

ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

1. ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ	ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ		
ΤΜΗΜΑ			
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	Προπτυχιακό		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	5289	ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	8 ^ο
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ		
ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ/ECTS	
Διαλέξεις και Φροντιστηριακές Ασκήσεις	3	7	
Εργαστηριακές Ασκήσεις	2		
ΣΥΝΟΛΟ	5		
ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ:	Ειδικότητας		
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	-		
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	Ελληνική		
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS:	ΝΑΙ		
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL):	https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=1319&lang=el		

2. ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μαθησιακά Αποτελέσματα
<p>Το μάθημα είναι βασικό για την κατεύθυνση των Υλικών, στην εμβάθυνση σε Πολυμερή και Σύνθετα Υλικά. Σκοπός του μαθήματος είναι η κατανόηση και ποσοτική περιγραφή των θερμικών, ρεολογικών, μηχανικών και διεπιφανειακών ιδιοτήτων των πολυμερών, των διαλυμάτων και των μειγμάτων τους με βάση τη χημική σύσταση και αρχιτεκτονική των μακρομοριακών αλυσίδων.</p> <p>Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής /-τρια θα:</p> <ul style="list-style-type: none">• είναι σε θέση να υπολογίζει από τη χημική σύσταση τις διαστάσεις στο χώρο πολυμερικών αλυσίδων σε κατάσταση τήγματος ή άμορφου στερεού (υάλου), καθώς και σε κατάσταση αραιού διαλύματος, να μετρά αυτές τις διαστάσεις πειραματικά και να τις χρησιμοποιεί για την εκτίμηση ρεολογικών ιδιοτήτων, όπως το ιξώδες.• κατανοεί ποσοτικά τη θερμοδυναμική πολυμερικών διαλυμάτων και μειγμάτων, είναι σε θέση να υπολογίζει διαγράμματα φάσεων γι' αυτά από τα μοριακά βάρη και κατάλληλες μοριακές παραμέτρους αλληλεπίδρασης και εκτιμά διαλυτότητες.• εκτιμά ποσοτικά τη συμπεριφορά τάσης-παραμόρφωσης ελαστομερικών δικτύων από τη χημική σύσταση και αρχιτεκτονική τους, καθώς και τη διόγκωση τους σε διαλύτες.• διαθέτει κατανόηση, σε μοριακό επίπεδο, των φαινομένων ιξωδοελαστικότητας πολυμερών σε κατάσταση τήγματος, της ποσοτικής περιγραφής αυτών των φαινομένων και της εξάρτησής τους από το μέγεθος και την αρχιτεκτονική των μακρομορίων και τις συνθήκες (θερμοκρασία, πίεση).• διαθέτει μια βασική κατανόηση της φαινομενολογίας του φαινομένου της υαλώδους μετάπτωσης, της θερμικής και μηχανικής συμπεριφοράς υαλωδών πολυμερών, της πλαστικοποίησής τους από μόρια μικρού μοριακού βάρους, και των φαινομένων φυσικής γήρανσης που τα διέπουν.
Γενικές Ικανότητες
<ul style="list-style-type: none">• Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης• Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών• Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις – Λήψη αποφάσεων• Αυτόνομη εργασία

3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

• **ΕΙΣΑΓΩΓΗ.** Υπενθύμιση στοιχείων δομής και ιδιοτήτων πολυμερών. Χημική σύσταση και αρχιτεκτονική μακρομορίων. Ομογενή, φασικά διαχωρισμένα και νανοδομημένα πολυμερικά υλικά. Ημικρυσταλλικά πολυμερή, διαλύματα και τήγματα πολυμερών, υαλώδη πολυμερή. Κατανομές μοριακού βάρους.

• **ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΠΟΛΥΜΕΡΙΚΩΝ ΑΛΥΣΙΔΩΝ.** Στατιστική περιγραφή των διαμορφώσεων. Απλά μοντέλα γραμμικών πολυμερικών αλυσίδων με τοπικές αλληλεπιδράσεις κατά μήκος του σκελετού τους: αλυσίδα με ελευθέρως συνδεδεμένα μονομερή στοιχεία, αλυσίδα με ελευθέρως περιστρεφόμενα μονομερή στοιχεία. Στοιχεία μοντέλου περιστροφικών ισομερικών καταστάσεων. Μεγέθη χαρακτηριστικά της χωρικής έκτασης μιας αλυσίδας: απ' άκρου εις άκρο απόσταση και η κατανομή της, γυροσκοπική ακτίνα. Μεγέθη χαρακτηριστικά της ευκαμψίας αλυσίδας: χαρακτηριστικός λόγος, μήκος στατιστικού τμήματος K_{uhn} , μήκος εμμονής. Το φαινόμενο αποκλειόμενου όγκου. Διόγκωση αλυσίδων σε καλούς διαλύτες. Θ συνθήκες.

• **ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ.** Θεωρία Flory-Huggins: Προϋποθέσεις ισχύος, υπολογισμός της εντροπίας ανάμειξης, ενθαλπία ανάμειξης. Η παράμετρος αλληλεπίδρασης χ . Ωσμωτική πίεση διαλυμάτων πολυμερών. Φασική συμπεριφορά διαλυμάτων πολυμερών. Καμπύλη ισορροπίας, καμπύλη ορίων ευστάθειας, κρίσιμο σημείο. Προβλέψεις από τη θεωρία Flory-Huggins. Καταστατικές εξισώσεις για διαλύματα και τήγματα πολυμερών.

• **ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΡΑΙΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ.** Συντελεστής τριβής και ιξώδες. Εσωτερικό ιξώδες και υπολογισμός του βάσει της εξίσωσης Einstein. Εξίσωση Mark-Houwink και χρήση της στον προσδιορισμό μοριακών βαρών. Χρωματογραφία αποκλεισμού μεγεθών. Παγκόσμια καμπύλη βαθμονόμησης.

• **ΠΟΛΥΜΕΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ.** Τύποι δικτύων και τοπολογικά χαρακτηριστικά τους. Θερμοδυναμική της ελαστικής παραμόρφωσης. Εντροπική και ενεργειακή συνεισφορά στην ελαστική απόκριση. Ιδανικά ελαστομερή. Στατιστική μηχανική θεωρία της ελαστικής απόκρισης. Εξαγωγή της τάσης συναρτήσεως της επιμήκυνσης για μοναξονική έκταση/θλίψη πολυμερικού δικτύου. Μοντέλα affine και phantom. Εξίσωση Mooney-Rivlin. Διόγκωση πολυμερικών δικτύων μέσα σε διαλύτες. Γέλες και εφαρμογές τους.

• **ΙΞΩΔΟΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΠΟΛΥΜΕΡΙΚΩΝ ΤΗΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ.** Γραμμικές ιξωδο-ελαστικές ιδιότητες: Ιξώδες, μέτρο χαλάρωσης τάσεων, ενδοτικότητα. Μέτρα απώλειας και αποθήκευσης. Μιγαδικό μέτρο ελαστικότητας και μιγαδικό ιξώδες. Αρχή υπέρθεσης του Boltzmann. Το μοντέλο Rouse για μη διαπλεγμένα πολυμερικά τήγματα. Το μοντέλο Zimm για αραιά διαλύματα. Διαπλοκές και επίπτωσή τους στις ρεολογικές ιδιότητες. Μοντέλο έρπυσης (reptation) και προβλέψεις του για την εξάρτηση των ρεολογικών ιδιοτήτων από το μοριακό βάρος.

• **ΥΑΛΩΔΗ ΠΟΛΥΜΕΡΗ ΚΑΙ ΥΑΛΩΔΗΣ ΜΕΤΑΠΤΩΣΗ.** Φαινομενολογία της υαλώδους μετάπτωσης. Θερμοκρασία Kauzmann. Πειραματικός προσδιορισμός της θερμοκρασίας υαλώδους μετάπτωσης. Θεωρίες ελεύθερου όγκου. Εξίσωση Williams-Landel-Ferry και υπέρθεση χρόνου-θερμοκρασίας. Μηχανικές ιδιότητες υαλωδών πολυμερών. Πλαστικοποίηση

ΤΙΤΛΟΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. Υπολογισμός διαστάσεων αδιατάρακτων πολυμερικών αλυσίδων με προσομοίωση Monte Carlo
2. Ιξωδομετρία αραιών διαλυμάτων πολυμερών
3. Μηχανικές ιδιότητες ελαστομερών, υαλωδών και ημικρυσταλλικών πολυμερών: εξάρτηση από τη θερμοκρασία.

4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ:	Στην τάξη	
ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ:	Εργαστηριακή άσκηση αφιερωμένη σε υπολογισμό διαστάσεων αδιατάρακτων πολυμερικών αλυσίδων με προσομοίωση Monte Carlo. Χρήση ιστοσελίδας helios για επικοινωνία με τους φοιτητές, ανάρτηση σημειώσεων κλπ.	
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ:	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου
	Διαλέξεις (8 εβδομάδες)	20
	Επίλυση φροντιστηριακών ασκήσεων στην τάξη	4

	Εργαστηριακές ασκήσεις: εκτέλεση από τετραμελείς ομάδες σπουδαστών στο εργαστήριο	16
	Εργαστηριακές ασκήσεις: ομαδική εργαστηριακή αναφορά. Η συμμετοχή στο Εργαστήριο είναι υποχρεωτική.	32
	Μελέτη κατ' οίκον	103
	Σύνολο Μαθήματος:	175
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ:	<p>Η αξιολόγηση γίνεται:</p> <ul style="list-style-type: none"> • μέσω τελικής Γραπτής Εξέτασης (ΓΕ) που θα περιλαμβάνει την επίλυση λογιστικών ασκήσεων με ανοικτά βιβλία και άλλα βοηθήματα • μέσω της επίδοσης στα εργαστήρια. Ο βαθμός εργαστηρίου, ΕΑ, προκύπτει ως μέσος όρος των επί μέρους βαθμών των εργαστηριακών ασκήσεων. Ο βαθμός κάθε εργαστηριακής άσκησης βασίζεται στη γραπτή αναφορά που θα παραδοθεί και στην προετοιμασία και συμμετοχή του φοιτητή κατά την εκτέλεση της άσκησης. <p>Όλοι οι βαθμοί που αποδίδονται ανακοινώνονται μέσω της ιστοσελίδας του μαθήματος στο helios.</p> <p style="text-align: center;">Ο τελικός βαθμός προκύπτει ως: Τελικός Βαθμός = (ΓΕ)*0.6 + (ΕΑ)*0.4</p> <p>Εάν ΓΕ < 5, ο σπουδαστής δεν προβιβάζεται.</p>	

5. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Διδακτικά Βοηθήματα

1. Hiemenz, P.C., Lodge, T.P. Χημεία Πολυμερών, 2^η έκδοση, 2007. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2014. ISBN 978-960-524-429-3, κωδικός «Ευδόξου» 32998357.
2. Δ. Θεοδώρου, Σημειώσεις Διαλέξεων Επιστήμης Πολυμερών
3. Κ. Μπέλτσιος, Πολυμερή Ι, 2021
4. Κ. Μπέλτσιος, Πολυμερή ΙΙ, 2021
5. Οδηγοί Εργαστηριακών Ασκήσεων (τα 2-5 είναι αναρτημένα στο mycourses)

Πρόσθετη βιβλιογραφία που συνιστάται:

1. Ιωάννης Χρ. Σιμιτζής, Επιστήμη και Τεχνική Πολυμερών και Συνθέτων Υλικών, ΕΜΠ, 2011.
2. Flory, P.J. Principles of Polymer Chemistry, Cornell University Press: Ithaca, NY, 1953.
3. Sperling, L.H. Introduction to Physical Polymer Science, 4th Edition, Wiley: New York, 2006.
4. Rubinstein, M., Colby, R.H. Polymer Physics, Oxford University Press, 2003.
5. William D. Callister, Jr., Επιστήμη και Τεχνολογία των Υλικών, 5^η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2004.
6. Κλασσικά άρθρα και αποσπάσματα βιβλίων από τη διεθνή βιβλιογραφία.