

3.00 crédits

30.0 h + 10.0 h

Q1

Enseignants	Jonas Alain ;Van Ruymbeke Evelynne ;
Langue d'enseignement	Anglais > Facilités pour suivre le cours en français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	Ce cours requiert une formation de base en thermodynamique et physique statistique.
Thèmes abordés	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.
Acquis d'apprentissage	A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de : Contribution du cours au référentiel du programme 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: AA 1.1. Identifier et mettre en oeuvre les concepts, lois, raisonnements applicables à une problématique de complexité réaliste. AA 1.2. Identifier et utiliser les outils de modélisation et de calcul adéquats pour résoudre cette problématique. À l'issue de ce cours, l'étudiant sera en mesure de : 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; 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; 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; 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. 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; Définir et expliquer différents concepts relatifs à la structure moléculaire des polymères (topologie, enchaînement des motifs constitutifs, structures configurationnelles, masses moléculaires moyennes et dispersité)
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	Une partie des points (x1, sur 20) sera attribuée à une évaluation continue lors du cours. L'usage d'IA génératives est permis pour la préparation du cours, mais pas pendant la classe. Une partie des points sera attribuée aux réponses fournies lors de l'examen écrit (x2, sur 20). La note finale sera $\max(0,4 \times x1 + 0,6 \times x2; x2)$ pour la partie d'Alain Jonas, et $\max(x1/3 + (2/3) \times x2; x2)$ pour la partie d'Evelynne Van Ruymbeke, arrondies 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. La note x1 obtenue à la partie "évaluation continue" est la somme des notes obtenues à chaque cours où l'étudiant est présent et déclaré participant; l'absence à un cours ne donne pas lieu à une note. La note obtenue pour un cours peut être attribuée à toutes les personnes présentes lors de ce cours, même si chaque étudiant présent n'a pas nécessairement été interrogé. La partie évaluation continue ne peut pas être re-présentée. L'examen se fait sans moyens de connexion à internet mais avec le syllabus ou les diapositives procurées par les enseignants; celles-ci peuvent être anotées manuellement par l'étudiant, sans ajout de feuilles volantes. L'examen porte sur des questions de réflexion, des petits problèmes, etc. Il peut être écrit ou oral. Le non-respect des consignes méthodologiques, notamment en matière d'utilisation de ressources en ligne, d'IA génératives ou de collaboration entre étudiant.es, pour toute partie de l'évaluation continue entraînera une note globale de 0 pour l'évaluation continue.

Méthodes d'enseignement	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 totalité ou en partie dans le format de classe inversée. La visite d'une société industrielle de mise en oeuvre des polymères peut compléter la formation.
Contenu	1.1. Principales caractéristiques de chaînes macromoléculaires 1.2. Elasticité des chaînes macromoléculaires, et élasticité des matériaux élastomères 1.3. L'état vitreux et la transition vitreuse des matériaux polymères 1.4. Viscoélasticité et rhéologie des polymères 1.5. Polymères semi-cristallins et cristallisation des polymères
Ressources en ligne	Des notes de cours (en anglais) sont mises à disposition des étudiants sur le site Moodle du cours, ainsi que de courtes capsules vidéos.
Bibliographie	Des notes de cours et des podcasts vidéos (en Anglais) sont mis à disposition des étudiants sur le site du cours. Des copies des transparents sont disponibles sur le site du cours. Les ouvrages de référence suivants sont intéressants : Paul C. Hiemenz; Timothy P. Lodge, Polymer Chemistry, 2nd edition, CRC Press:Boca Raton, 2007.
Faculté ou entité en charge:	FYKI

Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] : ingénieur civil en chimie et science des matériaux	KIMA2M	3		
Master [120] : ingénieur civil biomédical	GBIO2M	3		
Master [120] : ingénieur civil physicien	FYAP2M	3		
Master [120] : bioingénieur en chimie et bioindustries	BIRC2M	3		