

Sujet de stage BAB3 2021-2022 du service de physique biomédicale

Contact : yves.gossuin@umons.ac.be ou quoclam.vuong@umons.ac.be

(1) Etude expérimentale de l'effet Zeeman

Le service a récemment fait l'acquisition d'un dispositif permettant d'étudier l'effet Zeeman. On observe la raie d'émission rouge d'une lampe au Cadmium en l'absence et en présence d'un champ magnétique variable. Alors qu'une seule longueur d'onde est émise en l'absence de champ, trois longueurs d'ondes différentes sont émises en présence d'un champ magnétique, à cause de la levée de dégénérescence des états 1D_2 et 1P_1 du Cadmium, qui sont à l'origine de la raie rouge. Grâce à un interféromètre de Fabry-Pérot, on peut mesurer l'écart en longueur d'onde entre les raies d'émission. En répétant cette mesure pour différents champs magnétiques, on peut déterminer la valeur du magnéton de Bohr électronique.

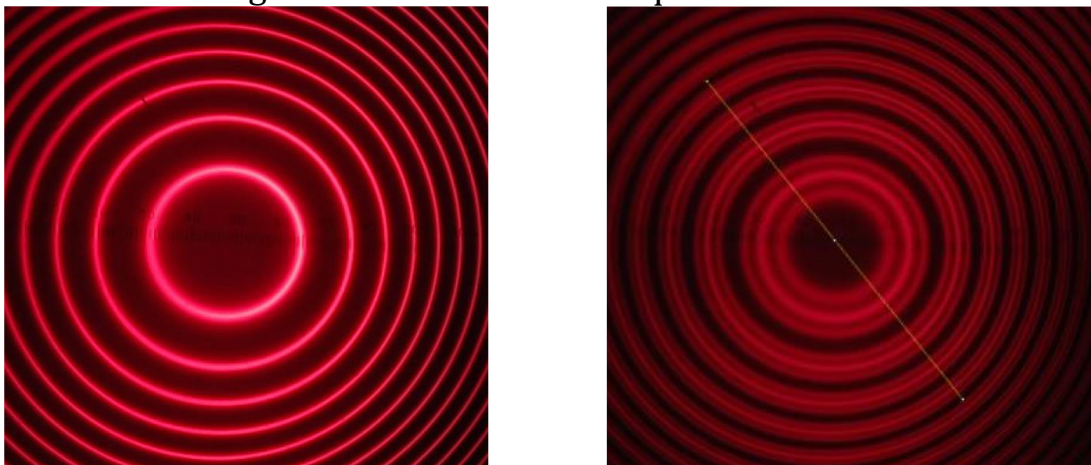
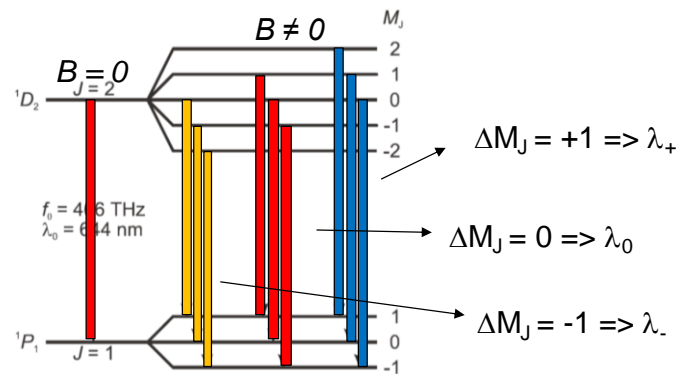


Figure 2: Figures d'interférences en l'absence (gauche) et en présence (droite) du champ magnétique

Le stage consistera à optimiser les paramètres expérimentaux pour que l'expérience puisse être réalisée lors des travaux pratiques du cours de mesures physiques.

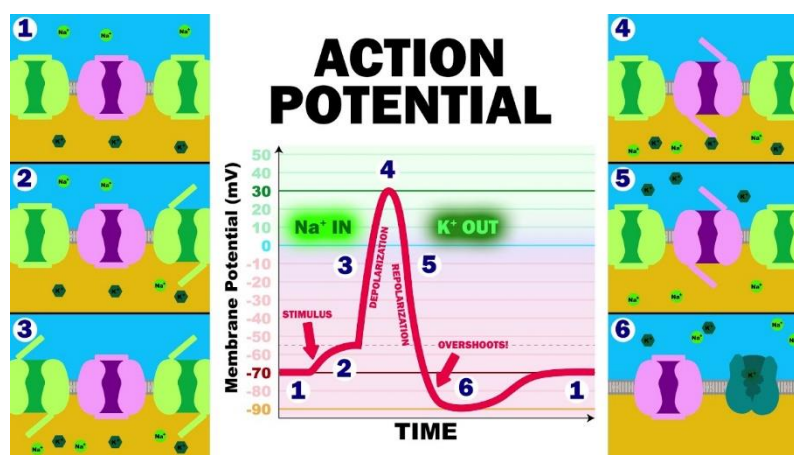
(2) Simulation du potentiel d'action d'un neurone

Les signaux électriques jouent un rôle majeur dans le corps humain notamment dans la communication entre le cerveau et les muscles. Les neurones sont les cellules permettant aux signaux électriques de se propager d'un endroit à un autre du corps via « le potentiel d'action ». Du point de vue de la physique, un neurone peut être modélisé par un circuit RC dont les résistances et capacités dépendent de caractéristiques biologiques – notamment des ions intervenant dans le courant, des perméabilités des membranes cellulaires, du potentiel électrique auquel la cellule est soumise etc.

Dans ce stage, nous proposons à l'étudiant :

- de découvrir le modèle de Hodgkin-Huxley, premier modèle fondateur qui a permis de comprendre la forme du potentiel d'action ainsi que sa propagation. L'étudiant devra comprendre les ingrédients de ce modèle, faire des liens entre la réalité biologique et le modèle physique.
- de « simuler » le potentiel d'action en étudiant l'équation différentielle régissant le potentiel d'action et de résoudre celle-ci par un algorithme numérique de type Runge-Kutta.

En prérequis, il est demandé à l'étudiant de maîtriser le langage Python ainsi que les méthodes numériques de résolution d'équations différentielles. Les notions biologiques de base seront introduites durant le stage et ne constituent donc pas un prérequis.

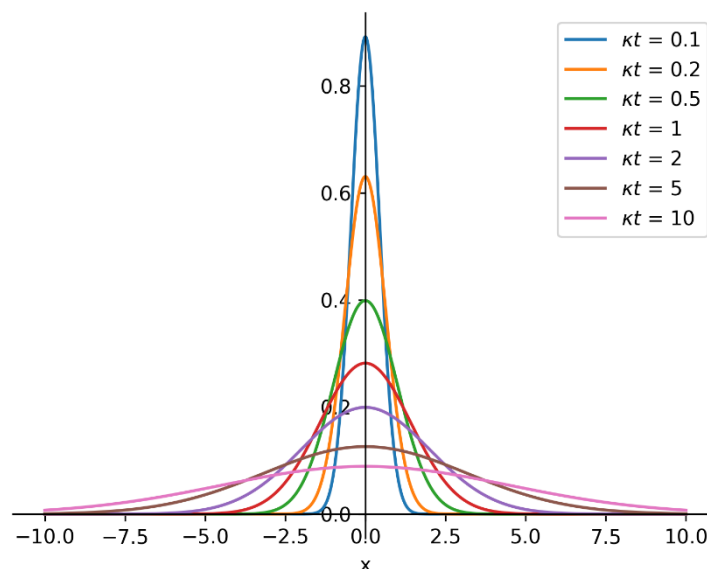


(3) Résolution numérique de l'équation de diffusion avec conditions aux limites

L'équation de diffusion est une équation très connue en physique aux multiples applications (diffusion de la chaleur, diffusion brownienne, mécanique quantique etc.). Des solutions analytiques existent dans certaines conditions mais les méthodes numériques sont nécessaires pour trouver des solutions dans des conditions plus générales.

Dans ce stage, nous proposons d'utiliser la méthode des différences finies combinée avec une méthode de type Runge-Kutta pour résoudre numériquement ce type de problème. La solution obtenue sera comparée aux solutions analytiques existantes.

En prérequis, il est demandé à l'étudiant de maîtriser le langage Python ainsi que les méthodes numériques de résolution d'équations différentielles.



(4) Résolution de l'équation d'onde avec conditions aux bords

L'équation d'onde est une équation fondamentale en physique décrivant des phénomènes aussi variés que le son, les vagues, les vibrations d'une corde, les ondes électromagnétiques ou la fonction d'onde en mécanique quantique. Si une résolution analytique est possible dans les cas « simples », on a recours à une résolution numérique pour les cas plus complexes.

Dans ce stage, nous proposons de résoudre l'équation d'onde avec conditions aux bords à l'aide de la méthode des différences finies. Couplée à une diagonalisation de matrice et à un calcul de vecteurs propres, elle permet d'estimer les fréquences de résonance du problème ainsi que la solution associée.

