

Les origines de la mécanique quantique

Faculté des Sciences – Département de physique

Alain Buisseret , Julien Englebert

Introduction

Le but de ce projet est de vulgariser certains aspects cette branche relativement récente de la physique qu'est la mécanique quantique. Nous voulons expliquer ses origines à travers quelques résultats expérimentaux qui ont montré les limites de la théorie dite « classique » (à savoir la mécanique de Newton et la théorie électromagnétique de Maxwell).

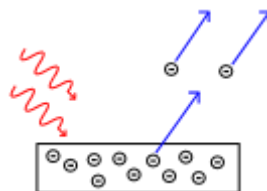
Il y a un peu plus d'un siècle, un physicien allemand du nom de Max Planck introduisit la *théorie des quanta*. Il posa l'hypothèse que l'énergie électromagnétique était constituée de « paquets » (quanta) qu'on appellera plus tard les *photons*. Il fit cela par nécessité. En effet, monsieur Planck tentait de trouver une formule pour calculer l'énergie d'un corps qui émet des rayonnements ; le problème était que cette formule donnait toujours l'infini comme résultat. Or une énergie infinie ne peut pas exister physiquement. Avec l'hypothèse des quanta, Max Planck réussit à trouver une formule qui ne donnait pas l'infini et qui était, de plus, cohérente avec les résultats expérimentaux ! C'est ainsi que naquit la mécanique quantique.

L'effet photoélectrique

L'effet photoélectrique a été découvert par Henri Becquerel en 1839. Il s'agit d'un phénomène physique de transformation de l'énergie lumineuse en énergie électrique. En 1922, Albert Einstein reçut le prix Nobel pour avoir découvert la loi de l'effet photoélectrique ; cette loi dit que lorsqu'un métal subit un rayonnement électromagnétique (i.e. de la lumière), l'énergie du courant électrique qui en résulte est proportionnelle à l'énergie du rayonnement de laquelle on a soustrait le travail d'extraction des électrons. Concrètement, lorsque de la lumière atteint un métal, les électrons prisonniers de ce métal parviennent à se libérer et à se déplacer pourvu que la lumière leur donne suffisamment d'énergie. Mathématiquement, on exprime cette loi par l'équation :

$$K_{\max} = h\nu - \phi$$

Cette équation signifie que l'énergie cinétique maximale K_{\max} d'un électron lors de ce phénomène est égale à l'énergie $h\nu$ du photon (h étant la constante de Planck et ν la fréquence du rayonnement) qui l'a percuté moins l'énergie qui a servi à libérer cet électron.



La dualité onde-corpuscule

La lumière, depuis la théorie électromagnétique de Maxwell, longtemps été considéré comme une onde. Cependant, la loi de l'effet photoélectrique découverte par Einstein ne peut être interprétée correctement que si l'on considère la lumière comme étant composée de particules, les photons. En effet, imaginons un électron prisonnier d'un métal. Si la lumière qu'on lui envoie n'est pas assez énergétique, il suffirait d'attendre pour que l'électron emmagasine l'énergie nécessaire à se libérer. Or ce n'est pas ce qu'on observe expérimentalement. En considérant la lumière comme étant composée de photons, on peut comprendre de façon intuitive qu'à chaque fois qu'un photon entre en collision avec un électron, il a deux cas de figures :

- Si l'énergie du photon est insuffisante pour libérer l'électron, ce dernier absorbe et réémet le photon.
- Dans le cas contraire, l'électron est libéré et acquiert éventuellement une énergie cinétique (une vitesse) si l'énergie du photon est plus élevée que le travail d'extraction.

Notre expérience

Grâce à l'hypothèse des quanta, Planck a bien trouvé une formule qui fonctionne mais il n'a pas déterminé la valeur numérique de sa constante. Pour connaître h , il faut la déterminer de façon expérimentale. C'est ici qu'intervient l'effet photoélectrique. Nous allons nous servir de la loi trouvée par Einstein afin de mesurer la constante de Planck.

Bibliographie

"The Nobel Prize in Physics 1921". Nobelprize.org. Nobel Media AB 2013. Web. 8 Mar 2014.
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1921/

Millikan, R. (1914). "A Direct Determination of "h"". Physical Review 4 (1): 73–75