

5.00 crédits	45.0 h + 15.0 h	Q1
--------------	-----------------	----

Enseignants	Demoustier Sophie ;Jonas Alain ;Van Ruymbek Evelyne ;
Langue d'enseignement	Anglais > Facilités pour suivre le cours en français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Thèmes abordés	<p>Deux thèmes seront abordés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le premier thème concerne la physique des matériaux polymères, et présente les grandes propriétés de ces matériaux en établissant de manière formelle le lien avec les caractéristiques physiques des chaînes au niveau microscopique.</li> <li>• Le second thème est une introduction à la chimie de ces matériaux, présentant les grandes catégories de réaction de polymérisation, et faisant le lien avec la structure moléculaire des chaînes obtenues et les propriétés résultantes des matériaux.</li> </ul>
Acquis d'apprentissage	<p><b>A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de :</b></p> <p><b>Contribution du cours au référentiel du programme</b></p> <p>Eu égard au référentiel de compétences du programme de Master Ingénieur Civil en Chimie et Science des Matériaux, ce cours contribue au développement et à l'acquisition des acquis d'apprentissage repris ci-dessous:</p> <p>AA 1.1. Identifier et mettre en oeuvre les concepts, lois, raisonnements applicables à une problématique de complexité réaliste.</p> <p>AA 1.2. Identifier et utiliser les outils de modélisation et de calcul adéquats pour résoudre cette problématique.</p> <p><b>Acquis d'apprentissage spécifiques au cours</b></p> <p>À l'issue de ce cours, l'étudiant sera en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Déterminer les paramètres nécessaires pour modéliser une chaîne macromoléculaire à l'aide d'un modèle de chaîne d'arpenteur, d'un modèle de chaîne persistante, ou d'un modèle d'isomères de rotation, et expliquer à l'aide de la physique statistique la variation de ces paramètres avec la masse molaire, la température ou la nature chimique de l'unité monomère;</li> <li>• Utiliser la physique statistique et un modèle de chaîne d'arpenteur pour calculer la force de rappel exercée par une chaîne macromoléculaire lorsque ses extrémités sont éloignées; établir l'équation de la courbe contrainte/déformation d'un ruban élastomère, à partir des équations décrivant le comportement statistique de ses segments;</li> <li>• Décrire l'approche phénoménologique de la transition vitreuse des polymères et des phénomènes de relaxation à la transition vitreuse, sur base de la notion de volume libre; utiliser cette approche pour expliquer comment la transition vitreuse évolue avec la vitesse de sollicitation et la température;</li> <li>1 • Décrire la morphologie d'un polymère semi-cristallin à différentes échelles, et en établir un schéma; indiquer l'importance de cette morphologie sur les propriétés du matériau; énumérer les paramètres qui contrôlent la température de fusion d'un polymère; dériver une équation entre l'épaisseur lamellaire et la température de fusion; énumérer les observations essentielles que doit respecter une théorie de la cristallisation des polymères, et brièvement présenter les théories cinétiques qui visent à expliquer ces observations.</li> <li>• Etablir le principe d'équivalence des effets du temps et de la température sur le module d'élasticité des polymères, et en décrire les conséquences pratiques dans l'usage de ces matériaux; quantifier ces effets à l'aide de l'équation de Williams-Landel-Ferry;</li> <li>• Définir et expliquer différents concepts relatifs à la structure moléculaire des polymères (topologie, enchaînement des motifs constitutifs, structures configurationnelles, masses moléculaires moyennes et dispersité)</li> <li>• Décrire et expliquer les mécanismes des différentes grandes voies de synthèse des polymères : polymérisations en chaîne (polymérisations radicalaires, y compris contrôlées, polymérisation par coordination, polymérisations ioniques) et polymérisation par étapes ; énumérer et décrire l'impact des principaux paramètres qui gouvernent la cinétique pour chaque voie de synthèse ; établir les relations entre le mode de synthèse et les caractéristiques moléculaires (architecture de la chaîne, régiosélectivité, tacticité, distribution des masses molaires, ...) résultantes des chaînes polymères ;</li> <li>• Décrire la structure des principaux types de copolymères (copolymères statistique, alterné, greffé et séquencé) et discuter de la méthode et des conditions de synthèse appropriées pour obtenir chaque type de copolymère ; prédire et justifier la composition globale de copolymères statistiques sur base des coefficients de réactivité d'un couple de monomères donnés ;</li> <li>• Sélectionner et décrire une voie de polymérisation appropriée d'un monomère donné pour obtenir un polymère présentant des caractéristiques moléculaires spécifiques ;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire différents procédés de polymérisation (polymérisation dans le fondu, polymérisation en solution, polymérisation en suspension, polymérisation en émulsion et polymérisation interfaciale) et énoncer les avantages et inconvénients de chacun de ces procédés .</li> </ul>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	<p>En première session, les étudiants passeront un examen oral en présence des trois enseignants, au cours duquel ils présenteront leur approche d'un problème général proposé en cours d'année par les enseignants, ou proposé par eux-mêmes; la progression de la réflexion sur ce problème sera suivie en cours d'année à l'aide de tutorats. A l'examen, les étudiants seront questionnés par les enseignants sur les concepts du cours associés à la résolution de ce problème. A côté de ce dispositif final, une évaluation continue sera proposée pour les trois parties du cours durant la période de cours. Si <math>x_1</math> est la note sur 20 reçue pour l'évaluation continue de la partie donnée par A. Jonas (physique), <math>x_2</math> la note sur 20 reçue à l'examen de la partie de E. Van Ruymbeke (rhéologie), <math>x_3</math> la note sur 20 reçue à l'examen de la partie de S. Demoustier (chimie), et <math>y</math> la note sur 20 obtenue à l'examen oral, alors la note finale obtenue sur 20 sera <math>\max(y, y/2 + (0.5*x_1 + 0.1*x_2 + 0.4*x_3)/2)</math>, arrondi à l'entier le plus proche sauf si la note tombe entre 9 et 10 auquel cas elle est arrondie à l'entier inférieur le plus proche.</p> <p>En seconde session, l'examen sera un écrit à livre fermé, comprenant de petits exercices et une partie de restitution des concepts acquis. La note finale obtenue sera calculée par une formule identique à celle de la première session - la partie continue de l'évaluation ne pouvant pas être représentée.</p> <p>Pour les étudiants ne suivant que la partie LMAPR2019A, la formule est adaptée de manière à neutraliser l'absence de <math>x_3</math>.</p> <p>Pour la partie en évaluation continue ou la réflexion sur le problème discuté lors de l'examen oral, un usage critique des intelligences artificielles génératives est possible. Les autres parties ne pourront pas faire appel à ces dispositifs d'intelligence artificielle sauf disposition contraire.</p> <p>Le non-respect des consignes méthodologiques définies sur moodle, notamment en matière d'utilisation de ressources en ligne ou de collaboration entre étudiant.es, pour toute partie de l'évaluation continue entraînera une note globale de 0 pour l'évaluation continue.</p>
Méthodes d'enseignement	<p>Le cours mélange des parties plus formelles présentées par les enseignant/es, et des exercices réalisés par les étudiant/es, soit en vue de les interpeller, soit de façon à leur faire appliquer les concepts présentés. Le cours sera donné en partie dans un format de classe inversée.</p>
Contenu	<p>1. Partie physique :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Principales caractéristiques de chaînes macromoléculaires</li> <li>1.2. Elasticité des chaînes macromoléculaires, et élasticité des matériaux élastomères</li> <li>1.3. L'état vitreux et la transition vitreuse des matériaux polymères</li> <li>1.4. Viscoélasticité et rhéologie des polymères</li> <li>1.5. Polymères semi-cristallins et cristallisation des polymères</li> </ol> <p>Pour cette partie, de brèves introductions aux défis environnementaux posés par l'utilisation des matières plastiques seront présentées à différents moments du cours.</p> <p>2. Partie chimie :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Polymérisation par étapes</li> <li>2.2. Polymérisation radicalaire</li> <li>2.3. Polymérisation par coordination</li> <li>2.4. Co-polymérisation radicalaire</li> <li>2.5. Polymérisation ionique</li> <li>2.6. Polymérisation radicalaire contrôlée</li> </ol>
Ressources en ligne	<p>Site web du cours sur Moodle.</p> <p>Pour la partie physique: des notes de cours (en anglais) sont mises à disposition des étudiants sur le site Moodle du cours, ainsi que de courtes capsules vidéos.</p> <p>Pour la partie chimie: des copies des transparents sont disponibles sur le site Moodle du cours.</p>
Bibliographie	<p>L'ouvrage de référence suivant peut être utile, mais n'est pas obligatoire / the following textbook might be useful, but is not compulsory:</p> <p>Paul C. Hiemenz &amp; Timothy P. Lodge, Polymer Chemistry, 2nd edition, CRC Press:Boca Raton, 2007.</p>
Autres infos	<p>Ce cours requiert une formation de base en thermodynamique, physique statistique et chimie organique.</p>

Faculté ou entité en charge:	FYKI
------------------------------	------

<b>Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)</b>				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] : ingénieur civil en chimie et science des matériaux	KIMA2M	5		
Master [120] : ingénieur civil biomédical	GBIO2M	5		
Master [120] : bioingénieur en chimie et bioindustries	BIRC2M	5		