

Παγκόσμιο πείραμα για το Διεθνές Έτος Χημείας

Δραστηριότητα 3: Νερό χωρίς ακαθαρσίες & μικρόβια

Όταν η Marie Curie αποδέχονταν το βραβείο Νόμπελ Χημείας το 1911, η επεξεργασία του νερού είχε ήδη αρχίσει να διαδίδεται στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική. Σήμερα, εκατό χρόνια μετά, γιορτάζουμε το Διεθνές Έτος Χημείας και ασθένειες που οφείλονται σε παθογόνους μικροοργανισμούς που μπορεί να μεταδίδονται με το νερό, όπως ο τυφοειδής πυρετός και η χολέρα, δεν έχουν ακόμη εξαλειφθεί εντελώς, παρόλο που τα «εργαλεία» χημικής τεχνολογίας είναι διαθέσιμα.

Στη δραστηριότητα αυτή, η οποία αποτελείται από δύο πειράματα βλέπουμε πως η χημεία χρησιμοποιείται για να καλύψει μία από τις πιο βασικές ανθρώπινες ανάγκες, για καθαρό πόσιμο νερό. Ξεκινώντας από τα φυσικά επιφανειακά νερά που έχουμε γύρω μας και με τη χρήση κοινών υλικών, οι μαθητές θα εκτελέσουν ένα ή δύο από τα βασικά στάδια της επεξεργασίας του πόσιμου νερού – την **απομάκρυνση στερεών υπολειμμάτων** και την **απολύμανση**. Οι μεγαλύτεροι μαθητές θα εκτελέσουν και τα δύο στάδια επεξεργασίας. Για τους μικρούς μαθητές προτείνεται να εκτελέσουν οι ίδιοι το πρώτο στάδιο και να παρακολουθήσουν την απολύμανση ως επίδειξη από το δάσκαλο.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή – Γενικά	3
Το πείραμα της απομάκρυνσης στερεών	4
Το πείραμα της απολύμανσης	6
Φύλλο εργασίας του μαθητή	7
Επιπλέον πληροφορίες για τον εκπαιδευτικό	9
<i>Πληροφορίες για τη διεξαγωγή των πειραμάτων</i>	10
<i>Μαθησιακοί στόχοι</i>	11
<i>Προτεινόμενες δραστηριότητες (προαιρετικές)</i>	12
Φύλλο εργασίας (συμπληρωμένο υπόδειγμα)	13

Υποβάλλοντας τα αποτελέσματα στην παγκόσμια βάση δεδομένων (Global database).

Τα παρακάτω χρειάζεται να υποβληθούν στη βάση δεδομένων στο διαδίκτυο **σε ευρέως χρησιμοποιούμενη γλώσσα (π.χ. αγγλικά γαλλικά)**. Αν οι πληροφορίες για το σχολείο και την περιοχή έχουν ήδη υποβληθεί στη βάση από κάποια άλλη από τις δραστηριότητες, τότε τα αποτελέσματα θα πρέπει να συνδεθούν με την προηγούμενη υποβολή.

Ημερομηνία λήψης του δείγματος: _____

Τόπος λήψης δείγματος: _____ (π.χ. river kifissos)

Ελάχιστος αριθμός σταγόνων χλωρίνης σε 500 ml νερού _____ (Μ.Ο., με βάση τις μετατροπές βλ. Πίν. 1)

Φύση του νερού: _____ (fresh, salt, estuarine, marine, etc...)

Θερμοκρασία νερού: _____ (τη στιγμή της δειγματοληψίας)

Όνομα αρχείων για τις φωτογραφίες της δειγματοληψίας: _____

Όνομα τάξης και αριθμός μαθητών που συμμετέχουν: _____

Αριθμός καταχώρησης τάξης/σχολείου: _____

Οι δραστηριότητες του Παγκόσμιου Πειράματος έχουν σχεδιαστεί από την Ομάδα Ειδικών του Διεθνούς Έτους Χημείας.

Αυτές οι δραστηριότητες είναι διαθέσιμες με άδεια της Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike license (CC BY-NC-SA).

Αυτή η άδεια επιτρέπει σε άλλους να διαμορφώσουν ξανά, να περικόψουν, και να προσθέσουν δικές τους εργασίες για μη-εμπορικούς σκοπούς, εφ' όσον διατηρούν το λογότυπο του Διεθνούς Έτους Χημείας και χορηγεί την άδεια για τις νέες δημιουργίες υπό τους ίδιους όρους.

Αυτές οι δραστηριότητες έχουν μεταφραστεί από το πρωτότυπο και έχουν προσαρμοστεί για μαθητές του Ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος.



Το τελικό κείμενο διαμορφώθηκε μετά τα σχόλια των εκπαιδευτικών που παρακολούθησαν την Ημερίδα για το Παγκόσμιο Πείραμα στα γραφεία του ΜΙΟ-ECSDE στις 10/10/2011.

Εισαγωγή - Γενικά

Η Χλωρίωση του νερού αποτελεί μια από τις εφαρμογές της χημείας στην καθημερινή ζωή. Μικρή ποσότητα χλωρίου που προστίθεται σε μεγάλη ποσότητα πόσιμου νερού βοηθά στην καταστροφή παθογόνων μικροοργανισμών, όπως βακτήρια και ιούς που στο παρελθόν προκαλούσαν το θάνατο σε χιλιάδες ανθρώπους κάθε χρόνο. Χάρη στην προσθήκη χλωρίου στο πόσιμο νερό έχει βελτιωθεί η δημόσια υγεία σε πολλά μέρη στον κόσμο.

Οι μαθητές εργάζονται σε μικρές ομάδες (4 - 6, ή ιδανικά 2 ατόμων) για την επεξεργασία νερού που συλλέγουν από κοντινή φυσική πηγή. Θα εκτελέσουν ένα ή δύο από τα βασικά στάδια της επεξεργασίας νερού, και θα υποβάλουν τα αποτελέσματά τους στην παγκόσμια βάση δεδομένων.

Τα στάδια απομάκρυνσης στερεών και απολύμανσης είναι τα παρακάτω:

- **Αερισμός**, είναι το πρώτο στάδιο της επεξεργασίας, κατά το οποίο το νερό εμπλουτίζεται με αέρα (οξυγόνο).
- Στην **κροκίδωση** (ή θρόμβωση) προκαλείται συσσωμάτωση σκόνης και άλλων αιωρούμενων σωματιδίων με τη βοήθεια χημικών (εδώ $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ και σχηματίζονται θρόμβοι (κροκίδες).
- Κατά την **καθίζηση**, εξαιτίας της βαρύτητας τα συσσωματωμένα στερεά πέφτουν στον πυθμένα της δεξαμενής.
- Με το **φιλτράρισμα** (ή διήθηση) το νερό περνά από ένα φίλτρο με χαλίκια και άμμο , ώστε να απομακρυνθούν τα πολύ ελαφρά σωματίδια που δεν έχουν καθιζάνει.
- Τελος, στην **απολύμανση** το προστιθέμενο χλώριο βοηθά στην εξόντωση των μικροοργανισμών που έχουν μείνει στο φιλτραρισμένο νερό.

Γιατί η απολύμανση είναι απαραίτητη;

Το φιλτραρισμένο νερό είναι καθαρό από τα περισσότερα ορατά αιωρούμενα σωματίδια, αλλά περιέχει πολλούς ζωντανούς μικροοργανισμούς μη διακριτούς με το μάτι που μπορεί να προκλέσουν ασθένειες στον άνθρωπο. Το χλώριο χρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού για να καταστρέψει τους επιβλαβείς μικροοργανισμούς όπως και τα μικρά σωματίδια της οργανικής ύλης. Στο δεύτερο πείραμα προσδιορίζουμε το "ελεύθερο" χλώριο δηλαδή το χλώριο που είναι διαθέσιμο για να καταστρέψει τα μικρόβια και την οργανική ύλη στο νερό. Στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού προστίθεται αρκετό χλώριο για την απολύμανση και μια μικρή επιπλέον ποσότητα για να αντιμετωπιστούν τυχόν άλλοι μικροοργανισμοί που μπορεί να μολύνουν το νερό πριν αυτό φτάσει στο σπίτι μας. Αυτό το μικρό επιπλέον ποσό που είναι γνωστό ως το "υπόλοιπο χλωρίου " και μπορεί να ανιχνευθεί.

Το πείραμα της απομάκρυνσης στερεών

Κατάλογος υλικών και εξοπλισμού

Πριν ξεκινήσετε το πείραμα βεβαιωθείτε ότι έχετε συγκεντρώσει όλα τα παρακάτω

Υλικά από το σχολείο, το σπίτι κ.λπ.:

~1 λίτρο «βρώμικο» φυσικού νερού. Το νερό μπορεί να συλλεχθεί από ρέμα, ποτάμι ή βάλτο (ή μπορείτε να προσθέσετε 2-3 κουταλάκια λάσπης ή χώματος και να ανακατέψετε καλά). Μην προσπαθείτε να μαζέψετε καθαρό νερό. Το νερό πρέπει να είναι βρώμικο.

~3 λίτρα καθαρού νερού (βρύσης)

2 δίλιτρα πλαστικά μπουκάλια αναψυκτικού με το καπάκι τους (για να συλλέξετε το δείγμα και να κάνετε τον αερισμό)

2 δίλιτρα πλαστικά μπουκάλια αναψυκτικού κομμένα. Κόβετε το ένα στο πάνω μέρος για να φτιάξετε το φίλτρο, και το άλλο στο κάτω μέρος για να συλλέγετε το διήθημα¹

1-2 κούπες πολύ καλά πλυμένα και στεγνή λεπτή άμμο (μέγεθος κόκκου $\pm 1\text{mm}$)

1-2 κούπες πολύ καλά πλυμένα και στεγνή αδρή άμμο (μέγιστο μέγεθος κόκκου 5mm)

1-2 φίλτρα καφετιέρας

1 λαστιχάκι

ρολόι ή χρονόμετρο

Υλικά & χημικά από το παγκόσμιο πακέτο νερού GWK:

κρύσταλοι alum σε πλαστικό σακουλάκι (potassium aluminium sulfate).

1 κουτάλι (για ανακάτεμα)

Η απομάκρυνση στερεών βήμα-βήμα

1. Συλλέξετε μέσα στο δίλιτρο μπουκάλι ~1 λίτρο «βρώμικο» νερό από έναν βάλτο/ ποτάμι/ φράγμα. Περιγράψτε την εμφάνιση και την οσμή του νερού στο Φύλλο Εργασίας (εναλλακτικά φτιάξτε το δείγμα σας προσθέτοντας 1-2 κουταλιές χώματος ή λάσπης σε νερό).
2. Κλείστε το μπουκάλι και ανακινήστε δυνατά για 30 δευτερόλεπτα. Ανοίξτε και μεταφέρετε σε άλλο δοχείο ή μπουκάλι ώστε να αεριστεί. Μεταφέρετε το νερό από το ένα μπουκάλι στο άλλο περίπου 10 φορές. Αυτή η διαδικασία βοηθά τα αέρια να διαφύγουν (δεν θα υπάρχουν καθόλου φυσαλίδες). Ρίξτε το αερισμένο νερό στο μπουκάλι με το κομμένο πάνω μέρος.
3. Προσθέστε τους κρυστάλους alum στο αερισμένο νερό. Αναδεύστε αργά με το κουτάλι το μίγμα για 5 λεπτά. Περιγράψτε την εμφάνιση και τη μυρωδιά του νερού στο Φύλλο Εργασίας.
4. Αφήστε το νερό να παραμείνει σε ηρεμία μέσα στο δοχείο για 20 λεπτά, συνολικά. Κάθε 5 λεπτά να σημειώνετε τις παρατηρήσεις σας για την εμφάνιση και την οσμή του νερού στο Φύλλο Εργασίας. Στις παρακάτω φωτογραφίες δείτε την όψη του νερού πριν και μετά την κροκκίδωση. Παρατηρήσατε κάτι τέτοιο στο πείραμά σας; Το νερό αυτό θα χρησιμοποιήσετε για το επόμενο στάδιο (φιλτράρισμα).

¹ Καλό είναι τα μπουκάλια να έχουν λεία επιφάνεια (να είναι αναψυκτικού και όχι νερού).



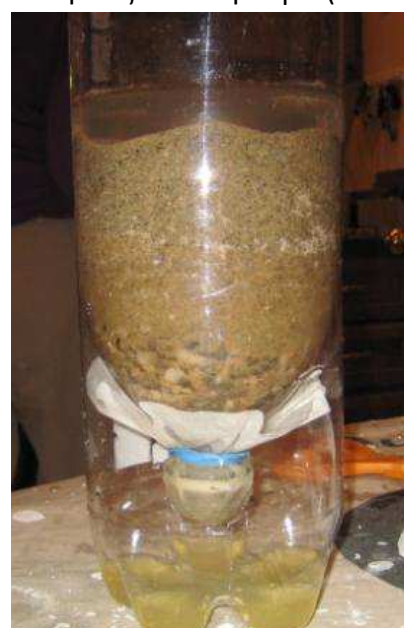
5. Χρησιμοποιείτε το πάνω μέρος του κομμένου μπουκαλιού για να φτιαξετε το φίλτρο (δείτε και τη φωτογραφία).

Α. Με το λαστιχάκι στερεώστε το φίλτρο του καφέ στο εξωτερικό πάνω μέρος του μπουκαλιού, (καλύτερα διπλό για να μη σκιστεί). Προσθέστε ένα κομμάτι βαμβάκι στη στένωση του μπουκαλιού.

Β. Στερεώστε το αναστραμένο μπουκάλι με το φίλτρο σε ένα ποτήρι ζέσης (μπορείτε να το στερεώσετε σε ένα άλλο μπουκάλι ίδιου μεγέθους αρκεί να κάνετε μια τρυπούλα στο πλαί για να φεύγει ο αέρας).

Γ. Τοποθετήστε στο φίλτρο σας χοντρόκοκκη άμμο και από πάνω την ψιλή άμμο, που έχουν προηγουμένως πλυθεί πολύ καλά και στεγνώσει.²

Δ. Όσο καθαρή και αν είναι η άμμος θα πρέπει να καθαρίστε το φίλτρο σας περνώντας ~3 λίτρα καθαρό πόσιμο νερό βρύσης (και αν η άμμος δεν είναι εντελώς καθαρή θα χρειαστεί περισσότερο). Το φίλτρο σας είναι έτοιμο!



6. Με προσοχή, δίχως να ανακατέψετε το ίζημα, φιλτράρετε περίπου τα 2/3 του νερού που πήρατε από το βημα 4. Συλλέξτε το σε ένα ποτήρι ή πλαστικό μπουκάλι.
7. Συγκρίνετε το φιλτραρισμένο με το μη φιλτραρισμένο νερό. Διαπιστώνετε αλλαγές στην όψη και την οσμή εξαιτίας του φιλτραρίσματος;
8. **ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΑ:** Τοποθετήστε δίπλα-δίπλα τα δύο μπουκάλια με το φιλτραρισμένο και μη νερό και τραβήξτε μια φωτογραφία για να την υποβάλετε στην Παγκόσμια Βάση Δεδομένων.

² Αποφύγετε να πάρετε άμμο από οικοδομικά υλικά γιατί θέλει εξαντλητικό πλύσιμο, όπως και άμμο από παραλία, γιατί πιθανά να έχει κατάλοιπα αλάτων. Προτιμήστε ποταμίσια άμμο από την όχθη ενός ρέματος ή λίμνης της περιοχής σας. Οι Έλληνες εκπαιδευτικοί της Ημερίδας πρότειναν τριμμένη κιμωλία σε σκόνη αντί για ψιλή άμμο ως φίλτρο. Σε κάθε περίπτωση η ουσία θα πρέπει να είναι αδρανής.

Το πείραμα της απολύμανσης

Στο πείραμα αυτό θα προσδιορίσουμε το «ελεύθερο» ή «υπολειμματικό» χλώριο δηλαδή το επιπλέον χλώριο που μπορεί να έχει το νερό μετά την επεξεργασία του. Αυτή η ποσότητα χλωρίου χρησιμοποιείται για να αντιμετωπιστούν οι μικροοργανισμοί που μπορεί να μολύνουν το νερό μετά την επεξεργασία του π.χ. στο δίκτυο ύδρευσης. Εξαιτίας της τοξικότητας της χλωρίνης η δραστηριότητα δεν μπορεί να εκτελεστεί από μικρούς μαθητές.

Κατάλογος υλικών και εξοπλισμού

Πριν ξεκινήσετε το πείραμα βεβαιωθείτε ότι έχετε συγκεντρώσει όλα τα παρακάτω

Υλικά από το σχολείο, το σπίτι κ.λπ.:

~500 ml από το φιλτραρισμένο νερό του πρώτου πειράματος (~ 2 φλιτζάνια)

~ 10 σταγόνες συμπυκνωμένης χλωρίνης (υποχλωριώδες νάτριο 4-5%)³

ρολόι ή χρονόμετρο, γυαλιά

Υλικά και χημικά από το παγκόσμιο πακέτο νερού GWK:

μια πιπέτα

~ 10 test strips χλωρίου

ένα κουτάλι (για ανακάτεμα)

Η απολύμανση βήμα-βήμα

1. Βυθίστε μια ταινία μέτρησης χλωρίου σε ~ 500 ml από το διαυγές φιλτραρισμένο νερό - «διήθημα» του προηγούμενου πειράματος και χρησιμοποιήστε το χρωματικό διάγραμμα για την εκτίμηση του "ελεύθερου" χλωρίου στο νερό. Καταγράψτε στο Φύλλο Εργασίας το χρώμα της ταινίας και το εκτιμώμενο επίπεδο του χλωρίου.
2. Προσθέστε 2 σταγόνες συμπυκνωμένης χλωρίνης (5-6%) στο φιλτραρισμένο υγρό, ανακατέψτε απαλά για 5 δευτερόλεπτα και επαναλάβετε την ανάγνωση μιας ταινίας μέτρησης αμέσως. Καταγράψτε τα αποτελέσματά σας στο Φύλλο Εργασίας.
3. Κρατήστε δέκα λεπτά με το χρονόμετρο. Πριν προσθέσετε τη χλωρίνη βυθίστε μια ταινία και προσδιορίστε το ελεύθερο χλώριο. Προσθέστε 2 σταγόνες χλωρίνης, ανακατέψτε και βυθίστε αμέσως την ταινία χλωρίου. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας στο Φύλλο Εργασίας.
4. Επαναλάβετε τη διαδικασία κάθε 10 λεπτά μέχρι να διαπιστώσετε την παρουσία «ελεύθερου» χλωρίου. Η χλωρίνη στο φιλτραρισμένο νερό καταναλώνεται καταστρέφοντας τους μικροοργανισμούς. Μετά από κάποιες προσθήκες, και αφού όλοι οι μικροοργανισμοί θα έχουν καταστραφεί θα ανιχνεύσετε «ελεύθερο» ή «υπολειμματικό» χλώριο στο νερό.
5. Όταν διαπιστώσετε ελεύθερο χλώριο περιμένετε 10 λεπτά ΧΩΡΙΣ να προσθέσετε χλωρίνη και πάρτε πάλι μέτρηση. Αν το υπόλειμμα χλωρίου έχει εξαφανιστεί σε αυτό το δεκάλεπτο, προσθέστε 2 ακόμα σταγόνες χλωρίου και πάρτε μέτρηση μετά από 10 λεπτά.
6. Σταματήστε όταν διαπιστώσετε ότι μετά τα 10 λεπτά υπάρχουν τουλάχιστον 1-3 ppm χλωρίου στο νερό.
7. Αθροίστε τον αριθμό των σταγόνων που χρησιμοποιήσατε για την απολύμανση.
8. Για τις μετατροπές και την υποβολή στην Παγκόσμια Βάση Δεδομένων Βλ. πίνακα 1.

³ Προσοχή η χλωρίνη πρέπει να είναι η απλή, χωρίς πρόσθετα, αρωματικά κ.λπ.

Φύλλο Εργασίας

Το πείραμα της απομάκρυνσης στερεών

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα

Ημερομηνία δειγματοληψίας	
Θερμοκρασία νερού τη στιγμή της δειγματοληψίας	
Είδος νερού (ποτάμι, βάλτος, κ.λπ.)	
Περιγράψτε που συλλέξατε το νερό	
Όψη και οσμή του νερού πριν την επεξεργασία	
Όψη του νερού μετά τον αερισμό και τις μεταγγίσεις	
Όψη του νερού 5 λεπτά μετά την προσθήκη alum	
Όψη του νερού 10 λεπτά μετά την προσθήκη alum	
Όψη του νερού 15 λεπτά μετά την προσθήκη alum	
Όψη του νερού 20 λεπτά μετά την προσθήκη alum	
Όψη και οσμή του νερού μετά το φιλτράρισμα	

Πιστεύετε ότι το φιλτραρισμένο νερό είναι ασφαλές για να το πείτε; Εξηγήστε γιατί.

Το πείραμα της απολύμανσης

Για να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα θα χρειαστεί να κάνετε το πείραμα σε 500 ml φιλτραρισμένου νερού.

Χλωρίνη	Ελεύθερο χλώριο		
	Αρ. σταγόνων	Χρώμα ταινίας	Χλώριο σε ppm (parts per million)
Χωρίς προσθήκη	0		
+ 2 σταγόνες	2		
Μετά 10 λεπτά	0		
+ 2 σταγόνες	2		
...			
Συνολικός Μ.Ο. αριθμός σταγόνων⁴ ελάχιστος αριθμός σταγόνων πριν την ανίχνευση ελεύθερου χλωρίου μετά 10 λεπτών ⁵			

Πιστεύετε ότι το φιλτραρισμένο και απολυμασμένο νερό είναι ασφαλές για να το πιείτε; Εξηγήστε.

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα σχολείου

Εάν ληφθούν δείγματα από διαφορετικές πηγές νερού θα πρέπει να συμπληρωθεί ο πίνακας με τα συνοπτικά συγκεντρωτικά στοιχεία του σχολείου.

Όνομα σχολείου: _____

Τοποθεσία σχολείου: _____

Αριθμός μαθητών : _____

Τύπος νερού	Περιγραφή πηγής νερού	Μέσος ελάχιστος αριθμός σταγόνων απολυμαντικού που προστέθηκαν σε 500 ml φιλτραρισμένου νερού πριν την ανίχνευση ελεύθερου χλωρίου μετά 10 λεπτών
1.		
2.		
3.		

⁴ Εάν πολλές ομάδες κάνουν το πείραμα από την ίδια πηγή θα χρειαστεί να υπολογίσετε το Μέσο Όρο των σταγόνων χλωρίνης. Π.χ. για το νερό ενός ποταμού, τέσσερις ομάδες σε ένα σχολείο ανέφεραν ως ο ελάχιστο αριθμό σταγόνων 7, 6, 8 και 8 αντίστοιχα. Ο αριθμητικός μέσος όρος είναι 7,25, άρα στη Παγκόσμια Βάση, μετά τη στρογγυλοποίηση, θα αναφερθεί ως 7 σταγόνες.

⁵ Για τις μετατροπές και την υποβολή στην Παγκόσμια Βάση Δεδομένων Βλ. πίνακα 1

Επιπλέον πληροφορίες για τον εκπαιδευτικό

Πληροφορίες για τη διεξαγωγή των πειραμάτων

- Μέτρα ασφαλείας: Τονίζουμε ότι ούτε το επεξεργασμένο ούτε το απολυμασμένο νερό είναι ασφαλές για πόση. Οι μαθητές πρέπει να το γνωρίζουν πριν την έναρξη της δραστηριότητας. Καλό είναι να αποφευχθεί η επαφή με τα στερεά (alum). Οι μαθητές θα πρέπει να φορούν γυαλιά στο πείραμα της απολύμανσης και να πλύνουν τα χέρια τους με σαπούνι και νερό μετά το πέρας της δραστηριότητας.
- Τα δείγματα νερού μπορούν να συλλεχθούν σε πλαστικό ή άλλο κατάλληλο δοχείο, ιδανικά διαφανές. Το νερό από τη φυσική πηγή της περιοχής σας θα πρέπει να είναι από ποτάμι, λίμνη κ.λ.π. Στη δραστηριότητα αυτή **ΔΕΝ** μπορεί να χρησιμοποιηθεί θαλασσινό νερό. Μην προσπαθείτε να συλλέξετε το «καλύτερο» νερό από την πηγή. Το νερό πρέπει να είναι βρώμικο.
- Το νερό που θα συλλέξετε για έλεγχο πρέπει να είναι από την επιφάνεια ή λίγο κάτω από αυτήν. Προσπαθήστε να βρείτε μια πηγή που είναι αναγνωρίσιμη από τους μαθητές άλλων σχολείων για να μπορούν να κάνουν συγκρίσεις. Συλλέξτε το νερό σε χρόνο όσο το δυνατόν πλησιέστερο στο χρόνο διεξαγωγής της δραστηριότητας.
- Τα alum είναι θειικά άλατα που έχουν ένα αλκάλι και ένα τρισθενές μέταλλο. το πιο κοινό (αυτό που περιέχεται στο GWK) είναι το $KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$. Γενικά τα alum είναι $AB(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$, όπου Α αλκάλιο και Β τρισθενές μέταλλο.
- Στην επεξεργασία του νερού τα alum χρησιμοποιούνται ως συσσωματικά. Χρησιμοποιούνται ευρέως από τις κονσερβοποιίες κ.ά. εταιρείες. Στο πείραμα μπορείτε να χρησιμοποιήσετε οποιοδήποτε alum ή εναλλακτικά θειικό αργίλιο. Το GWK περιέχει αρκετό alum για ένα πείραμα. Αν χρειαστείτε περισσότερο αναζητήστε το σε φαρμακεία, ή αποθήκες χημικών.
- Η ιδανική λεπτή άμμος είναι αυτή που χρησιμοποιείται στις πισίνες ή η άμμος παιχνιδιού, αλλά μπορείτε να χρησιμοποιήσετε καθαρή λεπτή άμμο οικοδομής. Η πιο αδρή άμμος (χοντρόκοκκη) μπορεί να είναι αυτή που χρησιμοποιείται στις οικοδομές για το μείγμα του τσιμέντου. Η άμμος πρέπει να πλυθεί πολύ καλά και να στεγνώσει πριν τη χρήση για να έχουμε ένα καθαρό φίλτρο.
- Test Strips χλωρίνης: περιέχεται ένα χαρτί με τον χρωματικό οδηγό που αναφέρεται σε ppm «ελεύθερου χλωρίου». Οι μαθητές βουτάνε την ταινία στο προς έλεγχο δείγμα νερού και περιμένουν 15 δευτερόλεπτα πριν ταιριάξουν το χρώμα με τον χρωματικό οδηγό.
- Περίπου 10 strips θα χρειαστούν για κάθε πείραμα απολύμανσης. Αυτά υπάρχουν στο GWK. Περισσότερα θα βρείτε στο εμπόριο σε πολλές συσκευασίες.
- Στο πείραμα της απολύμανσης χρησιμοποιήστε συμπυκνωμένη κοινή χλωρίνη (~5%) που συνήθως έχουμε στο σπίτι. Εάν χρησιμοποιήσετε πιο αραιή χλωρίνη, πριν ανεβάσετε τα στοιχεία σας στην Παγκόσμια Βάση θα πρέπει να κάνετε τις πιο κάτω μετατροπές: *Π.χ. 10 σταγόνες χλωρίνης 3% ισοδυναμούν με $10/2 = 5$ σταγόνες 6% και στη Βάση θα υποβάλλετε τον αριθμό 5!*

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΓΙΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΧΛΩΡΙΝΗΣ ΑΡΑΙΟΤΕΡΑ ΑΠΟ 5-6 %	
Συγκέντρωση της χλωρίνης που χρησιμοποιήσατε	Πριν υποβάλετε τα στοιχεία σας <u>διαιρέστε</u> τον αριθμό των σταγόνων με ...
5-6 %	1
4%	1,5
3%	2
2%	3
1%	6

Μαθησιακοί στόχοι

Φυσικές Επιστήμες

- Να παρατηρούν και να συγκρίνουν την εμφάνιση του επεξεργασμένου και μη νερού.
- Να προσδιορίζουν ποσοτικά το "ελεύθερο χλώριο" με χρήση χρωματικής μεθόδου.
- Να καταγράφουν επιστημονικά δεδομένα και παρατηρήσεις με τον κατάλληλο τρόπο.
- Να ερμηνεύουν τα δεδομένα με βάση το περιβάλλον και τη φύση του νερού.
- Να θέτουν επιστημονικά ερωτήματα σχετικά με το νερό και την επεξεργασία του.
- Να εξασκηθούν στην επιλογή και τον έλεγχο των μεταβλητών (επιστημονική έρευνα).

Χημεία – Προαπαιτούμενες γνώσεις - Υπόβαθρο

- Ο αερισμός ως «φυσικό» στάδιο στην επεξεργασία του νερού – ο ρόλος του οξυγόνου.
- Η συσσωμάτωση (κροκίδωση) ως «χημικό» στάδιο στην επεξεργασία του νερού.
- Το φιλτράρισμα ως «φυσικό» στάδιο στην επεξεργασία του νερού.
- Οι χημικές αντιδράσεις που εμπλέκονται στην χλωρίωση του νερού.
- Ο ρόλος των δεικτών του χλωρίου.

Μαθησιακά αποτελέσματα για τάξεις του δημοτικού

Στα δημοτικά σχολεία η δραστηριότητα παρέχει μια εξαιρετική ευκαιρία για τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν απλό εξοπλισμό προκειμένου να αναπτύξουν τη δεξιότητα της παρατήρησης και καταγραφής. Δεν απαιτείται ποσοτική επεξεργασία των δεδομένων. Εφόσον η απολύμανση γίνει ως επίδειξη, ο δάσκαλος πρέπει να βοηθήσει στην επεξεργασία των δεδομένων.

Η επεξεργασία των νερού αποτελεί ένα θέμα το οποίο συνδέεται άμεσα με την καθημερινή ζωή των μαθητών και τις εμπειρίες τους σχετικά με το πόσιμο νερό και τις ασθένειες. Προσφέρει την ευκαιρία να μάθουν να διακρίνουν μεταξύ φυσικών και χημικών διεργασιών και να εκτελέσουν οι ίδιοι μια διήθηση.

Οι μαθητές μπορούν να διαπιστώσουν ότι το «διαυγές» νερό που φαίνεται «καθαρό» (όπως είναι αυτό που προκύπτει από το φιλτράρισμα) νερό δεν είναι απαραίτητα ασφαλές για πόση.

Μαθησιακά αποτελέσματα για το Γυμνάσιο

Εκτός από όσα αναφέρονται για τα δημοτικά σχολεία μπορεί να συμπεριληφθεί ο ρόλος του αερισμού στην επεξεργασία. Παράλληλα μπορεί να γίνει μια σε βάθος συζήτηση στην τάξη για την συσσωμάτωση ως χημική διαδικασία και το φιλτράρισμα ως φυσική διαδικασία.

Στη διήθηση, το φίλτρο εμποδίζει τα σωματίδια να περάσουν στο διήθημα. Τα συσσωματώματα παγιδεύονται στα κενά μεταξύ των κόκκων της ψιλής και χοντρής άμμου και επιτρέπει μόνο στο καθαρό νερό να περάσει. Κατά τη διαδικασία φιλτραρίσματος, το ίδιο το φίλτρο βρωμίζει και μετά από ένα χρονικό διάστημα, δεν μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί, επειδή πάρα πολλά σωματίδια ρύπων θα έχουν παγιδευτεί σε αυτό.

Επειδή τα κενά στο διηθητικό χαρτί είναι πολύ μικρότερα από αυτά στο φίλτρο άμμου, η διήθηση διαρκεί αρκετά και το φίλτρο μπορεί να «φρακάρει» εύκολα.

Η διήθηση χρησιμοποιείται για την αφαίρεση των αιωρούμενων στερεών σε ένα υγρό, αλλά μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να αφαιρέσει στερεά σωματίδια από τον αέρα. Οι

προστατευτικές μάσκες που φορούν οι εργάτες σε χώρους με σκόνη είναι ένα παράδειγμα φίλτρων αυτού του τύπου.

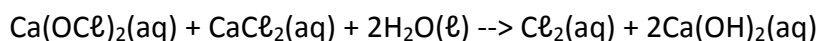
Η κροκίδωση, απαιτεί την προσθήκη μιας χημικής ουσίας, σε αυτή την περίπτωση του alum . Όταν αυτό διαλυθεί στο νερό, επιτρέπει στο σωματίδια ρύπων να πλησιάσουν και να σχηματίσουν μεγάλα συσσωματώματα. Τα συσσωματώματα αυτά, λόγω μεγέθους, φιλτράρονται εύκολα στο φίλτρο της άμμου ή του καφέ. Η δράση του alum οφείλεται στην παρουσία των ιόντων καλίου, K^+ , και αλουμινίου, Al^{3+} , στο διάλυμα. Στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού, οι ποσότητες των ουσιών αυτών ελέγχονται προσεκτικά έτσι ώστε να μην απομένουν διαλυμένα τα ιόντα αυτά στο νερό που τελικά πίνουμε.

Μαθησιακά αποτελέσματα για το Λύκειο

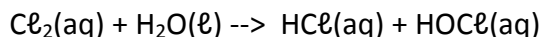
Εκτός από τα παραπάνω, μπορούν να εξηγηθούν οι ιδιότητες του χλωρίου, ο ρόλος του υποχλωριώδους νατρίου και να συνδεθεί το πείραμα με τη διαδικασία που ακολουθείται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού.

Το χλώριο, Cl_2 , είναι ένα ισχυρό οξειδωτικό μέσο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως απολυμαντικό. Είναι, ωστόσο, αέριο σε θερμοκρασία δωματίου και γι' αυτό δύσκολο να χρησιμοποιηθεί για καθημερινή χρήση. Τα απολυμαντικά για τις πισίνες είναι διαθέσιμα σε στερεά μορφή ενώ τα λευκαντικά για το σπίτι, σε υγρή μορφή, αντίστοιχα.

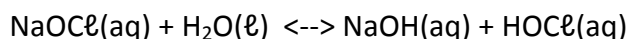
Στις πισίνες χρησιμοποιείται μίγμα υποχλωριώδους ασβεστίου $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, και χλωριούχο ασβέστιο CaCl_2 . Αυτό παράγει χλώριο στο νερό, σύμφωνα με την αντίδραση:



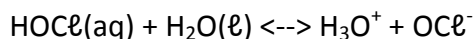
Το χλώριο είναι διαλυτό στο νερό και παράγει υποχλωριώδες οξύ (HOCl) ως εξής:



Ανάλογες αντιδράσεις λαμβάνουν χώρα με την οικιακή χλωρίνη, το υποχλωριώδες νάτριο (NaOCl):



Και στη συνέχεια



Η απολυμαντική δράση οφείλεται τόσο στο υποχλωριώδες οξύ (HOCl), όσο και στο υποχλωριώδες ιόν (OCl^-). Το οξύ είναι πιο δραστικό από το ιόν και η δράση τους εξαρτάται από το pH του διαλύματος.

Επιπλέον δραστηριότητες (προαιρετικές)

Οπτική διαπερατότητα ή θολερότητα νερού

Η δραστηριότητα εξετάζει την οπτική διαπερατότητα ή θολερότητα του νερού (turbidity) και προτείνεται για μαθητές όλων των ηλικιών

Κατάλογος υλικών και εξοπλισμού

Ένας φακός

Τρία ίδια διαφανή ποτήρια με επίπεδο πυθμένα

Τρία δείγματα νερού: α) το αρχικό μη επεξεργασμένο νερό, β) το φιλτραρισμένο νερό (διήθημα) και γ) νερό βρύσης

Διαδικασία

1. Ρίξτε ίσους όγκους των τριών δειγμάτων νερού σε ένα διαφανές ποτήρι με επίπεδο πυθμένα.
2. Μετακινήστε το ποτήρια με το νερό σε ένα σκοτεινό δωμάτιο και τοποθετήστε τα σε επίπεδη επιφάνεια.
3. Τοποθετήστε το φακό πλευρικά σε κάθε ποτήρι και φωτίστε με το φακό μέσα από κάθε δείγμα. Κοιτάξτε την πορεία της δέσμης φακού.
4. Ποια η διαφορά της δέσμης φωτός μεταξύ του φιλτραρισμένου και του αφιλτράριστου νερού; Ποια η διαφορά μεταξύ του φιλτραρισμένου με το νερό της βρύσης;
5. Αδειάστε το μισό του φιλτραρισμένο νερού και αντικαταστήστε το με νερό βρύσης. Εξετάστε το αποτέλεσμα με το φακό μέσα από το ποτήρι. Πόσες φορές πρέπει να επαναλάβετε αυτή την αραίωση ώστε να μη διακρίνετε πλέον καμία διαφορά μεταξύ του φιλτραρισμένου και του νερού της βρύσης;

Φύλλο Εργασίας (υπόδειγμα συμπληρωμένο)

Το πείραμα της απομάκρυνσης στερεών

Ημερομηνία δειγματοληψίας	03/10/2011
Θερμοκρασία νερού τη στιγμή της δειγματοληψίας	24°C
Είδος νερού (π.χ. ποτάμι, βάλτος, κ.λπ.)	Γλυκό, από ρέμα
Περιγράψτε που συλλέξατε το νερό	Ρέμα Χαλανδρίου, Αττική
Όψη και οσμή του νερού πριν την επεξεργασία	Υποψία θείου στη μυρωδιά, ορατό αρκετό αιωρούμενο υλικό (χώμα και φυτικό υλικό). Δίχως έντομα ή ορατούς οργανισμούς.
Όψη του νερού μετά τον αερισμό και τις μεταγγίσεις	Χωρίς ιδιαίτερη αλλαγή
Όψη νερού αμέσως μετά την προσθήκη alum	Θόλο, σχεδόν αμέσως σχηματίστηκαν συσσωματώματα
Όψη του νερού 5 λεπτά μετά την προσθήκη alum	Καθαρότερο
Όψη του νερού 10 λεπτά μετά την προσθήκη alum	Καθαρότερο, καθίζησαν τα μεγαλύτερα συσσωματώματα, αιωρούνται κάποια
Όψη του νερού 15 λεπτά μετά την προσθήκη alum	Καθαρότερο το υπερκείμενο, ο πάτος αρκετά σκούρος
Όψη του νερού 20 λεπτά μετά την προσθήκη alum	Καθαρότερο το υπερκείμενο, ο πάτος αρκετά σκούρος
Όψη και οσμή του νερού μετά το φιλτράρισμα	Διαυγές, αλλά με υποκίτρινο χρώμα, η ελαφριά μυρωδιά παραμένει

Πιστεύετε ότι το φιλτραρισμένο νερό είναι ασφαλές για να το πιείτε; Εξηγήστε γιατί.

Δεν θα το έπινα γιατί δεν μου αρέσει το χρώμα ούτε η μυρωδιά του.

Το πείραμα της απολύμανσης

Για να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα θα χρειαστεί να κάνετε το πείραμα σε 500 ml φιλτραρισμένου νερού.

Χλωρίνη	Ελεύθερο χλώριο		
	αριθμός σταγόνων	Χρώμα ταινίας	Χλώριο σε ppm (parts per million)
Χωρίς προσθήκη	0	Λευκό	0
+ 2 σταγόνες	2	Υπόλευκο	0-1
Μετά 10 λεπτά	0	Υπόλευκο	0
+ 2 σταγόνες	2	Υπόλευκο	0-1
Μετά 10 λεπτά	0	Υπόλευκο	0
+ 2 σταγόνες	2	Υπο πράσινο	4
Μετά 10 λεπτά		Υπο πράσινο	3-4
Συνολικός αριθμός σταγόνων	6		

Για τον εκπαιδευτικό: Αν δεν υπάρχει ελεύθερο χλώριο αμέσως μετά την προσθήκη της χλωρίνης, δεν υπάρχει λόγος να περιμένουμε 10 λεπτά και μέτρηση ελεύθερου χλωρίου. Προσθέτουμε 2 σταγόνες ανακατεύουμε και παίρνουμε μέτρηση.

Στο συγκεκριμένο πείραμα αναφέρουμε 6 σταγόνες στην παγκόσμια βάση δεδομένων, εκτός αν πολλές ομάδες μαθητών εκτελέσουν το πείραμα από την ίδια πηγή, οπότε πρέπει να εξαχθεί ο μέσος όρος.

Πιστεύετε ότι το φιλτραρισμένο και απολυμασμένο νερό είναι ασφαλές για να το πιείτε; Εξηγήστε:

Τα μικρόβια πρέπει να έχουν σκοτωθεί.

Παρόλ' αυτά δεν θα δοκίμαζα το νερό ενός χημικού πειράματος.

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα σχολείου

Όνομα σχολείου: *2^ο Γυμνάσιο Χαλανδρίου*, Τοποθεσία σχολείου: *Χαλάνδρι*, Αριθμός μαθητών : *21*

Τύπος νερού	Περιγραφή πηγής νερού	Μέσος ελάχιστος αριθμός σταγόνων απολυμαντικού που προστέθηκαν σε 500 ml φιλτραρισμένου νερού πριν την ανίχνευση ελεύθερου χλωρίου μετά 10 λεπτών
<i>1. Γλυκό, από ρέμα</i>	<i>Ρέμα Χαλανδρίου</i>	6
<i>2. Γλυκό από ποτάμι</i>	<i>Κηφισός</i>	14