



ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Ενότητα 8: ΠΟΛΥΜΕΡΗ

ΛΙΤΣΑΡΔΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΤΗΜΜΥ



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





ΠΟΛΥΜΕΡΗ



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Περιεχόμενα ενότητας

1. Πολυμερή

- i. Βασικές έννοιες και ορισμοί.
- ii. Δομή.
- iii. Πρόσθετα.
- iv. Θερμική και Μηχανική συμπεριφορά.
- v. Κοινά και φυσικά πολυμερή.
- vi. Σιλικόνες.



Σκοποί ενότητας

- Να εξοικειωθούν οι φοιτητές με την βασική ορολογία των πολυμερών.
- Να μπορούν οι φοιτητές να απαριθμούν τα βασικά είδη μακρομορίων ανάλογα με τη δομή τους.
- Να μπορούν οι φοιτητές να περιγράψουν το ρόλο των πρόσθετων.
- Να είναι σε θέση οι φοιτητές να σχεδιάσουν τη καμπύλη τάσης – παραμόρφωσης για κάθε κατηγορία πολυμερούς.



ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ (1)

- *Μακρομόρια*: Πολλαπλές επαναλήψεις βασικής δομικής μονάδας (μονομερές).
- Κατά κανόνα οργανικά υλικά.
- Χωρίς σαφές σημείο τήξης.
- Υπολογίζουμε μέσο μοριακό βάρος καθώς υπάρχει κατανομή μεγεθών των μακρομορίων (π.χ. LDPE μ.β. 200.000).



ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ (2)

- Βαθμός πολυμερισμού: $-[\text{CH}_2-\text{CH}_2]_n-$.
- Ομοπολυμερή: ένα μονομερές.
- Συμπολυμερή («κράματα»): μονομερή >1 στο ίδιο μακρομόριο.
- Σύνθετα («μίγματα»): ετερογενές μίγμα
- Κρυσταλλικά ή άμορφα : βαθμός κρυσταλλικότητας.



ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ

- Οι ενδομοριακοί δεσμοί είναι ομοιοπολικοί.
- Οι διαμοριακοί δεσμοί είναι μοριακοί (υδρογόνου- Van der Waals).
- Παρατηρείται και σύμπλεξη των αλυσίδων.
- Τα μακρομόρια με βάση τη δομή διακρίνονται σε:
 - γραμμικά.
 - διακλαδισμένα.
 - διασυνδεδεμένα.
 - δικτυωμένα.



ΣΥΜΠΟΛΥΜΕΡΗ

Διακρίνονται σε:

- Τυχαία.
- Εναλλασσόμενα.
- Συσταδικά.
- Διακλαδισμένα ("ενοφθαλμισμένα")



ΠΡΟΣΘΕΤΑ

- Πλαστικοποιητές (χαμηλού μ.β.)
 - Αυξάνουν την ελαστικότητα
- Πληρωτικά
 - Αδρανή που συμπληρώνουν τον όγκο
- Ενισχυτικά
 - Βελτιώνουν τις μηχανικές ιδιότητες
- Σταθεροποιητές
 - Αντιοξειδωτικά κλπ
- Επιβραδυντικά φλόγας
- Χρωστικές

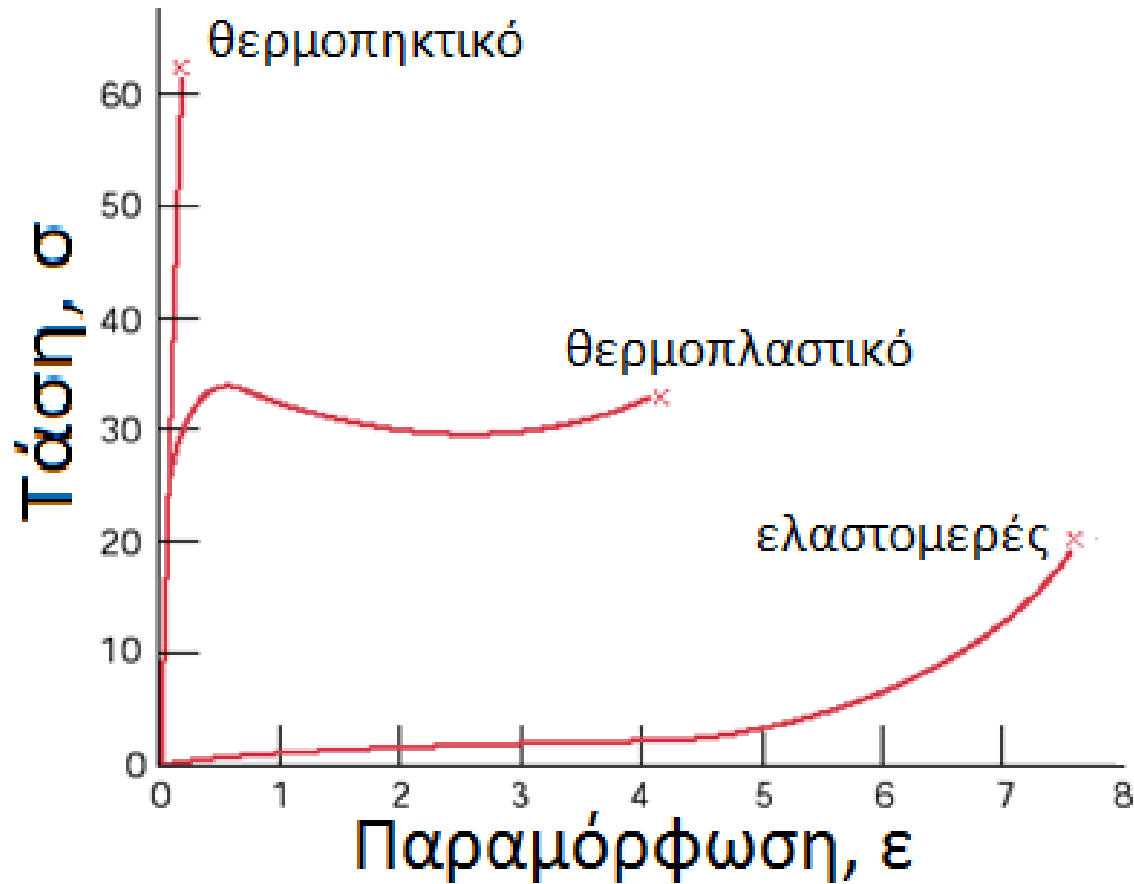


ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

- 3 βασικές κατηγορίες
 - Θερμοπηκτικά (θερμοσκληρυνόμενα, θερμοστατικά): σκληρά και εύθραυστα, αποσυντίθενται πριν την τήξη (διασυνδεμένα πολυμερή)
 - Θερμοπλαστικά: μαλακώνουν και επαναμορφοποιούνται (γραμμικά πολυμερή)
 - Ελαστομερή: μεγάλη ελαστική παραμόρφωση
- Υαλώδης μετάβαση (T_g)
 - Τα άμορφα πολυμερή μεταβαίνουν από υαλώδη κατάσταση (εύθραυστα) σε ελαστική



ΚΑΜΠΥΛΗ ΤΑΣΗΣ - ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

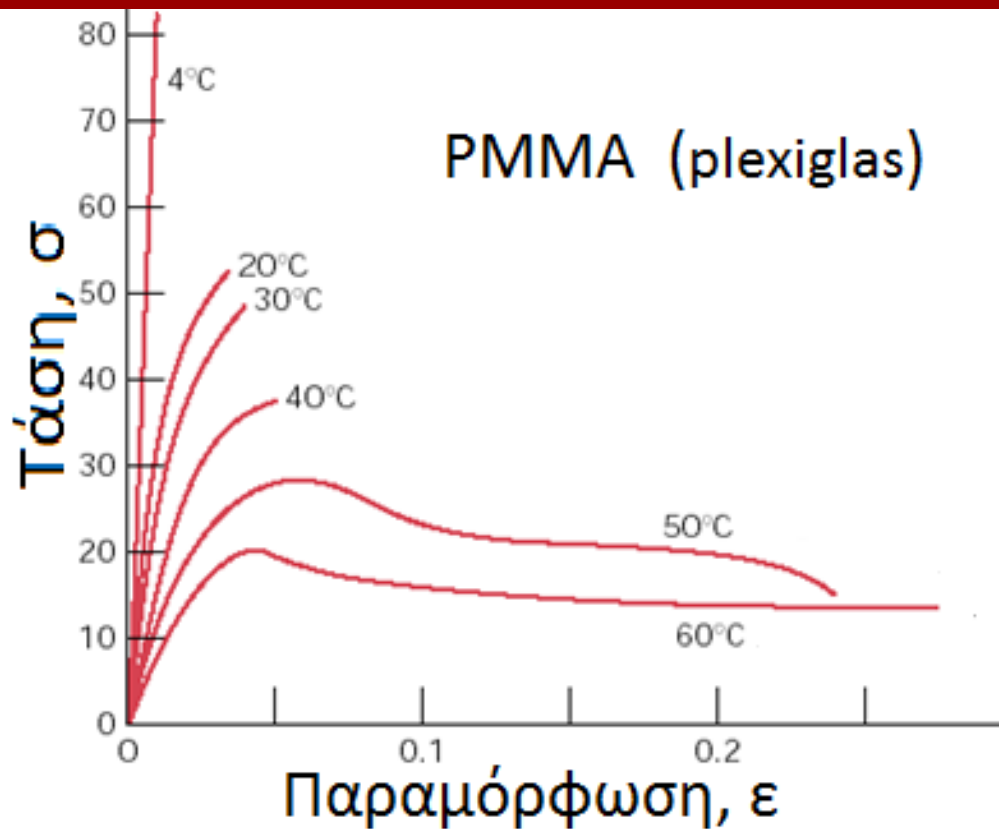


ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

ΥΛΙΚΟ	ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ [GPa]	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ [MPa]	ΟΛΚΙΜΟΤΗΤΑ [ως ποσοστό επιμήκυνσης κατά τη θραύση]
Θερμοπηκτικά	2,8 – 4,1	50 – 100	30 – 300
Θερμοπλαστικά	0,17 – 1,1	8,3 – 31	100 – 1200
Ελαστομερή	0,01 – 1	5 – 30	300 – 2000
Μέταλλα	10 – 400	10 – 1500	<50



ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ



Καθώς η θερμοκρασία \uparrow το υλικό μετατρέπεται σταδιακά από εύθραυστο σε ελαστομερές.

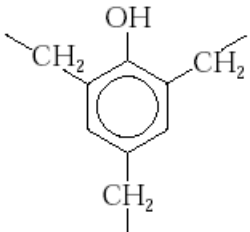


ΚΟΙΝΑ ΠΟΛΥΜΕΡΗ (1)

$-(\text{CH}_2\text{CH}_2)_n-$	PE	Πολυ-αιθυλένιο	
$-(\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2)_n-$	PP	Πολυ-προπυλένιο	
$-(\text{CH}(\text{Cl})-\text{CH}_2)_n-$	PVC	Πολυ-βινυλο-χλωρίδιο	
$-(\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-\text{CH}_2)_n-$	PS	Πολυ-στυρένιο	
$-(\text{NH}(\text{CH}_2)_6\text{NHCO}(\text{CH}_2)_4\text{CO})_n-$		Πολυαμίδιο	nylon



ΚΟΙΝΑ ΠΟΛΥΜΕΡΗ (2)

$\left(\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ \text{---C---C---} \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array} \right)_n$	<p>PTFE</p>	<p>Πολύ-τετρα-φθορο-εθυλένιο</p>	<p>Teflon</p>
$\left(\text{---OCH}_2\text{CH}_2\text{OOC---} \langle \text{C}_6\text{H}_4 \rangle \text{---CO---} \right)_n$	<p>PET</p>	<p>Πολυτερεφθαλικός αιθυλενεστέρας</p>	
$\text{---} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{---(C---CH}_2\text{)}_n\text{---} \\ \\ \text{COOCH}_3 \end{array}$	<p>PMMA</p>	<p>Πολύ-μεθακρυλικός μεθυλ-εστέρας</p>	<p>plexiglas</p>
		<p>φαινόλη-φορμαλδεΐδη</p>	<p>βακελίτης</p>



ΦΥΣΙΚΑ ΠΟΛΥΜΕΡΗ

- Πρωτεΐνες, νουκλεοτίδια.
- Πολυσακχαρίτες.
- Ρητίνες.
- Κόμμεα.
- Κυτταρίνη.
- Βαμβάκι, μετάξι.



ΣΥΝΘΕΤΑ ΠΟΛΥΜΕΡΙΚΗΣ ΜΗΤΡΑΣ

- Ενισχυμένες μηχανικές ιδιότητες.
- Θερμοπηκτικά.
- Μοντέλα ανάμιξης για την ενεργό διηλεκτρική σταθερά, ανάλογα με τη διασπορά, το είδος και το σχήμα του πληρωτικού.



ΣΙΛΙΚΟΝΕΣ - ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

- Είναι πολυμερή που περιέχουν πυρίτιο.
- Με γενικό χημικό τύπο: $(R_2SiO)_n$ [όπου το R μπορεί να είναι κάποια οργανική ομάδα].
- Ιδιότητες καθορίζονται από το μήκος της αλυσίδας – Si – O –, από τις πλευρικές ομάδες και τις διασταυρώσεις.



ΣΙΛΙΚΟΝΕΣ - ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

- Χαμηλή θερμική αγωγιμότητα.
- Χημικά αδρανείς.
- Χαμηλή τοξικότητα.
- Θερμική σταθερότητα.



ΣΙΛΙΚΟΝΕΣ - ΧΡΗΣΕΙΣ

- Στη χημική βιομηχανία.
- Στην αυτοκινητοβιομηχανία.
- Στην ιατρική τεχνολογία.
- Στην τεχνολογία των δομικών υλικών.
- Στην ηλεκτρονική.



ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΜΟΝΩΣΗΣ

- Γήρανση
(δομικές + χημικές αλλοιώσεις, υποβάθμιση)
- Μέγιστη θερμοκρασία και χρόνος ζωής:

$$\log t = A + B/T$$

- Τυποποίηση:

Θερμοκρασία για λειτουργία 20.000 ωρών

Κλάσεις: 90-105-130-155-180-200-220-250 °C



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

ΤΥΠΟΣ ΜΟΝΩΣΗΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ [°C]
PVC	70
XLPE και EPR	90
ΕΛΑΣΤΙΚΟ	60



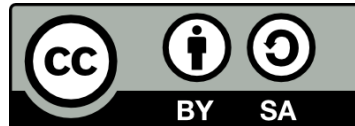
Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Λιτσαρδάκης Γεώργιος.
«Ηλεκτρολογικά Υλικά. Πολυμερή». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014.
Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://opencourses.auth.gr/courses/OCRS492/>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

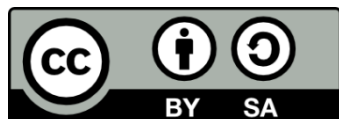
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Τονοζλής Γεώργιος
Θεσσαλονίκη, 03/06/2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

