

Biréfringence Magnétique du Vide

Rémy Battesti

Laboratoire Nationale des Champ Magnétiques Intenses - Toulouse

La théorie classique de l'électrodynamique, modifiée et développée depuis les années 30 pour prendre en compte les principes quantiques, a fait naître l'électrodynamique quantique. Cette théorie a été testée expérimentalement à maintes reprises avec une précision exceptionnelle. Néanmoins, il reste des phénomènes prédits par cette théorie mais encore jamais observés : ceux issus de l'interaction entre les fluctuations du vide et le photon seul. Ce type d'interaction photon-photon a été décrit par Heisenberg et Euler [1] dans les années 30. Sous l'effet de champs électriques ou magnétiques, le vide se polarise et de nombreux effets non-linéaires sont alors possibles [2]. Parmi les phénomènes attendus mais jamais observés, on trouve l'effet de biréfringence induite dans le vide par un champ magnétique intense (Biréfringence Magnétique du Vide : BMV) aussi appelé effet Cotton-Mouton du vide, en relation avec les travaux effectués au début du XXème siècle par les physiciens Cotton et Mouton dans les gaz. Dans le vide donc l'indice de réfraction n_{\parallel} pour une lumière polarisée parallèlement au champ magnétique \mathbf{B} est différent de l'indice n_{\perp} vu par la lumière polarisée perpendiculairement à \mathbf{B} donnant lieu à une biréfringence Δn_{CM} :

$$\Delta n_{CM} = n_{\parallel} - n_{\perp}, \quad (1)$$

$$= k_{CM} B^2. \quad (2)$$

avec une valeur de k_{CM} de l'ordre de 10^{-24} T^{-2} qui montre la difficulté à observer de tels effets.

Lors de ce séminaire, je présenterai l'expérience basée au Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses de Toulouse capable de générer de très fort champs magnétiques pulsés. Après avoir décrit l'expérience et rappelé brièvement les résultats obtenus avec la première version [3], je décrirai les nombreuses améliorations apportées pour espérer observer cet effet et nous verrons s'il est raisonnable d'envisager ou non l'observation de la BMV dans un avenir proche.

Références

- [1] W. Heisenberg and H. Euler, "Folgerungen aus der diracschen theorie des positrons," *Zeitschrift für Physik*, vol. 98, no. 11, pp. 714–732, 1936. [Online]. Available : <http://dx.doi.org/10.1007/BF01343663>
- [2] R. Battesti and C. Rizzo, "Magnetic and electric properties of a quantum vacuum," *Reports on Progress in Physics*, vol. 76, no. 1, p. 016401, 2013. [Online]. Available : <http://stacks.iop.org/0034-4885/76/i=1/a=016401>
- [3] A. Cadène, P. Berceau, M. Fouché, R. Battesti, and C. Rizzo, "Vacuum magnetic linear birefringence using pulsed fields : status of the bmv experiment," *The European Physical Journal D*, vol. 68, no. 1, p. 16, 2014. [Online]. Available : <http://dx.doi.org/10.1140/epjd/e2013-40725-9>