



5.00 crédits

45.0 h + 15.0 h

Q1

Enseignants	Demoustier Sophie ;Jonas Alain (coordinateur(trice)) ;Van Ruymbeke 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>Les étudiants passeront un examen écrit à livre fermé, comprenant de petits exercices et une partie de restitution des concepts acquis. Une partie de la note finale tiendra compte de l'évaluation continue menée durant le quadrimestre pour certaines parties du cours. Cette partie de note servira pour chaque session; cette partie de l'évaluation ne pourra pas être représentée.</p> <p>Pondération des prestations: si <math>x_1</math> est la note sur 20 reçue pour l'évaluation continue de la partie donnée par A. Jonas, <math>x_2</math> la note sur 20 reçue à l'examen de la partie de A. Jonas, <math>y</math> la note sur 20 reçue à l'examen de la partie de E. Van Ruymbeke, et <math>z</math> la note sur 20 reçue à l'examen de la partie de S. Demoustier, alors la note finale sur 20 sera <math>\max(x_2/20*8, (x_1/20*4+x_2/20*4))+y/20*3+z/20*9</math>, arrondie 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>
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 interpellier, soit de façon à leur faire appliquer les concepts présentés. Le cours sera donné en partie dans un format de classe inversée.</p>
Contenu	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Partie physique : <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> </li> <li>2. Partie chimie : <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> </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:	<p>FYKI</p>

<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		