

# Ο Ηλιακός Αποστακτήρας

Αυτή η δραστηριότητα αποτελεί μέρος μιας ομάδας 4 δραστηριοτήτων για μαθητές γυμνασίου αναφορικά με τη χημεία του νερού. Αυτές οι δραστηριότητες αναπτύχθηκαν αρχικά από την IUPAC και την UNESCO το 2011 στα πλαίσια του διεθνούς έτους χημείας.

Η δραστηριότητα εστιάζει στην χρήση του σετ χημείας το οποίο έχει διαμοιραστεί στα συμμετέχοντα σχολεία, με σκοπό την κατασκευή ενός απλού ηλιακού αποστακτήρα.

Οι μαθητές θα εργαστούν πάνω σε βασικές χημικές διαδικασίες και μετρήσεις με μία πρακτική προσέγγιση, χρησιμοποιώντας τόσο εργαστηριακά όσο και ψηφιακά εργαλεία.

Δρ. Άγγελος Λαζούδης, Φυσικός  
Εμμανουήλ Χανιωτάκης, Φυσικός  
Τμήμα Έρευνας και Ανάπτυξης, Ελληνογερμανική Αγωγή

# Προσανατολισμός και αρχικό ερώτημα

## Προσανατολισμός: Πρόκληση περιέργειας

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

Αυτή η δραστηριότητα αποτελεί μέρος μιας ομάδας 4 δραστηριοτήτων για μαθητές γυμνασίου αναφορικά με τη χημεία του νερού. Αυτές οι δραστηριότητες αναπτύχθηκαν αρχικά από την IUPAC και την UNESCO το 2011 στα πλαίσια του διεθνούς έτους χημείας.

Οι δραστηριότητες του Παγκόσμιου Πειράματος έχουν σχεδιαστεί από την ομάδα : Global Chemistry Experiment Team του Διεθνούς Έτους Χημείας. Αυτές οι δραστηριότητες είναι διαθέσιμες υπό την άδεια:

Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike license (CC BY-NC-SA). Αυτή η άδεια αφήνει άλλους να αναμείξουν, να αλλάξουν και να προσθέσουν πάνω στην δουλειά σας μη εμπορικά, δεδομένου ότι παρέχουν αναγνώριση στο Διεθνές Έτος Χημείας και αδειοδοτούν τις νέες δημιουργίες υπό ταυτόσημους όρους.

Η δραστηριότητα εστιάζει στην χρήση του σετ χημείας το οποίο έχει διαμοιραστεί στα συμμετέχοντα σχολεία, με σκοπό την κατασκευή ενός ηλιακού αποστακτήρα και τη χρήση του για τον καθαρισμό του νερού.

Για περαιτέρω διερεύνηση, επισκευθείτε τους παρακάτω συνδέσμους:

<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/science-technology/basic-sciences/chemistry/international-year-of-chemistry/global-chemistry-experiment-water-a-chemical-solution/>

(εδώ θα μπορέσετε να βρείτε γενικές πληροφορίες για τις δραστηριότητες, μια παρουσίαση για το βαλιτσάκι χημείας

[https://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=xhlzshPz8G8](https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=xhlzshPz8G8) - και άλλα σχετικά βίντεο)

<http://water.chemistry2011.org/web/iyc/home>

Αυτός είναι ο κεντρικός ιστότοπος της δραστηριότητας: Παρουσιάζει τις αυθεντικές δραστηριότητες και τα στατιστικά του πειράματος του νερού.

Φανταστείτε για μια στιγμή ότι βρίσκεστε στο μέσον της ερήμου κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, με τίποτα άλλο εκτός από το σακίδιό σας. Το νερό σας έχει τελειώσει, διψάτε τρομερά και δεν ξέρετε τι να κάνετε. Ξαφνικά, βρίσκετε μια μικρή κοιλάτητα μέσα στην άμμο με πολύ βρώμικο νερό.

Τι θα κάνετε για να μπορέσετε να το πιείτε;

Ας αλλάξουμε για λίγο το τοπίο, κι ας σκεφτούμε ότι τώρα είμαστε σε μια βάρκα στο μέσον της θάλασσας. Το νερό σας έχει τελειώσει, αλλά έχετε άφθονο θαλασσινό νερό τριγύρω σας. Τι θα κάνετε;

Συζητήστε τις ιδέες σας με τους συμμαθητές σας!

## Στόχοι και ερωτήσεις από την ήδη υπάρχουσα γνώση

Ας δούμε: Θυμάστε τι είναι η εξάτμιση και τι η συμπύκνωση; Είναι μια γενική φυσική διαδικασία που ισχύει για όλες τις ουσίες και είναι το επίκεντρο της αρχής λειτουργίας ενός ηλιακού αποστακτήρα.

Όλες οι ουσίες εμφανίζονται σε τρεις καταστάσεις: στερεή- υγρή και αέρια. Οι διαφορές ανάμεσα σε αυτές τις τρεις καταστάσεις εμφανίζονται λόγω του τρόπου με τον οποίο τα μόρια είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους.

Τα μόρια ενός στερεού είναι 'σφιχτά' συνδεδεμένα μεταξύ τους έτσι ώστε να μπορούν μόνο να ταλαντωθούν γύρω από την θέση τους. Εξ'αιτίας αυτού, το στερεό διατηρεί το σχήμα και τον όγκο του.

Σε ένα υγρό, τα μόρια είναι χαλαρά συνδεδεμένα και έχουν περισσότερο χώρο για να κινηθούν. Μπορείτε να τα θεωρήσετε σαν να συγκρατούνται μεταξύ τους με χαλαρά λάστιχα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο το υγρό δεν έχει καθορισμένο σχήμα αλλά παίρνει το σχήμα του δοχείου στο οποίο βρίσκεται, ενώ διατηρεί τον όγκο του.

Σε ένα αέριο, τα μόρια πλέον δεν είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους. Επομένως, μπορούν να κινηθούν ελεύθερα στον χώρο και έτσι το αέριο δεν διατηρεί το σχήμα και τον όγκο του. Θα πάρει το σχήμα και θα καλύψουν τον όγκο του

δοχείου στο οποίο βρίσκεται.

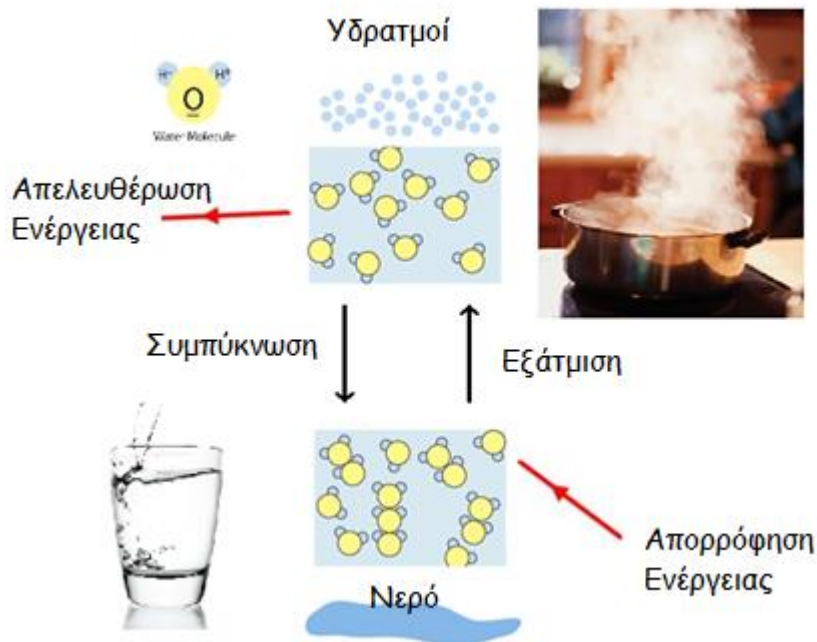
Τώρα που γνωρίζουμε την διαφορά ανάμεσα στην υγρή και την αέρια κατάσταση, ας σκεφτούμε:

Πως θα μεταβούμε από την υγρή στην αέρια κατάσταση;

Έστω ότι έχουμε ένα υγρό και μπορούμε να δούμε τα μόριά του και τα «χαλαρά λάστιχα» με τα οποία συνδέονται. Θα πρέπει να «σπάσουμε» τα «χαλαρά λάστιχα» τα οποία κρατούν τα μόρια του υγρού μαζί, έτσι ώστε να απελευθερωθούν. Για να το πετύχουμε αυτό, **θα πρέπει να προσφέρουμε ενέργεια στα μόρια**. Τα μόρια θα αρχίσουν να δονούνται βίαια και στο τέλος θα σπάσουν τα δεσμά τους και θα ξεφύγουν. Έτσι πλέον τα μόρια θα κινούνται ελεύθερα χωρίς περιορισμό. Το υγρό θα έχει γίνει αέριο!

Η διαδικασία αλλαγής φάσης από υγρό σε αέριο ονομάζεται **εξάτμιση**.

Μπορείτε τώρα να περιγράψετε εσείς την αντίστροφη διαδικασία της συμπύκνωσης; Συζητήστε μεταξύ σας, συμβουλευόμενοι την παρακάτω εικόνα:



### Οδηγίες για τον Εκπαιδευτικό:

Ο τρόπος για να κάνουμε τα εξατμισμένα μόρια να επανασυνδεθούν μεταξύ τους είναι αφαιρώντας ενέργεια από το σύστημα.

Με αυτόν τον τρόπο, τα μόρια χάνουν ταχύτητα και αρχίζουν να κινούνται πιο αργά. Με αυτόν τον τρόπο, ο χρόνος που δύο μόρια μπορούν να περάσουν το ένα κοντά στο άλλο καθώς κινούνται θα είναι

περισσότερος. Κατά συνέπεια αυξάνει η πιθανότητα να αναπτύξουν ηλεκτρικές δυνάμεις που θα τα επανασυνδέσουν. Αυτή η διαδικασία της μετατροπής από την αέρια στην υγρή φάση λέγεται υγροποίηση ή συμπύκνωση.

Πως προσφέρουμε την ενέργεια που απαιτείται για την εξάτμιση ενός υγρού:

Θερμαίνοντάς το!

Και που βρίσκουμε την θερμότητα:

Από πηγές θέρμανσης!

### **Οδηγίες για τον Εκπαιδευτικό :**

Τώρα που οι μαθητές κατανόησαν την διαδικασία της εξάτμισης και της συμπύκνωσης, μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτήν την προσομοίωση για περαιτέρω διερεύνηση:

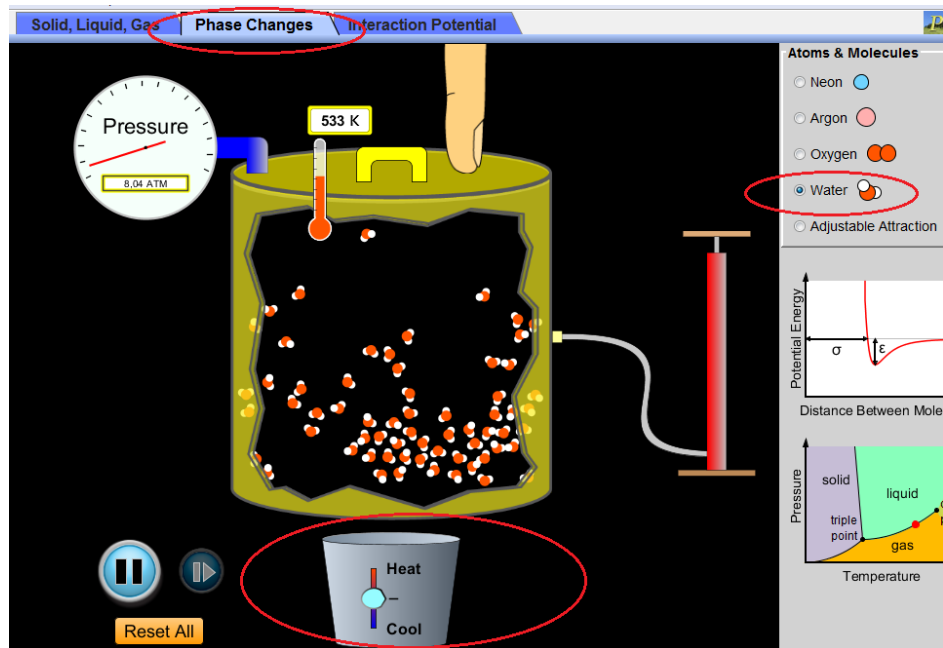
<http://phet.colorado.edu/en/simulation/states-of-matter>

Οδηγήστε τους στην επιλογή : «Αλλαγές Φάσης» (Phase Changes), επιλέξτε, επιλέξτε : νερό (water) και cool (ψύξη) μέχρις ότου φθάσετε στην κρυσταλλική κατάσταση, η οποία αντιστοιχεί στη στερεή μορφή του νερού: τον πάγο.

Αρχίστε να αυξάνετε τη θερμοκρασία και καλέστε τους μαθητές να παρατηρήσουν τι θα συμβεί στους 273 K (τήξη). Στην συνέχεια θερμάνετε περισσότερο μέχρις ότου φτάσετε τους 373 K (μέχρι τους 373 K έχουμε εξάτμιση, ενώ στους 373 K έχουμε βρασμό). Εδώ μπορείτε να απευθυνθείτε στους μαθητές θυμίζοντάς τους την αντιστοιχία της κλίμακας Κελσίου με την κλίμακα Κέλβιν.

Αντιστρέψτε την διαδικασία για να δείτε τι συμβαίνει στα μόρια.

Καθοδηγήστε τους μαθητές να αναστρέψουν τη διαδικασία ξεκινώντας από τους 373 K (100 C) και μειώνοντας τη θερμοκρασία σταδιακά. Δείξτε στους μαθητές το φαινόμενο της συμπύκνωσης εν δράσει.



# Διατύπωση υποθέσεων και σχεδιασμός

## Διατύπωση υποθέσεων

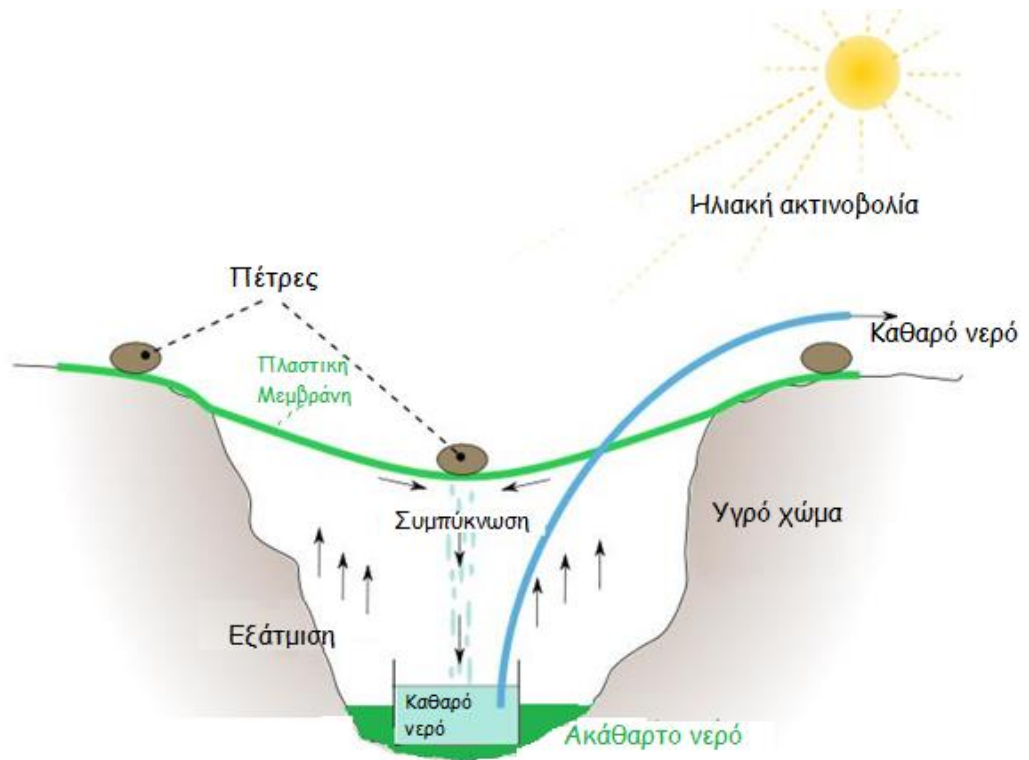
Χρησιμοποιώντας τις γνώσεις που αποκομίσατε σχετικά με την εξάτμιση και την συμπύκνωση, ας επιστρέψουμε στο αρχικό μας ερώτημα. Πως θα μπορέσουμε να πιούμε νερό το οποίο προέρχεται από θαλασσινό νερό, ή από 'βρώμικο' νερό λίμνης; Τι πιστεύετε;

Δείτε το παρακάτω βίντεο:

<https://www.youtube.com/watch?v=kWxE6iWbVCY>

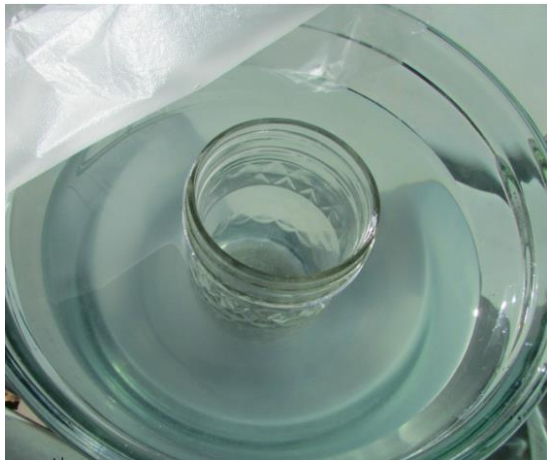
## Σχεδιασμός Μοντέλου

Τώρα που κατανοήσαμε το πώς λειτουργεί η εξάτμιση και η συμπύκνωση, ας δούμε πως λειτουργεί ένας τυπικός ηλιακός αποστακτήρας:



(Πηγή εικόνας: Wikipedia)

Ρίχνουμε ακάθαρτο νερό σε μία τρύπα στο έδαφος (ή σε ένα δοχείο): Στο μέσο του δοχείου, τοποθετούμε ένα άδειο ποτήρι. Στην κορυφή του ποτηριού, προσαρμόζουμε μία πλαστική μεμβράνη και εξασφαλίζουμε ότι δεν επιτρέπει στον αέρα να κινηθεί μέσα ή έξω απ' το δοχείο. Τοποθετούμε ένα βάρος (για παράδειγμα μια πέτρα) στο μέσον της πλαστικής μεμβράνης, έτσι ώστε να καμπυλωθεί προς το κέντρο του δοχείου, ακριβώς πάνω από το άδειο ποτήρι.



(Πηγή εικόνων: <http://teachbesideme.com/simple-science-making-solar-still/>)

Ας εκθέσουμε τον αποστακτήρα στον ήλιο. Το ακάθαρτο νερό θα εξατμιστεί, αφήνοντας την βρωμιά και τα υπόλοιπα υλικά πίσω. Μόνο το καθαρό νερό θα εξατμιστεί.

Το καθαρό νερό θα συμπυκνωθεί στην πλαστική μεμβράνη και θα ολισθήσει έως το μέσον της στο οποίο και βρίσκεται η πέτρα. Εκεί, λόγω της καμπύλωσης της μεμβράνης, αναγκάζει τις σταγόνες νερού να καλύψουν μικρές επιφάνειες. Σε αυτήν την περίπτωση, το βάρος των σταγόνων ξεπερνά τις ελκτικές δυνάμεις μεταξύ μεμβράνης-σταγόνας, και έτσι οι σταγόνες καθαρού νερού πέφτουν και καταλήγουν στο ποτήρι. Σε αυτήν την δραστηριότητα θα φτιάξουμε έναν τέτοιο αποστακτήρα!!



# Σχεδιασμός και Διερεύνηση

## Σχεδιασμός διερεύνησης

### Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό

Αυτή η δραστηριότητα θα είναι πολύ επιτυχής αν οι μαθητές δουλέψουν σε ζεύγη, αλλά μπορεί να γίνει και με κάθε μαθητή μεμονωμένα. Πρώτα, στο **μέρος Α**, οι μαθητές φτιάχνουν ένα απλό αποστακτήρα και τον χρησιμοποιούν για να καθαρίσουν μια ποσότητα νερού. Οι μαθητές καλούνται να αναπτύξουν την εξήγησή τους για το πώς δουλεύει ο αποστακτήρας.

Στη συνέχεια, στο **μέρος Β**, οι μαθητές καλούνται να βελτιώσουν το ποσοστό καθαρού νερού που εξάγουν από τον αποστακτήρα, διαμορφώνοντας τον αποστακτήρα ή τον τρόπο λειτουργίας του.

Οι προτάσεις των μαθητών θα πρέπει να ελεγχθούν ως προς την ασφάλειά τους και οι μαθητές να καθοδηγηθούν έτσι ώστε να βοηθηθούν να αναπτύξουν σχέδια τα οποία αξιοποιούν την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του αποστακτήρα.

Αφού ολοκληρώσουν τα πειράματά τους, οι μαθητές θα σχεδιάσουν ένα διάγραμμα το οποίο θα εξηγήει πως το νέο σχέδιό τους έχει βελτιώσει το ποσοστό του καθαρού νερού που είναι και ένα μέτρο της απόδοσης του αποστακτήρα. Αν είναι δυνατόν, θα πρέπει να συμπεριλάβουν μια φωτογραφία του βελτιωμένου αποστακτήρα τους.

Μετά την ολοκλήρωση της δραστηριότητας μπορείτε να συλλέξετε τη δουλειά από όλες τις ομάδες οι οποίες έχουν ολοκληρώσει την δραστηριότητα και να επιλέξετε την καλύτερη.

**Μαθησιακά Αποτελέσματα** Κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας, οι μαθητές:

- Θα μάθουν για την υγρή και την αέρια φάση της ύλης (νερό) και τις μεταξύ τους αλλαγές (εξάτμιση και συμπύκνωση).
- Θα μάθουν για την χρήση της διαδικασίας της απόσταξης για τον καθαρισμό του νερού.
- Θα αναπτύξουν ένα καλό επίπεδο επιστημονικής επεξηγηματικότητας για την διαδικασία της απόσταξης.
- Θα χρησιμοποιήσουν την γνώση τους αναφορικά με την απόσταξη για να εκτελέσουν μία τεχνολογική διερεύνηση βελτιώνοντας την απόδοση του ηλιακού αποστακτήρα.

**Συμβουλές για καλή λειτουργία του ηλιακού αποστακτήρα στο Α' Μέρος:**

- Εκτελέστε την δραστηριότητα σε μία ημέρα χωρίς νέφωση, κατά προτίμηση στο μέσον της ημέρας.
- Η χρήση ζεστού νερού στην αρχή επιταχύνει την διαδικασία εκτός αν πρόκειται για μια πολύ ζεστή μέρα.
- Βοηθήστε τους μαθητές να εξασφαλίσουν ότι ο αποστακτήρας τους είναι κλεισμένος αεροστεγώς για να εξασφαλίσετε ότι δεν θα υπάρξουν απώλειες νερού.
- Η χρήση χρωματιστού αλατόνερου ενδείκνυται για την διαπίστωση της σωστής λειτουργίας του αποστακτήρα.

- Αν δεν υπάρχει ηλιοφάνεια, τότε η δραστηριότητα μπορεί να εκτελεστεί χρησιμοποιώντας ένα κατάλληλο δοχείο όπως ένα μεγάλο τηγάνι το οποίο θερμαίνεται σε χαμηλή φωτιά στο μάτι της κουζίνας. Σε αυτήν την περίπτωση, το ποτήρι στο μέσον του δοχείου θα πρέπει να μονωθεί από τον πάτο του τηγανιού..

### **Διευθετώντας την πρόκληση για σχεδιασμό του αποστακτήρα, Μέρος Β:**

Αυτή είναι μια ευκαιρία για τους μαθητές για να χρησιμοποιήσουν την ιδιοφυΐα τους ώστε να βελτιώσουν την απόδοση του αποστακτήρα.

Ταυτόχρονα οι μαθητές θα μάθουν για τη σχέση επιστήμης και τεχνολογίας. Οι τεχνολογικές δραστηριότητες συνήθως έχουν μια σειρά κριτηρίων τα οποία κρίνουν το τεχνολογικό προϊόν. Σε αυτήν την περίπτωση, το κριτήριο του σχεδιασμού του αποστακτήρα θα πρέπει να εξηγηθεί ξεκάθαρα.

Το απλό κριτήριο της αύξησης της % απόδοσης του αποστακτήρα είναι καλή αρχή για μαθητές δημοτικού αλλά θα πρέπει να γίνει πιο απαιτητικό για μεγαλύτερους μαθητές. Για παράδειγμα, τα κριτήρια θα πρέπει να ορίζουν το χρονικό διάστημα της συλλογής νερού. Μία ενδιαφέρουσα σειρά παραγόντων μπορούν να διερευνηθούν από τους μαθητές, συμπεριλαμβανομένων:

- του χρονικού διαστήματος
- του είδους του δοχείου
- της ποσότητας νερού
- του σχήματος του αποστακτήρα
- του μηχανισμού συλλογής.

Σε αυτήν την δραστηριότητα θα κατασκευάσετε έναν χειροποίητο ηλιακό αποστακτήρα έτσι ώστε να καθαρίσετε νερό. Το δεύτερο σκέλος της δραστηριότητας εστιάζει στην βελτιστοποίηση της πειραματικής σας διάταξη και στην πρόταση μέσων και ιδεών για να χτίσετε ένα πιο αποτελεσματικό ηλιακό αποστακτήρα:

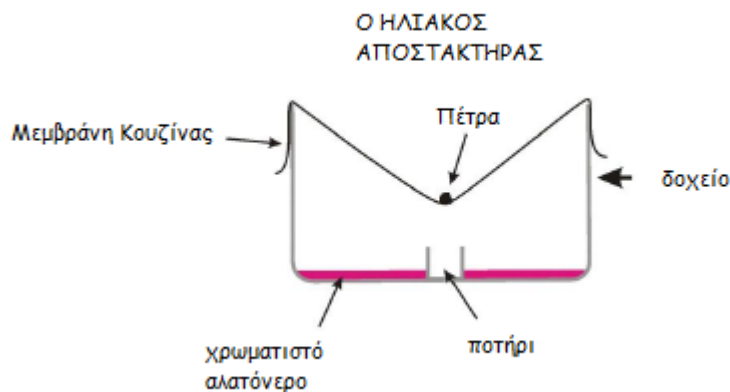
Χωριστείτε σε ομάδες των 2-3 ατόμων. Παρακάτω μπορείτε να βρείτε τα υλικά που χρειάζεστε ανα ομάδα:

#### Υλικά

- Μεγάλο μεταλλικό ή πλαστικό δοχείο
- Μικρό, ρηχό πιάτο ή κούπα (καθαρό)
- Ογκομετρικός κύλινδρος
- Μεμβράνη τροφίμων (μεγαλύτερης επιφάνειας από το δοχείο)
- Μικρή πέτρα
- Ζεστό νερό
- Χρωστική ουσία τροφίμων και αλάτι

# Διερεύνηση

## Μέρος Α



1. Προσθέστε έναν καθορισμένο όγκο ζεστού νερού στο δοχείο (Περίπου 1 cm ύψος)
2. Προσθέστε χρωστική τροφίμων και περίπου μια κουταλιά αλάτι στο νερό.
3. Μεταφέρετε τον εξοπλισμό σας σε ένα σημείο που να φωτίζεται ικανοποιητικά από τον ήλιο.
4. Τοποθετήστε το ποτήρι ή το κύπελλο στο μέσον του δοχείου εξασφαλίζοντας ότι δεν πέφτει καθόλου νερό από το δοχείο σε αυτό.
5. Καλύψτε το δοχείο χαλαρά με τη μεμβράνη κολλώντας την στο άκρο του δοχείου (χρησιμοποιήστε ταινία ή σπάγκο αν χρειαστεί).
6. Τοποθετήστε την πέτρα στο μέσον της μεμβράνης, ακριβώς πάνω από το ποτήρι.
7. Αν είναι δυνατόν καταγράψτε τη θερμοκρασία του νερού συστηματικά με ένα θερμόμετρο. Το θερμόμετρο μπορεί να τοποθετηθεί μέσα στον αποστακτήρα. Μπορείτε επίσης να κάνετε μέτρηση της θερμοκρασίας αφού ολοκληρώσετε τη μέτρησή σας.
8. Αφήστε τον αποστακτήρα για τουλάχιστον μία ώρα (όσο περισσότερο τόσο καλύτερα) και στη συνέχεια ελέγξτε ότι υπάρχει νερό στο κύπελλο.
9. Πάρτε τον αποστακτήρα ξανά μέσα, αφαιρέστε τη μεμβράνη και βγάλτε το ποτήρι χωρίς να χύσετε καθόλου νερό μέσα σε αυτό ή από αυτό.
10. Μετρήστε το ποσό του νερού μέσα στο κύπελλο.
11. Παρατηρήστε το χρώμα του νερού στο κύπελλο και ελέγξτε το για αλάτι.

12. Υπολογίστε το ποσοστό του νερού που καθαρίστηκε:

$$\% \text{ καθαρό νερό} = \frac{\text{όγκος που συλλέχθηκε}}{\text{αρχικός όγκος στο δοχείο}} \times 100$$

13. Δείτε τα αποτελέσματά σας και εξετάστε αν μπορείτε να εξηγήσετε τι συνέβη στο νερό. Γιατί το ονομάζουμε «καθαρό νερό» ;

14. Καταγράψτε τον χρόνο έκθεσης του πειράματός σας καθώς και την μέση θερμοκρασία του νερού.

## Μέρος Β

Σε αυτό το μέρος, θα αντιμετωπίσετε την πρόκληση να βελτιώσετε ή να κάνετε ένα πιο αποτελεσματικό ηλιακό αποστακτήρα από αυτόν που φτιάξατε στο Α' Μέρος. Ποια είναι η παράμετρος που θα καθορίσει την απόδοση του αποστακτήρα σας;



Η απόδοση εξαρτάται από τον λόγο του καθαρισμένου νερού σε σύγκριση με τον αρχικό όγκο νερού. Επομένως, πρέπει να μεγιστοποιήσουμε τον όγκο καθαρού νερού που συλλέγουμε.

1. Σκεφτείτε τρόπους για να ενισχύσετε την απόδοση του αποστακτήρα. Μερικά από τα ζητήματα που μπορείτε να διερευνήσετε είναι: το μέγεθος και το σχήμα του δοχείου, ο χρόνος έκθεσης, ο μηχανισμός συλλογής του καθαρού νερού και άλλα. Γράψτε μερικές ιδέες πάνω στο πως θα μπορούσατε να βελτιώσετε τον αποστακτήρα.

2. Συζητήστε τις ιδέες σας με τον καθηγητή σας και πάρτε την άδειά του για να εκτελέσετε το πείραμα.

3. Εκτελέστε το πείραμα καταγράφοντας τον όγκο του νερού με τον οποίο ξεκινάτε και τον όγκο του νερού που καθαρίζετε.

4. Υπολογίστε το % ποσοστό του νερού που καθαρίσατε και καταγράψτε το στο τετράδιό σας. Στο επόμενο βήμα μεταφέρετε τα αποτελέσματά σας στον πίνακα αποτελεσμάτων .

5. Αν έχετε χρόνο, μπορείτε να αναπτύξετε τον σχεδιασμό σας περαιτέρω. Θα πρέπει να έχετε την άδεια του καθηγητή σας για κάθε πείραμα που εκτελείτε.

#### **Προτεινόμενη στρατηγική για συστηματική διερεύνηση :**

Διαλέξτε την παράμετρο που θεωρείτε ως πιο σημαντική για να αυξήσετε την απόδοσή σας.

Μία τέτοια παράμετρος θα μπορούσε να είναι το χρώμα του δοχείου.

Επαναλάβετε την ίδια μέτρηση, για τον ίδιο χρόνο, αλλάζοντας το χρώμα του δοχείου (βάψτε το ολόενα και πιο σκούρο). Μετρήστε και συγκρίνετε το % του καθαρού νερού σε κάθε σας προσπάθεια.

6. Σχεδιάστε ένα διάγραμμα με τον πιο αποδοτικό σας αποστακτήρα δείχνοντας γιατί είναι πιο αποδοτικός από τον πρώτο αποστακτήρα. Πάρτε μια φωτογραφία του αποστακτήρα αν μπορείτε.

## **Ανάλυση και Ερμηνεία**

### **Ανάλυση και ερμηνεία: Εξαγωγή αποτελεσμάτων από τα δεδομένα**

Κάθε ομάδα καταγράφει τα αποτελέσματά της και υπολογίζει το ποσοστό του νερού που καθαρίστηκε στον πίνακα αποτελεσμάτων:

<b><u>Δοκιμή</u></b>	<b>Αρχικός όγκος νερού (mL)</b>	<b>Όγκος νερού που συλλέχθηκε (mL)</b>	<b>% καθαρού νερού</b>
Μέρος Α- Αρχικός αποστακτήρας			

Μέρος Β- Ο αποστακτήρας σας			

**Χρόνος έκθεσης:**

**Θερμοκρασία νερού:**

Συζητήστε τις παρατηρήσεις σας αφού ενισχύσετε την πειραματική σας διάταξη. Αν επιλέξατε να μεταβάλετε μια από τις παραμέτρους ενδιαφέροντος και να μετρήσετε τις αλλαγές στο ποσοστό του νερού που συλλέξατε (μέρος Β, 5<sup>ο</sup> βήμα), παρουσιάστε τα αποτελέσματα σε έναν πίνακα.

Ποια είναι τα συμπεράσματά σας; Τι αποτέλεσμα έχει η αλλαγή των παραμέτρων που επιλέξατε στο % του νερού που αποστάχθηκε;

*Αφού ολοκληρώσετε τον έλεγχο του νέου σας αποστακτήρα:  
Σχεδιάστε ένα διάγραμμα που θα δείχνει πως λειτουργεί .*

## Συμπεράσματα και αξιολόγηση

### Συμπέρασμα και επικοινωνία

Συζητήστε:

- Πως δουλεύει ο αποστακτήρας; (με δικά σας λόγια)
- Είναι πρακτικός; Για πόσο καιρό θα πρέπει να περιμένουμε κατά την διάρκεια μιας ηλιόλουστης μέρας για να πάρουμε 2 lt πόσιμο νερού; (η μέση κατανάλωση νερού από τον άνθρωπο ανα ημέρα)  
Υποθέστε ότι η απόδοση του αποστακτήρα δεν εξαρτάται από τον αρχικό όγκο του νερού. Για να εκτελέσετε αυτόν τον υπολογισμό, μπορείτε να βρείτε το ποσοστό του καθαρού νερού ανα ώρα για δεδομένο αρχικό όγκο βρώμικου νερού , και να πολλαπλασιάσετε με τον χρόνο έκθεσης στον ήλιο.

Τι θα συνέβαινε αν μεταφέραμε την πειραματική μας διάταξη στον στην έρημο, όπου η μέση θερμοκρασία είναι πολύ υψηλότερη από τη δική μας;

- Ποιες είναι οι πρακτικές εφαρμογές ενός ηλιακού αποστακτήρα; Μπορείτε να σκεφτείτε μερικές;

Δείτε τα παρακάτω βίντεο και συζητήστε:

Πιστεύετε ότι οι ηλιακοί αποστακτήρες θα μπορούσαν να βοηθήσουν σε συνθήκες καταστροφής ή σε μέρη χωρίς καθαρό νερό; (Θυμηθείτε, περισσότερο από το 97% του νερού του πλανήτη μας είναι θαλασσινό νερό, ενώ λιγότερο από 1% του νερού στην επιφάνεια είναι πόσιμο).

<https://www.youtube.com/watch?v=GrPRnaS449w>

<https://www.youtube.com/watch?v=1ok-DPcLrHU>

#### **Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό:**

Τα παραπάνω βίντεο είναι στα Αγγλικά. Μπορείτε να τα αντικαταστήσετε με δικά σας, ή απλά να περιγράψετε την αρχή λειτουργίας καθώς οι μαθητές βλέπουν το βίντεο.

Η ενέργεια του ήλιου που χρησιμοποιείται για την απόσταξη του νερού είναι δωρεάν. Όμως το κόστος κατασκευής ενός αποστακτήρα κάνει το κόστος του απεσταγμένου νερού αρκετά υψηλό, τουλάχιστον για μεγάλης κλίμακας χρήση, όπως στις αγροκαλλιέργειες ή στην διοχέτευση απορριμάτων από βιομηχανίες και σπίτια. Κατά συνέπεια, ο αποστακτήρας μπορεί να αποστάξει νερό για να πίνουμε, για κάποιες επιχειρήσεις, βιομηχανίες, εργαστήρια και εφαρμογές σε θερμοκήπια. Επιπλέον μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καθαρίσει μολυσμένο νερό. Η τεχνική επίσης εφαρμόζεται σε καταστάσεις καταστροφής.

## **Αξιολόγηση/Αναστοχασμός**

### **Συζητήστε:**

Κάθε ομάδα θα φτιάξει από μια μικρή παρουσίαση στην οποία θα παρουσιάζει τα αποτελέσματά της, μια φωτογραφία της διάταξής σας σημειώνοντας την παράμετρο

που άλλαξε καθώς και το γιατί επιλέχθηκε αυτή η παράμετρος. Επισυνάψτε τα τελικά σας αποτελέσματα.

Τέλος, όλη η τάξη μαζί πρέπει να συζητήσει και να αποφασίσει ποια παράμετρος έχει την μεγαλύτερη επίδραση στην απόδοση του αποστακτήρα.

### **Οδηγίες για τον Εκπαιδευτικό**

**Οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν να απαντήσουν στα ακόλουθα:**

**Γιατί χρειαζόμαστε την πέτρα στο μέσον της μεμβράνης;**

**Ποια είναι η αρχή λειτουργίας του ηλιακού αποστακτήρα; Πως καθαρίζεται το νερό;**

**Πως καταλήγει το καθαρό νερό στο ποτήρι;**