IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

Membranes nanoporeuses fonctionnalisées par greffage de polymère : de l'organisation moléculaire aux propriétés macroscopiques.

Spécialité CHIMIE

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil

Candidature avant le 28/04/2017

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact CHENNEVIERE Alexis
+33 1 69 08 97 00
alexis.chenneviere@cea.fr

Résumé

L'objectif de ce stage est d'étudier la conformation de chaînes de polymère greffées dans des pores de membranes nanoporeuses d'oxyde d'aluminium par diffusion de neutrons afin d'apporter une approche à l'échelle moléculaire permettant de comprendre les propriétés de transports de membranes fonctionnalisées .

Sujet détaillé

Les membranes d'oxyde d'aluminium sont l'un des "nanomatériaux" les plus populaires du fait de leur simple et peu onéreuse méthode de fabrication. Ces membranes sont utilisées dans de nombreuses applications technologiques telles que les capteurs, la séparation moléculaire, les cristaux photoniques, la catalyse, la production d'énergie, l'administration de médicaments ... Des recherches récentes ont mis l'accent sur le contrôle de la fonctionnalité de surface des nanopores de ces membranes. Par exemple, plusieurs études ont montré que le greffage ou l'adsorption des chaînes de polymère au sein des pores peuvent influencer de manière significative l'écoulement des liquides simples, le taux de translocation de chaînes de polymère ou encore la conductivité ionique. Ces propriétés physiques sont intéressantes tant du point de vu fondamental que du point de vue des applications. Grâce au greffage polymères stimulables, il est possible de fabriquer des membranes dont les propriétés macroscopiques peuvent être réglées par un stimulus adéquat (PH, température, lumière, champ électrique ...). Dans de tels systèmes, le stimulus est supposé modifier la conformation des chaînes greffées, ce qui induit une modification des propriétés macroscopiques, mais il n'y a à notre connaissance, aucune preuve expérimentale directe de cette hypothèse.
Ici, nous proposons d'utiliser la diffusion de neutrons aux petits angles pour sonder la conformation des chaînes de polymère greffées dans les nanopores afin d'observer à l'échelle moléculaire un tel changement d'organisation.
Dans un premier temps, le stage aura pour objectif de contrôler le greffage des chaînes de polymère fonctionnalisées au sein des nanopores grâce à un ensemble de différentes techniques disponibles dans le laboratoire tels que diffusion des rayons X et la spectroscopie infrarouge.
Dans une deuxième étape, nous utiliserons la diffusion de neutrons disponible au LLB afin d'accéder au changement de conformation des chaînes de polymère greffé.
Enfin, nous sommes en train de construire un dispositif expérimental permettant de mesurer la perméabilité de ces

membranes. Le couplage de ces mesures macroscopiques avec les données de diffusion des neutrons devrait approche moléculaire sur les propriétés de transport de nanopores greffées.

P. S. : Les étudiants désireux de poursuivre ce projet en doctorat sont les bienvenus.

Mots clés

Nanomatériaux, physique des polymères, diffusion de neutrons et rayons X

Compétences

Diffusion de neutrons aux petits angles Diffusion de rayons X greffage de polymères Spectroscopie infrarouge Analyse thermogravimétrique.

Logiciels

Polymer grafted nanoporous membranes : from molecular organization to macroscopic properties

Summary

This project aims to study the conformation of end-grafted polymer chains within aluminum oxide nanoporous membrane by using Small Angle Neutron Scattering in order to deliver a molecular approach allowing to understand the transport properties of functionnalized nanoporous membranes.

Full description

Nanoporous anodized aluminum oxide membrane (AAO) is one of the most popular nanomaterials because of its simple, cheap and well controlled fabrication process. It has been used in numerous technological applications such as sensors, molecular separation, photonic crystals, catalysis, energy generation, drug delivery… Recent researches have focused on the control of the surface functionality of AAO nanopores. For example, several studies showed that grafting or adsorbing polymer chains within the pores can influence significantly the flow of simple liquids, translocation rate of polymer chains or even ionic conductivity. These physical properties are both interesting on the fundamental and applied point of view. First, by grafting responsive polymer, one can make a so called “smart membrane” which macroscopic properties can be tuned by the adequate stimulus (PH, temperature, light, electric field…). In such systems, the stimulus is assumed to change the conformation of the grafted chains, inducing a change in the macroscopic properties but there is to our knowledge no direct experimental proof of this assumption.
Here, we propose to use the small angle neutron scattering to probe the conformation of end-grafted polymer chains within nanopores and observe how an external stimulus can change it.
The first part of the internship will consist in controlling carefully the grafting procedure of end-functionalized polymer chains within nanopres thanks to a set of different techniques available in the lab such as X-ray scattering and infrared spectroscopy.
In a second step, small angle neutron scattering will be performed at LLB in order to access the change in conformation of the grafted polymer chains.
Finally, we are currently building an experimental setup allowing to probe the fluid permeability of this membrane. The coupling of these macroscopic measurements with neutron scattering data should give a molecular insight on the transport properties of grafted nanopores .

P. S. : Students willing to pursue this project for a PhD are very welcome.

Keywords

Nanomaterials, polymer physics, neutron and X ray scattering

Skills

Small angle neutron Scattering Small angle X Ray Scattering polymer grafting Infrared Spectroscopy Thermogravimetric analysis

Softwares