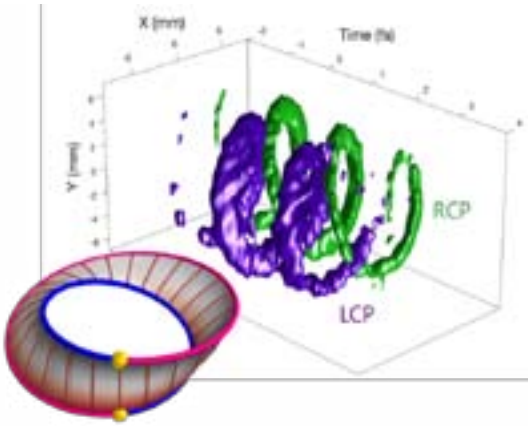
328 - Septembre 2023

BRÈVES DE L'IRAMIS

Comportement des rubans de Möbius de polarisation en optique non linéaire

Thierry Ruchon : tél : 01.69.08/70.10, thierry.ruchon@cea.fr

Le mécanisme extrêmement non linéaire de génération d'harmonique d'ordre élevé dans les gaz (GHOE) est largement utilisé pour produire des impulsions lumineuses attosecondes, de plus en plus recherchées sur des plateformes laser telles qu'ATTOLab au LIDYL. Une collaboration coordonnée par le LIDYL, avec le King's College à Londres (R.-U), et les Universités de Salamanque (Espagne) et de Niterói (Brésil) vient de découvrir une autre fonction à la GHOE : ses propriétés sont parfaitement adaptées pour explorer les lois de l'optique non linéaire pilotée par des faisceaux non conventionnels. Ainsi, la conservation du moment angulaire demi-entier d'un ruban de Möbius de polarisation a été mise en évidence sur une des lignes d'ATTOLab. Le moment angulaire des photons d'un faisceau lumineux se répartit entre un moment angulaire "de spin" (S), associé à la polarisation circulaire d'un faisceau, et un moment angulaire "orbital" (L), associé à des fronts d'onde hélicoïdaux. Leur projection selon l'axe de propagation de la lumière, est restreinte aux multiples entiers de ħ : Sz=±ħ, Lz=ℓħ par photon. Une combinaison de ces deux moments angulaires, définissant un moment "généralisé", peut devenir plus pertinente pour décrire le système. C'est le cas pour une polarisation en ruban de Möbius, formée par la superposition de deux faisceaux portant des moments angulaires de spin et orbitaux. Le moment angulaire généralisé prend alors une valeur demi-entière de ħ. À partir d'un tel faisceau, nous avons piloté un dispositif de GHOE, ne délivrant que les harmoniques impaires d'ordre q du fondamental. En développant l'instrumentation requise, on montre que ces harmoniques portent un moment angulaire généralisé (L+S/2) qħ/2, toujours demi-entier. Ce résultat fondamental, ouvre la porte à une structuration de plus en plus riche des faisceaux lumineux et de leurs applications spectroscopiques.



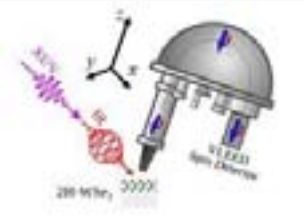
À gauche : topologie d'un ruban de Möbius de polarisation portant un moment angulaire généralisé ½ entier. À droite : structure spatio-temporelle de la décomposition des impulsions attoseconde générées en deux composantes portant des moments angulaire de spin opposés.

Réf : Luttmann et al., Science Advances 9, eadf3486(2023)

Brèves des labos

Mi-septembre, avec les directions de l'INP, l'INC et l'IRAMIS, ainsi que les équipes administratives et techniques, les membres du LLB qui participent à la conception de cinq instruments d'études par diffusion de neutrons pour l'ESS (European Spallation Source), ont pu faire une visite de ce grand instrument de recherche en cours de construction. Cette source de neutrons très intense est obtenue au moyen d'un accélérateur de protons, pour lequel le CEA-IRFU a construit une série de cryomodules supraconducteurs. Les protons d'une énergie de 2.5 GeV irradient une cible tournante en tungstène, d'où sont produits par réaction de spallation des neutrons énergétiques qui sont utilisés, après thermalisation, pour des expériences de diffusion de neutrons.

En juillet, le LIDYL s'est associé au Laboratoire de Physique des Matériaux et de Surfaces (LPMS) de CY Cergy Paris Université pour créer l'équipe commune de recherche "DICO - Dynamique et Interactions en phase Condensée". Cette collaboration vise à renforcer les axes de recherche partagés en physique du solide, et plus particulièrement à explorer la composition des matériaux quantiques. DICO s'appuiera pour cela sur l'instrumentation laser de pointe de la plateforme Attolab et la longue expérience en spectroscopie d'électrons du LPMS.

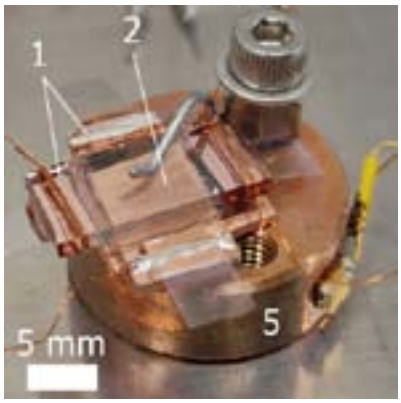


Après des études effectuées à l'ENS Cachan et une thèse au laboratoire de physique des solides (Université Paris-Saclay/CNRS), Marceau Hénot enseigne en CPGE durant 2 ans, avant de revenir vers la recherche académique au travers d'un post-doc à l'ENS de Lyon. Il est recruté au SPEC en décembre 2021 au sein de l'équipe SPHYNX, où il développe ses activités autour de la dynamique hors équilibre des liquides.

Marceau Hénot : tél : 01.69.08/73.36, marceau.henot@cea.fr

Réponse d'un liquide surfondu à un changement ultra-rapide de température

Les liquides surfondus (qui se trouvent dans un état liquide métastable, sous leur température de cristallisation) voient leur dynamique à l'échelle moléculaire ralentir fortement lors qu'ils sont refroidis. Etudier la manière dont un liquide surfondu, déstabilisé par un changement de sa température, retourne à son état d'équilibre renseigne sur les mécanismes de relaxation moléculaire. Ces expériences se font généralement aux alentours de la température de transition vitreuse où le temps de réponse du système est supérieur à la minute. Nous avons développé dans le groupe SPHYNX un nouveau dispositif permettant d'appliquer un saut de température très rapide (60 000 K/s) et de grande amplitude (de 35 à 45 K) par chauffage local sur une épaisseur d'une dizaine de microns. L'utilisation d'un liquide polaire permet de suivre sa dynamique par la mesure de ses propriétés diélectriques (i.e. sa réponse à un faible champ électrique oscillant). Il apparait que lorsque le liquide est placé dans un tel état très hors-équilibre, son temps de relaxation est plusieurs centaines de fois supérieur à celui mesuré près de l'équilibre. Ces expériences forment un test des limites des modèles actuels de mise à l'équilibre des liquides-verre, lorsque ceux-ci se trouvent dans cette situation, loin de leur état d'équilibre thermodynamique, où les théories sont encore dépourvues de principes fondamentaux permettant de faire des prédictions générales.



Le dispositif expérimental repose sur l'utilisation de deux électrodes résistives (1) entourant un film de liquide (2) de 15 µm d'épaisseur. Ces électrodes servent à chauffer le système localement par effet Joule puis à mesurer la réponse diélectrique du liquide.

Directeur de la publication : F. Daviaud - Comité de rédaction : L. Barbier, G. de Loubens - Réalisation : C. Becquet