



ΦΥΛΛΟ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Κωδ. αριθ.

5154

ΑΕΙ

ΕΜΠ

Τίτλος

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΟΛΥΜΕΡΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Στοιχεία
μαθήματος

Τ.Π	Ενοτ. Μαθ.	ΕΞ	Ω/Ε			
ΧΜ	ΒΑ.ΕΠ	9°	ΥΠΧ	ΘΕ	3	
	ΤΕ.ΕΠ	•	ΚΟΡ	ΕΠΛ	ΦΡ	
	ΤΧΛ.	•	ΚΑΤ	Π.ΤΜ	ΕΡΓ	2
	Ο.Α.Κ.				ΥΠΛ	
	Ξ.Γ.					

Προαπαιτ.
γνώσεις

Οργανική Χημεία, Χημική Κινητική, Φυσικοχημεία, Μηχανική Πολυμερών

Σκοπός

Σκοπός του μαθήματος είναι η εμβάθυνση στις διεργασίες πολυμερισμού λαμβάνοντας υπόψιν τις επιθυμητές ιδιότητες και την εφαρμογή του τελικού πολυμερούς. Έμφαση δίνεται στις διεργασίες παραγωγής των σημαντικότερων βιομηχανικών πολυμερών συμπεριλαμβανομένων βιοδιασπώμενων πολυμερών προερχόμενων από ανανεώσιμες πρώτες ύλες (biodegradable/biobased polymers). Παράλληλα παρουσιάζονται εναλλακτικές τεχνολογίες πολυμερισμού φιλικές προς το περιβάλλον και τεχνολογίες διαχείρισης/ανακύκλωσης πλαστικών απορριμμάτων.

Περιεχόμενο

- **ΕΙΣΑΓΩΓΗ.** Ταξινόμηση πολυμερών, χαρακτηρισμός και μέσα μοριακά βάρη. Διαμορφώσεις πολυμερικών αλυσίδων. Τεχνικές προσδιορισμού μέσων μοριακών βαρών.
- **ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ ΜΕΣΩ ΣΤΑΔΙΑΚΟΥ ΠΟΛΥΜΕΡΙΣΜΟΥ.** Γραμμικός και μη-γραμμικός σταδιακός πολυμερισμός. Εξισώσεις ρυθμού χημικών αντιδράσεων και πειραματικός προσδιορισμός κινητικών μεγεθών. Παραγωγή βιοδιασπώμενων συνθετικών πολυμερών προερχόμενων από ανανεώσιμες πρώτες ύλες. Παραγωγή πολυμερών υψηλής μηχανικής και θερμικής αντοχής. Εφαρμογές.
- **ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ ΜΕΣΩ ΑΛΥΣΩΤΟΥ ΠΟΛΥΜΕΡΙΣΜΟΥ.** Αλυσωτός πολυμερισμός ελευθέρων ριζών. Εξισώσεις ρυθμού αντιδράσεων. Επίδραση φαινομένων διάχυσης στην κινητική. Δομή/τροποποίηση πολυμερών αλυσωτού πολυμερισμού με βάση τις εφαρμογές.
- **ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΠΟΛΥΜΕΡΙΣΜΟΥ.** Τεχνικές πολυμερισμού. Συνδυασμός τεχνικών πολυμερισμού για τη βιομηχανική παραγωγή εμπορικών πολυμερών. Αντιδραστήρες πολυμερισμού. Προσεγγίσεις στην προσομοίωση αντιδραστήρων πολυμερισμού. Τεχνικές επί τόπου πολυμερισμού για την παραγωγή προηγμένων υλικών (νανοσύνθετα, πολυμερικά συστήματα εγκλεισμού δραστικών ουσιών).
- **ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΦΙΛΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΟΛΥΜΕΡΙΣΜΟΥ.** Πολυμερισμός στερεάς κατάστασης. Ενζυμικός πολυμερισμός.
- **ΑΕΙΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ.** Μηχανισμός αυτοοξειδωσης και φωτοοξειδωσης πολυμερών. Σταθεροποίηση. Τεχνολογίες

ανάκτησης και ανακύκλωσης πλαστικών απορριμμάτων. Βιοαποικοδόμηση πολυμερών. Μικροσωματίδια πλαστικών (microplastics). Βιοδιασπώμενα πολυμερή.

- **Εργαστηριακές ασκήσεις:** **Σταδιακός πολυμερισμός:** Παρασκευή μονομερών πολυαμιδίων και πολυμερισμός συμπύκνωσης σε διαχωριστική επιφάνεια. **Αλυσωτός πολυμερισμός:** Παραγωγή και χαρακτηρισμός πολυ(μεθακρυλικού μεθυλίου) με τεχνική μάζας. **Πολυμερισμός στερεάς κατάστασης:** Προσδιορισμός συνθηκών αντίδρασης και παρακολούθηση διεργασίας μέσω θερμικής ανάλυσης. **Μεταπολυμερισμός:** Σκλήρυνση ακόρεστου πολυεστέρα. **Βιοδιασπώμενα πολυμερή:** Υδρολυτική αποικοδόμηση και σταθεροποίηση πολυ(γαλακτικού οξέος) (PLA). **Ανακύκλωση πολυμερών:** Μέθοδοι επιλεκτικής διάλυσης-επανακαταβύθισης και ανάτηξης-ανασταθεροποίησης. **Σχεδιασμός προϊόντων:** Επί τόπου πολυμερισμός ουρίας-φορμαλδεΐδης για την ανάπτυξη συστημάτων αυτοϊασης (self-healing materials).

Ανάλυση διδασκαλίας:

Διδακτική εβδομάδα	Αντικείμενο
1 ^η	Ανασκόπηση βασικών εννοιών ως προς τη χημική σύσταση, τη δομή και την κατανομή του μοριακού βάρους των πολυμερών. Διαμορφώσεις πολυμερικών αλυσίδων σε αραιά διαλύματα. Τεχνικές προσδιορισμού μέσω μοριακών βαρών. Ανάλυση ακραίων ομάδων. Ωσμωτική πίεση. Σκέδαση φωτός. Ιξωδομετρία αραιών διαλυμάτων. Χρωματογραφία διέλευσης μέσω πηκτής. Παγκόσμια καμπύλη βαθμονόμησης.
2 ^η	Σταδιακός πολυμερισμός. Κινητική P. Flory - V. Korshak για μη-στοιχειομετρική αναλογία δραστικών ομάδων. Πειραματικός προσδιορισμός κινητικών μεγεθών. Σταθερά ισορροπίας και κινητική αμφίδρομων αντιδράσεων πολυμερισμού. Σχήματα χημικών αντιδράσεων. Εξισώσεις ρυθμού για πολυεστέρες και πολυαμίδια.
3 ^η	Μη-γραμμικός σταδιακός πολυμερισμός. Προσέγγιση Carothers για τον προσδιορισμό του βαθμού πολυμερισμού και του σημείου πηκτώματος. Κατανομή μοριακών βαρών στον σταδιακό πολυμερισμό. Πιο πιθανή κατανομή μοριακών βαρών (Flory-Schultz). Προσδιορισμός δείκτη πολυδιασποράς.
4 ^η	Αλυσωτός πολυμερισμός. Εξισώσεις ρυθμού και προσδιορισμός κινητικών σταθερών για πολυμερισμό ελευθέρων ριζών. Κατανομή μοριακών βαρών. Επίδραση θερμοκρασίας και φαινομένων διάχυσης στην κινητική. Φαινόμενο αυτοεπιτάχυνσης Trommsdorff. Δομή/τροποποίηση πολυμερών αλυσωτού μηχανισμού με βάση τις εφαρμογές (συσκευασία, βιομηχανικά υλικά).
5 ^η	Διεργασίες/τεχνικές πολυμερισμού. Τύποι αντιδραστήρων πολυμερισμού. Προβλήματα στον σχεδιασμό αντιδραστήρων πολυμερισμού. Παραδείγματα διεργασιών εμπορικών τυπικών και βιοδιασπώμενων πολυμερών. Τεχνικές επί τόπου πολυμερισμού για την παραγωγή προηγμένων υλικών (νανοσύνθετα, συστήματα εγκλεισμού δραστικών ουσιών).
6 ^η	Περιβαλλοντικά φιλικές διεργασίες πολυμερισμού. Τεχνική πολυμερισμού στερεάς κατάστασης μονομερών και προπολυμερών. Πιθανά ελέγχοντα στάδια διεργασίας και επίδραση λειτουργικών παραμέτρων. Καταλυτικός πολυμερισμός στερεάς κατάστασης. Ενζυμικός πολυμερισμός. Κατηγορίες ενζύμων. Συνθήκες και λειτουργικές παράμετροι διεργασίας.
7 ^η	Πολυμερή φιλικά προς το περιβάλλον. Αντιδράσεις και μηχανισμός παραγωγής πολυμερών σταδιακού μηχανισμού από μονομερή προερχόμενα από ανανεώσιμες πρώτες ύλες

	(biobased polymers). Βιοαποικοδόμηση πολυμερών. Μικροπλαστικά. Κινητική υδρόλυση αλειφατικών πολυεστέρων. Εφαρμογές (συσκευασία, συστήματα ελεγχόμενης αποδέσμευσης).
8 ^η	Τεχνολογίες ανάκτησης και ανακύκλωσης πλαστικών απορριμμάτων. Μηχανική ανακύκλωση. Πρωτογενής ανακύκλωση (υπολείμματα παραγωγής). Δευτερογενής ανακύκλωση. Τεχνική ανάτηξης-ανασταθεροποίησης. Τεχνική εκβολής αντιδρώντος συστήματος. Τεχνική απορρύπανσης μέσω πολυμερισμού στερεάς κατάστασης. Δοκιμή πρόκλησης. Χημική-Τριτογενής ανακύκλωση. Ανάκτηση Ενέργειας.

Απασχόλ.
Σπουδ. Ωρες /
Εξαμ.

ΘΕ	24	ΦΡ		ΕΡΓ	16	Κ.ΟΙΚ	135	175
----	----	----	--	-----	----	-------	-----	-----

Διδάσκοντες

Θεωρία: Σ. Βουγιούκα (Αν. Καθ. ΕΜΠ - Συντονίστρια)
Εργαστήριο: Π. Ταραντίλη (Καθ. ΕΜΠ), Δ. Κορρές (ΕΔΙΠ ΕΜΠ), Σ. Μάη (ΕΔΙΠ ΕΜΠ), Ε. Μπαρμπούτη (ΕΔΙΠ ΕΜΠ), Δ. Κουλλάς (ΕΔΙΠ ΕΜΠ), Μ. Κομιώτου (ΕΔΙΠ ΕΜΠ), Υ. Ζαννίκου (ΕΤΕΠ ΕΜΠ).

Διδ. βοηθ.

1. Καραγιαννίδης Γ., Σιδερίδου Ε. Χημεία Πολυμερών, Ζήτη Πελαγία & Σία, 2006.
2. Οδηγός Εργαστηριακών Ασκήσεων: Μηχανική Παραγωγής – Ιδιότητες – Δομή – Περιβάλλον Ε.Μ.Π. 2021.
3. Καμπούρης Ε.Μ., Παπασπυρίδης Κ.Δ. Τεχνολογία πολυμερών (Δομή - Ιδιότητες πολυμερών), Ε.Μ.Π.
4. Καμπούρης Ε. Μ., Τεχνολογία Πολυμερών - Τόμος Ι: Διεργασίες Πολυμερισμού, Ε.Μ.Π.

Τυπικό Δ.Σ.

1. Flory P. Principles of Polymer Chemistry. Ithaca: Cornell University Press, 1975.
2. Korshak V, Frunze T. Synthetic Heterochain Polyamides. Jerusalem: IPST, 1964.
3. Young R, Lovell P. Introduction to Polymers, 3rd Edition, CRC Press, Taylor & Francis Group 2011.
4. Hiemenz PC, Lodge TP. Χημεία Πολυμερών, Επιστ. Επιμέλεια Σπ. Αναστασιάδης, Πανεπιστ. Εκδ. Κρήτης, 2014.

Μεθ. διεξ.

-Διδασκαλία θεωρίας και παραδειγμάτων από έδρας με επίλυση υπολογιστικών ασκήσεων.
-Εργαστηριακές ασκήσεις: Εκτέλεση εργαστηριακών ασκήσεων από ολιγομελείς ομάδες φοιτητών και άμεση παράδοση ομαδικής εργαστηριακής αναφοράς. Ακολουθεί γραπτή ή προφορική αξιολόγηση από τους επιβλέποντες. Η συμμετοχή στο Εργαστήριο είναι υποχρεωτική και αποτελεί προϋπόθεση συμμετοχής στη Γραπτή Εξέταση.

Αξιολ. επιδ.

Η αξιολόγηση θα γίνει:

- μέσω Γραπτής Εξέτασης (ΓΕ) στα πλαίσια της εξεταστικής περιόδου και με ελεύθερη χρήση του συγγράμματος ή των σημειώσεων.
- μέσω της εκτέλεσης των Εργαστηριακών Ασκήσεων (ΕΑ) όπως προκύπτει από την παρουσία και παρακολούθηση της εκτέλεσης της άσκησης, την ατομική αξιολόγηση από την εξέταση της άσκησης και από την βαθμολόγηση της ομαδικής αναφοράς.

Ενιαίος

Προϋποθέσεις: Βαθμός γραπτού ≥ 5

βαθμός

$$\text{Τελικός Βαθμός} = (\Gamma\text{Ε}) * 0.6 + (\text{ΕΑ}) * 0.4$$

Διδακτικό έργο:

1. Διδασκαλία θεωρίας: 3 ώρες/εβδομάδα (εκτελείται από τη διδάσκουσα).
2. Εργαστηριακές ασκήσεις: 2 ώρες/εβδομάδα (εκτελούνται από τη διδάσκουσα, μέλη ΔΕΠ του Εργαστηρίου, καθώς και από μέλη ΕΔΙΠ, ΕΤΕΠ και ΥΔ).

Επεξήγηση Συντμήσεων

Τ. Π.	Τμήμα Προέλευσης
Ενοτ. Μα	Ενότητα Μαθημάτων
ΒΑ. ΕΠ.	Βασικών Επιστημών
ΤΕ. ΕΠ.	Τεχνικών Επιστημών (engineering)
ΤΧΛ	Τεχνολογικών
Ο.Α.Κ	αναγράφεται Ο=οικονομικά, Α = ανθρωπιστικά και Κ = κοινωνιολογικά
Ξ. Γ.	ξένες γλώσσες
ΕΞ	εξάμηνο σπουδών που διδάσκεται το μάθημα
ΚΟΡ	μαθήματα κορμού που απευθύνονται στο σύνολο της τάξης
ΚΑΤ	μαθήματα κατεύθυνσης
ΥΠΧ	υποχρεωτικό μάθημα
ΕΠΛ	μάθημα επιλογής
Π.ΤΜ	παράλληλα τμήματα
Ω/Ε	ώρες/εβδομάδα που περιλαμβάνονται στο ωρολόγιο πρόγραμμα
ΘΕ	θεωρητική διδασκαλία (Ω/Ε)
ΦΡ	φροντιστήριο (Ω/Ε)
ΕΡΓ	εργαστήριο (Ω/Ε)
ΥΠΛ	υπολογιστικές ασκήσεις (Ω/Ε)
Τυπικό Δ. Σ	Τυπικό Διεθνές Σύγγραμμα
Απ.Σπ. Ω /ΕΞ	ώρες απασχόλησης σπουδαστή ανά εξάμηνο
Κ. ΟΙΚ.	κατ' οίκον