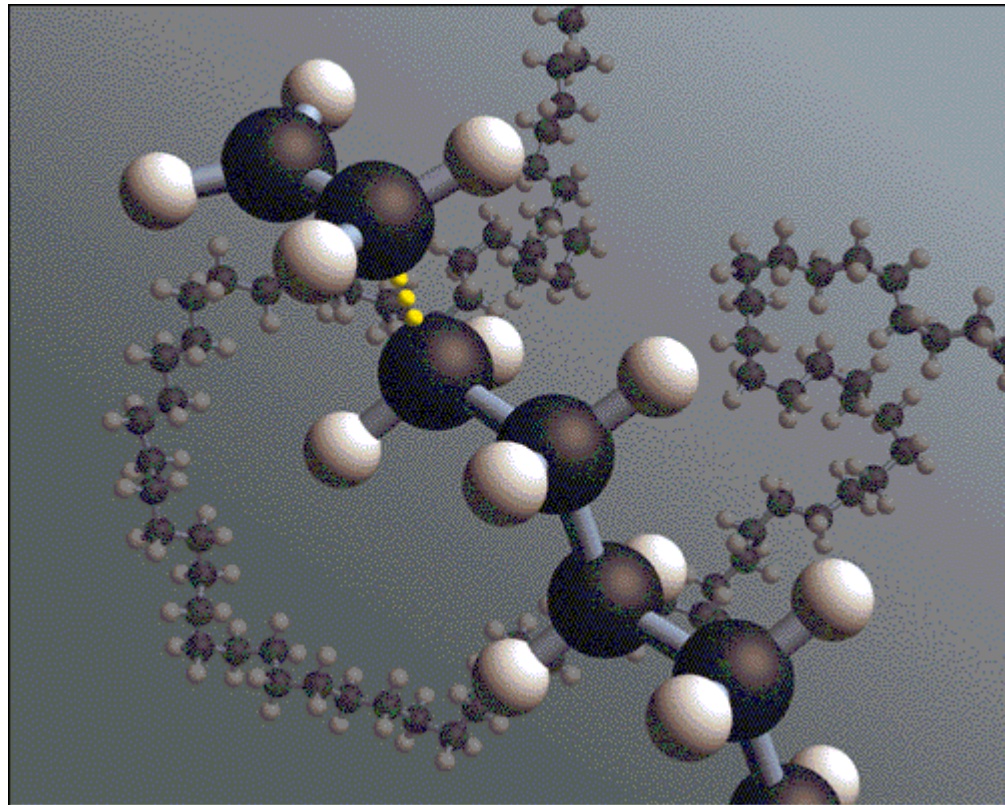
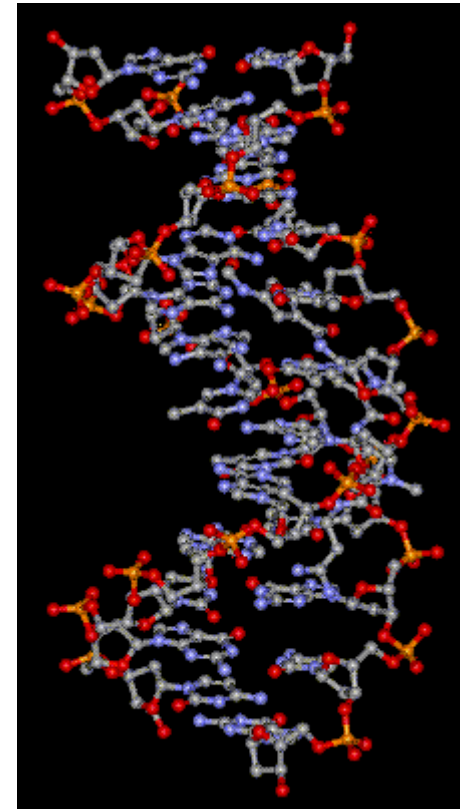
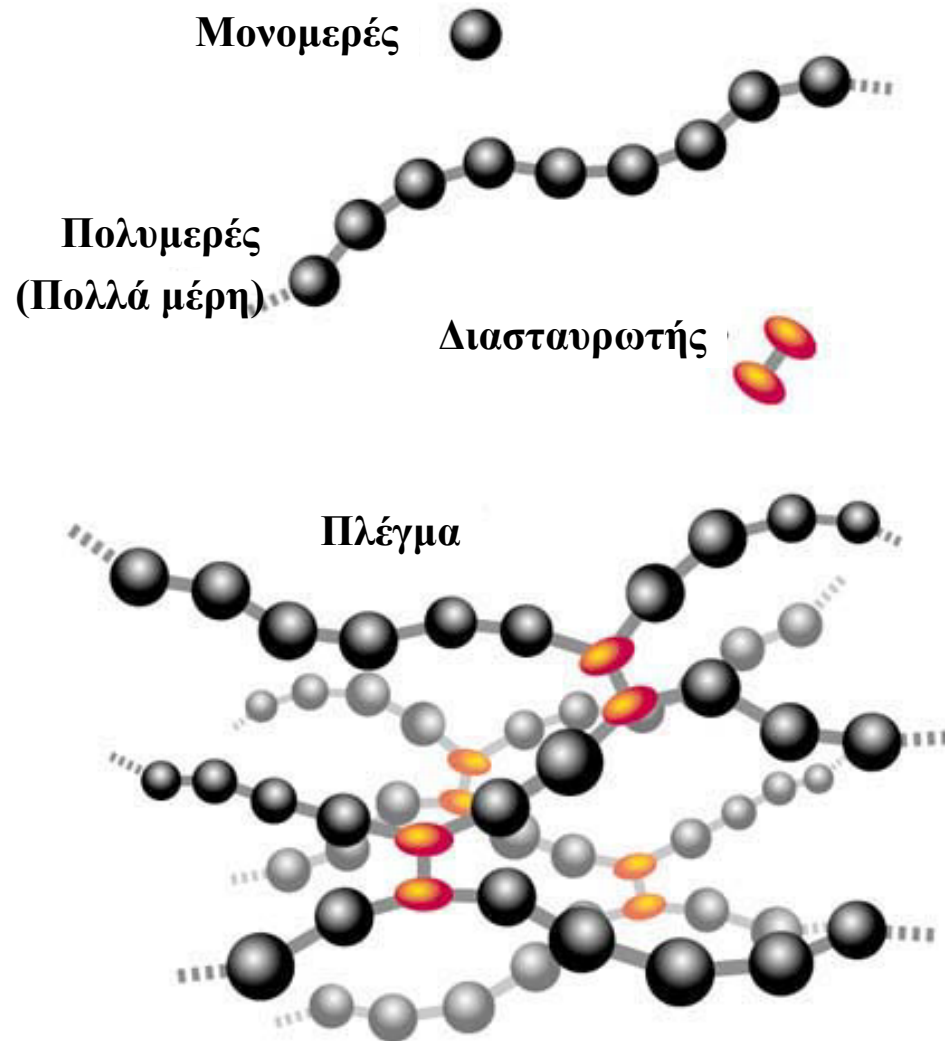


Σύνθεση και Χαρακτηρισμός Πολυμερών και Κολλοειδών



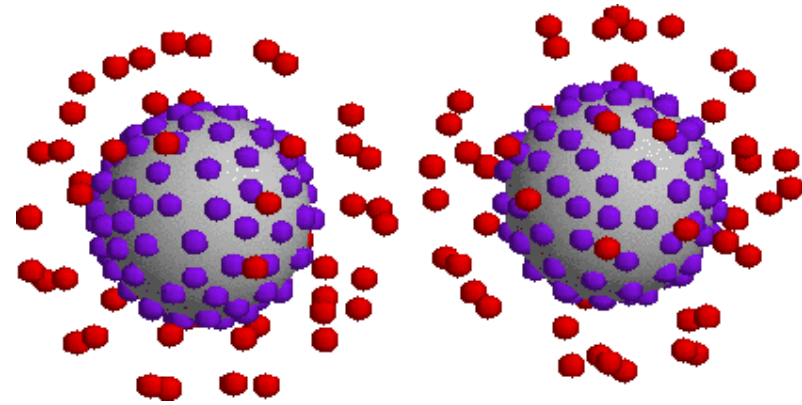
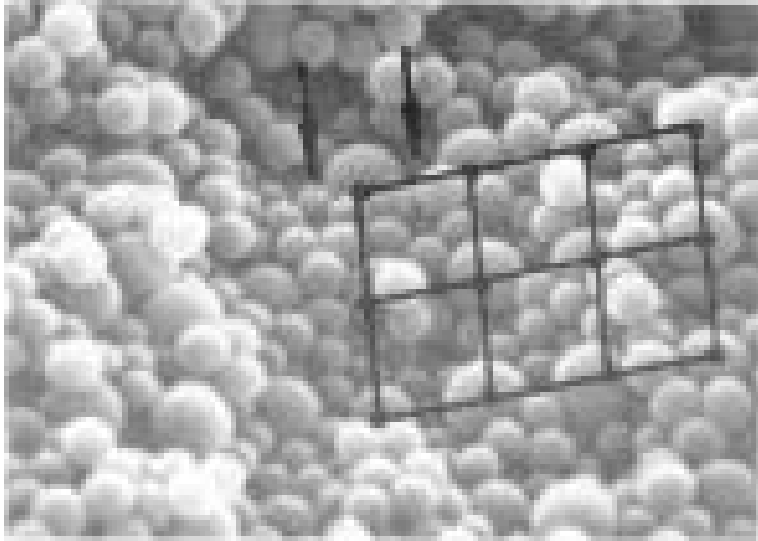
Τί είναι Πολυμερές;



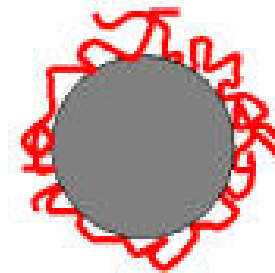
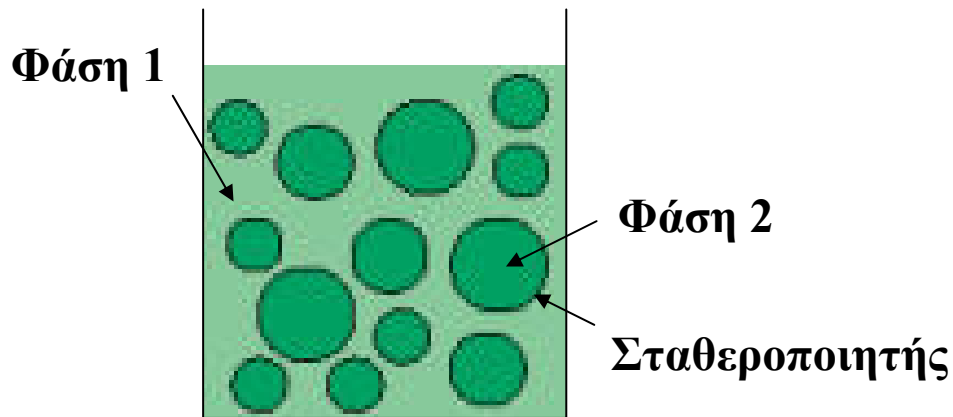
DNA

Τί είναι Κολλοειδές;

Κολλοειδές



Ηλεκτροστατική Σταθεροποίηση



Στερική Σταθεροποίηση

Ιστορική Αναδρομή

Μακρομοριακή Υπόθεση

- 19ος αιώνας: πρώτες μέθοδοι μέτρησης μοριακού βάρους
 - van't Hoff: ωσμωτική πίεση
 - Raoult: κρυοσκοπία, ζεοσκοπία
- 1861: Thomas Graham μεγάλα συσσωματώματα συνδεδεμένα με φυσικές δυνάμεις
- 1888: πρώτες μετρήσεις MB πολυμερών
- 1890-1919: Emil Fisher δουλειά σε πρωτεΐνες
- 1920: Staudinger (Nobel 1953) προτείνει την μακρομοριακή υπόθεση ομοιοπολικά συνδεδεμένα μόρια στα πολυστυρένιο, καουτσούκ κλπ.

Ιστορική Αναδρομή (συνέχεια)

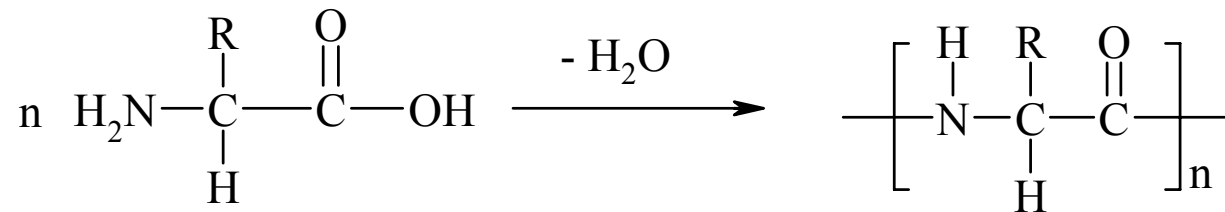
Σύνθεση Πολυμερών

- 1838, 1839: πολυμερισμός βινυλοχλωριδίου και στυρενίου.
Βουλκανισμός καουτσούκ
- 1868: νιτρική κυτταρίνη
- 1893: αναγεννημένη κυτταρίνη (Rayon)
- 1910: συμπολυμερή στυρενίου-διενίων. Φαινολικές ρητίνες
- 1914: οξική κυτταρίνη για τα αεροσκάφη
- 1920: νιτρική κυτταρίνη για αυτοκίνητα
- 1924: ίνες οξικής κυτταρίνης
- 1927: πλαστικά οξικής κυτταρίνης. Παρασκευή PVC
- 1929: ρητίνες ουρίας-φορμαλδεΐδης
- **1930: Αποδοχή της μακρομοριακής υπόθεσης**
- 1931: πολυμεθακρυλικός μεθυλεστέρας
- 1936: πολυ(οξικό βινύλιο) σε προστατευτικά τζάμια. Παραγωγή νάυλον 66
- 1937: παραγωγή πολυστυρενίου
- 1939: ρητίνες μελαμίνης-φορμαλδεΐδης. Νεοπρένιο, πολυσουλφίδια
- 1939-1945: παραγωγή πολυαιθυλενίου, πολυβουταδιενίου, ακρυλονιτρίλιο-βουταδιένιο, πολυουρεθάνες, στυρένιο-βουταδιένιο, πολυισοβουτυλένιο
- 1945-1960: εποξικές ρητίνες, αφρυλονιτρίλιο-βουταδιένιο-στυρένιο, πολυεστέρες, σιλικόνες, πολυπροπυλένιο, ανιοντικός πολυμερισμός, κατιοντικός πολυμερισμός, TEFLON.
- 1960-1980: αιθυλένιο-προπυλένιο, πολυιμίδια, πολυσουλφόνες, πολυμερισμός μεταφοράς ομάδας, πολυφωσφαζίνες, πολυσιλάνια κλπ.

Χαρακτηρισμός Δομής Πολυμερών

- 1920-1930: Meyer και Mark χρησιμοποίησαν ακτίνες X σε κυτταρίνη και καουτσούκ
- 1930-1934: εξήγηση ελαστικότητας
- 1940-1945: χρήση σκέδασης φωτός στα πολυμερή από τον Debye
- 1940-1945: Flory στατιστική ανάλυση και πειραματικές μέθοδοι στα πολυμερή
- 1953-1956: Watson, Crick, Wilkins, Franklin, Kendrew, Hodgkin χρησιμοποίησαν ακτίνες X για DNA, αιμογλοβίνη, ινσουλίνη
- 1957: ανάλυση μονοκρυστάλλων πολυαιθυλενίου από Keller και Till
- 1960-1980: NMR σε διαλύματα πολυμερών
- 1980: NMR στερεάς κατάστασης σε πολυμερή, Σκέδαση φωτός, FTIR, μέθοδοι ανάλυσης επιφανειών

Μονομερή, Ολιγομερή και Πολυμερή



Μονομερές δίνει πολυμερές
(δομική μονάδα)

Διμερή, Τριμερή, Ολιγομερή: πρώτα προϊόντα πολυμερισμού

Πολυμερή: ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους
μικρά πολυμερή: MB κάτω από 20,000
μεγάλα πολυμερή: MB 20,000 - εκατομμύρια

Δομή Αλυσίδας Πολυμερών

- **Γραμμικά πολυμερή:** Μακριά αλυσίδα ατόμων με υποκαταστάτες
Ιδιότητες: - διαλυτά σε διαλύτες
- ελαστομερή, υαλώδη θερμοπλαστικά
- **Διακλαδισμένα πολυμερή:** γραμμικά πολυμερή με κλάδους της ίδιας σύστασης
Ιδιότητες: - διαλυτά σε διαλύτες (με λίγες διακλαδώσεις)
- διογκώνονται σε διαλύτες (με πολλές
κρυσταλλώνονται δυσκολότερα από τα γραμμικά
- διαφορετικό ιξώδες και διαφορετική σκέδαση
φωτός από τα γραμμικά
- **Αστεροειδή πολυμερή:** γραμμικά πολυμερή συνδεδεμένα στο ένα άκρο
Ιδιότητες: - Διαλυτά σε διαλύτες
- Μεγαλύτερο ιξώδες
- **Διασταυρωμένα πολυμερή:** γραμμικά πολυμερή συνδεδεμένα και στα δύο άκρα
Ιδιότητες: - αδιάλυτα σε διαλύτες
- διογκώνονται σε διαλύτες
- υψηλού βαθμού διασταύρωσης είναι σκληρά στερεά ενώ
χαμηλού βαθμού διασταύρωσης είναι ελαστομερή

Σύσταση Πολυμερών

- **Ομοπολυμερές:** πολυμερές που αποτελείται από ένα είδος μονομερούς
- **Συμπολυμερές:** πολυμερές που αποτελείται από δύο ή περισσότερα μονομερή

Διαδοχή μονομερών στην αλυσίδα:

α) **Τυχαία** συμπολυμερή: -A-B-B-B-A-A-B-A-A-A-B-A-B-B-B-

Ιδιότητες: διαφορετικές από αυτές των δύο ομοπολυμερών

β) **Εναλλασόμενα** συμπολυμερή: -A-B-A-B-A-B-A-B-A-B-A-B-A-B-

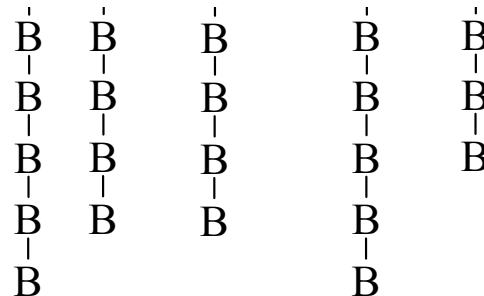
Ιδιότητες: διαφορετικές από αυτές των δύο ομοπολυμερών

γ) **Συσταδικά ή Αδρομερή** συμπολυμερή: -A-A-A-A-A-A-A-A-B-B-B-B-B-B-B-B-

Ιδιότητες: ίδιες με αυτές των δύο ομοπολυμερών

δ) **Ενοφθαλμισμένα** συμπολυμερή: -A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-

Ιδιότητες: ίδιες με αυτές
των δύο ομοπολυμερών



- **Μίγματα πολυμερών:** Αναμίξιμα και μη αναμίξιμα
Ιδιότητες: συνήθως διαφορετικές από αυτές των δύο πολυμερών
- **Τριπολυμερές:** πολυμερές από τρία διαφορετικά είδη μονομερούς

Ονοματολογία Πολυμερών

- Πολυ + μονομερές π.χ. Πολυαιθυλένιο
πολυ(ακρυλικός μεθυλεστέρας)

Συμπολυμερή

Στατιστικά ή Τυχαία: **-co-**

Συσταδικά ή Αδρομερή: **-b-**


Ενοφθαλμισμένα: **-g-**

π.χ. πολυστυρένιο -co-πολυβουταδιένιο

πολυ(μεθακρυλικός μεθυλεστέρας)-b-πολυβινυλοπυριδίνη

πολυ(μεθακρυλικό οξύ)-g-πολυαιθυλενογλυκόλη

Ονόματα Κοινών Πολυμερών

Όνομα (IUPAC)	Χημικός τύπος	Κοινό όνομα
πολυ(μεθυλένιο)	$-(CH_2CH_2)_n-$	πολυαιθυλένιο
πολυ(προπυλένιο)	$-(CH-CH_2)_n-$ CH ₃	πολυπροπυλένιο
πολυ(1,1 διμεθυλοαιθυλένιο)	$-(C-CH_2)_n-$ CH ₃ CH ₃	πολυισοβουτυλένιο
πολυ(1-μεθυλο-1 βουτένιο)	$-(C=CHCH_2CH_2)_n-$ CH ₃	πολυισοπρένιο
πολυ(1-βουτένιο)	$-(CH=CHCH_2CH_2)_n-$	πολυβουταδιένιο
πολυ(1-φαινυλοαιθυλένιο)	$-(CH-CH_2)_n-$ 	πολυστυρόλιο ή πολυστυρένιο
πολυ(1-κυανοαιθυλένιο)	$-(CH-CH_2)_n-$ CN	πολυακρυλονιτρίλιο
πολυ(1-υδροξυαιθυλένιο)	$-(CH-CH_2)_n-$ OH	πολυ(βινυλική αλκοόλη)
πολυ(1-χλωροαιθυλένιο)	$-(CH-CH_2)_n-$ Cl	πολυ(βινυλο χλωρίδιο) (PVC)
πολυ(1-ακετοξυαιθυλένιο)	$-(CH-CH_2)_n-$ OOCCH ₃	πολυ(οξικός βινυλεστέρας)
πολυ(1,1 διφθοροαιθυλένιο)	$-(C-CH_2)_n-$ F F	πολυ(βινυλιδενο φθορίδιο)

πολυ(1-(μεθοξυκαρβονυλο) αιθυλένιο)	$-(CH-CH_2)_n-$ COOCH ₃	πολυ(ακρυλικός μεθυλεστέρας)
πολυ(1-(μεθοξυκαρβονυλο)-1 μεθυλοαιθυλένιο)	$-(C-CH_2)_n-$ CH ₃ COOCH ₃	πολυ(μεθακρυλικός μεθυλεστέρας) (Plexiglas)
πολυ(οξομεθυλένιο)	$-(OCH_2)_n-$	πολυφορμαλδεΐδη
πολυ(οξοαιθυλένιο)	$-(OCH_2CH_2)_n-$	πολυαιθυλενοξείδιο
πολυ(οξοφαινυλένιο)	$-(O-C_6H_4)_n-$	πολυφαινυλενοξείδιο
πολυ(οξοαιθυλενο οξοτερεφθαλοΐλιο)	$-(OCH_2CH_2OOC-C_6H_4-CO)_n-$	πολυ (τερεφθαλικός αιθυλενεστέρας)
πολυ(ιμινο εξαμεθυλενο ιμινο αδιπούλιο)	$-(NH(CH_2)_6NHCO(CH_2)_4CO)_n-$	πολυ(εξαμεθυλενο-αδιπαμίδιο)
πολυ(διφθορομεθυλένιο)	$-(C_2F_4)_n-$	πολυ(τετραφθορο αιθυλένιο) (Teflon)
πολυ((2-προπυλο-1,3-διοξάνιο-4,6-διϋλο)-μεθυλένιο)	$-(C_3H_7O_2CH_2)_n-$	πολυ(βινυλο βουτυράλη)

Μηχανισμοί Πολυμερισμών

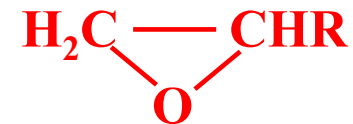
Σταδιακοί ή
Πολυσυμπύκνωσης

Αλυσιδωτοί ή
Προσθήκης

Μονομερή:

-OH,
-COOH,
-NH₂

Διπλοί δεσμοί C=C, RCH=O,
ετεροκυκλικοί δακτύλιοι



Χαρακτηριστικά Πολυμερισμών

Σταδιακοί

- Διμερή, Τριμερή, Ολιγομερή
- Γρήγορη εξαφάνιση μονομερούς
- Αργή αύξηση μοριακού βάρους
Άπειρο σε μεγάλους χρόνους
- Αποβολή H₂O, HCl, NH₃
- Μονομερές διαφορετικό από δομική μονάδα

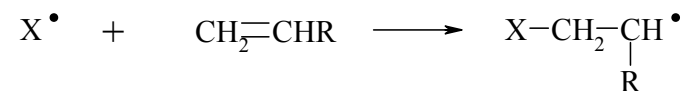
π.χ.



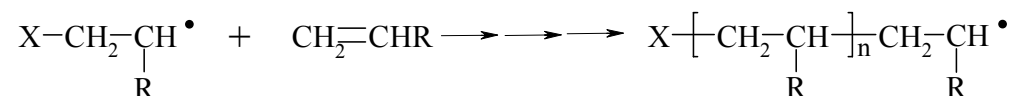
Αλυσιδωτοί

- Τρία στάδια:
Έναρξη, Πρόοδος, Τερματισμός
- Εκκινητής X: ρίζα, κατιόν, ανιόν
ή σύμπλοκη ένωση.
- Αύξηση μοριακού βάρους με το χρόνο

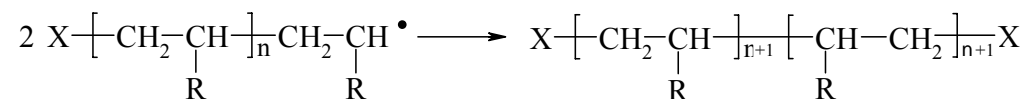
Έναρξη



Πρόοδος



Τερματισμός



Τεχνικές Πολυμερισμού

Σταδιακοί

1. Τήγματος

Πάνω από σημείο τήξεως πολυμερούς
Ώρες ή ημέρες
Ποσοτικός
Καθαρό πολυμερές (πολυεστέρες, πολυαμίδια)

2. Διαλύματος

Σε T δωματίου και P ατμοσφαιρική
Λεπτά ή ώρα
Δραστικά μονομερή
Δυσκολία απομάκρυνσης διαλύτη

3. Διφασικός

Σε διεπιφάνεια διαλυτών (π.χ. νερό-τολουόλιο)
Δραστικά μονομερή σε T δωματίου
Λεπτά ή ώρα, μεγάλο μοριακό βάρος

4. Αιωρήματος

Αλυσιδωτοί

1. Μάζας

Υγρά μονομερή και εκκινητής
Ποσοτικά καθαρό πολυμερές
Δυσκολία απομάκρυνσης
θερμότητας - “GEL EFFECT”

2. Αιωρήματος

Αδιάλυτα στο νερό μονομερή
Αιώρημα 10-1000 μm
Σταθεροποιητές
Κόκκοι πολυμερούς:
-Χάντρες για διαλυτά
πολυμερές-μονομερές
-Πορώδεις κόκκοι για αδιάλυτα
πολυμερές-μονομερές

3. Διαλύματος

Τεχνικές Πολυμερισμού (συνέχεια)

Αλυσιδωτοί

4. Γαλακτώματος

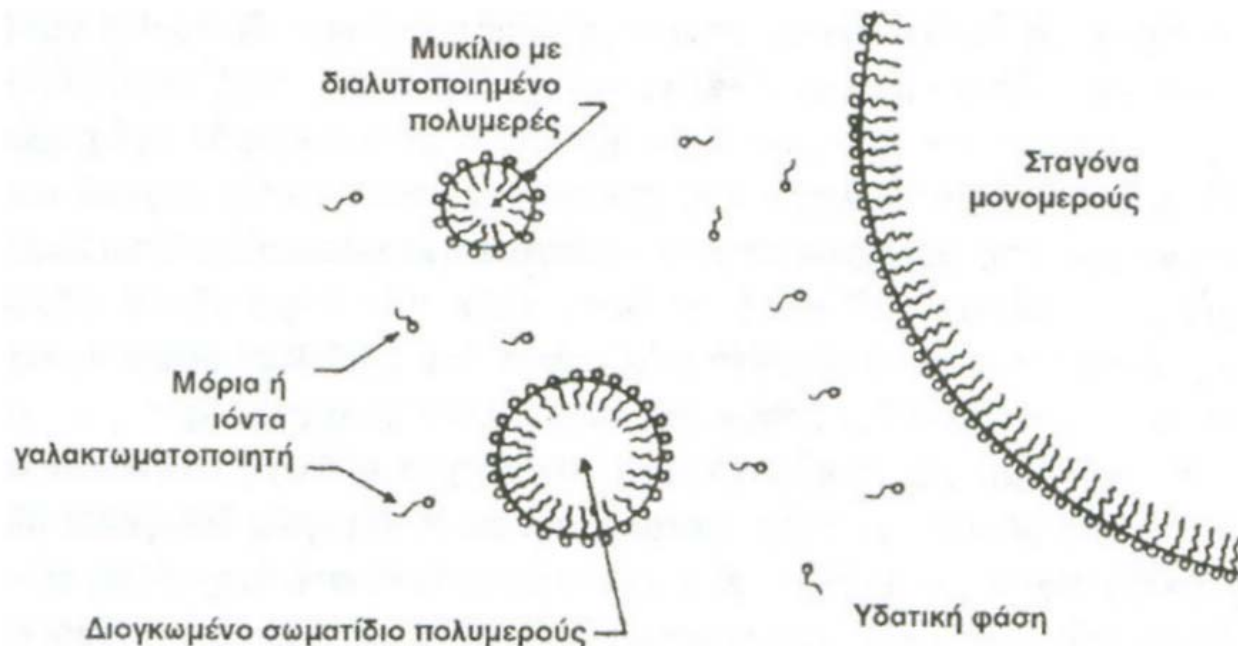
Αδιαλυτο στο νερό μονομερές

Μονομερές σε σταγονίδια και μικύλια

Γαλακτωματοποιητές και πρόσθετα

Εκκινητής στο νερό

Παραγωγή σταθερού latex πολυμερούς στα μικύλια (κολλοειδή σωματίδια)



Μοριακό Βάρος Πολυμερών

Υψηλά όχι ακριβή MW λόγω τυχειότητας πολυμερισμού



Μίγμα αλυσίδων με διαφορετικό μήκος

Μέσο MW ή κατανομή MW

Βαθμός Πολυμερισμού (DP) = $MW_{\text{πολυμερούς}} / MW_{\text{μονομερούς}}$

Μέσα Μοριακά Βάρη

1. Κατά Αριθμό $\bar{M}_n = \frac{\sum_i N_i M_i}{\sum_i N_i} = \sum_i f_i M_i$

Μέτρηση με αθροιστικές ιδιότητες π.χ. Ωσμωτική πίεση, ανύψωση Σ.Ζ., ταπείνωση Σ.Τ.

2. Κατά βάρος $\bar{M}_w = \frac{\sum_i w_i M_i}{\sum_i w_i} = \frac{\sum_i N_i M_i^2}{\sum_i N_i M_i}$

Μέτρηση με σκέδαση φωτός

Κατανομή ή συντελεστής πολυδιασποράς

$$I = \frac{\bar{M}_w}{\bar{M}_n} \quad I \geq 1$$

$I = 1$ μονοδιάσπαρτα πολυμερή
(π.χ. Πρωτεΐνες)

Μέσα Μοριακά Βάρη (συνέχεια)

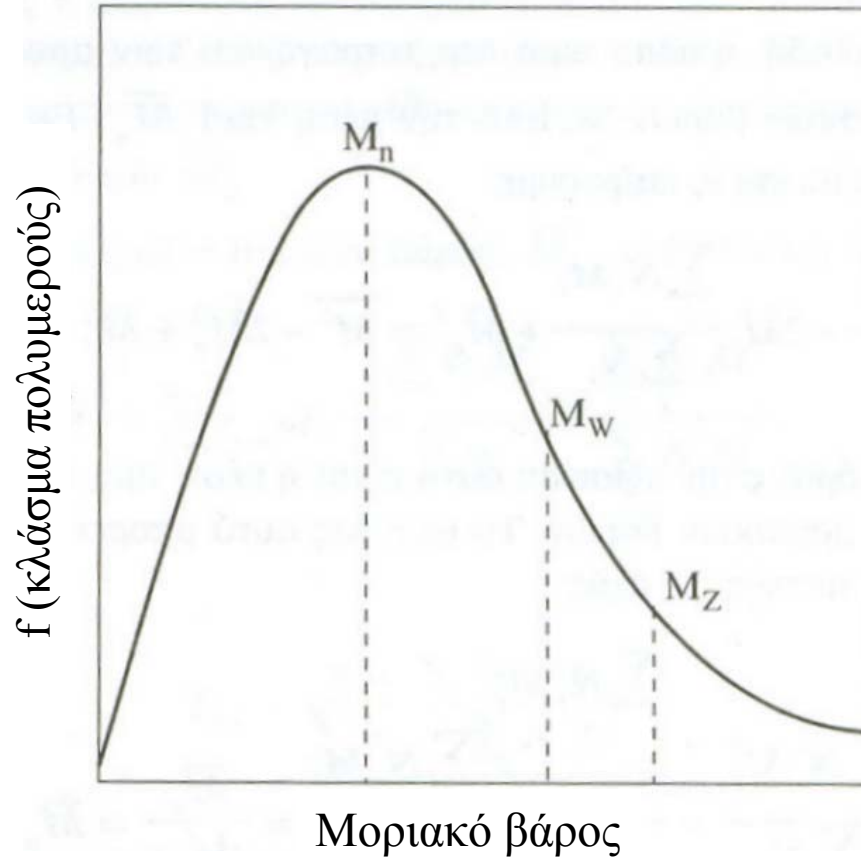
3. Κατά z $\bar{M}_z = \frac{\sum_i N_i M_i^3}{\sum_i N_i M_i^2}$ $\bar{M}_{z+1} = \frac{\sum_i N_i M_i^4}{\sum_i N_i M_i^3}$

Μέτρηση με υπερφυγοκέντρηση
Περιγράφει μηχανικές ιδιότητες

4. Κατά ιξώδες $\bar{M}_v = \left(\frac{\sum_i N_i M_i^{1+a}}{\sum_i N_i M_i} \right)^{1/a}$

a : σταθερά πολυμερούς για ορισμένη θερμοκρασία και διαλύτη
Προσδιορίζεται με μέτρηση ιξώδους

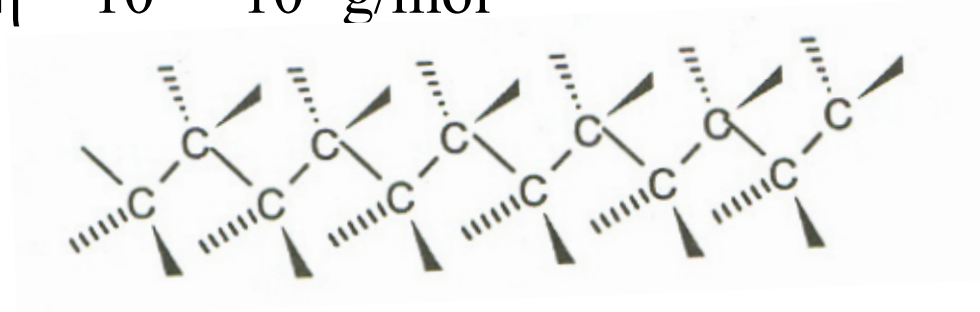
Κατανομή Μοριακού Βάρους



$$M_n \leq M_v \leq M_w \leq M_z \leq M_{z+1}$$

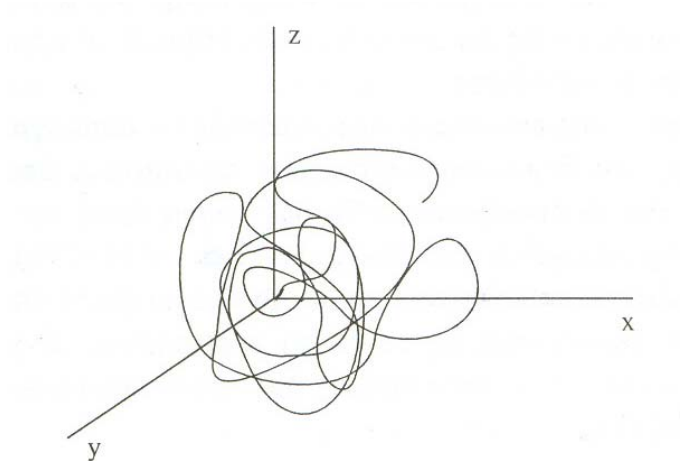
Μέγεθος και Σχήμα Πολυμερών

Μοριακά βάρη = $10^4 - 10^7$ g/mol



All trans πολυαιθυλένιο

10^4 άτομα C = 2.52 μm



Πραγματική εικόνα (συμπαγές τυχαίο σπείρωμα)

Μίγμα trans και gauche

Ιδιότητες Πολυμερών

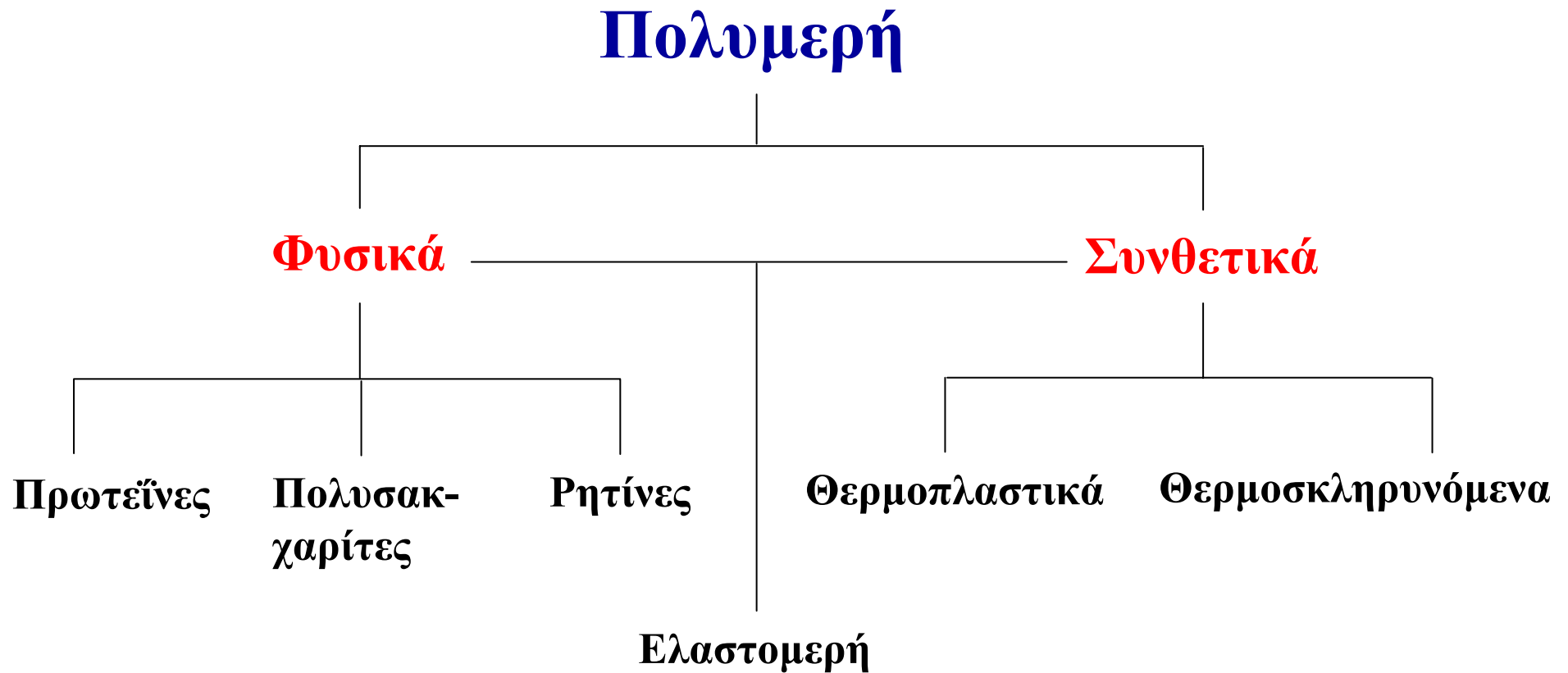
Πλεονεκτήματα

- χαμηλή πυκνότητα
- αντίσταση στη διάβρωση
- αντοχή σε διαλύτες
- ανθεκτικά σε υγρασία
- εύκολη κατεργασία
- χαμηλό κόστος
- ελαστικότητα

Μειονεκτήματα

- μικρή μηχανική αντοχή
- μικρό χρόνο ζωής
- φτωχή αντίσταση σε θερμοκρασία

Κατηγορίες Πολυμερών



Θερμικές Ιδιότητες Πολυμερών

- **Θερμοπλαστικά πολυμερή:** πολυμερή που μαλακώνουν με τη θέρμανση
 - κρυσταλλικά (υαλώδες(κρυσταλλικό)-εύκαμπτο θερμοπλαστικό-υγρό)
 T_m : περιοχή τήξης
 - άμορφα (υαλώδες-λάστιχο-πίσσα-υγρό)
 T_g : σημείο υαλώδους μετάπτωσης
 - υγροί κρυστάλλοι (υαλώδες(κρυσταλλικό)-εύκαμπτο θερμοπλαστικό-ανισότροπο υγρό-ισοτροπικό υγρό)
- **Θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή:** υγρά πολυμερή που σκληραίνουν και σχηματίζουν πυκνά διασταυρωμένο πλέγμα με τη θέρμανση
- **Ελαστομερή:** ελαφρά διασταυρωμένα πολυμερή που επιμηκύνονται με εφαρμογή δύναμης και επανέρχονται στο αρχικό μέγεθος
- **Πλαστικοποιητές:** υγρά πρόσθετα για αύξηση ευκαμψίας πολυμερών

Βιοϊατρικές Εφαρμογές Πολυμερών

- **Βιοσταθερά πολυμερή** για χρήση σε τεχνητά όργανα, αντλίες αίματος, αρτηρίες, βαλβίδες καρδιάς, νεφρά κλπ
- **Βιοαποικοδομήσιμα πολυμερή** για χρήση στην απόδοση φαρμάκων, ως χειρουργικό νήμα κλπ
- **Υδατοδιαλυτά πολυμερή** για χρήση στην απόδοση φαρμάκων, ως υποκαταστάτες αίματος κλπ.

Σημαντικές οι επιφανειακές ιδιότητες των πολυμερών.

Προκαλούν: θρόμβωση αίματος, ανάπτυξη μικροοργανισμών

Εξάρτηση από: υδροφιλικότητα,
τραχύτητα,
πορώδες,
ιοντικές ομάδες,
χημικά στοιχεία στην επιφάνεια,
βιοσταθερότητα και βιοαποικοδομισημότητα,
φύση πολυμερούς (στερεό ή ζελ)

Βιοσταθερά πολυμερή

Χρήσεις σε τεχνητά όργανα: βαλβίδες καρδιάς
αρτηρίες
πνεύμονες
νεφρά
αντλίες καρδιάς
οστά
φακούς ματιών
δόντια

Ιδιότητες πολυμερών: μικρή πυκνότητα
χημική αδράνεια
ευκαμψία, ελαστικότητα ή ακαμψία
εύκολη κατεργασία και μορφοποίηση
καθαρότητα, φυσιολογική αδράνεια
υδρολυτική και οξειδωτική σταθερότητα
μεγάλη αντοχή
αντοχή σε θερμική ή χημική αποστείρωση

Πολυμερή σε Ζωντανούς Οργανισμούς

Πλήρως αδρανή

Βιοαποικοδομίσιμα

Τοξικότητα

ABS, πολυβινυλοχλωρίδιο, πολυουραιθάνες

Σταθερότητα στον οργανισμό

Πολυδιμεθυλοσιλοξάνιο, teflon, πολυακρυλονιτρίλιο, ναϋλον, πολυουραιθάνες

Πολυμερή σε τεχνητά όργανα

Teflon, πολυεστέρες, πολυδιμεθυλοσιλοξάνιο, πολυουραιθάνες

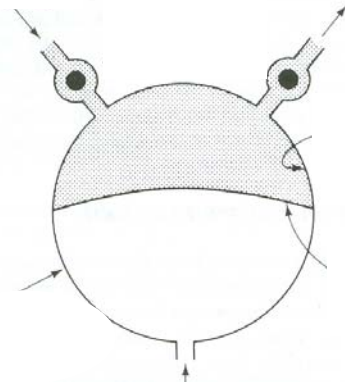
Χρήσεις Πολυμερών

- **Εφαρμογές σε καρδιαγγειακές νόσους:**

βαλβίδες καρδιάς: σιλοξάνια, πολυμεθυλενοξειδίο, υδροπλέγματα

αρτηρίες: πολυεστέρες, teflon

τεχνητή καρδιά: σιλοξάνια, πολυφθοροαλκυλοσιλοξάνα, πολυφωσφαζίνες



- **Συγκόλληση ιστών:** α-κυανοακρυλικοί εστέρες
- **Τεχνητό δέρμα:** πολυαμινοξέα, νάυλον, α-κυανοακρυλικοί εστέρες
- **Οστά, Κλειδώσεις:** πολυουρεθάνες, εποξικές ρητίνες, βινυλικές ρητίνες
- **Δόντια:** πολυμεθακρυλικός μεθυλεστέρας, πολυακρυλικό οξύ

Χρήσεις Πολυμερών (συνέχεια)

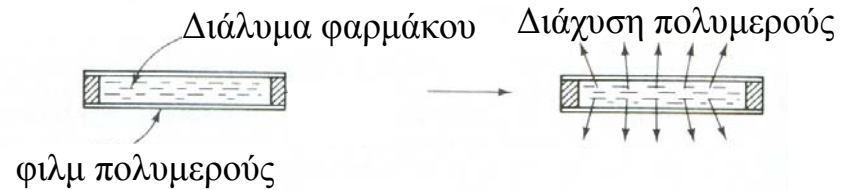
- **Φακοί Ματιών:** πολυμεθακρυλικός μεθυλεστέρας, πολυμεθακρυλικός υδροξυαιθυλεστέρας, υδροπλέγματα
- **Τεχνητά νεφρά:** αναγεννημένη κυτταρίνη, πολυακρυλονιτρίλιο, οξική κυτταρίνη
- **Μεμβράνες οξυγόνου:** πολυδιμεθυλοσιλοξάνιο

Βιοαποικοδομίσια πολυμερή

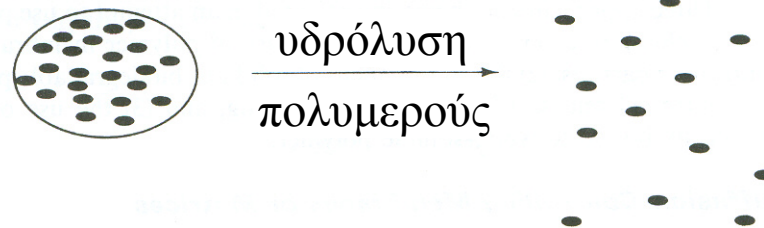
- **Χειρουργικό νήμα:** πολυγλυκολικό οξύ
- **Ανάπτυξη ιστών:** πολυουραιθάνες, πολυαμίδια, πολυεστέρες, γλυκολικό οξύ -γαλακτικό οξύ
- **Υποκατάστατα αίματος:** πολυβινυλοπυρρολιδόνη, teflon

Ελεγχόμενη απόδοση Φαρμάκων

- Πολυμερικές μεμβράνες

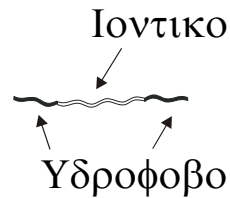


- Βιοαποικοδομίσιμα πολυμερή

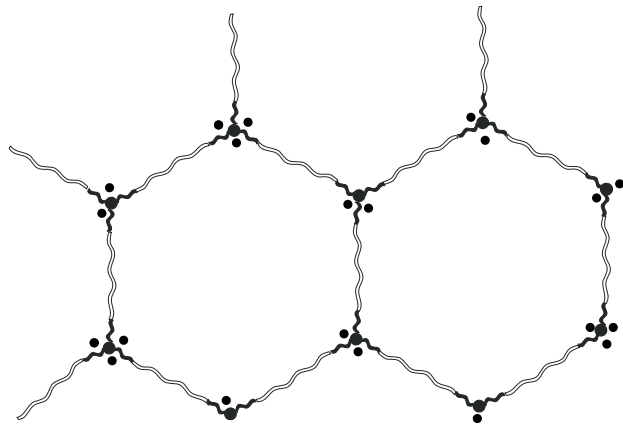


- Υδατοδιαλυτά πολυμερή χημικά συνδεδεμένα σε μόρια φαρμάκου
- Υδροπλέγματα

Υδροπλέγματα στην απόδοση Φαρμάκων

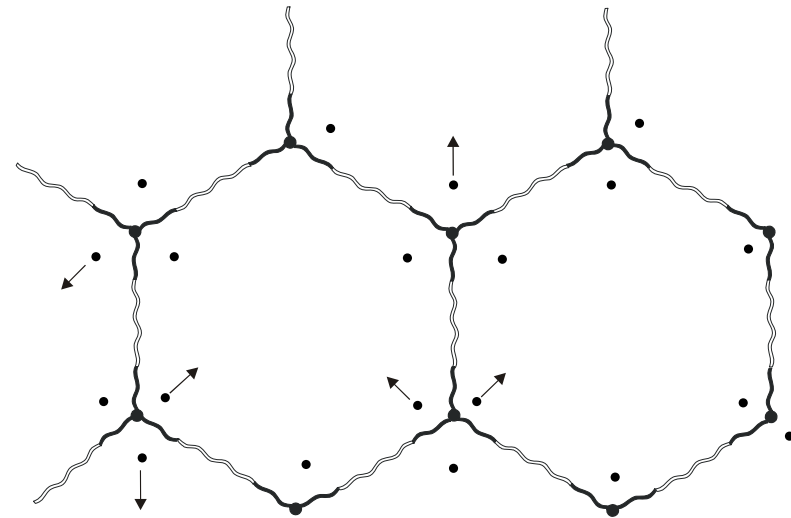


- Υδροφοβο φαρμακο



επιλεκτικός διαλύτης
αργή απόδοση

Αλλαγή
→
Διαλυτη



μη εκλεκτικός διαλύτης
ταχεία απόδοση

Απόδοση Ελεγχόμενη από το Μέσο Διάλυσης

Άλλες Εφαρμογές

Σύνθετα υλικά

- Ενίσχυση πολυμερών π.χ. με γυαλί

Εφαρμογές: μηχανολογικές, μεταφορές, οικοδομές, καταναλωτικά είδη, αεροναυπηγική, χημικές εγκαταστάσεις

Υγροκρυσταλλικά

- Προσανατολισμός σε υγρή φάση (διάλυμα ή τήγμα)
π.χ. Kevlar πολύ ισχυρές ίνες

Ηλεκτρονικά ή φωτονικά (κυκλώματα, πυκνωτές, CD)

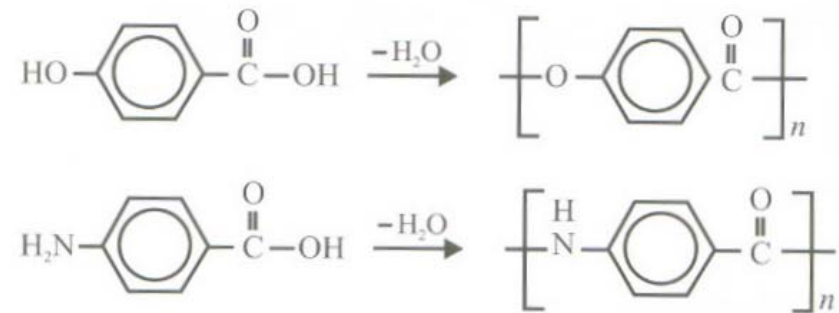
- Παθητικά πολυμερή (μονωτικά, επικαλυπτικά, συγκολλητικά, υποστρώματα)
- Ενεργά πολυμερή αγωγοί (Doped πολυακετυλένιο, πολυπυρρόλη)

Λειτουργικά Πολυμερή

A) Πολυμερή υψηλής απόδοσης

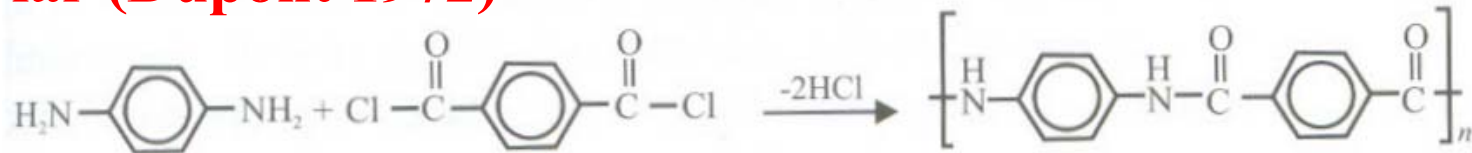
Μηχανική αντοχή και σκληρότητα

Δυσκολία κατεργασίας

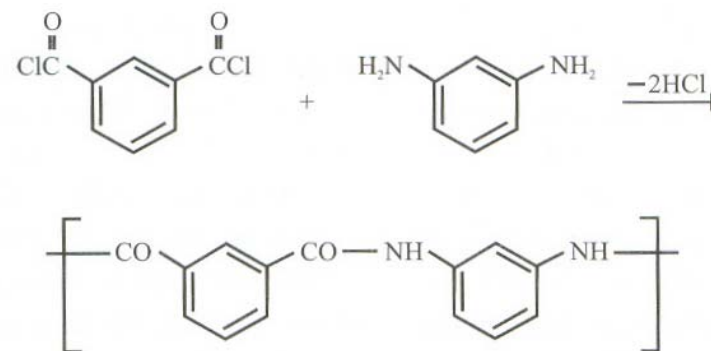


Συντονισμός

Kevlar (Dupont 1972)



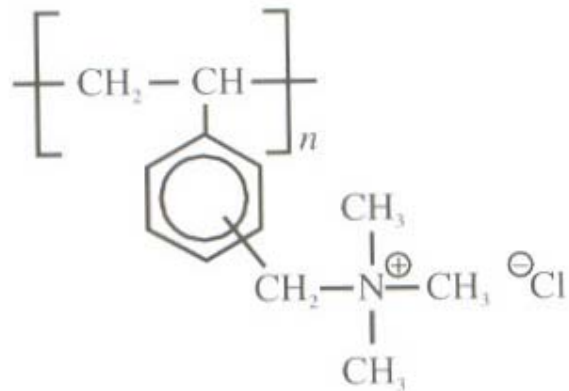
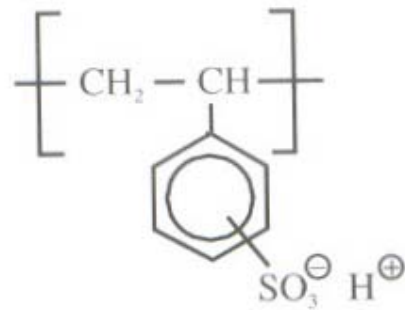
Normex (Dupont 1960)



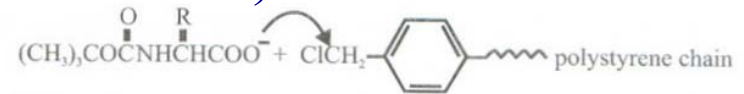
Είδος Nylon

Λειτουργικές παράπλευρες αλυσίδες

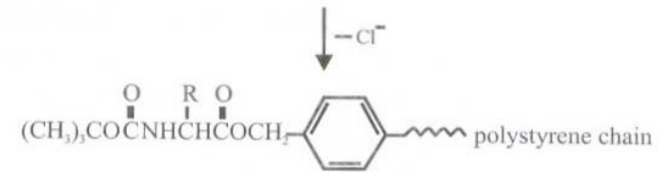
B) Χρήσεις σε διαχωρισμούς –
Χρωματογραφίες



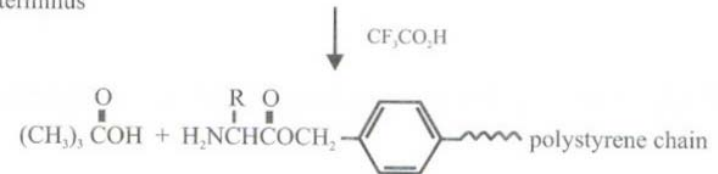
Γ) Σύνθεση πεπτιδίων Merrifield
(Nobel 1984)



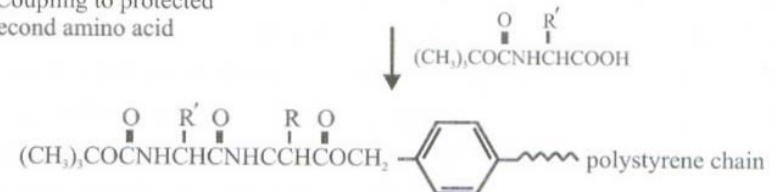
(a) Attachment of protected amino acid



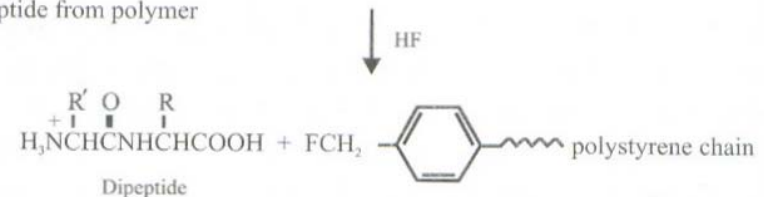
(b) Deprotection of amino terminus



(c) Coupling to protected second amino acid



(e) Disconnection of dipeptide from polymer



Βιβλιογραφία

Βιβλία

- Brandrup, J. and Immergut, E.H., eds., *Polymer Handbook, 3rd ed.*, John Wiley & Sons, New York, 1989.
- Odian, G. *Principles of Polymerization, 3rd ed.*, John Wiley & Sons, New York, 1991.
- Allcock, H.R.; Lampe, F.W. *Contemporary Polymer Chemistry, 2nd ed.*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1990.
- Rempp, P.; Merrill, E.W. *Polymer Synthesis, 2nd ed.*, Huthig & Wepf, Basel, 1991.
- Hiemenz, P.C. *Polymer Chemistry: The Basic Concepts*, Marcel Dekker, NY, 1984.
- Cowie, L.M.G. *Polymers: Chemistry and Physics of Modern Materials, 2nd ed.*, Chapman & Hall, Padstow, Cornwall, UK, 1998.
- Young, R.J.; Lovell, P.A. *Introduction to Polymers, 2nd ed.*, Chapman & Hall, 1996.
- Stevens, M.P. *Polymer Chemistry: An Introduction, 2nd ed.*, Oxford Univ. Press, 1990.
- Flory, P.J. *Principles of Polymer Chemistry*, Ithaca, NY, Cornell University Press, 1953.
- Σιμιτζή, Ι.Χρ. *Επιστήμη Πολυμερών*, Έκδοση Εθνικού Μετσοβείου Πολυτεχνείου, Αθήνα, 1994.
- Παναγιώτου Κ. *Επιστήμη και Τεχνολογία Πολυμερών*, Εκδόσεις Πήγασος2000, Θεσσαλονίκη, 1996.
- Seymour, Raymond B. and Carraher, Charles E., *Giant Molecules*; John Wiley and Sons, Inc., New York, 1990.

Ιστοσελίδες

- <http://www.psrc.usm.edu/macrog/index.htm>
- <http://www.plastics.com/>

Περιοδικά

- *Macromolecules*, American Chemical Society
- *Langmuir*, American Chemical Society
- *Chemistry of Materials*, American Chemical Society
- *Biomacromolecules*, American Chemical Society
- *Advanced Materials*, Wiley
- *Advances in Polymer Science*, Springer-Verlag
- *Polymer*, Elsevier
- *Journal of Colloid and Interface Science*, Elsevier
- *Journal of Material Chemistry*, Royal Society of Chemistry