



Optique à ultrahaute intensité sur miroir plasma : génération et mesure d'impulsions laser attosecondes

Spécialité Physique des milieux ionisés et des plasmas

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil

Candidature avant le 28/04/2017

Durée 4 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [QUERE Fabien](mailto:fabien.quere@cea.fr)
+33 1 69 08 10 89
fabien.quere@cea.fr

Résumé

Ce stage porte sur l'étude de l'interaction d'impulsions laser femtosecondes ultraintenses avec des miroirs plasmas. L'objectif principal est de mesurer expérimentalement la durée des impulsions attosecondes générées lors d'une telle interaction.

Sujet détaillé

Lorsqu'une impulsion laser ultra-intense est focalisée sur une cible solide, cette dernière est fortement ionisée, et ainsi transformée en un plasma qui réfléchit l'impulsion incidente. Dans le cas où l'impulsion laser est ultra-brève, le plasma généré à la surface de la cible n'a pas le temps de se détendre vers le vide, et cette impulsion est alors réfléchie de façon spéculaire. La cible se comporte ainsi comme un miroir : on parle de "miroir plasma". Du fait de sa simplicité, un tel miroir plasma constitue un système idéal pour l'étude fondamentale de l'interaction laser-plasma à très haute intensité.

Pour des intensités laser dépassant 10^{16} W/cm², l'expérience montre que le spectre de la lumière réfléchie par un tel miroir plasma contient des harmoniques d'ordres élevés de la fréquence incidente. A partir d'une impulsion visible, on peut ainsi obtenir des faisceaux cohérents et ultra-brefs de rayons UV ou X. De plus, le spectre large constitué par la superposition des harmoniques générées est associé, dans le domaine temporel, à un train d'impulsions attosecondes (1 asec=10⁻¹⁸ s). La génération de telles impulsions, les plus courtes jamais obtenues, est ainsi un sujet de recherche extrêmement actif à l'échelle internationale, car elles sont suffisamment courtes pour pouvoir sonder la dynamique ultra-rapide des électrons dans la matière.

L'objectif de ce stage est d'étudier expérimentalement un processus de génération d'harmoniques sur miroir plasma, le mécanisme du miroir oscillant relativiste, dans lequel les harmoniques sont produites par l'effet Doppler périodique induit sur le faisceau réfléchi par l'oscillation relativiste de la surface du miroir sous l'effet du laser incident. Les principaux challenges actuels sont de contrôler et optimiser ce processus, et de mesurer les propriétés temporelles des impulsions attosecondes produites. Le stagiaire participera à une expérience sur le laser UHI100 du CEA, visant

à atteindre ces deux objectifs, en créant des faisceaux laser ultra-intenses dits "structurés", par mélange à deux couleurs.

Ce stage sera idéalement poursuivi par une thèse, durant laquelle des expériences seront réalisées sur des systèmes lasers situés à la pointe de la technologie (laser UHI100 au CEA, salle noire au LOA), et dont une partie très significative du temps de faisceau est dédiée à l'étude des miroirs plasmas. En fin de thèse, des expériences pourront être réalisées sur le laser APOLLON, l'un des lasers les plus puissants au monde. Selon l'intérêt du candidat, une part plus ou moins importante du stage et de la thèse éventuelle pourra être consacrée à un travail de modélisation et/ou de simulation sur calculateurs massivement parallèles.

Sélection de publications du groupe sur ce sujet :

- Nature Physics 3, 424 - 429 (2007); - Physical Review Letters 108 113904 (2012);
- Nature Photonics 6, 828-832 (2012); - Physical Review Letters 110, 175001 (2013);
- Physical Review Letters 112, 145008 (2014); - Nature Physics 12, 301-305 (2016);
- Nature Physics 12, 355-360 (2016)

Mots clés

Optique, optique ultrarapide, laser femtoseconde, physique des plasmas, interaction laser-matière, science attoseconde

Compétences

Laser femtoseconde de haute puissance, optique non-linéaire, génération d'harmoniques d'ordre élevé, spectromètre XUV,...

Logiciels

Matlab, python Codes Particle-in-Cell Codes hydrodynamiques

Ultra high intensity plasma optical mirror: generation and measurement of attosecond laser impulsions

Summary

This internship focuses on the study of the interaction of femtosecond ultra-intense laser pulses with plasma mirrors. The main objective is to experimentally measure the duration of attosecond pulses generated during such an interaction.

Full description

Keywords

Skills

Softwares

Matlab, python Codes Particle-in-Cell Codes hydrodynamiques