



ΦΥΛΛΟ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Κωδ. Αριθ.

5289

ΕΜΠ

Τίτλος

Επιστήμη Πολυμερών

Στοιχεία
Μαθήματος

Τ.Π	Ενот.Μαθ.	ΕΞ	Ω / Ε			
XM	BA.ΕΠ	8°,10°	ΥΠΧ	ΘΕ	3	
	TE.ΕΠ	*	ΚΟΡ	ΕΠΑ	ΦΡ	
	ΤΧΛ.		ΚΑΤ	Π.ΤΜ	ΕΡΓ	2
	Ο.Α.Κ.				ΥΠΑ	
	Ξ.Γ.					

Προαπαιτ.
Γνώσεις

Φυσικοχημεία (Δομή και Καταστάσεις της Ύλης), Μαθηματικά, Φυσική (Μηχανική, Ηλεκτρομαγνητισμός), Θερμοδυναμική, Οργανική Χημεία, Μηχανική Πολυμερών

Σκοπός

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.

Περιεχόμ.

- **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 Kuhn, μήκος εμμόνης. Το φαινόμενο αποκλεισμένου 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 συναρτήσει 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 ιξωδοελαστικές ιδιότητες: Ιξώδες, μέτρο χαλάρωσης τάσεων, ενδοτικότητα. Μέτρα απώλειας και αποθήκευσης. Μιγαδικό μέτρο ελαστικότητας και μιγαδικό ιξώδες. Αρχή υπέρθεσης του Boltzmann. Το μοντέλο Rouse για μή 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 υαλώδων πολυμερών. Πλαστικοποίηση.

Ανάλυση Διδασκαλίας :

Διδακτική Εβδομάδα	Αντικείμενο	Κεφάλαια Συγγραμματος
1 ^η	Εισαγωγή.	Σ/μα 1: Κεφ. 1
2 ^η	Διαμορφώσεις πολυμερικών αλυσίδων	Σ/μα 1: Κεφ. 6
3 ^η	Θερμοδυναμική διαλυμάτων πολυμερών: θεωρία Flory-Huggins. Διαγράμματα φάσεων	Σ/μα 1: Κεφ. 7
4 ^η	Θερμοδυναμική διαλυμάτων πολυμερών: διαγράμματα φάσεων	Σ/μα 1: Κεφ. 7
5 ^η	Δυναμική αραιών διαλυμάτων πολυμερών	Σ/μα 1, Κεφ. 9
6 ^η	Πολυμερικά δίκτυα: Δομή, θερμοδυναμική της ελαστικής παραμόρφωσης, διόγκωση σε διαλύτες	Σ/μα 1, Κεφ. 10
7 ^η	Ιξωδοελαστικότητα πολυμερικών τηγμάτων και διαλυμάτων: φαινομενολογία	Σ/μα 1, Κεφ. 11
8 ^η	Ιξωδοελαστικότητα πολυμερικών τηγμάτων και διαλυμάτων: θεωρίες Rouse, Zimm, έρψυσης	Σ/μα 1, Κεφ. 11
9 ^η	Υαλώδη πολυμερή και υαλώδης μετάπτωση	Σ/μα 1, Κεφ. 12

Απ.Σπ. Ω /Ε Ξ

ΘΕ	20	ΦΡ	4	ΕΡΓ	16	Κ. ΟΙΚ	135	175
----	----	----	---	-----	----	--------	-----	-----

Διδάσκοντες

Λόρος Θεοδώρου, Καθηγητής

Διδάσκοντες
Εργαστηρίων

**Θ. Θεοδώρου (Καθ.), Κ. Μπέλτσιος (Καθ.), Λουκάς Ζουμπουλάκης, (Αν. Καθηγητής)
ΕΔΙΠ: Παντελίτσα Γεωργίου, Σπύρος Σούλης**

Διδ. Βοηθ.

- 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.
- Α. Ζουμπουλάκης, Π. Γεωργίου, Σ. Σούλης, Σ. Ανωγιαννάκης, Π.-Ν. Τζούνης, Εργαστηριακές Ασκήσεις Επιστήμης Πολυμερών

Πρόσθετη
Βιβλιογραφία
.

- Ιωάννης Χρ. Σμιτζής, *Επιστήμη και Τεχνική Πολυμερών και Συνθέτων Υλικών*, ΕΜΠ, 2011.
- Flory, P.J. *Principles of Polymer Chemistry*, Cornell University Press: Ithaca, NY, 1953.
- Sperling, L.H. *Introduction to Physical Polymer Science*, 4th Edition, Wiley: New York, 2006.
- Rubinstein, M., Colby, R.H. *Polymer Physics*, Oxford University Press, 2003.
- William D. Callister, Jr., *Επιστήμη και Τεχνολογία των Υλικών*, 5^η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2004.

Μεθ. Διε

- Διαλέξεις από έδρας επί της θεωρίας, με παραδείγματα
- Επίλυση επιλεγμένων ασκήσεων από τους διδάσκοντες και τους σπουδαστές στα πλαίσια των διαλέξεων
- Εργαστηριακές Ασκήσεις: εκτέλεση εργαστηριακών ασκήσεων από τριμελείς ή τετραμελείς ομάδες σπουδαστών, ομαδική εργαστηριακή αναφορά εντός δεκαπέντε ημερών από την εκτέλεση κάθε άσκησης και γραπτή εξέταση επί του περιεχομένου και του γνωστικού υποβάθρου κάθε άσκησης από τον υπεύθυνο της άσκησης σε χρόνο που θα συμφωνηθεί με τους φοιτητές

ΤΙΤΛΟΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

- Ιξωδομετρία αραιών διαλυμάτων πολυμερών
- Μηχανικές ιδιότητες ελαστομερών, υαλώδων και ημικρυσταλλικών πολυμερών: εξάρτηση από

τη θερμοκρασία
3. Υπολογισμός διαστάσεων αδιατάρακτων πολυμερικών αλυσίδων με προσομοίωση Monte Carlo

Αξιολ. Επιδ.

Η αξιολόγηση θα γίνει:

- 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 εξέταση που θα διεξαχθεί από τον υπεύθυνο κάθε άσκησης

Ενιαίος
Βαθμός

Ο τελικός βαθμός προκύπτει ως : Τελικός Βαθμός = (ΓΕ)*0.6 + (ΕΑ)*0.4

Διδακτικό Έργο :

1. Διδασκαλία θεωρίας : 3 ώρες/εβδομάδα. Αναλαμβάνεται από τους διδάσκοντες.
2. Φροντιστηριακές Ασκήσεις : κατά μέσον όρο 1 ώρα κάθε δεκαπενθήμερο, στις ώρες της θεωρίας. Αναλαμβάνεται από τους διδάσκοντες.
3. Εργαστηριακές Ασκήσεις : 3 εργαστηριακές περιόδοι, των οποίων το πρόγραμμα καθορίζεται κατά τη διάρκεια του εξαμήνου.

Επεξήγηση Συντημήσεων

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