IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

SPEC/SPHYNX

Trempe ultra rapide de verres moléculaires

Spécialité Physique des liquides

Niveau d'étude Bac+3

Formation Master 1

Unité d'accueil SPEC/SPHYNX

Candidature avant le 26/04/2023

Durée 4 mois

Poursuite possible en thèse non

Contact HENOT Marceau
+33 1 69 08 73 36
marceau.henot@cea.fr

Résumé

Ce stage s'adresse à des étudiants de L3 ou M1, et a pour objectif de mettre en œuvre un nouveau dispositif expérimental développé au SPHYNX afin d'étudier le comportement d'un verre moléculaire sous l'effet d'une trempe thermique rapide.

Sujet détaillé

Les matériaux à l'état vitreux présentent un grand intérêt pratique et on les retrouve dans nombre d'applications : les verres de silice comme matériaux pour la construction ou les transports, les matières plastiques qui sont généralement au moins partiellement vitreuses ou les alliages métalliques vitreux pour des applications de pointe. Or les propriétés physiques de ces matériaux (par exemple la solidité d'un écran de téléphone) dépendent du traitement thermique qu'ils ont reçu au cours de leur formation et plus particulièrement de la vitesse de refroidissement à partir de l'état liquide. Si les procédés industriels de fabrication des verres sont évidemment bien maîtrisés, il reste encore des questions ouvertes sur les mécanismes physiques à l'œuvre. Du fait des possibilités de mesure (électrique, optique, etc.) qu'ils offrent, les verres moléculaires constitués de molécules organiques de petites taille, (par exemple du glycérol) ont suscité un intérêt pour l'étude de ces phénomènes.

Un dispositif expérimental, développé récemment au sein du groupe SPHYNX permet d'appliquer à un liquide dans un cryostat des changements de température de grande amplitude (plusieurs dizaines de Kelvins) et à des vitesses importantes (jusqu'à 10^5 K/s, ce qui est 10^7 fois plus rapide que les procédés standards). La dynamique du liquide, à l'échelle moléculaire, peut être suivie par spectroscopie diélectrique, c'est-à-dire en étudiant la réponse du liquide (polaire) à un champ électrique variable.

L'objectif de ce stage est d'étudier expérimentalement la dynamique très lente de liquides près de la transition vitreuse et la manière dont celle-ci est affectée par des changements brusques de température. Dans ce cadre, le/la stagiaire devra dans un premier temps prendre en main le dispositif expérimental, réaliser des échantillons en salle blanche et optimiser le système de mesure (développé en Python et Arduino) afin de permettre l'acquisition des premiers instants de la réponse du liquide. Un travail axé sur des simulations numériques du comportement thermique de l'échantillon

pourra également être mené. Si la durée du stage le permet, un nouveau design d'échantillon pourra être développé permettant de suivre la réponse diélectrique du liquide pendant la phase de chauffage.

Mots clés

Compétences

Spectroscopie diélectrique, fabrication en salle blanche

Logiciels

Python, Arduino

Ultra-fast quenching of molecular glasses

Summary

This internship is intended for L3 or M1 students, and aims to implement a new experimental device developed at SPHYNX to study the behavior of a molecular glass under the effect of rapid thermal quenching.

Full description

Materials in the glassy state are of great practical interest and can be found in many applications: silica glass as a construction or transport material, plastics which are generally at least partially glassy, or glassy metal alloys for advanced applications. However, the physical properties of these materials (e.g. the strength of a telephone screen) depend on the heat treatment they receive during their formation, and more specifically on the rate of cooling from the liquid state. While the industrial processes involved in glass manufacture are obviously well mastered, there are still a number of unanswered questions about the physical mechanisms at work. Because of the measurement possibilities (electrical, optical, etc.) they offer, molecular glasses made from small organic molecules (e.g. glycerol) have aroused interest in the study of these phenomena.

An experimental set-up recently developed within the SPHYNX group allows large-amplitude temperature changes (several tens of Kelvins) to be applied to a liquid in a cryostat at high speeds (up to 10^5 K/s, which is 10^7 times faster than standard processes). Liquid dynamics, at the molecular level, can be monitored by dielectric spectroscopy, i.e. by studying the response of the (polar) liquid to a variable electric field.

The aim of this internship is to study experimentally the very slow dynamics of liquids near the glass transition, and how this is affected by sudden temperature changes. In this context, the trainee will initially be responsible for setting up the experimental device, producing samples in a clean room and optimizing the measurement system (developed in Python and Arduino) to enable acquisition of the first instants of the liquid's response. Work will also focus on numerical simulations of the sample's thermal behavior. If the duration of the internship allows, a new sample design can be developed to monitor the dielectric response of the liquid during the heating phase.

Keywords

Skills

Softwares

Python, Arduino