

## Πείραμα 5.14 - Παρασκευή νάυλον 6-10.

### Σύγκρισή του με φυσικές υφάνσιμες ίνες: μαλλί και βαμβάκι

#### Σύντομη περιγραφή του πειράματος

Παρασκευή νάυλον 6-10 από το διχλωρίδιο του δεκανοδικού οξέος και την εξαμεθυλενοδιαμίνη. Σύγκριση του νάυλον με φυσικές υφάνσιμες ίνες όπως το μαλλί και το βαμβάκι.

#### Διδακτικοί στόχοι του πειράματος

Στο τέλος αυτού του πειράματος θα πρέπει ο μαθητής:

- Να περιγράφει τον τρόπο και τις συνθήκες παρασκευής του νάυλον 6-10
- Να αναγνωρίζει τις αντιδράσεις πολυμερισμού και ιδιαίτερα τις αντιδράσεις συμπύκνωσης.
- Να εκτελεί ένα πείραμα σε μικρή κλίμακα που να αναπαριστά μια βιομηχανική διαδικασία όπως είναι η παραγωγή συνθετικών υφάνσιμων ινών.
- Να συγκρίνει τις ιδιότητες των συνθετικών ινών με εκείνες των φυσικών ινών όπως του μαλλιού και του βαμβακιού.
- Να αποκτήσει την ικανότητα χειρισμού εργαστηριακών οργάνων.
- Να κατανοεί και να εξηγεί ότι πολλά από τα προϊόντα που διευκολύνουν την καθημερινή μας ζωής (π.χ πλαστικά), οφείλονται στην ανάπτυξη της επιστήμης της Χημείας και μπορούν να παρασκευαστούν σχετικά εύκολα από απλά υλικά.

## Βασικές γνώσεις -Αντιδράσεις

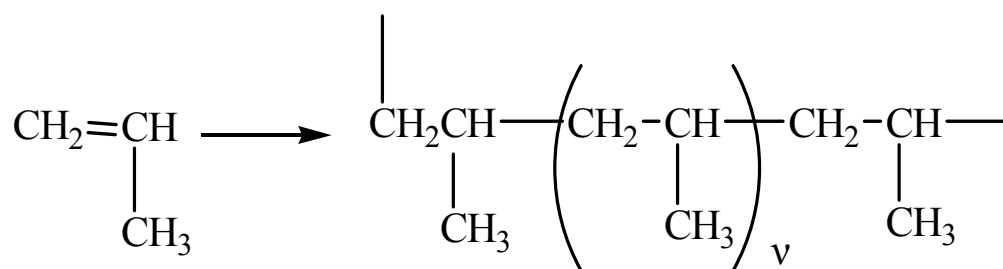


Τα πολυμερή είναι ενώσεις οι οποίες συνίστανται από πολύ μεγάλα μόρια τα οποία είναι φτιαγμένα από ένα μεγάλο αριθμό επαναλαμβανόμενων υπομονάδων. Η μοριακή αυτή υπομονάδα, η οποία χρησιμοποιείται στη σύνθεση του πολυμερούς, ονομάζεται μονομερές και οι αντιδράσεις μέσω των οποίων το μονομερές ενώνεται προς το μεγαλομόριο λέγονται αντιδράσεις πολυμερισμού.

Τα συνθετικά πολυμερή, ανάλογα με τον τρόπο παρασκευής τους, χωρίζονται:

- **Στα πολυμερή προσθήκης:** Αυτά προκύπτουν από τον πολυμερισμό ακόρεστων ενώσεων με διπλό δεσμό όπως π.χ. το αιθυλένιο και τα παράγωγά του. Το πολυμερές προσθήκης περιέχει στο μόριό του όλα τα άτομα των μονομερών από τα οποία σχηματίστηκε.

Το προπένιο  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ , πολυμεριζόμενο δίνει ένα πολυμερές γνωστό ως πολυπροπυλένιο:

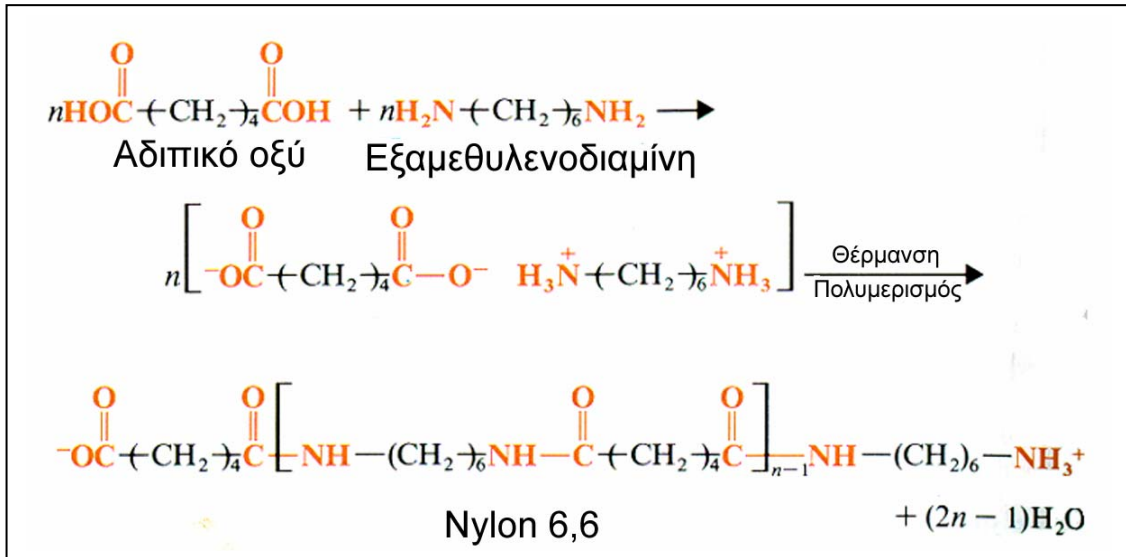


- **Στα πολυμερή συμπύκνωσης:** Μία δεύτερη περίπτωση πολυμερών είναι τα λεγόμενα πολυμερή συμπύκνωσης τα οποία παράγονται από αντιδράσεις συμπυκνώσεως. Σ' αυτές οι μονομερείς ομάδες ενώνονται με διαμοριακή απόσπαση μικρών μορίων, όπως το  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NH}_3$ . Απόσπαση ενός μικρού μορίου από κάθε ζευγάρι μονομερών.

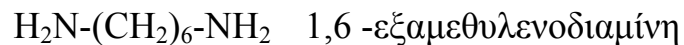


Νάυλον 6-6

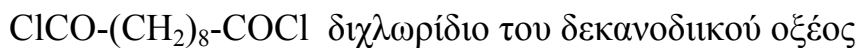
Ένα από τα πιο σημαντικά νάυλον είναι το νάυλον 6-6. Αυτό μπορεί να παρασκευαστεί από ένα δικαρβονικό οξύ με έξι άτομα άνθρακα (το πρώτο 6 στην ονομασία), π.χ. το αδιπικό οξύ και από μία διαμίνη με έξι άτομα άνθρακα (το δεύτερο 6), π.χ. την εξαμεθυλενοδιαμίνη.



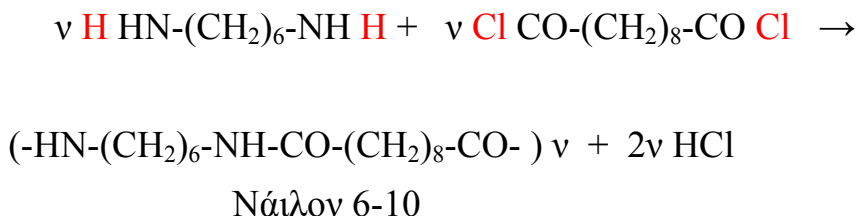
Η σύνθεση του πρώτου και πιο αντιπροσωπευτικού πλαστικού, του νάιλον 6-6, απαιτεί σχετικά υψηλή θερμοκρασία πράγμα που δυσκολεύει την επιτυχία του πειράματος. Ένας από τους τύπους νάιλον ο οποίος μπορεί να παρασκευαστεί σε θερμοκρασία δωματίου είναι το νάιλον 6-10. Αυτό προκύπτει από μια διαμίνη με 6 άτομα άνθρακα :



Και από ένα οξύ ή παράγωγο με δέκα άτομα άνθρακα :



Η αντίδραση συμπύκνωσης που πραγματοποιείται σε αυτή την περίπτωση γίνεται με απόσπαση HCl και όχι H<sub>2</sub>O. Η αντίδραση που πραγματοποιείται είναι η παρακάτω:



Η επαναλαμβανόμενη δομική μονάδα στο πολυμερές είναι:



**Απαιτούμενα Σκεύη - Όργανα - Αντιδραστήρια**



Σκεύη - Όργανα	Αντιδραστήρια
Ποτήρι ζέσεως των 250 mL	Διάλυμα 1,6 –εξαμεθυλενοδιαμίνης 0,5 M
Αναλυτικός ζυγός	Διάλυμα διχλωριδίου του δεκανοδικού οξέος 0,2 M (σε CCl <sub>4</sub> ή C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )
Ογκομετρικοί κύλινδροι των 100 mL και των 50 mL	Διάλυμα NaOH 0,5 M
Γυάλινη ράβδος και μεταλλική λαβίδα	Τετραχλωράνθρακας CCl <sub>4</sub> ή εξάνιο C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>
Δύο ογκομετρικές φιάλες των 100 mL	Φαινολοφθαλείνη
	Απεσταγμένο νερό
	Διάλυμα HCl 5M
	Δύο κομμάτια μάλλινου και δύο κομμάτια βαμβακερού υφάσματος.

**Συστάσεις ασφαλείας**

**1,6 –εξαμεθυλενοδιαμίνη: H<sub>2</sub>N-(CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub>-NH<sub>2</sub>** (CAS No: 124-09-4 ). Είναι στερεό, λευκό, με οσμή αμίνης. Επιβλαβές σε επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης. Προκαλεί σοβαρά εγκαύματα. Ερεθίζει το αναπνευστικό σύστημα.

**Διχλωρίδιο του δεκανοδικού οξέος ClCO-(CH<sub>2</sub>)<sub>8</sub>-COCl:** (CAS No: 111-19-3 ). Υγρό, άχρωμο με διαπεραστική οσμή . Επιβλαβές σε περίπτωση κατάποσης. Προκαλεί εγκαύματα.

**NaOH(s):** (CAS No: 1310-73-2). Στερεό άχρωμο, άοσμο. Προκαλεί σοβαρά εγκαύματα.

**Τετραχλωράνθρακας CCl<sub>4</sub>:** (CAS No.56-23-5). Υγρό, άχρωμο, με χαρακτηριστική οσμή. Τοξικό όταν εισπνέεται, σε επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης. **Υποπτο καρκινογένησης.** Τοξικό και επικίνδυνο για τη στιβάδα του όζοντος.

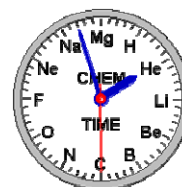
**Υδροχλωρικό οξύ HCl:** (CAS No. 7647-01-0). Υγρό άχρωμο με διαπεραστική οσμή. Προκαλεί εγκαύματα και ερεθίζει το αναπνευστικό σύστημα.

Οι πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με τους πιθανούς κινδύνους στο χειρισμό αυτών των χημικών ουσιών μπορούν να ληφθούν από τα φύλλα δεδομένων ασφαλείας υλικών που είναι διαθέσιμα στο εργαστήριο.

**Ιδιότητες**


Χημική ένωση	$M_r$	Σ.τ.(°C)	Σ.ζ.(°C)	Πυκνότητα (g/mL)
$H_2N-(CH_2)_6-NH_2$ (1,6-εξαμεθυλοδιαμίνη)	116,21	39-42	199-204	0,83
$ClCO-(CH_2)_8-COCl$ (Διχλωρίδιο του δεκανοδικου οξέος)	239,14	-5	161	1,12
NaOH (Υδροξείδιο του νατρίου)	40	323	1390	2,13
$CCl_4$ (Τετραχλωράνθρακας)	153,82	-23	76,7	1,59
HCl (Υδροχλωρικό οξύ)	36,5	-	-	1,19

**Απαιτούμενος χρόνος για το πείραμα : 45 Λεπτά**




**Πειραματική διαδικασία**



-  Παρασκευάζουμε αρχικά διάλυμα 0,5 M της 1,6-εξαμεθυλενοδιαμίνης ( $H_2N-(CH_2)_6-NH_2$ ), προσθέτοντας 3 g αυτής και 1 g NaOH σε 50 ml απεσταγμένο νερό. **(Διάλυμα Α)**

Επειδή το σ.τ. του παραπάνω αντιδραστηρίου είναι 39-42 °C, η φύλαξή του γίνεται σε ψυγείο. Χρειάζεται μεγάλη προσοχή στο χειρισμό και απαιτείται κατάλληλη εργαστηριακή ένδυση (ποδιά, γάντια, προστατευτικά γυαλιά). Μην εισπνέετε τους ατμούς της. Να γίνεται χρήση του απαγωγού.

-  Στη συνέχεια παρασκευάζουμε διάλυμα 0,2 M του διχλωρίδιο του δεκανοδικού οξέος ( $ClCO-(CH_2)_8-COCl$ ), προσθέτοντας 1,5-2 mL αυτού σε 50 mL  $CCl_4$ . **(Διάλυμα Β)**

Η φύλαξη του παραπάνω αντιδραστηρίου γίνεται σε ψυγείο γιατί αλλοιώνεται εύκολα. Χρειάζεται μεγάλη προσοχή στο χειρισμό και απαιτείται κατάλληλη εργαστηριακή ένδυση (ποδιά, γάντια, προστατευτικά γυαλιά). Μην εισπνέετε τους ατμούς του.

Προσοχή στη χρήση του  $\text{CCl}_4$  γιατί είναι τοξικός και ύποπτος καρκινογένεσης

- 👤 Σε ποτήρι των 250 mL τοποθετούμε 50 mL από το διάλυμα Β.
- 👤 Προσθέτουμε 4-5 σταγόνες φαινολοφθαλεΐνης στο διάλυμα Α ώστε να χρωματιστεί.
- 👤 Προσεκτικά και αργά προσθέτουμε το χρωματισμένο διάλυμα Α στο ποτήρι ζέσεως των 250 mL, ώστε να μην προκληθεί πολύ μεγάλη αναταραχή και αναμιχθούν τα δύο υγρά. Παρατηρούμε ότι στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο διαλυμάτων σχηματίζεται ένα λεπτό φιλμ με τη μορφή μεμβράνης που διαχωρίζει τις δύο φάσεις. Αυτή η μεμβράνη είναι το νάυλον 6-10.


- 👤 Με τη βοήθεια μιας μεταλλικής λαβίδας με τσιμπίδα, πιάνουμε προσεκτικά τη μεμβράνη και την τραβάμε αργά προς τα έξω, ενώ ταυτόχρονα την τυλίγουμε γύρω από μια γυάλινη ράβδο ή γύρω από αυτοσχέδιο τροχό όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



Παραγωγή νάυλον 6-10

- 👤 Όταν απομακρύνουμε την παραγόμενη μεμβράνη, έρχονται ξανά σε επαφή οι επιφάνειες των διαλυμάτων των μονομερών και δημιουργείται νέα μεμβράνη. Αυτό συνεχίζεται μέχρις ότου εξαντληθούν τα μονομερή συστατικά των δύο διαλυμάτων.
- 👤 Ξεπλένουμε το παραγόμενο πολυμερές με άφθονο νερό βρύσης και μετά με αιθανόλη ή ακετόνη, ώστε η ξήρανση να γίνει χωρίς θέρμανση.
- 👤 Δοκιμάζουμε τη συμπεριφορά του νάυλον 6-10 που παρασκευάσαμε, του μάλλινου και του βαμβακερού υφάσματος, ρίχνοντας 5-6 σταγόνες σε καθένα

από αυτά, διαλύματος NaOH 1M και διαλύματος HCl 1M. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας.

 Δοκιμάζουμε τη συμπεριφορά του νάυλον 6-10 που παρασκευάσαμε, του μάλλινου και του βαμβακερού υφάσματος, ρίχνοντας 5-6 σταγόνες νερού σε καθένα από αυτά. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας.

Προσοχή στη χρήση των διαλυμάτων NaOH και HCl. Το NaOH είναι πολύ διαβρωτικό και προκαλεί σοβαρά εγκαύματα. Η φύλαξή του πρέπει να γίνεται σε πλαστικά φιαλίδια και όχι γυάλινα γιατί προσβάλλονται από πυκνά αλκαλικά διαλύματα. Το HCl είναι πολύ ερεθιστικό και προκαλεί εγκαύματα.