



5 crédits	45.0 h + 15.0 h	Q1
-----------	-----------------	----

Enseignants	Demoustier Sophie ;Jonas Alain coordinateur ;Van Ruymbeke Evelyne ;
Langue d'enseignement	Anglais
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>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> <p>-----</p> <p><i>La contribution de cette UE au développement et à la maîtrise des compétences et acquis du (des) programme(s) est accessible à la fin de cette fiche, dans la partie « Programmes/formations proposant cette unité d'enseignement (UE) ».</i></p>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	Les étudiants passent un examen écrit comprenant de petits exercices et une partie de restitution des concepts acquis. Un examen oral individuel peut être également organisé, au cours duquel les étudiants discutent plus en profondeur d'un concept de la chimie et de la physique des polymères. Les enseignants précisent en début d'année si l'examen oral est ou non organisé. Pour la partie enseignée sous forme de classe inversée, une évaluation continue est proposée aux étudiants qui le souhaitent.
Méthodes d'enseignement	Le cours mélange des parties plus formelles présentées par les enseignants, et des exercices réalisés par les étudiants, soit en vue de les interpeller, soit de façon à les faire appliquer les concepts présentés. Certaines parties du cours sont données dans le format de classe inversée. La visite d'une société industrielle de mise en oeuvre des polymères peut compléter la formation.
Contenu	<p>1. Partie physique :</p> <p>1.1. Principales caractéristiques de chaînes macromoléculaires</p> <p>1.2. Elasticité des chaînes macromoléculaires, et élasticité des matériaux élastomères</p> <p>1.3. L'état vitreux et la transition vitreuse des matériaux polymères</p> <p>1.4. Viscoélasticité et rhéologie des polymères</p> <p>1.5. Polymères semi-cristallins et cristallisation des polymères</p> <p>2. Partie chimie :</p> <p>2.1. Polymérisation par étapes</p> <p>2.2. Polymérisation radicalaire</p> <p>2.3. Polymérisation par coordination</p> <p>2.4. Co-polymérisation radicalaire</p> <p>2.5. Polymérisation ionique</p> <p>2.6. Polymérisation radicalaire contrôlée</p>
Ressources en ligne	<p>Site web du cours: <a href="http://moodleucl.uclouvain.be/course/view.php?id=7083">http://moodleucl.uclouvain.be/course/view.php?id=7083</a></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	L'ouvrage de référence suivant est recommandé / the following textbook is a good reference: Paul C. Hiemenz & Timothy P. Lodge, Polymer Chemistry, 2nd edition, CRC Press:Boca Raton, 2007.
Autres infos	Ce cours requiert une formation de base en thermodynamique, physique statistique et chimie organique.
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] : bioingénieur en chimie et bioindustries	BIRC2M	5		
Master [120] : ingénieur civil en chimie et science des matériaux	KIMA2M	5		
Master [120] : ingénieur civil biomédical	GBIO2M	5		