



**Δραστηριότητα 1:** Τι είναι η νανοτεχνολογία; Το φαινόμενο του λωτού και η τεχνική εφαρμογή σε νανοστοιβάδες.

Όνομα: \_\_\_\_\_

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

Τις τελευταίες δεκαετίες, μια νέα διεπιστημονική επιστήμη αναπτύχθηκε από τους τομείς της φυσικής, της χημείας, της βιολογίας, της ιατρικής και της επιστήμης των υλικών: η νανοτεχνολογία. Στόχος της είναι να κάνει τις διαδικασίες και τα συστατικά νανο-κλίμακας χρησιμοποιήσιμα σε επιστημονικές και βιομηχανικές εφαρμογές με τεχνικά μέσα.

Το πρόθεμα “νανο” προέρχεται από την ελληνική λέξη «νάνος» που σημαίνει μικροσκοπικός. Το «νανο» αναφέρεται στο δισεκατομμυριοστό μέρος κάποιου πράγματος, οπότε  $10^{-9} = 0,000000001$ . Ένα νανόμετρο ισούται με το ένα δισεκατομμυριοστό του μέτρου, το ένα εκατοστό του χιλιοστού ή το ένα χιλιοστό του μικρομέτρου.

Ο στόχος είναι να «σχεδιάσουμε» τις μικρότερες δομές του νανομέτρου από κάτω προς τα πάνω και στη συνέχεια να κατασκευάσουμε μεγαλύτερες (προσέγγιση από κάτω). Αυτή είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται δισεκατομμύρια χρόνια στον φυσικό κόσμο με επιτυχία. Έτσι δημιουργήθηκαν τα αμινοξέα κατά τη διάρκεια της εξελικτικής διαδικασίας. Αυτά στη συνέχεια σχηματίζουν πρωτεΐνες, μικροοργανισμούς και μονοκύτταρους οργανισμούς, και μετά πολυκύτταρους και ανώτερους οργανισμούς.

Όσον αφορά το μέγεθος, τα νανოსωματίδια βρίσκονται κάπου μεταξύ απομονωμένων ατόμων και ενός στερεού. Για παράδειγμα, δεν μπορούν να διαδώσουν το ορατό φως επειδή είναι πολύ μικρά. Σήμερα, τα νανοςωματίδια παίζουν σημαντικό ρόλο στα συστήματα τοποθέτησης φαρμακευτικών ουσιών, στην παραγωγή χρωμάτων και καλλυντικών και στη βελτιστοποίηση καταλυτικών μετατροπών.

Μικροσκοπικά σωματίδια παράγονται πάντα στη φύση, π.χ. μέσω ηφαιστειακής δραστηριότητας, στους ωκεανούς (διάβρωση), με αμμοθύελλες, με επικονίαση και πυρκαγιές σε δάση. Τα σωματίδια που παράγονται από φυσικές πηγές μπορούν να είναι μικρότερα από 1.000 nm. Τα σωματίδια που βρίσκονται στη θάλασσα μπορούν να φτάσουν τα 10.000 nm σε μέγεθος.

### **Άρα, υπήρχε πάντα νανοτεχνολογία στον πλανήτη μας;**

Όχι, διότι η νανοτεχνολογία λειτουργεί σε ακόμη μικρότερους τομείς. Με τη νανοτεχνολογία, μπορείτε να πραγματοποιήσετε συγκεκριμένες λειτουργίες μειώνοντας τις χαρακτηριστικές δομικές διαστάσεις κάτω από τα 100 nm. Ο όρος νανοτεχνολογία περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών. Όλοι οι τομείς της νανο

έρευνας βασίζονται στις ίδιες διαστάσεις, από μεμονωμένα άτομα μέχρι δομές μεγέθους δομής 100 νανόμετρων (nm). Ο προσδιορισμός της νανο περιοχής σε ένα εύρος 1-100 nm είναι λογικός, αφού ένα πλήθος εντελώς νέων λειτουργιών που προκαλούνται από το μέγεθος μπορούν να βρεθούν σε αυτό το εύρος μήκους. Τα μεμονωμένα άτομα ή μόρια είναι κάτω από το κατώτερο όριο αυτού του εύρους και η μικροτεχνολογία είναι πάνω από το ανώτερο όριο.

### Ιστορία της νανοτεχνολογίας...

Ο πρώτος πραγματικός οραματιστής της νανοτεχνολογίας ήταν ο Αμερικανός φυσικός και νικητής του βραβείου Νόμπελ Ρίτσαρντ Φέινμαν. Οι παρατηρήσεις του Φέινμαν ήταν οραματιστικές, καθώς θεωρήθηκε ότι η τεχνική πραγματοποίηση των «Μηχανών Φέινμαν» (μικροσκοπικά μηχανήματα και νανορομπότ) θα ήταν δυνατή μόνο στο μέλλον, ή μπορεί να μην είναι καθόλου δυνατή. Ωστόσο, ο ίδιος ο Φέινμαν δεν χρησιμοποίησε τον όρο «νανοτεχνολογία», ο οποίος εισήχθη πρώτη φορά το 1974 από τον Ιάπωνα καθηγητή Νόριο Τανιγκούτσι. Επινόησε τον όρο για να περιγράψει τεχνολογίες που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της τραχύτητας των υλικών επιφανειών υπομετρικού επιπέδου.

Ένα άλλο ορόσημο ήρθε το 1981 με την ανάπτυξη του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης σήραγγας, καθώς για πρώτη φορά οι επιστήμονες μπόρεσαν να χρησιμοποιήσουν αυτό το όργανο για να δουν αντικείμενα και υλικά σε υποατομικό επίπεδο και όχι μόνο ως συλλογή ατόμων.

Το 1986, ο Γκερντ Μπίνινγκ και ο Χάινριχ Ρόνερ από το ερευνητικό εργαστήριο της IBM πήραν το βραβείο Νόμπελ στη Φυσική για την ανάπτυξη αυτής της συσκευής. Αυτή η εξέλιξη ήταν απίστευτα σημαντική καθώς έγινε το σημείο εκκίνησης για μια ολόκληρη σειρά εργαλείων που επέτρεψαν στους επιστήμονες να αναλύσουν υλικά σε μοριακό και ατομικό επίπεδο και να τα χειριστούν.

Σήμερα, το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης σήραγγας είναι ένα τυπικό όργανο που οι τομείς της νανοτεχνολογικής έρευνας, ανάπτυξης και παραγωγής δεν μπορούσαν να λειτουργήσουν χωρίς αυτό.

### Από το φαινόμενο του λωτού έως την τεχνική εφαρμογή στρωμάτων σε νανοκλίμακα

Ο άνθρωπος πάντα επινοούσε νέες τεχνολογίες που βασίζονταν σε δομές που αναπτύχθηκαν από τη φύση κατά τη διάρκεια της εξέλιξης. Λόγω του φαινομένου αυτοκαθαρισμού στην επιφάνεια των φύλλων που συμβάλλει στην ομορφιά του, ο λωτός έχει γίνει ιδιαίτερα γνωστός στον τομέα της βιονικής/νανοβιοτεχνολογίας. Αυτό το φαινόμενο, το λεγόμενο φαινόμενο του λωτού, δεν είναι σε καμία περίπτωση συνακόλουθο φαινόμενο – έχει δημιουργηθεί κατά τη διάρκεια της εξέλιξης ως μέσο επιβίωσης του φυτού.

Τα φυτά εκ φύσεως εκτίθενται σε διάφορους τύπους μόλυνσης. Οι περισσότεροι είναι ανόργανης φύσης (διάφοροι τύποι σκόνης, κάπνα), αλλά μερικοί είναι βιολογικής προέλευσης (π.χ. σπόρια μυκήτων, μελιτώματα, άλγη). Οι ανόργανες ουσίες παράγουν άμεσα πολλές ανεπιθύμητες ενέργειες στον ζωντανό ιστό του φυτού, όπως υπερθέρμανση κάτω από τις ακτίνες του ήλιου, υψηλότερη οξύτητα ή την πιθανότητα να φράζουν τα στόματα (μικροί πόροι), που επιτρέπουν στο φυτό να ανταλλάσσει αέριο. Τα οργανικά σωματίδια, όπως τα σπόρια μυκήτων, τα βακτήρια και η άλγη, έχουν επίσης σημαντικό αντίκτυπο στα φυτά. Μπορεί να προκαλέσουν ασθένειες των φυτών ή βλάβη στην επιφάνεια των φύλλων.

Το φαινόμενο του λωτού προρέχει στο φυτό έναν κομψό τρόπο εξάλειψης αυτών των προβλημάτων. Αποτρέπει την καθίζηση τέτοιων ουσιών στην επιφάνεια. Η βροχή

ξεπλένει τα σπώρια και, εάν δεν βρέξει για μεγάλο χρονικό διάστημα, οι ανεπιθύμητοι επισκέπτες δεν έχουν αρκετό νερό για να αναπαραχθούν.

Οι ερευνητές προσπαθούν τώρα να αντιγράψουν και να αναπαραγάγουν τις ιδιότητες των φυσικών επιφανειών αναπτύσσοντας μια παρόμοια φυσικοχημική δομή προκειμένου να ενισχύσουν το επιθυμητό αποτέλεσμα, να την τροποποιήσουν και να την αναπτύξουν περαιτέρω. Αυτό το ερευνητικό έργο παρήγαγε υλικά επικάλυψης με λειτουργικές ιδιότητες.

Στα ακόλουθα πειράματα ασχολούμαστε με υδρόφοβες και υδρόφιλες στιβάδες.

**Πείραμα 1:** Πειράματα για την επίτευξη του «φυσικού καθαρισμού» του λωτού;

### Περιγραφή του πειράματος

Ο στόχος αυτού του πειράματος είναι να προσδιορίσει εάν ορισμένα υλικά έχουν υδρόφοβη επιφάνεια. Για να το κάνετε αυτό, πρέπει να συλλέξετε διάφορα είδη χαρτιού (π.χ. χαρτί υψηλής στιλπνότητας από τον εκτυπωτή, χαρτί γραφομηχανής, χαρτί φίλτρου καφέ) και μέρη φυτών, όπως φύλλα χόρτου, νεροκάρδαμου, γογγυλιού, καουτσούκ, σταφυλιού, φύλλα σαλάτας ή πικραλίδας. Αν μπορείτε να βρείτε ένα φύλλο λωτού, τόσο το καλύτερο. Αλλά δεν χρειάζεται πάντα να είναι ο λωτός!

### Υλικά

- πιπέτες
- διαφορετικοί τύποι χαρτιού
- φύλλα φυτών
- χάρακας κλίμακας χιλιοστών
- λεπτό χώμα (άργιλος κήπου), τέφρα (π.χ. από τσιγάρα) ή κάπνα
- νερό βρύσης

### Οδηγίες ασφάλειας

Καμία

### Διαδικασία

1. Συλλέξτε (εάν χρειάζεται με την τάξη σας) διαφορετικούς τύπους χαρτιού και φύλλων φυτών.
2. Στη συνέχεια, αφήστε τις σταγόνες νερού του ίδιου όγκου (χρησιμοποιήστε τις πιπέτες) να στάζουν πάνω στο χαρτί και σε φύλλα διαφορετικών δομών. Μπορείτε επίσης να το κάνετε σε άλλες επιφάνειες, όπως γυαλί, ξύλο ή πλαστικό.
3. Μετρήστε τη διάμετρο των σταγόνων ή κηλίδων νερού με τον χάρακα. Όσο πιο υδρόφοβη η επιφάνεια, τόσο μικρότερη είναι η διάμετρος της σταγόνας και, κατά συνέπεια, τόσο μεγαλύτερη είναι η καμπυλότητά της. Το διηθητικό χαρτί απορροφά εντελώς τη σταγόνα νερού, πράγμα που σημαίνει ότι δεν είναι υδρόφοβη (αλλά υδροφιλική) επιφάνεια. Η διάμετρος της σταγόνας στο χαρτί υψηλής στιλπνότητας είναι

πολύ μικρή, αλλά η καμπυλότητα είναι πολύ υψηλή. Βρείτε φύλλα φυτών που δείχνουν σαφώς ένα αποτέλεσμα της σταγόνας που κυλάει και στάζει.

4. Τώρα βάλτε σκόνη ή στάχτη στα φύλλα που δείχνουν ότι η σταγόνα κυλάει και στάζει. Στη συνέχεια, προσθέστε μερικές σταγόνες νερού με μια πιπέτα στην μολυσμένη επιφάνεια και γείρετε το φύλλο έτσι ώστε οι σταγόνες να μπορούν να κυλήσουν. Τα σωματίδια αργίλου απορροφώνται από τις σταγόνες νερού. Η σταγόνα αφήνει ένα καθαρό ίχνος στο λερωμένο φύλλο.

5. Τρίψτε τώρα το φύλλο με τον αντίχειρά σας (όχι δυνατά για να μη σκιστεί το φύλλο!). Αν, σε αυτό το στάδιο, ρίξετε ξανά νερό στο φύλλο με την πιπέτα, θα δείτε ότι έχει μειωθεί σαφώς ή ακόμη και έχει εξαλειφθεί τελείως το αποτέλεσμα της σταγόνας που κυλάει και στάζει.

## Πείραμα 2: Υδρόφοβες τεχνητές επιφάνειες

### Περιγραφή του πειράματος

Παράλληλα με το φυσικό φαινόμενο λωτού που συναντάται στο φυτικό και ζωικό βασίλειο, μπορεί κανείς να εφαρμόσει ένα είδος «φαινομένου λωτού» σε σχεδόν κάθε είδος τεχνητής επιφάνειας, δηλ. ένα υδατοαπωθητικό, υδρόφοβο αποτέλεσμα. Αυτό δεν πρέπει πάντα να βασίζεται σε μια μικροδομή, καθώς οι υδρόφοβες ιδιότητες μπορούν να προστεθούν σε επιφάνειες εφαρμόζοντας μια επικάλυψη που περιέχει φθοριωμένες ενώσεις, ένα αποτέλεσμα παρόμοιο με του Teflon. Πρέπει, ωστόσο, να επισημάνουμε ότι μια πραγματική επιφάνεια λωτού βασίζεται πάντα σε μικροδομές. Μόνο το ορατό φαινόμενο είναι το ίδιο. Το φθόριο είναι το πιο ηλεκτροαρνητικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα, έτσι οι επιφάνειες φθορίου χαρακτηρίζονται από χαμηλή ενέργεια. Αυτό με τη σειρά του σημαίνει ότι η επιφάνεια μπορεί να φέρει μόνο ένα μικρό βαθμό χημικής έλξης για την ύλη που βρίσκεται πάνω της, όπως τα σωματίδια νερού και βρωμιάς, πράγμα που σημαίνει ότι η επιφάνεια δεν θα βραχεί από τις σταγόνες νερού. Αυτό το φαινόμενο λειτουργεί επίσης σε επιφάνειες που εμφανίζουν ιδιότητες που βασίζονται σε άλλες μη πολικές μοριακές αλυσίδες, για παράδειγμα αυτές της κάπνας. Θα θέλαμε να το αποδείξουμε μέσω ενός απλού πειράματος.

### Οδηγίες ασφάλειας

Βεβαιωθείτε ότι λαμβάνονται τα απαιτούμενα μέτρα πυρασφάλειας κατά την εκτέλεση πειραμάτων με γυμνές φλόγες. Τοποθετείτε πάντα το φως τσαγιού σε πυρίμαχη βάση, όπως ένα πιατάκι. Σβήστε το κερί μόλις ολοκληρωθεί το πείραμα.

### Υλικά

- κερί
- φύλλο γυαλιού
- πιπέτα
- πλαστικές λαβίδες

Δεν παρέχονται πρόσθετα υλικά:

- αναπτήρας

## Διαδικασία

Τοποθετήστε το κερί σε ασφαλή βάση και βεβαιωθείτε ότι το κερί είναι σταθερό. Τώρα μπορείτε να ανάψετε το κερί. Σηκώστε το φύλλο γυαλιού χρησιμοποιώντας μια πένσα ή τις πλαστικές λαβίδες και οδηγήστε αργά τη μία πλευρά πάνω από τη φλόγα. Στη συνέχεια, μετακινήστε αργά το φύλλο γυαλιού εμπρός και πίσω μέχρι να σχηματιστεί ένα ομοιόμορφο στρώμα κάπνας στο πλάι από την επαφή με τη φλόγα. Τώρα τοποθετήστε το φύλλο γυαλιού σε πυρίμαχη βάση για να κρυώσει. Μόλις κρυώσει, απλώστε προσεκτικά ένα μικρό σταγονίδιο νερού στην επιφάνεια που καλύπτεται από την κάπνα.

## Παρατηρήσεις

Οι σταγόνες νερού δεν προσκολλώνται στο γυαλί, αλλά γλιστρούν και πέφτουν από την επιφάνεια. Τα σωματίδια της κάπνας που έχουν σχηματιστεί στην επιφάνεια σχηματίζουν ένα συνεκτικό υδρόφοβο στρώμα που προκαλεί την απομάκρυνση των σταγόνων νερού. Οι σταγόνες νερού έχουν ίχνη κάπνας επειδή ξεπλένουν τον άνθρακα που δεν είναι σταθερά ενσωματωμένος στο στρώμα κάπνας. Εάν αναποδογυρίσετε το φύλλο γυαλιού και επαναλάβετε το πείραμα στην πλευρά χωρίς κάπνα, θα δείτε το αντίθετο αποτέλεσμα. Η σταγόνα νερού σχηματίζει έναν τάπητα.