



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

**Ομάδα επιστημονικού και ερευνητικού έργου:
κοινότητα μάθησης Florinano**

Όνοματεπώνυμο: Σοφία Τσιλφίδου

*Το εκπαιδευτικό υλικό αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής
εργασίας*

**Τίτλος: «Υπέρ-υδροφοβικότητα στην κλίμακα του νάνο:
εφαρμογή και αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού στη
Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση»**

Έτος: 2020

Σχεδιασμός δραστηριοτήτων

Η διδακτική παρέμβαση που σχεδιάστηκε αφορά τη μελέτη του φαινομένου της υπέρ-υδροφοβικότητας μέσα από την υλοποίηση 11 δραστηριοτήτων διερευνητικής κατεύθυνσης, οι οποίες περιλαμβάνουν πειραματισμό με απλά υλικά, χρήση λογισμικών, επεξεργασία φωτογραφιών, σχεδιασμό αναπαραστάσεων της δομής της επιφάνειας των υπέρ-υδρόφοβων επιφανειών.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι 3 θεματικές ενότητες (μία ανά δίωρο) στις οποίες εντάσσονται 11 δραστηριότητες.

Θεματική Ενότητα 1: Διερευνώντας τα υπέρ-υδρόφοβα υλικά (1ο δίωρο) - Δραστηριότητες 1, 2, 3:

Οι στόχοι της 1ης ενότητας είναι:

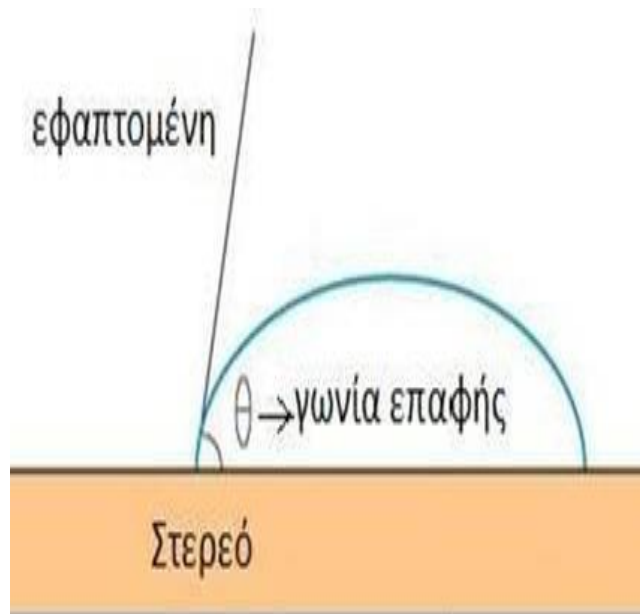
- Οι μαθητές να κατανοήσουν ότι: Η επιστήμη και η τεχνολογία της νανοκλίμακας (N-ET) είναι μια απεικόνιση της δυναμικής φύσης της επιστημονικής προόδου και της ανάπτυξης της τεχνολογίας.
- Οι μαθητές να είναι ικανοί να μετρούν τη γωνία επαφής (κλασικό μοιρογνωμόνιο – λογισμικό) και να τη συνδέουν με την υπέρυδροφοβικότητα των διάφορων υλικών και φύλλων.
- Οι μαθητές να κατανοήσουν ότι: Διάφοροι τύποι μοντέλων (φυσικοί, υπολογιστικοί, μαθηματικοί) χρησιμοποιούνται για να μας βοηθήσουν να κατανοήσουμε καλύτερα, να κάνουμε προβλέψεις και να δημιουργήσουμε ερωτήματα σχετικά με τη δομή και τη συμπεριφορά της ύλης στη μακρο-, μικρο- και νανοκλίμακα.

Αρχικά οι μαθητές καλούνται να συζητήσουν το ερώτημα: «Ο Κώστας συζητά με την Ελένη για το πώς θα παίξουν μπουγέλο την τελευταία μέρα στο σχολείο. Η Ελένη πρότεινε να σκεφτούν έναν τρόπο ώστε να βραχούν το λιγότερο δυνατό. Πώς θα μπορούσαν να επιτύχουν αυτό το σκοπό; Γράψτε τις προτάσεις σας!». Κάθε ομάδα συζητά και καταγράφει τις προτάσεις της και στην συνέχεια τις παρουσιάζει κάθε ομάδα στην τάξη. Οι απαντήσεις των μαθητών καταγράφονται στον πίνακα της τάξης και ακολουθεί συζήτηση σχετικά με τις προτάσεις της κάθε ομάδας. Στη συνέχεια στη δραστηριότητα 1 (εικόνα 1), οι μαθητές πειραματίζονται με διάφορα υλικά (φύλλα ακακίας και μαρουλιού, ξύλα και υφάσματα), καταγράφουν ποια από αυτά βρέχονται και περιγράφουν το σχήμα που παίρνει η σταγόνα σε κάθε υλικό. Επιπλέον, καλούνται να εκφράσουν την άποψή τους στο ερώτημα: «γιατί νομίζετε ότι στα υλικά που δεν βρέχονται, η σταγόνα έχει το ίδιο σχήμα; Μπορείτε να σχεδιάσετε την απάντησή σας». Η δραστηριότητα τελειώνει αφού συζητήσουν στην τάξη οι ομάδες για τις απαντήσεις που έδωσαν και προβληματιστούν για το σχήμα που παίρνει η σταγόνα του νερού στα διάφορα υλικά και πώς αυτό θα μπορούσε να φανεί χρήσιμο σε υλικά της καθημερινής τους ζωής. Μέσα από τη συζήτηση η εκπαιδευτικός αναφέρει ότι οι επιστήμονες

μελέτησαν και μιμήθηκαν τη συμπεριφορά του λωτού (ακακίας), ώστε να ικανοποιήσουν την ανάγκη των ανθρώπων για επιφάνειες που δεν βρέχονται, δεν λερώνονται και αυτοκαθαρίζονται. Στη δραστηριότητα 2, προσεγγίζεται η «γωνίας επαφής», η οποία είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της επιφάνειας του στερεού και της εφαιπτόμενης της σταγόνας στο σημείο που έρχεται σε επαφή με το στερεό (εικόνες 2, 3). Οι μαθητές παρατηρούν φωτογραφίες που απεικονίζουν σταγόνες πάνω σε υπέρ-υδρόφοβες επιφάνειες και μετρούν τη γωνία επαφής με δύο τρόπους, με το παραδοσιακό μοιρογνωμόνιο αλλά και με το λογισμικό «OnScreenProtactor» (<https://sourceforge.net/projects/osprotractor>). Στη συνέχεια, αναγνωρίζουν τα υπέρ-υδρόφοβα υλικά για τα οποία βρήκαν τη γωνία επαφής $\theta \geq 150^\circ$ και διαπιστώνουν ότι πέρα από την παρατήρηση με γυμνό μάτι του σχήματος της σταγόνας, μπορούν να αναγνωρίσουν τι υλικό έχουν (υπέρ-υδρόφιλο, υδρόφιλο, υδρόφοβο, υπέρ-υδρόφοβο), μετρώντας τη γωνία επαφής. Στο τέλος της δραστηριότητας, οι μαθητές μετρούν τη γωνία επαφής στο φύλλο του λωτού και διαπιστώνουν ότι είναι υπέρ-υδροφοβικό, έπειτα δίνονται από την εκπαιδευτικό πληροφορίες και εικόνες για το διάσημο φυτό, τον ασιατικό λωτό, με τις σημαντικές ιδιότητες της μη διαβροχής και του αυτοκαθαρισμού. Ακολουθεί η δραστηριότητα 3, όπου ζητείται από τους μαθητές να αναπαραστήσουν με ένα σκίτσο την επιφάνεια ενός υπέρ-υδρόφοβου υλικού όπως είναι ο λωτός.



Εικόνα 1: Δραστηριότητα 1



Εικόνα 2: Γωνία επαφής



Εικόνα 3: Εικόνα δραστηριότητας 2

Θεματική Ενότητα 2: Το φαινόμενο του Λωτού (2^ο δίωρο) - Δραστηριότητες 4, 5, 6,7:

Οι στόχοι της 2^{ης} ενότητας είναι:

- Οι μαθητές να είναι ικανοί να επεξεργάζονται εικόνες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου, να χρησιμοποιούν λογισμικό και να μετρούν αποστάσεις μικροπροεσοχών χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες μονάδες μέτρησης.
- Οι μαθητές να κατανοήσουν ότι: Ορισμένες κλίμακες είναι πολύ μικρές για να τις παρατηρήσουν με γυμνό μάτι, όπως η μικροκλίμακα, η νανοκλίμακα, η ατομική και μοριακή κλίμακα.
- Οι μαθητές να κατανοήσουν ότι: Μερικές από τις χαρακτηριστικές ιδιότητες της ύλης αλλάζουν με το μέγεθος, ιδιαίτερα καθώς η κλίμακα μήκους του δείγματος μειώνεται και πλησιάζει την ατομική κλίμακα.

- Οι μαθητές να κατανοήσουν ότι: Εξειδικευμένα εργαλεία απαιτούνται για την ανίχνευση, μέτρηση και διερεύνηση της νανοκλίμακας, διότι οι δομές σε αυτή την κλίμακα είναι πολύ μικρές για να τις δούμε με οπτικά μικροσκόπια.
- Οι μαθητές να κατανοήσουν ότι: Παρόλο που ο κόσμος της νανοκλίμακας υπήρξε πάντα στη φύση, οι επιστήμονες και οι μηχανικοί δεν μπόρεσαν να τον μελετήσουν ή να κατασκευάσουν νέες δομές νανοκλίμακας μέχρις ότου οι τεχνολογικές εξελίξεις επέτρεπαν την ανάπτυξη πολύ εξειδικευμένων και ευαίσθητων εργαλείων.
- Οι μαθητές να κατανοήσουν ότι: Διάφοροι τύποι μοντέλων (φυσικοί, υπολογιστικοί, μαθηματικοί) χρησιμοποιούνται για να μας βοηθήσουν να κατανοήσουμε καλύτερα, να κάνουμε προβλέψεις και να δημιουργήσουμε ερωτήματα σχετικά με τη δομή και τη συμπεριφορά της ύλης στη μακρο-, μικρο- και νανοκλίμακα.

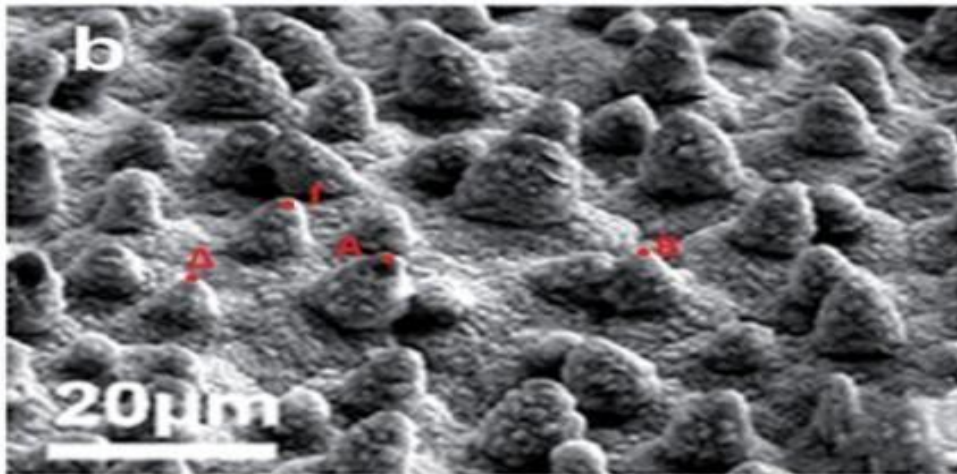
Ξεκινώντας τη δεύτερη ενότητα οι μαθητές καλούνται να συζητήσουν το ερώτημα: «γιατί οι σταγόνες του νερού είναι σφαιρικές στα υπερ-υδρόφοβα υλικά;», να μελετήσουν πηγές (φωτογραφίες, βίντεο κτλ.) σχετικές με την επιφάνεια των υλικών αυτών και να εξετάσουν το πώς είναι οι επιφάνειες των υπέρ-υδρόφοβων υλικών. Συγκεκριμένα στην αρχή οι μαθητές παρακολουθούν το βίντεο «zoominalotusleaf» (<https://www.youtube.com/watch?v=X9a6LjCprC8&t=6s>), όπου ξεκινώντας από τη μακροκλίμακα και την παρατήρηση του φύλλου του λωτού με γυμνό μάτι, εισέρχεται στην μικροκλίμακα και στην παρατήρηση του φύλλου με το οπτικό μικροσκόπιο, ενώ στο τέλος περνάει στην νανοκλίμακα και στην παρατήρηση του φύλλου με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Οι μαθητές παρακολουθούν το βίντεο μέχρι το σημείο που προβάλλονται οι μικροπροεξοχές στην επιφάνεια του φύλλου του λωτού με τη χρήση του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου. Επιπλέον, δίνονται πληροφορίες και εικόνες για το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και τη χρήση του από την εκπαιδευτικό.

Στη δραστηριότητα 4, που ακολουθεί, οι μαθητές επεξεργάζονται φωτογραφίες της επιφάνειας του φύλλου του λωτού από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Συγκεκριμένα μετράνε την απόσταση μεταξύ των κορυφών στις μικροπροεξοχές στην επιφάνεια του φύλλου του λωτού με το λογισμικό «onlineruler» (<https://www.rapidtables.com/web/tools/pixel-ruler.html>). Εδώ οι μαθητές μετράνε πόσα pixel χωράνε στις διάφορες αποστάσεις στην εικόνα και με τη μέθοδο των τριών τα μετατρέπουν σε μm. Επίσης χρειάζεται να σημειωθεί ότι οι εικόνες από το μικροσκόπιο που είχαν να επεξεργαστούν οι μαθητές ήταν με προοπτική (όχι από πάνω), έτσι έπρεπε να επιλεγούν οι κατάλληλες κορυφές και να πάρουν περισσότερες μετρήσεις ώστε να αποφευχθεί κάποιο λάθος στην μέτρηση.

Προχωρώντας στη δραστηριότητα 5, ζητείται από τους μαθητές να αλλάξουν το αρχικό τους σκίτσο (δραστηριότητα 3) σύμφωνα με τις νέες πληροφορίες που έχουν συγκεντρώσει.



Εικόνα 4 : Φύλλα ακακίας-μαρουλιού



Εικόνα 5: Μικροπροεξοχές στο φύλλο του λωτού

Στη δραστηριότητα 6, οι μαθητές συνεχίζουν την παρακολούθηση του βίντεο «zoominalotusleaf», όπου γίνεται μεγαλύτερο ζουμ πάνω στις μικροπροεξοχές του φύλλου και παρατηρούν τι συμβαίνει στη νανοδομή της επιφάνειας του φύλλου του λωτού. Στο πλαίσιο αυτής της δραστηριότητας η εκπαιδευτικός δείχνει στους μαθητές εικόνες και μοντέλα όπου φαίνεται η μικρο και νάνο δομή της επιφάνειας του φύλλου του λωτού. Επίσης, κάνει επίδειξη ένα πείραμα με σύριγγα σε κάθε ομάδα, στο οποίο οι μαθητές παρατηρούν το σχήμα που έχει η σταγόνα που κρέμεται από τη σύριγγα, και προκαλείται μία συζήτηση στην τάξη για την σημασία του αέρα στο σφαιρικό σχήμα της σταγόνας αλλά και για τα λίγα σημεία επαφής με την επιφάνεια.

Τέλος, στη δραστηριότητα 7, καλούνται να αλλάξουν και πάλι το προηγούμενο σκίτσο τους με βάση τις νέες πληροφορίες.

Θεματική Ενότητα 3: Λωτός και Τριαντάφυλλο (3^ο δίωρο) - Δραστηριότητες 8, 9, 10,11 :

Οι στόχοι της 3^{ης} ενότητας είναι:

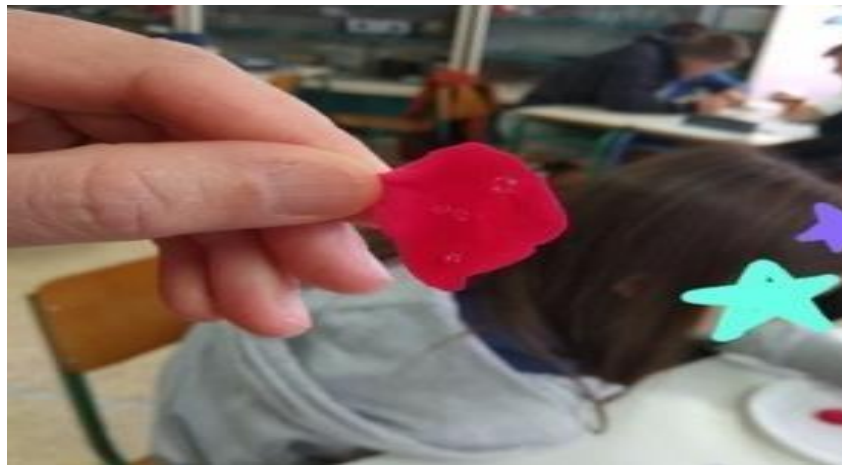
- Οι μαθητές να κατανοήσουν ότι: Μερικές από τις χαρακτηριστικές ιδιότητες της ύλης αλλάζουν με το μέγεθος, ιδιαίτερα καθώς η κλίμακα μήκους του δείγματος μειώνεται και πλησιάζει την ατομική κλίμακα.
- Οι μαθητές να είναι ικανοί να μετρούν τη γωνία επαφής (κλασικό μοιρογνωμόνιο – λογισμικό) και να τη συνδέουν με την υπέρ- υδροφοβικότητα των διάφορων φύλλων.
- Οι μαθητές να είναι ικανοί να επεξεργάζονται εικόνες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου, να χρησιμοποιούν λογισμικό και να μετρούν αποστάσεις μικροπροεξοχών χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες μονάδες μέτρησης.
- Οι μαθητές να κατανοήσουν ότι: Ορισμένες κλίμακες είναι πολύ μικρές για να τις παρατηρήσουν με γυμνό μάτι, όπως η μικροκλίμακα, η νανοκλίμακα, η ατομική και μοριακή κλίμακα.
- Οι μαθητές να κατανοήσουν ότι: Μερικές από τις χαρακτηριστικές ιδιότητες της ύλης αλλάζουν με το μέγεθος, ιδιαίτερα καθώς η κλίμακα μήκους του δείγματος μειώνεται και πλησιάζει την ατομική κλίμακα.
- Οι μαθητές να κατανοήσουν ότι: Εξειδικευμένα εργαλεία απαιτούνται για την ανίχνευση, μέτρηση και διερεύνηση της νανοκλίμακας, διότι οι δομές σε αυτή την κλίμακα είναι πολύ μικρές για να τις δούμε με οπτικά μικροσκόπια.
- Οι μαθητές να κατανοήσουν ότι: Παρόλο που ο κόσμος της νανοκλίμακας υπήρξε πάντα στη φύση, οι επιστήμονες και οι μηχανικοί δεν μπόρεσαν να τον μελετήσουν ή να κατασκευάσουν νέες δομές νανοκλίμακας μέχρις ότου οι τεχνολογικές εξελίξεις επέτρεπαν την ανάπτυξη πολύ εξειδικευμένων και ευαίσθητων εργαλείων.
- Οι μαθητές να κατανοήσουν ότι: Διάφοροι τύποι μοντέλων (φυσικοί, υπολογιστικοί, μαθηματικοί) χρησιμοποιούνται για να μας βοηθήσουν να κατανοήσουμε καλύτερα, να κάνουμε προβλέψεις και να δημιουργήσουμε ερωτήματα σχετικά με τη δομή και τη συμπεριφορά της ύλης στη μακρο-, μικρο- και νανοκλίμακα.

Στην τρίτη και τελευταία ενότητα, οι μαθητές συνεχίζοντας τη μελέτη στα υπέρ-υδρόφοβα υλικά, θα πειραματιστούν με το τριαντάφυλλο και θα προσπαθήσουν να λύσουν το μυστήριο στη συμπεριφορά της σταγόνας πάνω του.

Ξεκινώντας με τη δραστηριότητα 8, οι μαθητές πειραματίζονται ρίχνοντας σταγόνες νερού πάνω στα φύλλα της ακακίας (σαν λωτός) και του τριαντάφυλλου. Καταγράφουν τόσο το σχήμα που παίρνουν οι σταγόνες όσο και τη συμπεριφορά τους όταν κινούμε τα φύλλα.



Εικόνα 6: Φύλλα ακακίας-πέταλα τριαντάφυλλου



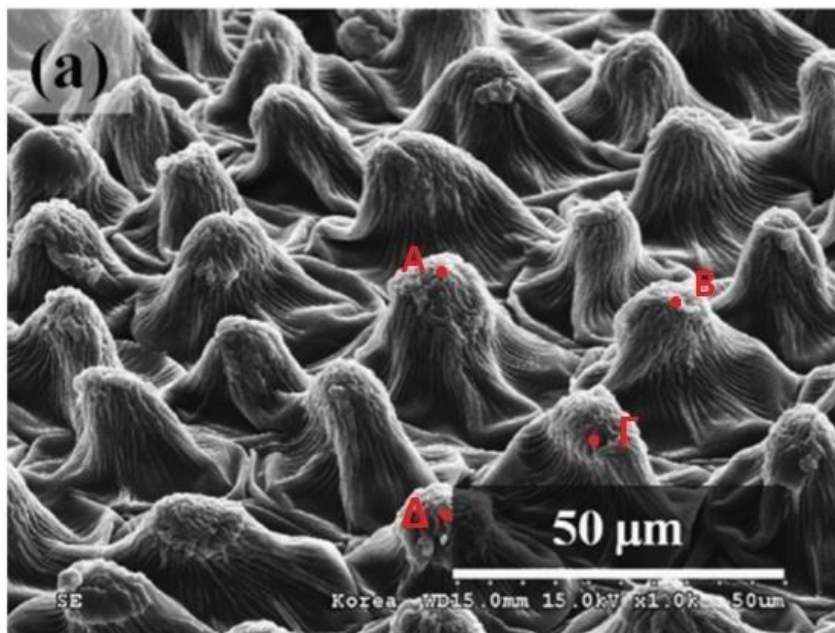
Εικόνα 7: Σταγόνα «κολλημένη» σε πέταλο τριαντάφυλλου

Συνεχίζοντας, στη δραστηριότητα 9, δίνονται δύο εικόνες όπου φαίνονται οι σταγόνες του νερού πάνω στο φύλλο του λωτού και στο πέταλο του τριαντάφυλλου. Οι μαθητές καλούνται να μετρήσουν τις γωνίες επαφής σε κάθε φύλλο. Και με αυτόν τον τρόπο θα δώσουν μία σίγουρη απάντηση για το αν τα δύο αυτά φύλλα είναι υπέρ-υδρόφοβα.



Εικόνα 8: Φωτογραφίες για μέτρηση γωνιών επαφής

Στην δραστηριότητα 10, οι μαθητές επεξεργάζονται φωτογραφίες από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο από την επιφάνεια του φύλλου του τριαντάφυλλου. Με τη βοήθεια του λογισμικού «onlineruler» τους ζητείται να μετρήσουν την απόσταση των μικροπροεξοχών στο φύλλο του τριαντάφυλλου και να τις συγκρίνουν με τις αντίστοιχες μετρήσεις που έκαναν για το φύλλο του λωτού στο δεύτερο δίωρο. Οι μαθητές εδώ δουλεύουν με τον ίδιο τρόπο που περιγράψαμε στην δραστηριότητα 4 και παίρνουν τις αντίστοιχες μετρήσεις για το πέταλο του τριαντάφυλλου.



Εικόνα 9: Μικροπροεξοχές στο πέταλο του τριαντάφυλλου

Το δίωρο τελειώνει με τη δραστηριότητα 11, όπου καλούνται να αναπαραστήσουν με σκίτσο την επιφάνεια δύο φύλλων και να σχεδιάσουν τη σταγόνα στα δύο σκίτσα που θα φτιάξουν. Τέλος, συζητάνε το ερώτημα «Ποιος είναι ο λόγος που η σταγόνα στη μία περίπτωση κυλάει ενώ στην άλλη μένει καρφωμένη;».

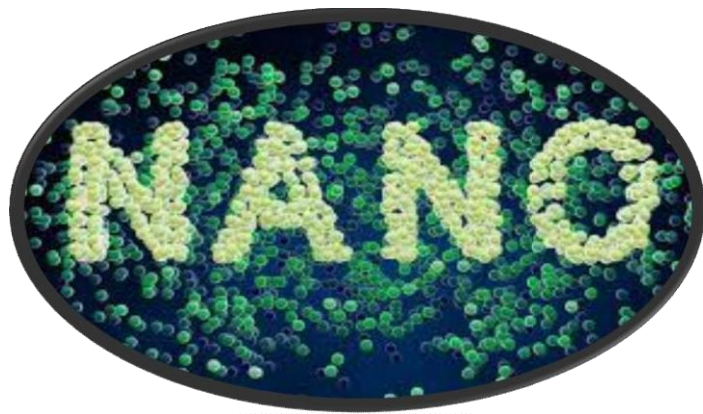
Ακολουθούν τα φύλλα εργασίας που δόθηκαν στους μαθητές.

Σημειωματάριο Επιστημονικής Ομάδας για ΦΕ1

Ημερομηνία:.....

Τάξη:..... Σχολείο:

Όνοματεπώνυμο:.....



Φύλλο Εργασίας 1

Πειραματικές Δραστηριότητες

Ερώτημα για διερεύνηση

Ο Κώστας συζητά με την Ελένη για το πως θα παίξουν μπουγέλο την τελευταία μέρα στο σχολείο. Η Ελένη πρότεινε να σκεφτούν έναν τρόπο ώστε να βραχούν το λιγότερο δυνατό. Πως θα μπορούσαν να επιτύχουν αυτό το σκοπό;

Γράψτε τις προτάσεις σας!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Σχεδίαση της έρευνας

Τι πρόκειται να ερευνήσω;

.....
.....

Ερευνητική Δραστηριότητα 1

Υλικά: Φύλλο ακακίας, φύλλο μαρουλιού, νανο-ξύλο, απλό ξύλο, νανο-ύφασμα, απλό ύφασμα, ποτήρι με νερό, πιπέτες, πλαστικό πιάτο

Παρατήρησε, σχεδίασε και στο τέλος σύγκρινε!

Χρησιμοποιώντας το σταγονόμετρο ρίξτε μερικές σταγόνες νερού πάνω στα φύλλα της ακακίας, του μαρουλιού, στο νάνο-ξύλο, στο απλό ξύλο, στο νάνο-ύφασμα, στο απλό ύφασμα, για να ελέγξετε ποια από τα παραπάνω υλικά δεν βρέχονται; Στη συνέχεια συμπλήρωσε τον πίνακα.

Υλικά	Δεν βρέχονται	Σχεδιάστε το σχήμα της σταγόνας
Φύλλο ακακίας		
Φύλλο μαρουλιού		
Νάνο-ξύλο		
Απλό ξύλο		
Νάνο-ύφασμα		
Απλό ύφασμα		

Ποια υλικά δεν βρέχονται; Τι σχήμα έχουν οι σταγόνες στα υλικά αυτά;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Γιατί νομίζετε ότι στα υλικά που δεν βρέχονται η σταγόνα έχει το ίδιο σχήμα;
Μπορείτε να σχεδιάσετε την απάντησή σας

.....

.....

.....

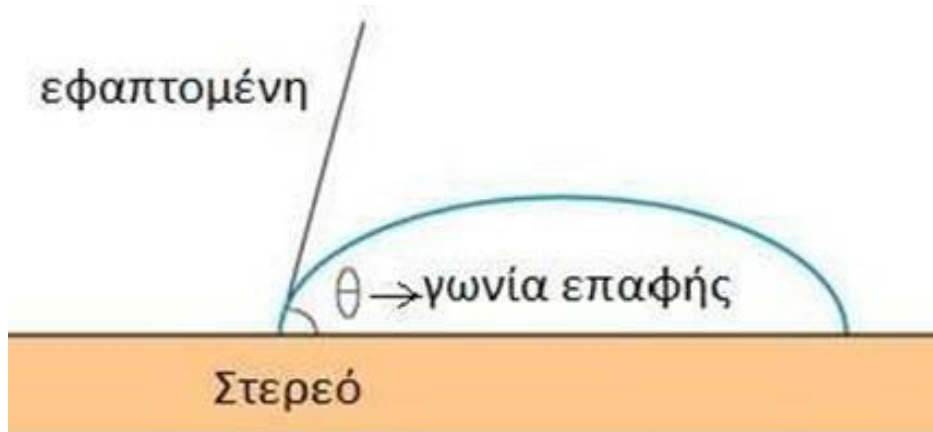
.....

.....

.....

Ερευνητική Δραστηριότητα 2

Ας μετρήσουμε με δύο τρόπους τη γωνία επαφής σε τρία υπερ-υδρόφοβα υλικά.



Πρώτη μέτρηση: μοιρογνωμόνιο

Παρακάτω βλέπετε 2 φωτογραφίες από υπερ-υδρόφοβες επιφάνειες. Με το μοιρογνωμόνιό σας μετρήστε τις γωνίες επαφής και συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί.

A/A Επιφάνειας	Είδος Υλικού	Γωνία Επαφής
1		
2		

Εικόνα 1 (νανο-ξύλο)



Εικόνα 2 (νανο-ύφασμα)



Δεύτερη μέτρηση: με το λογισμικό «OnScreenProtactor»



Μετρούμενη γωνία επαφής:

Ερευνητική Δραστηριότητα 3: Ανάλυση

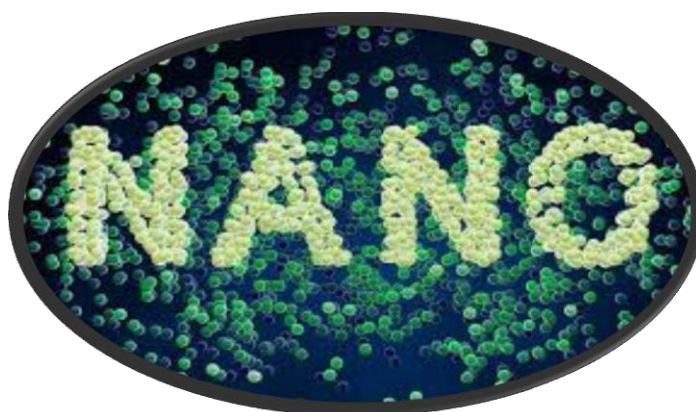
Μπορούν τα αποτελέσματα των μετρήσεών σας να αναπαρασταθούν με ένα σκίτσο ή πως θα μπορούσατε να αναπαραστήσετε την επιφάνεια ενός υπέρ-υδρόφοβου υλικού όπως είναι ο λωτός;

Σημειωματάριο Επιστημονικής Ομάδας για ΦΕ2

Ημερομηνία:.....

Τάξη:..... Σχολείο:

Όνοματεπώνυμο:.....



Φύλλο Εργασίας 2

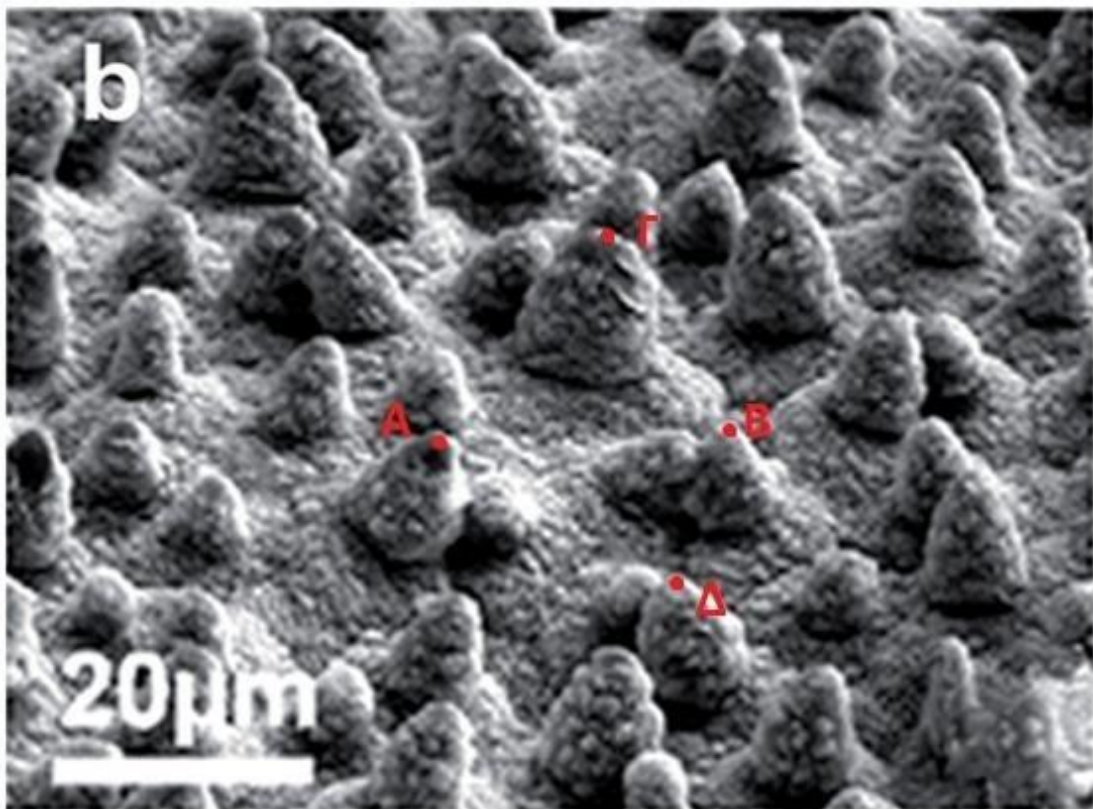
Πειραματικές Δραστηριότητες

Ερώτημα για διερεύνηση

Ο Κώστας συνέχισε να συζητά με την Ελένη για το πως θα βραχούν το λιγότερο δυνατό στο μπουγέλο. Αναρωτήθηκαν γιατί οι σταγόνες του νερού είναι σφαιρικές στα υπερ-υδρόφοβα υλικά. Αποφάσισαν να ανατρέξουν σε πηγές (φωτογραφίες, βίντεο κτλ) που μελετούν την επιφάνεια των υλικών αυτών. Το βασικό τους ερώτημα ήταν πως είναι οι επιφάνειες των υπερ-υδρόφοβων υλικών.

Ερευνητική Δραστηριότητα 4: πόσο απέχουν οι μικροπροεξοχές στον υπερ-υδρόφοβο λωτό;

Ας μετρήσουμε την απόσταση μεταξύ των κορυφών στις μικροπροεξοχές στην επιφάνεια του φύλλου του λωτού με το λογισμικό «**onlineruler**».



Εικόνα: Φωτογραφία φύλλου λωτού από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο

Συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί.

Μικροδομή	Αριθμός pixels	Απόσταση σε μm
Απόσταση μικροπροεξοχών ΑΒ		
Απόσταση μικροπροεξοχών ΑΓ		
Απόσταση μικροπροεξοχών ΑΔ		

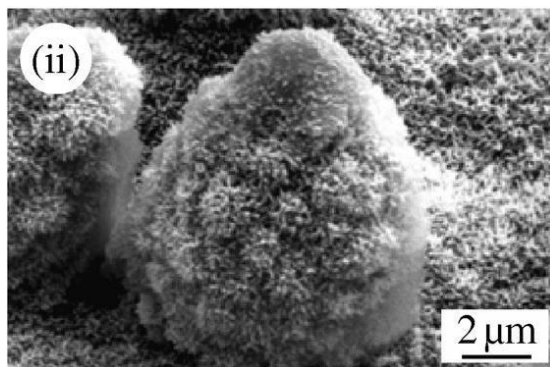
Ας βγάλουμε το μέσο όρο της απόστασης των μικροπροεξοχών:.....

Ερευνητική Δραστηριότητα 5

Μπορούμε να αλλάξουμε το αρχικό μας σκίτσο για την επιφάνεια του φύλλου του λωτού με βάση τη μελέτη που κάναμε στην προηγούμενη δραστηριότητα;

Δραστηριότητα 6

Ας παρατηρήσουμε στο βίντεο «[zoominalotusleaf](#)» τι συμβαίνει στη νανοδομή της επιφάνειας του φύλλου του λωτού.



Εικόνα 2:Μια μικρο-προεξοχή του λωτού

με μεγέθυνση 2 μm , οι νανο-προεξοχές φαίνονται πάνω στη μικροδομή

Δραστηριότητα 7

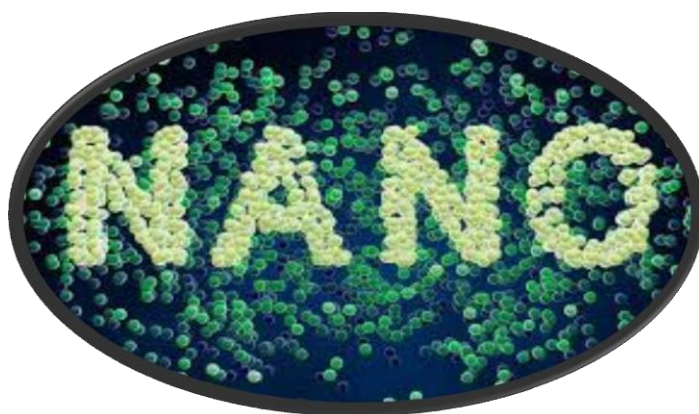
Ας αλλάξουμε το προηγούμενο μας σκίτσο για την επιφάνεια του φύλλου του λωτού με βάση την εικόνα από το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.

Σημειωματάριο Επιστημονικής Ομάδας για ΦΕ3

Ημερομηνία:.....

Τάξη:..... Σχολείο:

Όνοματεπώνυμο:.....



Ερώτημα για διερεύνηση

Ο Κώστας και η Ελένη τώρα που ανακάλυψαν τα υπερ-υδρόφοβα υλικά, πειραματίζονται με τα αντικείμενα της καθημερινής τους ζωής για να ανακαλύψουν τέτοια υλικά. Σε αυτήν την προσπάθειά τους ανακάλυψαν το τριαντάφυλλο και ένα μυστήριο στη συμπεριφορά της σταγόνας πάνω του. Το βασικό τους ερώτημα εδώ είναι να λύσουν το μυστήριο σχετικά με τη συμπεριφορά της σταγόνας εξετάζοντας την επιφάνειά του.

Ερευνητική Δραστηριότητα 8

Παρατήρησε, σχεδίασε και στο τέλος σύγκρινε!

Χρησιμοποιώντας το σταγονόμετρο ρίξτε μερικές σταγόνες νερού πάνω στα φύλλα της ακακίας (σαν λωτός) και του τριαντάφυλλου. Στη συνέχεια συμπλήρωσε τον πίνακα.

Υλικά	Σχεδιάστε το σχήμα της σταγόνας	Περιέγραψε τη συμπεριφορά της σταγόνας καθώς κουνάς τα φύλλα
Φύλλο ακακίας		
Φύλλο τριαντάφυλλου		

Δραστηριότητα 9

Στις εικόνες που ακολουθούν βλέπετε τις σταγόνες νερού πάνω στα φύλλα του λωτού και του τριαντάφυλλου. Ας μετρήσουμε τις γωνίες επαφής για κάθε φύλλο με το μοιρογνωμόνιο!

Είναι τα δυο αυτά φύλλα υπέρ-υδρόφοβα;



Μετρούμενη γωνία επαφής στο λωτό:.....

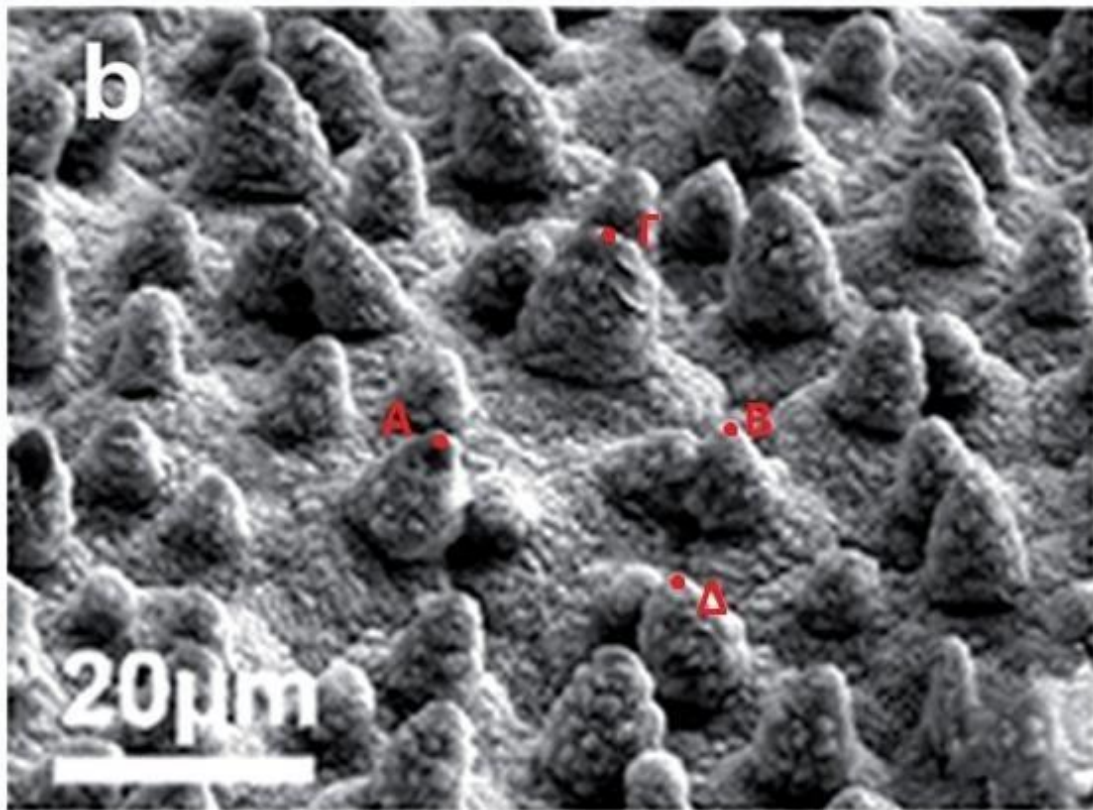


Μετρούμενη γωνία επαφής στο τριαντάφυλλο:.....

Δραστηριότητα 10

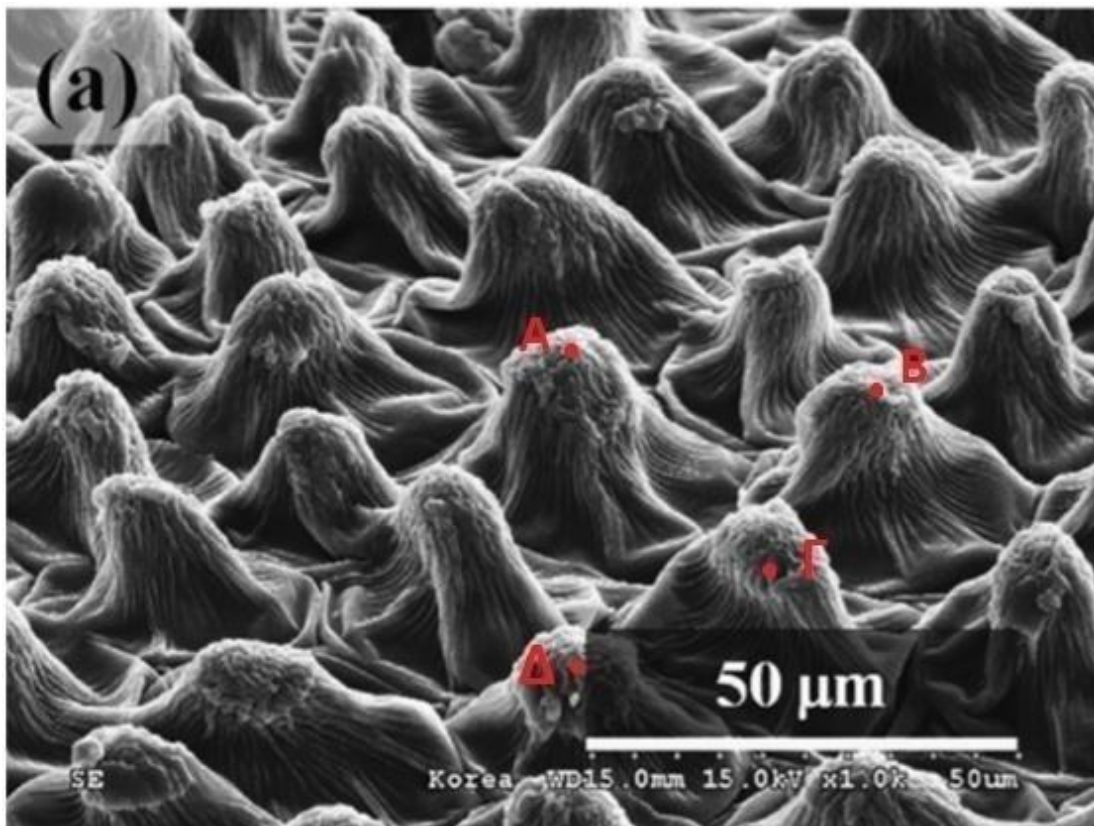
Με τη βοήθεια του λογισμικού «**OnlineRuler**» και αφού θυμηθείτε τις μετρήσεις που κάνατε για την απόσταση των μικροπροεξοχών στο φύλλο του λωτού, κάντε τις αντίστοιχες μετρήσεις και για το τριαντάφυλλο και βρείτε την απόσταση των μικροπροεξοχών του.

Εικόνα 1: Επιφάνεια φύλλου λωτού από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο



Απόσταση μικροπροεξοχών στο φύλλο του λωτού (μέσος όρος):.....

Εικόνα 2: Επιφάνεια φύλλου τριαντάφυλλου από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο



Συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί.

Μικροδομή	Αριθμός pixels	Απόσταση σε μm
Απόσταση μικροπροεξοχών ΑΒ		
Απόσταση μικροπροεξοχών ΑΓ		
Απόσταση μικροπροεξοχών ΑΔ		

Ας βγάλουμε το μέσο όρο της απόστασης των μικροπροεξοχών:.....

Δραστηριότητα 11

Σχεδιάστε από ένα σκίτσο ώστε να αναπαραστήσετε την επιφάνεια των δύο φύλλων (λωτός και τριαντάφυλλο).

Σχεδιάστε και τη σταγόνα πάνω στα δύο σκίτσα που φτιάξατε.

Συζητήστε με την ομάδα σας αυτά που σχεδιάσατε και προσπαθήστε να απαντήσετε στο ερώτημα: «Ποιος είναι ο λόγος που η σταγόνα στηνμια περίπτωση κυλάει ενώ στην άλλη μένει καρφωμένη;»