Maîtrise en sciences de l'énergie et des matériaux

1731

Directeur(trice): Phuong Nguyen-Tri
CPCS - Physique et sciences de l'énergie et des matériaux

Bureau du registraire
1 800 365-0922 ou 819 376-5045
www.uqtr.ca

Grade: Maître ès sciences (M.Sc)

Crédits: 45

Présentation

En bref

Le programme de maîtrise en sciences de l'énergie et des matériaux, tel qu'offert à l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), vise d'abord à donner à l'étudiant des connaissances générales en sciences de l'énergie et des matériaux. Les travaux réalisés par l'étudiant lui permettent de s'initier à une démarche systématique de recherche dans un domaine de pointe. Le programme est résolument orienté vers l'hydrogène en tant que vecteur énergétique.

Dans ce programme, nous privilégions les rencontres entre étudiants et professeurs; la grande disponibilité des professeurs et des personnels auxiliaires favorise de fréquents contacts. La diversité et la complémentarité de formation des professeurs et autres personnels en place permettent aux étudiants d'acquérir des connaissances approfondies dans les divers domaines de recherche liés à l'Institut de recherche sur l'hydrogène (IRH).

Les étudiants sont encouragés fortement à réaliser des recherches de qualité. Elles conduisent normalement à un minimum d'une publication. La majorité des instruments mis à leur disposition étant très récents, les étudiants peuvent bénéficier des derniers développements technologiques. Les conférences, séminaires et visiteurs reçus tant au département de physique qu'à l'IRH, mettent l'étudiant en contact avec des scientifiques renommés et le sensibilisent à la recherche effectuée dans des secteurs d'avant garde.

Objectifs du programme

Le programme de maîtrise en sciences de l'énergie et des matériaux, tel qu'offert à l'UQTR, est orienté vers le stockage, le transport, la sécurité et les utilisations de l'hydrogène qui sont les axes de recherche de l'Institut de recherche sur l'hydrogène.

Ce programme a pour objectif de donner à l'étudiant des connaissances générales en sciences de l'énergie et des matériaux et de permettre une initiation à la recherche. Il conduit au développement d'une spécialisation à l'intérieur des programmes de l'Institut de recherche sur l'hydrogène à l'UQTR.

Atouts UQTR
Ce programme permet aux étudiants d'obtenir une bourse Universalis Causa

Admission

Trimestre d'admission et rythme des études

Automne, hiver, été.

Le programme est ouvert à temps complet et à temps partiel.

Conditions d'admission

Études au Québec

Base universitaire

Etre titulaire d'un baccalauréat, ou l'équivalent, en sciences physiques ou en génie, obtenu avec une moyenne cumulative d'au moins 3,2 (sur 4,3) ou l'équivalent.

Les candidate dont la moyenne cumulative est inférieure à 3,2 mais supérieure à 2,9 verront leur dossier analysé par le comité.

Base expérience

Posséder les expériences requises, une formation appropriée et une expérience jugée pertinente. De plus, il doit y avoir une adéquation entre la formation antérieure du candidat et celle requise pour entreprendre des études dans le cadre du programme visé.

Pour les deux bases d'admission

Le candidat doit démontrer que ses orientations de recherche sont conformes aux objectifs des programmes de recherche qui supportent le programme d'enseignement visé.

Le candidat doit avoir choisi un directeur de recherche de l'UQTR et obtenu l'acceptation motivée de celui-ci.

A la suite de l'étude de son dossier, certaines activités d'appoint peuvent être exigées.

Le candidat peut être soumis à une entrevue.

La connaissance de la langue anglaise (lecture, écriture) est fortement recommandée.

Études hors Québec
Base études hors Québec

Etre détenteur d'un grade de premier cycle universitaire (baccalauréat nord-américain, licence, selon le système LMD, un diplôme de master 1) ou l'équivalent en physique, ou en génie ou dans un domaine connexe, obtenu avec une moyenne cumulative d'au moins 12 sur 20 ou l'équivalent. Pour ceux dont la moyenne cumulative est inférieure à 12/20 mais supérieure à 11/20 l'admission sera conditionnelle à l'approbation du comité.

Base expérience

Posséder les expériences requises, une formation appropriée et une expérience jugée pertinente. De plus, il doit y avoir une adéquation entre la formation antérieure du candidat et celle requise pour entreprendre des études dans le cadre du programme visé.

Pour les deux bases d'admission

Le candidat doit démontrer que ses orientations de recherche sont conformes aux objectifs des programmes de recherche qui supportent le programme d'enseignement visé.

Le candidat doit avoir choisi un directeur de recherche de l'UQTR et obtenu l'acceptation motivée de celui-ci.

A la suite de l'étude de son dossier, certaines activités d'appoint peuvent être exigées.

Le candidat peut être soumis à une entrevue.

La connaissance de la langue anglaise (lecture, écriture) est fortement recommandée.

Modalités de sélection des candidatures

A titre indicatif, précisons que le mode d'admission repose sur le dossier académique. Le candidat doit être accepté par un directeur de recherche de l'UQTR.

Dans son analyse des dossiers, le comité d'admission privilégie les candidats dont la moyenne cumulative est supérieure à 3,2 (sur 4,3) ou l'équivalent. Pour ceux dont la moyenne cumulative est inférieure à 3,2 mais supérieure à 2,9, l'admission sera conditionnelle à l'approbation du comité.

Les personnes demandant l'admission sur la base "des connaissances acquises et d'une formation appropriée" devront prouver que l'ensemble des travaux intellectuels réalisés démontre une progression logique et soutenue dans le domaine spécifique des diélectriques ou du stockage, transport et sécurité de l'hydrogène.

L'expérience pertinente aura été acquise durant une année dans les trois ans qui précèdent la demande d'admission. Elle sera attestée par des publications scientifiques ou brevets.

Structure du programme et liste des cours

À moins d'indication contraire, un cours comporte trois (3) crédits.

Cours obligatoires (1 crédits)

NRG7790 Séminaires de maîtrise (1 crédit)

Cours optionnels (12 crédits)

L'étudiant doit choisir l'un des deux cours suivants (3 crédits) :

CHM6007 Chimie des matériaux cellulosiques
NRG6000 Science des matériaux
NRG6001 Énergie et systèmes énergétiques

L'étudiant choisit 3 cours parmi les suivants (9 crédits):

CAN6001 Analyse chimique
CHM6005 Polluants industriels et environnement
CHM6008 Bioraffinage
ENG6004 L'hydrogène comme vecteur énergétique
ENG6005 Piles à combustibles et électrolyseurs
ENG6006 Hydrogène et métaux
NRG7703 Problèmes spéciaux III
NRG9213 Structure et propriétés des matériaux
PHQ6001 Électrodynamique
PHQ6003 Physique statistique avancée
PHQ6008 Physique mathématique
PHQ6012 Équations d'état
PHQ6013 Analyse et réduction de données
PMO6003 Physique atomique et moléculaire
PMO6007 État solide
PMO6009 Synthèse et caractérisation des matériaux
PMO6010 Gaz et solides
PMO6011 Méthodes de simulation numérique en sciences des matériaux
PMO6012 Mécanique des fluides numériques
PMO6013 Phénomènes de transfert de chaleur et de masse

Crédits de recherche (32 crédits)

Pour réussir son programme l'étudiant doit réaliser un travail de recherche comptant pour 32 crédits.

Travail de recherche

Mémoire (trente-deux crédits)

Chaque étudiant est tenu de rédiger un mémoire qui démontre l'aptitude de l'auteur à mener à bien une recherche scientifique. Il

est toutefois possible d'être admis au doctorat en sciences de l'énergie et des matériaux sans avoir franchi toutes les étapes de la maîtrise.

Autres renseignements

Description des activités
CAN6001 Analyse chimique

Introduction aux quatre grands champs de la chimie analytique (analyse qualitative, analyse quantitative, identification et séparation des composantes), appliqués à l'analyse des propriétés des matériaux lignocellulosiques et de leurs dérivés. Survol des techniques de base en analyse chimique et introduction aux méthodes d'analyse spécifiques aux matériaux lignocellulosqiues incluant les analyses papetières. Étude approfondie des techniques ne faisant pas l'objet de cours au premier cycle : microscopie électronique, analyse thermogravimétrique, analyse d'angles de contact, spectroscopie des photoélectrons induits par absorption de rayons X, analyse de la structure moléculaire par RMN 1 D et 2D, imagerie par spectroscopie infra-rouge, couplage de méthodes etc. Cas pratiques reliés aux projets de recherche des étudiants.

CHM6005 Polluants industriels et environnement

Étude des principaux polluants et de leurs effets sur l'environnement.

Principaux polluants de l'air, des eaux et du sol. Action des pesticides. Détermination des sources. Processus industriels ou autres responsables des contaminations de l'environnement. Structure chimique des contrôles : contrôle, décomposition ou neutralisation des contaminants. Effets destructifs des polluants sur le vivant.

CHM6007 Chimie des matériaux cellulosiques

Sources de cellulose, secteurs d'utilisations, cellulose, structure moléculaire et supramoléculaire de la cellulose, propriétés, réactions de la cellulose, principaux dérivés cellulosiques, hémicelluloses, propriétés, réactions des hémicelluloses, produits issus d'hémicelluloses, lignine, propriétés, délignification, blanchiment, produits chimiques et polymères à base de lignine, distribution et contribution des matières extractibles dans les végétaux, mode d'extraction, potentialités d'utilisation. Composition et formation du bois, de la fibre agricole, de l'écorce et formation de la fibre. Matériaux composites à base de cellulose, processus de fabrication, secteurs d'utilisations.

CHM6008 Bioraffinage

Introduire aux étudiants les possibilités du bioraffinage et les défis à relever dans ce secteur émergeant.

Thèmes abordés :

Principes du bioraffinage, bioraffinerie basée sur des matières lignocellulosiques, approvisionnement en matières lignocellulosiques, procédés thermo-chimiques pour le bioraffinage, enzymes pour le bioraffinage, notions de microbiologie industrielle adaptées au bioraffinage, production d'éthanol cellulosique et autres biocarburants existants ou à venir, production de bioplastiques bactériens et autres bioproduits microbiens utilisables sur place ou commercialisables, stratégies retenues, récents développements, histoire de succès et tendances dans le bioraffinage.

ENG6004 L'hydrogène comme vecteur énergétique
Objectifs : Se familiariser avec certains aspects de l'hydrogène comme vecteur énergétique. Prendre connaissance des divers modes de production, de distribution et de stockage de l'hydrogène. S'initier à divers aspects liés à la sécurité de l'hydrogène.

Contenu : Propriétés physiques et chimiques de l'hydrogène. Introduction aux divers modes de production de l'hydrogène : reformage, extraction de la biomasse, électrolyse. Initiation aux principaux modes de stockage de l'hydrogène : compression, liquéfaction, stockage sur matériaux. Méthodes de distribution de l'hydrogène. Rôles de l'hydrogène. L'hydrogène et le système énergétique. Hydrogènes et batteries. Utilisation sécuritaire de l'hydrogène.
ENG6005 Piles à combustibles et électrolyseurs

Ce cours portera sur l'étude de la pile à combustible et de l'électrolyseur à électrolyte de polymère (types PEMFC et PEME), les matériaux, les composants et les méthodes de caractérisation. L'étudiant sera amené à comprendre comment fonctionne une PEMFC et

un PEME, à connaître les matériaux qui les composent ainsi que les problèmes qui leur sont reliés.

ENG6006 Hydrogène et métaux

Ce cours porte sur les différentes interactions entre l'hydrogène et les métaux. Plus spécifiquement : les hydrures métalliques, la fragilisation par l'hydrogène, les interactions entre l'hydrogène et les catalyseurs, la diffusion de l'hydrogène, les propriétés de surface, propriétés magnétiques et supraconductivité. Les aspects théoriques (théorie quantique, thermodynamique, élasticité) seront considérés ainsi que les techniques expérimentales. Les sujets seront établis en fonction de l'auditoire.

NRG6000 Science des matériaux

Présenter une vue d'ensemble de la physique et la chimie des matériaux. Structure atomique. Défauts et diffusion. Solidification. Propriétés mécaniques. Diagrammes de phase. Transformation de phases et modification des propriétés mécaniques. Modification des propriétés de surface.

NRG6001 Énergie et systèmes énergétiques

Ce cours donnera une vue d'ensemble des problématiques et des technologies qui influencent le contexte énergétique. Contexte national et international. Efficacité énergétique. Technologies de demande par secteur (résidentiel, commercial, industriel, transport), par usage (chauffage, éclairage, moteur, etc.) et technologies d'offres conventionnelles (hydroélectricité, centrales thermiques, etc.). Les énergies renouvelables solaire, éolienne, fusion, etc. Les relations énergie-environnement.

NRG7703 Problèmes spéciaux III

Ce cours, offert généralement sous forme de lectures dirigées, sert à donner à l'étudiant un complément de formation dans certains domaines jugés nécessaires par le Comité de programmes.

NRG7790 Séminaires de maîtrise (1 crédit)

Présentation de sujets d'actualité dans les sciences de l'énergie et des matériaux par des étudiants, dans le cadre des séminaires du Centre.

L'activité est évaluée à l'aide des mentions "S" (succès) et "E" (échec).

NRG9213 Structure et propriétés des matériaux

Présenter une vue d'ensemble des matériaux et particulièrement de l'influence des formes variées de structures sur leurs propriétés.

Types de liaisons. Structure cristalline. Défauts et diffusion. Elasticité, plasticité et ténacité. Phases et diagramme d'équilibre. Transformation de phases et modification des propriétés mécaniques. Théorie des bandes. Métaux, semi-conducteurs et isolants. Polymères. Céramiques. Matériaux composites. Elaboration des films minces. Modification des propriétés de surface. Visite d'installations de mise en forme des diverses classes de matériaux.

PHQ6001 Électrodynamique

Formulation covariante de l'électrodynamique. Tenseur d'énergie-impulsion. Problèmes aux limites et fonctions de Green. Magnétohydrodynamique et plasmas. Potentiels de Liénard-Wiechert et rayonnement. Méthodes numériques utilisées en électrodynamique.

PHQ6003 Physique statistique avancée

Approfondir la compréhension de la physique statistique et l'utiliser dans des applications modernes. Les sujets traités seront choisis parmi les suivants : fondements de la physique statistique : ensembles et fluctuations. Transitions de phase : transitions du premier et du deuxième ordre, approche du champ moyen, notion d'universalité et groupe de renormalisation. Modèles de Ising et de Potts. Physique statistique hors d'équilibre. Théorie cinétique des gaz. Hiérarchie BBGKY. Équation de Boltzmann. Diffusion. Propriétés de transport. Méthode de théorie des champs en physique statistique.

PHQ6008 Physique mathématique

Viser à compléter la formation de base de l'étudiant en ce qui a trait aux méthodes mathématiques utilisées en physique. Approfondir quelques-uns des sujets suivants: équations différentielles et fonctions de Green. Variables complexes. Fonctions spéciales. Équations différentielles non linéaires. Selon la préparation des étudiants et de leurs champs de spécialisation, la théorie des groupes, théorie des distributions et la géométrie différentielle seront également au programme.

PHQ6012 Équations d'état

Introduction et développement historique. Fondements théoriques. Forces intermoléculaires et coefficients viriels. Phénomènes critiques. Méthodes expérimentales. Applications: facteur de compressibilité et absorption.

PHQ6013 Analyse et réduction de données

Distribution statistique. Propagation et estimé d'incertitudes. Méthode des moindres carrés. Régression linéaire, polynomiale, multiple. Test khi-carré. Lissage, interpolation, extrapolation. Échantillonnage. Transformée de Fourier discrète.

PMO6003 Physique atomique et moléculaire

Atomes à plusieurs électrons: les diverses approximations. Les molécules simples. La liaison chimique: covalente et ionique. Liaisons non localisées; la liaison métallique. Agrégats macroscopiques d'atomes. Théorie des collisions: approximation de Born, méthode des ondes partielles, applications. Absorption. Potentiels intermoléculaires aux énergies thermiques.

PMO6007 État solide

Structure cristalline, constantes élastiques et ondes élastiques, phonons et vibrations d'un réseau. Propriétés thermiques d'isolants, gaz de Fermi, bande d'énergie, cristaux semi-conducteurs, superconductivité. Propriétés diélectriques. Propriétés magnétiques.

PMO6009 Synthèse et caractérisation des matériaux

Approfondir les connaissances en matière de caractérisation et de synthèse de matériaux, particulièrement les nanomatériaux. Effet de la nanostructure sur les propriétés des matériaux. Concepts de phase cristalline, abondance de phases, grosseur de cristallites, orientation préférentielle. Méthodes de synthèse et de contrôle de la microstructure. Caractérisation des matériaux (cristallographique, chimique et morphologique). Préparation d'échantillons et analyse de résultats.

PMO6010 Gaz et solides

Initier les étudiants aux divers processus physiques de sorption et d'interaction entre gaz et solides. Processus de sorption : adsorption sur surfaces solides et absorption dans les solides. Physique statistique et thermodynamique des processus de sorption. Interactions surface-gaz et solides-gaz. Nanocarbones. Hydrures métalliques : propriétés, diagramme de phase, formation d'hydrures. Comportement de l'hydrogène dans un cristal. Structure électronique des hydrures métalliques. Phénomènes de diffusion et d'électromigration de l'hydrogène dans les métaux.

PMO6011 Méthodes de simulation numérique en sciences des matériaux

Initier les étudiant(es) à l'utilisation de méthodes de simulations avancées dans le cadre de la science des matériaux. Probabilités et statistiques, Physique statistique. Analyse d'erreur. Méthodes numériques de base. Simulations Monte Carlo. Simulations de dynamique moléculaire. Corrections quantiques. Monte Carlo quantique. Simulations de chimie quantique. DFT quantique et dynamique moléculaire quantique.

PMO6012 Mécanique des fluides numériques

Initiation aux méthodes numériques de la mécanique des fluides computationnelle. Familiariser les étudiants avec l'implémentation de ces approches. Permettre aux étudiants de bien comprendre les avantages et les inconvénients des différentes méthodes de discrétisation des équations de Navier-Stokes.

Introduction aux méthodes numériques. Équations de Navier-Stokes. Méthode des Différences finies pour équations elliptiques, paraboliques et hyperboliques. Solveurs Navier-Stokes. Méthode des volumes finis. Méthode des éléments finis. Analyse d'erreur et stabilité. Maillages. Écoulements turbulents. Couches limites. Milieux poreux.

PMO6013 Phénomènes de transfert de chaleur et de masse

Initiation aux problèmes de transfert de masse, d'énergie et de chaleur dans différents milieux. Familiariser les étudiants avec les méthodes de solutions numériques et analytiques. Présenter la problématique du transport de chaleur et de masse dans différents contextes, allant des applications environnementales aux systèmes de conversion d'énergie.

Fondements. Diffusion. Conduction. Convection. Transfert radiatif. Transport de masse et d'énergie en milieux poreux.