IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

SPEC/SPHYNX

Relever le défi de la transition vitreuse par manipulation optique de molécules.

Spécialité Physique de la matière condensée

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil SPEC/SPHYNX

Candidature avant le 30/06/2020

Durée 4 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact LADIEU Francois
+33 1 69 08 72 49
francois.ladieu@cea.fr

Autre lien http://iramis.cea.fr/Pisp/david.carriere/

Résumé

Une nouvelle expérience pour tester l'ordre amorphe dans les verres structuraux.

Sujet détaillé

D’après le prix Nobel P.W. Anderson, "Le problème non résolu le plus profond et le plus intéressant en théorie de la matière condensée est probablement la nature des verres et la transition vitreuse". Cette citation reflète notre incapacité à trancher cette question : existe-t-il une phase vitreuse bien définie thermodynamiquement, ou au contraire les verres sont-ils toujours des états hors d’équilibre dont le temps de relaxation est si grand que le système apparait comme un solide ? Cette ignorance résulte d’une difficulté intrinsèque : les techniques expérimentales utilisées pour mettre en évidence des transitions de phases thermodynamiques (par exemple, liquide/gaz ou liquide/cristal) ne peuvent s’appliquer car elles seraient pour les verres incompatibles avec les temps d’expérience usuels. Il faut donc une approche novatrice pour lever le mystère de la transition vitreuse, laquelle représente non seulement un défi fondamental, mais de plus conditionne bon nombre d’applications, puisque les verres sont des matériaux de grande importance technologique (fuselages d’avions, fibres optiques, systèmes photovoltaïques…).

Objectifs :
Dans ce contexte, nous venons de construire "une expérience de pensée" proposée récemment par des physiciens théoriciens qui permettra de démontrer ou infirmer la présence d’une transition thermodynamique vers un état vitreux. L’expérience consiste à étudier la réponse d’un liquide surfondu dans lequel des molécules choisies aléatoirement sont bloquées – ou "clouées" - dans l’espace : si ce blocage d’une faible fraction de particules modifie la dynamique globale, cela signifie qu’un ordre est bel et bien instauré dans le système, même si sa nature extrêmement complexe le rend indétectable par les méthodes standards de diffusion du rayonnement. L’approche que nous avons échafaudée requiert i) la mise au point de molécules manipulables optiquement, ii) la construction de l‘expérience optique permettant de réaliser du clouage aléatoire dans le liquide bien choisi, et iii) la comparaison des résultats expérimentaux avec les prédictions théoriques. Le stage, et/ou la thèse, consistera à travailler sur l’amélioration et

l’exploitation de cette expérience.
Détails et profil recherché.

Ce projet est une collaboration réunissant toutes les compétences nécessaires entre physiciens, chimistes et théoriciens, situés près de Paris au CEA de Saclay et à l’université de Montpellier. Le stage et/ou la thèse se déroulera essentiellement dans les laboratoires NIMBE/LIONS et SPEC/SPHYNX du CEA de Saclay. Nous recherchons un candidat qui, en s’appuyant sur les expertises disponibles sur place, souhaite s’investir sur le projet, en apportant ses compétences en physique expérimentale (principalement en optique, et en spectroscopie diélectrique).

Mots clés

Physique statistique, physique des liquides, physique des systèmes complexes, physique théorique,

Compétences

Logiciels

Taking up the challenge of the glass transition by optical manipulations of molecules.

Summary

A new experiment to test the existence of amorphous order in structural glasses.

Full description

According to the Nobel Prize awardee P.W. Anderson “The deepest and most interesting unsolved problem in solid state theory is probably the nature of glass and the glass transition”. This sentence reflects the fact that we still do not know if glasses are a true thermodynamic phase of matter or, on the contrary, if they are just out of equilibrium liquids which have become too viscous to flow on human time scales. Finding the answer to this seemingly simple question is hampered by the fact that, when decreasing temperature, the relaxation time of glass forming liquids becomes so large that one cannot rely onto the experimental techniques used to evidence standard thermodynamic phase transitions (e.g. liquid/gas transition or liquid/crystal transition). By using a totally new approach we aim at unveiling the nature of the glass transition, which is of great importance both for fundamental physics and for applications, since glasses play an increasing role in modern technologies (e.g. in optical fibers for communications, in photovoltaic devices, or in airplanes fuselages).

More precisely, we have just built an experiment corresponding to the “ideal thought experiment” proposed recently by some theorists, so as to unveil the presence or the absence of a true thermodynamic glass transition. In this experiment a fraction of molecules, randomly chosen in space, is pinned and one monitors the response of the rest of the liquid: if this pinning of a small fraction of molecules changes the global dynamics of the liquid, this means unambiguously that an order was present before establishing the pinning field, even though the extremely complex nature of this order had made it impossible to evidence by standard experimental tools. The approach that we have built involves: i) designing the optically sensitive molecules; ii) building an optical setup allowing the realize pinning in the well-chosen liquid; iii) comparing the experimental results to the theoretical predictions. The internship and/or the thesis consists in working onto the improvment and the exploitation of this experiment.

This project is a collaboration gathering all the required expertise between physicists, chemists, and theoreticians working at CEA Saclay –near Paris- and in the University of Montpellier. The internship and/or the thesis will mainly take place in the NIMBE/LIONS and SPEC/SPHYNX laboratories in the CEA center of Saclay. We are looking for a candidate who, by relying onto the expertise available in the laboratories, really wants to invest herself/himself onto this project by providing us his/her skills in experimental physics (mainly optics, and dielectric spectroscopy).

Keywords

Statistical physics, physics of liquids, complex systems, theoretical physics

Skills

Softwares