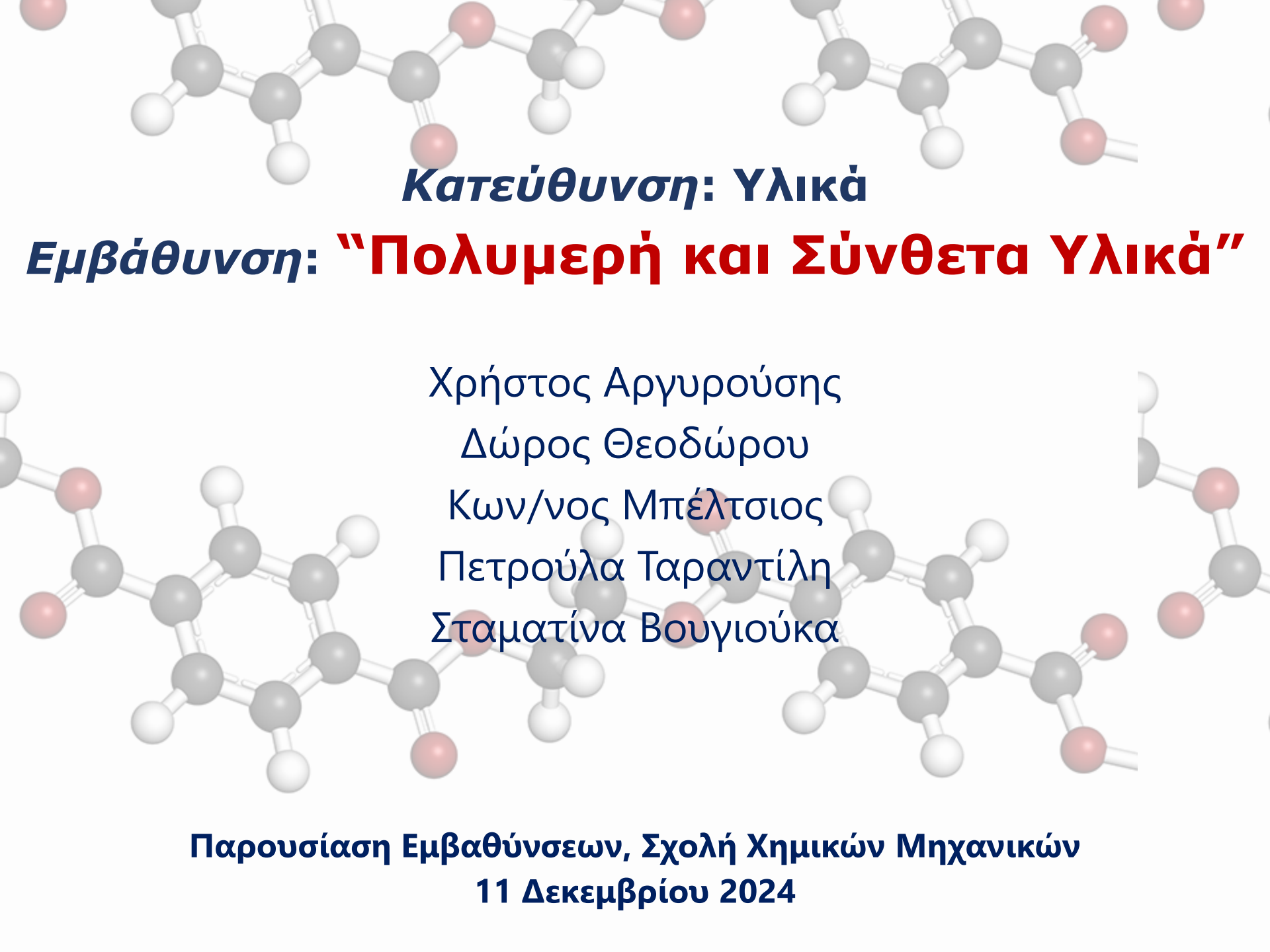


The background of the slide features a repeating pattern of a molecular structure, likely representing a polymer chain. It consists of grey spheres (carbon) and red spheres (oxygen) connected by white lines (bonds).

Κατεύθυνση: Υλικά

Εμβάθυνση: “Πολυμερή και Σύνθετα Υλικά”

Χρήστος Αργυρούσης

Δώρος Θεοδώρου

Κων/νος Μπέλτσιος

Πετρούλα Ταραντίλη

Σταματίνα Βουγιούκα

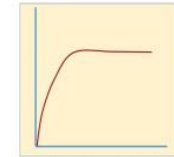
Παρουσίαση Εμβαθύνσεων, Σχολή Χημικών Μηχανικών

11 Δεκεμβρίου 2024

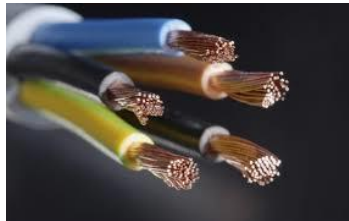
Εφαρμογές Πολυμερών και Συνθέτων υλικών



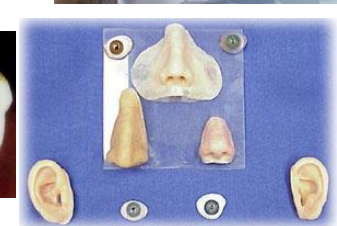
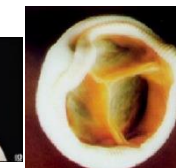
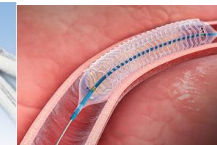
Applications of biodegradable polymers and polymeric nanocarriers



Sustained and controlled drug delivery



Συνθετικό μόσχευμα από Dacron



Μαθήματα εμβάθυνσης “Πολυμερή και Σύνθετα Υλικά”

- **Εαρινό εξάμηνο (8^ο και 10^ο εξ.)**
 - Επιστήμη Πολυμερών (5289)
 - Επεξεργασία Πολυμερών (5306)
- **Χειμερινό εξάμηνο (9^ο εξ.)**
 - Μηχανική Παραγωγής Πολυμερικών Υλικών (5154)
 - Σύνθετα Υλικά (5257)

Χαρακτηριστικά της Εμβάθυνσης: “Πολυμερή και Σύνθετα Υλικά”

- **Ευρύτητα** σε γνωστικά αντικείμενα
- **Διεπιστημονικότητα:** χρησιμοποιούνται γνώσεις και καλλιεργούνται δεξιότητες από άλλες επιστήμες όπως το Περιβάλλον, η Βιοτεχνολογία, η Νανοτεχνολογία, η Πληροφορική
- Συνδυασμός **θεωρητικής** και **εργαστηριακής** εκπαίδευσης
- Εξοικείωση με τεχνολογίες που παρουσιάζουν εκτεταμένη **βιομηχανική εφαρμογή**



Η βιομηχανία των πλαστικών

- Η βιομηχανία των πλαστικών (polymer business) αυξάνεται σημαντικά κάθε χρόνο → **απασχόληση για Χημικούς Μηχανικούς**

Ειδικά για την Ελλάδα

Σύνδεσμος Βιομηχανιών Πλαστικών Ελλάδας (ΣΒΠΕ) <https://www.ahpi.gr/>



Εύκαμπτης
Συσκευασίας



Συστήματα
Πλαστικών
Σωληνώσεων



Α' Υλών



Έγχυσης
(Injection Molding)



Εξέλασης
Φύλλου και
Θερμοδιαμόρφωσης



Μηχανημάτων



Masterbatch



Υπηρεσίες &
Έλεγχος
Συσκευασίας



Περιστροφικής
Χύτευσης
(Rotational Molding)



Δομικών Υλικών



Ανακύκλωσης



Κιβωτίων



Αλιείας



Διογκωμένης
πολυστερίνης



Γεωργίας



Μαθησιακά αποτελέσματα της Εμβάθυνσης “Πολυμερή και Σύνθετα Υλικά”

➤ Μοριακή σύνθεση και Αρχιτεκτονική μακρομορίων

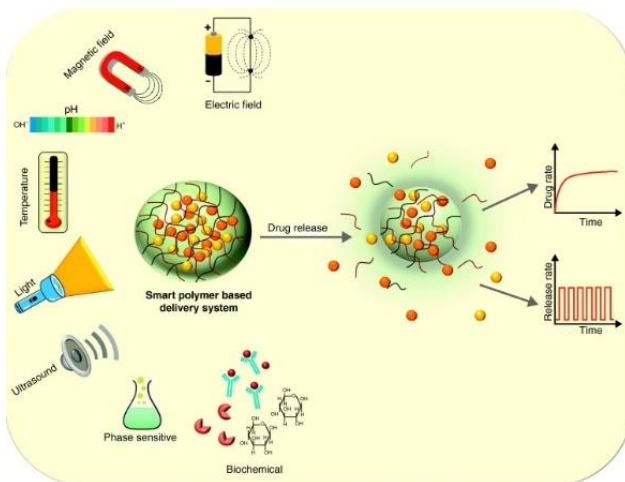
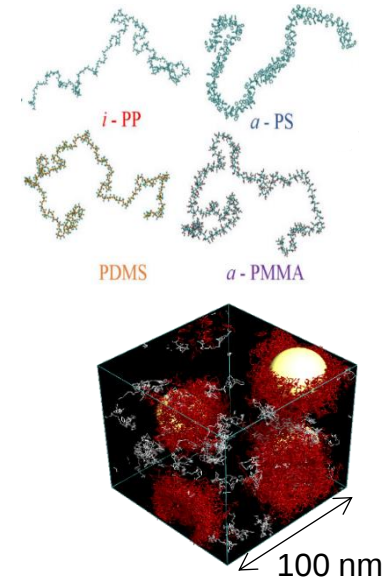


Πρόβλεψη κρίσιμων ιδιοτήτων πολυμερικών συστημάτων
(μέσω μοριακής προσομοίωσης)

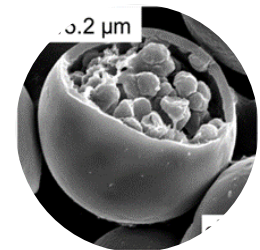
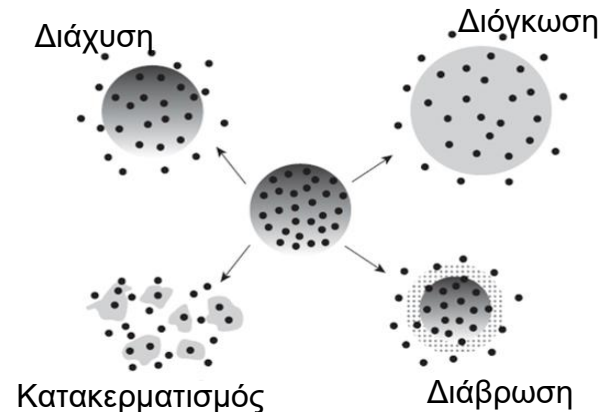
➤ Κατανόηση και τροποποίηση δομής με στόχο συγκεκριμένες ιδιότητες και εφαρμογές

- Έξυπνα πολυμερή
(smart polymers)

- Πολυμερή στην αποδέσμευση
φαρμακευτικών ουσιών

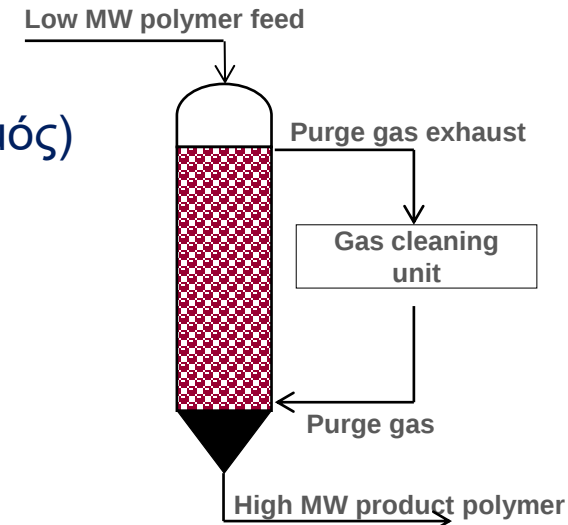
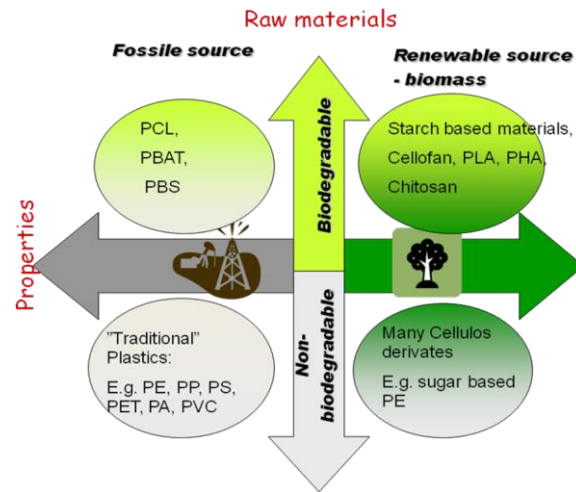


Drug Discovery Today: Technologies

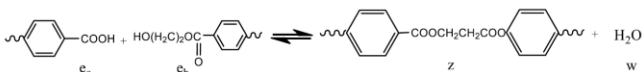


Μαθησιακά αποτελέσματα της Εμβάθυνσης “Πολυμερή και Σύνθετα Υλικά”

- **Διεργασίες παραγωγής πολυμερών/ βιοπολυμερών**
Φιλικές προς το περιβάλλον διεργασίες
(πολυμερισμός στερεάς κατάστασης, ενζυμικός πολυμερισμός)

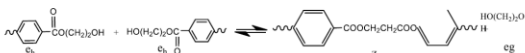


- Αντίδραση εστεροποίησης

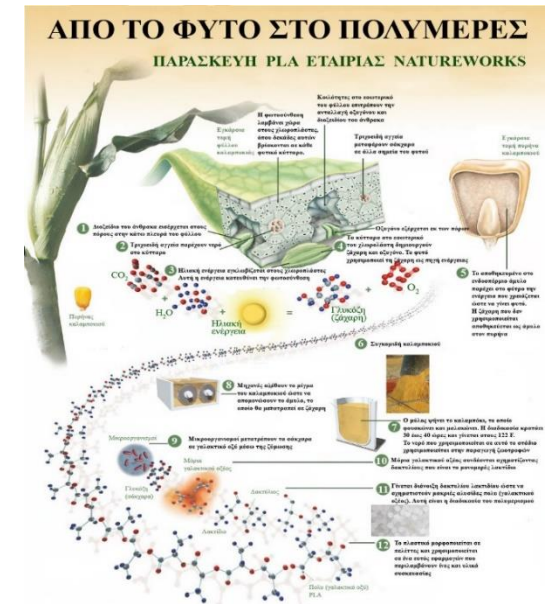


$$r_{\text{esterif}} = k_{\text{ester}} \left(e_c e_h - \frac{2zw}{K_{\text{ester, equil}}} \right)$$

- Αντίδραση μετεστεροποίησης



$$r_{\text{transest}} = k_{\text{trans}} \left(e_h^2 - \frac{4ze_g}{K_{\text{trans, eq}}} \right)$$



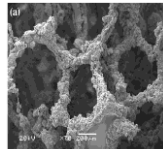
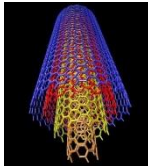


Μαθησιακά αποτελέσματα της Εμβάθυνσης “Πολυμερή και Σύνθετα Υλικά”

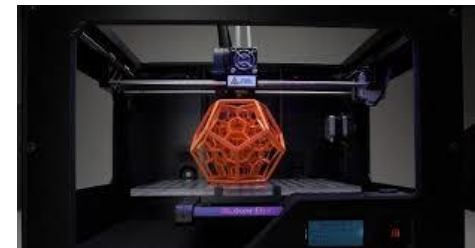
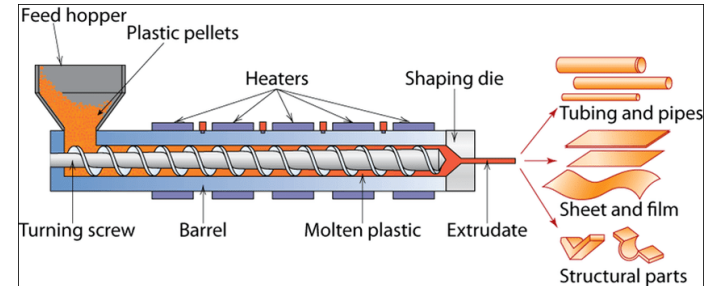
➤ Διεργασίες Τροποποίησης, Ανάμιξης και Μορφοποίησης πολυμερικών υλικών

- Φιλικά προς το περιβάλλον πρόσθετα
(π.χ. επιβραδυντές καύσης απαλλαγμένοι από αλογόνα)

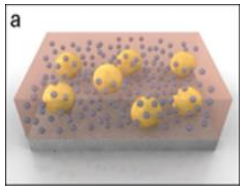
- Σύνθετα και νανο-σύνθετα υλικά



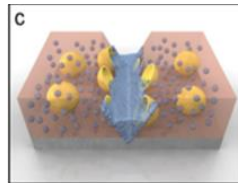
BG/PDLA



- Αυτοϊάσιμα πολυμερή (self healing polymers)

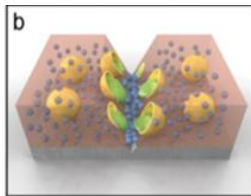


Διασπορά μικροκαψουλών και καταλύτη στην πολυμερική μήτρα

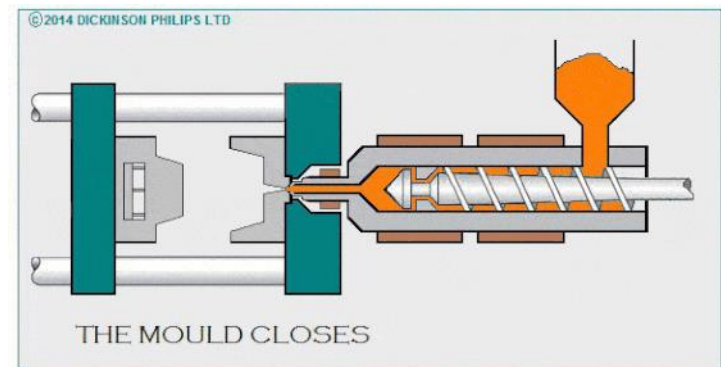
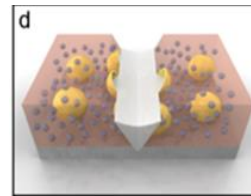


Ο επουλωτικός παράγοντας έρχεται σε επαφή με τον καταλύτη και αρχίζει η διαδικασία σκλήρυνσης.

Ρήξη των μικροκαψουλών και αποδέσμευση του επουλωτικού παράγοντα.



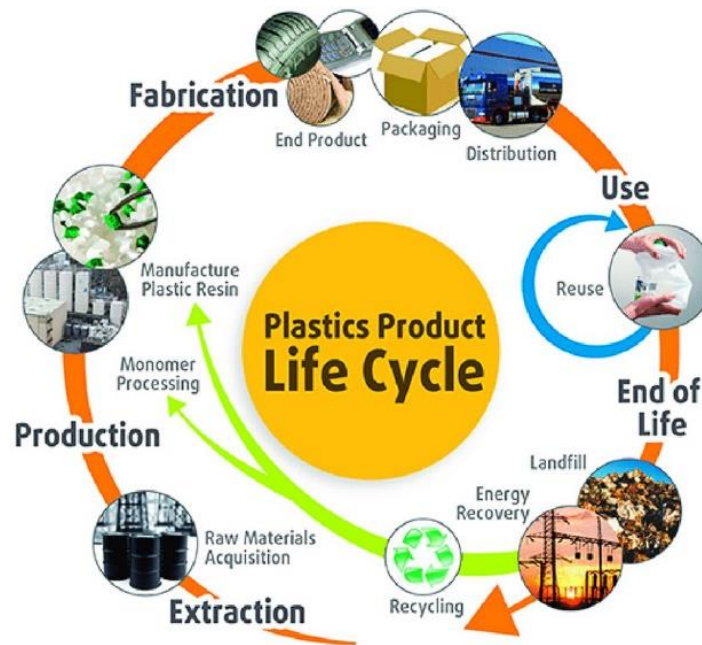
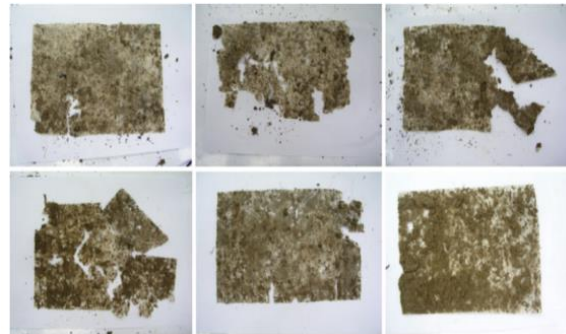
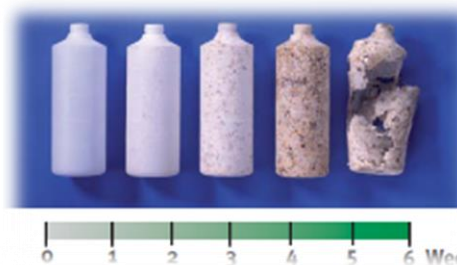
Ο επουλωτικός παράγοντας έχει σκληρύνει προστατεύοντας το υπόστρωμα.



Μαθησιακά αποτελέσματα της Εμβάθυνσης “Πολυμερή και Σύνθετα Υλικά”

➤ Τεχνολογίες διαχείρισης πλαστικών απορριμμάτων

- Σύμφωνα με τις αρχές και τις Οδηγίες της κυκλικής οικονομίας
- Χρήση Βιοδιασπώμενων πολυμερών



Πρόβλημα Σχεδιασμού Διεργασιών και Προϊόντων
από Πολυμερή και Σύνθετα Υλικά
στην ευρύτερη περιοχή των Υλικών Προηγμένης Τεχνολογίας

Μαθήματα εμβάθυνσης “Πολυμερή και Σύνθετα Υλικά”

Εαρινό εξάμηνο (8^ο και 10^ο εξ.)

- Επιστήμη Πολυμερών (5289)
- Επεξεργασία Πολυμερών (5306)

Χειμερινό εξάμηνο (9^ο εξ.)

- Μηχανική Παραγωγής Πολυμερικών Υλικών (5154)
- Σύνθετα Υλικά (5257)



Επιστήμη Πολυμερών (8^ο & 10^ο εξάμ.)

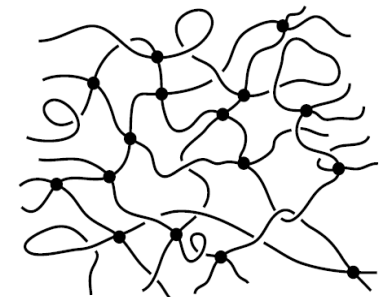
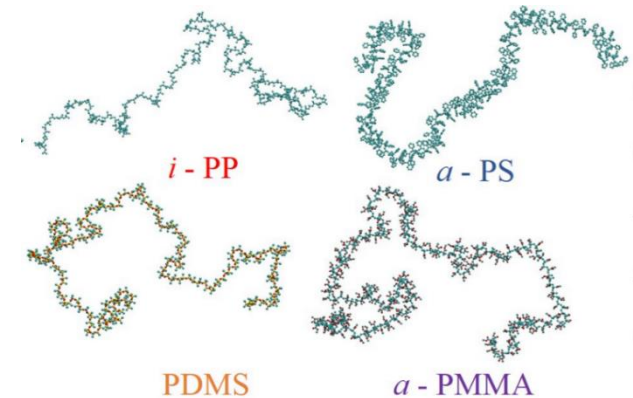
Διδάσκοντες: Δώρος Θεοδώρου (Καθηγητής), Κωνσταντίνος Μπέλτσιος (Καθηγητής), Παντελίτσα Γεωργίου (ΕΔΙΠ), Σπύρος Σούλης (ΕΔΙΠ)

- **Σκοπός μαθήματος**

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

- **Περιεχόμενα Μαθήματος**

1. Εισαγωγή
2. Διαμορφώσεις πολυμερικών αλυσίδων
3. Θερμοδυναμική διαλυμάτων πολυμερών
4. Δυναμική αραιών διαλυμάτων πολυμερών
5. Πολυμερικά δίκτυα
6. Ιξωδοελαστικότητα πολυμερικών τηγμάτων και διαλυμάτων
7. Υαλώδη πολυμερή και υαλώδης μετάπτωση



Ιστότοπος: <https://helios.ntua.gr/enrol/index.php?id=1319>

Επιστήμη Πολυμερών – Εκπαιδευτική διαδικασία

- **Διαλέξεις** από έδρας επί της θεωρίας, με παραδείγματα
- Επίλυση επιλεγμένων **φροντιστηριακών ασκήσεων** από τους διδάσκοντες και τους σπουδαστές στα πλαίσια των διαλέξεων
- **Εργαστηριακές ασκήσεις:**
 - Ιξωδομετρία αραιών διαλυμάτων πολυμερών
 - Μηχανικές ιδιότητες ελαστομερών, υαλωδών και ημικρυσταλλικών πολυμερών: Εξάρτηση από τη θερμοκρασία
 - Υπολογισμός διαστάσεων αδιατάρακτων αλυσίδων πολυμερών με προσομοίωση Monte Carlo

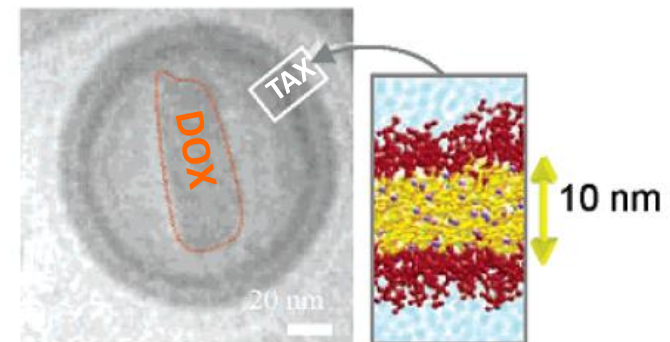
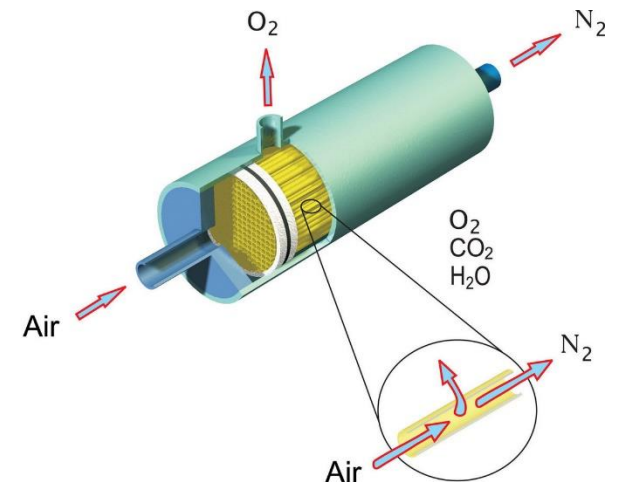
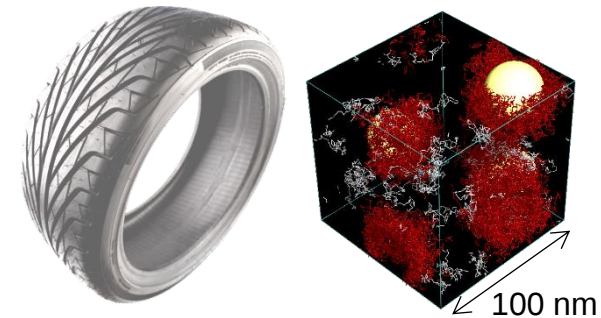
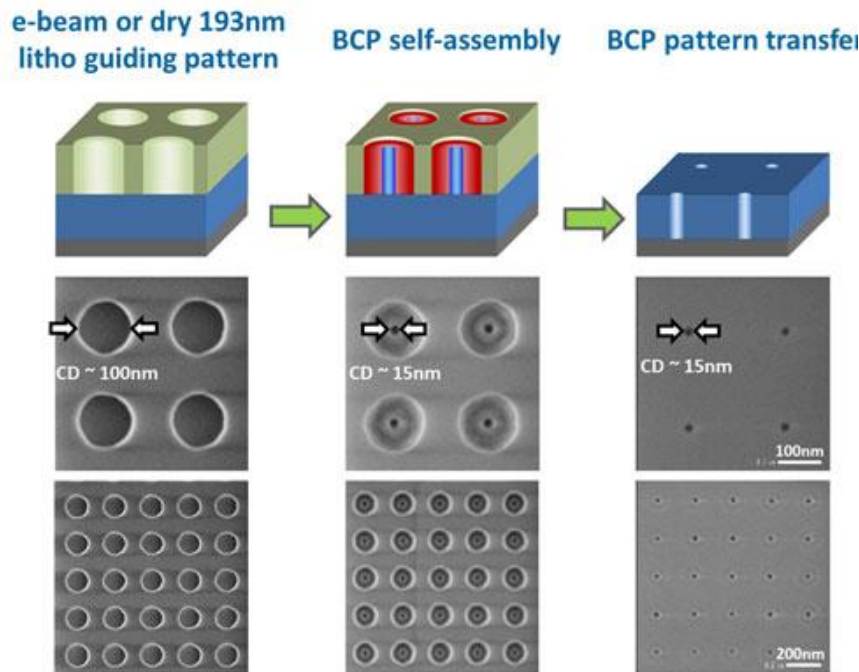
Εκτέλεση από τριμελείς ή τετραμελείς ομάδες σπουδαστών, γραπτή ομαδική εργαστηριακή αναφορά και πρόχειρη εξέταση επί του περιεχομένου και του γνωστικού υποβάθρου κάθε άσκησης από τον υπεύθυνο της άσκησης σε χρόνο που θα συμφωνηθεί με τους φοιτητές.

- **Αξιολόγηση επίδοσης:**
 - α. μέσω τελικής Γραπτής Εξέτασης (**ΓΕ**): επίλυση λογιστικών ασκήσεων με ανοικτά βιβλία και άλλα βοηθήματα
 - β. μέσω της επίδοσης στα εργαστήρια: ο βαθμός εργαστηρίου, **ΕΑ**, είναι ο μέσος όρος των βαθμών των εργαστηριακών ασκήσεων

Βαθμός μαθήματος = $0.6 (\text{ΓΕ}) + 0.4 (\text{ΕΑ})$
- **Διδακτικό βοήθημα:** 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.

Ερευνητικές περιοχές που καλύπτονται από το μάθημα «Επιστήμη Πολυμερών»

- Μοριακός σχεδιασμός πολυμερών, συνθέτων και νανοσυνθέτων πολυμερικής μήτρας για χρήση ως δομικών υλικών, υλικών συσκευασίας, μεμβρανών διαχωρισμού, ελαστικών, συγκολλητικών, επιφανειακών επιστρώματων, βιοσυμβατών υλικών, μέσων ελεγχόμενης αποδέσμευσης φαρμάκων, υλικών εγχάραξης ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, κ.ά.



Επεξεργασία Πολυμερών (8^ο & 10^ο εξάμ.)

- **Διδάσκοντες:** Πετρούλα Ταραντίλη (Καθηγήτρια)

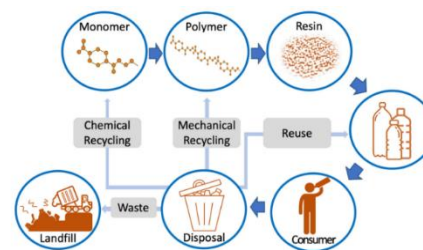
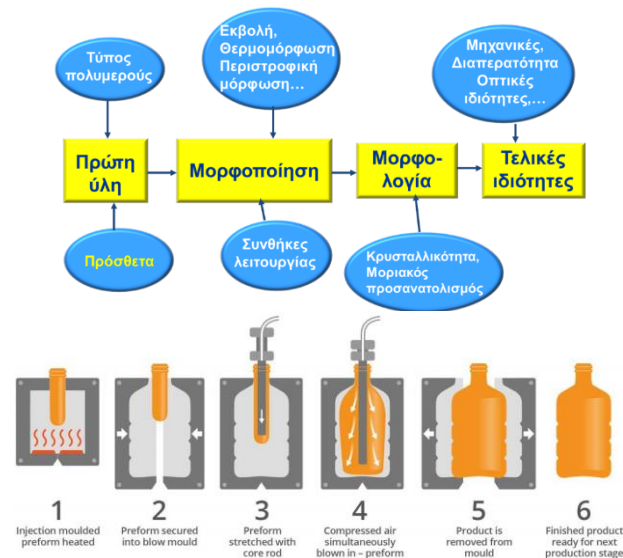
Εργαστήριο: Σ. Βουγιούκα (Αναπλ. Καθηγήτρια), Μ. Κομιώτου (ΕΔΙΠ), Δ. Κορρές (ΕΔΙΠ), Σ. Μάη (ΕΔΙΠ), Ε. Μπαραμπούτη (ΕΔΙΠ), Π. Σχοινάς (ΕΔΙΠ)

- **Σκοπός μαθήματος**

Η επέκταση και εμβάθυνση των γνώσεων των σπουδαστών στα θέματα των διεργασιών τροποποίησης, μορφοποίησης και ανακύκλωσης των πολυμερών, οι οποίες αποσκοπούν στην παραγωγή τελικών προϊόντων με προσχεδιασμένες, επιθυμητές ιδιότητες.

- **Περιεχόμενα Μαθήματος**

- Βασικές έννοιες στη Ρεολογία και Ρεομετρία πολυμερών.
- Μορφοποίηση προϊόντων με Φύσημα, Θερμομόρφωση, Περιστροφική μόρφωση, Χύτευση, Συμπίεση.
- Τροποποίηση πλαστικών υλικών: Μηχανισμοί αποικοδόμησης - Σταθεροποίηση, Λίπανση - Πλαστικοποίηση - Διόγκωση Πολυμερών.
- Ενίσχυση πολυμερών: Παραγωγή συνθέτων και νανοσυνθέτων υλικών.
- Ανάμειξη πολυμερικών συστημάτων – Πολυμερικά μίγματα.
- Διαχείριση πλαστικών απορριμμάτων - Μηχανική ανακύκλωση
- Σχεδιασμός πολυμερικών προϊόντων: Βιοϊατρικά πολυμερή, πλαστική συσκευασία, προϊόντα ανακύκλωσης.



Επεξεργασία Πολυμερών – Εκπαιδευτική διαδικασία

- Θεωρητική διδασκαλία: 3 ώρες/εβδ.
- Εργαστηριακές ασκήσεις: 2 ώρες/εβδ.

➤ Τροποποίηση πολυμερών:

1. Παραγωγή, ρεολογική μελέτη, χαρακτηρισμός και μορφοποίηση πλαστιζόλης
2. Υπολογισμός παραμέτρων εκθετικού νόμου πολυπροπυλενίου (PP), μέσω μέτρησης του δείκτη ροής τήγματος (MFI)
3. Μελέτη διόγκωσης-μορφοποίησης διογκώσιμου πολυστυρενίου
4. Αντιπυρικά πρόσθετα πολυμερών
5. Κατασκευή και μελέτη συνθέτων/νανοσυνθέτων υλικών πολυμερικής μήτρας

➤ Μορφοποίηση πολυμερών :

6. Μορφοποίηση πολυμερικών μεμβρανών, εκβολή και φύσημα
7. Μορφοποίηση πολυμερών με την τεχνική της θερμής συμπίεσης
- 8i. Μορφοποίηση πολυμερών με την τεχνική της έγχυσης
- 8ii. Ανάμειξη - Μορφοποίηση πολυμερών σε δικόχλιο σύστημα εκβολής

• Αξιολόγηση επίδοσης:

Τελικός Βαθμός = (Γραπτό)*0.6 + (Εργαστήρια)*0.4

Ιστότοπος: <https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=1336>



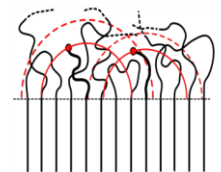
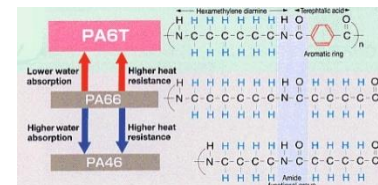
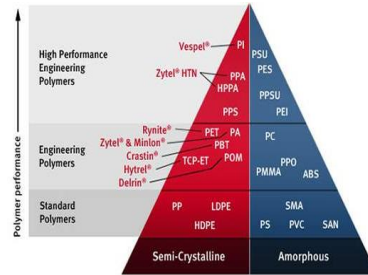
Μηχανική Παραγωγής Πολυμερικών Υλικών (9^ο εξάμηνο)

Μηχανική
Παραγωγής

Ιδιότητες

Περιβάλλον

Δομή



- **Διδάσκουσα:** Σταματίνα Βουγιούκα (Αναπλ. Καθηγήτρια)

Εργαστήριο: Π. Ταραντίλη (Καθηγήτρια), Δ. Κορρές (ΕΔΙΠ), Ε. Μπαραμπούτη (ΕΔΙΠ), Σ. Μάη (ΕΔΙΠ), Υ. Ζαννίκου (ΕΔΙΠ), Μ. Κομιώτου (ΕΔΙΠ), Δ. Κουλλάς (ΕΔΙΠ)

- **Σκοπός μαθήματος**

Η εμβάθυνση στις διεργασίες πολυμερισμού λαμβάνοντας υπόψιν τις συσχετίσεις δομής-ιδιοτήτων στο τελικό προϊόν, και η μελέτη διεργασιών παραγωγής σημαντικών βιομηχανικά πολυμερών με έμφαση στα μηχανολογικά πολυμερή και στα βιοπλαστικά. Τεχνολογίες ανακύκλωσης πλαστικών απορριμμάτων με στόχο την παραγωγή υψηλής-αξίας ανακυκλωμένων υλικών.

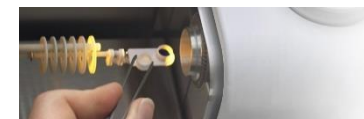
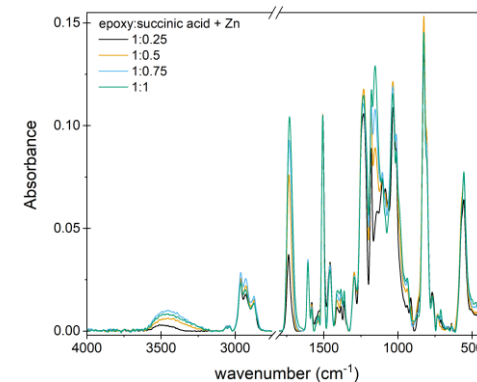
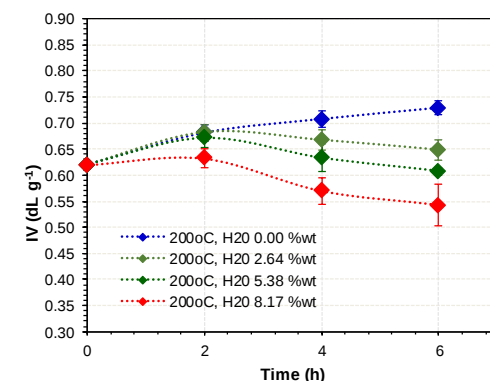
- **Περιεχόμενα μαθήματος**

- ✓ Σχέση μεγέθους μακρομορίων και ιδιοτήτων πολυμερούς. Μέθοδοι προσδιορισμού μέσων μοριακών βαρών και κατανομής μοριακών βαρών.
- ✓ Εξισώσεις ρυθμού και προσδιορισμός κινητικών μεγεθών για γραμμικό και μη γραμμικό σταδιακό πολυμερισμό και για πολυμερισμό ελευθέρων ριζών.
- ✓ Διεργασίες πολυμερισμού για την παραγωγή μηχανολογικών πολυμερών και πολυμερών υψηλής απόδοσης. Παραγωγή βιοδιασπώμενων πολυμερών προερχόμενων από ανανεώσιμες πρώτες ύλες. Τεχνολογία πολυμερισμού στερεάς κατάστασης.
- ✓ Τεχνολογίες ανάκτησης και ανακύκλωσης πολυμερών. Πρωτογενής ανακύκλωση. Δευτερογενής ή Μηχανική ανακύκλωση. Χημική ανακύκλωση.

Μηχανική Παραγωγής Πολυμερικών Υλικών – Εκπαιδευτική διαδικασία

- **Διδασκαλία θεωρίας και παραδειγμάτων** από έδρας με επίλυση υπολογιστικών ασκήσεων (3 ωρες/εβδομ).
- **Εργαστηριακές Ασκήσεις** (2 ώρες/εβδομ):
 - ✓ **Σταδιακός πολυμερισμός: 1.** Παρασκευή μονομερών πολυαμιδίων και πολυμερισμός συμπύκνωσης σε διαχωριστική επιφάνεια
 - ✓ **Αλυσωτός πολυμερισμός: 2.** Παραγωγή με τεχνική διαλύματος/καταβυθίσεως και χαρακτηρισμός πολυακρυλονιτριλίου.
 - ✓ **Πολυμερισμός στερεάς κατάστασης: 3.** Προσδιορισμός συνθηκών αντίδρασης και παρακολούθηση διεργασίας μέσω θερμικής ανάλυσης
 - ✓ **Μεταπολυμερισμός: 4.** Σκλήρυνση ακόρεστου πολυεστέρα
 - ✓ **Βιοδιασπώμενα πολυμερή: 5.** Υδρολυτική αποικοδόμηση και σταθεροποίηση πολυ(γαλακτικού οξέος) (PLA)
 - ✓ **Ανακύκλωση πολυμερών: 6.** Μέθοδος επιλεκτικής διάλυσης-επανακαταβύθισης και **7.** ανάτηξης-ανασταθεροποίησης
 - ✓ **Σχεδιασμός προϊόντων μέσω πολυμερισμού: 8.** Επί τόπου πολυμερισμός ουρίας-φορμαλδεΐδης για την ανάπτυξη συστημάτων αυτοϊασης (self-healing materials)
- **Αξιολόγηση επίδοσης**
$$\text{Τελικός Βαθμός} = (\text{Γραπτό}) \cdot 0.6 + (\text{Εργαστήρια}) \cdot 0.4$$

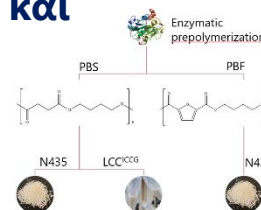
Ιστότοπος: <https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=1276&lang=el>



Ερευνητικές περιοχές – «Μηχανική Παραγωγής Πολυμερικών Υλικών» & «Επεξεργασία Πολυμερών»

- Φιλικές προς το περιβάλλον διεργασίες πολυμερισμού και μεταπολυμερισμού

- ✓ Πολυμερισμός στερεάς κατάστασης
- ✓ Ενζυμικός πολυμερισμός



- Τεχνολογίες παρασκευής πολυμερικών συστημάτων εγκλεισμού

- Πολυμερικά βιοϋλικά

- ✓ Βιοδιασπώμενα πολυμερή για κατασκευή ικριωμάτων στη μηχανική ιστών
- ✓ "In-vitro" αποδέσμευση δραστικών ουσιών από πολυμερικά συστήματα μήτρας

- Νανοσύνθετα πολυμερικής μήτρας

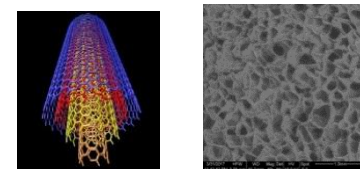
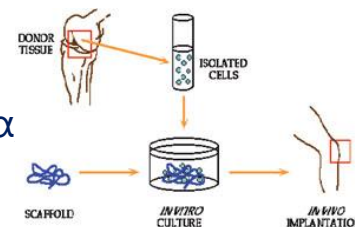
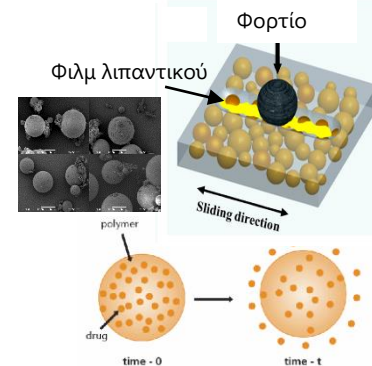
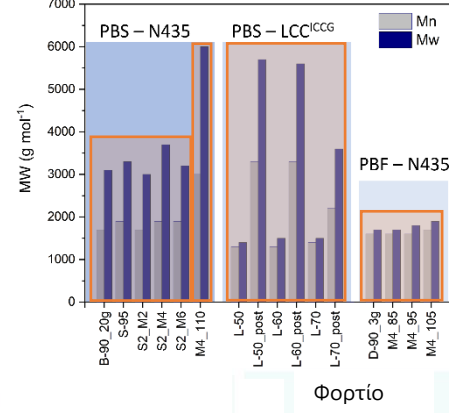
- ✓ Βιοδραστικά εγκλείσματα (π.χ. υδροξυαπατίτης)
- ✓ Προηγμένα νανοϋλικά άνθρακα (γραφένιο, νανοσωλήνες άνθρακα), τιτανία οξείδιο του πυριτίου

- Πλαστική συσκευασία

- ✓ Σχεδιασμός έξυπνων συστημάτων συσκευασίας

- Περιβαλλοντική διαχείριση πολυμερικών υλικών

- ✓ Τεχνολογίες ανακύκλωσης
- ✓ Ανάπτυξη και μελέτη ιδιοτήτων βιοδιασπώμενων πολυμερών προερχόμενων από ανανεώσιμες πρώτες ύλες



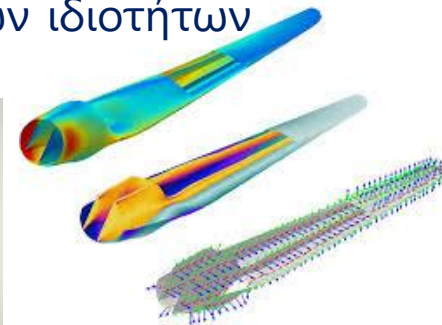
Σύνθετα υλικά (9^ο εξάμ.)

- **Διδάσκοντες**

- Χρ. Αργυρούσης, Καθηγητής ΕΜΠ (Συντονιστής)
- Κ. Μπέλτσιος, Καθηγητής ΕΜΠ

- **Σκοπός μαθήματος**

- ✓ Το μάθημα παρουσιάζει τις κυριότερες κατηγορίες συνθέτων υλικών, τις τεχνικές παραγωγής και χαρακτηρισμού συμβατικών και μη συμβατικών συνθέτων υλικών.
- ✓ Στόχος του μαθήματος είναι η κατανόηση και η συσχέτιση των ιδιοτήτων των συνθετικών υλικών αναλόγως του πεδίου εφαρμογής.

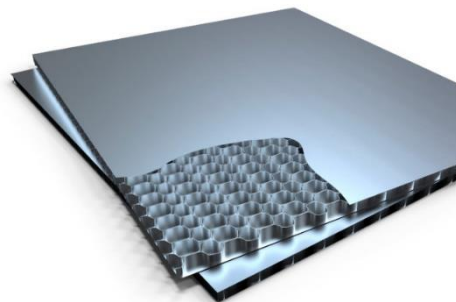


Σύνθετα υλικά (9^ο εξάμ.)

• Περιεχόμενα Μαθήματος

1. ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ
2. ΜΕΣΟ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ
3. ΥΛΙΚΟ ΜΗΤΡΑΣ
4. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ
5. ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΕΡΑΜΙΚΗΣ ΜΗΤΡΑΣ
6. ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ ΠΟΛΥΜΕΡΙΚΗΣ ΜΗΤΡΑΣ
7. ΜΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΣΥΝΘΕΤΑ

• Σύνθετα Υλικά (Composites)



Σύνθετα υλικά – Εκπαιδευτική διαδικασία

- **Διδασκαλία θεωρίας και παραδειγμάτων από έδρα**
- **Εργαστηριακές Ασκήσεις:**
 - Εκτέλεση εργαστηριακών ασκήσεων από τριμελείς ομάδες σπουδαστών
 - Η συμμετοχή στο Εργαστήριο είναι υποχρεωτική και αποτελεί προϋπόθεση συμμετοχής στη Γραπτή Εξέταση
- **Ατομική γραπτή απάντηση σε ερωτήματα** με το πέρας της εργαστηριακής άσκησης και **ομαδική εργαστηριακή αναφορά** εντός δεκαπέντε ημερών από την εκτέλεση της άσκησης
- **Αξιολόγηση επίδοσης**

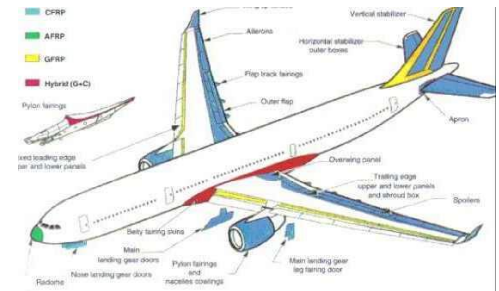
Τελικός Βαθμός = (Γραπτό)*0.7 + (Εργαστήρια)*0.3, Γραπτό ≥ 5

Ιστότοπος: <https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=1297&lang=el>

Ερευνητικές περιοχές που καλύπτονται από το μάθημα «Σύνθετα Υλικά»

Εφαρμογές

- Υλικά για αεροναυπηγική (polymer based composites)
- Υλικά για διαστημικές εφαρμογές (carbon reinforced composites and glass/ceramic diffusion layers)
- Υαλοκεραμικά υλικά
- Μεταλοκεραμικά υλικά
- Reinforced fibres and polymers
- Θερμοπλαστικά σύνθετα υλικά
-



Ποιος είναι ο ρόλος του Χημικού Μηχανικού στη Βιομηχανία Πολυμερών;

Οι Χημικοί Μηχανικοί έχουν κεντρικό ρόλο σε όλη την αλυσίδα της βιομηχανίας πολυμερών και ειδικότερα:

- Στη Βιομηχανία παραγωγής Πολυμερών.
- Στην παραγωγή καταλυτικών συστημάτων και προσθέτων (masterbatches) για τη βιομηχανία παραγωγής και μορφοποίησης πολυμερών.
- Στη Βιομηχανία επεξεργασίας Πολυμερών.
- Σε μονάδες διαχείρισης πλαστικών απορριμμάτων, για μηχανική ή χημική ανακύκλωση.
- Σε εταιρείες σχεδιασμού και κατασκευής καλουπιών για τη βιομηχανία μορφοποίησης πολυμερών.
- Μελετητικές εταιρείες ανάπτυξης λογισμικών για τη Βιομηχανία πολυμερών.
- Σε εταιρείες εμπορίας πρώτων υλών και εξοπλισμού βιομηχανίας πολυμερών.



Εμβάθυνση: “Πολυμερή και Σύνθετα Υλικά”

- **Εαρινό εξάμηνο (8^ο και 10^ο εξ.)**
 - Επιστήμη Πολυμερών (5289)
 - Επεξεργασία Πολυμερών (5306)
- **Χειμερινό εξάμηνο (9^ο εξ.)**
 - Μηχανική Παραγωγής Πολυμερικών Υλικών (5154)
 - Σύνθετα Υλικά (5257)

Χρήστος Αργυρούσης, Δώρος Θεοδώρου, Κων/νος Μπέλτσιος
Πετρούλα Ταραντίλη, Σταματίνα Βουγιούκα

Σας ευχαριστούμε για την προσοχή σας!

