



2009
ΔΙΕΘΝΕΣ ΕΤΟΣ
ΜΕΤΑΞΙΟΥ

2009: Διεθνές έτος Μεταξιού

Η Λαΐδη Silk είχε επιχειρηματικό μυαλό. Κατ' αρχή είχε κληρονομήσει πάρα πολλά λεφτά που της επέτρεψαν να καθιερώσει πολλές εταιρείες στις οποίες η ίδια είχε σημαντική θέση και να επενδύει στο χρηματιστήριο, συνήθως με μεγάλη επιτυχία. Η ρομαντική σχέση που είχε με τον πλούσιο Αμερικανό Κον Cottonfield βοήθησε επίσης σε μεγάλο βαθμό τις επιχειρηματικές της δραστηριότητες. Τώρα, στα πενήντα της, προσπαθεί να περάσει όσο περισσότερο χρόνο μπορεί στο σπίτι της που βρίσκεται στην περιοχή Hope, στη δυτική Αγγλία. Εκεί βρίσκει ηρεμία και συνηθίζει να πηγαίνει σε μακρινούς περιπάτους και να φροντίζει με ευλάβεια τον κήπο της.

Εκείνο το συγκεκριμένο απόγευμα, την πήρε ο ύπνος στον καναπέ, όπως κάθε μέρα σχεδόν, μετά το γεύμα που ετοίμασε ο σύντροφός της. Όταν ξύπνησε από το μεσημεριανό ύπνο (σιέστα, όπως ονομάζεται στα ισπανικά η συνήθεια αυτή) η τηλεόραση έπαιζε μια ταινία που είχε τίτλο που αμέσως κίνησε την περιέργεια της Λαΐδη Silk: ΜΕΤΑΞΙ.

Η ταινία συνδύαζε επιχειρηματικές δραστηριότητες με ρομαντική περιπέτεια. Περιστρεφόταν γύρω από τα ταξίδια κάποιου Γάλλου επιχειρηματία στην Ιαπωνία όπου η αποστολή του ήταν να αγοράζει μεταξοσκώληκες για να εφοδιάζει τα εργοστάσια της πόλης του. Τα γεγονότα εκτυλίσσονται στα 1860 όταν ξέσπασε η επιδημία μεταξοσκωλήκων γνωστή ως **pebrine** που επηρέασε τους εκτροφείς μεταξοσκωλήκων σε όλο τον κόσμο.

Η Λαΐδη Μεταξένια αμέσως επέδειξε ζωνηρό ενδιαφέρον για την ταινία, όχι τόσο για το ρομαντικό της μέρος αλλά περισσότερο για να ενημερωθεί γύρω από τις επιστημονικές και τεχνικές πλευρές του ζητήματος, αφού πρόσφατα είχε διαβάσει ένα κείμενο στην εφημερίδα με τίτλο «Οι Κινέζοι αστροναύτες θα τρέφονται με μεταξοσκώληκες στο διάστημα». Η ιδέα αυτή ξεκίνησε από τον επιστήμονα Γιανγκ Γιουάν ο οποίος συμμετείχε στην XXXVI Διεθνή Επιστημονική Σύνοδο για την Έρευνα του Διαστήματος. Ο Γιουάν ανέφερε στη Σύνοδο ότι « οι μεταξοσκώληκες σύντομα θα αποτελούν μέρος της διατροφής των Κινέζων αστροναυτών στο διάστημα, λόγω της μεγάλης τους περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη, την οποία ο ανθρώπινος οργανισμός εύκολα αφομοιώνει. Οι μεταξοσκώληκες καλλιεργούνται σχετικά εύκολα, αναπτύσσονται σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα και δεν απαιτείται ευρυχωρία. Στην ιστοσελίδα της πολιτείας Ξινχούα, αναφέρεται ότι πέντε με έξι μεταξοσκώληκες περιέχουν την ίδια ποσότητα πρωτεΐνης με ένα αυγό και επί πλέον, τα κουκούλια των μεταξοσκωλήκων περιέχουν οκτώ διαφορετικά είδη αμινοξέων που θεωρούνται ζωτικής σημασίας (απαραίτητα αμινοξέα) για τον άνθρωπο.

Η Λαίδη Silk ξεκίνησε τον ηλεκτρονικό της υπολογιστή και πληκτρολόγησε το όνομά της σε μια μηχανή αναζήτησης. Μετά, έσβησε το y και πάτησε το ENTER. Πάτησε το ENTER και σε ένα link βρήκε τα πιο κάτω.

Η ΑΞΙΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΞΙΟΥ

«Το μετάξι είναι φυσική ζωική ίνα που από πολλά χρόνια χρησιμοποιείται στην κατασκευή ενδυμάτων. Έχει απαλή υφή ενώ είναι ταυτόχρονα και δυνατό υλικό. Ανακαλύφθηκε στην Κίνα, σύμφωνα με την παράδοση γύρω στα 2500 π.Χ. αλλά η πηγή του έμεινε ένα σφραγισμένο μυστικό για δύο χιλιάδες χρόνια όταν η παραγωγή του περιορίστηκε στην Κίνα μόνο. Από την Κίνα γινόταν εξαγωγή σε διάφορα μέρη της Ασίας, της Ευρώπης και της Βόρειας Αφρικής. Αυτό το εμπόριο έφερε πολύ πλούτο στην Κίνα, γεγονός που εξηγεί γιατί η παραγωγή του μεταξιού ήταν ένα πολύ καλά φυλαγμένο μυστικό, ενώ η προσπάθεια αποκάλυψης του τρόπου παραγωγής του, τιμωρείτο με ποινή θανάτου. Κανείς θα μπορούσε να θεωρήσει την εμπορία του μεταξιού ως την πρώτη διαδικασία βιομηχανικής παγκοσμιοποίησης. Οι «Δρόμοι του Μεταξιού», μεταξύ ανατολής και δύσης, ήταν ατέλειωτοι και επίπονοι. Η μεταφορά γινόταν με μουλάρια και καμήλες αλλά ταυτόχρονα, οι έμποροι ήταν υποχρεωμένοι να κουβαλούν μαζί και άλλα προϊόντα, όχι μόνο για να τρέφονται οι ίδιοι και τα ζώα, αλλά και για να κάνουν ανταλλαγές. Το συνολικό αποτέλεσμα της δραστηριότητας αυτής ήταν να δημιουργηθεί μια «διηπειρωτική λεωφόρος» κατά μήκος της οποίας αναπτύχθηκαν διάφορα ανθρώπινα δημιουργήματα όπως οικισμοί, που εξελίχθηκαν σε μεγάλες πόλεις. Αυτή η εξέλιξη αναπόφευκτα έφερε και πολιτιστικές ανταλλαγές στο προσκήνιο.

Όμως, όπως όλα τα μυστικά κάποτε παύουν να είναι μυστικά, έτσι και το μυστικό του μεταξιού έγινε γνωστό. Κατά το 15^ο αιώνα η Ευρώπη γνωρίζει το μυστικό και στη νότια Ευρώπη, κυρίως στην Ιταλία, Γαλλία και Ισπανία (Βαλένθια και Μούρθια), αναπτύσσονται βιομηχανίες που έχουν σχέση με το μετάξι. Αυτή η εξέλιξη σήμανε και το τέλος του «Δρόμου του Μεταξιού». Τώρα έγινε πλέον γνωστό ότι το μετάξι ήταν μια ίνα πλεγμένη από την κάμπια ενός εντόμου, του μεταξοσκώληκα. Το έντομο (*Mombyx mori*) ανήκει στην οικογένεια των λεπιδοπτέρων (όπως όλες οι πεταλούδες) των οποίων η κάμπια είναι φυτοφάγος και μετά που τρέφεται και μεγαλώνει μέχρι κάποιου σημείου, αρχίζει να παράγει με τη βοήθεια ειδικών αδένων, πυκνό διάλυμα που αποτελείται από δύο πρωτεΐνες, την **ινωΐνη** και την **ορροΐνη**. Η **ινωΐνη** πολυμερίζεται όταν έρθει σε επαφή με τον αέρα με αποτέλεσμα να δημιουργείται μια συνεχόμενη κλωστή μεταξιού που χρησιμεύει στην παραγωγή του κουκουλιού. Κάθε μεταξοσκώληκας παράγει μέχρι 1.6 km μεταξένια κλωστή. Μέσα στο κουκούλι η κάμπια θα μεταμορφωθεί στην ενήλικα μορφή του εντόμου, μια πεταλούδα που δεν διαθέτει πεπτικό σύστημα αφού δεν έχει ανάγκη τροφής. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με την κάμπια του εντόμου που ουσιαστικά δεν σταματά να τρώει. Η κάμπια τρέφεται με νωπά φύλλα της μουριάς με προτίμηση τις μουριές που παράγουν λευκά φύλλα και

ανήκουν στο είδος *Morus alba*. Πριν τη μεταμόρφωση, η κάμπια παίρνει όλες τις θρεπτικές ουσίες που χρειάζεται για να αναπτυχθεί από τα φύλλα και να αποθηκεύσει τις πρωτεΐνες που απαιτούνται για να φτιάξει το κουκούλι και να προβεί στη μεταμόρφωση της, να αναπτύξει αναπαραγωγικά όργανα και να παραγάγει σπερματοζώαρια και ωάρια (περιέχουν λιποπρωτεΐνες). Η κάμπια μπορεί να θεωρηθεί ως ένα εργοστάσιο μετατροπής των πρωτεϊνών που έχουν φυτική προέλευση (μιας και η κάμπια είναι φυτοφάγος οργανισμός) σε πρωτεΐνες ζωικής φύσης που θα δώσουν δομή στο έντομο αλλά και μετάξι που θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του κουκουλιού».

Η Λαΐδη Silk και ο Κορς Cottonfield αποφάσισαν να μεταβούν στη Μούρθια για να μάθουν περισσότερα για τις σημερινές συνθήκες παραγωγής και βιομηχανίας του μεταξιού. Έχοντας κατά νου πιθανές επιχειρηματικές δραστηριότητες, πήραν μαζί τους τη Δρα Nylonskaya η οποία παλαιότερα ήταν η διευθύντρια του φαρμακείου του χωριού και η οποία μετά την αφυπηρέτησή της επισκεπτόταν συχνά την εξοχική οικία της Λαΐδης Silk όπου μαζί έκαναν τους περιπάτους τους στη φύση και συζητούσαν διάφορα θέματα επιστημονικού ενδιαφέροντος.

Στη Μούρθια συνάντησαν τους γνωστούς και φίλους τους, Patricio και Fuensanta, που γνώριζαν τη φύση της επίσκεψή τους. Ενημερώθηκαν ότι πριν μερικά χρόνια, ένα περιοδικό είχε δημοσιεύσει ενδιαφέρον άρθρο για ένα επιχειρηματία κάτοικο της Μούρθια ο οποίος μετά από χειρουργική επέμβαση για αφαίρεση καρκινώματος, πρόσεξε σημαντική βελτίωση μετά που πήρε εκχύλισμα από μεταξοσκώληκα. Οι δύο φίλοι τους σημείωσαν επίσης ότι πρόσφατα μια τοπική εφημερίδα ανέφερε ότι ομάδα επιστημόνων από τη Μούρθια και την Κίνα ξεκίνησαν ένα κοινό πρόγραμμα με στόχο να ανακαλύψουν θεραπευτικές πρωτεΐνες από μεταξοσκώληκες και από το μετάξι των μεταξοσκωλήκων, που θα χρησιμοποιούνται σε εμβόλια και ως αντισώματα και ακόμη για στηρικτικούς σκοπούς στην παραγωγή ανθρώπινων κυττάρων που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ιστών. Επικεφαλής αυτού του προγράμματος ήταν γεωργικοί μηχανολόγοι του Ινστιτούτου Γεωργικής Έρευνας και Ανάπτυξης της Μούρθια (IMIDA) και καθηγητές του Πανεπιστημίου Ζεϊζιάνγκ.

Έχοντας αυτά υπόψη και θεωρώντας ότι δυνατό να υπάρχει μια ευκαιρία για επαγγελματική αξιοποίηση όσα είχαν μάθει και ενεργώντας κατόπιν συμβουλής της Δρος Nylonskaya, αποφάσισαν να διεξάγουν έρευνα για να διαπιστώσουν τη βιωσιμότητα της ιδέας τους. Αφού ήρθαν σε επαφή με το πανεπιστήμιο της Μούρθια, σκέφτηκαν ότι θα ήταν καλή ιδέα να μετακυλήσουν την εργασία τους στους συμμετέχοντες στη EUSO 2009. Αυτή η εργασία θα χρησιμοποιηθεί για τις ανάγκες του διαγωνισμού και τα αποτελέσματά της θα είναι το κριτήριο για την απονομή των μεταλλίων ενώ οι εκθέσεις θα διατυπωθούν σε πολλές και διαφορετικές γλώσσες.

Οι συμμετέχοντες στη EUSO 2009 είχαν να εργαστούν στις πιο κάτω δοκιμασίες:

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ Α

Η Δρ Nylonskaya ήθελε να αξιολογήσει το βιολογικό κόστος ανάπτυξης μεταξοσκωλήκων για την παραγωγή μεταξιού.

Οι μεταξοσκώληκες, πριν από τη μεταμόρφωση, παίρνουν θρεπτικές ουσίες από νωπά φύλλα μούρων για να αναπτυχθούν αλλά και για να αποθηκεύσουν τις πρωτεΐνες που θα χρησιμοποιήσουν για την παραγωγή μεταξιού. Το μετάξι είναι ένα είδος πρωτεΐνης. Η Δρ Nylonskaya συνειδητοποίησε ότι θα ήταν ενδιαφέρον να μετρήσει την ποσότητα πρωτεϊνών που περιέχονται στα φύλλα μούρων αλλά και την ποσότητα πρωτεϊνών που βρίσκονται στο σώμα των μεταξοσκωλήκων. Αφού γνωρίζει το βάρος του μεταξοσκώληκα και το μέσο βάρος ενός φύλλου μουριάς τότε μπορεί να υπολογίσει το συνολικό βάρος των μούρων που είναι αναγκαία για να τραφεί ο μεταξοσκώληκας κατά τη διάρκεια της ζωής του.

Μεταξύ των διαφόρων μεθόδων που χρησιμοποιούνται για την ποσοτική μέτρηση των πρωτεϊνών, η Δρ Nylonskaya πρότεινε τη χρήση της μεθόδου Lowry.

Στη μέθοδο αυτή, πρώτα παράγεται ένα χρώμα στο διάλυμα που περιέχει την ουσία που θα αναλυθεί και μετά το χρώμα μετριέται με φασματοφωτόμετρο. Η μέτρηση είναι δυνατή επειδή τα συστατικά του διαλύματος απορροφούν μέρος του φωτός που κατευθύνεται σ' αυτό. Ο βαθμός απορρόφησης αποτελεί συνάρτηση του μήκους κύματος της φωτεινής ακτινοβολίας και της συγκέντρωσης της διερευνόμενης ουσίας. Υπάρχει μια γραμμική σχέση μεταξύ της απορρόφησης του δείγματος και της συγκέντρωσης, μέσα σε συγκεκριμένο εύρος. Αυτή η σχέση ορίζεται από το νόμο Lambert-Beer:

$$A = \epsilon \cdot l \cdot c$$

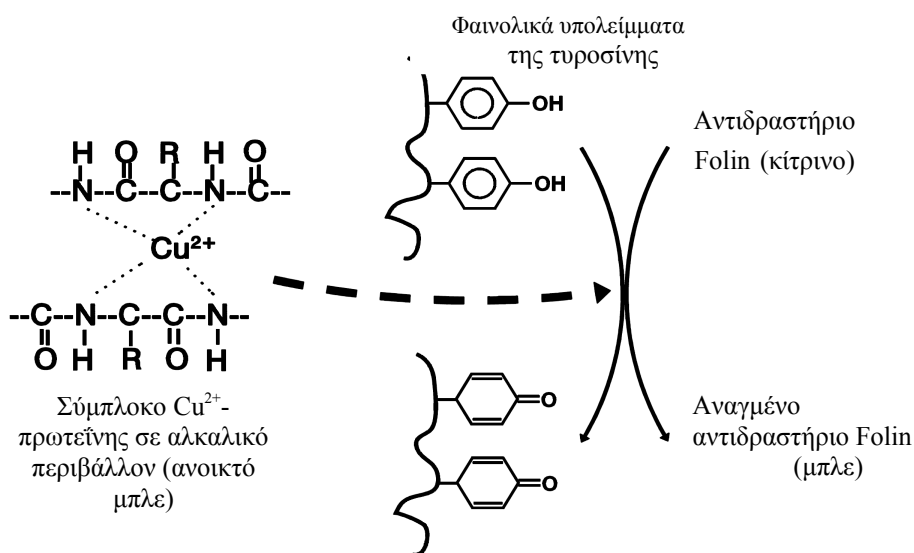
όπου A είναι η απορρόφηση που μετριέται με το φασματοφωτόμετρο, ϵ είναι η σταθερά μοριακής απορρόφησης των χρωστικών ουσιών, l είναι η απόσταση που η φωτεινή δέσμη έχει να διέλθει (η οποία είναι το πάχος ή το πλάτος της κυψελίδας), και c είναι η μοριακή συγκέντρωση. Αυτό σημαίνει ότι για μια δεδομένη κυψελίδα

$$A = K \cdot c ,$$

όπου K είναι μια σταθερά.

Το φασματοφωτόμετρο είναι βασικά μια συσκευή με ένα λαμπτήρα, που εκπέμπει φως σε ένα ελεγχόμενο μήκος κύματος. Το φως διαπερνά ένα συγκεκριμένο χώρο, στον οποίο εισάγεται μία κυψελίδα. Η κυψελίδα περιέχει το διάλυμα του οποίου θέλουμε να μετρήσουμε την απορρόφηση. Μέρος του φωτός που διέρχεται από το διάλυμα απορροφάται, και η απώλεια του φωτός ανιχνεύεται από ένα αισθητήρα που τοποθετείται στην αντίθετη πλευρά της κυψελίδας.

Η μέθοδος LOWRY επιτρέπει την ποσοτική μέτρηση των διαλυμένων πρωτεϊνών σε ένα δείγμα. Όταν ένα κατάλληλο αντιδραστήριο προστεθεί στο δείγμα με τις πρωτεΐνες τότε παράγεται ένα έγχρωμο σύμπλοκο, του οποίου η ένταση του χρώματος είναι ανάλογη με τη συγκέντρωση πρωτεϊνών στο δείγμα, σύμφωνα με το νόμο Lambert-Beer. Η μέθοδος αποτελείται από δύο στάδια, όπως απεικονίζονται στο διάγραμμα:



1. Όταν προστίθενται ιόντα χαλκού Cu^{2+} , σε αλκαλικό περιβάλλον, συνδέονται με τις πρωτεΐνες για να δημιουργήσουν σύμπλοκα με τα άτομα αζώτου των πεπτιδικών δεσμών. Τα σύμπλοκα χαλκού-πρωτεΐνης έχουν ανοικτό μπλε χρώμα. Επίσης, τα σύμπλοκα αυτά προκαλούν αποικοδόμηση της τρισδιάστατης δομής της πρωτεΐνης, ελευθερώνοντας φαινολικά υπολείμματα του αμινοξέος τυροσίνη που παίρνουν μέρος στο δεύτερο στάδιο (όπου το αντιδραστήριο Folin ανάγεται και αλλάζει χρώμα από κίτρινο σε μπλε). Τα ιόντα χαλκού για να βρίσκονται σε αλκαλικό διάλυμα, πρέπει να συμπλοκοποιηθούν με ιόντα 2,3- dihydroxybutanedioate (τρυγικού).

2. Η αναγωγή, επίσης στο αλκαλικό περιβάλλον, του αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu από τις φαινολικές ομάδες των υπολειμμάτων της τυροσίνης που απαντώνται στις περισσότερες πρωτεΐνες γίνεται με χαλκό που λειτουργεί ως καταλύτης. Το κύριο συστατικό του αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu είναι ένα μείγμα phosphotungstic οξέος και phosphomolybdic οξέος σε φαινόλη, που είναι κίτρινο, και όταν αναχθεί από τις φαινολικές ομάδες σχηματίζει ένα μπλε σύμπλοκο. Το τελικό προϊόν απορροφά φως στα 590 nm.

Τα πιο κάτω θα χρειαστούν για να γίνουν οι αντιδράσεις:

- μαρκαδόρος
- πλαστικές φιάλες των 25 mL
- δοχείο στο οποίο είναι τοποθετημένες οι πλαστικές φιάλες των 25 mL

- μικροπιπέτα που μετρά από 0.5 mL έως 5 mL
- μύτες μικροπιπέτας
- προχοΐδα των 50 mL
- ογκομετρικές φιάλες των 250 mL
- φασματοφωτόμετρο
- κυψελίδα
- χαρτί υγείας
- δοχείο ζέσεως για απόχυση του περιεχομένου της κυψελίδας
- **[αντιδραστήριο A]**: υδατικό διάλυμα 2% ανθρακικού νατρίου, Na_2CO_3 και 0.1 M σε υδροξείδιο του νατρίου NaOH.
- **[αντιδραστήριο B₁]**: υδατικό διάλυμα θειικού χαλκού (II), $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ στα 1%
- **[αντιδραστήριο B₂]**: διάλυμα τρυγικού (tartrate) νατρίου και καλίου στα 2%
- **αντιδραστήριο C**: αυτό το αντιδραστήριο το ετοιμάζεται εσείς αναμιγνύοντας τα αντιδραστήρια A, B₁ και B₂ σε κατάλληλες αναλογία όγκου.
- Αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu, με ετικέτα **[F-C αντιδραστήριο]**
- Διάλυμα γνωστής συγκέντρωσης **BSA**, 0.75 g L^{-1}
- Δείγμα εκχυλίσματος φύλλου μουριάς, με ετικέτα **[M]**
- Δείγμα εκχυλίσματος μεταξοσκώληκα, με ετικέτα **[SW]**

Πειραματική διαδικασία

Για να βρούμε τη συγκέντρωση των πρωτεϊνών στα άγνωστα δείγματα (εκχυλίσματα φύλλων και μεταξοσκώληκα) πρέπει πρώτα να μετρήσουμε την απορρόφηση (absorbance) που αντιστοιχεί σε κάθε γνωστή συγκέντρωση του διαλύματος BSA (0.75 g L^{-1}) και μετά να κάνουμε τη σχετική καμπύλη βαθμονόμησης. Οι συγκεντρώσεις των διαλυμένων πρωτεϊνών στα εκχυλίσματα των φύλλων της μουριάς (M) και του μεταξοσκώληκα (SW) μπορούν να βρεθούν από την καμπύλη αυτή. Να αριθμήσετε πρώτα τις φιάλες από 0 έως 9. Η φιάλη 0 θα περιέχει τα αντίστοιχα ποσοστά αποσταγμένου νερού και θα χρησιμοποιηθεί για να ρυθμίσει το φασματοφωτόμετρο στο 0 απορρόφηση. Ο στόχος είναι να βρεθούν οι συγκεντρώσεις των διαλυμένων πρωτεϊνών στα εκχυλίσματα του φύλλου της μουριάς (M) και του μεταξοσκώληκα (SW).

Ακολουθήστε το πρωτόκολλο που περιγράφεται παρακάτω:

- a. Χρησιμοποιώντας τη μικροπιπέτα και τα κατάλληλα ακροφύσια (tips), μεταφέρετε τις καθορισμένες ποσότητες νερού, γνωστής συγκέντρωσης διαλύματος αλβουμίνης (BSA) και εκχυλισμάτων φύλλων και μεταξοσκώληκα, όπως καταγράφονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1				
Πλαστικά φιαλίδια		Νερό (mL)	Διάλυμα αλβουμίνης βοοειδών (BSA). (mL)	Άγνωστα διαλύματα (mL)
0		5.0	--	--
1		4.5	0.5	--
2		4.0	1.0	--
3		3.5	1.5	--
4		3.0	2.0	--
5		2.0	3.0	--
6	M ₁	4.0	--	1.0
7	M ₂	2.5	--	2.5
8	SW ₁	4.0	--	1.0
9	SW ₂	2.5	--	2.5

- b. Παρασκευάστε το αντιδραστήριο C: Χρησιμοποιώντας τη μικροπιπέττα, μεταφέρετε 2.5 mL του αντιδραστηρίου B₁ και 2.5 mL του αντιδραστηρίου B₂ στην ογκομετρική φιάλη και προσθέστε αντιδραστήριο A, ώστε ο τελικός όγκος να φτάσει τα 250 mL. Ανακινήστε καλά.
- c. Τοποθετήστε το αντιδραστήριο C στην προχοΐδα, και προσθέστε 10 mL από αυτό σε κάθε πλαστικό φιαλίδιο. Ανακινήστε καλά και αφήστε το να αναπαυθεί για 10 min (περίπου) στο σκοτάδι (μέσα σε ένα συρτάρι ή ένα ντουλάπι).
- d. Αφού περάσει αυτός ο χρόνος, προσθέστε 1 mL του αντιδραστηρίου Folin – Ciocalteu χρησιμοποιώντας μικροπιπέττα σε κάθε πλαστικό φιαλίδιο και ανακινήστε καλά. Αφήστε τα πλαστικά φιαλίδια να αναπαυτούν για ακόμα 30 min στο σκοτάδι (περίπου), ώστε να ολοκληρωθεί η χρωστική αντίδραση.
- e. Ρυθμίστε το φασματοφωτόμετρο στα 590 nm.
- f. Όταν ολοκληρωθεί το βήμα d, ρυθμίστε την Απορρόφηση στο 0 με το τυφλό διάλυμα (πλαστικό φιαλίδιο 0). Για να το κάνετε αυτό, ξεπλένετε την κυψελίδα φωτομέτρησης με λίγο διάλυμα από το πλαστικό φιαλίδιο 0 και αποχύστε το στο ποτήρι ζέσεως. Κατόπιν γεμίστε την κυψελίδα ως τα $\frac{3}{4}$ περίπου της χωρητικότητας της. Στεγνώστε και καθαρίστε την εξωτερική επιφάνεια της κυψελίδας (με χαρτί υγείας) και τοποθετήστε την στον υποδοχέα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να βλέπετε τη διαφανή πλευρά και τοποθετήστε την στο φασματοφωτόμετρο έτσι ώστε η δέσμη φωτός να διέρχεται μέσα από το διάλυμα. Πιέστε το κουμπί 0A και ελέγξτε ότι στην οθόνη του οργάνου αναγράφεται -.000.

- g. Καταγράψτε την απορρόφηση για το καθένα από τα άλλα διαλύματα. (ΣΕ ΑΥΤΗ ΤΗΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΗΝ ΠΙΕΣΕΤΕ ΚΑΝΕΝΑ ΑΛΛΟ ΚΟΥΜΠΙ).
- h. Καταγράψτε τις μετρήσεις σας στο Τετράδιο Απαντήσεων (A.1). Υπολογίστε και σημειώστε στην αντίστοιχη στήλη τη μάζα πρωτεΐνης που περιέχεται σε κάθε πλαστικό φιαλίδιο.
- i. Παραστήστε με γραφική παράσταση την τιμή απορρόφησης κάθε διαλύματος αλβουμίνης σε σχέση με τον όγκο του διαλύματος πρωτεΐνης που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή κάθε φιαλιδίου και σχεδιάστε την προσαρμοσμένη γραμμή που ταιριάζει καλύτερα (best fit), η οποία θα πρέπει να είναι ευθεία. (A.2)
- j. Υπολογίστε την κλίση της ευθείας. (A.3)
- k. Χρησιμοποιώντας τη γραφική παράσταση, υπολογίστε τη μάζα της πρωτεΐνης που περιέχεται σε ένα λίτρο από κάθε άγνωστο διάλυμα. (A.4) (A.5)
- Όταν ολοκληρώσετε το πείραμα, τα υγρά υπολείμματα από την απόπλυση της κυψελίδας (στο ποτήρι ζέσεως) πρέπει να αποχυθούν στο δοχείο ακρήστων, που φέρει την ετικέτα ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ (WASTES OF PROTEIN), που βρίσκεται σε μία γωνιά του εργαστηρίου.

Λαμβάνοντας υπόψη τα ακόλουθα:

- Το εκχύλισμα φύλλων μουριάς παρασκευάστηκε από 3 g αποξηραμένων φύλλων, διαλυμένων σε τελικό όγκο 1L.
- Το φρέσκο (νωπό) φύλλο μουριάς περιέχει νερό κατά 75% περίπου.
- Το μέσο βάρος του φρέσκου (νωπού) φύλλου μουριάς είναι 12 g.
- Το μέσο βάρος του ενήλικα μεταξοσκώληκα είναι 9 g.
- Το εκχύλισμα μεταξοσκώληκα παρασκευάστηκε από 6 g μεταξοσκώληκα (που αποτελείται από νερό κατά 80%), διαλυμένου σε τελικό όγκο 1L.

Κάντε τους παρακάτω υπολογισμούς στο Τετράδιο Απαντήσεων:

Πόση πρωτεΐνη (σε mg) περιέχεται συνολικά σε κάθε φρέσκο (νωπό) φύλλο μουριάς; (A.6)

Πόση πρωτεΐνη (σε mg) περιέχεται συνολικά σε κάθε μεταξοσκώληκα μέσης μάζας; (A.7)

Εάν υποθέσουμε ότι μόνο 5% της πρωτεΐνης που περιέχεται σε κάθε φύλλο μουριάς παραμένει στο σώμα του μεταξοσκώληκα (το υπόλοιπο χρησιμοποιείται από το μεταξοσκώληκα για να επιτελέσει ζωτικές λειτουργίες κατά τη διάρκεια της ζωής του), πόση μάζα φύλλων θα φάει ένας μεταξοσκώληκας στη διάρκεια της ζωής του; (A.8)

Γνωρίζοντας ότι η μέση διάρκεια ζωής του μεταξοσκώληκα είναι 30 ημέρες, πόσα φύλλα τρώει ένας μεταξοσκώληκας κάθε μέρα κατά μέσο όρο; (A.9)

Ποια είναι η τιμή του λόγου:

Μάζα πρωτεΐνης ανά γραμμάριο αποξηραμένου μεταξοσκώληκα ; (A.10)
Μάζα πρωτεΐνης ανά γραμμάριο αποξηραμένου φύλλου μουριάς

Κάθε ένα από τα αυτοκόλλητα που σας δόθηκαν αντιστοιχούν σε ένα στάδιο μεταμόρφωσης των Λεπιδόπτερων. Κολλήστε κάθε ένα στο σωστό κουτί ακολουθώντας τα βέλη. (Α.11)

(Τα αυτοκόλλητα θα σας δοθούν στο εργαστήριο, σε ξεχωριστό φύλλο)

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ Β

Ο κύριος Cottonfield δεν συνηγορεί υπέρ του να επενδύσει σε επιχειρήσεις που σχετίζονται με τον μεταξοσκώληκα. Πιστεύει ότι το μετάξι έχει λίγες προσδοκίες επιτυχίας καθότι φθηνότερες, συνθετικές ίνες με ίδια ή και καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά υπάρχουν εδώ κι αρκετό καιρό στην αγορά.

Θέλει να πείσει τη Λαίδη Silky ότι τέτοιες ίνες είναι εύκολο να παρασκευάσει κανείς κι αποφάσισε να τ' αποδείξει. Μια έρευνα στη βιβλιογραφία του έδωσε τις πληροφορίες που ήθελε.

Παρασκευή του Νάιλον 6.10

ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ:

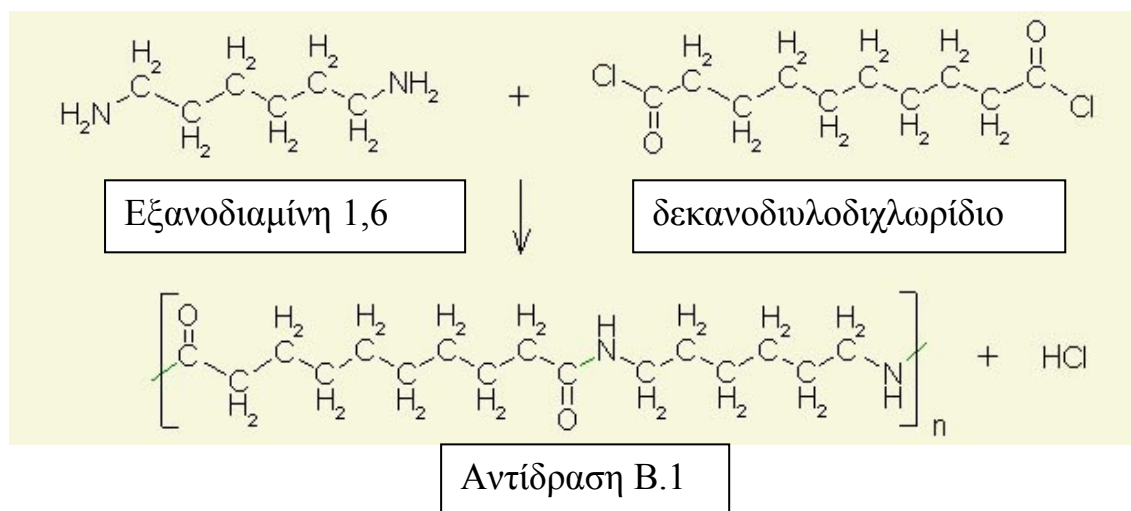
- Πρέπει να φοράτε γάντια και γυαλιά ασφαλείας
- Μην πετάτε τα υγρά απόβλητα στο νεροχύτη.
- Αποχύνετε τα υγρά οργανικά απόβλητα στο δοχείο με την ετικέτα ORGANIC WASTES; ξεπλένετε τα γυάλινα δοχεία με μίγμα νερού ακετόνης(water-acetone); το μίγμα μετά να το αποχύνετε στα ίδια δοχεία; Μόνο τότε μπορείτε να ξεπλένετε τα γυάλινα δοχεία με αποσταγμένο νερό στους νεροχύτες.
- Τα άχρηστα στερεά πρέπει να τα πιάνετε με χαρτί.
- Το εργαστήριο πρέπει να εξαερίζεται καλά.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Το κυκλοεξάνιο είναι ένα άχρωμο, πτητικό υγρό με διαπεραστική μυρωδιά. Πρέπει να αποφεύγεται μακροχρόνια έκθεση στους ατμούς του, επομένως είναι υποχρεωτικό μετά την παρασκευή του νάιλον να αποχύνονται τα απόβλητα στο δοχείο με την εμφανή ετικέτα ORGANIC WASTES που βρίσκεται στην άλλη πλευρά του εργαστηρίου.

Τα πολυαμίδια είναι συνθετικά υλικά, χρησιμοποιούνται συνήθως ως ίνες, με πιο γνωστό το νάιλον.

Προς το παρόν το νάιλον 6.6, όπου το 6 αντιπροσωπεύει σχεδόν όλα τα νάιλον που παράγονται ως ίνες στην κλωστοϋφαντουργία, παρόλο που υπάρχουν και άλλα σημαντικά: νάιλον 11, νάιλον 12, νάιλον 6.10 και νάιλον 6.12 μεταξύ αυτών.

Όσο για τα ονόματα που χρησιμοποιούνται για τα νάιλον, όταν το όνομα περιέχει μόνον έναν αριθμό, το νάιλον προέρχεται από λακτάμη ή από ω-αμινοξύ. (Αλυσίδα υδρογονάνθρακα με μία αμινομάδα στη μία άκρη και μία καρβοξυλομάδα στην άλλη άκρη). Εάν το όνομα περιέχει δύο αριθμούς, που χωρίζονται από μία τελεία, το νάιλον προέρχεται από διαμίνη που αντέδρασε με δικαρβοξυλικό οξύ ή με διακυλοχλωρίδιο ή με διεστέρα. Ο πρώτος αριθμός δείχνει τον αριθμό ατόμων άνθρακα της διαμίνης και ο δεύτερος αριθμός τον αριθμό ατόμων άνθρακα στο δεύτερο μονομερές.



Το Νάιλον 6.10 μπορεί να παρασκευαστεί με την αντίδραση της διαμίνης (εξανο-1,6-διαμίνη ή εξαμεθυλενοδιαμίνη) και του διακυλοχλωριδίου (δεκανοδυλοδιχλωριδίου). Η συνολική αντίδραση έχει ως εξής:

Η διαμίνη (R 21/22-34-37, S 22-26-36/37/39-45) διαλύεται στο νερό και το διακυλοχλωρίδιο (R 34, S 26-36/37/39-45) στο κυκλοεξάνιο (R 11, S 9,16,33). Καθώς τα διαλύματα αυτά δεν αναμιγνύονται, ο πολυμερισμός λαμβάνει χώρα στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο υγρών (επιφάνεια επαφής).

Για να εκτελέσετε τη δραστηριότητα, θα χρειαστείτε:

- δύο γυάλινα ποτήρια ζέσεως των 50 mL
- δύο γυάλινα ποτήρια ζέσεως των 100 mL
- μία γυάλινη ράβδος
- ένα κομμάτι σύρμα με μια θηλιά στην άκρη του
- ένας γυάλινος ογκομετρικός κύλινδρος των 25 mL
- ένας πλαστικός ογκομετρικός κύλινδρος των 25 mL
- μία μικροπιπέτα (0.5-5 mL) (που χρησιμοποιήθηκε στη δραστηριότητα Α)
- μια ηλεκτρονική ζυγαριά
- υδατικό διάλυμα εξανο-1,6-διαμίνης, με ετικέτα **[HMDA]**
- διάλυμα δεκανοδυλοδιχλωριδίου σε κυκλοεξάνιο **[SDC]**. (βλ. ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ)
- Κυανό του Μεθυλενίου, **[Met. Blue]**
- Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου, 0.01 M σε NaOH, **[NaOH 0.1 M]**
- 0.05 M διάλυμα υδροχλωρικού οξέος, **[HCl 0.05 M]**
- Φιάλη που περιέχει υδατικό διάλυμα ακετόνης, **[Water-Acetone]**
- Πεχάμετρο με ηλεκτρόδιο
- Προχοίδα με στήριγμα
- Μαγνητικός αναδευτήρας και 3 μαγνητάκια

Όλα τα παραπάνω αντικείμενα βρίσκονται στον πάγκο εργασίας σας ή στο ράφι σας. Επικοινωνήστε με τον βοηθό εργαστηρίου εάν κάτι σας λείπει.

Αφού συγκέντρωσε όλες τις απαραίτητες πληροφορίες και με όλα τα παραπάνω όργανα στη διάθεσή του, ο κ. Cottonfield διαπίστωσε ότι η συγκέντρωση του HMDA δεν αναγραφόταν πάνω στη φιάλη, πιθανότατα γιατί είχε χαθεί η ετικέτα. Παρόλα αυτά αυτό ήταν εύκολα να προσδιοριστεί πειραματικά. Για να γίνει αυτό, θα πρέπει να ογκομετρήσει γνωστό όγκο του HMDA (που είναι διάλυμα βάσης) με ένα διάλυμα οξέος, γνωστής συγκέντρωσης. Χρησιμοποιώντας το πεχάμετρο, είναι δυνατόν να μετρήσεις τις τιμές του pH του διαλύματος όταν σε αυτό προστεθούν διάφοροι όγκοι του διαλύματος του οξέος. Αυτό θα σχηματίσει μια καμπύλη του pH *ως προς* τον όγκο του οξέος που προστέθηκε και έτσι μπορεί να προσδιοριστεί γραφικά το τελικό σημείο της ογκομέτρησης, και από αυτό να υπολογιστεί η συγκέντρωση του διαλύματος του HMDA.

Χρησιμοποιώντας την μικροπιπέτα, μεταφέρετε 5 mL του διαλύματος HMDA σε ένα ποτήρι ζέσεως των 100 mL. Χρησιμοποιώντας τον πλαστικό ογκομετρικό κύλινδρο, προσθέστε περίπου 25 mL αποσταγμένου νερού. Τοποθετήστε το ποτήρι ζέσεως, αφού βάλετε μέσα ένα μαγνητάκι, πάνω στη συσκευή του μαγνητικού αναδευτήρα.

Βυθίστε το ηλεκτρόδιο (αφού αφαιρέσετε το προστατευτικό του κάλυμμα) βαθιά μέσα στο διάλυμα και κοντά στα τοιχώματα του δοχείου, και στερεώστε το ηλεκτρόδιο σε αυτή τη θέση χρησιμοποιώντας ένα κλιπ.. **ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ: το μαγνητάκι, όταν περιστρέφεται, δεν πρέπει να χτυπάει πάνω στο ηλεκτρόδιο.** Ανοίξτε το διακόπτη του αναδευτήρα και ρυθμίστε τον σε μέτρια ταχύτητα. Τοποθετήστε την άκρη της προχοϊδας πάνω από το γυάλινο ποτήρι ζέσεως, αφού τη γεμίσετε με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος που σας δόθηκε.

Συμπληρώστε τον σχετικό Πίνακα στο τετράδιο απαντήσεων, σημειώνοντας τις τιμές του pH που αντιστοιχούν στη κάθε προσθήκη του οξέος. Σημειώστε ότι όταν πλησιάζετε στο τελικό σημείο, οι όγκοι του οξέος που προστίθενται πρέπει να μικραίνουν.

Η ογκομέτρηση θα τελειώσει αφού πάρετε ικανό αριθμό σημείων και το πεχάμετρο δείξει όξινες τιμές. Επαναλάβετε την ογκομέτρηση με νέο δείγμα των 5 mL του διαλύματος βάσης (HMDA). Κατασκευάστε γραφική παράσταση της κάθε ογκομέτρησης σε διαφορετικά χαρτιά μιλιμετρέ και σχεδιάστε τις κατάλληλες καμπύλες. Το τελικό σημείο είναι το σημείο καμπής της καμπύλης. (B.1)

Στο κατάλληλο πλαίσιο του τετραδίου απαντήσεων, υπολογίστε τις συγκεντρώσεις του διαλύματος HMDA για τις δύο ογκομετρήσεις και σημειώστε τη μέση τιμή (B.2).

Τώρα είστε έτοιμοι να παρασκευάσετε το νάιλον 6.10, που, με βάση τις οδηγίες της Dr. Nylonskaya, θα πρέπει να κάνετε εις διπλούν, μεταβάλλοντας ελαφρώς τις συνθήκες.

Σε ένα γυάλινο ποτήρι ζέσεως των 50 mL προσθέστε 5 mL διαλύματος HMDA και 5 mL αποσταγμένου νερού. Προσθέστε δύο σταγόνες κυανού του μεθυλίου

(methylene blue). Χρησιμοποιώντας τον γυάλινο ογκομετρικό κύλινδρο, μετρήστε 20 mL του οργανικού διαλύματος δεκανοδιυλοδιχλωριδίου (**ΘΥΜΗΘΕΙΤΕ ΤΟΥΣ ΚΑΝΟΝΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**) και προσθέστε το αργά και προσεκτικά στο ποτήρι ζέσεως με τη βοήθεια της γυάλινης ράβδου, επιτρέποντας στο υγρό να κυλήσει στα τοιχώματα της ράβδου. **ΜΗΝ ΚΟΥΝΑΤΕ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ.**

Ένα λευκό φιλμ (νάιλον) θα σχηματιστεί στην επιφάνεια επαφής των δύο υγρών. Χρησιμοποιώντας το σύρμα, πιάστε το πολυμερές με τη θηλιά του σύρματος και τραβήξτε το προς τα πάνω και έξω από το οργανικό διάλυμα. Τυλίξτε το νήμα που εξάγεται στη γυάλινη ράβδο και περιστρέψτε έτσι ώστε το νήμα να τυλίγεται γύρω από τη ράβδο. Είναι σημαντικό να περιστρέφετε τη ράβδο με σταθερή ταχύτητα έτσι ώστε το πάχος του νήματος να είναι περίπου σταθερό. Εάν το νήμα κοπεί, κρεμάστε το πολυμερές από τη θηλιά του σύρματος ξανά και τυλίξτε γύρω από τη γυάλινη ράβδο. Συνεχίστε αυτή τη διαδικασία μέχρις ότου καταστεί πολύ δύσκολο να τραβηχτεί κι άλλο νάιλον ή μέχρι να καταναλωθεί όλο το διάλυμα βάσης.

Όταν τελειώσετε αφαιρέστε τη νάιλον μπάλα από τη ράβδο, σπρώχνοντας την με τα δάχτυλά σας (**ΜΗΝ ΞΕΧΑΣΕΤΕ ΝΑ ΦΟΡΕΣΕΤΕ ΤΑΓΑΝΤΙΑ ΣΑΣ**) μέσα στη φιάλη που περιέχει το υδατικό διάλυμα ακετόνης, αναδεύοντάς τη με τη ράβδο για να ξεπλυθεί.

Επαναλάβετε τη διαδικασία χρησιμοποιώντας 5 mL διαλύματος αμίνης και 5 mL διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου (αντί αποσταγμένου νερού) πριν προσθέσετε το κυανό του μεθυλίου. Αφού προσθέσετε το οργανικό διάλυμα (με την ίδια προσοχή) εργαστείτε όπως προηγουμένως, ώστε να παρασκευάσετε νέα μπάλα νάιλον. Τοποθετήστε τη μπάλα του νάιλον μέσα στη φιάλη που περιέχει το υδατικό διάλυμα ακετόνης και αναδέψτε τη με τη ράβδο για λίγη ώρα.

Τώρα απαντήστε τις ακόλουθες ερωτήσεις στο τετράδιο απαντήσεων.

Πόσο νάιλον παρασκευάσατε τώρα? Περισσότερο, λιγότερο ή το ίδιο? (B.3).

Γιατί? (B.4).

- Το υδροξείδιο του νατρίου δρα ως καταλύτης.
- Η διαχωριστική επιφάνεια είναι μεγαλύτερη.
- Το υδροξείδιο του νατρίου αντιδρά με το υδροχλωρικό οξύ που σχηματίστηκε, σε συμφωνία με την αρχή Chatelier.
- Το υδροξείδιο του νατρίου εξουδετέρωσε όλο το υδροχλωρικό οξύ που σχηματίστηκε.
- Το υδροξείδιο του νατρίου δεν έχει καμία επίδραση στην αντίδραση μια και παράγεται ίση ποσότητα νάιλον.

(B.5) Ισοσταθμίστε τη χημική εξίσωση (αντίδραση B1).

(B.6) Γνωρίζοντας την ποσότητα του HMDA που αντέδρασε και το γεγονός ότι είναι το περιοριστικό αντιδραστήριο (limiting reagent), ποια είναι η θεωρητικά μέγιστη ποσότητα νάιλον που μπορεί να παραχθεί;

(H=1, C=12, N=14, O=16, Cl=35.5)

(B.7) Θεωρώντας ότι η μέση μοριακή μάζα του νάιλον 6.10 είναι $150000 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, υπολογίστε το μέσο βαθμό πολυμερισμού αυτού του πολυμερούς (το n στην εξίσωση).

Απαντήστε τις ερωτήσεις B.8 και B.9 στο τετράδιο απαντήσεων.

R-Phrases – Hints to special risks

The separation of two R-Phrases by a hyphen (- , e.g., R12-20) means that the R-Phrases R12 **and** R20 have to be considered (and not R12 to R20). If R-Phrases are separated by a slash (/ , e.g., R26/27/28) then all three R-Phrases are indicated: R26 **and** R27 **and** R28 (combination of R-Phrases).

R11: Highly flammable

R21/22: Harmful in contact with the skin and if swallowed

R34: Causes burns

R37: Irritating to respiratory system

S-Phrases – Safety Recommendations

The separation of two S-Phrases by a hyphen (- , e.g., S10-23) means that the S-Phrases S10 **and** S23 have to be considered (and not S10 to S23). If S-Phrases are separated by a slash (/ , e.g., S36/37/38) then all three S-Phrases are indicated: S36 **and** S37 **and** 38 (combination of S-Phrases).

S9: Keep container in a well ventilated place

S16: Keep away from sources of ignition - No Smoking!

S22: Do not breathe dust

S33: Take precautionary measures against static discharges

S36/37/39: Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face protection

S45: In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show the label where possible).

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ C

Η Lady Silky ήθελε να μάθει για τις μηχανικές ιδιότητες του μεταξιού και του νάιλον, έχοντας την εντύπωση ότι οι φυσικές ίνες έπρεπε να είναι πιο ανθεκτικές. Γνώριζε από άρθρα που διάβασε ότι αυτό ίσχυε τουλάχιστον για τον ιστό της αράχνης. Απ' ότι θυμόταν, ένα από τα άρθρα έλεγε ότι ο ιστός της αράχνης μπορεί να είναι μέχρι πέντε φορές πιο ανθεκτικός από σύρμα ατσαλιού ίσου πάχους. Κάποιοι ισχυριζόντουσαν ότι ιστός αράχνης παχύ όσο ένα μολύβι θα ήταν δυνατόν να σταματήσει ένα Boeing 747 που πετά! Ο ιστός της αράχνης μπορεί να τεντωθεί περισσότερο από 30 φορές από το φυσικό του μήκος χωρίς να σπάσει. Πράγματι μιλούμε για το πιο ισχυρό υλικό που γνωρίζουμε. Γιατί δεν πάμε να το ελέγξουμε με το νάιλον και το μετάξι;

Μέτρο ελαστικότητας του Young για το μετάξι και το νάιλον

Όταν ασκείται ελκτική δύναμη, F , σε νήμα αρχικού μήκους L_0 , τότε αυτό επιμηκύνεται κατά ΔL . Η επιμήκυνση ΔL (αύξηση του μήκους) είναι ανάλογη με το μήκος του νήματος L , ανάλογη με την τείνουσα δύναμη F (δύναμη που τεντώνει το νήμα) και αντιστρόφως ανάλογη προς το εμβαδόν διατομής του νήματος, S . Έτσι μπορούμε να γράψουμε:

$$\Delta L \propto L_0 \frac{F}{S} \longrightarrow \frac{F}{S} = E \frac{\Delta L}{L_0}$$

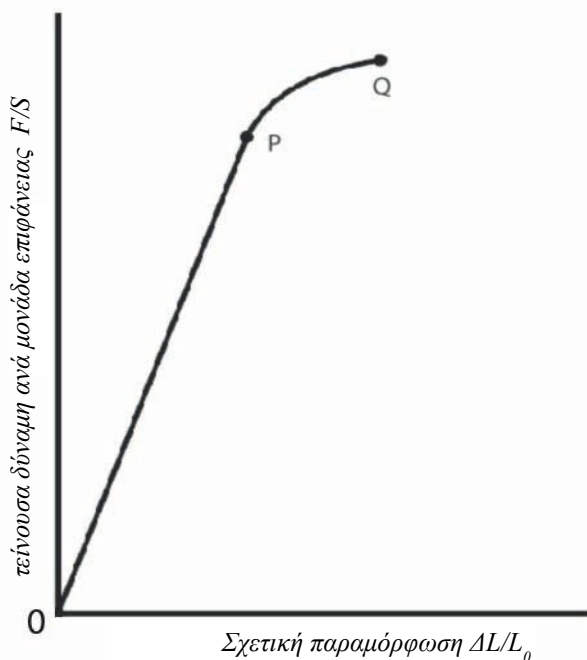
Η εξίσωση αυτή είναι γνωστή ως νόμος του Hooke. Η σταθερά αναλογίας, E , που εμφανίζεται στην εξίσωση ονομάζεται μέτρο ελαστικότητας του Young και σχετίζεται με την ελαστικότητα του υλικού.

Για ελαστικά υλικά, η γραφική παράσταση της τείνουσας δύναμης ανά μονάδα επιφάνειας (F/S) με τη σχετική επιμήκυνση ($\Delta L/L_0$), φαίνεται στην πιο κάτω εικόνα. Σε πειραματικές συνθήκες όταν ισχύει ο νόμος του Hooke (τμήμα 0-P στο γράφημα), το υλικό ανακτά το αρχικό του μήκος, όταν η δύναμη παύει να ασκείται. Θα εργαστείτε πάντοτε σ' αυτή την περιοχή.

Για να δοθεί μια απάντηση στη Lady Silky, θα μετρήσουμε το μέτρο ελαστικότητας του Young για νήμα από μετάξι και για νήμα από νάιλον. Η Dr. Nygonskaya μας υποδεικνύει ότι η ακτίνα των δύο νημάτων μπορεί να βρεθεί αν μετρήσουμε πρώτα τον όγκο ενός κομματιού απ' το κάθε νήμα, θεωρώντας τα κυλινδρικά.

$$V = S \cdot L = \pi r^2 \cdot L$$

όπου S το εμβαδόν διατομής του κάθε νήματος και L το μήκος του νήματος. Έτσι όταν γνωρίζουμε τον όγκο και το μήκος του νήματος μπορούμε να υπολογίσουμε την ακτίνα r .



Για να υπολογίσουμε τον όγκο ενός κομματιού νήματος και, ταυτόχρονα, την πυκνότητά του, θα χρησιμοποιήσουμε ένα πυκνόμετρο.

Γι' αυτό θα χρειαστείτε:

- ένα πυκνόμετρο
- ένα ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας ($\pm 0,001 \text{ g}$)
- μια γυάλινη πιπέτα Παστέρ (Pasteur)
- ένα ξύλινο καλαμάκι
- ένα νήμα από νάιλον (μήκους $1,5\text{m}$)
- ένα νήμα από μετάξι (μήκους $1,5\text{m}$)

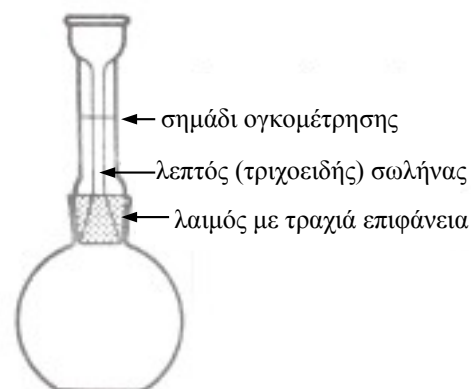
Το **πυκνόμετρο**, είναι μια γυάλινη φιάλη, που κλείνει με πώμα από τραχιά επιφάνεια που εφαρμόζει ερμητικά (πολύ καλά). Η προέκταση του πώματος είναι ένας πολύ λεπτός (τριχοειδής) σωλήνας ώστε ο ζητούμενος όγκος να μετρηθεί με ακρίβεια. Αυτό μας επιτρέπει να μετρήσουμε με ακρίβεια την πυκνότητα υγρών σε σχέση με ένα «υγρό αναφοράς» όπως είναι το νερό. Η πυκνότητα ενός στερεού σώματος μπορεί επίσης να υπολογιστεί, αρκεί να είναι αδιάλυτο στο νερό και πυκνότερο από αυτό.

Για να προσδιορίσετε την πυκνότητα του μεταξιού και του νάιλον, καθώς επίσης τους αντίστοιχους όγκους και τα μήκη των νημάτων, να ενεργήσετε ως εξής:

- Να φτιάξετε μια μπάλα με το νάιλον νήμα, χρησιμοποιώντας το ξύλινο καλαμάκι και να σιγουρευτείτε ότι η μπάλα είναι, όσο το δυνατόν, συμπαγής και αρκετά μικρή ώστε να περνά μέσα από το άνοιγμα του πυκνομέτρου.

- Να μετρήσετε με το ζυγό τη μάζα της μπάλας: $M_{\text{ΝΑΪΛΟΝ}}$.

- Να ελέγξετε ότι το πυκνόμετρο είναι καθαρό. Να το γεμίσετε εντελώς με απεσταγμένο νερό. Να τοποθετήσετε το γυάλινο πώμα με την τραχιά επιφάνεια στο



λαιμό της φιάλης. Τότε η στάθμη του νερού θα ανέβει πάνω από το σημάδι του λεπτού (τριχοειδή) σωλήνα (βλέπε εικόνα). Σιγουρευτείτε ότι δεν υπάρχουν παγιδευμένες φυσαλίδες αέρα στον τριχοειδή σωλήνα (μερικά ελαφριά χτυπήματα στα πλάγια θα βοηθούσαν να φύγουν). Χρησιμοποιώντας την πιπέττα Παστέρ (Pasteur) (ή ένα κομμάτι διηθητικό χαρτί τυλιγμένο σε ρολό) να αφαιρέσετε το πλεονάζον νερό, πάνω από το σημάδι ογκομέτρησης.

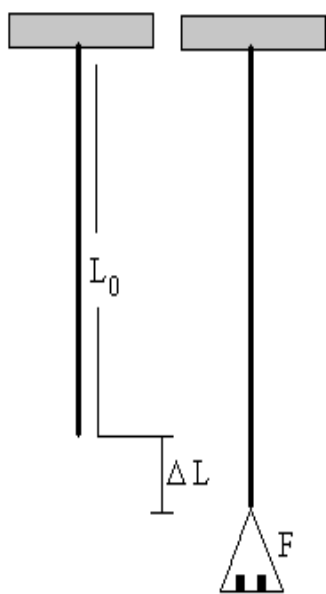
- Να τοποθετήσετε το πυκνόμετρο (γεμάτο νερό, όπως περιγράφηκε πριν) μαζί με τη νάιλον μπάλα στη ζυγαριά. Να μετρήσετε τη μάζα και των δύο μαζί:

$$M_{p+w} + M_{\text{ΝΑΪΛΟΝ}} \quad (\text{όπου } p: \text{ πυκνόμετρο και } w: \text{ νερό})$$

- Να απομακρύνετε το πυκνόμετρο και την νάιλον μπάλα από τη ζυγαριά. Να ανοίξετε το πυκνόμετρο και να βάλετε μέσα την νάιλον μπάλα (αν είναι απαραίτητο χρησιμοποιήστε την πιπέττα Παστέρ για να βυθίσετε την νάιλον μπάλα και να απελευθερώσετε τις φυσαλίδες αέρα. Βεβαιωθείτε ότι δεν υπάρχουν παγιδευμένες φυσαλίδες). Να συμπληρώσετε τη φιάλη με νερό. Να τοποθετήσετε το πώμα με την τραχιά επιφάνεια στο λαιμό της φιάλης και να αφαιρέσετε το επιπλέον νερό που βρίσκεται πάνω από το σημάδι ογκομέτρησης. Να στεγνώσετε με προσοχή την εξωτερική πλευρά του πυκνομέτρου με χαρτομάντιλο.
- Τέλος, να τοποθετήσετε το πυκνόμετρο (που περιέχει τη νάιλον μπάλα) στη ζυγαριά και να μετρήσετε τη νέα μάζα:

$$M_{p+w+\text{ΝΑΪΛΟΝ}} \quad (\text{όπου } p: \text{ πυκνόμετρο και } w: \text{ νερό})$$

- Να γράψετε όλες σας τις μετρήσεις στο Τετράδιο Απαντήσεων (C.1)
- Να υπολογίσετε τη μάζα του νερού που εκτόπισε η νάιλον μπάλα, (M_{wd}) αφαιρώντας την τελευταία σας μέτρηση στο ζυγό από την προηγούμενη.



- Υποθέτοντας ότι η πυκνότητα του νερού (ρ_w) στη θερμοκρασία του εργαστηρίου είναι $1,00 \text{ g cm}^{-3}$ τότε η μάζα του νερού που εκτοπίστηκε είναι αριθμητικά ίση με τον όγκο του εκτοπιζόμενου νερού άρα και με τον όγκο της νάιλον μπάλας. Τώρα να υπολογίσετε την πυκνότητα του νάιλον ($\rho_{\text{ΝΑΪΛΟΝ}}$), τον όγκο ($V_{\text{ΝΑΪΛΟΝ}}$), το εμβαδόν διατομής ($S_{\text{ΝΑΪΛΟΝ}}$) και την ακτίνα ($r_{\text{ΝΑΪΛΟΝ}}$) του νήματος.

Υποθέτουμε ότι το εμβαδόν διατομής παραμένει σταθερό κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Μην ξεχάσετε να γράψετε όλα τα αποτελέσματα στο Τετράδιο Απαντήσεων (C.1)

Να επαναλάβετε την παραπάνω διαδικασία με το μεταξωτό νήμα και να γράψετε όλες σας τις μετρήσεις στο Τετράδιο Απαντήσεων (C.1)

Ας επιστρέψουμε τώρα στο μέτρο ελαστικότητας. Εν τω μεταξύ ο κ. Cottonfield κρέμασε δύο νήματα (ένα από μετάξι και ένα από νάιλον) κοντά στο παράθυρο (δες εικόνα). **ΜΗΝ ΑΓΓΙΖΕΤΕ ΤΑ ΝΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΗΝ ΞΕΚΡΕΜΑΣΕΤΕ ΤΟ ΚΡΕΜΑΣΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΜΕΤΑΞΩΤΟ ΝΗΜΑ.** Τα κρεμασμένα βάρη επιτρέπουν στα νήματα να συμπεριφέρονται σχεδόν γραμμικά στις ασκούμενες δυνάμεις.

Στο τραπέζι, θα βρείτε:

- 6 βαράκια (σταθμά) των 20 g
- 6 βαράκια (σταθμά) των 50 g
- 1 μεγεθυντικό φακό
- 1 μετροταινία.

Το πρώτο πράγμα που πρέπει να γνωρίζουμε είναι το μήκος του νήματος, σε αυτή τη θέση. Για να το πετύχετε χρησιμοποιήστε την μετροταινία (θεωρώντας δεδομένο ότι τα νήματα πρέπει να παραμένουν κρεμασμένα στη θέση τους). Να γράψετε τα μήκη που μετρήσατε στο Τετράδιο Απαντήσεων (C.2).

Αρχίζοντας με το νάιλον νήμα και χρησιμοποιώντας το μεγεθυντικό φακό, για μεγαλύτερη ακρίβεια στις μετρήσεις σας, να καταγράψετε στο Τετράδιο Απαντήσεων (C.3) την «αρχική θέση» του δείκτη μέτρησης (χαρτονιού) σε σχέση με τον αλουμινένιο χάρακα που πρέπει να είναι τοποθετημένος στο πάτωμα δίπλα από τα νήματα. **ΜΗ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΤΕ ΤΟΝ ΑΛΟΥΜΙΝΕΝΙΟ ΧΑΡΑΚΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.** Να τοποθετήσετε ένα από τα σταθμά των 20g στη βάση, να περιμένετε τρία λεπτά και μετά να μετρήσετε και να καταγράψετε τη νέα θέση του δείκτη μέτρησης (χαρτόνι). Να επαναλάβετε τη διαδικασία αυτή ακόμα τέσσερις φορές, τουλάχιστον, προσθέτοντας κάθε φορά σταθμά των 20g. Για κάθε μέτρηση να περιμένετε 3 λεπτά μέχρι να τεντώσει το νήμα και μετά να καταγράψετε τη μέτρηση σας. Να σχεδιάσετε πίνακα τιμών στο C.3 όπου να περιλαμβάνει τα ακόλουθα δεδομένα:

- χρησιμοποιούμενη μάζα σταθμών κάθε μέτρησης,
- θέση του δείκτη μέτρησης (χαρτόνι),
- επιμήκυνση που αντιστοιχεί στην τείνουσα δύναμη (συνολικό βάρος σταθμών που κρεμάτε κάθε φορά),
- την τείνουσα δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας των νημάτων (F/S). Να θεωρήσετε ότι το $g = 9,8 \text{ ms}^{-2}$
- τη σχετική επιμήκυνση ($\Delta L/L_0$) των νημάτων.

Σε τετραγωνισμένο χαρτί (χαρτί μιλιμετρέ) να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση F/S σε συνάρτηση με το $\Delta L/L_0$. Να σχεδιάσετε την καλύτερη δυνατή

ευθεία που περνά από τα σημεία που τοποθετήσατε (C.4). **ΝΑ ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΒΕΤΕ ΤΗ ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟ ΤΕΤΡΑΔΙΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ**

Πως μπορείτε να προσδιορίσετε το μέτρο ελαστικότητας του Young από το διάγραμμα; (C.5)

Να υπολογίσετε από το διάγραμμα το μέτρο ελαστικότητας του Young (στο S.I.) για το Νάιλον με ακρίβεια ενός σημαντικού ψηφίου (C.6).

Επαναλάβετε την ίδια πειραματική διαδικασία για το μεταξωτό νήμα χρησιμοποιώντας τα σταθμά των 50g αντί τα σταθμά των 20g. Να καταγράψετε τις μετρήσεις σας στο Τετράδιο απαντήσεων (C.7 - C.9).

Τώρα έχετε συγκεντρώσει αρκετές πληροφορίες για να απαντήσετε στην ερώτηση C.10 του Τετραδίου Απαντήσεων.

ΤΕΛΟΣ

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!