

Phd student H/F-Atomic Layer Deposition for novel hydrogen separation membranes

Key words: membrane, Atomic Layer deposition, Hydrogen, nanomaterials

Description:

Hydrogen has attracted a lot of attention in the recent years as it represents a serious alternative clean energy carrier in future. Although many technological and economical challenges still need to be solved, it has been predicted that hydrogen will be used as one of the main energy carriers in coming decades. Hydrogen is produced from sources like water, biomass or fossil fuels. Chemical reactions are therefore necessary to break apart the hydrogen bonds and release the molecular hydrogen (H₂), generally obtained as a constituent within a multicomponent gas mixture. In order to provide high purity H₂ to end-users, the gas mixture has to be purified with several separation techniques, i.e. usually pressure swing adsorption or filtration with porous or dense membranes. New membrane design and/or new strategies for developing affordable/robust H₂-selective membranes are urgently required, preferably with an extended temperature range for gas separation operation (relevant for the focused applications) and ideally with a good resistance to carbon monoxide, carbon dioxide, steam and other poisoning compounds (such as sulfur based species).

The present project embraces the “hydrogen society” concept by proposing a novel strategy for H₂ separation allowing the coating of industrially relevant tubular porous ceramic substrates with highly conformal thin films of different materials aiming to their future industrial use at different temperatures. When compared to planar ceramic membranes, the tubular configuration offers a good compromise for obtaining a high active membrane area, a good packing density (surface area per m³), a good mechanical stability and also easy handling and sealing, highly relevant conditions for industrial scalability. Thus, the deposition of continuous and conformal thin films on tubular substrates will represent a real breakthrough, matching an industrial and pressing need.

In order to achieve the preparation of the above mentioned membranes, atomic layer deposition (ALD) technique will be used. ALD is a vapor phase deposition technique enabling the synthesis of ultrathin films with a subnanometer thickness control and high conformability. It is a unique technique allowing the coating of challenging 3D substrates

with a conformal and uniform layer of high quality materials, which is not achievable with other deposition methods like PVD or conventional CVD. These unique characteristics make ALD appealing for applications like H₂ separation membranes.

The ultimate objective of this project is to develop novel ALD routes for the fabrication of H₂ separation membranes, aiming to their applicability in low, medium and high temperature ranges.

Missions:

In connection with the project objectives, the candidate will:

- carry out a review and bibliographical synthesis on the Atomic Layer Deposition, membrane and hydrogen separation
- contribute to define the experimental protocols and their implementation
- be responsible for development and characterization of the deposited thin films
- be responsible for development and characterization of the hydrogen membrane
- prepare communication materials, reports and presentation

Work environment:

The PhD will be carried at the European Institute of Membranes (Institut Européen des Membranes, IEM, UMR5635, ENSCM, UM, CNRS) under the supervision of Dr. Mihael Bechelany. IEM is a world-leading institute in the field of membrane science with excellent technical support and in-house facilities for the fabrication and characterization of membranes. The institute is affiliated to the University of Montpellier, the National School of Chemistry of Montpellier, the CNRS and is member of the Pôle Chimie Balard.

The PhD is funded by the “Défi-clé « Hydrogène vert »” of the “Occitanie / Pyrénées-Méditerranée” region as well an ANR project in collaboration with the Laboratoire des Matériaux et du Génie Physique (LMGP), Annealsys and the Air Liquide group.

Profile:

The candidate must have a Master in materials science, chemistry, nanomaterials or related fields. We are looking for a highly-motivated candidate with a strong interest in chemistry and materials science, having an experience in research laboratory or R&D and interested in transversal academic research with industrial goals. Interpersonal skills, dynamism, rigor and teamwork abilities will be appreciated. Candidates should be fluent in English. In addition, well-written English skills is highly recommended.

Additional information may be obtained by contacting Dr. Mikhael BECHELANY (mikhael.bechelany@umontpellier.fr). Candidates can send a CV and a motivation letter by email to Mikhael.Bechelany@umontpellier.fr.

Doctorant H/F-Dépôt de couches atomiques pour les membranes séparatives d'hydrogène

Mots clés : membrane, dépôt de couches atomiques, hydrogène, nanomatériaux

Description :

L'hydrogène a attiré beaucoup d'attention ces dernières années. L'hydrogène est produit à partir de sources telles que l'eau, la biomasse ou les combustibles fossiles. Des réactions chimiques sont donc nécessaires pour rompre les liaisons hydrogène et libérer l'hydrogène moléculaire; ce faisant, il se forme généralement un mélange gazeux à plusieurs composants. Pour obtenir de l'hydrogène de haute pureté pour les utilisateurs finaux, le mélange gazeux est traité avec plusieurs techniques de séparation, c'est-à-dire une adsorption modulée en pression ou une filtration avec des membranes poreuses ou denses. Une nouvelle conception de membrane et / ou de nouvelles stratégies de développement de membranes sélectives H₂ sur des supports poreux sont nécessaires de toute urgence, de préférence avec une plage de température étendue pour les applications de séparation de gaz et idéalement avec une bonne résistance au monoxyde de carbone et aux composés soufrés.

Ce projet se concentre sur le développement de nouvelles membranes à couches minces permettant la purification efficace de H₂, et vise à faciliter leur utilisation à différentes plages de température.

Ce projet propose de développer une nouvelle stratégie permettant le revêtement de substrats céramiques poreux tubulaires avec des films minces hautement conformes visant à leur future utilisation industrielle à différentes températures. Par rapport aux membranes plans, la configuration tubulaire augmente également la zone active et son potentiel pour des applications industrielles. Ainsi, le dépôt en couches minces de ces membranes de manière continue et conforme sur des substrats tubulaires représentera une réelle avancée, répondant à un besoin industriel. Afin de réaliser la préparation des nanomatériaux, la technique de dépôt de couche atomique (ALD) sera utilisée.

ALD est une technique de dépôt en phase vapeur permettant la synthèse de films ultra-minces avec un contrôle d'épaisseur subnanométrique et une haute conformabilité, une technique unique permettant le revêtement de substrats 3D difficile avec une couche conforme et uniforme d'un matériau de haute qualité, ce qui n'est pas réalisable avec d'autres méthodes

comme le PVD ou le CVD conventionnel. Ces caractéristiques uniques rendent l'ALD attrayante pour des applications telles que les membranes pour la séparation d'hydrogène.

Les principaux objectifs de ce projet sont de développer de nouvelles voies ALD pour la fabrication de membranes de séparation d'hydrogène, visant leur applicabilité dans des plages de températures basses, moyennes et élevées.

Missions :

En lien avec les objectifs du projet, le candidat devra

- effectuer une revue et une synthèse bibliographique sur la technique ALD et la fabrication des membranes pour la séparation d'hydrogène
- contribuer à définir les protocoles expérimentaux et leur mise en œuvre.
- être responsable du développement et de la caractérisation des couches minces déposées.
- être responsable du développement et de la caractérisation des membranes.
- préparer des supports de communication, des rapports et des présentations.

Environnement de travail:

La thèse sera réalisée à l'Institut Européen des Membranes (Institut Européen des Membranes, IEM, UMR5635, ENSCM, UM, CNRS) sous la direction du Dr. Mihael Bechelany. L'IEM est un laboratoire de référence au niveau international dans le domaine des matériaux et procédés membranaires. L'institut est affilié à l'Université de Montpellier, à l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier, au CNRS et est membre du Pôle Chimie Balard.

La thèse est financée par le Défi-clé « Hydrogène vert » de la région « Occitanie / Pyrénées-Méditerranée » ainsi qu'un projet ANR en collaboration avec le Laboratoire des Matériaux et du Génie Physique (LMGP), Annealsys et Air Liquide.

Profil:

Le candidat devrait avoir un Master en (nano)matériaux ou chimie. Nous recherchons un candidat très motivé avec un fort intérêt pour la chimie et la science des matériaux, ayant une expérience en laboratoire de recherche et en R&D et intéressé par la recherche académique transversale à objectifs industriels. Les compétences interpersonnelles, le dynamisme, la rigueur et le travail d'équipe seront appréciés. Le candidat doit parler couramment l'anglais. De plus, un anglais bien écrit sera très apprécié.

Des informations complémentaires peuvent être obtenues en contactant Dr Mikhael BECHELANY (mikhael.bechelany@umontpellier.fr). Les candidats peuvent envoyer un CV et une lettre de motivation par mail à Mikhael.Bechelany@umontpellier.fr.