gerlach

L'expérience réalisée confirme l'incapacité de la mécanique classique à décrire les phénomènes atomique et la nécessité d'une théorie quantique suggéré par le modèle de Bohr.

1-9- L'hypothèse de Broglie et la genèse de la mécanique quantique:

*/ 1924: Broglie fait l'hypothèse que les particules matérielles, en plus de leurs propriétés corpusculaire, possèdent également des caractéristiques ondulatoires.

L'énergie d'un photon est donnée par: $E=h\nu$ où ν est la fréquence.

Son impulsion est donnée par : $p=h\nu/c=h/\lambda$ où λ est la longueur d'onde.

*/ Pour des particules matérielles libres, Broglie suppose que l'onde associée a également la fréquence $\nu=E/h$ et la longueur d'onde $\lambda=h/p$.

*/ 1927: Expérience de Davisson: la diffraction d'électrons par des cristaux met en évidence les propriétés ondulatoires des particules matérielles, prédite par Broglies